Arbeitsberichte des Department Informatik
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Band 50 • Nummer 1 • September 2018

Jahresbericht 2017 der Informatik

Herausgeber: M. Dal Cin, B. Eskofier, D. Fey, F. Freiling, R. German, G. Görz, G. Greiner
U. Herzog, J. Hornegger, M. Kohlhase, K. Leeb, R. Lenz, P. Mertens
K. Meyer-Wegener, H. Müller, H. Niemann, E. Nöth, Ch. Pflaum
M. Philippsen, D. Riehle, R. Romeike, U. Rüde, F. Saglietti,
H. J. Schneider, D. Schröder, L. Schröder, W. Schröder-Preikschat,
M. Stamminger, H. Stoyan, J. Teich, R. Wanka, H. Wedekind, G. Wellein

Die Reihe der Arbeitsberichte des Department Informatik
(ehem. Institut für Mathematische Maschinen und Datenverarbeitung)
der Universität Erlangen-Nürnberg erscheint seit 1967.
Begründet von Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Wolfgang Händler

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Department Informatik
Martensstr. 3
91058 Erlangen

Tel.: +49 9131 85-28807
Fax.: +49 9131 85-28781
E-Mail: info@informatik.uni-erlangen.de
WWW: https://www.cs.fau.de/

© Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Department Informatik 2017

Alle Rechte bleiben vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Herausgeber.

ISSN 1611-4205

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **16**

1.1 Emeritierte Professoren 17
1.2 Professoren im Ruhestand 17
1.3 Honorarprofessoren 17
1.4 Außerplanmäßige Professoren 18
1.5 Externe Lehrbeauftragte Sommersemester 2017 und Wintersemester 2017/18 18
1.6 Sprecher der Kollegialen Leitung 18
1.7 Sprecher der Studienkommission 19
1.8 Geschäftsführer 19
1.9 Forschungsschwerpunkte 19
1.10 Veröffentlichungsreihen 21
1.11 Lehre 21
1.11.1 Statistik zum WS 2017/2018 23
1.11.2 Exportleistung des Departments Informatik 23
1.11.3 CIP-Pools der Informatik 24
1.11.4 Studienzuschüsse 25
1.12 Promotionen 25
1.13 Besondere Ereignisse 2017 30
1.13.1 Rufe und Neubesetzungen 30
1.13.2 Preise und Auszeichnungen 30
1.13.3 Präsident aus der Informatik 31
1.13.4 Dekane aus der Informatik 31
1.13.5 Gastaufenthalte 31
1.13.6 Tagungen/Workshops 31
1.13.7 Informatik Kolloquium 2017 32
1.14 Tag der Informatik 2017 33

2 Geschäftsstelle des Department Informatik **33**

2.1 Forschungsprojekte 33
2.1.1 Effiziente Studienmarketingmaßnahmen zur Gewinnung von mehr Informatik-Studierenden 33

3 Studien-Service-Center Informatik **35**

4 Lehrstuhl für Informatik 1 (IT-Sicherheitsinfrastrukturen) 35

4.1 Forschungsschwerpunkte 36

4.2 Forschungsprojekte 36

4.2.1 Aufstieg durch Bildung ”Open C3S” 36

4.2.2 Bildforensik 38

4.2.3 DINGFEST- Teilvorhaben: FAITH - Forensic Analysis In The Hypervisor 39

4.2.4 Kontext- und strukturbasierte Abwehr zielgerichteter Angriffe-APT-Sweeper 40

4.2.5 Privacy&Us 41

4.2.6 SENDATE-TANDEM; Teilvorhaben: Vertrauenswürdige Laufzeitumgebungen 41

4.2.7 SFB/Transregio, Teilprojekt C5: ”Security in Invasive Computing Systems” 42

4.2.8 Sicherheit hochgradig vernetzter IT-Systeme (ForSEC) 45

4.2.9 Softwarebasierte Härtungsmaßnahmen für mobile Applikationen . 47

4.2.10 WSNSec 48

4.3 Studien- und Abschlussarbeiten 50

5 Lehrstuhl für Informatik 2 (Programmiersysteme) 53

5.1 Forschungsschwerpunkte 54

5.2 Forschungsprojekte 55

5.2.1 Inkrementelle Code-Analyse 55

5.2.2 Entwicklung adaptiver Algorithmen in funkbasierten Lokalisierungssystemen 56

5.2.3 Automatische Erkennung von Wettlaufsituationen 57

5.2.4 Analyse von Code-Repositories 59

5.2.5 Design for Diagnosability 62

5.2.6 International Collegiate Programming Contest an der FAU 63

5.2.7 Software-Wasserzeichen 64

5.2.8 Parallele Code-Analyse auf einer GPU 65

5.3 Projektunabhängige Publikationen 66

5.4 Studien- und Abschlussarbeiten 67

6 Lehrstuhl für Informatik 3 (Rechnerarchitektur) 68

6.1 Forschungsschwerpunkte . . . 69

6.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung . . . 70

6.3 Forschungsprojekte . . . 71

6.3.1 AllScale . . . 71

6.3.2 FORMUSREF(0x3007108)3REF(0x3007138)IC - Forschungsvorhaben Multi-Core Safe and Software-intensive Systems Improvement Community . . . 72

6.3.3 GRK 1773 - Teilprojekt A1: 3D-Prozessorarchitekturen für intelligente optische Sensor- und Röntgensensorfelder unter Nutzung innovativer Technologien . . . 74

6.3.4 GRK 1773 - Teilprojekt B4: Abstrakte Maschinen für eingebettete heterogene Bildsystem-Architekturen . . . 74

6.3.5 Hardwaredesigns auf Memristorbasis . . . 75

6.3.6 LibGeoDecomp . . . 77

6.3.7 OCLAcc . . . 79

6.3.8 Parallele Architekturen für FPGA-basierte Eingebettete Systeme . . . 80

6.3.9 SMART PMU - Ein intelligenter Sensor zur Sicherstellung der Versorgungsqualität im Stromversorgungssystem mit Echtzeit-Datenverarbeitung . . . 81

6.3.10 ZERPA - Zerstörungsfreie Prüfung auf heterogenen Parallelrechner-Architekturen . . . 82

6.4 Studien- und Abschlussarbeiten . . . 83

7 Lehrstuhl für Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme) 84

7.1 Forschungsschwerpunkte . . . 85

7.2 Forschungsprojekte . . . 86

7.2.1 Betriebsunterstützung für ressourceneffiziente, einbruchstolerante Systeme unter Verwendung von Virtualisierung . . . 86

7.2.2 Softwareinfrastruktur betriebsmittelbeschränkter vernetzter Systeme (Phase 1) . . . 87

7.2.3 Invasives Laufzeitunterstützungssystem (iRTSS) (C01) . . . 87

7.2.4 Softwarekontrollierte Konsistenz und Kohärenz für vielkernige Prozessorarchitekturen . . . 89

7.2.5 IT-Sicherheit bei invasivem Rechnen (C05) . . . 90

7.2.6 Verlässlichkeitsaspekte für konfigurierbare eingebettete Betriebssysteme . . . 90

7.2.7 Adaptive Softwareinfrastruktur betriebsmittelbeschränkter vernetzter Systeme (Phase 2) . . . 91
7.2.8 Konfigurierbarkeitsgewahre Betriebssystementwicklung . . . 92
7.2.9 Energiegewahre kritische Abschnitte . . . 93
7.2.10 Aspektorientierte Echtzeitsystemarchitekturen (Phase 2) . . . 95
7.2.11 Latenzgewahrheit in Betriebssystemen für massiv-parallele Prozessoren . . . 97
7.2.12 Latenz- und Elastizitätsbewusster Netzwerkbetrieb . . . 97
7.2.13 Regelgütegewahrer Entwurf von bedarfsgesteuerten Echtzeitregelungssystemen . . . 98
7.3 Projektunabhängige Publikationen . . . 99
7.4 Studien- und Abschlussarbeiten . . . 99

8 Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung) 101
8.1 Forschungsschwerpunkte . . . 107
8.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung . . . 108
8.3 Kooperationsbeziehungen . . . 109
8.4 Veröffentlichungsreihen . . . 111
8.5 Forschungsprojekte . . . 111
8.5.1 Analyse historischer Dokumente . . . 111
8.5.2 Ansätze zur Bildverbesserung der 4D-DSA und Flussquantifizierung mittels 4D-DSA . . . 112
8.5.3 Anwendung von Rohdatenkonsistenzbedingungen in der Kegelstrahl-CT . . . 113
8.5.4 Automatische Phonetisierung des Standard-Arabischen . . . 114
8.5.5 Beschleunigung und Erweiterung iterativer Bildrekonstruktionsmethoden für die Magnetresonanz-Tomographie am Herzen . . . 115
8.5.6 Bewegungsanalyse in der 4-D-Herzbildgebung am angiographischen C-Bogen-System . . . 116
8.5.7 Bildforensik . . . 117
8.5.8 Bildverarbeitung für die Talbot-Lau-Phasenkontrastbildgebung . . . 119
8.5.9 Biomechanical Simulation for the Reconstruction and Synthesis of Human Motion . . . 120
8.5.10 Biomechanische Modellbildung und Simulation . . . 120
8.5.11 CAPCOM - Capabilities and interactive knowledge-to-action - Concepts and methods . . . 121
8.5.12 Datenfusion und Lokalisierung im Sport . . . 122

8.5.13 DeepAL 122
8.5.14 Digital Sports Bavaria: Implementierung und Validierung innovativer Cyber Physical Systems und Human Computer Interaction Konzepte für zukünftige Wearable Computing Trends in Sport und Fitness 122
8.5.15 Digital Vision Trainer 124
8.5.16 DysarTrain – Entwicklung eines digitalen Therapieangebotes für das Training von Sprechbeeinträchtigungen und Gesichtslähmungen bei Dysarthrien 125
8.5.17 Entwicklung einer vektorbasierten, mathematischen Morphologie für die Beschreibung und Klassifikation von Hyperspektralbildern in der Fernerkundung 126
8.5.18 Entwicklung eines Information Management Systems zur automatisierten Qualitätskontrolle in der Radio-Onkologie 127
8.5.19 Entwicklung virtueller Umgebungen zum Training von menschlichem 3D-Stereosehen für Sportler 127
8.5.20 Erfassung der kardialen Rotation und Torsion aus der bi-plan Angiographie 128
8.5.21 Football Future: Football Future Algorithm Support 128
8.5.22 Früherkennung von Osteoarthritis mit Hilfe von C-Bogen-Computertomographie 129
8.5.23 Image Guidance für endovaskuläre Aortenreparaturen (EVAR) 130
8.5.24 Integration eines Tablet-Computers für komplexe Softwareapplikationen im sterilen Interventionsumfeld 131
8.5.25 Integration von Sensorik in Kleidung und Sportequipment 133
8.5.26 Iterative Rekonstruktionsmethoden für die Wasser-Fett-Bildgebung in MRT 133
8.5.27 Kalibrierung von Time-of-Flight-Kameras 135
8.5.28 Konsistenzbedingungen für die Artefaktreduktion im Kegelstrahl-CT 135
8.5.29 Materialzerlegung mittels energieauflösenden Detektoren am angiographischen C-Bogen-System 138
8.5.30 Medical Image Processing for Diagnostic Applications 138
8.5.31 Medical Image Understanding: Advancing the State-of-the-Art through Integration of Medical Knowledge 139
8.5.32 Merkmalspunktselektion und Bewegungsmodelle für 2D/3D-Registrierung 140
8.5.33 Nicht-invasive Bestimmung des Hydratationsgrades des Menschen . 141
8.5.34 Optimierung der Aufbaus von Talbot-Lau-Phasenkontrast Röntgen Aufbauten 142

8.5.35 PATSY - Phraseology and Pronunciation Training System for ATC Communication . . . 142
8.5.36 Pilotphase Nationales Leistungszentrum - Low-Power-Elektronik für Sport- und Fitnessanwendungen . . . 143
8.5.37 Prädiktive Prävention und personalisierte interventionelle Schlaganfallbehandlung – P3-Stroke . . . 145
8.5.38 Quantifizierung der Fettsäuren-Zusammensetzung in der Leber sowie Optimierung der zugehörigen Akquisitions- und Rekonstruktionstechniken . . . 146
8.5.39 Quantitative DECT mit Atlasvorwissen . . . 147
8.5.40 RoboCup-Fußballroboter . . . 148
8.5.41 Ronquera - Objektive, automatische Analyse des Schweregrades einer Dysphonie . . . 149
8.5.42 Röntgenbildgebung unter Verwendung eines Patientenmodells . . . 150
8.5.43 Segmentierung der Anatomie und des Narbengewebes in LGE-MRI . 151
8.5.44 Simultane Aktivitätserkennung und Ganganalyse auf Basis grafischer Modelle . . . 152
8.5.45 Telemedizinische Ganganalyse bei Patienten mit Parkinson . . . 152
8.5.46 Training Network on Automatic Processing of Pathological Speech . 152
8.5.47 Verbesserte 3D-Rekonstruktion von Talbot-Lau-Daten . . . 153
8.5.48 Zeitplanungsalgorithmen . . . 153
8.6 Studien- und Abschlussarbeiten . . . 156

9 Professur für Informatik (Mustererkennung) 164

10 Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenmanagement) 164
10.1 Forschungsschwerpunkte . . . 165
10.2 Forschungsprojekte . . . 165
10.2.1 Open and Collaborative Query-Driven Analytics . . . 165
10.2.2 Anfrageoptimierung und Daten-nahe Verarbeitung auf Rekonfigurierbaren SoCs für Big-Data-Analyse . . . 166
10.2.3 Systemübergreifende Optimierung von Datenstromanfragen . . . 168
10.2.4 Know Your Queries! . . . 168
10.2.5 Bewertung von Datenspeichersystemen . . . 169
10.2.6 Datenintegration und Provisioning von Speicherungssystemen für das Data Mining in Fertigungsprozessdaten . . . 170
10.3 Projektunabhängige Publikationen . . . 171
10.4 Studien- und Abschlussarbeiten . . . 171

11 Professur für Informatik (Datenmanagement) 172

12 Lehrstuhl für Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme) 173

12.1 Forschungsschwerpunkte 174

12.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung 177

12.3 Kooperationsbeziehungen 177

12.4 Forschungsprojekte 178

12.4.1 A5: Entwicklungsmethode für Fahrerassistenzsysteme auf Basis einer Domänenspezifischen Sprache 178

12.4.2 Dynamische Simulation der Energieflüsse und Speicherung der Abwärme von Rechenzentren und der Integration großer Speicher in Nahwärmenetze 179

12.4.3 Energiesystemanalyse KOSiNeK 180

12.4.4 Entwicklung eines Frameworks zur formalen Verifikation und Validierung der virtuellen Absicherung komplexer Fahrzeugsicherheitsfunktionen 182

12.4.5 Ganzheitliche Simulation von vernetzter Mobilität im Kontext von Smart Cities 182

12.4.6 GRK 1773 - Teilprojekt B1: Modellunterstützung beim Entwurf, Test und Monitoring von Bildsystemarchitekturen 183

12.4.7 Hybride Simulation vernetzter Energiesysteme 184

12.4.8 Hybrides Co-Simulations Framework 186

12.4.9 Kommunikation in Energieinformationsnetzen 187

12.4.10 Modellierung des Fahrerverhaltens zur Provokation von kritischen oder atypischen Simulationsszenarien für Hochautomatisierte Fahrfunktionen 187

12.4.11 Modellunterstützung beim Entwurf, Test und Monitoring von Bildsystemarchitekturen 189

12.4.12 Multi Battery Systems - Hybrid and New Storage Simulation Tool . . 190

12.4.13 Network Calculus and Optimization 190

12.4.14 Pal-Grid: Ein umfassendes Simulationsframework für das Palästinensische Stromnetz 193

12.4.15 Simulation und Modellierung verschiedener 5G-Mechanismen im Kontext vernetzter Mobilität 194

12.4.16 Steuerung von Energiesystemen auf Basis selbstlernender Algorithmen 195

12.4.17 SWARM (Storage With Amply Redundant Megawatt) 195

12.4.18 Testgetriebene agile Simulation 197

12.4.19 Transparent Multichannel IPv6 (TMC-IPv6) . . . 199
12.4.20 Veins - Simulation von Fahrzeugnetzen (Fortsetzung) . . . 199
12.5 Studien- und Abschlussarbeiten . . . 201

13 Lehrstuhl für Informatik 8 (Theoretische Informatik) 202
13.1 Forschungsschwerpunkte . . . 202
13.2 Forschungsprojekte . . . 203
13.2.1 Generische algorithmische Verfahren und Komplexitätsschranken für Modallogik auf koalgebraischer Basis . . . 203
13.2.2 Probabilistische Beschreibungslogik als Fragment der Probabilistischen Logik Erster Stufe . . . 204
13.2.3 Koinduktion und Algebra in der Axiomatisierung von Systemäquivalenz . . . 205
13.2.4 A High Level Language for Programming and Specifying Multi-Effect Algorithms . . . 207
13.2.5 Eine High-Level-Sprache für monadenbasierte Prozesse . . . 208
13.3 Projektunabhängige Publikationen . . . 208
13.4 Studien- und Abschlussarbeiten . . . 209

14 Lehrstuhl für Informatik 9 (Graphische Datenverarbeitung) 209
14.1 Forschungsschwerpunkte . . . 210
14.2 Kooperationsbeziehungen . . . 211
14.3 Forschungsprojekte . . . 212
14.3.1 3D Virtual Apparel Design . . . 212
14.3.2 3D-Erfassung von Gesichtern . . . 213
14.3.3 3D-Rekonstruktion statischer und dynamischer Welten . . . 214
14.3.4 Analyse des Transkriptoms menschlicher Zellen auf der Basis von ChiP-seq und RNA-seq Daten . . . 214
14.3.5 Anwendung von 3D-Scannern in den Altertumswissenschaften . . . 215
14.3.6 Bildforensik: Analyse der digitalen Integrität von Bildern und Videos 216
14.3.7 Darstellungsverfahren für mobile Anzeigegeräte im Automobil . . . 217
14.3.8 GRK 1773 - Teilprojekt C3: Mobile Scanner . . . 217
14.3.9 GRK 1773 - Teilprojekt C3: Mobile Scanner . . . 218
14.3.10 GRK 1773 - Teilprojekt C4: Skalierbare Globale Beleuchtung . . . 220
14.3.11 GRK 1773 - Teilprojekt C4: Skalierbare Globale Beleuchtung . . . 221
14.3.12 Metaprogrammierung in der Computergrafik . . . 222

14.3.13 Modellbasierte Geometrierekonstruktion und –analyse 223
14.3.14 Modellbasierte Vermessung von Pflanzen 224
14.3.15 Panorama-Endoskopie der Nasennebenhöhlen 225
14.3.16 RealityForge - Augmenting Reality with Multiple Projectors 226
14.3.17 Rekonstruktion der Material- und Beleuchtungsinformation 227
14.4 Studien- und Abschlussarbeiten 228

15 Professur für Informatik (Graphische Datenverarbeitung und Visualisierung) 230
15.1 Forschungsschwerpunkte 230

16 Lehrstuhl für Informatik 10 (Systemsimulation) 230
16.1 Forschungsschwerpunkte 233
16.2 Kooperationsbeziehungen 233
16.3 Forschungsprojekte 236
16.3.1 HHG: Hierarchische Hybride Gitter 236
16.3.2 Performance-Optimierung für zukünftige Hardware 237
16.3.3 Simulation of self-propelled microorganisms 239
16.3.4 TERRA-NEO 239
16.3.5 The pe Rigid Body Physics Engine 241
16.3.6 waLBerla 243
16.4 Studien- und Abschlussarbeiten 245

17 Professur für Informatik (Numerische Simulation mit Höchstleistungsrechnern) 246
17.1 Forschungsschwerpunkte 247
17.2 Kooperationsbeziehungen 247
17.3 Wissenschaftliche Tagungen 248
17.4 Forschungsprojekte 248
17.4.1 Einsatz Lichtbrechender Bauteile zur Dosisreduktion bei medizinischem Phasenkontrast-Röntgen 248
17.4.2 Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen mit dünnen Gittern 248
17.4.3 Präzise Simulation von Festkörperverstärker 249

18 Lehrstuhl für Informatik 11 (Software Engineering) 250

18.1 Forschungsprojekte 253

18.1.1 Modellbasierte Verifikation relevanter Eigenschaften komplexer Softwaresysteme mittels heuristischer Testverfahren 253

18.1.2 R5-COP: Reconfigurable ROS-based Resilient Reasoning Robotic Cooperating Systems 254

18.1.3 SMARTEST: Evaluierung von Verfahren zum Testen der Informationssicherheit in der nuklearen Leittechnik durch smarte Testfallgenerierung / Teilvorhaben: Modellbasierte Teststrategien 257

18.2 Studien- und Abschlussarbeiten 261

19 Lehrstuhl für Informatik 12 (Hardware-Software-Co-Design) 261

19.1 Forschungsschwerpunkte 263

19.2 Forschungsprojekte 264

19.2.1 Invasives Rechnen 264

19.2.2 Grundlagen Invasiven Rechnens (A01) 267

19.2.3 Charakterisierung und Analyse Invasiver Algorithmen zur Entwurfszeit (A04) 267

19.2.4 Invasive eng gekoppelte Prozessorfelder (B02) 268

19.2.5 Autonome, selbst-optimierende Kommunikationsinfrastrukturen für eingebettete Mehrprozessor-Systeme (B05) 269

19.2.6 Simulative Entwurfsraumexploration (C02) 269

19.2.7 Übersetzung und Code-Erzeugung für Invasive Programme (C03) . . 270

19.2.8 Integration und Verbindung von eng gekoppelten Prozessorfeldern (T01) 271

19.2.9 Zentrale Dienste des SFB/Transregio und Öffentlichkeitsarbeit (Z01) 272

19.2.10 Validierung und Demonstrator (Z02) 272

19.2.11 ESI-Anwendungszentrum für die digitale Automatisierung, den digitalen Sport und die Automobilsensorik der Zukunft 273

19.2.12 ExaStencils – Advanced Stencil-Code Engineering 274

19.2.13 Domänenspezifische Programmierung und zielplattformbewusste Compiler-Infrastruktur für Algorithmen auf unstrukturierten Gittern 275

19.2.14 Automobilsensorik@ESI 277

19.2.15 Partikelschwarm-Optimierung 277

19.2.16 Adaptive Approximate Computing in FPGA-basierter Bildverarbeitung 278

19.2.17 GRK 1773: ”Heterogene Bildsysteme”, Projekt B3 279

19.2.18 Eine domänenspezifische Sprache mit GPU Zielcodegenerierung für Bildverarbeitungsanwendungen . . . 280
19.2.19 Dedizierte massiv parallele Systeme . . . 281
19.2.20 Parallelisierung und Ressourcenabschätzung von Algorithmen für heterogene FAS-Architekturen . . . 281
19.2.21 Kognitive Verfahren zum Verlustleistungsmanagement in Endgeräten des Mobilfunks . . . 282
19.2.22 Entwurf und Evaluierung hochverfügbarer Ethernet-basierter E/E-Architekturen für latenz- und sicherheitskritische Anwendungen . . . 283
19.2.23 Raum- und Zeitplanung der Lehre der Technischen Fakultät . . . 284
19.2.24 SysteMoC: Darstellung von Berechnungsmodellen in SystemC . . . 284
19.2.25 SystemCoDesigner: Entwurfsraumexploration für eingebettete Systeme . . . 285
19.2.26 Kompositionelle Zuverlässigkeitsanalyse auf Systemebene unter Berücksichtigung von Unsicherheiten . . . 285
19.2.27 Approximate Computing on FPGAs . . . 286
19.2.28 Algorithmen für kombinatorische Probleme . . . 287
19.2.29 Koexistenz verschiedener Datenverkehrs-Klassen im Fahrzeug und Flugzeug . . . 287
19.2.30 Anfrageoptimierung und Daten-nahe Verarbeitung auf Rekonfigurierbaren SoCs für Big-Data-Analyse . . . 288
19.2.31 Schutz vor Reverse-Engineering und Fehlerinjektionsangriffen durch dynamische Hardware-Rekonfiguration . . . 289
19.3 Projektunabhängige Publikationen . . . 290
19.4 Studien- und Abschlussarbeiten . . . 292

20 Professur für Informatik mit dem Schwerpunkt Effiziente Algorithmen und Kombinatorische Optimierung 294

21 Lehrstuhl für Informatik 13 (Angewandte Kryptographie) 294

21.1 Forschungsschwerpunkte . . . 294
21.2 Forschungsprojekte . . . 294
21.2.1 Privacyfreundliches Speichern in der Cloud (B04) . . . 294
21.2.2 Entwicklung der unterliegenden kryptographischen Algorithmen und der Cloud-Applikation . . . 295
21.3 Projektunabhängige Publikationen . . . 295

22 Lehrstuhl für Informatik 14 (Maschinelles Lernen und Datenanalytik) 296
22.1 Forschungsschwerpunkte 297
22.2 Forschungsprojekte 297
22.2.1 Aktivitätserkennung und Eventdetektierung im Tischtennis 297
22.2.2 ESI@Fitness 298
22.2.3 Nicht-invasive Bestimmung des Hydratationsgrades des Menschen . 299
22.2.4 Entwicklung eines Information Management Systems zur automatisierten Qualitätskontrolle in der Radio-Onkologie 300
22.2.5 Projektbeschreibung SKmB – Schlafkur mit Begleitanalyse 301
22.2.6 RoboCup Fußballroboter 302
22.2.7 Autonomous Cranes 302
22.2.8 Leistungsanalyse in Mannschaftssportarten 303
22.2.9 Smart Annotation using semi-supervised techniques 303
22.2.10 DailyHeart 304
22.2.11 Green Belt ML@Operations – Maschinelle Lernverfahren für spezifische Anwendungsfälle in Produktion und Qualität 305
22.2.12 Wearables im Sport 306
22.2.13 Innovationslabor für Wearable and Ubiquitous Computing 306
22.2.14 Biomechanische Simulation zur Rekonstruktion und Synthese von menschlicher Bewegung 306
22.2.15 Digital Vision Trainer 307
22.2.16 Mobile GaITLab: Algorithmik für den Einsatz im Patientenalltag . . . 308
22.2.17 Verbundprojekt: ML-Forum – Machine Learning Forum 309
22.2.18 Echtzeit Biofeedback-Applikationen für die kontextsensitive Interaktion mit augmentierten und virtuellen Umgebungen 310
22.3 Projektunabhängige Publikationen 310
22.4 Studien- und Abschlussarbeiten 312

23 Professur für Didaktik der Informatik 313
23.1 Forschungsschwerpunkte 313
23.2 Kooperationsbeziehungen 314
23.3 Forschungsprojekte 315
23.3.1 AMI - Agile Methoden für den Informatikunterricht 315
23.3.2 Datenmanagement im Informatikunterricht 316
23.3.3 Entwicklung mobiler Softwareanwendungen (Apps) als Zugang zur Informatik 319

23.3.4 FLIEG - Flexible Lehrerweiterbildung in Informatik als Erweiterungsfach für Gymnasien . . . 320
23.3.5 Frühstudium - Schüler an der Universität . . . 321
23.3.6 Kreativität in Informatik und Informatikunterricht . . . 321
23.3.7 Physical Computing . . . 323
23.3.8 Softwarequalität im Unterricht . . . 325

24 Professur für Höchstleistungsrechnen 325
24.1 Forschungsschwerpunkte . . . 326
24.2 Forschungsprojekte . . . 326
24.2.1 Eigenwertlöser für dünn besetzte Matrixprobleme: Skalierbare Software für Exascale-Anwendungen II (ESSEX-II) . . . 326
24.2.2 Selbstadaption für zeitschrittbasierte Simulationstechniken auf heterogenen HPC-Systemen . . . 328
24.2.3 EXASTEEL II – Bridging Scales for Multiphase Steels . . . 329
24.2.4 ESSEX – Equipping Sparse Solvers for Exascale . . . 330
24.2.5 Prozessorientierte Dienststruktur für Perfomance Engineering von wissenschaftlicher Software an deutschen HPC-Zentren . . . 331
24.2.6 Metaprogrammierung für Beschleunigerarchitekturen . . . 332
24.3 Projektunabhängige Publikationen . . . 333

25 Professur für Open Source Software 333
25.1 Forschungsschwerpunkte . . . 334
25.2 Forschungsprojekte . . . 334
25.2.1 Softwarebasierte Härtungsmaßnahmen für mobile Applikationen . 334
25.2.2 Erstellung eines Handbuchs zur Open-Source-Governance Phase 1 . 335
25.2.3 Aufbau und Erweiterung von Strukturen und Prozessen zur Entwicklung von Inner Source Phase 2 . . . 335
25.2.4 Conti Source Phase 1 . . . 335
25.2.5 Open Source Governance of the Supply Chain . . . 336
25.2.6 Messung und Auswertung von Patch-Flow bei Siemens Healthcare Phase 2 . . . 336
25.2.7 Management-Accounting für Inner Source . . . 337
25.2.8 Software Campus 2.0 . . . 337
25.3 Projektunabhängige Publikationen . . . 337
25.4 Studien- und Abschlussarbeiten . . . 337

26 Professur für Wissensrepräsentation und -verarbeitung 338
26.1 Forschungsschwerpunkte . . . 338
26.2 Forschungsprojekte . . . 338
26.2.1 Ein Offenes Archiv für Formalisierungen . . . 338
26.3 Projektunabhängige Publikationen . . . 340

27 Informatik-Forschungsgruppe M (Medizinische Informatik) 341
27.1 Forschungsrelevante apparative Ausstattung . . . 342
27.2 Kooperationsbeziehungen . . . 343
27.3 Forschungsprojekte . . . 343
27.3.1 Anästhesiefolgen nach Kindernarkosen von Geburt bis zur Vollendung des dritten Lebensjahrs . . . 343
27.3.2 BBMRI-ERIC ADOPT . . . 344
27.3.3 CONKO-007 . . . 345
27.3.4 Entwicklung einer nationalen digitalen Notfallcheckliste für die Anästhesiologie zur Bewältigung von intraoperativen Notfallsituationen unter Berücksichtigung von Usability Aspekten und Erfahrungen aus der Luftfahrt (Cognitive Aid) . . . 345
27.3.5 Evaluation von IT im Gesundheitswesen . . . 346
27.3.6 German Biobank Alliance (GBA) . . . 349
27.3.7 Interaktives dreidimensionales Portable Document Format (3D-PDF) für medizinische Anwendungen . . . 350
27.3.8 IT-Unterstützung für die Tumordokumentation und Tumorforschung 351
27.3.9 Klinische Datenintelligenz (KDI) . . . 352
27.3.10 Klinisches Data Warehouse - Datenintegrationsplattform für die Forschung . . . 354
27.3.11 Medical Informatics in Research and Care in University Medicine (MIRACUM - Konzeptphase) . . . 356
27.3.12 MelEVIR . . . 358
27.3.13 MetropolMediplan 2016 . . . 359
27.3.14 OnkoWiki: Aufbau und Betrieb eines webbasierten Wissensmanagementsystems zur standardisierten Tumordokumentation . . . 360
27.3.15 PaedDos / PaedAmis . . . 361
27.3.16 Personal Medical Safe (PROMISE-DS) . . . 361
27.3.17 Wissensverarbeitende Funktionen in der Arzneimitteltherapie und der Intensivmedizin . . . 363
27.4 Studien- und Abschlussarbeiten . . . 365

28 Arbeitsgruppen **366**

29 AG Digital Humanities **366**

29.1 Forschungsschwerpunkte 366

29.2 Forschungsprojekte 367

29.2.1 Editionsprojekt Behaim-Globus (1492) 367

29.2.2 Erlangen CRM: Implementation des CIDOC Conceptual Reference Model (CRM) - Eine formale Referenzontologie für die Dokumentation des Kulturerbes 369

29.2.3 Historische Räume in Texten und Karten – Eine kognitiv-semantische Analyse von Flavio Biondo's "Italia illustrata" 370

29.2.4 mappae: Kognitive Karten des Mittelalters 371

29.2.5 Papsturkundenforschung - Elektronisches Verzeichnis der europäischen Papsturkunden bis 1198 (Akademie der Wissenschaften Göttingen) 373

29.2.6 Sprachfehler 373

29.2.7 WissKI -Wissenschaftliche KommunikationsInfrastruktur 375

30 Forschungs- und Lehrallianz Praktische Softwaretechnik **377**

30.1 Forschungsprojekte 377

30.1.1 Analyse von Code-Repositories 377

30.1.2 Design for Diagnosability 380

A Arbeitsberichte des Departments Informatik 1999 - 2016 **382**

B Online-Reihe Technical Reports **390**

1 Einleitung

Das „Department Informatik“ wurde 1966 unter dem Namen „Institut für Mathematische Maschinen und Datenverarbeitung“ gegründet und der neu eröffneten Technischen Fakultät zugeordnet. Es gehört damit zu den ältesten Departments dieser Art. Acht seiner zwölf Lehrstühle sind untergebracht im „Wolfgang-Händler-Hochhaus“, benannt nach Prof. Dr. rer. nat. Dr. h. c. mult. Wolfgang Händler, Inhaber des ersten Erlanger Lehrstuhls für Informatik und Gründer des Departments. Seit 1972 ist das Department kontinuierlich gewachsen auf nunmehr vierzehn Lehrstühle, vier eigenständige Professuren und eine Forschungsgruppe:

Informatik 1	IT-Sicherheitsinfrastrukturen (Prof. Dr. F. Freiling)
Informatik 2	Programmiersysteme (Prof. Dr. M. Philippsen)
Informatik 3	Rechnerarchitektur (Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey)
Informatik 4	Verteilte Systeme und Betriebssysteme (Prof. Dr.-Ing. W. Schröder-Preikschat)
Informatik 5	Mustererkennung (Prof. Dr.-Ing. J. Hornegger, Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier, Prof. Dr.-Ing. E. Nöth)
Informatik 6	Datenmanagement (Prof. Dr.-Ing. K. Meyer-Wegener, Prof. Dr.-Ing. R. Lenz)
Informatik 7	Rechnernetze und Kommunikationssysteme (Prof. Dr.-Ing. R. German)
Informatik 8	Theoretische Informatik (Prof. Dr. L. Schröder)
Informatik 9	Graphische Datenverarbeitung (Prof. Dr.-Ing. M. Stamminger)
Informatik 10	Systemsimulation (Prof. Dr. U. Rüde, Prof. Dr. Ch. Pflaum)
Informatik 11	Software Engineering (Prof. Dr. F. Saglietti)
Informatik 12	Hardware-Software-Co-Design (Prof. Dr.-Ing. J. Teich, Prof. Dr. R. Wanka)
Informatik 13	Angewandte Kryptographie (Prof. Dr. D. Schröder)
Informatik 14	Maschinelles Lernen und Datenanalytik (Prof. Dr. B. Eskofier)
Professur für Didaktik der Informatik (Prof. Dr. R. Romeike)	
Professur für Open Source Software (Prof. Dr. Dirk Riehle)	
Professur für Höchstleistungsrechnen (Prof. Dr. Gerhard Wellein)	
Professur für Wissensrepräsentation und -verarbeitung (Prof. Dr. Michael Kohlhase)	

Informatik M	Forschungsgruppe Medizininformatik (Prof. Dr. H.-U. Prokosch, Inhaber des Lehrstuhls für Medizinische Informatik an der Medizinischen Fakultät und CIO des Universitätsklinikums Erlangen)

1.1 Emeritierte Professoren

- Prof. em. Dr. H. Wedekind (30.09.2001)
- Prof. em. Dr. H. J. Schneider (30.09.2002)
- Prof. em. Dr. F. Hofmann (31.03.2003), †27.07.2015
- Prof. em. Dr.-Ing. H. Niemann (30.09.2005)
- Prof. em. Dr. P. Mertens; Zweitmitglied aus der WiSo (30.09.2005)
- Prof. em. Dr. K. Leeb (31.03.2010)

1.2 Professoren im Ruhestand

- Prof. Dr.-Ing. U. Herzog (31.03.2004)
- Prof. Dr. M. Dal Cin (30.09.2005)
- Prof. Dr. H. Müller (30.09.2007)
- Prof. Dr. H. Stoyan (30.09.2008)
- apl. Prof. Dr. V. Strehl (30.09.2010)
- Prof. Dr. G. Görz (30.09.2012)
- Prof. Dr. G. Greiner (31.03.2017)

1.3 Honorarprofessoren

- Prof. Rebecca Fahrig, PhD (Siemens Healthineers)
- Prof. Dr.-Ing. H. Fromm (IBM Sindelfingen)
- Prof. Dr. Bernd Hindel (methodpark software AG)
- Prof. Dr.-Ing. M. Kaiserswerth (IBM)
- Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips (BASYS GmbH)
- Prof. Dr.-Ing. Michael Tielemann (Datev e.G.)

1.4 Außerplanmäßige Professoren

- Prof. Dr. Thomas Ruf (GfK Marketing Services GmbH & Co.)
- Prof. Dr. D. Schütt (Siemens AG, München)

1.5 Externe Lehrbeauftragte Sommersemester 2017 und Wintersemester 2017/18

- Dr.-Ing. Chrstian Allmann, AUDI Electronics Venture GmbH
- Dr. rer. nat. Wolfgang Degen, Angestellter i.R.
- Dr.-Ing. Klaudia Dussa-Zieger, Method Park Software AG
- Dr. Hritam Dutta, smr Automotive Mirrors GmbH
- Dipl.-Inf. Ralf Ellner, develop group BASYS GmbH
- Dr. Rebecca Fahrig, Siemens Healthcare GmbH
- Dr. Thomas Fischer, Noris Network AG
- Dr. Martin Geier, Method Park Software AG
- Dr.-Ing. Florian Irmert, Hotel.de
- Dr.-Ing. Martin Jung, develop group BASYS GmbH
- Dipl.-Des. Wolfgang Keller, selbst. Unternehmer
- Dr. Ulrich Klehmet, Angestellter i.R.
- Dr.-Ing. Uwe Koser, AUDI AG Ingolstadt
- Dr.-Ing. Christoph Neumann, EXASOL AG Nürnberg
- Dr. Stefan Popescu, Siemens Healthcare GmbH
- Dr.-Ing. Michael Scheuering, Siemens Healthcare GmbH
- Dr.-Ing. Volker Stiehl, SAP
- apl. Prof. Dr. Volker Strehl, apl. Prof. i.R.

1.6 Sprecher der Kollegialen Leitung

Sprecher der Kollegialen Leitung des Departments Informatik bis 30.09.2017 war Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey. Seit 01.10.2017 ist Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling Sprecher des Departments.

1.7 Sprecher der Studienkommission

Sprecher der Studienkommission Informatik ist PD Dr.-Ing. Peter Wilke.

Sprecher der Studienkommission CE ist Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey.

Sprecher der Studienkommission Medizintechnik ist Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier.

1.8 Geschäftsführer

Geschäftsführer des Departments Informatik ist Dr. Christian Brosch.

1.9 Forschungsschwerpunkte

In der Forschung existieren neben einer großen Vielfalt von Einzelvorhaben insbesondere folgende Schwerpunkte:

- Eingebettete Systeme

  Eingebettete Systeme sind Hard- und Softwaresysteme, die in andere Systeme integriert und für den menschlichen Benutzer meist nicht direkt sichtbar sind. Sie besitzen erhebliche Bedeutung in vielen Branchen: z.B. Automatisierung, Logistik, Automotive, Verkehr, Medizin, Energieerzeugung und -verteilung. Im Fokus der Forschung steht die integrierte Betrachtung der Hardware und deren Programmierung und Vernetzung unter Berücksichtigung zahlreicher Randbedingungen wie z.B. Kosten, Zeitbedingungen, Entwicklungsaufwand usw.

  An der Technischen Fakultät ist unter der Bezeichnung ESI - Embedded Systems Institute (www.esi.uni-erlangen.de) ein interdisziplinäres Zentrum für Eingebettete Systeme gegründet worden. Die Arbeitsschwerpunkte sind Automatisierungstechnik, Automobiltechnik, Kommunikationstechnik und Medizintechnik. Das Zentrum vernetzt den Kompetenzbereich Eingebettete Systeme an der Universität mit Interessen und Aktivitäten von ansässiger Großindustrie und Mittelstand. Weiterhin übernimmt das ESI die Vermittlung der richtigen Kooperationspartner, die Mittlung und Beratung in der Vorbereitung und Beantragung öffentlicher Projekte, den Wissenstransfer durch Studien und Beratung sowie die Unterstützung und Begleitung von Startups. Hierfür entwickelte das ESI unter anderem ein industrielles Partnerschaftsprogramm (Industrial Liaison Program) mit einer jährlichen Tagung im Rahmen der Embedded World Messe und Konferenz. Mit der Audi AG wurde INI.FAU (Ingolstädter Institute der Friedrich-Alexander-Universität) gegründet, in dem im Rahmen von Promotionen gemeinsame Projekte bearbeitet werden. Mehrere Promotionsprojekte sind in der Informatik angesiedelt und stellen Themen rund um eingebettete Systeme dar (z.B. echtzeitfähige Kommunikation, modellgestützter Entwurf, Programmierung von Steuergeräten, usw.). Eingebettete Systeme stellen einen Teil des Schwerpunkts „Informations- und Kommunikationstechnik“ der Technischen Fakultät und des Forschungsschwerpunkts „Elektronik, Datenanalytik und digitale Transformation“ der gesamten Universität dar.

- Medizintechnik

  Erlangen hat das nachhaltige Ziel, sich als „Bundeshauptstadt der Medizin“ zu behaupten. Entsprechend der dazu notwendigen Forschung auch im Bereich der Medizintechnik sind einige Lehrstühle des Departments hervorragend in der Medizinischen Informatik, Bildgebung, Bild- und Signalverarbeitung und Visualisierung ausgewiesen. Dies wird neben zahlreichen Industriekooperationen auf diesem Gebiet auch an der Beteiligung in interdisziplinären Forschergruppen, Forschungsverbünden und Graduiertenschulen sichtbar. Dabei wird insbesondere der zunehmenden Komplexität und der originären Interdisziplinarität der Medizintechnik Rechnung getragen. Die einzelnen Fachdisziplinen stoßen in diesem Forschungsfeld sehr schnell an ihre Grenzen. Innovationen sind ohne die interdisziplinäre Zusammenarbeit kaum möglich. Dabei ist nicht nur die naheliegende Kooperation der Technischen, der Medizinischen und der Naturwissenschaftlichen Fakultät gefragt, sondern auch zu den Kultur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften ergeben sich spezifische Bezüge. Die Informatik kann dabei in all diesen Konstellationen wichtige Beiträge leisten.

  Weiterhin werden in Kooperation mit der Medizinischen Fakultät (Lehrstuhl für Medizinische Informatik, Prof. Prokosch) das Nebenfach Medizinische Informatik angeboten und Krankenhausinformationssysteme entwickelt. Es bestehen zahlreiche Kooperationen mit der lokalen Medizintechnik- und Sport-Industrie. Eine Besonderheit in Erlangen ist das Imaging Science Institute (ISI), das von Siemens Healthineers am Universitätsklinikum betrieben wird. Das ISI stellt eine Plattform für den interdisziplinären Wissensaustausch und die interdisziplinäre Forschung zur Verfügung. Wissenschaftler unterschiedlicher Fakultäten, des Klinikums und der Industrie arbeiten im ISI zusammen. Im Fokus liegen Forschungsprojekte auf den Gebieten Kardiologie, Neurologie, Onkologie sowie Radiologie und Nuklearmedizin, wobei hauptsächlich Applikationen, Klinische Abläufe und Prozesse sowie die Integration von Modalitäten und IT erforscht werden. Die Medizintechnik ist folgerichtig auch ein eigener Forschungsschwerpunkt der Technischen Fakultät sowie auch ein Wissenschaftsschwerpunkt der Universität.

  Das unter Federführung von Prof. Hornegger gegründete Zentralinstitut für Medizintechnik unterstützt den Schwerpunkt noch weiter. Das Zentralinstitut ist als Querschnittsinstitut konzipiert. In dieser Funktion soll es vor allem den Ausbau des Forschungsnetzwerks innerhalb der Universität im Schwerpunktbereich Medizintechnik strategisch unterstützen. Zusätzliche fakultätsübergreifende Hilfestellungen und Anreize für Forschung auf diesem Gebiet sind ins Auge gefasst. Durch das ZiMT hat die Universität außerdem eine Schnittstelle erhalten, an der Kontakte zu Fördervereinen, Verbänden, Forschungsinstituten und anderen Hochschulen gebündelt sind. Ausgründungen von innen sollen unterstützt werden, sobald die Ideen anwendungsreif sind.

- Modellierung und Simulation

  Die rechnergestützte Modellierung und Simulation realer Probleme ersetzt immer öfter aufwendige Experimente. In Erlangen werden hierfür Verfahren zur kontinuierlichen numerischen Simulation, zur diskreten Simulation als auch zur logisch-konzeptionellen Modellierung für verschiedene Anwendungsbereiche entwickelt.

  Da viele Simulationen sehr rechenintensiv sind, hat die Forschung zur Simulation auf Höchstleistungrechnern einen besonderen Stellenwert. Dies zeigt sich zum Bei-

spiel an der Teilnahme am Kompetenznetzwerk für Technisch-Wissenschaftliches Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Bayern (KONWIHR). Die Forschung im Bereich der Modellierung und Simulation ist die Grundlage für den Studiengang Computational Engineering und resultiert in zahlreichen Kooperationen innerhalb der Technischen Fakultät.

Am 01.10.2010 wurde unter der Federführung von Prof. Rüde das Zentralinstitut für Scientific Computing (ZISC) gegründet. Das Zentralinstitut soll die an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg bestehenden Aktivitäten im Bereich des Wissenschaftlichen Rechnens fakultäts- und departmentübergreifend koordinieren. Weitere Aufgaben sind Definition und Koordination interdisziplinärer Forschungsprojekte sowie die Vernetzung mit der regionalen und überregionalen Industrie. Das Zentralinstitut übernimmt dabei auch Aufgaben im Bereich des Technologietransfers. Es soll eine Kooperationsplattform für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Doktorandinnen und Doktoranden bereitstellen und Schnittstellenfunktionen übernehmen. In seiner Servicefunktion soll es auch Anlaufstelle für Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftler aller Disziplinen für Fragen im Zusammenhang mit komplexen Simulations- und Optimierungsaufgaben sein.

Einen Beleg für die Erstklassigkeit der Forschungsleistungen stellt das Engagement der Lehrstühle des Departments Informatik im Rahmen von Sonderforschungsbereichen (z.B. SFB/Transregio 89 „Invasives Rechnen“ und SFB 1223 „Methods and Tools for Understanding and Controlling Privacy“) und Graduiertenkollegs (z.B. SAOT - Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies und BGCE - Bavarian Graduate School of Computational Engineering) dar. Darüber hinaus existieren zahlreiche Forschergruppen und Forschungsverbünde (z. B. KONWIHR - Kompetenznetzwerk für Technisch-Wissenschaftliches Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Bayern).

Des Weiteren ist das Department Informatik am Excellence Cluster „Engineering of Advanced Materials“ (EAM) beteiligt und es bestehen seit jeher Kooperationen und gemeinsame Arbeitsgruppen mit dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen.

Die Vielzahl von industriellen Kooperationsbeziehungen und weiteren Forschungsprojekten sind jeweils bei den Lehrstühlen dokumentiert.

1.10 Veröffentlichungsreihen

- Arbeitsberichte des Departments Informatik (ISSN 1611-4205)
- Online-Reihe Technische Berichte des Departments Informatik (ISSN 2191-5008)

1.11 Lehre

Die rasante Entwicklung der Informationsverarbeitung hat unser Leben und Arbeiten, unser Wirtschaften und Handeln verändert wie kaum eine Technologie zuvor. Die Auswirkungen aktueller Trends wie Multimedia, Virtual Reality, Internet oder eingebettete Systeme auf unsere Gesellschaft sind enorm. Kontinuierlich werden leistungsfähigere

Prozessoren, größere Speicher, schnellere Netzwerke und komplexere Softwareprodukte angeboten, die neue Kommunikations-, Lern- und Arbeitsformen in jedem Haushalt und an jedem Arbeitsplatz verfügbar machen.

Die Schlüsselrolle in dieser Entwicklung spielt die Informatik. Sie beschäftigt sich mit Hardware, Software und Organisation von Rechnersystemen und -netzen, mit der Repräsentation und der Verarbeitung von Daten, mit der Akquisition und Nutzung von problemspezifischem Wissen und mit den Auswirkungen des Einsatzes solcher Systeme auf Nutzer und Betroffene. Dabei abstrahiert die Informatik von den Besonderheiten der einzelnen Anwendungen und Architekturen und analysiert die grundlegenden theoretischen Konzepte und Methoden, um sie beim Entwurf neuer Systeme einzusetzen. Informatik ist so als umfassende Grundlagen- und Querschnittsdisziplin zu verstehen, die sich mit den technischen, den organisatorischen und den gesellschaftspolitischen Fragen der Entwicklung und Nutzung von Systemen der Informationstechnik befasst. Zielsetzung und Arbeitsweise kennzeichnen sie als Ingenieurwissenschaft.

Ihre anwendungsbezogenen Teildisziplinen reichen von der Wirtschafts-, der Rechts- und Verwaltungsinformatik über die medizinische Informatik bis zu den Gebieten Computational Science und Computational Engineering. Mit ihren Methoden der Formalisierung, der Modellbildung und der Simulation erschließt sie neue Denk- und Arbeitsweisen in allen Bereichen der Natur- und Geisteswissenschaften und der Technik.

Da die Ingenieurdisziplin Informatik auch in Zukunft die Dynamik der Innovationen maßgeblich bestimmen wird, haben Absolventen ausgezeichnete Berufsperspektiven.

Das Department Informatik bietet folgende Studiengänge an:

- Informatik (Bachelor und Master)
- Informatik Lehramt (Hauptschulen, Realschulen, Gymnasien und berufliche Schulen)
- Medizintechnik (Bachelor und Master)
- Computational Engineering (Bachelor und Master, auch als Elite-Studiengang)
- Informations- und Kommunikationstechnik (Bachelor und Master)
- Wirtschaftsinformatik (Bachelor)
- Master International Information Systems

Der interdisziplinäre Studiengang Informations- und Kommunikationstechnik und der Masterstudiengang Medizintechnik werden gemeinsam vom Department Informatik und dem Department Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik getragen, der Bachelor Wirtschaftsinformatik und der Master International Information Systems gemeinsam unter der Federführung der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät.

Der Bachelor- und Masterstudiengang Medizintechnik ist ebenfalls stark interdisziplinär ausgerichtet.

Im Rahmen des Elite-Netzwerks Bayern wird gemeinsam mit der TU München die Bavarian Graduate School of Computational Engineering angeboten.

Informationen zum aktuellen Vorlesungsangebot stehen im UnivIS (https://univis.fau.de).

1.11.1 Statistik zum WS 2017/2018

Nachfolgende Tabelle zeigt die Neueinschreibungen im SS 2017 und WS 2017/18 und die Gesamtzahl der Studierenden im WS 2017/18 für die jeweiligen Studiengänge.

Studiengang	Neueinschreibungen	Gesamtzahl
Informatik Bachelor	374	823
Informatik Master	136	399
Computational Engineering Bachelor	47	108
Computational Engineering Master	54	190
Informations- und Kommunikationstechnik Bachelor	36	123
Informations- und Kommunikationstechnik Master	39	74
Informatik Lehramt	35	74
Medizintechnik Bachelor	115	401
Medizintechnik Master	120	350
Informatik/IT-Sicherheit (berufsbegl. Bachelor)	30	74
Wirtschaftsinformatik Bachelor	307	489
International Information Systems Master	85	227
Summe	1.378	3.332

1.11.2 Exportleistung des Departments Informatik

in die Ingenieurwissenschaften:

- Werkstoffwissenschaften
- Maschinenbau
- Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
- Mechatronik
- Wirtschaftsingenieurwesen
- Chemie-/Bio-Ingenieurwesen

in andere Bereiche:

- Naturwissenschaften
- Mathematik
- Linguistik
- Wirtschaftsinformatik
- Medizininformatik
- weitere Studiengänge der Philosophischen Fakultäten

1.11.3 CIP-Pools der Informatik

Der CIP-Pool der Informatik gliedert sich in 7 Räume:

Raum 00.153	21 Arbeitsplätze (PCs/Linux)
Raum 00.156	17 Arbeitsplätze (PCs/Linux)
Raum 01.153	28 Arbeitsplätze (PCs/Windows)
Raum 01.155	56 Arbeitsplätze (PCs/Linux)
Raum 01.155-N	13 Arbeitsplätze (PCs/Windows)
Raum 02.135	29 Arbeitsplätze (PCs/Linux)
Raum 02.151	50 Arbeitsplätze (PCs/Linux, Grafikrechner) 21 Arbeitsplätze (PCs//Linux)
Raum 0.01	19 Arbeitsplätze (PCs/Linux)
Gesamtanzahl Clients	260
Anzahl Server	13, ausschließlich Mehrprozessorsysteme
Plattenkapazität auf den Servern	130 TByte, davon 2 TByte für Videoüberwachung
Rechnernetz	10GBit/s Anbindung an das Rechenzentrum und zwischen zentralen Servern, 1 GBit/s zwischen den Servern und den Clients

Verantwortlich für den Betrieb ist der Geschäftsführer des Departments Informatik, wobei der Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme den technischen Background liefert.

Der „eigentliche“ Betrieb, wie

- Hardware- und Softwarepflege
- Verwaltung des Zugangs- und Überwachungssystems
- Sprechstunden für Benutzer
- Pflege der CIP-Pool-Website
- Entwicklung von System-Verwaltungswerkzeugen

wird – weitestgehend autark – von einer außerordentlich engagierten Gruppe von studentischen Hilfskräften sichergestellt:

> Lukas Braun, Julian Brost, Michael Gebhard, Michael Panzlaff, Thomas Preisner und Johannes Schilling.

Insgesamt werden ca. 2.200 Benutzeraccounts für Studierende der Informatik, ca 1.300 für die Medizintechnik, ca. 400 für Computational Engineering und ca. 8.900 Nichtinformatiker-Benutzeraccounts betreut.

Der Zugang zu den CIP-Pools ist 24h/7Tage möglich; während der Schließzeiten des Gebäudes mit einem Kartenzugangssystem.

Alle Räume sind videoüberwacht. Die Aufzeichnung erfolgt gemäß Vorschrift nach Art. 21a des BayDSG.

1.11.4 Studienzuschüsse

Nach Abschaffung der Studienbeiträge wurden diese durch Studienzuschüsse aus dem Bayerischen Staatshaushalt kompensiert. Mit Einführung der Studienzuschüsse wurde die semesterweise Abrechnung auf eine Abrechnung nach Haushaltsjahren umgestellt. Das Department Informatik hat im Haushaltsjahr 2017 Studienzuschüsse in Höhe von 789.767,80 Euro erhalten. Die wichtigsten Maßnahmen, die daraus finanziert wurden, waren das Studien-Service-Center Informatik und eine große Anzahl von studentischen Hilfskräften und Tutoren um zum einen die Studienberatung auszubauen und zum anderen eine optimale Unterstützung der Lehrveranstaltungen zu gewährleisten. Eine weitere Aufschlüsselung der Ausgaben findet sich unter https://www.cs.fau.de/infocenter/.

Die Beschlüsse über die Ausgaben werden von der Studienzuschusskommission Informatik gefasst. Diese besteht aus zwei Vertretern der Professoren und zwei studentischen Vertretern.

1.12 Promotionen

Promotionen am Lehrstuhl für IT-Sicherheitsinfrastrukturen

- Johannes Götzfried

  Trusted Systems in Untrusted Environments: Protecting against Strong Attackers (Vertrauenswürdige Systeme in nicht vertrauenswürdigen Umgebungen: Schutz vor starken Angreifern),

  07.12.2017

- Sven Kälber

  Automatic Forensic Event Reconstruction Based (not only) on File System Metadata (Automatisierte Forensische Ereignisrekonstruktion (nicht ausschließlich) basierend auf Dateisystem-Metadaten),

  10.11.2017

- Mykolai Protsenko

  Securing the Android App Ecosystem - Obfuscation, Tamperproofing and Malware Detection (Absicherung des Android App Ökosystems - Verschleierung, Manipulationssicherung und Erkennung von Schadsoftware),

  12.04.2017

- Konstantin Sack

  Selektion in der digitalen Forensik,

  18.12.2017

- Thomas Schreck

  IT Security Incident Response: Current State, Emerging Problems, and New Approaches (IT-Sicherheitsvorfallsbehandlung: Derzeitiger Stand, Probleme und neue Methodiken),

  18.12.2017

- Yan Zhuang

  Methods for Improving the Quality of Software Obfuscation for Android Applications (Methoden zur Verbesserung der Qualität von Softwareverschleierung für Android-Applikationen),

  26.09.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Programmiersysteme

- Ralf Ellner

  Modellierung und effiziente Ausführung von Softwareentwicklungsprozessen,

  08.02.2017

- Norbert Tausch

  Eine domänenspezifische Sprache zur Analyse von Software-Verfolgbarkeitsinformationen,

  24.11.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Rechnerarchitektur

- Bruno Kleinert

  Virtuelle Smart Home Netzwerkumgebung im Kontext von QEMU und SystemC,

  20.07.2017

- Marc Reichenbach

  Heterogene Rechnerarchitekturen für intelligente Kameras,

  02.02.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme

- Timo Hönig

  Proactive Energy-Aware Computing (Proaktive energiebewusste Rechenvorgänge),

  17.11.2017

- Hao Wu

  Mapping Task-based Data-flow Models on Heterogeneous CPU-GPU systems (Abbildung von aufgabenbasierten Datenflussmodellen auf heterogene CPU-GPU-Systeme),

  14.02.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Mustererkennung

- Christoph Forman

  Iterative Reconstruction Methods to Reduce Respiratory Motion Artifacts in Cartesian Coronary MRI (Iterative Rekonstruktionsmethoden zur Reduzierung von Artefakten durch Atmungsbewegung in der koronaren MR-Bildgebung), 28.03.2017

- Johannes Jordan

  Interactive Analysis of Multispectral and Hyperspectral Image Data (Interaktive Analyse von multispektralen und hyperspektralen Bilddaten), 15.05.2017

- Gerhard Thomas Köhler

  Multi-Frame Super-Resolution Reconstruction with Applications to Medical Imaging (Bildfolgenbasierte Verfahren zur Auflösungserhöhung mit Anwendungen in der Medizinischen Bildgebung),

  11.09.2017

- Mathias Unberath

  Signal Processing for Interventional X-ray-based Coronary Angiography (Signalverarbeitung für die Koronarangiographie),

  29.05.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Datenmanagement

- Gregor Endler

  Adaptive Data Quality Monitoring with a Focus on the Completeness of Timestamped Data (Adaptives Datenqualitätsmonitoring unter besonderer Berücksichtigung der Vollständigkeit zeitbehafteter Daten),

  15.12.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Rechnernetze und Kommunikationssysteme

- Robert Bodenheimer

  Entwicklung und Analyse eines Prognoseverfahrens für verkehrsadaptive Lichtsignalanlagen

  13.01.2017

- Daniel Homm

  Concurrency in Model-Based Statistical Testing of Embedded Systems in the Automotive Domain (Nebenläufige Aspekte beim modellbasierten, statistischen Test eingebetteter Systeme aus dem Automobilbereich),

  28.07.2017

- Jochen Issing

  Adaptation to Varying Network Conditions and Conversation Patterns for Robust High Quality Audio Communication over the Internet Protocol (Adaption an wechselnde Netzwerkbedingungen und Konversationseigenschaften zur robusten, hochqualitativen Audio-Kommunikation über das Internet Protokoll),

  04.04.2017

- Sven Kerschbaum

  Dienstgütegarantien für Ethernet in der industriellen Kommunikation,

  11.08.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung

- Justus Thies

  Face2Face: Real-Time Facial Reenactment (Face2Face: Übertragung von Gesichtsausdrücken in Echtzeit),

  16.10.2017

- Florian Wagner

  Mammographic Texture as New and Independent Breast Cancer Risk Factor — Die Mammografische Textur als neuer und unabhängiger Brustkrebs-Risikofaktor,

  27.06.2017

- Christoph Weber

  Anti-Aliasing and Visibility Preprocessing Algorithms for Mobile Graphics Devices (Anti-Alias- und Sichtbarkeitsvorberechnungen für mobile Grafikgeräte),

  27.01.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Systemsimulation

- Birhanu Tamene Abebe

  Modelling, Simulation and Optimization of Thin Film Silicon Solar Cells on Flexible Aluminum Substrate (Modellierung, Simulation und Optimierung von Dünnschicht-Silizium-Solarzellen auf flexiblem Aluminium-Substrat),

  27.07.2017

- Simon Bogner

  Direct Numerical Simulation of Liquid-Gas-Solid Flows based on the Lattice Boltzmann Method (Direkte Numerische Simulation von Flüssigkeit-Gas-Feststoff-Strömungen basierend auf der Lattice-Boltzmann Methode),

  03.04.2017

- Regina Degenhardt

  Advanced Lattice Boltzmann Models for the Simulation of Additive Manufacturing Processes (Hochentwickelte Lattice Boltzmann Modelle für die Simulation von additiven Fertigungsprozessen),

  06.11.2017

- Christian Kuschel

  High-Performance Simulation of Nation-Sized Smart Grids in Demand Response Scenarios (High-Performance-Simulation landesweiter Smart Grids in Demand-Response-Szenarien),

  14.03.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Hardware-Software-Co-Design

- Hananeh Aliee

  Reliability Analysis and Optimization of Embedded Systems using Stochastic Logic and Importance Measures (Zuverlässigkeitsanalyse und -optimierung eingebetteter Systeme mittels stochastischer Logik und Importanzmaßen),

  15.03.2017

- Rafael Rosales

  Holistic Actor-Oriented Modeling of Embedded Systems for ESL Power Consumption Evaluation (Ganzheitliche Aktor-orientierte Modellierung von eingebetteten Systemen zur Einschätzung des Leistungsverbrauchs auf Systemebene),

  13.01.2017

- Alexandru-Petru Tanase

  Symbolic Parallelization of Nested Loop Programs (Symbolische Parallelisierung verschachtelter Schleifenprogramme),

  19.09.2017

- Andreas Weichslgartner

  Application Mapping Methodologies for Invasive NoC-Based Architectures (Methoden zur Anwendungsabbildung auf invasive NoC Architekturen),

  24.01.2017

Promotionen am Lehrstuhl für Maschinelles Lernen und Datenanalytik

- Jens Barth

  Development and Validation of a Mobile Gait Analysis System Providing Clinically Relevant Target Parameters in Parkinson's Disease (Entwicklung und Validierung eines mobilen Ganganalyse-Systems zur Bereitstellung klinisch relevanter Zielparameter beim Parkinson-Syndrom),

  20.10.2017

- Thomas Kautz

  Acquisition, Filtering and Analysis of Positional and Inertial Data in Sports (Erfassung, Filterung und Analyse von Positions- und Inertialdaten im Sport),

  28.07.2017

Promotionen Professur für Höchstleistungsrechnen

- Moritz Kreutzer

  Performance Engineering for Exascale-Enabled Sparse Linear Algebra Building Blocks (Performance-Engineering für exascalefähige Grundbausteine linearer Algebra mit dünn besetzten Matrizen),

  18.12.2017

1.13 Besondere Ereignisse 2017

1.13.1 Rufe und Neubesetzungen

Neubesetzungen von Professuren:

Prof. Dr. Bjoern Eskofier, zunächst Heisenberprofessur für Sportinformatik, danach Lehrstuhl für Informatik 14 (Maschinelles Lernen und Datenanalytik)

Prof. Dr. Marc Stamminger, Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung

Prof. Dr. Nico Döttling, Juniorprofessur für Kryptographische Protokolle

Rufe:

Dr.-Ing. habil. Daniel Ziener auf eine Stelle als Associate Professor an der Universität Twente, Niederlande (angenommen)

PD Dr. Harald Köstler auf eine W2-Professur an die Universität Jena (abgelehnt)

1.13.2 Preise und Auszeichnungen

- Prof. Dr. Jürgen Teich zum IEEE Fellow for contributions to hardware/software codesign for embedded systems ernannt.
- Best Paper Award beim 42nd International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science, MFCS 2017, 21.–25. August 2017, Aalborg für Henning Urbat, Jiri Adamek, Liang-Ting Chen udn Stefan Milius.
- IEEE Signal Processing Society (SPS) Best Paper Award 2017 für Christian Riess, Vincent Christlein, Johannes Jordan, Corinna Riess und Elli Angelopoulou.
- Erster Platz beim CAST Förderpreis IT-Sicherheit für Moritz Eckert.
- Best Business Award bei Hacking Rural Health Hackathon, 06.05.2018, Weiden i. d. Opf. für Tobias Würfl uns sein Team.

- Vincent Christlein Competition Winner ICDAR2017 Competition on the Classification of Medieval Handwritings in Latin Script: Task 2 and 4.
- Brose Bachelorpreis für Stefan Kraus für seine am Lehrstuhl für Informatik 2 betreute Bachelorarbeit.

1.13.3 Präsident aus der Informatik

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

1.13.4 Dekane aus der Informatik

- **3. Studiendekan der Technischen Fakultät:** Prof. Dr. Elmar Nöth

1.13.5 Gastaufenthalte

- Prof. Andre Gregio, Federal University of Parana, Brasilien vom 07.11.2017 – 02.02.2017
- Anh Tuan Nguyen, Forschungsstipendium Vietnam vom 12.01.2017 – 31.12.2020
- Dalia Rodriguez Salas, Mexiko, DAAD vom 01.03.2017 – 29.02.2020
- Nishant Ravikumar, Indien, SAOT vom 06.04.2017 – 06.06.2017
- Dr. Manjunath V. Joshi, Indien vom 08.05.2017 – 08.08.2017
- Dr. Carlos Ariel Ferrer Riesgo, Universidad Central de Las Villas, Kuba, Alexander von Humboldt-Stiftung vom 01.06.2017 – 29.09.2017
- Juan Rafael Orozco-Arroyave, University of Antioquia, Kolumbien, Visiting Professorship Program vom 10.07.2017 – 04.08.2017
- Aisha Bouzid, Nat. Ingenieursschule Tunis, Tunesien vom 24.07.2017 – 30.07.2017
- Nicanor Garcia Ospina University of Antioquia, Kolumbien vom 04.09.2017 – 31.10.2017

1.13.6 Tagungen/Workshops

- Pattern Recognition Symposium WS 2016/17 vom 13.02.2017 – 15.02.2017
- Pattern Recognition Symposium Sommer 2017 vom 24.07.2017 – 25.07.2017

1.13.7 Informatik Kolloquium 2017

- Oliver Willers, Robert Bosch GmbH, MEMS Gyroscopes as Physical Unclonable Functions (30.01.17)
- Prof. Michael Gösele, TU Darmstadt, On evaluating image-based modeling and rendering systems and on solving large-scale Markov Random Fields (MRFs) on GPUs (03.07.17)
- Prof. Mohammad Mannan, Concordia University, Montreal Breaking TLS security again and again: Careless client-end TLS proxying (24.07.17)
- Dr. Nico Döttling, University of California, Berkeley Identity-Based Encryption from the Diffie-Hellman Assumption (24.07.17)
- MD Matthew Smuck, Stanford University, US Physical Performance Monitoring: Making Fitness Trackers Relevant in Clinical Orthopedics (29.08.17)
- Prof. Dr. Jingqiang Lin, Chinese Academy of Sciences Protecting Private Keys against Memory Disclosure Attacks (25.09.17)
- Prof. Luiz Gonzaga Jr., Unisinos University, Brazil Computer Vision and 3-D Visualization (18.03.17)
- Prof. Jan Baumbach, University of Southern Denmark, Odense Big Data in Bioinformatics - When molecular networks meet complex multi-OMICS data (20.03.17)
- Dr. hab. Inz. Respondek Jerzy, Silesian University of Technology, Gliwice Nonstandard Matrix Algorithms (19.05.17)
- Dominic Eskofier, Virtual Reality EMEAI at NVIDIA Virtual Reality and its technical challenges (07.06.17)
- Prof. Dr. Alistair McEwan, University of Sydney Biomedical devices and instrumentation (12.06.17)
- Gabriel Staffelbach, CERFACS Research Center, Toulouse Legacy codes and modern architectures: optimization and use cases for Large Eddy Simulation of Reactive Fluid Mechanics on industrial applications (12.06.17)
- Carola Kruse, CERFACS Research Center, Toulouse High order space-time finite element schemes for the dynamics of viscoelastic soft tissue (03.07.17)
- Paul Mycek, CERFACS Research Center, Toulouse Resilient PDE solving approaches for exascale computing (03.07.17)
- Robert Gantner, ETH Zürich Computational Higher-Order Quasi-Monte Carlo Methods for Random Partial Differential Equations (06.07.17)
- Prof. Dr. Moritz Grosse-Wentrup, MPI Intelligent Systems Tübingen Neural Engineering: Restoring, Replacing, and Extending Cognition (28.07.17)
- Dr. Mario Arioli, CERFACS Research Center, Toulouse Generalized Golub-Kahan bidiagonalization and stopping criteria (23.08.17)
- Prof. Dr. Constantin Popa, Ovidius University Constanta, Romania Parallel solution of sparse linear least squares problems (23.08.17)

1.14 Tag der Informatik 2017

Der Tag der Informatik fand am 28.04.2017 im H4 statt. Neben den Antrittsvorlesungen von Prof. Dr. Dominique Schröder und Prof. Dr. Michael Kohlhase konnten als Gastredner Andreas Dobler von der Telepaxx Medical Archiving GmbH und Prof. Dr. med. Jochen Klucken vom Universitätsklinikum Erlangen gewonnen werden. In diesem Zuge fand auch die Verabschiedung von Prof. Dr. Günther Greiner in den Ruhestand statt.

Abgerundet wurde der Tag der Informatik mit einem geselligen Beisammensein mit mediterranem Buffet in der Cafeteria der Südmensa Erlangen. In entspannter Atmosphäre konnten Dozierende, Studierend und Gäste weiter disktutieren.

2 Geschäftsstelle des Department Informatik

Anschrift: Martensstraße 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49.9131.85.28807
Fax: +49.9131.85.28781
E-Mail: geschaeftsstelle@informatik.uni-erlangen.de

2.1 Forschungsprojekte

2.1.1 Effiziente Studienmarketingmaßnahmen zur Gewinnung von mehr Informatik-Studierenden

Projektleitung:
Dr. Christian Götz
Beteiligte:
Dr. Christian Götz
Beginn: 1.1.2010

Durch den bundesweiten Rückgang der Schülerzahlen und einer steigenden Zahl von Bildungsangeboten geraten Universitäten und Hochschulen in den nächsten Jahren vermehrt in eine Wettbewerbssituation, weshalb sie effektive Marketingmaßnahmen entwickeln müssen, um Schülerinnen und Schüler möglichst frühzeitig für das jeweilige Angebot (z. B. Informatik- und informatiknahe Studiengänge) zu interessieren. Grundlage der Untersuchung sind Erkenntnisse aus dem modernen Marketing, nach denen die Festlegung und Umsetzung einer erfolgreichen (Hochschul-) Marketingstrategie eine genaue Definition der Marketingziele und eine Analyse der entsprechenden Zielgruppe voraussetzt. Als Zielgruppe für Studienmarketingmaßnahmen für die Informatik kommen zunächst einmal alle Schülerinnen und Schüler in Betracht. Arbeiten aus der Informatikdidaktik-Forschung lassen den Schluss zu, dass die Zielgruppe präziser definiert werden muss: ”Informatik-affine Schülerinnen und Schüler”. Erste Forschungsergebnisse zeigen, dass sich die Zielgruppe nur bedingt durch die im Konsumgütermarketing gängigen Methoden und Maßnahmen beschreiben, bzw. erreichen lässt. Des Weiteren zeigen sich Unterschiede zwischen Absolventen des früheren 9-stufigen und jetzt

8-stufigen Gymnasiums in Bayern. Die Zielgruppe wirft noch viele Fragen auf, welche bislang nur unzureichend untersucht sind. Das Forschungsprojekt hat daher zum Ziel:

- Studienmarketing in den Kontext von Marketing, Dienstleistungs- und Hochschulmarketing einzubetten,
- eine langfristige Wirkung (Beeinflussung der Studienwahl) durch Studienmarketingmaßnahmen empirisch festzustellen,
- die richtigen Kanäle und Medien zu identifizieren, über welche die Zielgruppe der Informatik-affinen Schülerinnen und Schüler am besten zu erreichen ist,
- Unterschiede in ausgewählten Prädiktoren zur Studienwahl Informatik (z. B. Auswirkung des Schulfachs Informatik) zwischen G9 und G8 Absolventen empirisch festzustellen,
- Konsequenzen und Handlungsempfehlungen für die Optimierung von Studienmarketingmaßnahmen abzuleiten.

Publikationen

– Götz, Christian: Effektive Studienmarketingmaßnahmen zur Gewinnung von mehr Informatik-Studierenden .Vortrag: ZILL Herbsttagung zur Empirischen Lehr-Lernforschung, Zentralinstitut für Lehr-Lernforschung der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (ZILL), Nürnberg, 27.9.2012

– Götz, Christian ; Brinda, Torsten: Sind soziale Netzwerke geeignet, um darin für Informatikstudiengänge zu werben? In: Forbrig, Peter ; Rick, Detlef ; Schmolitzky, Axel (Hrsg.) : HDI 2012 - ”Informatik für eine nachhaltige Zukunft”. Hamburg, 5. Fachtagung Hochschuldidaktik der Informatik : Universitätsverlag Potsdam, 2013, S. 137-148. - ISBN 978-3-86956-220-9

– Götz, Christian: Sind soziale Netzwerke geeignet, um darin für Informatikstudiengänge zu werben? Vortrag: 5. Fachtagung Hochschuldidaktik der Informatik (HDI 2012), Universität Hamburg, Hamburg, 07.11.2012

– Götz, Christian: Effektive Studienmarketingmaßnahmen zur Gewinnung von mehr Informatik-Studierenden .Vortrag: Forschungskolloquium, Department Informatik, R. 01.152, 10.02.2014

– Götz, Christian: Strategisches Studienmarketing zur Gewinnung von mehr Informatik-Studierenden .Vortrag: Doktorandenseminar des Lehrstuhls für Empirische Wirtschaftssoziologie, Rechts- und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Burg Hoheneck, 23.01.2014

– Götz, Christian ; Hubwieser, Peter: Belebt die Einführung des Schulfachs Informatik die Nachfrage nach einem Informatikstudium? In: Breier, N., Stechert, P., Wilke, T. (Hrsg.) : Informatik erweitert Horizonte, 15. GI-Fachtagung ”Informatik und Schule” (INFOS 2013). Bd. 219. Bonn : Köllen, 2013, (GI Edition Proceedings Band 219), S. 147-156. - ISBN 978-3-88579-613-8

– Götz, Christian: Belebt die Einführung des Schulfachs Informatik die Nachfrage nach einem Informatikstudium? Vortrag: 15. GI-Fachtagung Informatik und Schule (INFOS 2013), Gesellschaft für Informatik, Kiel, 27.09.2013

– Götz, Christian: Effiziente Studienmarketingmaßnahmen zur Gewinnung von mehr Informatik-Studierenden .Vortrag: DDI Doktorandenkolloqium, TUM School of Education, München, 21.02.2013

– Götz, Christian: Strategisches Studienmarketing zur Begünstigung der Aufnahme eines Informatikstudiums .Vortrag: Doktorandenkolloquium zur INFOS 2013, Gesellschaft für Informatik, Kiel, 26.09.2013

3 Studien-Service-Center Informatik

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 85-27007
Fax: +49 9131 85-28781
E-Mail: christian.goetz@informatik.uni-erlangen.de

4 Lehrstuhl für Informatik 1 (IT-Sicherheitsinfrastrukturen)

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 85 69900
Fax: +49 9131 85 69919
E-Mail: christine.stief@fau.de

Professoren:
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Prof. Dr.-Ing. Michael Tielemann
Sekretariat:
Christine Stief
Kristin Sutara-Kleinemeier, (Verwaltung BMBF-Projekte)
Nichtwiss. Personal:
Florian Räder
Senior Researcher (Forschungsgruppenleiter):
Dr. Zinaida Benenson
Dr. Werner Massonne
Dr.-Ing. Tilo Müller
Dr.-Ing. Christian Riess
Wiss. Mitarbeiter:
Marcel Busch, M. Sc.
Dr.-Ing. Johannes Götzfried
Tobias Groß, M. Sc.
Benjamin Hadwiger, M. Sc.

Norman Hänsch, M. Eng. M. Sc.
Vincent Haupert, M. Sc.
Anatoli Kalysch, M. Sc.
Philipp Klein, M. Sc.
Tobias Latzo, M. Sc.
Philipp Morgner, M. Sc.
Patrick Mullan, M. Sc.
Ralph Palutke, M. Sc.
Gaston Pugliese, M. Sc.
Juan Quintero
Lena Reinfelder, M. Sc.
Dipl.-Inf. Benjamin Stritter
Furkan Turan, M. Sc.

Der Lehrstuhl für Informatik 1 (IT-Sicherheitsinfrastrukturen) wurde 2010 gegründet und wird seit dem 1.12.2010 von Professor Dr.-Ing. Felix Christoph Freiling geleitet.

4.1 Forschungsschwerpunkte

Der Lehrstuhl vertritt das Thema IT-Sicherheit in Lehre und Forschung. Die Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls liegen im Bereich der offensiven IT-Sicherheit (Angriffe auf IT-Systeme, Penetrationstests, Schwachstellenanalyse, Schadsoftwareanalyse, Reverse Engineering), in der forensischen Informatik (IT-Beweismittelsicherung und -analyse) sowie in interdisziplinären Aspekten von IT-Sicherheit (menschliche Faktoren, Benutzbarkeit, Ökonomie, Recht).

4.2 Forschungsprojekte

4.2.1 Aufstieg durch Bildung ”Open C3S”

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Beteiligte:
Dr. Zinaida Benenson
Dr. Werner Massonne
Philipp Klein, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2011–30.9.2017
Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität Darmstadt
Hochschule Offenburg- Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien
Hochschule Albstadt-Sigmaringen
Hochschule Darmstadt
Universität Passau
Fachhochschule Stralsund
Ruhr-Universität Bochum

Ludwig-Maximilians-Universität München

Das Verbundvorhaben Open Competence Center for Cyber Security (kurz: Open C^{3}S) wird vom BMBF im Rahmen des Programms ”Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen” gefördert. Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung innovativer Aus- und Weiterbildungskonzepte im Bereich IT-Sicherheit, die die Hochschulen für nicht-traditionelle Studierende öffnen und so zu Bildungsgerechtigkeit beitragen und den Fachkräftemangel bekämpfen.

Lehrstuhl Informatik 1 koordiniert im Verbundvorhaben die Entwicklung eines berufsbegleitenden Bachelorstudiengangs ”IT-Sicherheit” und ist außerdem an Erschaffung von weiteren Weiterbildungsangeboten im Bereich ”IT-Sicherheit” beteiligt.

Publikationen

- Hintz, Nadina ; Engelberth, Markus ; Benenson, Zinaida ; Freiling, Felix: Phishing still works: Erfahrungen und Lehren aus der Durchführung von Phishing-Experimenten . In: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) (Hrsg.) : GI-Sicherheit 2014 (GI-Sicherheit 2014 Wien 19.03.2014). Bd. 7. Wien : Köllen Druck+Verlag GmbH, 2014, S. 37-51. - ISBN 978-3-88579-622-0
- Brodowski, Dominik ; Freiling, Felix: Cyberkriminalität - Erscheinungsformen, Entwicklungslinien, Herausforderungen . In: FIfF-Kommunikation (2015), Nr. 4, S. 22-26
- Wächter, Philipp ; Gruhn, Michael: Practicability Study of Android Volatile Memory Forensic Research . In: IEEE (Veranst.) : Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS) (7th IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS) Rome, Italy 16.11.2015). 2015, S. 1-6.
- Brodowski, Dominik ; Freiling, Felix: Transnationale Cyberkriminalität vs. nationale Strafverfolgung: Mögliche Auswege aus einem grundsätzlichen Dilemma . In: FIfF-Kommunikation (2015), Nr. 4, S. 36-39
- Freiling, Felix ; Schuhr, Jan ; Gruhn, Michael: What is essential data in digital forensic analysis? In: it - Information Technology 57 (2015), Nr. 6, S. 376-383
- Freiling, Felix ; Gruhn, Michael: What is essential data in digital forensic analysis? In: GI SIDAR (Hrsg.) : Proceedings of the 9th International Conference on IT Security Incident Management & IT Forensics (9th International Conference on IT Security Incident Management & IT Forensics Magdeburg, Germany 18.5.2015). 2015, S. 40-48.
- Brodowski, Dominik ; Dewald, Andreas ; Freiling, Felix ; Kovacs, Steve ; Rieger, Martin: Drei Jahre Master Online Digitale Forensik: Ergebnisse und Erfahrungen . In: Gesellschaft für Informatik (Veranst.) : Sicherheit (GI Sicherheit Wien 19.03.2014). 2014, S. 0-0.

4.2.2 Bildforensik

Projektleitung:
Dr.-Ing. Christian Riess
Beteiligte:
Dr.-Ing. Christian Riess
Patrick Mullan, M. Sc.
Beginn: 1.5.2009

Die Bildforensik ist ein junges Forschungsfeld, das aufgrund der heutigen stark wachsenden Verfügbarkeit von digitalem Bildmaterial eine bedeutende Rolle im Feld der digitalen Beweissicherung gewinnt. Digitale Bilder lassen sich mit geringen Kosten und Aufwand gezielt fälschen, um relevante Objekte in der Szene zu entfernen oder hinzuzufügen und eine andere Bildaussage zu generieren. In politisch, gesellschaftlich oder strafrechtlich relevanten Fällen werden mit zunehmender Häufigkeit Expertengutachten benötigt, mit deren Hilfe Fälschungen zweifelsfrei von Originalen unterschieden werden können. Computergestützte Verfahren können dabei manipulierte Inhalte z.B. aufgrund von charakteristischen Spuren auf der Datenebene oder aufgrund von Inkonsistenzen bzgl. der dargestellten Szenerie und des Bildaufnahmeprozesses extrahieren.

Im Rahmen dieses Projekts wird in Zusammenarbeit mit Forschergruppen in Deutschland und weltweit der aktuelle Stand der forensischen Methoden auf mehreren Wegen vorangetrieben. Bestehende Verfahren werden auf realen Fälschungsdaten evaluiert und verbessert. Dazu wird eine aufwendige Fälschungsdatenbank erstellt und gepflegt. Weiterhin sollen neue Verfahren entwickelt werden, die sich verstärkt auf die physikalische Konsistenz in der dargestellten Szene konzentrieren. Eigenschaften, wie die Beleuchtung oder der Schattenwurf, sollen robust geschätzt werden, um die Konsistenz des Bildinhalts bewerten zu können.

Publikationen

– Christlein, Vincent ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: A Study on Features for the Detection of Copy-Move Forgeries . In: Freiling, Felix (Hrsg.) : Sicherheit 2010 - Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit (Sicherheit 2010 Berlin 5.10.-7.10.2010). 1. Aufl. Heidelberg : Springer, 2010, S. 105-116. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Bd. P-170)

– Christlein, Vincent ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: On Rotation Invariance in Copy-Move Forgery Detection . In: IEEE (Veranst.) : Proceedings of the 2010 Second IEEE Workshop on (Workshop on Information Forensics and Security Seattle, USA 12.12.-15.12.2010). 2010, S. -.

– Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: Scene Illumination as an Indicator of Image Manipulation . In: Boehme, Rainer ; Fong, Philipp ; Safavi-Naini, Rei (Hrsg.) : Information Hiding, 6th International Workshop (Information Hiding, 6th International Workshop Calgary, Canada 28.6.-30.6.2010). Heidelberg : Springer, 2010, S. 66-80. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Bd. 6387)

– Christlein, Vincent ; Riess, Christian ; Jordan, Johannes ; Riess, Corinna ; Angelopoulou, Elli: An Evaluation of Popular Copy-Move Forgery Detection Approaches .

In: IEEE Transactions on Information Forensics and Security 7 (2012), Nr. 6, S. 1841-1854

– Zach, Fabian ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: Automated Image Forgery Detection through Classification of JPEG Ghosts . In: Axel Pinz ; Thomas Pock ; Horst Bischof ; Franz Leberl (Hrsg.) : Pattern Recognition (Joint 34th DAGM and 36th OAGM Symposium Graz, Austria 28.08.2012). Berlin, Heidelberg : Springer, 2012, S. 185-194. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 7476)

– Riess, Christian: Einführung in die Multimediaforensik . In: Dewald, Andreas ; Freiling, Felix (Hrsg.) : Forensische Informatik. 2. Aufl. Norderstedt : BoD - Books on Demand, 2015, S. 117-150. - ISBN 9783842379473

– Riess, Christian ; Pfaller, Sven ; Angelopoulou, Elli: Reflectance Normalization in Illumination-Based Image Manipulation Detection . In: Santana, Modesto Castrillon ; Kirchner, Matthias ; Riccio, Daniel ; Verdoliva, Luisa (Hrsg.) : BioFor 2015 - International Workshop on Recent Advances in Digital Security: Biometrics and Forensics (BioFor 2015 - International Workshop on Recent Advances in Digital Security: Biometrics and Forensics Genova 07.09.2015). Berlin : Springer, 2015, S. 3-10. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 9281)

– Kirchner, Matthias ; Schöttele, Pascal ; Riess, Christian: Thinking Beyond the Block: Block Matching for Copy-Move Forgery Detection Revisited . In: Alattar, Adnan M. ; Memon, Nasir D. ; Heitzenrater, Chad D. (Hrsg.) : Proc. SPIE 9409, Media Watermarking, Security, and Forensics 2015 (Proc. SPIE 9409, Media Watermarking, Security, and Forensics 2015 San Francisco, CA, USA 9.2.-11.2.2015). 2015, S. 940903. (Proceedings of hte SPIE Bd. 9409)

– de Carvalho, Tiago J. ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli ; Pedrini, Helio ; Rocha, Anderson: Exposing Digital Image Forgeries by Illumination Color Classification . In: IEEE Transactions on Information Forensics and Security 8 (2013), Nr. 7, S. 1182-1194

– Gloe, Thomas ; Kirchner, Matthias ; Riess, Christian: How we stopped worrying about content and love the metadata . Erlangen : Friedrich-Alexander Universität. 2013. - Forschungsbericht. 4 Seiten (First IEEE Information Forensics and Security Technical Committee (IFS-TC) Image Forensics Challenge)

– Riess, Christian: Physics-based and Statistical Features for Image Forensics . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2012. - 226 Seiten.

4.2.3 DINGFEST- Teilvorhaben: FAITH - Forensic Analysis In The Hypervisor

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Beteiligte:
Tobias Latzo, M. Sc.
Kälber, Sven
Laufzeit: 1.6.2016–31.5.2019
Förderer:
BMBF

Mitwirkende Institutionen:
Universität Regensburg
Universität Passau
Nexis GmbH
Rechtsanwälte Paluka Sobola Loibl Partner
Innowerk-IT GmbH
R-KOM GmbH & Co.KG

Das Projektvorhaben widmet sich der Detektion, forensischen Analyse und Meldung von Sicherheitsvorfällen. Ausgangspunkt sind Statusinformationen von Betriebssystemen, Laufzeitparameter der Anwendungssysteme und Daten aus virtuellen Maschinen, die mit Informationen aus dem Identitäts- und Rechtemanagement angereichert und mit bekannten Angriffsmustern abgeglichen werden. Die Bewertung der Datenströme erfolgt mit neuen visuellen Analysemethoden. Im Falle der Detektion von Anomalien werden die Systeme einer intensiven forensischen Spurenanalyse zugeführt. Darüber hinaus ist vorgesehen, erkannte und bisher nicht bekannte Angriffsmuster forensisch zu bewerten, zu veröffentlichen und im Falle von Schäden bei Betreibern kritischer Infrastrukturen eine pseudonymisierte Meldung nach dem geplanten Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme vorzubereiten. Neben den Forschungsergebnissen wird DINGFEST alle Forschungsprototypen in Form einer modularen Toolsuite im Open-Source-Geschäftsmodell bereitstellen.

4.2.4 Kontext- und strukturbasierte Abwehr zielgerichteter Angriffe-APT-Sweeper

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Benjamin Stritter
Laufzeit: 1.8.2014–31.7.2018
Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Mitwirkende Institutionen:
genua mbH
Universität Göttingen

Im Projekt APT-Sweeper werden Techniken der maschinellen Datenanalyse zur frühzeitigen Entdeckung gezielter Angriffe (APT - Advanced Persistent Threats) angewendet. Neu sind dabei insbesondere die Analyse von Kommunikationskontext und Struktur der Daten als Alternative bzw. Ergänzung zur existenten Inhaltsanalyse, wodurch auch eine bezüglich Datenschutz weniger invasive Analyse möglich wird. Ziel dieses Projektes ist es, maßgeschneiderte Malware bereits zu neutralisieren, bevor sie sich nach einer Erstinfektion verstecken kann.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes wird zusammen mit der Universität Göttingen und der Firma GeNUA mbH an neuartigen Technologien zur Analyse und Erkennung von gezielten Angriffen geforscht. Neben der Analyse der gängigen Infektionswege übernimmt die FAU insbesondere auch die Prüfung und Validierung der Wirksamkeit der entwickelten Verfahren.

4.2.5 Privacy&Us

Projektleitung:
Fischer-Hübner, Simone
Beteiligte:
Bechinie, Michael
Birnhack, Michael
Blandford, Ann
Dr. Zinaida Benenson
De Cristofaro, Emiliano
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Glavenius, Eva
Kirrane, Sabrina
Martucci, Leonardo
Meyer, Joachim
Murdoch, Steven J.
Reinhardt, Delphine
Sasse, M. Angela
Serna, Jetzabel
Spiekermann, Sarah
Rannenberg, Kai
Toch, Eran
Tscheligi, Manfred
Laufzeit: 1.12.2016–30.11.2019
Förderer:
Europäische Kommission
Mitwirkende Institutionen:
Karlstads Universitet, Schweden

Privacy & Us "innovative training network" (ITN) bildet dreizehn hochmotivierte und kreative Promovierende an Universitäten und nicht-akademischen Organisationen in fünf europäischen Ländern im Bereich "Benutzbarer Schutz der Privatsphäre" aus. Privacy&Us fördert die Entwicklung von fachlichen, methodischen, sozialen und persönlichen Kompetenzen in einem internationalen, multidisziplinären und intersektoralen Umfeld.

4.2.6 SENDATE-TANDEM; Teilvorhaben: Vertrauenswürdige Laufzeitumgebungen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Beteiligte:
Dr.-Ing. Tilo Müller
Marcel Busch, M. Sc.
Laufzeit: 1.4.2016–31.3.2019
Förderer:
BMBF
Mitwirkende Institutionen:
Nokia
Deutsche Telekom

atesio
Creonic
ID Photonic
itWatch
Fraunhofer FOKUS
TU Berlin
Universität Stuttgart

Europa benötigt eine flexible Netzinfrastruktur, die kommende Anwendungen und Dienste moderner Industrienationen mit schnellen Reaktionszeiten, Flexibilität und insbesondere einem hohen Maß an Sicherheit unterstützt. SENDATE entwickelt hierfür Lösungen zur optimierten Vernetzung von flexiblen, verteilten Data Centers (DCs) für einen zuverlässigen Datentransport mit geringer Latenz und Datenkontrolle in Europa. Dazu wird die Verarbeitung und Speicherung der Daten nahe am Ort des Anwenders vorgenommen. Eine von vier Säulen in der Umsetzung von SENDATE bildet das Teilprojekt TANDEM bestehend aus zehn akademischen und industriellen Projektpartnern in Deutschland. Innerhalb von TANDEM widmet sich die Universität Erlangen gemeinsam mit den Unternehmen Nokia und itWatch dem Thema Sicherheit.

Ein Umbau der Netze, wie er durch SENDATE/TANDEM geplant ist, stellt eine erhebliche technische Herausforderung dar, der auf die Spezifizierung, Implementierung und die optimierte Vernetzung von dezentralen, flexiblen, energieeffizienten und verteilten DCs abzielt. Angesichts dieser Herausforderungen darf die Sicherheit neuer Netzelemente nicht außer Acht gelassen werden. Die zentrale Annahme ist, dass Einbrüche in Netzelemente lediglich erschwert, jedoch niemals verhindert werden können. Von dieser Annahme ausgehend gewinnen voneinander abgeschottete Laufzeitumgebungen und die fortwährende Überprüfung der Systemintegrität immer mehr an Bedeutung. Insbesondere wird die Integrität von Netzelementen mit dem Ziel untersucht, Konfigurationsdaten und Log-Files mittels forensischer Methoden so zu schützen und zu überwachen, dass nach erfolgtem Einbruch die Manipulation detektiert und nachgewiesen werden kann.

Publikationen

– Busch, Marcel ; Protsenko, Mykolai ; Müller, Tilo: A Cloud-Based Compilation and Hardening Platform for Android Apps . In: SBA Research (Hrsg.) : 12th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES'17 Reggio Calabria, Italy 29.08. - 01.09.2017). 2017, S. ?-?.

– Groß, Tobias ; Müller, Tilo: Protecting JavaScript Apps from Code Analysis . In: ACM ICPS ; co-located with DISCOTEC (Hrsg.) : 4th Workshop on Security in highly connected IT systems (SHCIS '17 Neuchâtel, Switzerland 19-22 June 2017). 2017, S. -.

4.2.7 SFB/Transregio, Teilprojekt C5: "Security in Invasive Computing Systems"

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
Beteiligte:

Dr.-Ing. Tilo Müller
Dr.-Ing. Johannes Götzfried
Furkan Turan, M. Sc.
Maene, Pieter
De Clercq, Ruan
Laufzeit: 1.6.2014–30.6.2018
Förderer:
DFG
Mitwirkende Institutionen:
K.U.Leuven ESAT - COSIC

Unter dem Begriff Invasives Rechnen soll ein völlig neues Paradigma für den Entwurf und die Programmierung zukünftiger paralleler Rechensysteme erforscht werden. Die Grundidee besteht darin, parallelen Programmen die Fähigkeit zu verleihen, in einer als Invasion bezeichneten Phase ressourcengewahr Berechnungen auf eine Menge aktuell verfügbarer Ressourcen zu verteilen, und nach paralleler Abarbeitung diese in einer als Rückzug bezeichneten Phase wieder frei zu geben. Um diese neue Art der selbstadaptiven und ressourcengewahren Programmierung auf zukünftigen MPSoCs (engl. Multi-Processor-Systems-on-a-Chip) effizient zu ermöglichen, bedarf es neuer Programmierkonzepte, Sprachen und Compilern wie auch Laufzeit- bzw. Betriebssystemen sowie revolutionärer Architekturerfindungen, die sich auf die Rekonfigurierbarkeit von sowohl Prozessor-, Verbindungs- als auch Speicherressourcen beziehen.

Publikationen

– Seitzer, Maximilian ; Gruhn, Michael ; Müller, Tilo: A Bytecode Interpreter for Secure Program Execution in Untrusted Main Memory . In: SBA Research (Hrsg.) : 20th European Symposium on Research in Computer Security (ESORICS 2015 Vienna, Austria 21.09. - 25.09.2015). 2015, S. 376-395.

– Anikeev, Maxim ; Freiling, Felix ; Götzfried, Johannes ; Müller, Tilo: Secure garbage collection: Preventing malicious data harvesting from deallocated Java objects inside the Dalvik VM . In: Journal of Information Security and Applications. Amsterdam : Elsevier, 2015, S. 81-86.

– Kugler, Christopher ; Müller, Tilo: Separated Control and Data Stacks to Mitigate Buffer Overflow Exploits . In: European Alliance for Innovation (EAI) ; Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering (ICST) (Hrsg.) : Endorsed Transactions on Security and Safety. Open Access : EAI ICST, 2015, S. 1-36.

– Götzfried, Johannes ; Müller, Tilo ; de Clercq, Ruan ; Maene, Pieter ; Freiling, Felix ; Verbauwhede, Ingrid: Soteria: Offline Software Protection within Low-cost Embedded Devices . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the 31th Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC'15 Los Angeles, California, USA 07.12. - 11.12.2015). 2015, S. 241-250.

– Freiling, Felix ; Protsenko, Mykolai ; Zhuang, Yan: An Empirical Evaluation of Software Obfuscation Techniques applied to Android APKs . In: Lin, Jingqiang ; Müller,

Tilo (Veranst.) : International Workshop on Data Protection in Mobile and Pervasive Computing (DAPRO 2014 Beijing, China 23.09.2014). 2014, S. -.

– Götzfried, Johannes ; Müller, Tilo: Mutual Authentication and Trust Bootstrapping towards Secure Disk Encryption . In: Transactions on Information and System Security (TISSEC). Bd. 17, 2. Aufl. New York : ACM, 2014.

– Kugler, Christopher ; Müller, Tilo: SCADS: Separated Control- and Data-Stacks (Best Student Paper Award) . In: ICST (The Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering) (Hrsg.) : 10th International Conference on Security and Privacy in Communication Networks (SecureComm '14 Beijing, China 24.9.-26.9.2014). 2014, S. -.

– Götzfried, Johannes ; Eckert, Moritz ; Schinzel, Sebastian ; Müller, Tilo: Cache Attacks on Intel SGX . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the Tenth European Workshop on System Security (EuroSec'17 Belgrade, Serbia 12.02.2017). 2017, S. -.

– Maene, Pieter ; Götzfried, Johannes ; de Clercq, Ruan ; Müller, Tilo ; Freiling, Felix ; Verbauwhede, Ingrid: Hardware-Based Trusted Computing Architectures for Isolation and Attestation . In: IEEE Transactions on Computers 67 (2017), Nr. 3, S. 361-374

– Noorman, Job ; Van Bulck, Jo ; Mühlberg, Jan Tobias ; Piessens, Frank ; Maene, Pieter ; Preneel, Bart ; Verbauwhede, Ingrid ; Götzfried, Johannes ; Müller, Tilo ; Freiling, Felix: Sancus 2.0: A Low-Cost Security Architecture for IoT Devices . In: ACM Transactions on Privacy and Security 20 (2017), Nr. 3, S. 7:1-7:33

– de Clercq, Ruan ; Götzfried, Johannes ; Übler, David ; Maene, Pieter ; Verbauwhede, Ingrid: SOFIA: Software and Control Flow Integrity Architecture . In: Computers & Security 68 (2017), S. 16-35

– Kalysch, Anatoli ; Götzfried, Johannes ; Müller, Tilo: VMAttack: Deobfuscating Virtualization-Based Packed Binaries . In: SBA Research (Hrsg.) : 12th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES'17 Reggio Calabria, Italy 29.08. - 01.09.2017). 2017, S. 33-43.

– Weichslgartner, Andreas ; Wildermann, Stefan ; Götzfried, Johannes ; Freiling, Felix ; Glaß, Michael ; Teich, Jürgen: Design-Time/Run-Time Mapping of Security-Critical Applications in Heterogeneous MPSoCs . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the 19th International Workshop on Software and Compilers for Embedded Systems (SCOPES'16 Sankt Goar, Germany 23.05. - 25.05.16). 2016, S. 153-162.

– Götzfried, Johannes ; Dörr, Nico ; Palutke, Ralph ; Müller, Tilo: HyperCrypt: Hypervisor-based Encryption of Kernel and User Space . In: SBA Research (Hrsg.) : 11th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES'16 Salzburg, Austria 31.08. - 02.09.2016). 2016, S. 79-87.

– Richter, Lars ; Götzfried, Johannes ; Müller, Tilo: Isolating Operating System Components with Intel SGX . In: ACM (Hrsg.) : 1st Workshop on System Software for Trusted Execution (SysTEX'16 Trento, Italy 12.12. - 16.12.2016). 2016, S. 8:1-8:6.

– Drescher, Gabor ; Erhardt, Christoph ; Freiling, Felix ; Götzfried, Johannes ; Lohmann, Daniel ; Maene, Pieter ; Müller, Tilo ; Verbauwhede, Ingrid ; Weichslgartner, Andreas ; Wildermann, Stefan: Providing security on demand using invasive computing . In: it - Information Technology 58 (2016), Nr. 6, S. 281-295

– Götzfried, Johannes ; Müller, Tilo ; Drescher, Gabor ; Nürnberger, Stefan ; Backes, Michael : RamCrypt: Kernel-based Address Space Encryption for User-mode Processes . In: ACM SIGSAC (Hrsg.) : 11th ACM Asia Conference on Computer and Communications Security (ASIACCS'16 Xi'an, China 30.05. - 3.06.16). New York : ACM, 2016, S. 919-924. (Special Interest Group on Security, Audit and Control (SIGSAC))

4.2.8 Sicherheit hochgradig vernetzter IT-Systeme (ForSEC)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Beteiligte:
Dr. Zinaida Benenson
Dr.-Ing. Tilo Müller
Dr.-Ing. Mykolai Protsenko
Norman Hänsch, M. Eng. M. Sc.
Laufzeit: 1.9.2013–31.8.2017
Förderer:
Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst
Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität, München
Universität Passau
Universität Regensburg

FORSEC ist ein durch das bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst geförderter Forschungsverbund bayerischer Hochschulen zur Sicherheit hochgradig vernetzter IT-Systeme. FORSEC umfasst die Universität Regensburg, die TU München, die Universität Passau sowie die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. FORSEC ist in elf an diesem globalen Leitthema ausgerichtete Teilprojekte gegliedert, wobei die Teilprojekte 5 und 6 auf den Lehrstuhl für IT-Sicherheitsinfrastrukturen an der Universität Erlangen-Nürnberg entfallen. Am Lehrstuhl wird ab Anfang 2013 pro Teilprojekt eine auf 3 Jahre ausgelegte Doktorandenstelle besetzt.

In Teilprojekt 5 (Softwareschutz und Anti-Forensik, Leitung: Dr. Tilo Müller) liegt der Fokus auf neuen Verfahren zum Schutz von Software vor der Analyse. Bisherige Maßnahmen basierten in der Regel auf Maßnahmen, die in Hardware implementiert wurden oder durch Hardware gestützt werden. Aber gerade in stark vernetzten Systemen kann man die Verfügbarkeit entsprechender Hardware nicht voraussetzen und Softwarecode wird in solchen Systemen regelmäßig über das Netz verschickt, wie beispielsweise bei dynamischen Webseiten. Hier werden also Schutzmaßnahmen benötigt, die allein in Software implementiert werden können. Als Vorbild dient hier aktuelle Schadsoftware, die ihre Funktionsweise durch geschickte Verschleierung wirkungsvoll verbirgt. Derartige Maßnahmen, die eine forensische Analyse der Software erschweren, fasst man unter dem Titel Anti-Forensik zusammen. Softwareschutz und Anti-Forensik sind zwei Seiten der gleichen Medaille.

In Teilprojekt 6 (Leitung: Dr. Zinaida Benenson) geht es um das Thema "Security Awareness". Das individuelle Verhalten einzelner Benutzer hat einen großen Einfluss auf die Wirksamkeit von technischen IT-Sicherheitsmaßnahmen. Das Teilprojekt konzen-

triert sich insbesondere auf zwei Bereiche, die im modernen Leben, sowohl bei Privatpersonen als auch in Unternehmen, eine immer wichtigere Rolle spielen: (1) der Einsatz mobiler Endgeräte, insbesondere Smartphones, und (2) das Konzept der digitalen Identitäten, das durch die Benutzung verschiedener Web 2.0-Diensten, z.B. sozialen Netze oder Media-Sharing-Plattformen, immer mehr in den Vordergrund der aktuellen IT-Sicherheit-Forschung tritt.

Publikationen

- Protsenko, Mykolai ; Müller, Tilo: Android Malware Detection based on Software Complexity Metrics . In: DEXA Society (Hrsg.) : 11th International Conference on Trust, Privacy & Security in Digital Business (TrustBus'14 Munich, Germany 01.09-05.09.2014). 2014, S. -.
- Maier, Dominik ; Protsenko, Mykolai ; Müller, Tilo: A Game of Droid and Mouse: The Threat of Split-Personality Malware on Android . In: Weippl, Edgar (Hrsg.) : Computers & Security (COSE). Bd. 52, 1. Aufl. Amsterdam : Elsevier, 2015, S. 1-38.
- Zhuang, Yan ; Freiling, Felix: Approximating Optimal Software Obfuscation for Android Applications . In: Pernul, Günther ; Schryen, Guido ; Schillinger, Rolf (Hrsg.) : Proceedings 2nd Workshop on Security in Highly Connected IT Systems (2nd Workshop on Security in Highly Connected IT Systems (SHCIS 2015) Vienna, Austria 22.9.2015). Piscataway, NJ, USA : IEEE Computer Society, 2015, S. 46-50. - ISBN 978-1-4673-8205-2
- Busch, Marcel ; Protsenko, Mykolai ; Müller, Tilo: Automated Malware Analysis for Android: A Comparative Evaluation . In: SBA Research ; co-located with ESORICS 2015 (Hrsg.) : 2nd Workshop on Security in highly connected IT systems (SHCIS '15 Vienna, Austria 21.09. - 25.09.2015). 2015, S. -.
- Protsenko, Mykolai ; Kreuter, Sebastien ; Müller, Tilo: Dynamic Self-Protection and Tamperproofing for Android Apps using Native Code . In: SBA Research (Hrsg.) : 10th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES'15 Toulouse, France 24.08. - 28.08.2015). 2015, S. -.
- Naumann, Jennifer ; Protsenko, Mykolai ; Müller, Tilo: Google Verify Apps: The Illusion of Security? In: SBA Research ; co-located with ESORICS 2015 (Hrsg.) : 2nd Workshop on Security in highly connected IT systems (SHCIS '15 Vienna, Austria 21.09. - 25.09.2015). 2015, S. -.
- Protsenko, Mykolai ; Müller, Tilo: Protecting Android Apps against Reverse Engineering by the Use of the Native Code . In: DEXA Society (Hrsg.) : 12th International Conference on Trust, Privacy & Security in Digital Business (TrustBus'15 Valencia, Spain 01.09-02.09.2014). 2015, S. -.
- Freiling, Felix ; Protsenko, Mykolai ; Zhuang, Yan: An Empirical Evaluation of Software Obfuscation Techniques applied to Android APKs . In: Lin, Jingqiang ; Müller, Tilo (Veranst.) : International Workshop on Data Protection in Mobile and Pervasive Computing (DAPRO 2014 Beijing, China 23.09.2014). 2014, S. -.

– Maier, Dominik ; Müller, Tilo ; Protsenko, Mykolai: Divide-and-Conquer: Why Android Malware cannot be stopped . In: SBA Research (Hrsg.) : 9th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES'14 Fribourg, Switzerland 08.09.-12.09.2014). 2014, S. -.

– Zhuang, Yan ; Protsenko, Mykolai ; Müller, Tilo ; Freiling, Felix: Measuring the Strength of Source Code Obfuscation Revisited . In: DEXA Society (Hrsg.) : 1st Workshop on Security in highly connected IT systems (SHCIS '14 Munich, Germany 01.09.-05.09.2014). 2014, S. -.

– Sebastian Hahn ; Protsenko, Mykolai ; Müller, Tilo: Comparative Evaluation of Machine Learning-based Malware Detection on Android . In: Gesellschaft für Informatik (GI) (Hrsg.) : GI SICHERHEIT 2016 (Sicherheit - Schutz und Zuverlässigkeit Bonn 05.4. - 07.4.2016). 2016, S. -. (Lecture Notes in Informatics (LNI))

– Fischer, Andreas ; Kittel, Thomas ; Kolosnjaji, Bojan ; Lengyel, Tamas K. ; Mandarawi, Waseem ; Meer, Hermann ; Müller, Tilo ; Protsenko, Mykolai ; Reiser, Hans P. ; Taubmann, Benjamin ; Weishäupl, Eva: CloudIDEA: A Malware Defense Architecture for Cloud Data Centers . In: Debruyne, Christophe ; Panetto, Hervé ; Meersman, Robert ; Dillon, Tharam ; Weichhart, Georg ; An, Yuan ; Ardagna, Agostino Claudio (Hrsg.) : On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2015 Conferences: Confederated International Conferences: CoopIS, ODBASE, and C&TC 2015, Rhodes, Greece, October 26-30, 2015. Proceedings. Cham : Springer International Publishing, 2015, S. 594-611. - ISBN 978-3-319-26148-5

– Dresel, Lukas ; Protsenko, Mykolai ; Müller, Tilo: ARTIST: The Android Runtime Instrumentation Toolkit . In: SBA Research (Hrsg.) : 11th International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES'16 Salzburg, Austria 31.08. - 02.09.2015). 2016, S. -.

– Haupert, Vincent ; Müller, Tilo: Auf dem Weg verTAN: Über die Sicherheit App-basierter TAN-Verfahren . In: Meier, Michael ; Reinhardt, Delphine ; Wendzel, Steffen (Hrsg.) : Sicherheit 2016 (Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit Bonn 05.4. - 07.4.2016). Bd. 8, 1. Aufl. Bonn : Köllen Druck+Verlag GmbH, 2016, S. 101-112. (Konferenzband der 8. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) Bd. LNI, Nr. 256) - ISBN 978-3-88579-650-3

– Hänsch, Norman ; Benenson, Zinaida: Specifying IT security awareness . In: DEXA Society (Hrsg.) : SHCIS'14 (1st Workshop on Security in highly connected IT systems Munich, Germany 04.09.2014). 2014, S. -.

– Sänger, Johannes ; Hänsch, Norman ; Glass, Brian ; Benenson, Zinaida ; Landwirth, Robert ; Sasse, M. Angela: Look Before You Leap: Improving the Users' Ability to Detect Fraud in Electronic Marketplaces . In: Druin, Allison ; Kaye, Jofish (Hrsg.) : SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2016). San Jose, CA, USA : ACM, 2016, S. 1-12.

4.2.9 Softwarebasierte Härtungsmaßnahmen für mobile Applikationen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling

Prof. Dr. Dirk Riehle, MBA
Beteiligte:
Dr.-Ing. Tilo Müller
Vincent Haupert, M. Sc.
Laufzeit: 1.11.2016–1.11.2019
Förderer:
DATEV eG
Mitwirkende Institutionen:
DATEV eG

Durch die große Verbreitung von mobilen Endgeräten in allen Klassen der Bevölkerung sind mobile Applikationen nicht mehr nur nützliche Helfer und Kommunikationsmittel, sondern auch salonfähig für kritische Authentifizierungsaufgaben. Obwohl die Entwicklung der mobilen Betriebssysteme von Google und Apple bereits von Grund auf mit einem restriktiven und isolierendem Sicherheitskonzept bedacht wurden, zeigen sowohl Android als auch iOS immer wieder Schwachstellen, die dazu genutzt werden können, zentrale Sicherheitsanker außer Kraft zu setzen. Trotzdem ist es vor dem Hintergrund der hohen Verfügbarkeit und Akzeptanz nicht nur aus Sicht der Anwenderfreundlichkeit und der Kosteneffizienz naheliegend mobile Endgeräte zu Authentifikationszwecken heranzuziehen. Es ist daher das erklärte Ziel dieses Forschungsprojekts vorhandene und bekannte Sicherheitsanker zu nutzen und zu erweitern sowie neuartige, innovative und hocheffizi1ente Sicherheitsmerkmale für die Plattformen Android und iOS zu erschließen.

Publikationen

- Hoffmann, Jochen ; Haupert, Vincent ; Freiling, Felix: Anscheinsbeweis und Kundenhaftung beim Online-Banking . In: Zeitschrift für das gesamte Handels- und Wirtschaftsrecht (ZHR) 181 (2017), Nr. 5, S. 780-816
- Haupert, Vincent: Die fabelhafte Welt des Mobilebankings .Vortrag: 34th Chaos Communication Congress (34c3): tuwat, Chaos Computer Club (CCC), Leipzig, 27.12.2017
- Haupert, Vincent ; Müller, Tilo: Rest In Protection: A Kernel-Level Approach to Mitigate RIP Tampering . In: Mori, Paolo ; Furnell, Steven ; Camp, Olivier (Hrsg.) : Proceedings of the 3rd International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP 2017 Porto, Portugal 19.02. - 21.02.2017). Setúbal : SciTePress, 2017, S. 25-37. - ISBN 978-989-758-209-7

4.2.10 WSNSec

Projektleitung:
Dr. Zinaida Benenson
Beteiligte:
Philipp Morgner, M. Sc.
Laufzeit: 1.9.2014–28.2.2018
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Mitwirkende Institutionen:
Universität Mannheim

Cyber Physical Systems (CPS) sind durch eine enge Verzahnung ihrer informatischen, softwaretechnischen und physikalischen Komponenten charakterisiert und stellen einen Paradigmenwechsel in der Informatik dar. Eines der wichtigsten Beispiele für CPS sind drahtlose Sensornetze, welche Umgebungsdaten sammeln und verarbeiten. Sensornetze werden vielfältig eingesetzt, unter anderem für sicherheitskritische Anwendungen wie Frühwarnsysteme oder medizinische Fernüberwachung. Trotz der hohen Relevanz dieses Themengebietes gibt es bis heute kein umfassendes, allgemeingültiges Rahmenwerk, welches eine fundierte Betrachtung der Sicherheitseigenschaften erlauben würde. Stattdessen liefert die überwiegende Mehrheit der Arbeiten nur rudimentäre, informale Sicherheitsanalysen, die weder das Vergleichen noch das sichere Kombinieren mehrerer Verfahren ermöglichen.

Dieses Projekt hat zum Ziel, diese Lücke zu schließen, indem zunächst ein entsprechendes Sicherheitsrahmenwerk entwickelt wird und anschließend für die wichtigsten Sicherheitsziele beweisbar sichere Lösungen entwickelt werden. Aufgrund der sehr speziellen Eigenschaften von Sensornetzen erfordert dies interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Experten auf den Gebieten Sensornetze und Kryptographie.

Publikationen

- Morgner, Philipp ; Mattejat, Stephan ; Benenson, Zinaida ; Müller, Christian ; Armknecht, Frederik: Insecure to the Touch: Attacking ZigBee 3.0 via Touchlink Commissioning . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the 10th ACM Conference on Security & Privacy in Wireless and Mobile Networks (WiSec'17 Boston, MA July 18-20, 2017). 2017. - ISBN 978-1-4503-5084-6
- Morgner, Philipp ; Müller, Christian ; Ring, Matthias ; Eskofier, Björn ; Riess, Christian ; Armknecht, Frederik ; Benenson, Zinaida: Privacy Implications of Room Climate Data . In: S.N. Foley et al. (Hrsg.) : In Proceedings of ESORICS 2017 - 22nd European Symposium on Research in Computer Security (ESORICS 2017 Oslo, Norway September 11-13, 2017). 2017.
- Armknecht, Frederik ; Benenson, Zinaida ; Morgner, Philipp ; Müller, Christian: On the Security of the ZigBee Light Link Touchlink Commissioning Procedure . In: Gesellschaft für Informatik (GI) (Hrsg.) : International Workshop on Security, Privacy and Reliability of Smart Buildings (SmartBuildingSec'16 Bonn, Germany April 7, 2016). 2016, S. 1-12.
- Morgner, Philipp ; Benenson, Zinaida ; Müller, Christian ; Armknecht, Frederik: Design Space of Smart Home Networks from a Security Perspective . In: Eckert, Jürgen ; Awad, Abdalkarim ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; Eckhoff, David (Hrsg.) : Proceedings of the 14. GI/ITG KuVS Fachgespräch Sensornetze (14. GI/ITG KuVS Fachgespräch Sensornetze der GI/ITG Fachgruppe Kommunikation und Verteilte Systeme Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) September 23-24, 2015). 2015, S. 41-44.

4.3 Studien- und Abschlussarbeiten

- Bachelor Thesis: Analyse der Nutzerwahrnehmungen von Permissions vor und nach Android Marshmallow sowie von iOS basierten Smartphones. Bearbeiter: Sophie Russ (beendet am 31.01.2017); Betreuer: Lena Reinfelder, M. Sc.
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Design and Implementation of a VM-based LLVM IR Obfuscation Framework. Bearbeiter: Armin Stock (beendet am 31.01.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Johannes Götzfried; Dr.-Ing. Tilo Müller
- Master Thesis: Dynamic App Analysis on Non-Jailbroken iOS Devices. Bearbeiter: Dominik Kreller (beendet am 27.02.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Andreas Kurtz
- Bachelor Thesis: DiOScope: A Front-end for Efficient Searching and Exploring iOS App Analysis Results. Bearbeiter: Stefan Blos (beendet am 01.03.2017)
- Studien-/Diplom-/Staatsexamensarbeit: Docker Forensics. Bearbeiter: Alexander Oyntzen (beendet am 1.3.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Andreas Dewald
- Master Thesis: Sicherheitsanalyse und Entwicklungspraktiken für Internet-basierte Software-Anwendungen in Web Application Frameworks. Bearbeiter: Hendrik Koch (beendet am 03.03.2017); Betreuer: Philipp Klein, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
- Studien-/Diplom-/Staatsexamensarbeit: Spam-Analysis metric: Development of a thunderbird plugin. Bearbeiter: Philipp Kuhrt (beendet am 23.3.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Andreas Dewald
- Master Thesis: Protecting JavaScript Applications from Static and Dynamic Code Analysis. Bearbeiter: Tobias Groß (beendet am 31.03.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Tilo Müller
- Master Thesis: Modeling Forensic-Related Security Controls in an Operational I&C System. Bearbeiter: Andreas Lainer (beendet am 24.4.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling; Edita Bajramovic
- Master-Projekt: Resilient Ltrace. Bearbeiter: Leonhard Hösch (beendet am 24.4.2017); Betreuer: Vincent Haupert, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Security Analysis of the LoRa Standard. Bearbeiter: Andreas Hammer (beendet am 27.04.2017); Betreuer: Philipp Morgner, M. Sc.
- Master Thesis: Ortung mobiler Endgeräte - Techniken und Auswirkungen. Bearbeiter: Dominik Wolf (beendet am 02.05.2017)
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Native Obfuscation through Translation of Java Bytecode into C++ Code using the JNI. Bearbeiter: Stefanie Pfahlmann (beendet am 04.05.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Mykolai Protsenko
- Bachelor Thesis: Zur Spezifikation von Security-Anforderungen in heterogenen IT-Infrastrukturen. Bearbeiter: Heiko Tielemann (beendet am 4.5.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Michael Tielemann; Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling

- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Carven von SQLite Datenbankeinträgen mittels Pointer-Maps. Bearbeiter: Thomas Peters (beendet am 18.05.2017); Betreuer: Dipl.-Wirtsch.-Inf. Sven Schmitt; Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
- Bachelor Thesis: PREATY: Entwicklung eines Privatsphäre-schützenden Zählsystems zur Bestimmung der Personenanzahl in einem Hörsaal. Bearbeiter: Julia Wunder (beendet am 22.06.2017); Betreuer: Philipp Morgner, M. Sc.
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Secure Remote Computation in an Untrusted Environment using Intel SGX. Bearbeiter: David Übler (beendet am 26.06.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Johannes Götzfried; Dr.-Ing. Tilo Müller
- Master Thesis: Design und Durchführung einer Nutzerstudie zur Untersuchung der Benutzbarkeit von Antiviren Software. Bearbeiter: Michael Körber (beendet am 17.7.2017); Betreuer: Dr. Zinaida Benenson
- Master Thesis: Technische Infrastruktur zur Erforschung der Benutzbarkeit von Antiviren Software. Bearbeiter: Thilo Voigt (beendet am 17.07.2017); Betreuer: Dr. Zinaida Benenson
- Master Thesis: Versioning the Web. Bearbeiter: Marco Drummer (beendet am 18.07.2017); Betreuer: Philipp Klein, M. Sc.; Dr. Werner Massonne
- Bachelor Thesis: Auswahl und Vorbereitung eines Lizenzmanagements für ein Testcenter zur Minimierung von rechtlichen und betriebswirtschaftlichen Risiken. Bearbeiter: Andrea Walter (beendet am 24.7.2017); Betreuer: Vincent Haupert, M. Sc.
- Master Thesis: Advanced Security Monitoring and Detection from Access Violations in Mainframe. Bearbeiter: Andrew Verrayo Limas (beendet am 17.08.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Michael Tielemann
- Master Thesis: Threat Modeling for a Distributed Clinical Study System. Bearbeiter: Georg Zweyer (beendet am 23.08.2017); Betreuer: Philipp Morgner, M. Sc.
- Master Thesis: On the Capabilities and Boundaries of Browser Fingerprinting. Bearbeiter: Gaston Pugliese (beendet am 28.8.2017); Betreuer: Dr. Zinaida Benenson
- Master Thesis: Untersuchung und statische Analyse von Browser‐ Erweiterungen in Bezug auf Datenlecks. Bearbeiter: Pierre Reuter (beendet am 30.08.2017); Betreuer: Philipp Klein, M. Sc.; Dr. Werner Massonne
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Attacks on Bare-Metal Malware Analysis Infrastructures. Bearbeiter: Uwe Schroeter (beendet am 31.8.2017); Betreuer: Ralph Palutke, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Erkennung und Analyse von Tracking auf Webseiten. Bearbeiter: Chris Hinze (beendet am 31.08.2017); Betreuer: Philipp Klein, M. Sc.; Dr. Werner Massonne
- Bachelor Thesis: Large-Scale Dynamic Analysis Framework for Android Play Store Apps. Bearbeiter: Sven Koch (beendet am 11.9.2017); Betreuer: Vincent Haupert, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Native Extraktion des Kamerasensorrauschens von Mobilgeräten. Bearbeiter: Henrik Erb (beendet am 25.9.2017); Betreuer: Vincent Haupert, M. Sc.

- Master Thesis: Intrinsic Image Decomposition based on Deep Learning. Bearbeiter: Maximilian Dankbar (beendet am 30.09.2017); Betreuer: Benjamin Hadwiger, M. Sc.; Dr.-Ing. Christian Riess; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Master Thesis: Detection of Private Data Leaks in Android Applications. Bearbeiter: Benjamin Scheel (beendet am 02.10.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Mykolai Protsenko; Dr.-Ing. Tilo Müller
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Erstellung einer Sammlung von Angriffssignaturen in Fahrzeugkommunikationssystemen. Bearbeiter: Sergey Datsevich (beendet am 04.10.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Tilo Müller; Tobias Latzo, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Illuminant Color Estimation on Different Image Formation Pipelines. Bearbeiter: Lucie Meissner (beendet am 9.10.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Christian Riess; Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Implementation and Evaluation of LAZY_FULL_RELRO. Bearbeiter: Holger Huettl (beendet am 10.10.2017); Betreuer: Ralph Palutke, M. Sc.
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: HFS+ Forensics. Bearbeiter: Tobias Witte (beendet am 16.10.2017); Betreuer: Ralph Palutke, M. Sc.
- Master-Projekt: Resilient Android Device Binding. Bearbeiter: Van Tuan Vo (beendet am 23.10.2017); Betreuer: Vincent Haupert, M. Sc.
- Master Thesis: Forensic Analysis of Microsoft's Resilient File System. Bearbeiter: Sven Behrenhoff (beendet am 27.10.2017)
- Master Thesis: Analyse von eventbasierten Änderungen in SQLite Datenbanken zur automatischen forensischen Ereignisrekonstruktion. Bearbeiter: Andreas Frembs (beendet am 30.10.2017)
- Bachelor Thesis: Effiziente Erkennung von Schwachstellen in Webanwendungen. Bearbeiter: Karl Werner (beendet am 02.11.2017)
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: An Empirical Study of Malicious Native Libraries on Android. Bearbeiter: Oskar Milisterfer (beendet am 6.11.2017); Betreuer: Anatoli Kalysch, M. Sc.; Dr.-Ing. Tilo Müller
- Master Thesis: Intrusion Detection Systeme im Fahrzeug - Design und Umsetzung einer leichtgewichtigen Lösung zur Erkennung von Eingriffen in die vernetzte Fahrzeugarchitektur. Bearbeiter: Daniel Laffling (beendet am 8.11.2017); Betreuer: Tobias Latzo, M. Sc.; Dr.-Ing. Tilo Müller
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Using Memory Leaks for Kernel Subversion. Bearbeiter: Jonathan Hacker (beendet am 13.11.2017); Betreuer: Ralph Palutke, M. Sc.
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Evaluation of Security Features in Today's Operating Systems. Bearbeiter: Jonas Roeckl (beendet am 15.11.2017); Betreuer: Ralph Palutke, M. Sc.

– Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Sicherheitsanalyse eines Medizinproduktes im Klinikumumfeld. Bearbeiter: Andreas Schieb (beendet am 17.11.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Johannes Götzfried; Dr.-Ing. Tilo Müller

– Master Thesis: Security Analysis of the ZigBee 3.0 Update Mechanism. Bearbeiter: Lukas Rothe (beendet am 21.11.2017); Betreuer: Philipp Morgner, M. Sc.

– Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Evaluating the Effectiveness of Machine Learning for Android Packer Detection and Classification. Bearbeiter: Anonymous Anonymous (beendet am 27.11.2017); Betreuer: Anatoli Kalysch, M. Sc.; Dr.-Ing. Tilo Müller

– Master Thesis: Dynamische Testfallgenerierung für Cross-Site-Scripting-Schwachstellen. Bearbeiter: Alexander Borgardt (beendet am 30.11.2017)

– Master Thesis: ”Implementierung und Evaluation eines kontextabhängigen, Grammatik-basierten Fuzzers”. Bearbeiter: Alexander Borgardt (beendet am 1.12.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Benjamin Stritter

– Master Thesis: Security versus Functionality? - A design and test of a study. Bearbeiter: Sabrina Jahn (beendet am 15.12.2017); Betreuer: Dr. Zinaida Benenson

– Master Thesis: Linux Memory Forensics: Expanding Rekall to investigate the Userland. Bearbeiter: Johannes Stadlinger (beendet am 19.12.2017)

– Master Thesis: Automatic Replacement of an Android Application Security Solution with Malware. Bearbeiter: Nicolas Schneider (beendet am 22.12.2017); Betreuer: Vincent Haupert, M. Sc.

5 Lehrstuhl für Informatik 2 (Programmiersysteme)

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49-9131-85-27621
Fax: +49-9131-85-28809
E-Mail: info@i2.informatik.uni-erlangen.de

Ordinarius:
Prof. Dr. Michael Philippsen
Honorarprofessor:
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips
Emeritus:
Prof. em. Dr. Hans Jürgen Schneider
Sekretariat:
Margit Zenk
Wiss. Mitarbeiter:
Michael Baer, M. Sc.
Dipl.-Inf. Thorsten Blaß
Tobias Feigl, M. Sc. (ab 01.10.2017)

Florian Jung, M. Sc. (ab 01.12.2017)
Marius Kamp, M. Sc.
Dipl.-Math. Jakob Krainz (bis 30.06.2017)
Patrick Kreutzer, M. Sc.
Florian Mayer, M. Sc. (ab 01.08.2017)
Dr.-Ing. Christopher Mutschler
Dipl.-Inf. Daniela Novac
Dr.-Ing. Norbert Oster, Akad. ORat
IT-Betreuer:
Dipl.-Ing. (FH) Helmut Allendorf
Manfred Uebler
Gast:
Dr.-Ing. Josef Adersberger
Florian Lautenschlager, M. Sc.
Externes Lehrpersonal:
Dr.-Ing. Klaudia Dussa-Zieger
Dr.-Ing. Martin Jung

Seit Prof. Dr. Michael Philippsen 2002 die Leitung des 1972 gegründeten Lehrstuhls übernommen hat, stehen **Programmiersysteme für heterogene Multicore-Rechner** im Zentrum der Forschungsarbeiten des Lehrstuhls.

Bis 2014/2015 standen dabei vor allem systemnahe Forschungsthemen im Vordergrund, die näher an der Hardware, den Laufzeitsystemen, den unterliegenden Betriebssystemen und der Frage der Programmierung dieser Rechensysteme ausgerichtet waren. Es ging dem Lehrstuhl bisher insbesondere darum, das Parallelisierungspotential einer Anwendung verlustarm an die in der Hardware vorhandene Parallelität anzupassen und die von der Hardware bereitgestellten Möglichkeiten effizient nutzbar zu machen. Weil diese systemnahen Fragen noch immer von aktueller Bedeutung sind, werden sie auch in Zukunft in einigen Projekten des Lehrstuhls bearbeitet.

Jetzt konzentriert sich der Lehrstuhl auf Forschungsthemen, die ingenieurwissenschaftliche Antworten für den Software-Ingenieur liefern, der im Rahmen industrieller Software-Entwicklung für Multicore-Rechner, für daraus bestehende verteilte Systeme, für paralleles Cloud-Computing sowie für vernetzte eingebettete Systeme parallele Software entwickelt.

5.1 Forschungsschwerpunkte

Die Eckpunkte der vom Lehrstuhl bearbeiteten **Programmiersystemforschung** lassen sich wie folgt abstecken:

(a) Aufgrund des weiterhin dringenden Bedarfs entwickeln und evaluieren wir auch zukünftig **Programmiermodelle**, die heterogene parallele Komponenten mit einer einheitlichen Schnittstelle versehen und portablen Code ermöglichen, der auf unterschiedlichen Konfigurationen (aus Multicores, GPUS, Acceleratoren, FPGAs etc.) lauffähig ist. Nur so können sich Investitionen in parallele Software längerfristig rechnen.

(b) Es wird weiter an wirtschaftlicher Bedeutung gewinnen, vorhandene Software für Multicore-Rechner zu parallelisieren. Wir erforschen neuartige Werkzeuge, die auf **Code-Repositories** arbeiten, diese analysieren und den Entwickler bei **Migration, Refaktorisierung und Parallelisierung** unterstützen. In speziellen Situationen und Kontexten ist eine automatische Parallelisierung möglich und effektiv.

(c) Wegen der durch die Parallelität und den Synchronisierungsbedarf gestiegenen Komplexität muss der Entwickler stärker als bisher bei der Neu- und Weiterentwicklung von parallelem Code unterstützt werden, um Fehler im Vorfeld zu vermeiden und frühzeitig zu erkennen und zu beheben, auch weil diese Tätigkeiten nicht länger dem systemnah arbeitenden Spezialisten vorbehalten sind. Wir entwickeln dazu **schnellere, interaktive, inkrementelle und ggf. selbst parallel ausgeführte Code-Analysen**, durch die nicht nur Wettlaufsituationen, konkurrierende Ressourcenzugriffe etc. entdeckt werden, sondern die dem Programmierer auch punktgenau und interaktiv in der Entwicklungsumgebung Verbesserungsvorschläge für den gerade in der Entwicklung befindlichen Code liefern.

(d) Im Lebenszyklus von paralleler Software stellen sich durch den Indeterminismus der Nebenläufigkeit auch beim **Test paralleler Programme**, bei ihrer Qualitätssicherung, bei der Sicherstellung der **Code-Authentizität** sowie bei ihrem Betrieb und ihrer **Diagnose** neuartige und an Bedeutung gewinnende Fragen. Wir untersuchen, wann paralleler Code ausreichend gut getestet ist, wie man parallele Programme gegen Angriffe schützen kann, wie Testdaten für parallele Programme erzeugt werden können, wie Ursachen von erratischem Verhalten des parallelen Codes systematisch gefunden werden können etc. Diese Fragen erhalten durch das Vorhandensein der Parallelität im Code eine neue Dimension, die etablierte Techniken aus dem Software-Engineering nur unzureichend beantworten können.

Der Lehrstuhl arbeitet stets **Programm-Code-basiert** und erstellt funktionsfähige **Prototypen** der erforschten Werkzeuge. Uns ist dabei eine **qualitative und quantitative Evaluation** sehr wichtig.

5.2 Forschungsprojekte

5.2.1 Inkrementelle Code-Analyse

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:
Jakob Krainz

Laufzeit: 01.04.2012 – 30.06.2017

Um sicherzustellen, dass Fehler im Programmdesign schon früh im Entwicklungsprozess gefunden werden, ist es nützlich, Fehler möglichst schon während des Editierens des Programms zu finden. Dazu sollte die verwendete Analyse so schnell sein, dass ein

interaktiver Einsatz möglich ist. Eine Möglichkeit, dies umzusetzen, ist der Einsatz von inkrementeller Analyse, bei der die Analyseergebnisse von Teilen eines Programms zu Gesamtergebnissen kombiniert werden. Vorteil von inkrementeller Programmanalyse ist, dass bei kleineren Änderungen ein großer Teil der Analyseergebnisse wieder verwendet werden kann, wie auch z.B. Analyseergebnisse von u.U. verwendeten Programmbibliotheken. Hierdurch kann der Analyseaufwand drastisch reduziert werden, wodurch die Analyse interaktiv nutzbar wird.

Unsere Analyse basiert darauf, für (Teile von) einzelnen Funktionen zu bestimmen, welche Auswirkungen die Ausführung auf den Zustand des Programms zur Laufzeit haben kann. Hierzu wird der Laufzeitzustand eines Programms abstrakt durch einen Graphen dargestellt, der die im Speicher befindlichen Variablen und Objekte und ihre Verzeigerung beschreibt. Die Funktion wird symbolisch ausgeführt und dabei wird bestimmt, welche Änderungen an dem Laufzeitzustand bzw. an dem diesen darstellenden Graphen verursacht werden können. Um die Effekte von Hintereinanderausführung von Programmteilen, Funktionsaufrufen, Schleifen, etc. zu bestimmen, können die Änderungsbeschreibungen der Programmteile dann zu größeren Änderungsbeschreibungen kombiniert werden. Die Analyse geht dabei Bottom-Up vor, analysiert also eine aufgerufene Funktion vor der aufrufenden Funktion (wobei Rekursion analysierbar ist).

In 2017 lag der Schwerpunkt unserer Forschung darauf, die eingesetzten Algorithmen und Datenstrukturen weiter zu entwickeln. Zusätzlich zu einer besseren Skalierbarkeit der Analyse bei großen zu analysierenden Programmen und einer Weiterentwicklung der inkrementellen Analyse (bei der die Analyseergebnisse von unveränderten Programmteilen weiterverwendet werden), lag der Fokus darauf, die Analyse anschaulich zu dokumentieren, ihre Korrektheit nachzuvollziehen und eine theoretische Grundlage zu konstruieren.

5.2.2 Entwicklung adaptiver Algorithmen in funkbasierten Lokalisierungssystemen

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:
Dr.-Ing. Christopher Mutschler

Laufzeit: 15.05.2016 – 31.03.2017

Förderer:
Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen

Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung adaptiver Algorithmen für den Einsatz in Funklokalisierungssystemen. Im Rahmen dieses Projekts werden drei wesentliche Themen bearbeitet:

Automatisierte Konfiguration der Ereignis-Detektoren. In vorangegangenen Forschungsprojekten wurden die Grundlagen zur Analyse verrauschter Sensordatenströme

gelegt. Allerdings bestand hierbei noch das Problem, dass Ereignis-Detektoren aufwändig und genau parametrisiert werden müssen, zufriedenstellende Ergebnisse zu produzieren. Dieses Arbeitspaket betrachtet Möglichkeiten einer automatisierten Konfiguration der Ereignis-Detektoren auf Basis vorhandener Ereignis- und Sensordatenströme.

In 2016 wurden erste Konzepte untersucht, um aus einer Vielzahl vorhandener Spieldaten die optimale Konfiguration der Ereignis-Detektoren zu bestimmen. Dabei wurden in einer Fußballanwendungen Spiele und Spielszenen durch Sportwissenschaftler manuell annotiert (z.B. Spieler A tritt Ball mit linkem Fuß zum Zeitpunkt t). Diese manuell annotierten Spielszenen sollen später zur Optimierung der Parameter in der Hierarchie von Ereignisdetektoren herangezogen werden.

Evaluierung von Methoden und Techniken des maschinellen Lernens für Anwendungen zur Lokalisierung. In vorhergehenden Forschungsprojekten wurden bereits erste Algorithmen des maschinellen Lernens im Kontext funkbasierter Lokalisierungssysteme entwickelt (z.B. evolutionäre Algorithmen zur Bestimmung von Antennenpositionen und -ausrichtungen). Im Rahmen dieses Arbeitspakets werden weitere Ansätze untersucht, um Lokalisierungssysteme durch derartige Methoden zu unterstützen.

Im Jahr 2016 wurden erste Ansätze evaluiert, um Teile der Positionsrechnung laufzeitbasierter Funklokalisierungssysteme durch Methoden des maschinellen Lernens zu ersetzen. Bislang werden die Rohdaten solcher Systeme durch eine Signalverarbeitungskette (Analog-Digital-Wandlung, Ankunftszeitbestimmung, Kalman-Filterung, Bewegungsanalyse) zu einer Position verrechnet. Dies erfordert einen vergleichsweise hohen Installations- und Konfigurationsaufwand für die Inbetriebnahme eines Lokalisierungssystems in der Zielumgebung und für die Zielanwendung.

Evaluierung bildgebender Verfahren zur Unterstützung funkbasierter Lokalisierungssysteme. Funkbasierte Lokalisierungssysteme können ihre Stärken gegenüber Kamera-basierten Lokalisierungssystemen immer dann ausspielen, wenn es zu Verdeckungen von Objekten kommen kann. Im Gegenzug haben Funkbasierte Systeme Probleme mit metallischen Aufbauten/Oberflächen, da die Funkwellen an metallischen Oberflächen reflektiert werden und damit über mehrere Pfade an den Empfangsantennen empfangen werden. In diesem Arbeitspaket sollen Algorithmen für eine Bild-basierte Ortungskomponente entwickelt werden, um Funk-Lokalisierungssysteme bei der Positionsrechnung zu unterstützen.

In 2016 wurde damit begonnen zwei unterschiedliche Systeme zu entwickeln: CNN-Lok, ein System zur kamerabasierten Eigenlokalisierung von Objekten (sog. inside-out tracking), sowie InfraLok ein System zur Lokalisierung mir Kameras in der Infrastruktur (sog. outside-in tracking) auf Infrarot-Basis. CNNLok nutzt ein Convolutional Neural Network, trainiert auf einer Vielzahl von in der Zielumgebung erstellter Kamerabilder. Das Netzwerk liefert anschließend zu einem aktuellen Kamerabild die Position der Kamera (bzw. des Objektes) im Raum. InfraLok detektiert Infrarot-LEDs über ein Multi-Kamerasystem und ermittelt deren Position im Raum.

5.2.3 Automatische Erkennung von Wettlaufsituationen

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:
Michael Baer

Beginn: 01.01.2016

Große Softwareprojekte, an denen hunderte Entwickler arbeiten, sind schwer zu überblicken und enthalten viele Fehler. Zum Testen solcher Software haben sich automatisierte Tests bewährt, die Teilbereiche der Software (Unit-Tests) oder die komplette Software (Systemtest) testen und Fehler reproduzierbar erkennen können. Dieses Vorgehen funktioniert gut bei sequentiellen Programmen, die ein deterministisches Verhalten aufweisen. Moderne Software enthält jedoch vermehrt Parallelität. Durch diese Nebenläufigkeit treten etliche neue, teils schwer zu lokalisierende, Fehler auf, die nicht mehr durch herkömmliche Testverfahren sicher detektiert werden können. Dazu gehören vor allem Verklemmungen und gleichzeitige Zugriffe auf die selbe Speicherstelle. Ob ein solcher Fehler auftritt, hängt von dem konkreten Ausführungsplan der Aktivitätsfäden ab. Dieser unterscheidet sich jedoch bei jeder Ausführung und ist auch stark von dem darunterliegenden System abhängig. Somit treten entsprechende Fehler normalerweise nicht bei jedem Testlauf auf, je nach Testsystem sogar niemals. Aus diesem Grund sind die herkömmlichen Testverfahren nicht mehr ausreichend für moderne, nebenläufige Software.

In dem Projekt AuDeRace werden Verfahren entwickelt, die Nebenläufigkeitsfehler reproduzierbar, effizient und mit möglichst geringen Aufwand für Entwickler erkennen können. Unter anderem wird eine Technik entwickelt, die es ermöglicht, Tests um einen Ablaufplan zu erweitern, durch den die Ausführung weiterhin deterministisch bleibt. Ein weiteres generelles Problem an Tests bleibt dabei aber bestehen: Der Entwickler muss sich zunächst Testfälle überlegen und diese anschließend implementieren. Insbesondere im Kontext von Parallelität ist es aber extrem schwer, sich das Verhalten von Programmen vorzustellen und problematische Stellen zu identifizieren. Deshalb sollen kritische Stellen automatisiert erkannt werden, bevor überhaupt entsprechende Tests geschrieben wurde. Es existieren bereits Ansätze, potentiell kritische Stellen zu detektieren, allerdings werden dabei entweder sehr viele fälschliche Warnungen generiert oder die Analyse ist immens zeitintensiv. Ziel dieses Projektes ist es, durch eine geeignete Kombination aus statischer und dynamischer Analyse, die Anzahl an falschen Erkennungen zu reduzieren, bzw. langsame Analysen zu beschleunigen, sodass die Verfahren nicht nur in kleinen Testbeispielen funktionieren, sondern auch komplexe Softwareprojekte effizient analysieren können.

Im Jahr 2016 wurden bestehende Ansätze und Programme auf ihre Tauglichkeit untersucht. Dabei wurde ein vielversprechendes Verfahren ausgemacht, das mithilfe von Model Checking und vorgegebenen Bedingungen Ablaufpläne konstruiert, die ungewolltes Verhalten erzeugen. Allerdings zeigten die Ergebnisse ein deutliches Problem hinsichtlich eines produktiven Einsatzes, da in sinnvoller Zeit nur sehr kleine Programme analysiert werden konnten. Daher beschäftigte sich das Projekt damit, die Programme um möglichst viele Anweisungen zu kürzen, die nichts mit den gesuchten Wettlaufsituationen zu tun haben. Dadurch sollen spätere Analysen beschleunigt werden.

Im Jahr 2017 wurden die Untersuchungen zur automatischen Reduktion von Programmen weitergeführt. Außerdem wurde erforscht, ob sich die existierende Technik des Mu-

tationstestens auch auf nebenläufige Programme erweitern lässt. Die Ergebnisse zeigen, dass es durchaus möglich ist, Tests für eine parallele Software qualitativ zu bewerten. Allerdings muss teilweise auf Heuristiken zurückgegriffen werden, um auch größere Projekte in vertretbarer Zeit bewerten zu können.

Das Projekt stellt einen Beitrag des Lehrstuhls Informatik 2 zum IZ ESI (Embedded Systems Initiative, http://www.esi.fau.de/) dar.

5.2.4 Analyse von Code-Repositories

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:
Patrick Kreutzer
Georg Dotzler
Marius Kamp

Beginn: 01.01.2010

Bei der Weiterentwicklung von Software führen die Entwickler oftmals sich wiederholende, ähnliche Änderungen durch. Dazu gehört beispielsweise die Anpassung von Programmen an eine veränderte Bibliotheksschnittstelle, die Behebung von Fehlern in funktional ähnlichen Komponenten sowie die Parallelisierung von sequentiellen Programmteilen. Wenn jeder Entwickler die nötigen Änderungen selbst erarbeiten muss, führt dies leicht zu fehlerhaften Programmen, beispielsweise weil weitere zu ändernde Stellen übersehen werden. Wünschenswert wäre stattdessen ein automatisiertes Verfahren, das ähnliche Änderungen erkennt und mit dieser Wissensbasis Software-Entwickler bei weiteren Änderungen unterstützt.

Änderungsextraktion

In 2017 entwickelten wir ein neues Vorschlagssystem mit Namen ARES (Accurate REcommendation System). Verglichen mit bisherigen Ansätzen erzeugt es genauere Vorschläge, da seine Algorithmen Code-Verschiebungen während der Muster- und Vorschlagserzeugung berücksichtigen. Der Ansatz basiert darauf, dass zwei Versionen eines Programms miteinander verglichen werden. Das Werkzeug extrahiert dabei automatisch, welche Änderungen sich zwischen den beiden Versionen ergeben haben, und leitet daraus generalisierte Muster aus zu ersetzenden Code-Sequenzen ab. Diese Muster können anschließend von ARES dazu verwendet werden, analoge Änderungen für den Quellcode anderer Programme automatisch vorzuschlagen.

Zur Extraktion der Änderungen verwenden wir ein baumbasiertes Verfahren. Im Jahr 2016 wurde ein neuer Algorithmus (MTDIFF) für solche baumbasierten Verfahren entwickelt und gut sichtbar publiziert, der die Genauigkeit der Änderungsbestimmung verbessert.

Symbolische Ausführung von Code-Fragmenten

Im Jahr 2014 wurde ein neues Verfahren zur symbolischen Code-Ausführung namens SYFEX entwickelt, welches die Ähnlichkeit des Verhaltens zweier Code-Teilstücke bestimmt. Mit diesem Verfahren soll eine Steigerung der Qualität der Verbesserungsvorschläge erreicht werden. Abhängig von der Anzahl und Generalität der Muster in der Datenbank kann SIFE ohne das neue Verfahren unpassende Vorschläge liefern. Um dem Entwickler nur die passenden Vorschläge anzuzeigen, wird das semantische Verhalten des Vorschlags mit dem semantischen Verhalten des Musters aus der Datenbank verglichen. Weichen beide zu sehr voneinander ab, wird der Vorschlag aus der Ergebnismenge entfernt. Die Besonderheit von SYFEX besteht darin, dass es auf herausgelöste Code-Teilstücke anwendbar ist und keine menschliche Vorkonfiguration benötigt.

SYFEX wurde im Jahr 2015 verfeinert und auf Code-Teilstücke aus Archiven von verschiedenen Software-Projekten angewendet. Der Schwerpunkt im Jahr 2016 lag auf einer Untersuchung, inwieweit SYFEX zum semantischen Vergleich von Abgaben eines Programmierwettbewerbs geeignet ist. Im Jahr 2017 wurde SYFEX optimiert. Des Weiteren wurde mit der Erstellung eines Datensatzes semantisch ähnlicher Methoden aus quelloffenen Software-Archiven begonnen.

Detektion von semantisch ähnlichen Code-Fragmenten

SYFEX erlaubt es, die semantische Ähnlichkeit zweier Code-Fragmente zu bestimmen. So ist es damit prinzipiell möglich, Paare oder Gruppen von semantisch ähnlichen Code-Fragmenten (semantische Klone) zu identifizieren. Auf Grund des hohen Laufzeitaufwands verbietet sich der Einsatz von SYFEX – wie auch von anderen Werkzeugen dieser Art – allerdings, um in größeren Code-Projekten nach semantisch ähnlichen Code-Fragmenten zu suchen. Im Jahr 2016 wurde deshalb mit der Entwicklung eines Verfahrens begonnen, mit dessen Hilfe die Detektion semantisch ähnlicher Code-Fragmente beschleunigt werden kann. Grundlage dieses Verfahrens ist eine Reihe von sog. Basiskomparatoren, die zwei Code-Fragmente jeweils hinsichtlich eines Kriteriums (beispielsweise die Anzahl bestimmter Kontrollstrukturen oder die Beschaffenheit der Kontrollflussgraphen) miteinander vergleichen und dabei möglichst geringen Laufzeitaufwand haben. Diese Basiskomparatoren können anschließend zu einer Hierarchie von Verfahren verknüpft werden. Um damit die semantische Ähnlichkeit zweier Fragmente möglichst genau bestimmen zu können, wird mit Hilfe der Genetischen Programmierung nach Hierarchien gesucht, die die von SYFEX für eine Reihe von Code-Paaren berechneten Ähnlichkeitswerte möglichst gut approximieren. Im Rahmen einer ersten Untersuchung hat sich gezeigt, dass sich das implementierte Verfahren tatsächlich für die Bestimmung von semantisch ähnlichen Code-Paaren eignet.

Die Implementierung dieses Verfahrens wurde im Jahr 2017 weiter verbessert. Zudem spielte die tiefergehende Evaluation des Verfahrens auf Basis von Methodenpaaren aus Software-Archiven sowie von Abgaben für Programmieraufgaben eine wichtige Rolle.

Semantische Code-Suche

Häufig steht die bei der Software-Entwicklung zu implementierende Funktionalität bereits in ähnlicher Form als Teil von Programmbibliotheken zur Verfügung. In vielen Fällen ist es ratsam, diese bereits vorhandene Realisierung zu verwenden statt die Funktionalität erneut zu implementieren, beispielsweise um den Aufwand für das Entwickeln und Testen des Codes zu reduzieren.

Voraussetzung für die Wiederverwendung einer für den Anwendugszweck geeigneten Implementierung ist, dass Entwickler diese überhaupt finden können. Zu diesem Zweck werden bereits heute regelmäßig Code-Suchmaschinen verwendet. Etablierte Verfahren stützen sich dabei insbesondere auf syntaktische Merkmale, d.h. der Nutzer gibt beispielsweise eine Reihe von Schlüsselwörtern oder Variablen- und Methodennamen an, nach denen die Suchmaschine suchen soll. Bei diesen Verfahren bleibt die Semantik des zu suchenden Codes unberücksichtigt. Dies führt in der Regel dazu, dass relevante, aber syntaktisch verschiedene Implementierungen nicht gefunden werden ("false negatives") oder dass syntaktisch ähnliche, aber semantisch irrelevante Ergebnisse präsentiert werden ("false positives"). Die Suche nach Code-Fragmenten auf Basis ihrer Semantik ist Gegenstand aktueller Forschung.

Im Jahr 2017 wurde am Lehrstuhl mit der Entwicklung eines neuen Verfahrens zur semantischen Code-Suche begonnen. Der Nutzer spezifiziert dabei die gesuchte Funktionalität in Form von Eingabe-Ausgabe-Beispielen. Mit Hilfe eines aus der Literatur stammenden Verfahrens zur Funktionssynthese wird eine Methode erzeugt, die das durch die Beispiele beschriebene Verhalten möglichst genau realisiert. Diese synthetisierte Methode wird dann mit Hilfe des im Rahmen dieses Forschungsprojekts entwickelten Verfahrens zur Detektion von semantisch ähnlichen Code-Fragmenten mit den Methodenimplementierungen vorgegebener Programmbibliotheken verglichen, um ähnliche Implementierungen zu finden, die dem Nutzer als Ergebnis der Suche präsentiert werden. Eine erste Evaluation der prototypischen Implementierung zeigt die Umsetzbarkeit und Verwendbarkeit des Verfahrens.

Cluster-Bildung von ähnlichen Code-Änderungen

Voraussetzung für die Erzeugung generalisierter Änderungsmuster ist es, die Menge aller aus einem Quelltext-Archiv extrahierten Code-Änderungen in Teilmengen zueinander ähnlicher Änderungen aufzuteilen. Im Jahr 2015 wurde diese Erkennung ähnlicher Änderungen im Rahmen eines neuen Werkzeugs C3 verbessert. In einem ersten Schritt wurden verschiedene Metriken für den paarweisen Ähnlichkeitsvergleich der extrahierten Code-Änderungen implementiert und evaluiert. Darauf aufbauend wurden aus der Literatur bekannte Clustering-Algorithmen evaluiert und neue Heuristiken zur automatisierten Bestimmung der jeweiligen Parameter implementiert, um das bisherige naive Verfahren zur Identifizierung ähnlicher Änderungen zu ersetzen. Mit den im Rahmen von C3 implementierten Verfahren konnte im Vergleich zum bisherigen Ansatz eine deutliche Verbesserung erzielt werden. So können mit den neuen Verfahren mehr Gruppen ähnlicher Änderungen identifiziert werden, die sich für die Weiterverarbeitung im Rahmen von SIFE zur Generierung von Vorschlägen eignen.

Die zweite Verbesserung zielt darauf ab, die erhaltenen Gruppen ähnlicher Änderungen zusätzlich automatisiert zu verfeinern. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Verfahren aus dem Umfeld des maschinellen Lernens zur Ausreißererkennung untersucht, um Änderungen, die fälschlicherweise einer Gruppe zugeordnet wurden, wieder zu entfernen.

Im Jahr 2016 wurde C3 um eine weitere Metrik zum Vergleich zweier Code-Änderungen erweitert, die im Wesentlichen den textuellen Unterschied zwischen den Änderungen (wie er beispielsweise von dem Unix-Werkzeug 'diff' erzeugt wird) bewertet. Des Weiteren wurde das in C3 implementierte Verfahren im Rahmen eines Konferenzbeitrags veröffentlicht. In diesem Zusammenhang wurde auch der zur Evaluation des Verfahrens erzeugte Datensatz von Gruppen ähnlicher Änderungen unter einer Open-Source-Lizenz

veröffentlicht, siehe https://github.com/FAU-Inf2/cthree . Dieser kann zukünftigen Arbeiten als Referenz oder Eingabe dienen. Außerdem wurden prototypisch Verfahren implementiert, mit denen die Ähnlichkeitsberechnung und das Clustering in C3 inkrementell erfolgen können. Diese erlauben es, dass bei neuen Änderungen, die zu einem Software-Archiv hinzugefügt werden, die zuvor bereits berechneten Ergebnisse weiterverwendet werden können und nur ein Teil der Arbeit wiederholt werden muss.

5.2.5 Design for Diagnosability

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:
Florian Lautenschlager
Dr.-Ing. Josef Adersberger

Laufzeit: 15.05.2013 – 31.07.2016
Laufzeitverlängerung bis: 30.09.2018

Förderer:
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (StMWIVT) (ab 10/2013)

Viele Software-Systeme verhalten sich während der Testphase oder sogar im Regelbetrieb im negativen Sinne auffällig. Die Diagnose und die Therapie solcher Laufzeitanomalien ist oft langwierig und aufwändig bis hin zu unmöglich. Mögliche Folgen bei der Verwendung des Software-Systems sind lange Antwortzeiten, nicht erklärbares Verhalten oder auch Abstürze. Je länger die Folgen unbehandelt bleiben, desto höher ist der entstehende wirtschaftliche Schaden.

”Design for Diagnosability”beschreibt eine Werkzeugkette mit Modellierungssprachen, Bausteinen und Werkzeugen, mit denen die Diagnosefähigkeit von Software-Systemen gesteigert wird. Mit dieser Werkzeugkette werden Laufzeitanomalien schneller erkannt und behoben – idealerweise noch während der Entwicklung des Software-Systems. Unser Kooperationspartner QAware GmbH bringt ein Software EKG ein, mit dem die Exploration von Laufzeit-Metriken aus Software-Systemen, visualisiert als Zeitreihen, möglich ist.

Das Forschungsprojekt Design for Diagnosability erweitert das Umfeld dieses bestehenden Software-EKG. Die Software-Blackbox misst minimal-invasiv technische und fachliche Laufzeitdaten des Systems. Die Speicherung der erfassten Daten erfolgt in Form von Zeitreihen in einer neu entwickelten Zeitreihendatenbank Chronix. Chronix ist darauf ausgelegt, eine Vielzahl an Zeitreihen äußerst effizient hinsichtlich Speicherplatzbedarf und Zugriffszeiten zu speichern. Chronix ist ein Open Source Projekt (www.chronix.io) und kann frei benutzt werden. Die Zeitreihen werden mit der Time-Series-API analysiert, z.B. mittels einer automatisierten Strategie zur Erkennung von Ausreißern.

Die Time-Series-API bietet Grundbausteine, um weitere Strategien zur Identifikation von Laufzeitanomalien in Zeitreihen umzusetzen.

Die aufgeführten Werkzeuge werden in Kombination mit dem bestehenden Software-EKG zum Dynamic Analysis Workbench ausgebaut, um eine zeitnahe Diagnose und Behebung von Laufzeitanomalien zu ermöglichen. Hierzu sind Diagnosepläne vorgesehen, die einen Software-Entwickler unterstützen, eine Laufzeitanomalie schneller und zuverlässiger einzugrenzen und zu erkennen. Das Ziel der Werkzeugkette ist die Qualität von Software-Systemen zu erhöhen, insbesondere hinsichtlich der Kennzahlen Mean-Time-To-Repair sowie Mean-Time-Between-Defects.

Vor dem erfolgreichen Projektabschluss im Juli 2016 konnten noch eine Reihe wesentlicher Beiträge geleistet werden:

- Wir haben Chronix und ein Framework zur verteilten Berechnung gekoppelt. Dadurch skaliert die Anomalieanalyse jetzt auf riesige Mengen an Zeitreihendaten.
- Wir haben Chronix fortentwickelt und weitere Komponenten ergänzt, wie z. B. ein noch effizienteres Speichermodell, mehrere Adapter für diverse Zeitreihendatenbanken, weitere server-seitige Analysefunktionen und neue Zeitreihentypen.
- Wir haben unseren Benchmark für Zeitreihendatenbanken veröffentlicht.
- Wir haben zur Analyse von Anomalien einen Ansatz entwickelt, der Aufrufe ausgehend von der Anwendung bis hinein auf die Betriebssystemebene nachvollzieht.

Obwohl die Förderung im Jahr 2016 auslief, haben wir im Jahr 2017 noch weitere Beiträge geleistet:

- Wir haben Chronix auf der USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST) im Februar 2017 in Santa Clara, CA, vorgestellt.
- Wir haben Chronix mit Schnittstellen ausgestattet, um in der Industrie verwendete Zeitreihendatenbanken anzubinden.
- Wir haben einen Ansatz entwickelt, der für eine gegebene Analyse (Funktion und zu analysierende Zeitreihen) die ideale Cluster-Konfiguration (bzgl. Verarbeitungszeit und Kosten) bestimmt.
- Wir haben Spark, ein Rahmenwerk zur verteilten Verarbeitung von Massendaten so erweitert, dass die GPU bei der verteilten Analyse von Zeitreihen genutzt werden kann. Ergebnisse haben wir auf der Apache Big Data Konferenz im Mai 2017 in Miami, Florida, vorgestellt.

5.2.6 International Collegiate Programming Contest an der FAU

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:

Daniela Novac
Michael Baer

Beginn: 01.11.2002

Die Association for Computing Machinery (ACM) richtet seit Jahrzehnten den International Collegiate Programming Contest (ICPC) aus. Dabei sollen Teams aus je drei Studenten in fünf Stunden neun bis elf Programmieraufgaben lösen. Als Erschwernis kommt hinzu, dass nur ein Computer pro Gruppe zur Verfügung steht. Die Aufgaben erfordern solide Kenntnisse von Algorithmen aus allen Gebieten der Informatik und Mathematik, wie z.B. Graphen, Kombinatorik, Zeichenketten, Algebra und Geometrie.

Der ICPC wird jedes Jahr in drei Stufen ausgetragen. Zuerst werden innerhalb der Universitäten in lokalen Ausscheidungen die maximal drei Teams bestimmt, die dann zu den regionalen Wettbewerben entsandt werden. Erlangen liegt seit dem Jahr 2009 im Einzugsbereich des Northwestern European Regional Contest (NWERC), an dem u.a. auch Teams aus Großbritannien, den Benelux-Staaten und Skandinavien teilnehmen. Die Sieger aller regionalen Wettbewerbe der Welt (und einige Zweitplatzierte) erreichen die World Finals, die im Frühjahr des jeweils darauffolgenden Jahres (2018 in Beijing, China) stattfinden

Im Jahr 2017 fanden zwei lokale Wettbewerbe an der FAU statt. Im Wintersemester wurde ein Mannschaftswettbewerb ausgetragen mit dem Ziel, neue Studierende für die Wettbewerbe zu begeistern - es meldeten sich 29 Erlanger Teams an. Jedes Team bestand aus maximal drei Studenten. Außerdem nahmen noch 35 Teams von anderen europäischen Universitäten teil. Im Sommersemester fand vor dem Wettbewerb zum wiederholten Mal das Hauptseminar ”Hallo Welt! - Programmieren für Fortgeschrittene”statt, um Studierende verschiedener Fachrichtungen in Algorithmen und Wettbewerbsaufgaben zu schulen. Der Wettbewerb im Sommersemester diente danach der Auswahl der studentischen Vertreter der FAU für den NWERC 2017 in Bath (GB). Insgesamt nahmen an dem deutschlandweit organisierten Ausscheidungskampf eine Rekordzahl von 36 Teams der FAU mit Studenten verschiedenster Fachrichtungen teil.

Aus den besten Teams und unter Berücksichtigung der Altersbegrenzung, wurden neun Studenten ausgewählt, die für den NWERC Dreierteams bildeten. Diese erreichten dann beim NWERC in Bath die Plätze 14, 29 und 57 von insgesamt 120 teilnehmenden Teams und somit eine solide Platzierung, knapp an einer Medaille vorbei.

5.2.7 Software-Wasserzeichen

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:
Daniela Novac

Beginn: 01.01.2016

Unter Software-Wasserzeichnen versteht man das Verstecken von ausgewählten Merkmalen in Programme, um sie entweder zu identifizieren oder zu authentifizieren. Das ist nützlich im Rahmen der Bekämpfung von Software-Piraterie, aber auch um die richtige Nutzung von Open-Source Projekten (wie zum Beispiel unter der GNU Lizenz stehende Projekte) zu überprüfen. Die bisherigen Ansätze gehen davon aus, dass das Wasserzeichen bei der Entwicklung des Codes hinzugefügt wird und benötigen somit das Verständnis und den Beitrag der Programmierer für den Einbettungsprozess. Ziel unseres Forschungsprojekts ist es, ein Wasserzeichen-Framework zu entwickeln, dessen Verfahren automatisiert beim übersetzen des Programms Wasserzeichen hinzufügen, auch für existierende Programme. Als ersten Ansatz untersuchen wir eine Wasserzeichenmethode, die auf einer symbolischen Ausführung und anschließender Funktionsynthese basiert.

Im Jahr 2017 wurden dazu verschiedene Funktionssynthese-Methoden untersucht, um zu ermitteln, welche sich für unsere Ansatz eignen würden.

5.2.8 Parallele Code-Analyse auf einer GPU

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:
Thorsten Blaß

Beginn: 01.07.2013

Im Übersetzerbau (und auch an anderen Stellen) gibt es Analyseverfahren, bei denen Informationen solange durch einen Graph propagiert und dabei verändert werden, bis sich das Analyseergebnis als Fixpunkt einstellt.

Ziel dieses Projektes ist ein Programmrahmen, in dem verschiedene derartige Verfahren parallel und dadurch schneller auf der Graphikkarte ablaufen können.

Graphen sind eine fundamentale Datenstruktur zur Repräsentation der Beziehungen zwischen Daten (z.B. soziale Netzwerke, Analyse der Verlinkung von Webseiten). Zu analysierende Graphen können Millionen/Milliarden von Knoten/Kanten enthalten. GPUs können Graphen mit mehreren 1000 Threads parallel verarbeiten. Graph-Analysen arbeiten nach dem Bulk Synchrones Parallel (BSP) Model. Eine Graph-Analyse zerfällt in drei, strikt getrennte, Phasen: Rechnen, Kommunikation und Synchronisation. Letztere beiden setzen Interaktion mit dem Host (CPU) voraus, welche sich negativ auf die Laufzeit auswirken. Unser GPU-basierter Übersetzer arbeitet ebenfalls nach dem BSP Model: Ein Entwickler modifiziert Code, dieser wird in einen (Kontrollfluss-) Graphen transformiert und auf der GPU analysiert. Jede Code-Veränderung löst diesen Zyklus aus. Der Graph muss also sehr schnell aufgebaut und auf die GPU transferiert werden.

Publikationen im Bereich der Graph-Analysen beschränken sich darauf, das Rechnen zu beschleunigen und auch nur dies zu vermessen. Die Ende-zu-Ende Zeit der Ausführung eines Programmes wird nicht berücksichtigt. Der Einfluss der Kommunikation und Synchronisation wird außer Acht gelassen, hat aber einen entscheidenden Einfluss auf die Laufzeit.

Für unseren GPU gestützten Übersetzer, betrachten wir alle drei Phasen des BSP-Models. 2017 veröffentlichten wir ein Papier, das die Synchronisation erheblich beschleunigt. Ferner fokussierten wir uns auf die Kommunikation. In diesem Kontext bedeutet Kommunikation das Kopieren des Graphen auf die GPU (und zurück). Während diese Zeit stark von der Datenstruktur des Graphen abhängt, beeinflusst sie auch die Dauer der Rechenphase.

Weil bislang noch keine Untersuchung in der Literatur vorhanden ist, die die Datenstrukturen systematisch hinsichtlich ihrer Effizienz im Kontext von GPUs untersucht, implementierten wir einerseits mehrere Benchmarks, die unterschiedliche Eigenschaften von Graphen abfragen (Zugriff nur auf Vorgänger/Nachfolger, zufälliger Zugriff auf Knoten). Andererseits implementierten wir 8 Datenstrukturen zur Darstellung von Graphen auf der GPU. Die daraus resultierenden Kombinationen wurden mit, strukturell verschiedenen, Eingabegraphen vermessen. Die Ergebnisse sollen Entwickler bei der passenden Wahl der Datenstruktur für ihr GPU-Problem unterstützen.

5.3 Projektunabhängige Publikationen

- Feigl, T., Mutschler, C., Philippsen, M., & Kõre, E. (2017). Acoustical manipulation for redirected walking. In Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '17) (pp. 45:1-45:2). Gothenburg, SE: New York: ACM.
- Blaß, T., Philippsen, M., & Veldema, R. (2017). Efficient Inspected Critical Sections in data-parallel GPU codes. In Rauchwerger, Lawrence (Eds.), Proceedings of the 30th International Workshop on Languages and Compilers for Parallel Computing (LCPC 2017) (pp. -). College Station, TX, US: Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Tausch, N. (2017). Eine domänenspezifische Sprache zur Analyse von Software-Verfolgbarkeitsinformationen (Dissertation).
- Polzer, T., & Adersberger, J. (2017, May). Leveraging the GPU on Spark. Paper presentation at Apache: Big Data North America 2017, Miami, FL, US.
- Roth, D., Kleinbeck, C., Feigl, T., Mutschler, C., & Latoschik, M.E. (2017). Social Augmentations in Multi-User Virtual Reality: A Virtual Museum Experience. In Proceedings of the 2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct) (pp. 42-43). Nantes, FR: IEEE.
- Hammer, J., Gaukler, M., Kanzler, P., Hörauf, P., & Novac, D. (2017). FAU FabLab: A Fabrication Laboratory for Scientists, Students, Entrepreneurs and the Curious.
- Oster, N., Kamp, M., & Philippsen, M. (2017). AuDoscore: Automatic Grading of Java or Scala Homework. In Sven Strickroth Oliver Müller Michael Striewe (Eds.), Proceedings of the Third Workshop "Automatische Bewertung von Programmieraufgaben" (ABP 2017). Potsdam, DE: Online Proceedings for Scientific Conferences and Workshops (CEUR-WS).
- Krainz, J., & Philippsen, M. (2017). Diff Graphs for a fast Incremental Pointer Analysis. In ACM (Eds.), Proceedings of the 12th Workshop on Implementation, Compilation, Optimization of Object-Oriented Languages, Programs and Systems (ICOOOLPS'17). Barcelona, ES: ACM DL.

– Ellner, R. (2017). Modellierung und effiziente Ausführung von Softwareentwicklungsprozessen (Dissertation).

– Dotzler, G., Kamp, M., Kreutzer, P., & Philippsen, M. (2017). More Accurate Recommendations for Method-Level Changes. In Proceedings of 2017 11th Joint Meeting of the European Software Engineering Conference and the ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering (ESEC/FSE2017) (pp. 798-808). Paderborn, DE: New York, NY, USA: ACM DL.

– Lautenschlager, F., Philippsen, M., Kumlehn, A., & Adersberger, J. (2017). Chronix: Long Term Storage and Retrieval Technology for Anomaly Detection in Operational Data. In USENIX Association (Eds.), Proceedings of the 15th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST 17) (pp. 229-242). Santa Clara, CA, US.

– Tausch, N. (2017). Eine domänenspezifische Sprache zur Analyse von Software-Verfolgbarkeitsinformationen (Dissertation).

– Roth, D., Kleinbeck, C., Feigl, T., Mutschler, C., & Latoschik, M.-E. (2017, October). Social Augmentations in Multi-User Virtual Reality: A Virtual Museum Experience. Poster presentation at 2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct), Nantes, FR.

5.4 Studien- und Abschlussarbeiten

– Master Thesis: Distributed GPU-accelerated time series analysis with Apache Spark and Chronix. Bearbeiter: Tobias Polzer (beendet am 16.01.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Josef Adersberger; Prof. Dr. Michael Philippsen

– Master Thesis: Ermittlung des Skalierungsbedarfs bei der Verarbeitung und Analyse von Zeitreihendaten. Bearbeiter: Sebastian Haubner (beendet am 23.01.2017); Betreuer: Florian Lautenschlager, M. Sc.; Prof. Dr. Michael Philippsen

– Master Thesis: Werkzeug zur automatischen Ergänzung bestehender Testsuiten zur maschinellen Bewertung studentischer Abgaben. Bearbeiter: Guillermo Janner (beendet am 15.02.2017); Betreuer: Marius Kamp, M. Sc.; Dr.-Ing. Norbert Oster, Akad. ORat; Prof. Dr. Michael Philippsen

– Studienarbeit: Beschreibung von Varianten im Systemtest mit Hilfe von domain specific languages (DSLs). Bearbeiter: Max Draf (beendet am 10.03.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Martin Jung; Hon.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips

– Hausarbeit: Konzeption und Umsetzung eines Werkzeugs für den Mutationstest mit spezialisierten Operatoren für Nebenläufigkeitsfehler. Bearbeiter: Benjamin Bösl (beendet am 27.03.2017); Betreuer: Michael Baer, M. Sc.; Dr.-Ing. Norbert Oster, Akad. ORat; Prof. Dr. Michael Philippsen

– Master Thesis: Analyse und Bewertung von Software-Architekturen zwecks Unterstützung der präventiven Wartung durch Restrukturierung. Bearbeiter: Andreas Grünwald (beendet am 4.4.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Norbert Oster, Akad. ORat; Patrick Kreutzer, M. Sc.; Marius Kamp, M. Sc.; Prof. Dr. Michael Philippsen

– Bachelor Thesis: Exploiting Reinforcement Learning for complex trajectory planning for mobile robots. Bearbeiter: Leonid Butyrev (beendet am 01.06.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Thorsten Edelhäußer; Prof. Dr. Michael Philippsen

– Bachelor Thesis: Entwicklung eines Werkzeugs zur Bestimmung der Fehleraufdeckungsgüte von Testfällen beim Mutationstest mit Operatoren für nebenläufige Programme. Bearbeiter: Stefan Kraus (beendet am 12.06.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Norbert Oster, Akad. ORat; Michael Baer, M. Sc.; Prof. Dr. Michael Philippsen

– Bachelor Thesis: Modellieren und Generieren von Aktionsplänen für autonome mobile Systeme. Bearbeiter: Robert Klinger (beendet am 02.10.2017); Betreuer: Hon.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips; Dr.-Ing. Martin Jung

– Bachelor Thesis: Semantische Code-Suche mittels Funktionssynthese. Bearbeiter: Christian Spangler (beendet am 21.12.2017); Betreuer: Patrick Kreutzer, M. Sc.; Marius Kamp, M. Sc.; Prof. Dr. Michael Philippsen

6 Lehrstuhl für Informatik 3 (Rechnerarchitektur)

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 85 27003
Fax: +49 9131 85 27912
E-Mail: cs3-sekretariat@fau.de

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Sekretariat:
Melanie Füssel
Manuela Kurth
Wiss. Mitarbeiter:
Wolfgang Bauer, M. Eng.
Mehrdad Biglari, M. Sc.
Carsten Demel, M. Sc.
Alexander Ditter, M. Sc.
Konrad Häublein, M.Eng.
Thomas Heller, M. Sc.
Arne Hendricks, M. Sc.
Johannes Hofmann, M. Sc.
Philipp Holzinger, M. Sc.
Johannes Knödtel, M. Sc.
Tobias Lieske, M. Sc.
Guido Nockemann, M.A.
Benjamin Pfundt, M. Sc.
Sebastian Rachuj, M. Sc.
Dr.-Ing. Marc Reichenbach
Steffen Vaas, M. Sc.
Christian Widerspick, M. Sc.
Nichtwiss. Personal:

Edwin Aures
Melanie Füssel
Manuela Kurth

Der Lehrstuhl für Informatik 3 beschäftigt sich in der Forschung mit den Themengebieten ”Anwendungsspezifische Parallelprozessorarchitekturen für Eingebettete Systeme”, ”Heterogene Parallelrechner-Architekturen” und ”Nanocomputing und Nanoarchitekturen”. Die Schwerpunkte liegen aktuell auf der Modellierung und Entwicklung fein-granularer Architekturen für parallele Eingebettete Systeme, der transparenten, Architektur-nahen Umsetzung von Berechnungen aus den Ingenieur- und Naturwissen©schaften auf Multi-/Viel©kern©prozessoren, GPGPUs und Cell BE. Ferner wird auf dem Gebiet des virtuellen Engineerings von Rechnern auf der Systemebene mit Hilfe von Virtualisierungstechniken gearbeitet, sowie der quantitativen Bewertung und Entwicklung geeigneter fehlertoleranter Methoden für große Rechner und zukünftige Nanotechnologien nutzende Prozessorarchitekturen.

In der Lehre deckt der Lehrstuhl 3 die Grundausbildung in Rechnerarchitektur für Studierende in den Bachelor-Studiengängen Informatik, Informations- und Kommunikationstechnik und Computational Engineering durch die Vorlesungen Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation bzw. Computational Engineering I ab. Darüber hinaus werden weiterführende Lehrveranstaltungen im höheren Bachelor- und Masterstudium angeboten, die Themenfelder aus den oben genannten Forschungsgebieten des Lehrstuhls behandeln.

Der Lehrstuhl Rechnerarchitektur wurde im Jahre 1966 mit der Gründung des damaligen Instituts für Mathematische Maschinen und Datenverarbeiten geschaffen und von Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wofgang Händler übernommen. Der Lehrstuhl wurde 1989 durch Berufung von Prof. Dr. Dr. h.c. Mario Dal Cin, der zum 30. September 2005 in den Ruhestand gegangen ist, zum zweiten Mal besetzt.

Im Februar 2009 wurde Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey zum neuen Lehrstuhlinhaber berufen.

6.1 Forschungsschwerpunkte

Im Einzelnen werden derzeit folgende Themen in Doktoranden- und geförderten Projekten bearbeitet.

- Parallele Rechnerarchitekturen und Middleware
- Optimierung technischer Systeme mit Techniken des Grid und Cloud Computing
- Fein- und grobgranulare parallele ASIC- und FPGA-Architekturen für intelligente Hoch©geschwindigs©keitskameras
- Generische Abbildung von Stencil-Codes auf heterogenen Parallelrechnerarchitekturen
- Optische Wellenlängenmultiplex-Netzwerke für on-board und on-chip-Netzwerke
- Generischer Algorithmenbaukasten (Kerne) für die optische Messtechnik auf Grafikkarten

- Fehlertolerante Rechnerarchitekturen
- Systementwurf, Fehleranalyse, automatische Steuerung und Beobachtung mit Hilfe der am Lehrstuhl 3 eigens entwickelten Virtuellen Maschine [FAUmachine]http://www.faumachine.org/

6.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

Hardwareentwicklungslabor

** Ausstattung

- 2 Nexsys2 Boards mit Spartan3E-1200
- 2 XUP Virtex-II Pro Development Systems
- 4 XUPV5-LX110T Boards
- 1 PLDA XpressV6 PCIe-Beschleunigerkarte mit Virtex-6 FPGA
- 1 Atlys Spartan-6 FPGA Development Board
- 1 Opus Virtex-5 Development Board
- 1 HPE Industrial Reference Platform mit Intel Atom und Arria GX FPGA
- 2 DE4 Board mit Stratix-IV FPGA
- 2 DE2 Boards mit Cyclone-II FPGA

** Praktikum

- 8x Nexsys2 mit Spartan3E-1200

** FPGA-Online

- 20x Nexys2 mit Spartan3E-500

** Entwicklungstools

- ISE
- EDK
- ModelSim
- Synplify Pro
- Leda
- Encounter
- Design Compiler

- Mentor Calibre
- Quartus

HPC- und Gridcomputing-System
** Infiniband 40 Gbit/s (QDR) Netzwerk
** Headnode

- HP ProLiant DL385G6
- 2x Opteron 2435 Hex-Cores
- 64 GB RAM
- 3.5 TB Festplattenspeicher

** Bladecenter

- 3x IBM Bladecenter H
- 2x LS22 Blades mit je 2 Opteron 2435 Hex-Cores und 32 GB RAM
- 3x QS22 Blades mit je 2 PowerXCell 8i und 32 GB RAM
- 30x LS21 Blades mit je 2 Opteron 2216 und 8 GB RAM

** GPU-Server

- 2x TYAN FT72B7015 mit je 2 Xeon X5650 Hex-Cores und 64 bzw. 24 GB RAM
- 1x Worstation mit Intel Sandy Bridge Quad-Core und 16 GB RAM
- 3x NVIDIA Tesla C1060
- 3x NVIDIA Tesla C2050
- 1x NVIDIA GeForce GTX 480
- 1x NVIDIA GeForce GTX 580
- 3x AMD Radeon HD 6970

6.3 Forschungsprojekte

6.3.1 AllScale

Projektleitung:
Thomas Fahringer
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Beteiligte:
Thomas Heller, M. Sc.

Arne Hendricks, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2015–1.10.2018
Förderer:
FETHPC-1-2014 - HPC Core Technologies, Programming Environments and Algorithms for Extreme Parallelism and Extreme Data
Mitwirkende Institutionen:
Universität Innsbruck
Queen's University Belfast
KTH Royal Institute of Technology
NUMECA
IBM Irland

Extreme scale HPC systems impose significant challenges for developers aiming at obtaining applications efficiently utilising all available resources. In particular, the development of such applications is accompanied by the complex and labour-intensive task of managing parallel control flows, data dependencies and underlying hardware resources – each of these obligations constituting challenging problems on its own. The AllScale environment, the focus of this project, will provide a novel, sophisticated approach enabling the decoupling of the specification of parallelism from the associated management activities during program execution. Its foundation is a parallel programming model based on nested recursive parallelism, opening up the potential for a variety of compiler and runtime system based techniques adding to the capabilities of resulting applications. These include the (i) automated porting of application from small- to extreme scale architectures, (ii) the flexible tuning of the program execution to satisfy trade-offs among multiple objectives including execution time, energy and resource usage, (iii) the management of hardware resources and associated parameters (e.g. clock speed), (iv) the integration of resilience management measures to compensate for isolated hardware failures and (v) the possibility of online performance monitoring and analysis. All these services will be provided in an application independent, reusable fashion by a combination of sophisticated, modular, and customizable compiler and runtime system based solutions.

AllScale will boost the development productivity, portability, and runtime, energy, and resource efficiency of parallel applications targeting small to extreme scale parallel systems by leveraging the inherent advantages of nested recursive parallelism, and will be validated with applications from fluid dynamics, environmental hazard and space weather simulations provided by SME, industry and scientific partners.

6.3.2 FORMUSREF(0x3007108)3REF(0x3007138)IC - Forschungsvorhaben Multi-Core Safe and Software-intensive Systems Improvement Community

Projektleitung:
Prof. Dr. Jürgen Mottok
Beteiligte:
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Sebastian Rachuj, M. Sc.
Christian Widerspick, M. Sc.
Wolfgang Bauer, M. Eng.
Laufzeit: 1.8.2015–31.7.2018
Förderer:

Bayerische Forschungsstiftung
Mitwirkende Institutionen:
OTH Amberg-Weiden
TH Ingolstadt
HS München
TH Nürnberg
OTH Regensburg
Airbus Defence and Space
AUDI AG
Continental AG
Elektrobit Automotive GmbH
Infineon Technologies AG
iNTENCE automotive electronics GmbH
Timing-Architects Embedded Systems GmbH
XKrug GmbH

Im Forschungsvorhaben "MUS^{3}IC" soll, durch eine ausgeprägte Fokussierung auf einen sog. ganzheitlichen Ansatz, die Bewältigung der durch heterogene Multi-/Many-Core-Architekturen entstehenden Herausforderungen für Automotive und Avionik gelöst werden. Das zu entwickelnde ganzheitliche Lösungskonzept spiegelt sich in der Berücksichtigung der gesamten Bandbreite abstrakter Entwurfs methodiken in den einzelnen Teilprojekten wider. Beginnend bei der formalen Verifikation über die Modellierung des Software-Entwurfs und endend bei der Virtualisierung von Hardware mit dem Ziel, Scheduling, Energieeffizienz und Sicherheit in Automotive- und Avionik-Applikationen zu optimieren.

Publikationen

– Hartmann, Christian ; Fey, Dietmar: A Hybrid Simulation Environment to Estimate the Accuracy, Energy Consumption and Processing Time for Image Processing Applications . In: International Journal of Information and Computer Science (2017), Nr. 6, S. 1-14

– Hartmann, Christian ; Widerspick, Christian ; Fey, Dietmar: A Methodology to Estimate the Energy Consumption and Processing Time for Image Processing Algorithms in Advanced Driver Assistance Systems . In: Trinitis, Carsten ; Pionteck, Thilo (Hrsg.) : Workshop Proceedings (ARCS 2017: 30th International Conference on Architecture of Computing Systems Wien 03.-06.04.2017). Wien : VDE Verlag, 2017, S. 135-140. - ISBN 978-3-8007-4395-7

– Widerspick, Christian ; Hartmann, Christian ; Fey, Dietmar: Estimation of Time Behaviour of Selected Autonomous Driving Algorithms using GPGPU-Sim . In: Trinitis, Carsten ; Pionteck, Thilo (Hrsg.) : Workshop Proceedings (ARCS 2017: 30th International Conference on Architecture of Computing Systems Wien 03.-06.04.2017). Wien : VDE Verlag, 2017, S. 141-145. - ISBN 978-3-8007-4395-7

– Rachuj, Sebastian ; Hartmann, Christian ; Fey, Dietmar: Evaluation of a Processor Simulator Exemplified by a Radar Processing Algorithm . In: Trinitis, Carsten ;

Pionteck, Thilo (Hrsg.) : Workshop Proceedings (ARCS 2017: 30th International Conference on Architecture of Computing Systems Wien 03.-06.04.2017). Wien : VDE Verlag, 2017, S. 96-100. - ISBN 978-3-8007-4395-7

– Rachuj, Sebastian ; Bauer, Wolfgang ; Fey, Dietmar: Evaluation of a Sensor Fusion Algorithm on a Real-Time Processor . In: Wahl, Michael ; VDE (Hrsg.) : AmE 2018 - Automotive meets Electronics (AmE 2018 - Automotive meets Electronics Dortmund 07.03.-08.03.2018). 2018, S. 44-48.

– Vaas, Steffen ; Reichenbach, Marc ; Margull, Ulrich ; Fey, Dietmar: The R2-D2 Toolchain – Automated Porting of Safety-Critical Applications to FPGAs . In: Cumplido, René (Veranst.) : Proceedings of ReConFig' 16 (2016 International Conference on ReConFigurable Computing and FPGAs Cancun, Mexico 30.11.2016 - 02.12.2016). 2016, S. to be published.

6.3.3 GRK 1773 - Teilprojekt A1: 3D-Prozessorarchitekturen für intelligente optische Sensor- und Röntgensensorfelder unter Nutzung innovativer Technologien

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Beteiligte:
Benjamin Pfundt, M. Sc.
Konrad Häublein, M.Eng.
Dr.-Ing. Marc Reichenbach
Laufzeit: 1.10.2013–30.3.2017
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft
Mitwirkende Institutionen:
Lehrstuhl für Informatik 3

Bildverarbeitende Algorithmen arbeiten häufig Daten-parallel, während optische Sensoren trotz paralleler Bildaufnahme Zeilen- bzw. Pixel-seriell ausgelesen werden. In diesem Teilprojekt soll untersucht werden, wie der dadurch entstehende Flaschenhals durch parallelverarbeitende 3D-Prozessor-/Speicherarchitekturen unter Nutzung von 3D-Chipstapeltechniken in zukünftigen eingebetteten intelligenten Sensoren überwunden werden kann.

6.3.4 GRK 1773 - Teilprojekt B4: Abstrakte Maschinen für eingebettete heterogene Bildsystem-Architekturen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Beteiligte:
Dr.-Ing. Marc Reichenbach
Sebastian Berschneider, M. Sc.
Christian Hartmann, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2013–30.3.2017

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft
Mitwirkende Institutionen:
Lehrstuhl für Informatik 3

In intelligenten Bildsensoren eingesetzte Architekturen auf der Basis dedizierter Hardware verfügen derzeit nur über einfache, Architektur-proprietäre Programmierumgebungen. Dies führt zu zeitraubenden Architektur-nahen Implementierungen. B4 verfolgt das Ziel, diese Klasse an Bildsystem- Architekturen durch geeignete abstrakte Beschreibungen der darin typischerweise vorkommenden Architekturkomponenten leichter für Applikationen zu erschließen.

6.3.5 Hardwaredesigns auf Memristorbasis

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Beteiligte:
Dr.-Ing. Marc Reichenbach
Mehrdad Biglari, M. Sc.
Johannes Knödtel, M. Sc.
Tobias Lieske, M. Sc.
Beginn: 1.4.2016

Da Moores Gesetz, welches besagt, dass sich die Anzahl der Trasistoren pro Chip etwa alle zwei Jahre verdoppelt, langsam an Gültigkeit verliert, lohnt es sich neue Technologien zu betrachten, die traditionelle CMOS-basierte Chipdesigns ergänzen oder ersetzen. Ein vielverstprechender Kandidat hierfür sind memristive Technologien. Einfach ausgedrückt: Sie basieren auf Materialien, deren Widerstand elektrisch beeinflusst werden kann.

Dieses Prinzip kann auf verschiedene Arten ausgenutzt werden:

- Man kann mit ihnen Daten speichern. Eine bemerkenswerte

Eigenschaft memristiver Technologien ist, dass sie ihren Zustand auch ohne angelegte Spannung halten und eignen sich so als Basis für nicht-flüchtigen Speicher (non-volatile memrory, NVM).

- Auch können sie selbst als Rechenmittel verwendet werden.

Hier wurde bereits relativ viel Forschung im Bereich des neuromorischen Rechnens betrieben, da Memristoren in der Lage sind Synapsen ziemlich gut nachzuahmen. Auch können Memristoren verwedet werden um Gatter aufzubauen.

Aufgrund dieser Eigenschaften erforschen wir die Möglichkeiten die Memristoren auf der Schlatkreis-, Chip- und der Systemebene bieten um schnelle und energieeffizients Prozessoren zu entwickeln.

Publikationen

- Wust, Daniel ; Söll, Christopher ; Fey, Dietmar: A fast general purpose CPU utilizing signed-digit encoding and multi-bit memristors .Vortrag: mDAC: 4th Workshop on Memristor Technology, Design, Automation and Computing - HiPEAC17, Stockholm, Sweden, 23.1.2017
- Biglari, Mehrdad ; Fey, Dietmar: A Non-Volatile Flip-Flop Using Memristive Voltage Divider .Vortrag: Emerging Memory Solutions - Technology, Manufacturing, Architectures, Design and Test, Lausanne, 31.03.2017
- Fey, Dietmar: Evaluating Ternary Adders using a hybrid Memristor / CMOS approach . In: Workshop In-Memory and In-Storage Computing with Emerging Technologies at PACT'2016; CoRR (2017), Nr. abs/1701.00065, S. 7
- Fey, Dietmar: Joint Keynote: Perspectives of Memristor and NVM technologies for HPC and embedded computing .Vortrag: HiPEAC-Workshops mDAC: 4th Workshop on Memristor Technology, Design, Automation and Computing and DTHPC: Workshop on Disruptive Technologies in High-Performance Computing in the Next Decade, Stockholm, 22.1.2017
- Fey, Dietmar: Memristive Technology for Computing: Opportunities and Challenges .Vortrag: Speaker at Panel discussion on HiPEAC Workshop mDAC: 4th Workshop on Memristor Technology, Design, Automation and Computing, 23.1.2017
- Fey, Dietmar: Evaluating Signed-digit Arithmetic Circuits using Multi-level storing Memristors .Vortrag: HiPEAC Conference' 16 Workshop MemTDAC: Memristor Technology, Design, Automation and Computing, Prague, Czech Republic, 26.01.2016
- Fey, Dietmar: Evaluating Ternary Adders using a Hybrid Memristor/CMOS Approach .Vortrag: Workshop In-Memory and In-Storage Computing with Emerging Technologies at PACT'2016, Haifa, Israel, 11.9..2016
- Fey, Dietmar: Short-, mid- and long- term perspectives of memristors for digital computing .Vortrag: Round Table Discussion of EU COST ACTION IC1401 Memristors: at the crossroad of Devices and Applications, Milano, 21.3.2016
- Fey, Dietmar ; Reichenbach, Marc ; Söll, Christopher ; Biglari, Mehrdad ; Röber, Jürgen ; Weigel, Robert: Using Memristor Technology for Multi-value Registers in Signed-digit Arithmetic Circuits .Vortrag: Second International Symposium on Memory Systems - MEMSYS 2016, Alexandria, VA, USA, 6.10.2016
- Fey, Dietmar: Architecture and Simulation of a Hybrid Memristive Multiplier Network using Redundant Number Representation .Vortrag: Int. Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2015), Killarney, Ireland, 13.07.2015
- Fey, Dietmar: Digital Read/Write Controller Interface to Multi-bit Memristors used as Registers in Ternary Arithmetic Units .Vortrag: HiPEAC Conference '15 Workshop MemTDAC: Memristor Technology, Design, Automation and Computing, Amsterdam, NL, 21.01.2015
- Fey, Dietmar: Keynote More than the Machine – Using Memristors for Computing .Vortrag: Future Computing 2015, Nice, France, 23.03.2015

– Fey, Dietmar: Ternary Arithmetic Pipeline Architectures using multi-bit Memristors .Vortrag: Future Computing 2015, Nice, France, 23.03.2015

– Fey, Dietmar: A concept for a ternary signed-digit arithmetic unit with memristor based pipeline registers .Vortrag: HiPEAC Computing Systems Week'14, Athens, Greece Workshop Memristive Computing Architectures: Emergent and Future Challenges, Athen, Griechenland, 08.10.2014

– Fey, Dietmar: Using the Multi-bit Feature of Memristors for Register Files in Signed-Digit Arithmetic Units .Vortrag: HIPEAC 2014, Wien, 22.01.2014

6.3.6 LibGeoDecomp

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Andreas Schäfer
Beginn: 1.2.2009

LibGeoDecomp (Library for Geometric Decomposition) is a generic library for stencil codes, specifically targeted at grid systems. The library eases development of such tightly coupled codes by taking over the complex task of parallelization and parameter tuning, thus enabling scientists to focus on their simulation code, rather than the technical details of the compute system.

Stencil codes are time and space discrete simulations on a regular grid, where each cell has a fixed neighborhood. Examples include cellular automata (e.g. Conway's Game of Life) and the Jacobi Method. Since cells require the state of their neighbors for each update, these problems are considered to be tightly coupled, causing significant challenges for the implementer. Grid systems aggravate this situation by their heterogeneity in respect to both, networks and CPUs.

LibGeoDecomp's main features are:

- Parallelization via MPI (and OpenMP coming up)
- Accelerator offloading (currently Nvidia CUDA, Cell in the works)
- Dynamic load balancing
- Customizable domain decomposition techniques
- Latency hiding via wide ghostzones and overlapping communication and computation (multi halo support in the works)
- Parallel I/O
- Customizable output formats

Written mostly as C++ class templates, the library itself inflicts little computational overhead.

For further reference see the LibGeoDecomp homepage: http://www.libgeodecomp.org

Publikationen

- Schäfer, Andreas ; Fey, Dietmar: Pollarder: An architecture concept for self-adapting parallel applications in computational science . In: Bubak, Marian ; Albada, G. Dick van ; Dongarra, Jack ; Sloot, Peter M.A. (Hrsg.) : Computational Science - ICCS 2008. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2008, (Computational Science - ICCS 2008 Bd. LNCS, Nr. 5105), S. 174-183. - ISBN 978-3-540-69383-3

- Schäfer, Andreas ; Fey, Dietmar: LibGeoDecomp: A Grid-enabled Library for Geometric Decomposition Codes . In: Lastovetsky, Alexey ; Kechadi, Tahar ; Dongarra, Jack (Hrsg.) : Lecture Notes in Computer Science: Recent Advances in Parallel Virtual Machine and Message Passing Interface (15th European PVM/MPI Users Group Meeting Dublin 2008). Bd. 5205. Berlin : Springer, 2008, S. 285-294. - ISBN 978-3-540-87474-4

- Schäfer, Andreas ; Fey, Dietmar: Tool for Automated Generation of MPI Typemaps . In: Alameh, Kamal ; Sokolinsky, Leonid B. ; Chao-Tung, Yang (Hrsg.) : International Conference on High Performance Computing Systems (HPCS-10) (International Conference on High Performance Computing Systems (HPCS-10) Orlando, FL, USA 12-14.07.2010). Orlando : ISRST, 2010, S. 92-96. - ISBN 978-1-60651-020-9

- Schäfer, Andreas: LibGeoDecomp - How To Create Teraflop Simulations Within Minutes .Vortrag: ASIM Workshop 2011, Leibniz-Rechenzentrum München, Garching, 15.03.2011

- Schäfer, Andreas ; Fey, Dietmar: High Performance Stencil Code Algorithms for GPGPUs . In: Sato, Mitsuhisa ; Matsuoka, Satoshi ; Sloot, Peter M. ; van Albada, G. Dick ; Dongarra, Jack (Hrsg.) : Proceedings of the International Conference on Computational Science (ICCS 2011 Nanyang Technological University, Singapur 01.-03.06.2011). 2011.

- Schäfer, Andreas: Past, Present and Future of LibGeoDecomp, an Auto-parallelizing Stencil Code Library .Vortrag: Computing Sciences Seminar, Lawrence Berkeley Lab, Berkeley, CA, USA, 19.10.2011

- Schäfer, Andreas ; Fey, Dietmar: High Performance Stencil Code Algorithms for GPGPUs . In: Sato, Mitsuhisa ; Matsuoka, Satoshi ; Sloot, Peter M. ; van Albada, G. Dick ; Dongarra, Jack (Hrsg.) : Proceedings of the International Conference on Computational Science (ICCS 2011 Nanyang Technological University, Singapur 01.-03.06.2011). 2011.

- Schäfer, Andreas ; Hammer, Julian ; Fey, Dietmar: Parallel Simulation of Dendritic Growth On Unstructured Grids .Vortrag: SC11: Workshop on Irregular Applications: Irregular Applications: Architectures & Algorithms, SC11, Seattle, 13.11.2011

- Schäfer, Andreas ; Fey, Dietmar ; Hammer, Julian: Parallel simulation of dendritic growth on unstructured grids . In: Feo, John ; Villa, Oreste ; Tumeo, Antonino ; Secchi, Simone (Hrsg.) : IAAA '11: Proceedings of the first workshop on Irregular applications: architectures and algorithms (SC'11 SC Conference on High Performance Computing Networking, Storage and Analysis Seattle Seattle 13.11.2011). New York, NY, USA : ACM, 2011, S. 15-22. - ISBN 978-1-4503-1121-2

– Schäfer, Andreas: LibGeoDecomp Developer Guide .Vortrag: FAU Erlangen, Erlangen, 11.01.2012

– Schäfer, Andreas: Scaling a Reverse Time Migration Algorithm on the TSUBAME 2.0 Supercomputer .Vortrag: Aoki Lab Meeting, Tokyo Institute of Technology, Tokio, 01.08.2012

– Schäfer, Andreas ; Fey, Dietmar: A Predictive Performance Model for Stencil Codes on Multicore CPUs . In: Vuduc, Richard ; Iwashita, Takeshi (Hrsg.) : The Seventh International Workshop on Automatic Performance Tuning (The Seventh International Workshop on Automatic Performance Tuning Kobe 17.07.2012). 2012, S. 1-13.

– Schäfer, Andreas ; Fey, Dietmar: An Architecture Concept for the Scalable Simulation of Dendritic Growth .Vortrag: VECPAR 2012, RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS), Kobe, 19.07.2012

– Schäfer, Andreas: LibGeoDecomp - A Library to Make Computer Simulations Scale/Interactive .Vortrag: Seminar Institut M-8, Fluiddynamik und Schiffstheorie, Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg, 14.12..2012

6.3.7 OCLAcc

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Franz Richter-Gottfried
Beginn: 1.1.2014

General Purpose Processors are more and more supported by accelerators with different programming environments. OpenCL tackles the divergence by offering a uni-form, device- independent platform model to the user, leaving the mapping to physical devices to the OpenCL driver, often deliv-ered by the device's vendor.

OCLAcc tries to make FPGAs comparably easy to use to GPGPUs by developing an Open-Source OpenCL Driver for FPGA-based accelerators from different vendors.

Publikationen

– Richter-Gottfried, Franz ; Fey, Dietmar: OCLAcc: An Open-source Generator for Configurable Logic Block based Accelerators . In: DESIGN&ELEKTRONIK ; DESIGN&ELEKTRONIK (Hrsg.) : Embedded World Conference Proceedings (Embedded World Conference Nuremberg 25.02.2013). Haar : WEKA FACHMEDIEN GmbH, 2014, S. Session 01: FPGA & ASIC Design II. - ISBN 978-3-645-50131-6

– Richter-Gottfried, Franz ; Ditter, Alexander ; Fey, Dietmar: OpenCL 2.0 for FPGAs using OCLAcc . In: Hannig, Frank ; Koch, Dirk ; Ziener, Daniel (Hrsg.) : Proceedings of the Second International Workshop on FPGAs for Software Programmers (FSP 2015) (Second International Workshop on FPGAs for Software Programmers (FSP 2015) London 01.09.2015). 2015, S. 60-61.

– Richter-Gottfried, Franz ; Hain, Sebastian ; Fey, Dietmar: FPGA-aware Transformations of LLVM-IR . In: Uhring, Wilfried ; Caldeirinha, Rafael ; Paleologu, Constantin (Hrsg.) : SIGNAL 2016 (The First International Conference on Advances in Signal, Image and Video Processing Lisbon 26.06.2016-30.06.2016). 2016, S. 15-20. - ISBN 978-1-61208-487-9

6.3.8 Parallele Architekturen für FPGA-basierte Eingebettete Systeme

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Beteiligte:
Dr.-Ing. Marc Reichenbach
Konrad Häublein, M.Eng.
Christian Hartmann, M. Sc.
Benjamin Pfundt, M. Sc.
Beginn: 1.2.2009

Eine Arbeitsgruppe am Lehrstuhl 3 beschäftigt sich mit der Entwicklung paralleler Architekturen für Eingebettete Systeme mit zeitkritischen und datenintensiven Anwendungen. FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) stehen dabei im Vordergrund, da sie sehr flexibel sind und eine Parallelisierung unterschiedlicher Granularität ermöglichen.

Der Anwendungsbereich unterteilt sich in zwei Themenschwerpunkte, die Robotik und die industrielle Bildverarbeitung. Die Pfadplanung ist eine der rechenintensivsten Anwendungen in mobilen Robotersystemen. Es werden bestehende Pfadplanungsalgorithmen, z.B. auf Basis von Graphen, Potentialfeldern und Autowellen, für FPGA- basierte Roboterplattformen evaluiert und auch eigene Ansätze, z.B. auf Basis von Marching Pixels entwickelt. Im Bereich der industriellen Bildverarbeitung wird der Einsatz von FPGAs in intelligenten Kamerasystemen untersucht. Es werden parallele Bildverarbeitungsalgorithmen für die industrielle Bildverarbeitung hardwarenah entwickelt und umgesetzt.

Publikationen

– Fekete, Sandor ; Fey, Dietmar ; Komann, Marcus ; Kröller, Alexander ; Reichenbach, Marc ; Schmidt, Christian: Distributed vision with smart pixels . In: Hershberger, John ; Fogel, Efi (Hrsg.) : Proc. of the 25th Annual ACM Symposium on Computational Geometry (25th Annual ACM Symposium on Computational Geometry Aarhus, Denmark June 8 - 10, 2009). 2009, S. 257-266.

– Komann, Marcus ; Fey, Dietmar: Evaluating the evolvability of emergent agents with different numbers of states . In: Rothlauf, Franz (Hrsg.) : Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO 2009 Montreal, Quebec, Canada July 8-12, 2009). 2009, S. 1777-1778.

– Komann, Marcus ; Ediger, Patrick ; Fey, Dietmar ; Hoffmann, Rolf: On the effectiveness of evolution compared to time-consuming full search of optimal 6-state

automata . In: Vanneschi, Leonardo ; Gustafson, Steven ; Moraglio, Alberto ; De Falco, Ivanoe ; Ebner, Marc (Hrsg.) : 12 European Conference (EuroGO 2009). Heidelberg : Springer Verlag, 2009, (Genetic Programming Bd. LNCS, Nr. 5481), S. 280-291. - ISBN 3-642-01180-2

– Komann, Marcus ; Fey, Dietmar ; Taubert, Frank: On the usefulness of detecting soft errors in parallel pipelines for high-speed machine vision based on organic computing . In: Großpietsch, Karl-Erwin ; Herkersdorf, Andreas ; Uhrig, Sascha ; Ungerer, Theo ; Hähner, Jörg (Hrsg.) : 22th Intern. Conf. on Architecture of Computing Systems 2009 (ARCS '09). Berlin : VDE Verlag GmbH, 2009, S. 111-116.

– Fey, Dietmar ; Komann, Marcus: Emergent Computing with Marching Pixels for Real-Time Smart Camera Applications . In: Müller-Schloer, Christian ; Schmeck, Hartmut ; Ungerer, Theo (Hrsg.) : Organic Computing - A Paradigm Shift for Complex Systems. Bd. 1, 1. Aufl. Basel : Springer, 2011, S. 559-572. - ISBN 978-3-0348-0129-4

– Reichenbach, Marc ; Seidler, Ralf ; Fey, Dietmar ; Pfundt, Benjamin: Generic Emergent Computing in Chip Architectures . In: Müller-Schloer, Christian ; Schmeck, Hartmut ; Ungerer, Theo (Hrsg.) : Organic Computing - A Paradigm Shift for Complex Systems. Bd. 1, 1. Aufl. Basel : Springer, 2011, S. 179-192. - ISBN 978-3-0348-0129-4

– Schmidt, Michael ; Fey, Dietmar: An Optimized FPGA Implementation for a Parallel Path Planning Algorithm Based on Marching Pixels . In: IEEE Computer Society (Hrsg.) : Proceedings of the 6th International Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs (Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs (ReConFig) Cancun, Mexico 13.12.2010-15.12.2010). IEEE, CS Digital Library : IEEE Computer Society, 2010, S. 442-447. - ISBN 978-0-7695-4314-7

6.3.9 SMART PMU - Ein intelligenter Sensor zur Sicherstellung der Versorgungsqualität im Stromversorgungssystem mit Echtzeit-Datenverarbeitung

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Dr.-Ing. Marc Reichenbach
Beteiligte:
Christian Hartmann, M. Sc.
Steffen Vaas, M. Sc.
Laufzeit: 1.4.2014–31.3.2017
Förderer:
FuE-Programm Informations- und Kommunikationstechnik Bayern
Mitwirkende Institutionen:
iba AG

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer neuen, mit integrierter Datenverarbeitung ausgestattete und kostengünstige (smarte) PMU.

Zur Bestimmung relevanter Parameter in der Stromversorgung werden sogenannte PQMs (Power Quality Monitor) eingesetzt. Diese bestimmen im Wesentlichen den Strom und die Spannung am Messpunkt. Daraus werden Werte wie Phasenwinkel, Netzfrequenz, Frequenzänderung, Dämpfungsgrad, Effektivwert etc. berechnet, mit denen sich

die Qualität der Stromversorgung quantifizieren lässt. Um jedoch Aussagen treffen zu können, welche das gesamte Stromnetz betreffen, sind PQMs an verschiedenen Orten notwendig, um das Stromnetz als Ganzes zu überwachen. Hierfür ist jedoch eine Synchronisation der einzelnen Geräte erforderlich, um sicherzustellen, dass erfasste Daten an verschiedenen Orten exakt zur selben Zeit aufgenommen wurden. Aus diesem Grund werden die PQMs um eine exakte Zeitsynchronisation erweitert zu sogenannten PMUs (Phasor Measurement Unit).

Es konnte bereits gezeigt werden, dass gewisse Parameter bereits innerhalb der PMU, sofort nach Datenaufnahme, berechnet werden können, wodurch eine Geschwindigkeits©steigerung und Kostenreduzierung zu erwarten sind. Somit bekommt die PMU eine gewisse Intelligenz und ist damit ein Vertreter smarter Sensoren (hier: smart/intelligente PMU, smart Metering). Dies hilft den Flaschenhals der Datenverarbeitung auf PC-Seite zu überwinden. Außerdem können erhebliche Kosten eingespart werden, da nun ein einfacher PC (bspw. günstige embedded PC Lösungen) für die Visualisierung bzw. Endarchivierung am Ende der Auswertekette genügt. Schlussendlich bietet eine smarte PMU auch Vorteile in Sachen Benutzerfreundlichkeit. So kann auf der PMU beispielsweise ein Webserver laufen, welcher die ausgewerteten Daten visualisiert und somit eine schnelle Qualitätskontrolle auch über eine Fernverbindung möglich macht, ohne ein kompliziertes Serversystem aufsetzen zu müssen.

Publikationen

– Vaas, Steffen ; Reichenbach, Marc ; Fey, Dietmar: An Application-Specific Instruction Set Processor for Power Quality Monitoring . In: O'Conner, Lisa (Hrsg.) : Parallel and Distributed Processing Symposium Workshop (IPDPSW) (23th Reconfigurable Architectures Workshop (RAW) Chicago May 23-24, 2016). - : IEEE International, 2016, S. 181-188. - ISBN 978-1-5090-2140-6

– Lieske, Tobias ; Pfundt, Benjamin ; Vaas, Steffen ; Reichenbach, Marc ; Fey, Dietmar: System on Chip Generation for Multi-Sensor and Sensor Fusion Applications . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of the 17th International Conference on Embedded Computer Systems: Architectures, Modeling and Simulation (SAMOS) (17th International Conference on Embedded Computer Systems: Architectures, Modeling and Simulation (SAMOS) Pythagorion, Greece 17-20 July, 2017). 2017, S. 20-29.

6.3.10 ZERPA - Zerstörungsfreie Prüfung auf heterogenen Parallelrechner-Architekturen

Projektleitung:
Haßler, Ulf
Beteiligte:
Haßler, Ulf
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Schmeidl, Thomas
Thomas Heller, M. Sc.
Rehak, Markus
Beginn: 1.4.2012

Förderer:
Bayerische Forschungsstiftung
Mitwirkende Institutionen:
Fraunhofer - EZRT
intelligeNDT Systems & Services GmbH

Das intelligente, zerstörungsfreie und automatisch durchgeführte Prüfen von Bauteilen durch Röntgen- oder Ultraschallverfahren stellt generell sehr hohe Anforderungen an die damit verbundene Rechentechnik. Die Gründe liegen darin, dass es sich hierbei um eine in hohem Maße Realzeit- abhängige und Speicher-intensive Anwendung handelt, da eine sehr große Zahl anfallender Messdaten in einer kurzen Zeitspanne ausgewertet werden muss.

Um diese hohen rechentechnischen Anforderungen zu erfüllen, liegt es nahe, Parallelrechentechnik einzusetzen. Damit verbunden ist jedoch eine erhebliche Komplexität bei der Programmierung, die durch ein im Rahmen des Projektes zu erstellendes Framework deutlich reduziert werden soll. Eingeschränkt auf die Klasse der bei der Materialprüfung erforderlichen Operatoren soll das Framework eine aus Grafikprozessoren und Standard-Multikernarchitekturen bestehende heterogene Parallelrechnerarchitektur transparent erschließen sowie weitere in Zukunft zu erwartende Leistungssteigerungen durch den Einsatz von FPGAs berücksichtigen.

Publikationen

– Heller, Thomas ; Fey, Dietmar ; Rehak, Markus: An auto-tuning approach for optimizing base operators for non-destructive testing applications on heterogeneous multi-core architectures . In: SORT 2013 (Veranst.) : SORT 2013 (SORT 2013 Paderborn 20.6.2013). 2013, S. 1-9.

– Heller, Thomas ; Kaiser, Hartmut ; Schäfer, Andreas ; Fey, Dietmar: Using HPX and LibGeoDecomp for Scaling HPC Applications on Heterogeneous Supercomputers . In: Supercomputing 2013 (Veranst.) : ScalA'13 proceedings (Supercomputing 2013 Denver 17. - 18.11.2013). Denver : ACM, 2013. - ISBN 978-1-4503-2508-0

6.4 Studien- und Abschlussarbeiten

– Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Programmierung eines Memory Compilers. Bearbeiter: Zonlei Cai (beendet am 2.1.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Marc Reichenbach

– Bachelor Thesis: Evaluation von Cloud Technologien im High Performance Computing. Bearbeiter: Gabriel Graf (beendet am 03.01.2017); Betreuer: Alexander Ditter, M. Sc.

– Bachelor Thesis: Performance evaluation of SIMD and GPGPU extensions for software defined radio applications. Bearbeiter: Tobias Off (beendet am 1.02.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Marc Reichenbach

- Master Thesis: Konzeption und Implementierung eines verteilten Drucksensorsystems für die intelligente Hausautomatisierung. Bearbeiter: Sebastian Schinabeck (beendet am 20.2.2017); Betreuer: Benjamin Pfundt, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Umsetzung eines Feature-Detektors auf einem heterogenen Manycore-Cluster. Bearbeiter: Christian Härteis (beendet am 23.02.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Marc Reichenbach
- Bachelor Thesis: Integration von nicht-funktionalen Eigenschaften in einen Hardware Generator für Bildverarbeitungsoperatoren. Bearbeiter: Lukas Schmidt (beendet am 30.03.2017); Betreuer: Konrad Häublein, M.Eng.
- Master Thesis: Softwarekonfigurierbare Antriebsumrichter auf GaN-Halbleiter-Basis. Bearbeiter: Andreas Rom (beendet am 30.03.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Marc Reichenbach
- Bachelor Thesis: Erstellen einer Webseite zur Visualisierung von Performance-Messungen aus einer Datenbank. Bearbeiter: George Heath (beendet am 28.4.2017); Betreuer: Johannes Hofmann, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Untersuchung verschiedener GPU-Programmiermodelle. Bearbeiter: Grandeit Manuel (beendet am 2.5.2017); Betreuer: Johannes Hofmann, M. Sc.
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Streaming-Cache: Konzeption und Realisiserung einer intelligenten Pufferstruktur für heterogene Bildverarbeitungsarchitekturen. Bearbeiter: Lukas Lehnert (beendet am 14.07.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Marc Reichenbach
- Master Thesis: Generierung und Integration skalierbarer FPGA Beschleunigerkerne für heterogene Rechnerarchitekturen auf Basis der Heterogeneous System Architecture (HSA) Foundation. Bearbeiter: Philipp Holzinger (beendet am 29.09.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Marc Reichenbach
- Master Thesis: Konzeption und Realisiserung einer Android-Bibliothek für die App Entwicklung von SDI. Bearbeiter: Ahmed Al-Akad (beendet am 23.11.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Marc Reichenbach
- Master-Projekt: Funktionale Programmierung für FPGAs. Bearbeiter: Burkhard Ringlein (beendet am 24.11.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Franz Richter-Gottfried

7 Lehrstuhl für Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)

Anschrift: Martensstraße 1, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 85 27277
Fax: +49 9131 85 28732
E-Mail: sekretariat@i4.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Wiss. Mitarbeiter:
Dipl.-Inf. Johannes Behl
Dr.-Ing. Tobias Distler
Gabor Drescher, M. Sc.
Dipl.-Inf. Christopher Eibel
Christian Eichler, M. Sc.
Michael Eischer, M. Sc.
Dipl.-Inf. Christoph Erhardt
Dipl.-Ing. Florian Franzmann
Bernhard Heinloth, M. Sc.
Benedict Herzog, M. Sc.
Dr.-Ing. Timo Hönig
Dipl.-Ing. Heiko Janker
Dipl.-Ing. Tobias Klaus
Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder
Sebastian Maier, M. Sc.
Dipl.-Inf. Rainer Müller
Stefan Reif, M. Sc.
Florian Schmaus, M. Sc.
Simon Schuster, M. Sc.
Dr.-Ing. Volkmar Sieh, Akad. ORat
Dr.-Ing. Peter Ulbrich
Peter Wägemann, M. Sc.
Dipl.-Phys. Dipl.-Inf. Alexander Würstlein
Andreas Ziegler, M. Sc.
Externe Doktoranden:
Dipl.-Inf. Michael Gernoth
Dipl.-Inf. Benjamin Oechslein
Dipl.-Inf. Jens Schedel
Dipl.-Inf. Klaus Stengel
Dipl.-Ing. Moritz Strübe

7.1 Forschungsschwerpunkte

Augenmerk der Forschung am Lehrstuhl liegt allgemein auf dem Bereich der Systemarchitektur. Das Spektrum umfasst (in alph. Reihenfolge) Betriebssysteme, Echtzeitsysteme, eingebettete Systeme, energiebewusste Systeme, parallele Systeme und verteilte Systeme. Mit dem Arbeitsschwerpunkt auf Systemsoftware ist zudem ein enger Bezug zur Softwaretechnik gegeben, der sich etwa in Arbeiten zu Programmfamilien, Softwareproduktlinien und Variabilitätsverwaltung niederschlägt. Einen großen Stellenwert nimmt die ganzheitliche Herangehensweise in der Entwicklung von Systemsoftware ein, was immer auch Fragen gerade zur Hardware-Software-Schnittstelle einschließt und bei Bedarf sogar eigene Prototypentwicklung von Hardware nach sich zieht.

Leitlinie aller Arbeiten ist es, die Tragfähigkeit erforschter Konzepte immer in konkreter Systemsoftware aufzuzeigen und nachzuweisen. Charakteristisch für die Grundlagenforschung des Lehrstuhls ist es, den anfallenden Arbeiten eine ausgeprägt gegenständliche

Ausrichtung zu geben. Am Ende des Prozesses steht immer die Umsetzung in ein konkretes Werk oder die Anpassung an beziehungsweise Integration in ein bestehendes System. Der Vorher-nachher-Vergleich des jeweils entwickelten (Teil-) Systems mit bereits bestehenden Lösungen bildet dabei den Kern der Evaluierung der im Rahmen der Forschungsaktivitäten entstandenen Konzepte.

7.2 Forschungsprojekte

7.2.1 Betriebsunterstützung für ressourceneffiziente, einbruchstolerante Systeme unter Verwendung von Virtualisierung

Projektleitung:
Dr.-Ing. Tobias Distler

Beteiligte:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
Dr.-Ing. Tobias Distler
Michael Eischer
Klaus Stengel

Laufzeit: 01.10.2009 – 30.09.2022

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Internetgestützte Dienste nehmen eine immer zentralere Rolle in unserer Gesellschaft ein und lösen zunehmend konventionelle Infrastrukturen ab. Gleichzeitig steigt die Komplexität entsprechender Dienste und der für ihren Betrieb erforderlichen Software. Trotz zahlreicher verbesserter Entwicklungstechniken treten jedoch immer wieder Software-Fehler auf. Zudem lassen sich Schwachstellen aus der Entfernung ausnützen. Im günstigsten Fall führt dies zum sofortigen Dienstausfall, Realität ist jedoch auch die Verbreitung von verfälschten Daten. Ziel des Vorhabens ist die Bereitstellung von Betriebs- und Entwicklungsunterstützung für ressourceneffiziente, einbruchstolerante Dienste. Basis hierfür bildet die Verwendung von Virtualisierungstechnik, die es ermöglicht, mehrere Dienstinstanzen, isoliert durch einen vertrauenswürdigen Hypervisor, parallel auf einem Rechner zu betreiben. Dies spart Ressourcen gegenüber konventioneller Replikation und bietet die Basis für zu erforschende Optimierungen (z.B. deterministische mehrfädige Ausführung). Die entwickelte Systemunterstützung soll am Beispiel einer Web-basierten Mehrschichtarchitektur in Bezug auf Performance und Ressourcenverbrauch im Vergleich zu nicht-replizierten und konventionell replizierten Varianten evaluiert werden. Abschließend soll eine Basisinfrastruktur entstehen, die eine einfache Installation von einbruchstoleranten Diensten ermöglicht und ihren Betrieb, zum Beispiel im Kontext von Cloud Computing, praktikabel gestaltet.

Publikationen (2017)

– Behl, J., Distler, T., & Kapitza, R. (2017). Hybrids on Steroids: SGX-based High Performance BFT. In Proceedings of the 12th European Conference on Computer Systems (EuroSys '17) (pp. 222 – 237). Belgrade.

– Schiekofer, R., Behl, J., & Distler, T. (2017). Agora: A Dependable High-Performance Coordination Service for Multi-Cores. In Proceedings of the 47th International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN '17) (pp. to appear). Denver, USA.

– Eischer, M., & Distler, T. (2017). Scalable Byzantine Fault Tolerance on Heterogeneous Servers. In Proceedings of the 13th European Dependable Computing Conference (EDCC '17) (pp. 34–41). Geneva, CH.

7.2.2 Softwareinfrastruktur betriebsmittelbeschränkter vernetzter Systeme (Phase 1)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte:

Beginn: 01.08.2012

Förderer:
DFG / Forschergruppe (FOR)

Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität Braunschweig

7.2.3 Invasives Laufzeitunterstützungssystem (iRTSS) (C01)

Projektleitung:
Timo Hönig
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
PD Dr. Daniel Lohmann

Beteiligte:

Laufzeit: 01.07.2010 – 30.06.2022

Förderer:

DFG / Sonderforschungsbereich / Transregio (SFB / TRR)

Mitwirkende Institutionen:
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Teilprojekt C1 erforscht Systemsoftware für invasiv-parallele Anwendungen. Bereitgestellt werden Methoden, Prinzipien und Abstraktionen zur anwendungsgewahren Erweiterung, Konfigurierung und Anpassung invasiver Rechensysteme durch eine neuartige, hochgradig flexible Betriebssystem-Infrastruktur. Diese wird zur praktischen Anwendung in ein Unix-Wirtssystem integriert. Untersucht werden (1) neue Entwurfs- und Implementierungsansätze nebenläufigkeitsgewahrer Betriebssysteme, (2) neuartige AOP-ähnliche Methoden für die statische und dynamische (Re-)konfigurierung von Betriebssystemen sowie (3) agentenbasierte Ansätze für die skalierbare und flexible Verwaltung von Ressourcen.

Publikationen (2017)

– Schuster, S., Ulbrich, P., Stilkerich, I., Dietrich, C., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Demystifying Soft-Error Mitigation by Control-Flow Checking – A New Perspective on its Effectiveness. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 16(5s), 180:1-180:19. https://dx.doi.org/10.1145/3126503

– Sieh, V., Burlacu, R., Hönig, T., Janker, H., Raffeck, P., Wägemann, P., & Schröder-Preikschat, W. (2017). An End-To-End Toolchain: From Automated Cost Modeling to Static WCET and WCEC Analysis. In Proceedings of the 20th International Symposium on Real-Time Distributed Computing (ISORC 2017) (pp. 158–167). Toronto, Canada: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc..

– Dietrich, C., Rothberg, V., Füracker, L., Ziegler, A., & Lohmann, D. (2017). cHash: Detection of Redundant Compilations via AST Hashing. In USENIX Association (Eds.), Proceedings of the 2017 USENIX Annual Technical Conference (ATC '17) (pp. 527-538). Santa Clara, CA, US.

– Pöppl, A., Damschen, M., Schmaus, F., Fried, A., Mohr, M., Blankertz, M.,... Bader, M. (2017). Shallow Water Waves on a Deep Technology Stack: Accelerating a Finite Volume Tsunami Model using Reconfigurable Hardware in Invasive Computing. In Euro-Par 2017: Parallel Processing Workshops (pp. -). Santiago de Compostela, Spain, ES.

– Wägemann, P., Distler, T., Eichler, C., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Benchmark Generation for Timing Analysis. In Proceedings of the 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS '17) (pp. 319-330). Pittsburgh, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc..

– Eichler, C., Wägemann, P., Distler, T., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Demo Abstract: Tooling Support for Benchmarking Timing Analysis. Poster presentation at 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, Demo Session (RTAS Demo '17), Pittsburgh, USA.

– Wägemann, P., Distler, T., Janker, H., Raffeck, P., Sieh, V., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Operating Energy-Neutral Real-Time Systems. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 17(1), 11:1-11:25. https://dx.doi.org/10.1145/3078631

– Dietrich, C., Wägemann, P., Ulbrich, P., & Lohmann, D. (2017). SysWCET: Whole-System Response-Time Analysis for Fixed-Priority Real-Time Systems (Outstanding Paper). In Davis, Rob; Parmer, Gabriel (Eds.), Proceedings of the 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS '17) (pp. 37-48). Pittsburgh, PA, USA, US: Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.

7.2.4 Softwarekontrollierte Konsistenz und Kohärenz für vielkernige Prozessorarchitekturen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte:
Timo Hönig
Stefan Reif
Gabor Drescher

Laufzeit: 01.09.2012 – 30.09.2022

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Mitwirkende Institutionen:
Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Die erzielbare Rechenleistung einzelner Prozessoren stößt gegenwärtig an ihre technologischen Grenzen, eine weitere Leistungssteigerung ist nur durch den Einsatz vieler Rechenkerne zu erreichen. Während Prozessorarchitekturen mit bis zu 16 Kernen den aktuellen Stand der Technik bei marktüblichen Produkten markieren, sind vereinzelt schon Systeme mit 100 Rechenkernen erhältlich. Zukünftig sind hier Architekturen mit über tausend Rechenkernen zu erwarten. Zur besseren Skalierbarkeit sind in diese Prozessoren extrem leistungsfähige Kommunikationsnetzwerke integriert (network on chip, NoC), sodass sie de facto die Eigenschaften eines verteilten Systems mit denen eines NUMA-Systems vereinen. Die extrem niedrige Latenz und hohe Bandbreite dieser Netzwerke eröffnet die Möglichkeit, Verfahren der Replikation und Konsistenzerhaltung von der Hardware in Betriebs- und Laufzeitsysteme zu verlagern und so notorischen Problemen wie falscher Mitbenutzung von Speicherzellen (false sharing), dem Flattern von Zwischenspeicherzeilen (cache thrashing) und Engpässen in der Speicherbandbreite flexibel zu begegnen.

Ziel des Vorhabens ist es daher, zunächst einen minimalen, ereignisgetriebenen Konsistenzkern (concistency kernel, COKE) für solche vielkernigen Prozessoren zu entwerfen, der die notwendigen Elementaroperationen für softwarekontrollierte Konsistenzerhaltungsprotokolle für höhere Schichten zur Verfügung stellt. Auf der Basis dieses Kerns

werden diverse ”Konsistenzmaschinen” entworfen, die verschiedene Speichersemantiken für software- und seitenbasierten gemeinsamen Speicher ermöglichen.

7.2.5 IT-Sicherheit bei invasivem Rechnen (C05)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling

Beteiligte:

Laufzeit: 01.07.2010 – 30.06.2022

Förderer:
DFG / Sonderforschungsbereich / Transregio (SFB / TRR)

Untersucht werden Anforderungen und Mechanismen zum Schutz vor böswilligen Angreifern für ressourcengewahre rekonfigurierbare Hardware/Software-Architekturen. Der Fokus liegt auf der Umsetzung von Informationsflusskontrolle mittels Isolationsmechanismen auf Anwendungs-, Betriebssystems- und Hardwareebene. Ziel der Untersuchungen sind Erkenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen Sicherheit und Vorhersagbarkeit kritischer Eigenschaften eines invasiven Rechensystems.

7.2.6 Verlässlichkeitsaspekte für konfigurierbare eingebettete Betriebssysteme

Projektleitung:
PD Dr. Daniel Lohmann

Beteiligte:

Laufzeit: 01.10.2010 – 30.09.2017

Förderer:
DFG / Schwerpunktprogramm (SPP)

Future hardware designs for embedded systems will exhibit more parallelism at the price of being less reliable. This bears new challenges for system software, especially the operating system, which has to use and provide software measures to compensate for unreliable hardware. However, dependability in this respect is a nonfunctional concern that affects and depends on all parts of the system. Tackling it in a problem-oriented way

by the operating system is an open challenge: (1) It is still unclear, which combination of software measures is most beneficial to compensate certain hardware failures – ideally these measures should be understood as a matter of configuration and adaptation. (2) To achieve overall dependability, the implementation of these measures, even though provided by the operating system, cannot be scoped just to the operating-system layer – it inherently crosscuts the whole software stack. (3) To achieve cost-efficiency with respect to hardware and energy, the measures have, furthermore, to be tailored with respect to the actual hardware properties and reliability requirements of the application. We address these challenges for operating-system design by a novel combination of (1) speculative and resource-efficient fault-tolerance techniques, which can (2) flexibly be applied to the operating system and the application by means of aspect-oriented programming, driven by (3) a tool-based (semi-)automatic analysis of the application and operating-system code, resulting in a strictly problem-oriented tailoring of the latter with respect to hardware-fault tolerance.

Publikationen (2017)

– Dietrich, C., Wägemann, P., Ulbrich, P., & Lohmann, D. (2017). SysWCET: Whole-System Response-Time Analysis for Fixed-Priority Real-Time Systems (Outstanding Paper). In Davis, Rob; Parmer, Gabriel (Eds.), Proceedings of the 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS '17) (pp. 37-48). Pittsburgh, PA, USA, US: Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.

7.2.7 Adaptive Softwareinfrastruktur betriebsmittelbeschränkter vernetzter Systeme (Phase 2)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte:
Timo Hönig
Heiko Janker
Peter Wägemann

Laufzeit: 01.08.2015 – 31.07.2018

Förderer:
DFG / Forschergruppe (FOR)

Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität Braunschweig

Im Kontext der Gesamtvision der Forschergruppe BATS ist es das Ziel des Teilprojekts ARTE (adaptive run-time environment, TP 2) eine flexible Systemsoftwareunterstützung

zu entwickeln. Diese soll es ermöglichen, für die Verhaltensbeobachtungen von Fledermäusen (TP 1) verteilte Datenstromanfragen (TP 3) auf einem heterogenen Sensornetzwerk (TP 4), bestehend aus stationären (TP 5) und mobilen (TP 7) Sensornetzwerkknoten, zu etablieren. Eine besondere Herausforderung stellen hierbei die knappen Ressourcen dar, im speziellen Speicher und Energie, sowie die wechselhafte Konnektivität der nur 2 g schweren mobilen Knoten. In Anbetracht dieser vielfältigen und teilweise konfligierenden Anforderungen soll ARTE in Form einer hochkonfigurierbaren Softwareproduktlinie realisiert werden. Ziel ist es, sowohl die unterschiedlichen funktionalen Anforderungen zwischen mobilen und stationären Knoten zu unterstützen, als auch wichtige nichtfunktionale Eigenschaften, wie niedriger Speicherverbrauch und Energieeffizienz. Entsprechend soll schon bei der Entwicklung von ARTE der Konfigurationsraum werkzeuggestützt und gezielt auf nichtfunktionale Eigenschaften untersucht werden, um gemäß der Anforderungen an das Projekt später im Einsatz eine optimierte Auswahl von Implementierungsartefakten zu bieten. Dabei ist explizit die dynamische Anpassbarkeit von Anwendungs- wie auch von Systemfunktionen zu berücksichtigen. Auf funktionaler Ebene wird ARTE Systemdienste in Gestalt einer Middleware bereitstellen, die Anpassung und Erweiterung zur Laufzeit unterstützt und auf Datenstromverarbeitung zugeschnitten ist, um eine ressourceneffiziente und flexible Ausführung von Datenstromanfragen zu ermöglichen.

Publikationen (2017)

– Wägemann, P., Distler, T., Janker, H., Raffeck, P., Sieh, V., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Operating Energy-Neutral Real-Time Systems. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 17(1), 11:1-11:25. https://dx.doi.org/10.1145/3078631

7.2.8 Konfigurierbarkeitsgewahre Betriebssystementwicklung

Projektleitung:
PD Dr. Daniel Lohmann

Beteiligte:

Beginn: 01.05.2014

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Viele Betriebssysteme sind zur Übersetzungszeit hochgradig konfigurierbar. Linux 4.2 bietet beispielsweise mehr als 15.000 konfigurierbare Merkmale zur problemgewahren Anpassung, die technisch auf mehreren Ebenen des Generierungsprozesses (Konfigurationssystem, Build-System, C Präprozessor, Linker, ...) umgesetzt werden. Die resultierende Variabilität wird in der Praxis nicht mehr beherrscht und hat im Falle von Linux bereits zu Tausenden von Defekten geführt.

Zweck des Vorhabens ist die Erforschung von skalierbaren Methoden, Techniken und Werkzeugen zur Beherrschung der Variabilität in Betriebssystemen und anderer konfigurierbarer Systemsoftware durch eine ganzheitliche und ebenenübergreifende Erfassung, Darstellung, Bewertung und Beeinflussung von Merkmalsimplementen. Die implizit codierten Variabilitätsinformationen sollen durch entsprechende Werkzeuge aus den verschiedenen Implementierungsebenen extrahiert und in ein gemeinsames Modell integriert werden. Merkmalsimplemente werden in einer domänenspezifischen Sprache als ebenenübergreifende ”Merkmalseinfassungen” repräsentiert. Eine Merkmalseinfassung ist vergleichbar mit einem Aspekt (AOP), die sich in ihren Auswirkungen jedoch über mehrere Ebenen des Generierungsprozesses und unterschiedliche Artefakt-Typen (C-Quellcode, Build-Skripte, Linker-Anweisungen, ...) erstreckt.

Ziel des Vorhabens ist die bessere Beherrschbarkeit von Variabilität durch eine variabilitätsgewahre Entwicklung, Analyse, Wartung und Qualitätssicherung von Betriebssystemcode.

Publikationen (2017)

– Dietrich, C., Rothberg, V., Füracker, L., Ziegler, A., & Lohmann, D. (2017). cHash: Detection of Redundant Compilations via AST Hashing. In USENIX Association (Eds.), Proceedings of the 2017 USENIX Annual Technical Conference (ATC ’17) (pp. 527-538). Santa Clara, CA, US.

7.2.9 Energiegewahre kritische Abschnitte

Projektleitung:
Timo Hönig
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte:
Christopher Eibel
Stefan Reif
Heiko Janker
Peter Wägemann

Laufzeit: 01.01.2015 – 30.09.2022

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Wettlaufsituationen gleichzeitiger Prozesse innerhalb eines Rechensystems können zu teils unerklärlichen Phänomenen oder gar fehlerhaftem Laufzeitverhalten führen. Ursache sind kritische Abschnitte in nichtsequentiellen Programmen. Den Lösungen zum Schutz kritischer Abschnitte steht im Allgemeinen ein mehrdimensionaler Problemraum

gegenüber: (1) prozessorlokale asynchrone Programmunterbrechungen, (2) speichergekoppelte Systeme mehr-/vielkerniger Multiprozessoren mit (2a) kohärentem oder (2b) inkohärentem Zwischenspeicher, (3) nachrichtengekoppelte Systeme mit globalem Adressraum, (4) Interferenz mit der Prozessverwaltung im Betriebssystem. Dabei treffen die Schutzverfahren pessimistische oder optimistische Annahmen über das Auftreten von Zugriffskonflikten.Die Anzahl wettstreitiger Prozesse ist anwendungsfallabhängig und hat einen großen Einfluss auf die Effektivität ihrer Koordination auf allen Ebenen eines Rechensystems. Mehraufwand, Skalierbarkeit und Dediziertheit der Schutzfunktionen bilden dabei entscheidende leistungsbeeinflussende Faktoren. Diese Einflussgröße bedingt nicht nur variierende Prozesslaufzeiten, sondern auch verschiedene Energieverbräuche. Ersteres führt zu Rauschen (noise) oder Schwankung (jitter) im Programmablauf: nichtfunktionale Systemeigenschaften, die besonders problematisch für hochparallele oder echtzeitabhängige Prozesse sind. Demgegenüber hat letzteres einerseits wirtschaftliches Gewicht wie auch ökologische Auswirkungen und tangiert andererseits die Grenzen in der Skalierung vielkerniger Prozessoren (dark silicon).In Abhängigkeit von der strukturellen Komplexität eines kritischen Abschnitts und seiner Wettstreitanfälligkeit zeichnet sich ein Zielkonflikt ab, dem durch analytische und konstruktive Maßnahmen im Vorhaben begegnet werden soll. Untersuchungsgegenstände sind eigene Spezialbetriebssysteme, die in erster Linie zur Unterstützung der parallelen und teils auch echtzeitabhängigen Datenverarbeitung ausgelegt sind, und Linux. Ziel ist die Bereitstellung (a) einer Softwareinfrastruktur zur lastabhängigen, von den Programmabschnitten selbst organisierten änderung des Schutzes vor kritischen Wettläufen gleichzeitiger Prozesse sowie (b) von Werkzeugen zur Aufbereitung, Charakterisierung und Erfassung solcher Abschnitte. Durch erhöhte Prozessaktivität bedingte und sich in Energieverbrauchs- und Temperaturanstiege manifestierende Heißpunkte (hotspots) sollen durch eine abschnittsspezifische Auswahlstrategie auf Abruf oder vorausschauend vermieden oder abgeschwächt werden können. In der zu treffenden Abwägung zur dynamischen Rekonfigurierung eines kritischen Abschnitts fließt der durch die jeweilige Auswahlstrategie verursachte Mehraufwand mit ein, um eine änderung nur dann vorzusehen, wenn auch wirklich praktischer Gewinn gegenüber der ursprünglichen Lösung zu erwarten ist. Vorher-nachher-Vergleiche an den untersuchten Betriebssystemen sollen die Effektivität des entwickelten Ansatzes aufzeigen.

Publikationen (2017)

– Sieh, V., Burlacu, R., Hönig, T., Janker, H., Raffeck, P., Wägemann, P., & Schröder-Preikschat, W. (2017). An End-To-End Toolchain: From Automated Cost Modeling to Static WCET and WCEC Analysis. In Proceedings of the 20th International Symposium on Real-Time Distributed Computing (ISORC 2017) (pp. 158–167). Toronto, Canada: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc..

– Wägemann, P., Distler, T., Eichler, C., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Benchmark Generation for Timing Analysis. In Proceedings of the 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS '17) (pp. 319-330). Pittsburgh, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc..

– Eichler, C., Wägemann, P., Distler, T., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Demo Abstract: Tooling Support for Benchmarking Timing Analysis. Poster presentation at

23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, Demo Session (RTAS Demo '17), Pittsburgh, USA.

– Wägemann, P., Distler, T., Janker, H., Raffeck, P., Sieh, V., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Operating Energy-Neutral Real-Time Systems. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 17(1), 11:1-11:25. https://dx.doi.org/10.1145/3078631

– Dietrich, C., Wägemann, P., Ulbrich, P., & Lohmann, D. (2017). SysWCET: Whole-System Response-Time Analysis for Fixed-Priority Real-Time Systems (Outstanding Paper). In Davis, Rob; Parmer, Gabriel (Eds.), Proceedings of the 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS '17) (pp. 37-48). Pittsburgh, PA, USA, US: Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.

7.2.10 Aspektorientierte Echtzeitsystemarchitekturen (Phase 2)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
Dr.-Ing. Peter Ulbrich

Beteiligte:
Christian Eichler
Simon Schuster
Tobias Klaus
Florian Peter Franzmann

Laufzeit: 01.08.2017 – 30.09.2020

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Das Ziel von AORTA ist die Verbesserung der Vorhersagbarkeit von dynamischen, gemischt-kritischen Echtzeitsystemen durch die Extraktion kritischer Pfade, deren Transformation in statische äquivalente sowie einer zeitgesteuerten Ausführung. Da diese im Vergleich mit ereignisgesteuerten Abläufen jedoch zum Brachliegen von Ressourcen neigt, soll das grundsätzlich optimistische Ausführungsmodell gemischt-kritischer Echtzeitsysteme beibehalten werden und nur im Notfall eine Umschaltung in den statischen Ablauf erfolgen. Damit einher geht die Generalisierung der Ergebnisse der ersten Förderphase auf dynamische Echtzeitsystemarchitekturen und hier insbesondere auf gemischt-kritische Systeme mit komplexen Abhängigkeitsmustern. Untersuchungsgegenstand des Vorhabens sind dabei Echtzeit-Linux-Varianten sowie die Domäne der Steuerungs- und Regelungsanwendungen.Den Schwerpunkt der Projektfortsetzung bilden die Abhängigkeiten zwischen kritischen und nicht-kritischen Ausführungspfaden. Diese potentiellen Problemstellen liegen auf allen Ebenen des Systems: in der Anwendung beispielsweise durch eine Verquickung von nicht-kritischen Komfort- und kritischen Steuerungsfunktionen und einer damit einhergehenden Kopplung. Ebenso im Betriebssystem, zum Beispiel durch Puffer für gemeinsam genutzte Kommunikationsstapel.

Diese oft wünschenswerten Kopplungen führen in dynamischen Systemen zu einer Vielzahl von möglichen Ausführungspfaden und damit zu einer dramatischen überapproximation der entsprechenden maximalen Ausführungszeit beziehungsweise Antwortzeit. Die garantierte Einhaltung von Zeitschranken geht daher typischerweise mit einem Verlust der auszeichnenden Effizienz dynamischer Echtzeitsysteme einher. Die Realisierung des Projektziels und damit die Wiederherstellung eines verifizierbaren Zeitverhaltens mit harten Garantien für den kritischen Anwendungskern zur Laufzeit fokussiert auf drei Arbeitsschwerpunkte: Analyse, Maßschneiderung und Mechanismen.Das Vorhaben geht von existierendem Wissen zum Entwurf von gemischt-kritischen Systemen mit harten Zeitgarantien aus. Es trifft die Grundannahme, dass kritische Ausführungspfade eine inhärent deterministische Struktur aufweisen und sich insbesondere deren dynamische Kopplungen mit unkritischen Pfaden auf statische äquivalente abbilden lassen. Hinterfragt wird im Speziellen die Fähigkeit zur Einhaltung harter Zeitgarantien für sicherheitskritische Regelungs- und Steuerungsanwendungen mit einfachen Kommunikationsmustern auf Echtzeit Linux-Varianten sowie die Anwendbarkeit von Konzepten und Techniken zur statischen Analyse, Maßschneiderung und Ablaufplanung aus der ersten Projektphase zu diesem Zweck. Ebenfalls hinterfragt wird im Allgemeinen die Kopplung von Echtzeitsystemarchitektur, Ablaufplanung und Abhängigkeiten in gemischt-kritischen Echtzeitsystemen und darauf aufbauend die generelle Eignung der Entwurfskonzepte von Echtzeit-Linux für einen Wechsel der Echtzeitparadigmen zur Laufzeit.

Publikationen (2017)

– Schuster, S., Ulbrich, P., Stilkerich, I., Dietrich, C., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Demystifying Soft-Error Mitigation by Control-Flow Checking – A New Perspective on its Effectiveness. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 16(5s), 180:1-180:19. https://dx.doi.org/10.1145/3126503

– Stilkerich, I., Lang, C., Erhardt, C., Bay, C., & Stilkerich, M. (2017). The Perfect Getaway: Using Escape Analysis in Embedded Real-Time Systems. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 16(4), 99.

– Sieh, V., Burlacu, R., Hönig, T., Janker, H., Raffeck, P., Wägemann, P., & Schröder-Preikschat, W. (2017). An End-To-End Toolchain: From Automated Cost Modeling to Static WCET and WCEC Analysis. In Proceedings of the 20th International Symposium on Real-Time Distributed Computing (ISORC 2017) (pp. 158–167). Toronto, Canada: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc..

– Vaas, S., Ulbrich, P., Reichenbach, M., & Fey, D. (2017). The Best of Both: High-performance and Deterministic Real-Time Executive by Application-Specific Multi-Core SoCs. In Proceedings of the Conference on Design and Architectures for Signal and Image Processing (DASIP '17) (pp. 1-6). Dresden, DE: Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.

– Wägemann, P., Distler, T., Eichler, C., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Benchmark Generation for Timing Analysis. In Proceedings of the 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS '17) (pp. 319-330). Pittsburgh, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc..

– Eichler, C., Wägemann, P., Distler, T., & Schröder-Preikschat, W. (2017). Demo Abstract: Tooling Support for Benchmarking Timing Analysis. Poster presentation at 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, Demo Session (RTAS Demo '17), Pittsburgh, USA.

– Dietrich, C., Wägemann, P., Ulbrich, P., & Lohmann, D. (2017). SysWCET: Whole-System Response-Time Analysis for Fixed-Priority Real-Time Systems (Outstanding Paper). In Davis, Rob; Parmer, Gabriel (Eds.), Proceedings of the 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS '17) (pp. 37-48). Pittsburgh, PA, USA, US: Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.

7.2.11 Latenzgewahrheit in Betriebssystemen für massiv-parallele Prozessoren

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte:
Gabor Drescher

Laufzeit: 01.05.2011 – 30.05.2013
Laufzeitverlängerung bis: 30.04.2020

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Thema des Vorhabens ist die effiziente Nutzung von Kernen homogener oder heterogener massiv-paralleler Prozessoren für Betriebssystemprozesse im Namen von ablaufenden (nichtsequentiellen) Anwendungsprogrammen. Im Vordergrund stehen konstruktive Ansätze zur Vorbeugung, Vermeidung und Verbergung von Latenzen, hervorgerufen beim Zugriff konkurrierender Prozesse auf gemeinsame Betriebsmittel und bei Ausführung von Systemfunktionen. Schwerpunktmäßig untersucht werden optimistische Verfahren der Interprozesssynchronisation im Zusammenspiel mit vorausschauenden Maßnahmen zur Bindung von Kontrollflüssen an dedizierten, freien oder weniger ausgelasteten Kernen des ausführenden Prozessors. Es werden Bindungsoptionen von Betriebssystemfunktionen an Prozessorkerne entwickelt, aspektorientiert programmiert und hinsichtlich Effizienz bewertet. Die von Grund auf durchgeführte Implementierung eines parallelen, nachrichtenversendenden Betriebssystemkerns dient der Bewertung der entwickelten Lösungen am Objekt selbst und liefert darüber hinausgehend auch Vorlagen zur Verbesserung der internen Parallelität und Skalierbarkeit konventioneller Betriebssysteme. Eine Funktionsintegration mit Komponenten eines Linux-Kerns ist daher ebenfalls angestrebt.

7.2.12 Latenz- und Elastizitätsbewusster Netzwerkbetrieb

Projektleitung:
Timo Hönig

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte:
Stefan Reif

Laufzeit: 01.01.2016 – 31.03.2019

Förderer:
DFG / Schwerpunktprogramm (SPP)

Mitwirkende Institutionen:
Universität des Saarlandes (UdS)

Publikationen (2017)

– Reif, S., Herfet, T., Andreas, S., Hönig, T., & Schröder-Preikschat, W. (2017). X-Lap: A Systems Approach for Cross-Layer Profiling and Latency Analysis for Cyber-Physical Networks. In Proceedings of the 15th International Workshop on Real-Time Networks (RTN '17) (pp. -). Dubrovnic, Croatia.

7.2.13 Regelgütegewahrer Entwurf von bedarfsgesteuerten Echtzeitregelungssystemen

Projektleitung:
Dr.-Ing. Peter Ulbrich
Dr.-Ing. Andreas Michalka

Beteiligte:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
Tobias Klaus
Maximilian Gaukler

Laufzeit: 01.09.2015 – 30.09.2021

Publikationen (2017)

– Dietrich, C., Wägemann, P., Ulbrich, P., & Lohmann, D. (2017). SysWCET: Whole-System Response-Time Analysis for Fixed-Priority Real-Time Systems (Outstanding Paper). In Davis, Rob; Parmer, Gabriel (Eds.), Proceedings of the 23rd Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium (RTAS '17) (pp. 37-48). Pittsburgh, PA, USA, US: Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.

7.3 Projektunabhängige Publikationen

- Reif, S., Hönig, T., & Schröder-Preikschat, W. (2017). In the Heat of Conflict: On the Synchronisation of Critical Sections. In Proceedings of the 20th International Symposium on Real-Time Distributed Computing (ISORC 2017) (pp. 42–51). Toronto, Canada: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc..
- Santini, T., Borchert, C., Dietrich, C., Schirmeier, H., Hoffmann, M., Spinczyk, O.,... Rech, P. (2017). Effectiveness of Software-Based Hardening for Radiation-Induced Soft Errors in Real-Time Operating Systems. In Schulz, Martin; Koji, Inoue (Eds.), Architecture of Computing Systems – ARCS 2015 (pp. 3–15). Karlsruhe, Germany: Berlin: Springer.
- Strübe, M. (2017). E-Book Investigation of deployment-specific simulation for the optimization of wireless sensor networks (Dissertation).
- Hönig, T. (2017). Proactive Energy-Aware Computing (Dissertation).
- Dietrich, C., Hoffmann, M., & Lohmann, D. (2017). Global Optimization of Fixed-Priority Real-Time Systems by RTOS-Aware Control-Flow Analysis. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 16(2), 35:1–35:25. https://dx.doi.org/10.1145/2950053
- Behl, J., Distler, T., & Kapitza, R. (2017). Hybster – A Highly Parallelizable Protocol for Hybrid Fault-Tolerant Service Replication.

7.4 Studien- und Abschlussarbeiten

- Master-Projekt: Kritische Abschnitte im RTSC. Bearbeiter: Benjamin Steffes (beendet am 1.3.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Florian Franzmann; Dipl.-Ing. Tobias Klaus; Dr.-Ing. Peter Ulbrich; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
- Master Thesis: Exploiting Hardware-Heterogeneity-Driven Actor Migration in an Energy-Aware Middleware Platform. Bearbeiter: Thao-Nguyen Do (beendet am 30.03.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dipl.-Inf. Christopher Eibel; Dr.-Ing. Tobias Distler
- Master-Projekt: Portierung der Haskell/GHC Laufzeitumgebung auf Intel SGX Enklaven. Bearbeiter: Michael Pinl (beendet am 31.3.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Klaus Stengel; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
- Bachelor Thesis: Design and implementation of a user space interface for creating and operating virtual device redirection stubs in the Linux kernel. Bearbeiter: Moritz Knaut (beendet am 18.04.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dr.-Ing. Volkmar Sieh, Akad. ORat
- Bachelor Thesis: Anfertigen eines Software-PlugIns für das CAD Programm Siemens NX zur automatisierten Erstellung eines Lichtwellenleiterkopplers. Bearbeiter: Steffen Schmitt (beendet am 01.05.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke; Dr.-Ing. Peter Ulbrich; Jochen Zeitler, M. Sc.

– Master Thesis: Automatic Determination of Inter-Device Energy-Demand Variance. Bearbeiter: Daniel Götz (beendet am 05.05.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Stefan Reif, M. Sc.; Dr.-Ing. Timo Hönig

– Master-Projekt: Hardware-gestütztes Profiling von Systemsoftware am Beispiel eines Vielkernforschungsbetriebssystems. Bearbeiter: Jonas Rabenstein (beendet am 12.5.2017); Betreuer: Florian Schmaus, M. Sc.; Sebastian Maier, M. Sc.; Gabor Drescher, M. Sc.; Dipl.-Inf. Christoph Erhardt

– Bachelor Thesis: Improving the Energy Efficiency of a Many-Node Heterogeneous Computing System Utilizing Application-Induced Energy Claims. Bearbeiter: Maximilian Wagner (beendet am 12.5.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dipl.-Inf. Christopher Eibel; Dr.-Ing. Timo Hönig

– Bachelor Thesis: Design and Implementation of a Simulator of a Modular, Configurable Multi-Channel Oscilloscope and Logic-Analyzer for FAUmachine. Bearbeiter: Christian Schmitt (beendet am 14.06.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dr.-Ing. Volkmar Sieh, Akad. ORat

– Master Thesis: Energy Demand Estimation of Software with Artificial Neural Networks. Bearbeiter: Benedict Herzog (beendet am 31.07.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dr.-Ing. Timo Hönig

– Bachelor Thesis: Data Flow Abstraction in Real-Time Systems. Bearbeiter: Danyel Bayraktar (beendet am 02.10.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Tobias Klaus; Dipl.-Ing. Florian Franzmann; Dr.-Ing. Peter Ulbrich; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

– Master Thesis: Effiziente globale Änderungsanalysen in großen C-Projekten durch Syntaxbaum-Hashing im Clang Compiler. Bearbeiter: Ludwig Füracker (beendet am 02.10.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Prof. Dr.-Ing. habil. Daniel Lohmann; Andreas Ziegler, M. Sc.; Christian Dietrich, M. Sc.

– Master Thesis: System-gewahre Statische Laufzeitanalyse von Universal-Betriebssystemen. Bearbeiter: Simon Schuster (beendet am 02.10.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dr.-Ing. Peter Ulbrich; Peter Wägemann, M. Sc.

– Master Thesis: Towards Energy-Efficient Distributed Data-Stream Processing. Bearbeiter: Christian Gulden (beendet am 2.10.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dipl.-Inf. Christopher Eibel; Dr.-Ing. Tobias Distler

– Bachelor Thesis: Development of a Flocking Simulation for the Evaluation of Locality-Aware Work-Stealing Scheduling. Bearbeiter: Ok Burak (beendet am 15.10.2017); Betreuer: Florian Schmaus, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

– Diplom-/Masterarbeit: Analyse und Optimierung von Ende-zu-Ende-Verzögerungen im RTSC. Bearbeiter: Cuong Bui (beendet am 02.11.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Florian Franzmann; Dipl.-Ing. Tobias Klaus; Dr.-Ing. Peter Ulbrich; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

– Master Thesis: Multiverse: Compiler-Assisted Dynamic Variability Management in the Linux Kernel. Bearbeiter: Florian Rommel (beendet am 02.11.2017); Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Prof. Dr.-Ing. habil. Daniel Lohmann; Christian Dietrich, M. Sc.; Andreas Ziegler, M. Sc.

– Master Thesis: Invasive Computing on Clusters: Multi-node support for OctoPOS. Bearbeiter: Christopher Kupfer (beendet am 10.11.2017); Betreuer: Sebastian Maier, M. Sc.; Florian Schmaus, M. Sc.

– Bachelor Thesis: Entwicklung eines Konzepts zur latenzgewahren dynamischen Umschaltung zwischen Echtzeitparadigmen. Bearbeiter: Florian Güthlein (beendet am 30.11.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Tobias Klaus; Dipl.-Ing. Florian Franzmann; Dr.-Ing. Peter Ulbrich

8 Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung)

Anschrift: Martensstraße 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 85 27775
Fax: +49 9131 85 27270
E-Mail: cs5-info@lists.fau.de

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Lehrstuhlinhaber (beurlaubt):
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
Emeritus:
Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. h.c. Heinrich Niemann
Sekretariat:
Iris Koppe
Kristina Müller
Leitung Computer Vision (CV):
Dipl.-Inf. Vincent Christlein
Computer Vision (CV):
Dipl.-Ing. Marc Aubreville
Dipl.-Inf. Vincent Christlein
AmirAbbas Davari, M. Sc.
Sergiu Deitsch, M. Sc.
Christian Jaremenko, M. Sc.
Franz Köferl, M. Sc.
Patrick Mullan, M. Sc.
Dr.-Ing. Christian Riess
Franziska Schirrmacher
Moritz Venator, M. Sc.
Leitung Segmentation (SEG):
Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl
Segmentation (SEG):
Mario Amrehn, M. Sc.
Dipl.-Inf. Jürgen Endres
Tanja Kurzendorfer, M. Sc.

Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl
Leitung Computed Tomography: Algebraic Reconstruction and Motion (CTARM):
Bastian Bier, M. Sc.
Computed Tomography: Algebraic Reconstruction and Motion (CTARM):
Bastian Bier, M. Sc.
Christoph Luckner, M. Sc.
Jennifer Maier, M. Sc.
Alexander Preuhs, M. Sc.
Stephan Seitz, M. Sc.
Dr.-Ing. Mathias Unberath
Leitung Analytic Reconstruction and Consistency (ARC):
Yixing Huang, M. Sc.
Analytic Reconstruction and Consistency (ARC):
André Aichert, M. Sc.
Zijia Guo, M. Sc.
Yixing Huang, M. Sc.
Leonid Mill, M. Sc.
Tobias Würfl, M. Sc.
Leitung Image Analysis (IMA):
Dipl.-Math. Frank Schebesch
Image Analysis (IMA):
Weilin Fu
Viktor Haase, M. Sc.
Lennart Husvogt, M. Sc.
Yanye Lu, M. Sc.
Dipl.-Math. Frank Schebesch
Daniel Stromer, M. Sc.
Leitung Magnetic Resonance Imaging (MRI):
Dr. rer. nat. Jonathan Lommen
Magnetic Resonance Imaging (MRI):
Elisabeth Hoppe, M. Sc.
Dr. rer. nat. Jonathan Lommen
Manuel Schneider, M. Sc.
Bernhard Stimpel, M. Sc.
Christopher Syben, M. Sc.
Matthias Utzschneider, M. Sc.
Medizinische Bildrekonstruktion (bis 30.6.2017):
Bastian Bier, M. Sc.
Theresa Götz, M. Sc.
Zijia Guo, M. Sc.
Viktor Haase, M. Sc.
Yixing Huang, M. Sc.
Yanye Lu, M. Sc.
Christoph Luckner, M. Sc.
Jennifer Maier, M. Sc.
Katrin Mentl, M. Sc.
Alexander Preuhs, M. Sc.
Dalia Rodriguez Salas, M.Eng.
James Sanders, M. Sc.

Dipl.-Math. Frank Schebesch
Manuel Schneider, M. Sc.
Bernhard Stimpel, M. Sc.
Daniel Stromer, M. Sc.
Christopher Syben, M. Sc.
Dr.-Ing. Mathias Unberath
Matthias Utzschneider, M. Sc.
Tobias Würfl, M. Sc.
Medizinische Bildregistrierung (bis 30.6.2017):
André Aichert, M. Sc.
Siming Bayer, M. Sc.
Katharina Breininger, M. Sc.
Shuqing Chen, M. Sc.
Tobias Geimer, M. Sc.
Florin Cristian Ghesu, M. Sc.
Dr.-Ing. Kurt Höller, MBA
Lennart Husvogt, M. Sc.
Roman Schaffert, M. Sc.
Xia Zhong, M. Sc.
Dipl.-Ing. Tobias Zobel
Leitung Image Fusion (IMF):
Tobias Geimer, M. Sc.
Image Fusion (IMF):
Siming Bayer, M. Sc.
Katharina Breininger, M. Sc.
Tobias Geimer, M. Sc.
Stefan Ploner, M. Sc.
Roman Schaffert, M. Sc.
Leitung Phase Contrast Imaging (PCI):
Dr.-Ing. Christian Riess
Phase Contrast Imaging (PCI):
Johannes Bopp, M. Sc.
Lina Felsner, M. Sc.
Shiyang Hu, M. Sc.
Sebastian Käppler, M. Sc.
Dr.-Ing. Christian Riess
Leitung Population Modelling (PM):
Theresa Götz, M. Sc.
Population Modelling (PM):
Shuqing Chen, M. Sc.
Theresa Götz, M. Sc.
James Sanders, M. Sc.
Xia Zhong, M. Sc.
Leitung Digitaler Sport (bis 31.3.2017):
Prof. Dr. Björn Eskofier
Leitung Sprachverarbeitung (SAGI):
Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
Sprachverarbeitung (SAGI):
Dr. phil. Anton Batliner

Carlos Ariel Ferrer-Riesgo, Ph.D.
Dipl.-Inf. Martin Gropp
PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
Dipl.-Inf. Axel Horndasch
Dipl.-Inf. Thomas Janu
Philipp Klumpp, M. Sc.
Dr.-Ing. Juan Rafael Orozco-Arroyave
Dipl.-Ing. Fadi Sindran
Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl
Leitung Multikriterielle Optimierung:
PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
Multikriterielle Optimierung:
Dipl.-Inf. Johannes Ostler
PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
Leitung Learning Approaches for Medical Big Data Analysis (LAMBDA):
Nishant Ravikumar, Ph.D.
Learning Approaches for Medical Big Data Analysis (LAMBDA):
Florin Cristian Ghesu, M. Sc.
Sebastian Gündel, M. Eng.
Katrin Mentl, M. Sc.
Nishant Ravikumar, Ph.D.
Dalia Rodriguez Salas, M.Eng.
Sulaiman Vesal, M. Sc.
Lehrbeauftragte:
PD Dr. rer. nat. Björn Heismann
PD Dr. Markus Kowarschik
Dipl.-Inf. Johannes Ostler
Dr. Stefan Popescu
Dr. rer. biol. hum. Ludwig Ritschl
Dipl.-Ing. Tobias Zobel
Nichtwiss. Personal:
Sven Grünke
Laurenz Heilig
Iris Koppe
Kristina Müller
Irene Steinheimer
Auszubildender:
Laurenz Heilig

Der Lehrstuhl für Mustererkennung (LME) ist Teil des Department Informatik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Von 1975, dem Gründungsjahr des Lehrstuhls, bis September 2005 war Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann Lehrstuhlinhaber des LME. Im Oktober 2005 hat Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger die Leitung des Lehrstuhls übernommen. Er wird seit April 2015 von Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier vertreten. Zum 1.4.2017 wurde die bisherige Gruppe Digitaler Sport (Prof. Björn Eskofier) in den neuen Lehrstuhl ”Machine Learning and Data Analytics (MaD)” umgewandelt.

Das Ziel der Mustererkennung ist die Erforschung der mathematischen und technischen Aspekte der Perzeption von Umwelteindrücken durch digitale Rechensysteme. Die Umwelt wird dabei durch Sensoren erfasst - die gemessenen Werte bezeichnet man als Mus-

ter. Die automatische Transformation der gewonnenen Muster in symbolische Beschreibungen bildet den Kern der Mustererkennung. Die Mustererkennung befasst sich dabei mit allen Aspekten eines solchen Systems, von der Akquisition der Daten bis hin zur Repräsentation der Erkennungsergebnisse.

Die Anwendungsgebiete der Mustererkennung sind sehr breit gefächert und reichen von Industrieller Bildverarbeitung über Handschriftenerkennung, Medizinischer Bildverarbeitung, sprachverstehenden Systemen bis hin zu Problemlösungen in der Regelungstechnik. Die Forschungsaktivitäten am Lehrstuhl sind dabei meist interdisziplinär und auf medizinische oder gesundheitsbezogene Anwendungen fokussiert. Der Lehrstuhl hat enge Kooperationen mit Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen oder Industriepartnern im In- und Ausland.

Der Lehrstuhl ist in mehrere Bereiche untergliedert, die zum 1.7.2017 neu strukturiert wurden:

Mustererkennung & Maschinelles Lernen

Mustererkennung befasst sich mit der automatischen Klassifikation und Analyse von Sensoreingangsdaten. In diesem Bereich haben wir folgende Arbeitsgruppen:

- Sprachverarbeitung: In gemeinsamen Projekten mit der medizinischen Fakultät werden mit Hilfe automatischer Sprachanalyse der Grad und der Verlauf von Stimm- und Sprechstörungen untersucht, vowiegend bei neurologischen Erkrankungen, wie der Parkinson-Krankheit. Weitere Arbeitsbereiche sind digitale Sprachlern-Software und automatische Erkennung von Emotionen und Stress.

- Rechnersehen: Diese Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit grundlegenden Problemen bei der Erkennung von Strukturen in Bildern. Aktuelle Themenbereiche sind die Behandlung von Farbe und Reflexionsverhalten, die Erkennung von digitalen Bildfälschungen, multispektrale Bildgebung, Fahrerassistenzsysteme, 3D-Rekonstruktion auf Grundlage strukturierten Lichts und Kapselendoskopie.

- Diskrete Optimierung: Multikriterielle Optimierung mit einem Schwerpunkt auf Zeitplanungsproblemen ist der Schwerpunkt dieser Gruppe. Einsatzbereiche sind z.B. die Schulstunden- oder Personaleinsatzplanung. Zur computerunterstützten Generierung von Zeitplänen wurde am Lehrstuhl eine Software entwickelt, die es ermöglicht, die Planung unter Zuhilfenahme verschiedener Optimierungsalgorithmen durchzuführen.

- Bildanalyse: Das Arbeitsgebiet ist die Gewinnung von relevanter Information aus Bilddaten. Beispiele sind die Markierung spezifischer Strukturen in 2D- und 3D-Bildern, wie z.B. die Extraktion vom Seiten in CT-Scans von Büchern, die Detektion von Läsionen in Mammographiebildern oder die Segmentierung der Luftwege im Bereich der Lunge.

- Bildsegmentierung: Medizinische Bildsegmentierung ist der Prozess der (halb-)automatischen Detektion von Grenzen zwischen Strukturen in 2D- oder 3D-Bildern. Eine wesentliche Schwierigkeit liegt dabei in der großen Variation innerhalb der Bilder, die wiederum zum großen Teil durch die Variation der menschlichen Anatomie verursacht wird.

- Bildfusion: In enger Kooperation mit führenden klinischen und Industriepartnern entwickelt diese Gruppe neue Methoden für die starre und nichtstarre Datenregistrierung. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind multimodale Bildfusion, bildgestützte Therapie, 2D/3D-Bildregistrierung und ”Image Overlay”-Probleme. Die zukünftige Anwendung in der Klinik wird bei der Entwicklung mit berücksichtigt.

Medizinische Bildverarbeitung

Der Forschungsbereich Medizinische Bildverarbeitung untersucht die Entstehung und Analyse von Bildern in der Medizin. Derzeit arbeiten diese Gruppen an solchen Themen:

- Analytische Rekonstruktion und Konsistenz: Der Prozess der Bildgebung in der Computer-Tomographie kann mit einem Vorwärtsmodell, wie der Radon- oder Röntgentransformation beschrieben werden. Die analytische Rekonstruktion befasst sich mit ihrer Beschreibung und Umkehrung. Die Arbeitsgruppe entwirft dafür Algorithmen für Bewegungskompensation, Artefaktreduktion und 3D-Rekonstruktion.

- Computer-Tomographie: Algebraische Rekonstruktion und Bewegung: Hauptarbeitsgebiete sind die algebraische Rekonstruktion und Bewegungskompensation, z.B. im Bereich der Volumenrekonstruktion der Herzkammern, des Stütz- und Bewegungsapparates, der Gehirnvolumenrekonstruktion bei Schlaganfalltherapien oder der Angiographie.

- Magnetresonanz-Bildgebung: Rekonstruktion in der MR-Bildgebung ist das Arbeitsfeld dieser Gruppe. Aktuelle Projekte umfassen z.B. die Beschleunigung der Datenakquisition bei der Darstellung der Koronararterien inkl. Ausgleich der Atembewegungen, Dictionary-Learning Compressed-Sensing (DLCS) für 23Na-MR-Bildgebung und die automatische Analyse der Verteilung von Fettsäuren im Gewebe mittels MR-Daten.

- Phasenkontrast-Bildgebung: Die Röntgengitter-Inferometrie findet Anwendung bei der Früherkennung von Krebs oder in der Angiographie. Sie ist kostengünstig und erlaubt den Einsatz geringer Strahlendosen. Die Phasenkontrast-Bildgebung verbessert den Kontrast in der Gewebedarstellung durch die Kombination der unterschiedlichen Ausgangssignale eines gängigen Röntgenapparates.

- Ophthalmologische Bildgebung: Optische Kohärenztomografie (OCT) ist eine der wichtigsten Entwicklungen im Bereich der Retina-Bildgebung in den letzten Jahren. Forschungsschwerpunkte am Lehrstuhl sind die Verbesserung von Signalrekonstruktion und Bewegungskompensation sowie Visualisierungsprogramme und neuartige Analyse- und Segmentierungsmethoden.

”Big Data”-Anwendungen

Mit der schieren Menge an ”Big Data” gibt es auch neue Möglichkeiten für Mustererkennung und maschinelles Lernen. Beispiele für sind tiefes Lernen (Deep Learning) und Präzisionslernen (Precision Learning), die von folgenden Gruppen schwerpunktmäßig bearbeitet werden:

- Medizinische ”Big Data”: Der Fokus liegt auf der Kombination von multimodaler Bildgebung und klinischen Daten zur Verbesserung der klinischen Entscheidungsfindung. Themen aktueller Projekte sind die Identifikation maligner Tumorunterarten bei Brustkrebs und die Bestimmung von Korrelationen zwischen bildbasierten Merkmalen, genetischer Ausprägung und Krankheitsstadium.

- Populationsmodellierung: Hierbei handelt es sich um die Modellierung von Variationen innerhalb einer großen Datenmenge, die von vielen Individuen erhoben wurde. Die dazu verwendeten Daten reichen von Röntgenbildern bis zu DECT- und SPECT-Daten, die kombiniert mit entsprechend aufbereitetem Wissen über anatomische Strukturen zu standardisierten Modellen für den klinischen Einsatz verarbeitet werden.

- Enterprise Computing: Zum Themenbereich ”Big Data” wird auch die Gruppe ”Unternehmensinformatik” gezählt. Sie untersucht alle Bereiche von gewerblichen Rechneranwendungen, insbesondere verteilte Anwendungen zur Verarbeitung großer Datenmengen. Forschungsschwerpunkt ist der Mainframe und dazugehöroge Techniken, wie Transaktionsverarbeitung, Virtualisierung oder Web-Anwendungen mit besonderem Augenmerk auf dem Einsatz in Unternehmen und die Ausbildung der Benutzer.

8.1 Forschungsschwerpunkte

- nicht-starre Registrierung multimodaler Bilddaten
- monomodale Bildfusion zur Verlaufskontrolle bei der Tumor-Therapie
- Verfahren zur Schwächungskorrektur bei der SPECT-Rekonstruktion
- Rekonstruktion bewegter Objekte bei bekannter Projektionsgeometrie
- Berechnung und Visualisierung des Blutflusses in 3D-Angiogrammen
- Segmentierung von CT-Datensätzen
- 3D-CT-Rekonstruktion
- Bildverarbeitung für OCT-Angiografiesysteme
- schnelle Bildverarbeitung auf Standardgrafikkarten
- diskrete Tomographie
- Beleuchtungs- und Reflexionsanalyse
- Multispektrale Bildgebung
- Bildforensik
- Umgebungsanalyse für Fahrassistenzsysteme
- Bildverarbeitung für Röntgen-Phasenkontrastaufnahmen

- Aufbau-Optimierung
- Quantitative MR-Bildgebungsverfahren
- Bildgebung für Mammographie
- automatisierte Bildqualitätsmessung
- aktive unterstützende Systeme im Sport
- Ermüdungserkennung
- Mimik und Gestik
- Sprachsteuerung interventioneller Werkzeuge
- Bewertung von pathologischer Sprache
- Aussprachebewertung
- Prosodie
- Dialogsysteme
- Benutzerzustandserkennung (von Ärger über Müdigkeit bis Zögern)
- Bildbasierte Dokumentenanalyse

8.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

- Head-Mounted Display mit integriertem Stereokamera-System
- Time-of-Flight-Kamera
- 3D-Monitore
- 3D-Oberflächen-Scanner
- Multispektrale Kamera
- Biosignalrekorder
- Graustufenkamera
- GPU-Cluster

Aufgrund der engen Kooperation der Arbeitsgruppe mit den Kliniken und der Industrie besteht Zugriff auf sämtliche Modalitäten, die in der modernen Medizin heute zum Einsatz kommen. Die verfügbare Entwicklungsumgebung erlaubt die schnelle Überführung der neu entwickelten Methoden in den klinischen Test.

8.3 Kooperationsbeziehungen

- Cleveland State University: Human Motion and Control Lab, http://www.csuohio.edu
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, http://www.dfki.de
- Deutsche Sporthochschule Köln: Trainingswissenschaft und Sportinformatik, https://www.dshs-koeln.de/visitenkarte/einrichtung/trainingswissenschaft-und-sportinformatik
- École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Laboratory of Movement Analysis and Measurement, Schweiz, http://lmam.epfl.ch
- Harvard Medical School, Motion Analysis Lab, Boston, USA, http://wyss.harvard.edu
- Stanford University, USA: Radiological Sciences Laboratory, http://rsl.stanford.edu/
- Johns Hopkins University, Baltimore, USA, https://www.jhu.edu/
- Massachusetts Institute of Technology (MIT): Biomedical Optical Imaging and Biophotonics Group, Boston, USA, http://www.rle.mit.edu/boib/
- Universidad de Antioquia, Kolumbien: School of Engineering, http://www.udea.edu.co
- Università degli Studi di Napoli, Federico II: GRIP (Image Processing Research Group), http://www.grip.unina.it
- Universität Freiburg: Sportwissenschaften, https://www.sport.uni-freiburg.de
- Universität Koblenz-Landau: Institut für Computervisualistik, https://www.uni-koblenz-landau.de/de/koblenz/fb4/icv ; Institut für Psychologie, https://www.uni-koblenz-landau.de/de/koblenz/fb1/institut-psychologie
- Universitätsklinikum Erlangen: Augenklinik, http://www.augenklinik.uk-erlangen.de/ ; Epilepsiezentrum , http://www.epilepsiezentrum.uk-erlangen.de/ ; Hals-Nasen-Ohren-Klinik - Kopf- und Halschirurgie, http://www.hno-klinik.uk-erlangen.de/ ; Kinderklinik, http://www.kinderklinik.uk-erlangen.de/ ; Molekular-Neurologische Abteilung in der Neurologischen Klinik, http://www.molekulare-neurologie.uk-erlangen.de/ ; Nuklearmedizinische Klinik, http://www.nuklearmedizin.uk-erlangen.de/ ; Medizinische Klinik 1 - Gastroenterologie, Pneumologie und Endokrinologie, http://www.medizin1.uk-erlangen.de/ ; Medizinische Klinik 2 - Kardiologie, Angiologie, http://www.medizin2.uk-erlangen.de/ ; Neurologische Klinik, http://www.neurologie.uk-erlangen.de/ ; Phoniatrische und Pädaudiologische Abteilung in der HNO-Klinik, http://www.hno-klinik.uk-erlangen.de/phoniatrie/ ; Psychiatrische und Psychotherapeutische Klinik, http://www.psychiatrie.uk-erlangen.de/ ; Radiologisches Institut, http://www.radiologie.uk-erlangen.de/ ; Strahlenklinik, http://www.strahlenklinik.uk-erlangen.de/ ; Unfallchirurgische Abteilung, http://www.unfallchirurgie.uk-erlangen.de/ ; Urologische Klinik, http://www.urologie.uk-erlangen.de/

- Universität Erlangen-Nürnberg: Erlangen Centre for Astroparticle Physics (ECAP), http://www.ecap.physik.uni-erlangen.de ; Institut für Sportwissenschaft und Sport (ISS; Public Health und Bewegung, Bewegung und Gesundheit, Bildung im Sport, Sport- und Bewegungsmedizin), https://www.sport.fau.de ; Zentralinstitut für Medizintechnik (ZIMT), http://zimt.uni-erlangen.de
- Universität Stuttgart: Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme (VIS), https://www.vis.uni-stuttgart.de/institut.html
- University of Calgary, Kanada: Human Performances Lab, http://www.ucalgary.ca/hpl
- The University of Newcastle, Australia: Newcastle Robotics Lab, http://robots.newcastle.edu.au
- University of Utah, USA: Utah Center for Advanced Imaging Research, http://www.ucair.med.utah.edu/
- Johannes Gutenberg-Universität Mainz: Lehrstuhl für Buchwissenschaft, https://www.buchwissenschaft.uni-mainz.de/
- Westböhmische Universität, Pilsen, Tschechische Republik, https://www.zcu.cz/
- Tschechische Technische Hochschule (CVUT), Prag, Tschechische Republik, https://www.cvut.cz/
- Germanisches Nationalmuseum, Nürnberg, https://www.gnm.de/
- École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Schweiz, https://www.epfl.ch/
- Freie Universität Berlin, https://www.fu-berlin.de/
- Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, https://www.th-nuernberg.de/
- Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, https://www.oth-aw.de/

Industriepartner:

- adidas AG, http://www.adidas.com/de
- Astrum IT, http://www.astrum-it.de
- Bosch Sensortec, https://www.bosch-sensortec.com
- Chimaera GmbH, http://www.chimaera.de
- codemanufaktur GmbH, https://codemanufaktur.com
- da:nova GmbH, https://www.danova.de
- Fraunhofer IIS, http://www.iis.fraunhofer.de/
- Interactive Wear: http://www.interactive-wear.de/cms
- Metrilus GmbH, http://www.metrilus.de/

- Robert Bosch GmbH, http://www.bosch.com
- Saab Medav Technologies, http://www.medav.de
- Siemens Healthcare, http://www.healthcare.siemens.com
- Siemens Forschung und Entwicklung, http://www.scr.siemens.com
- Sympalog, http://www.sympalog.de

8.4 Veröffentlichungsreihen

Die Veröffentlichungen des Lehrstuhls befinden sich auf der lehrstuhleigenen Homepage unter https://www5.cs.fau.de/publications .

8.5 Forschungsprojekte

8.5.1 Analyse historischer Dokumente

Projektleitung:
Dipl.-Inf. Vincent Christlein
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Vincent Christlein
Dipl.-Inf. Martin Gropp
Beginn: 1.2.2016

Analyse historischer Dokumente, insbesondere Verarbeitung handgeschriebener Texte. Schreiber-Identifizierung, Text- Detektion, Text-Segmentierung.

Publikationen

– Christlein, Vincent ; Diem, Markus ; Kleber, Florian ; Mühlberger, Günter ; Schwägerl-Melchior, Verena ; van Gelder, Esther ; Maier, Andreas: Automatic Writer Identification in Historical Documents: A Case Study . In: Zeitschrift für digitale Geisteswissenschaften (2016)

– Hofmann, Simon ; Gropp, Martin ; Bernecker, David ; Pollin, Christopher ; Maier, Andreas ; Christlein, Vincent: Vesselness for Text Detection in Historical Document Images . In: IEEE (Hrsg.) : 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) Phoenix, USA 25.09.2016). 2016, S. 3259-3263.

– Christlein, Vincent ; Gropp, Martin ; Maier, Andreas: Technical Tools for the Analysis of High Medieval Papal Charters . In: Herbers, Klaus ; Trenkle, Viktoria (Hrsg.) : Papstgeschichte im Digitalen Zeitalter. Neue Zugangsweisen zu einer Kulturgeschichte Europas. Bd. 85. Wien : Böhlau Verlag GmbH & Cie, 2018, S. 45-53. - ISBN 978-3-412-50959-0

– Kestemont, Mike ; Christlein, Vincent ; Stutzmann, Dominique: Artificial Paleography: Computational Approaches to Identifying Script Types in Medieval Manuscripts . In: Speculum 92 (2017), Nr. 51, S. 86-109

– Christlein, Vincent ; Gropp, Martin ; Fiel, Stefan ; Maier, Andreas: Unsupervised Feature Learning for Writer Identification and Writer Retrieval . In: IEEE (Hrsg.) : 2017 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR) (14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR) Kyoto, Japan 13.11.2017). 2017, S. 991-997.

8.5.2 Ansätze zur Bildverbesserung der 4D-DSA und Flussquantifizierung mittels 4D-DSA

Projektleitung:
PD Dr. Markus Kowarschik
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl
Beteiligte:
Marco Bögel, M. Sc.
Gehrisch, Sonja
Redel, Thomas
Laufzeit: 15.6.2015–14.6.2017
Förderer:
Siemens Healthcare GmbH

Die C-Bogen-CT-Angiographie ist ein etabliertes Verfahren in der zerebralen Bildgebung, da es sehr hohe räumliche Auflösung bietet. Durch die Akquisition von zwei Aufnahmen - eine nach Kontrastmittelinjektion und eine Maskenaufnahme ohne Kontrastmittel - können 3D-digitale Subtraktionsangiographie-Bilder berechnet werden. Dies erlaubt zwar hervorragende Visualisierung der Gefäße, allerdings sind die Bilder nicht zeitlich aufgelöst. Allerdings bietet die herkömmliche 2D-DSA zeitlich aufgelöste Bilder. Jedoch kann es wegen Überlappung von Gefäßen nötig sein, mehrere Bildsequenzen aufzunehmen, was zu erhöhter Dosis und Kontrastmittelverbrauch führt. 4D-DSA ist eine neue Methode, die mit Hilfe eines speziellen Aufnahmeprotokolls die hohe räumliche Auflösung und zeitliche Informationen ermöglicht. Dieses Protokoll erlaubt uns 3D-Volumenrekonstruktionen der Gefäße mit zusätzlicher zeitlicher Information über den Blutfluss, da die Kontrastmittelinjektion mit 30 Bildern pro Sekunde aufgezeichnet wird. Jedoch kann hier Gefäßüberlappung und Foreshortening in den Projektionsbildern zu unzuverlässiger zeitlicher Information und damit Bildartefakten führen, was Interpolation erfordert. CFD erlaubt uns, den Blutfluss in einem Modell der Gefäße zu simulieren. Das Ziel dieses Projekts ist die Verbesserung der 4D-DSA-Bildqualität mit Hilfe von CFD-Simulationen und schlussendlich die Blutfluss- Quantifizierung anhand von 4D-DSA. Dies umfasst die Individualisierung von CFD-Randbedingungen anhand der 4D-DSA-Projektionen. Basierend auf den CFD-Ergebnissen soll die 4D-DSA verbessert werden. Im Gegenzug kann dadurch wiederum iterativ die CFD-Simulation verbessert werden. Schlussendlich ist das Ziel, quantitativ Flussmessungen aus den 4D-DSA-Bildern zu extrahieren.

Publikationen

– Bögel, Marco ; Gehrisch, Sonja ; Redel, Thomas ; Rohkohl, Christopher ; Hölter, Philip ; Dörfler, Arnd ; Maier, Andreas ; Kowarschik, Markus: Patient-individualized boundary conditions for CFD simulations using time-resolved 3D angiography . In: International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery 11 (2016), Nr. 6, S. 1061-1069

8.5.3 Anwendung von Rohdatenkonsistenzbedingungen in der Kegelstrahl-CT

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Dr.-Ing. Frank Dennerlein
Dr. rer. biol. hum. Nicole Maaß
Beteiligte:
Tobias Würfl, M. Sc.
Laufzeit: 1.5.2016–30.4.2019
Förderer:
Siemens AG, Healthcare Sector, Erlangen

Die Röntgencomputertomographie ist ein Standardverfahren in der der medizinischen Bildgebung. Obwohl die Grundlagen der Rekonstruktion von Dichtewerten eines Objekts aus niederdimensionalen Projektionen gut verstanden ist, müssen reale Systeme mit zusätzlichen Störeinflüssen zurechtkommen. Diese können entweder ihrem Ursprung nach geometrisch sein, wie fehlerhafte Kalibrierung oder Patientenbewegung, oder es kann sich um physikalische Effekte, wie Strahlaufhärtung und Streuung, handeln. Viele Methoden wurden vorgestellt, um diese Störeinflüsse zu beseitigen. Die meisten davon benötigen zusätzliches Vorwissen oder weitere Ausrüstung. Allerdings kann die Inkonsistenz, welche diese Störeinflüsse verursachen, durch Redundanzen in den CT- Rohdaten quantifiziert werden. Durch numerische Minimierung dieser Inkonsistenz unter Zuhilfenahme von geeigneten Kompensationsmodellen können Bildartefakte reduziert werden, ohne zusätzliches Vorwissen oder andere Ausrüstung zu benötigen. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung von neuartigen Verfahren zur Artefaktreduzierung in der Kegelstrahl-CT, basierend auf Rohdatenkonsistenzbedingungen sowie die Erweiterung und Verbesserung von bestehenden Verfahren zur Kalibrierung und Bewegungskompensation. Ein spefizisches untergeordnetes Ziel ist die Erweiterung der Anwendbarkeit von konsistenzbasierten Verfahren auf Trajektorien für die theoretisch exakte Rekonstruktion, wie zum Beispiel Helix- oder Kreis-Linien-Trajektorien.

Publikationen

– Würfl, Tobias ; Maaß, Nicole ; Dennerlein, Frank ; Maier, Andreas: A new calibration-free beam hardening reduction method for industrial CT . In: University of applied sciences upper austria (Hrsg.) : Proceedings of the 8th Conference on Industrial Computed Tomography (iCT) 2018 (8th Conference on Industrial Computed Tomography (iCT) 2018 Wels, Austria 6.-9.02.2018). 2018, S. tbd.

– Würfl, Tobias ; Maaß, Nicole ; Dennerlein, Frank ; Aichert, André ; Maier, Andreas: Empirical Scatter Correction using the Epipolar Consistency Condition . In: Frederic Noo (Hrsg.) : Proceedings of the Fifth International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography (CT-Meeting) (Fifth International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography (CT-Meeting) Salt Lake City, USA 20.05.2018). 2018, S. 193-197.

– Würfl, Tobias ; Maaß, Nicole ; Dennerlein, Frank ; Aichert, André ; Maier, Andreas: Physical Constraints for Beam Hardening Reduction using Polynomial Models . In: Frederic Noo (Hrsg.) : Proceedings of the Fifth International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography (CT-Meeting) (Fifth International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography (CT-Meeting) Salt Lake City, USA 20.05.2018). 2018, S. 356-359.

– Würfl, Tobias ; Maaß, Nicole ; Dennerlein, Frank ; Huang, Xiaolin ; Maier, Andreas: Epipolar Consistency Guided Beam Hardening Reduction - ECC^2 . In: Ge Wang and Xuanqin Mou (Hrsg.) : Proceedings of the 14th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (14th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Xi'an, Shaanxi, China 18.06.2017-23.06.2017). 2017, S. 181-185.

8.5.4 Automatische Phonetisierung des Standard-Arabischen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
Beteiligte:
Dipl.-Ing. Fadi Sindran
Beginn: 1.1.2011

Phonetisierung ist der Prozess der Darstellung gesprochener Laute durch phonetische Symbole. Sie wird in vielen Bereichen der Sprachverarbeitung verwendet, zum Beispiel bei der Spracherkennung, Sprachsynthese und rechnergestützten Aussprachebewertung. Ein gängiger Phonetisierungsansatz besteht in der Verwendung von Buchstabe-zu-Laut-Regeln (letter-to-sound rules), die üblicherweise von Linguisten für die Transkription von geschriebener Sprache zu Lautsymbolen erstellt werden. Das Ziel dieses Projekts ist Verbesserung bestehender Transkriptionsregeln für Standard-Arabisch und die Einführung neuer Regeln. Ein umfassender Algorithmus, der das Phänomen der Pharyngalisierung im Standard-Arabischen abdeckt, wurde bereits vorgestellt und arbeitet auf großen Datensammlungen nahezu fehlerfrei. Die verlässliche automatische Phonetisierung des Standard-Arabischen wurde auf fünf Ebenen getestet: Phoneme, Allophone, Silben, Wörter und Sätze. Eine Codierung, die alle Laute des Standard-Arabischen berücksichtigt und auch die automatische Erstellung von Aussprachelexika erlaubt, wurde vorgestellt.

Publikationen

– Sindran, Fadi ; Mualla, Firas ; Haderlein, Tino ; Daqrouq, Khaled ; Nöth, Elmar: Automatic Preparation of Standard Arabic Phonetically Rich Written Corpora with

Different Linguistic Units . In: Ekstein, Kamil ; Matousek, Vaclav (Hrsg.) : Proc. Text, Speech and Dialogue; 20th International Conference, TSD 2017 (Text, Speech and Dialogue; 20th International Conference, TSD 2017 Prague, Czech Republic 28.-31.08.2017). Cham, Switzerland : Springer International Publishing, 2017, S. 201-209. (LNAI Bd. 10415) - ISBN 978-3-319-64205-5

– Sindran, Fadi ; Mualla, Firas ; Haderlein, Tino ; Daqrouq, Khaled ; Nöth, Elmar: Automatic Phonetization-based Statistical Linguistic Study of Standard Arabic . In: International Journal of Computational Linguistics (IJCL) 7 (2016), Nr. 2, S. 38-53

– Sindran, Fadi ; Mualla, Firas ; Haderlein, Tino ; Daqrouq, Khaled ; Nöth, Elmar: Rule-Based Standard Arabic Phonetization at Phoneme, Allophone, and Syllable Level . In: International Journal of Computational Linguistics (IJCL) 7 (2016), Nr. 2, S. 23-37

– Sindran, Fadi ; Mualla, Firas ; Bobzin, Katharina ; Nöth, Elmar: Automatic Robust Rule-Based Phonetization of Standard Arabic . In: Kral, Pavel ; Matousek, Vaclav (Hrsg.) : Text, Speech, and Dialogue; 18th International Conference, TSD 2015 (Text, Speech, and Dialogue; 18th International Conference, TSD 2015 Pilsen, Czech Republic 14.-17.09.2015). Berlin : Springer, 2015, S. 442-451. (LNAI Bd. 9302)

8.5.5 Beschleunigung und Erweiterung iterativer Bildrekonstruktionsmethoden für die Magnetresonanz-Tomographie am Herzen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
Beteiligte:
Jens Wetzl, M. Sc.
Dr. Michael Zenge
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Laufzeit: 1.2.2014–31.1.2017
Förderer:
Siemens AG, Healthcare Sector, Erlangen

Wegen der großen Vielfalt an verfügbaren Bildkontrasten sowie der Möglichkeit zur Darstellung von Anatomie und Funktion ist die Magnetresonanz-Tomographie (MRT) für die Diagnose und Kontrolle von Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems hervorragend geeignet. Die MR-Bildgebung am Herzen ist jedoch vergleichsweise anspruchsvoll und deshalb bisher nicht in der klinischen Routine etabliert. Insbesondere ist die MR-Bildgebung durch Kontraktionen des Herzmuskels und durch Atembewegungen beeinträchtigt.

Iterative Bildrekonstruktionsmethoden erlauben es, die Akquisitionszeit deutlich zu reduzieren und gleichzeitig Artefakte zu vermeiden. Ziel des Projektes soll es sein, eine bestehende iterative Rekonstruktionsmethode für die atembewegungskompensierte Koronarbildgebung zu beschleunigen und auf andere Anwendungsgebiete der Herzbildgebung, z.B. auf zeitlich aufgelöste Messungen, die Fluss- oder die Perfusionsbildgebung, zu verallgemeinern.

Ausgehend von Vorarbeiten im Bereich der bewegungskompensierten Koronarbildgebung sind neue iterative Rekonstruktionsmethoden mit Fokus auf kürzeren Rechenzei-

ten zu implementieren und zu optimieren. Signifikante Laufzeitersparnisse sollten dazu beitragen, die Algorithmen für die klinische Praxis interessant zu machen.

8.5.6 Bewegungsanalyse in der 4-D-Herzbildgebung am angiographischen C-Bogen-System

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
Beteiligte:
Oliver Taubmann, M. Sc.
Dr. Günter Lauritsch
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Dr.-Ing. Kerstin Müller
Laufzeit: 1.2.2014–31.1.2018
Förderer:
Siemens AG, Healthcare Sector

Angiographische C-Bogen-Systeme sind das maßgebliche Bildsystem zur Führung katheterbasierter Interventionen. Zusätzlich zur herkömmlichen Fluoroskopie können mithilfe von Rotationsangiographie 3- D-Bilder generiert werden.

In der Kardiologie stellen dreidimensionale Darstellungen aufgrund der Herzbewegung, die eine hohe zeitliche Auflösung erfordert, eine Herausforderung dar. Diese kann mit einer C-Bogen-CT- Aufnahme von wenigen Sekunden Dauer nicht ohne weiteres erreicht werden. Jedoch kann retrospektives EKG-Gating angewandt werden, um 3-D-Bilder von verschiedenen Herzphasen zu rekonstruieren. In einem zweiten Schritt kann die Bewegung zwischen diesen Phasen mit nichtstarrer Bildregistrierung geschätzt werden. Die Deformationsfelder, die auf diese Weise gefunden werden, ermöglichen eine bewegungskompensierte Rekonstruktion der vollständigen Projektionsdaten.

In diesem Projekt wollen wir die geschätzten Bewegungsfelder physiologisch auswerten. Die funktionelle Herzanalyse im Katheterlabor ist noch nicht sehr weit entwickelt. Vor der Intervention kann funktionelle Bildgebung mit MR-Tomographie oder Ultraschall durchgeführt werden. Während der Intervention sind quantitative Messungen beschränkt auf die Bestimmung der Ejektionsfraktion durch 2-D- Ventrikulographie. Basierend auf dem oben beschriebenen Vorgehen sollen zusätzliche funktionelle Parameter - wie z.B. Wandverdickung, Fractional Shortening, Kontraktionsphase oder Dyssynchronieindex - zuverlässig im interventionellen Umfeld zur Verfügung gestellt werden. Die 3-D-Bewegung des linken Ventrikels soll im Katheterlabor visualisiert und umfassend dargestellt werden.

Publikationen

– Taubmann, Oliver ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Lauritsch, Günter ; Fahrig, Rebecca: Coping with Real World Data: Artifact Reduction and Denoising for Motion-Compensated Cardiac C-arm CT . In: Medical Physics 43 (2016), Nr. 2, S. 883-893

– Taubmann, Oliver ; Lauritsch, Günter ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim: Keeping the Pace: Heart Rate Informed 3-D Motion Detection for Adaptive Temporal Smoothing . In: King, Michael ; Glick, Stephen ; Mueller, Klaus (Hrsg.) : Proceedings of the 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Newport, Rhode Island, USA 31.05.2015-04.06.2015). 2015, S. 532-535.

– Taubmann, Oliver ; Wetzl, Jens ; Lauritsch, Günter ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: Sharp as a Tack: Measuring and Comparing Edge Sharpness in Motion-Compensated Medical Image Reconstruction . In: Handels, Heinz ; Deserno, Thomas ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 15.03-17.03). Berlin Heidelberg : Springer, 2015, S. 425-430.

– Taubmann, Oliver ; Lauritsch, Günter ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim: Estimate, Compensate, Iterate: Joint Motion Estimation and Compensation in 4-D Cardiac C-arm Computed Tomography . In: Navab, Nassir ; Hornegger, Joachim ; Wells, William M. ; Frangi, Alejandro F. (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015 (Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015 Munich, Germany 05.10-09.10.2015). Berlin : Springer International Publishing, 2015, S. 579-586. (Lecture Notes in Computer Science, Nr. 9350) - ISBN 978-3-319-24571-3

– Taubmann, Oliver ; Lauritsch, Günter ; Krings, Gregor ; Maier, Andreas: Convex Temporal Regularizers in Cardiac C-arm CT . In: Kachelrieß, Marc (Hrsg.) : Proceedings of the 4th International Conference on Image Formation in X-ray Computed Tomography (4th International Conference on Image Formation in X-ray Computed Tomography Bamberg, Germany 18.07.-22.07.2016). 2016, S. 545-548.

8.5.7 Bildforensik

Projektleitung:
Dr.-Ing. Christian Riess
Beteiligte:
Dr.-Ing. Christian Riess
Patrick Mullan, M. Sc.
Beginn: 1.5.2009

Die Bildforensik ist ein junges Forschungsfeld, das aufgrund der heutigen stark wachsenden Verfügbarkeit von digitalem Bildmaterial eine bedeutende Rolle im Feld der digitalen Beweissicherung gewinnt. Digitale Bilder lassen sich mit geringen Kosten und Aufwand gezielt fälschen, um relevante Objekte in der Szene zu entfernen oder hinzuzufügen und eine andere Bildaussage zu generieren. In politisch, gesellschaftlich oder strafrechtlich relevanten Fällen werden mit zunehmender Häufigkeit Expertengutachten benötigt, mit deren Hilfe Fälschungen zweifelsfrei von Originalen unterschieden werden können. Computergestützte Verfahren können dabei manipulierte Inhalte z.B. aufgrund von charakteristischen Spuren auf der Datenebene oder aufgrund von Inkonsistenzen bzgl. der dargestellten Szenerie und des Bildaufnahmeprozesses extrahieren.

Im Rahmen dieses Projekts wird in Zusammenarbeit mit Forschergruppen in Deutschland und weltweit der aktuelle Stand der forensischen Methoden auf mehreren Wegen vorangetrieben. Bestehende Verfahren werden auf realen Fälschungsdaten evaluiert und verbessert. Dazu wird eine aufwendige Fälschungsdatenbank erstellt und gepflegt. Weiterhin sollen neue Verfahren entwickelt werden, die sich verstärkt auf die physikalische Konsistenz in der dargestellten Szene konzentrieren. Eigenschaften, wie die Beleuchtung oder der Schattenwurf, sollen robust geschätzt werden, um die Konsistenz des Bildinhalts bewerten zu können.

Publikationen

- Christlein, Vincent ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: A Study on Features for the Detection of Copy-Move Forgeries . In: Freiling, Felix (Hrsg.) : Sicherheit 2010 - Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit (Sicherheit 2010 Berlin 5.10.-7.10.2010). 1. Aufl. Heidelberg : Springer, 2010, S. 105-116. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Bd. P-170)
- Christlein, Vincent ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: On Rotation Invariance in Copy-Move Forgery Detection . In: IEEE (Veranst.) : Proceedings of the 2010 Second IEEE Workshop on (Workshop on Information Forensics and Security Seattle, USA 12.12.-15.12.2010). 2010, S. -.
- Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: Scene Illumination as an Indicator of Image Manipulation . In: Boehme, Rainer ; Fong, Philipp ; Safavi-Naini, Rei (Hrsg.) : Information Hiding, 6th International Workshop (Information Hiding, 6th International Workshop Calgary, Canada 28.6.-30.6.2010). Heidelberg : Springer, 2010, S. 66-80. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Bd. 6387)
- Christlein, Vincent ; Riess, Christian ; Jordan, Johannes ; Riess, Corinna ; Angelopoulou, Elli: An Evaluation of Popular Copy-Move Forgery Detection Approaches . In: IEEE Transactions on Information Forensics and Security 7 (2012), Nr. 6, S. 1841-1854
- Zach, Fabian ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: Automated Image Forgery Detection through Classification of JPEG Ghosts . In: Axel Pinz ; Thomas Pock ; Horst Bischof ; Franz Leberl (Hrsg.) : Pattern Recognition (Joint 34th DAGM and 36th OAGM Symposium Graz, Austria 28.08.2012). Berlin, Heidelberg : Springer, 2012, S. 185-194. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 7476)
- Riess, Christian: Einführung in die Multimediaforensik . In: Dewald, Andreas ; Freiling, Felix (Hrsg.) : Forensische Informatik. 2. Aufl. Norderstedt : BoD - Books on Demand, 2015, S. 117-150. - ISBN 9783842379473
- Riess, Christian ; Pfaller, Sven ; Angelopoulou, Elli: Reflectance Normalization in Illumination-Based Image Manipulation Detection . In: Santana, Modesto Castrillon ; Kirchner, Matthias ; Riccio, Daniel ; Verdoliva, Luisa (Hrsg.) : BioFor 2015 - International Workshop on Recent Advances in Digital Security: Biometrics and Forensics (BioFor 2015 - International Workshop on Recent Advances in Digital Security: Biometrics and Forensics Genova 07.09.2015). Berlin : Springer, 2015, S. 3-10. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 9281)

– Kirchner, Matthias ; Schöttele, Pascal ; Riess, Christian: Thinking Beyond the Block: Block Matching for Copy-Move Forgery Detection Revisited . In: Alattar, Adnan M. ; Memon, Nasir D. ; Heitzenrater, Chad D. (Hrsg.) : Proc. SPIE 9409, Media Watermarking, Security, and Forensics 2015 (Proc. SPIE 9409, Media Watermarking, Security, and Forensics 2015 San Francisco, CA, USA 9.2.-11.2.2015). 2015, S. 940903. (Proceedings of hte SPIE Bd. 9409)

– de Carvalho, Tiago J. ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli ; Pedrini, Helio ; Rocha, Anderson: Exposing Digital Image Forgeries by Illumination Color Classification . In: IEEE Transactions on Information Forensics and Security 8 (2013), Nr. 7, S. 1182-1194

– Gloe, Thomas ; Kirchner, Matthias ; Riess, Christian: How we stopped worrying about content and love the metadata . Erlangen : Friedrich-Alexander Universität. 2013. - Forschungsbericht. 4 Seiten (First IEEE Information Forensics and Security Technical Committee (IFS-TC) Image Forensics Challenge)

– Riess, Christian: Physics-based and Statistical Features for Image Forensics . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2012. - 226 Seiten.

8.5.8 Bildverarbeitung für die Talbot-Lau-Phasenkontrastbildgebung

Projektleitung:
Dr.-Ing. Christian Riess
Beteiligte:
Sebastian Käppler, M. Sc.
Laufzeit: 1.11.2014–31.12.2017
Förderer:
International Max Planck Research School Physics of Light (IMPRS-PL)

Gitterbasierte Talbot-Lau-Röntgeninterferometrie ist ein relativ neues bildgebendes Verfahren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Röntgenverfahren ermöglicht es die zusätzliche Aufnahme differentieller Phasenbilder, die der Elektronendichte des aufgenommenen Objektes entsprechen. Des Weiteren werden sogenannte Dunkelfeldbilder erzeugt, welche Dichteinhomogenitäten im Mikrometerbereich visualisieren können.

Ziel des Projektes ist es, die Bildqualität in der Talbot-Lau-Röntgenbildgebung zu verbessern. Da die Strukturgröße der verwendeten Gitter im Mikrometerbereich liegt, sind die verwendeten Versuchsaufbauten sehr anfällig für Vibrationseffekte oder thermische Veränderungen. Hierdurch können die aufgenommenen Daten Bildartefakte enthalten. Diese Bildartefakte sollen algorithmisch mittels Bildverarbeitung entfernt werden. Ziel ist es, eine konsistente Bildqualität auch außerhalb von Laborbedingungen zu erreichen.

Publikationen

– Käppler, Sebastian ; Wandner, Johannes ; Weber, Thomas ; Maier, Andreas ; Anton, Gisela ; Hornegger, Joachim ; Riess, Christian: Shading Correction for Grating-based Differential Phase Contrast X-ray Imaging . In: IEEE (Hrsg.) : 2014 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (NSS/MIC) ((IEEE Nuclear

Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) 2014) Seattle, WA, USA 08.11.2014). 2014, S. 00-00.

– Käppler, Sebastian ; Bayer, Florian ; Weber, Thomas ; Maier, Andreas ; Anton, Gisela ; Hornegger, Joachim ; Beckmann, Matthias W. ; Fasching, Peter Andreas ; Hartmann, Arndt ; Heindl, Felix ; Michel, Thilo ; Özgül, Gülümser ; Pelzer, Georg ; Rauh, Claudia ; Rieger, Jens ; Schulz-Wendtland, Rüdiger ; Uder, Michael ; Wachter, David Lukas ; Wenkel, Evelyn ; Riess, Christian: Signal Decomposition for X-ray Dark-field Imaging . In: MICCAI Society (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2014 (International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention Boston, MA, USA 15.09.2014). Heidelberg : Springer International Publishing, 2014, S. 170-177. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 8673) - ISBN 978-3-319-10404-1

8.5.9 Biomechanical Simulation for the Reconstruction and Synthesis of Human Motion

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Laufzeit: 1.1.2017–31.12.2019

Details sind bei der Professur für Sportinformatik (Heisenberg-Professur, Prof. Eskofier) zu finden.

8.5.10 Biomechanische Modellbildung und Simulation

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Eva Dorschky, M. Sc.
Heiko Schlarb (adidas AG)
Prof. Dr. Antonie J. van den Bogert (Cleveland State Universtiy)
Laufzeit: 15.8.2014–15.8.2017
Förderer:
adidas AG
Mitwirkende Institutionen:
Cleveland State University

Sport- und medizinische Produkte, wie z.B. Laufschuhe, Bandagen oder Prothesen, sollen unsere Bewegungen unterstützen und verbessern. Hierfür werden während der Produktentwicklung zeit- und kostenaufwendige Tests mit Prototypen durchgeführt. Dieser Prozess kann mit Hilfe computergestützter Simulation beschleunigt werden. 3D-Computermodelle des menschlichen Körpers ermöglichen eine realistische Simulation von Bewegungen. Es können Vorhersagen getroffen werden, wie Laufschuhe, Prothesen

oder Verletzungen den Laufstil beeinflussen. Wie ändert sich der Energieverbrauch oder die Belastung in den Gelenken? Mit der Simulation können optimale Designparameter für Prothesen, Sportbekleidung oder Laufschuhe bestimmt werden.

Das Projekt wird in Kooperation mit der adidas AG und dem Human Motion & Control Laboratory der Cleveland State University durchgeführt.

Publikationen

– Dorschky, Eva ; van den Bogert, Antonie J. ; Schlarb, Heiko ; Eskofier, Björn: Predictive Musculoskeletal Simulation of Uphill and Downhill Running . In: Radmann, A. ; Hedenborg, S. ; Tsolakidis, E. ; Malmö University ; Lund University ; Copenhagen University (Hrsg.) : Book of Abstracts of the 20th Annual Congress of the European College of Sport Science (20th Annual Congress of the European College of Sport Science Malmö - Schweden 24.06.2015 - 27.06.2015). 2015, S. 126. - ISBN 978-91-7104-567-6

– Dorschky, Eva ; van den Bogert, Antonie J. ; Schlarb, Heiko ; Eskofier, Björn: Predictive Musculoskeletal Simulation of Uphill and Downhill Running (Talk) .Vortrag: 20th Annual Congress of the European College of Sport Science, Malmö University, Lund University and Copenhagen University, Malmö, 25.06..2015

8.5.11 CAPCOM - Capabilities and interactive knowledge-to-action - Concepts and methods

Projektleitung:
Prof. Dr. Dr. h.c. Alfred Rütten
Prof. Dr. Dr. Thomas Abel
Prof. Dr. Björn Eskofier
Prof. Dr.-Ing. Matthias Bergmann
Beteiligte:
Dr. Annika Frahsa
Valentin Schätzlein
Dipl.-Phys. Heike Leutheuser
Dr. Peter Gelius
Laufzeit: 1.2.2015–31.1.2018
Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung, vertreten durch den Projektträger dlr

Zentrale Aufgabe des Querschnittsprojekts CAPCOM ist es, die theoretische und methodologische Basis der Teilprojekte im Forschungsverbund Capital4Health zu stärken. Dabei bezieht sich CAPCOM insbesondere auf die theoretische Überprüfung und (Weiter-) Entwicklung von 1) der Beziehung von Verhaltens- und Verhältnisprävention (Handlungsmöglichkeiten/capability), 2) Ansätzen des interaktiven Wissensaustauschs (IK2A) und 3) transdisziplinärer Herangehensweisen. CAPCOM setzt dafür auf einen rekursiven Prozess der Entwicklung, Konzeptualisierung, Implementierung und Evaluation, bei dem die fünf empirischen Teilprojekte des Forschungsverbunds die Interventionsfelder bilden.

8.5.12 Datenfusion und Lokalisierung im Sport

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Dipl.-Ing. Benjamin Groh
Thomas Kautz, M. Sc.
Laufzeit: 1.1.2013–31.3.2017

In modernen Sportveranstaltungen tritt Technik heutzutage in vielen Erscheinungsbildern auf. Die Abstandsmessung, Erkennung, ob sich Bälle außerhalb des Spielfeldes befinden, oder die Kommunikation zwischen Schiedsrichtern im Fußball sind nur wenige Beispiele des weitläufigen Einsatzgebietes.

Ein weiterer Punkt ist die Echtzeit-Lokalisierung von Athleten bei Wettkämpfen. Das Wissen über die genaue Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und andere Parameter eines Sportlers in Echtzeit kann wertvolle Informationen für Trainer, Schiedsrichter und Sportbegeisterte liefern. Trainer können zum Beispiel den zurückgelegten Weg eines Spielers nachverfolgen, ebenso wie die momentane und mittlere Geschwindigkeit und die genaue Spielzeit Einzelner. Diese Daten können wichtige Einblicke in die Leistungs- und Energiebilanz geben. Weiterhin kann die Lokalisierung einzelner Sportler den Unterhaltungswert steigern. Der Zuschauer wird durch genauere Spielanalysen (z.B. die zurückgelegte Distanz von Fußballern) und Echtzeit-Informationen zu aktuellen Zwischenzeiten (wie z.B. im Skisport) mehr in das Spiel einbezogen.

Dieses Projekt basiert auf unterschiedlichen Sensoren und Lokalisierungsmethoden, um Daten zu erheben, die Rückschluss auf die Position der Sportler geben. Die verwendeten Sensoren sind abhängig vom spezifischen Umfeld einer jeden Sportart. Während im Außenbereich GPS eingesetzt wird, stützen sich Hallensportarten mit begrenzter Spielfeldgröße eher auf lokale Positionierungssysteme, die fest in der Halle installiert sind. Außerdem liefern Inertialsensoren weitere Informationen über die Bewegung der Spieler. Wenn genügend Sensordaten erfasst wurden, werden diese gefiltert, und die Position des Sportlers wird durch eine Datenfusion in Echtzeit berechnet.

8.5.13 DeepAL

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
Beteiligte:
Christian Bergler
Laufzeit: 1.4.2017–31.3.2019

Automatische Analyse der Kommunikation von Killerwalen (Orcas)

8.5.14 Digital Sports Bavaria: Implementierung und Validierung innovativer Cyber Physical Systems und Human Computer Interaction Konzepte für zukünftige Wearable Computing Trends in Sport und Fitness

Projektleitung:

Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Dipl.-Ing. Dominik Schuldhaus
Markus Wirth, M. Sc.
Markus Zrenner, M. Sc.
Laufzeit: 1.4.2015–31.3.2018
Förderer:
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Die Digitalisierung findet immer mehr Einzug in das tägliche Leben. Dies gilt auch für den Bereich von Sport und Fitness: Wearables, heutzutage vor allem Schrittzähler oder Aktivitätstracker, unterstützen den Menschen durch individuelle Förderung der Gesundheit und Verbesserung der Fitness. Diese Wearables stellen zwar durch ihre vielfältigen Einsatzmöglichkeiten einen gewinnbringenden Zukunftsmarkt dar, haben aber aktuell folgende Nachteile.

Auf dem Markt befinden sich überwiegend herausnehmbare Sensoren in Kleidungsstücken, was zu einer fehlerhaften Benutzung führt. Das System kann beispielsweise falsch angebracht werden, so dass Bewegungsmuster von Schritten eine der Norm abweichende Form aufweisen und für die weitere Datenverarbeitung eine Herausforderung darstellen.

Der Fokus liegt in der Signalanalyse auf der Klassifikation einer Bewegung, z.B. Erkennung von Schritten. In vielen Anwendungen spielt jedoch die Qualität einer Bewegung eine entscheidende Rolle. Die Ausführung eines Schrittes beispielsweise liefert Aussagen über den Gesundheitszustand einer Person.

Die Benutzerschnittstellen sind eher einfach gehalten und beschränken sich auf Text- und/oder Grafikausgabe auf einem mobilen Gerät oder PC, z.B. Anzahl der Schritte an einem Tag und Verlauf über eine Woche. Für einen langfristigen Erfolg von Systemen ist jedoch in der heutigen Zeit ein innovativer Ansatz hinsichtlich der Benutzerschnittstellen sehr wichtig.

Wearables kommunizieren hauptsächlich mit mobilen Geräten, z.B. einem Smartphone oder einem PC. Die Daten werden zur Speicherung und nachträglichen Anzeige über einen Webbrowser an einen Server geschickt. Diese Systemarchitektur wird als Wireless Sensor Network bezeichnet. In vielen Anwendungen reichen diese einfachen Systemarchitekturen nicht aus. Der Nutzer zahlt zudem meist einen festen Betrag für das komplette System, unabhängig von der Nutzung von z.B. Server und Dienstleistungen. Für aufwendigere Algorithmen und eine ortsungebundene Anwendung des Systems müssen andere Systemarchitekturen verwendet werden. Rechenintensive Algorithmen zur Schrittsegmentierung, die z.B. mit einem Abgleich mit Schritten und Statistiken einer Datenbank kombiniert werden, sollten direkt auf einem entfernten zentralen Server ausgeführt werden. Es wird zudem ein Zahlsystem abhängig von der Nutzung von Server und Dienstleistungen bevorzugt.

Ziel des Projektes ist es, eine generische Plattformlösung für zukünftige Wearable Computing Trends in Sport und Fitness zu entwickeln, die folgende vier Eigenschaften besitzt: (i) ständige Verfügbarkeit durch fest in die Kleidung integrierte Sensorik realisiert mittels e-textiles (Sensorintegration), (ii) intelligente und flexibel anpassbare Sensorauswertung für eine detaillierte Analyse komplexer Bewegungsmuster, die weit über eine Klassifikation hinausgeht (Signalanalyse), (iii) Schaffung innovativer Benutzerschnittstellen (Hu-

man Computer Interaction) und (iv) Erweiterung der Systemarchitektur von Wireless Sensor Networks mit einer Kombination von Methoden des Cloud Computings (Cyber Physical Systems).

Publikationen

- Dorschky, Eva ; Schuldhaus, Dominik ; Koerger, Harald ; Eskofier, Björn: A Framework for Early Event Detection for Wearable Systems . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers (The 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Osaka, Japan 07.09.2015 - 11.09.2015). 2015, S. 109-112. - ISBN 978-1-4503-3578-2
- Schuldhaus, Dominik ; Zwick, Constantin ; Koerger, Harald ; Dorschky, Eva ; Kirk, Robert ; Eskofier, Björn: Inertial Sensor-Based Approach for Shot/Pass Classification During a Soccer Match . In: SIGKDD (Hrsg.) : KDD Workshop on Large-Scale Sports Analytics 2015 (21st ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining Sydney, Australia 10.08.2015). 2015, S. 1-4.
- Martindale, Christine ; Wirth, Markus ; Schneegas, Stefan ; Zrenner, Markus ; Groh, Benjamin ; Blank, Peter ; Schuldhaus, Dominik ; Kautz, Thomas ; Eskofier, Björn: Workshop on wearables for sports . In: ACM (Hrsg.) : 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Heidelberg September 2016). 2016, S. 1.
- Schuldhaus, Dominik ; Jakob, Carolin ; Zwick, Constantin ; Koerger, Harald ; Eskofier, Björn: Your Personal Movie Producer: Generating Highlight Videos in Soccer Using Wearables . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers (ISWC '16 Heidelberg September 12-16 2016). 2016, S. 80-83.
- Zhou, Bo ; Wirth, Markus ; Martindale, Christine ; Koerger, Harald ; Zwick, Constantin ; Cruz, Heber ; Eskofier, Björn ; Lukowicz, Paul: Smart Soccer Shoe: Monitoring Foot-Ball Interaction with Shoe Integrated Textile Pressure Sensor Matrix . In: International Symposium on Wearable Computers 2016 (Hrsg.) : Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers (International Symposium on Wearable Computers 2016 Heidelberg 12-16 September 2016). Heidelberg : Association for Computing Machinery, 2016, S. 64-74.

8.5.15 Digital Vision Trainer

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Matthias Ring, M. Sc.
Prof. Dr. med. Georg Michelson
Laufzeit: 1.8.2016–31.7.2018
Förderer:
Bayern Innovativ, Bayerische Gesellschaft für Innovation und Wissenstransfer mbH, Projektträger Bayern

Mitwirkende Institutionen:
Talkingeyes&more GmbH

Das Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines digitalen, visuell-perzeptiven Lernsystems (D-VPL) mit Gestensteuerung und telemedizinischer Anbindung an Augenärzte für sehbehinderte Senioren, zur Demenzprophylaxe und für Patienten nach Schädel-Hirn-Trauma. Die Nutzer werden per Gestensteuerung auf bewegte Formen reagieren, die in einer virtuellen Realität oder auf einem Stereo-Bildschirm präsentiert werden. Durch Kombination von D-VPL und Gestensteuerung (motorische Interaktion) wird ein Dual-Task-Training erreicht, und durch die telemedizinische Anbindung werden Anwendungen in ärztlichen Einrichtungen, Seniorenresidenzen sowie Reha-Zentren ermöglicht.

8.5.16 DysarTrain – Entwicklung eines digitalen Therapieangebotes für das Training von Sprechbeeinträchtigungen und Gesichtslähmungen bei Dysarthrien

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
Beteiligte:
Philipp Klumpp, M. Sc.
Laufzeit: 1.6.2017–31.5.2019
Förderer:
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand - ZIM, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Dysarthrien sind neurologisch bedingte, erworbene Störungen des Sprechens. Dabei sind vor allem die Koordination und Ausführung der Sprechbewegungen, aber auch die Mimik betroffen. Besonders häufig tritt eine Dysarthrie nach einem Schlaganfall, Schädel-Hirn-Trauma oder bei neurologischen Erkrankungen wie Parkinson auf. Ähnlich wie in allen Sprechtherapien erfordert auch die Behandlung der Dysarthrie ein intensives Training. Anhaltende Effekte der Dysarthrie-Therapie stellen sich deshalb nur nach einem umfangreichen Behandlungsprogramm über mehrere Wochen hinweg ein. Bisher gibt es jedoch kaum Möglichkeiten zur Selbstkontrolle für Patienten noch therapeutische Anleitung in einem häuslichen Umfeld. Auch die Rückmeldung an Ärzte / Therapeuten über den Therapieerfolg ist eher lückenhaft. Das Projekt DysarTrain setzt genau hier an und will ein interaktives, digitales Therapieangebot für das Sprechtraining schaffen, damit Patienten ihre Übungen im häuslichen Umfeld durchführen können. In enger Abstimmung mit Ärzten, Therapeuten und Patienten werden zuerst die passenden Therapieinhalte zur Behandlung von Dysarthrien ausgewählt und digitalisiert. In einem zweiten Schritt wird eine Therapieplattform mit den geeigneten Kommunikations-, Interaktions- und Supervisionsfunktionen aufgebaut. Für die Durchführung des Trainings werden anschließend Assistenzfunktionen und Feedbackmechanismen entwickelt. Das Programm soll automatisch rückmelden, ob eine Übung gut absolviert wurde und was ggf. noch verbessert werden kann. Eine automatisierte Auswertung der Therapiedaten erlaubt es Ärzten und Therapeuten, die Therapieform auf möglichst einfache Weise zu individualisieren und an den jeweiligen Therapiestand anzupassen. Dieses Angebot wird mit Ärzten, Therapeuten und Patienten in den Behandlungsprozess integriert und evaluiert.

8.5.17 Entwicklung einer vektorbasierten, mathematischen Morphologie für die Beschreibung und Klassifikation von Hyperspektralbildern in der Fernerkundung

Projektleitung:
Dr.-Ing. Christian Riess
Beteiligte:
AmirAbbas Davari, M. Sc.
Laufzeit: 1.3.2016–30.9.2018
Förderer:
Erlangen Graduate School of Heterogeneous Image Systems (Research Training Group 1773)

Fernerkundung ist heute von großer Bedeutung für verschiedene Anwendungsgebiete, z.B. die Umweltüberwachung, Stadtplanung, ökosystem-basiertes, natürliches Ressourcen-Management, Erfassung von urbanen Anpassungsprozessen und die Überwachung landwirtschaftlicher Flächen. Die Mehrheit der genannten Überwachungs- und Erfassungsanwendungen erfordert eine ”gelabelte” Karte der Fernerkundungsbilder, in der einzelne Pixel bestimmten Klassen zugeordnet sind, z.B. Wasser, Asphalt, Gras etc. In anderen Worten: Klassifikation ist ein notwendiger Schritt für diverse Fernerkundungsanwendungen. Es ist weitgehend anerkannt, dass die Auswertung sowohl der spektralen als auch der räumlichen Eigenschaften der Bildpunkte die Klassifikationsrate im Vergleich zur Verwendung rein spektralbasierter Merkmale verbessert.

In dieser Hinsicht sind morphologische Profile (MP) eine beliebte und mächtige Bildanalysetechnik, die die Berechnung solcher spektral-räumlichen Bildpunktbeschreibungen erlauben. Sie wurden im vergangenen Jahrzehnt ausführlich untersucht und ihre Effektivität mehrfach bestätigt.

Die Charakterisierung der räumlichen Information, die durch ein MP gewonnen wurde, ist insbesondere zur Repräsentation der Multiskalen-Variationen von Bildstrukturen geeignet. Diese sind jedoch durch die Form der strukturierenden Elemente beschränkt. Um diese Beschränkung zu umgehen, wurden morphologische Attributprofile (AP) entwickelt. Durch das direkte Arbeiten auf verbundenen Komponenten statt auf Pixeln ist nicht nur die Anwendung beliebiger Regionendeskriptoren (z.B. Form, Farbe, Textur etc.) möglich, sondern es wird auch der Weg für eine objektbasierte Bildanalyse bereitet. Zusätzlich können APs effizient durch hierarchische Bildrepräsentation implementiert werden, z.B. durch Max-/Min-Bäume und Alpha-Bäume.

Die o.g. Techniken für die Analyse von hyperspektralen Fernerkundungsbildern basieren grundlegend auf einer Einzelverarbeitung (Marginal-Verfahren) der Bilder, d.h. die Analyse jedes einzelnen Kanals für sich und nicht gleichzeitig. Deshalb wird die Korrelation der Kanäle in den konventionellen Marginal-Verfahren vernachlässigt.

Aus diesem Grund liegt der Schwerpunkt unseres Projekts auf der Erweiterung der mathematischen Morphologie auf das Gebiet der Analyse von Hyperspektralbildern und der Anwendung von Operatoren, die auf dem morphologischen Inhalt basieren, wie z.B. MP und AP, auf allen Spektralbändern gleichzeitig, um die Korrelation der Spektralkanäle zu berücksichtigen.

8.5.18 Entwicklung eines Information Management Systems zur automatisierten Qualitätskontrolle in der Radio-Onkologie

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Felix Kluge, M. Sc.
Laufzeit: 15.8.2016–31.3.2017
Förderer:
Programm "Informations- und Kommunikationstechnik", Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Die Radio-Onkologie hat in den letzten Jahren einen deutlichen technologischen Aufschwung erfahren. Dies führte zu einer erheblichen Zunahme der Komplexität und damit einhergehend einer massiven Ausweitung der Datenmenge. In der Folge gab es mehrere folgenschwere Serien von Unfällen mit zum Teil tödlichem Ausgang. Bislang werden allerdings im Qualitätsmanagement nur wenige Schritte des Strahlentherapie-Workflows automatisch betrachtet. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines integrierten, umfassenden Qualitätsmanagement-Informationssystems zur Fehlervermeidung. Basierend auf Qualitätsindizes bildet es den Workflow in der Radio-Onkologie umfassend ab, arbeitet im Hintergrund und erfordert eine Anwenderinteraktion nur im Fehlerfall. Mögliche Fehlerfälle werden mittels Data Mining, Benchmarking und maschinellem Lernen sowie durch Modelle zur pro-aktiven Generierung von Voraussagen und Unterstützung der Entscheidungsunterstützung vorausschauend erkannt. Ultimatives Ziel ist daher nicht das Fehlermanagement, sondern die pro-aktive Fehlervermeidung.

Weitere Details sind bei der Professur für Sportinformatik (Heisenberg-Professur, Prof. Eskofier) zu finden.

8.5.19 Entwicklung virtueller Umgebungen zum Training von menschlichem 3D-Stereosehen für Sportler

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Prof. Dr. med. Georg Michelson
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt
Beteiligte:
Dr.-Ing. Jan Paulus
Laufzeit: 1.7.2010–31.3.2017
Förderer:
Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT)
Mitwirkende Institutionen:
Lehrstuhl für Photonische Technologien (LPT), Augenklinik, Erlangen

Menschliches Sehen kann durch gezieltes Training in seiner Leistung gesteigert werden. In diesem Projekt soll speziell 3D-Stereosehen verbessert werden, da sich eine erhöhte 3D-Wahrnehmung für Athleten in einer erhöhten sportlichen Leistungsfähigkeit in Bezug auf Reaktion und Genauigkeit niederschlägt. Dafür werden virtuelle Umgebungen

mit Hilfe von 3D-Displays und Projektionssystemen erzeugt. Zunächst wird die aktuelle Stereosehleistung der Sportler mittels der virtuellen Umgebung evaluiert. Anschließend werden darauf aufbauend geeignete Trainingsstrategien entwickelt, um die visuelle Performanz weiterzuverbessern.

8.5.20 Erfassung der kardialen Rotation und Torsion aus der bi-plan Angiographie

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
Beteiligte:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
Dr.-Ing. Mathias Unberath
Laufzeit: 15.11.2014–31.12.2017
Förderer:
Graduate School of Advanced Optical Technologies

Die links-ventrikuläre (LV) Rotation und Torsion wird von vielen Herzerkrankungen beeinflusst, weswegen sie mit früh auftretenden Symptomen von Herzerkrankungen, z.B. der Aortenstenose oder diastolischer Dysfunktion, korreliert werden können. Die nichtinvasive Beurteilung der LV-Rotation gestaltet sich als schwierig. Einzig ”tagged MRI” erlaubt eine einfache Beobachtung, ist jedoch auf Grund von Metallimplantaten häufig kontra-indiziert.

Nahezu alle behandelten Fälle von Herzerkrankungen werden der Koronarangiographie unterzogen, bei der die Koronararterien durch mittels Katheter eingebrachtem Kontrastmittel im Röntgenbild sehr deutlich sichtbar gemacht werden. Da die Koronarien mit der Oberfläche des Herzmuskels verwachsen sind, folgen sie der myokardialen Torsion.

Im vorgestellten Forschungsprojekt wird ein Segmentierungs- und Rekonstruktions-Algorithmus für 3D+t-Koronarangiogramme entwickelt, welcher die myokardiale Oberflächenbewegung inklusive LV-Rotation und -Torsion erfasst, die mit Computertomographie und Magnet-Resonanz-Tomographie sonst unsichtbar ist. Durch die Vewendung von bereits in Standardprotokollen akquirierten Daten wird der Patient weder zusätzlicher Strahlenbelastung noch weiteren Unannehmlichkeiten ausgesetzt.

Publikationen

– Unberath, Mathias ; Mentl, Katrin ; Taubmann, Oliver ; Achenbach, Stephan ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Torsional Heart Motion in Cone-beam Computed Tomography Reconstruction . In: Michael King ; Stephen Glick ; Klaus Mueller (Hrsg.) : Proceedings of the Fully3D (13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Newport, RI 31.5.2015-4.6.2015). 2015, S. 651-654.

8.5.21 Football Future: Football Future Algorithm Support

Projektleitung:

Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Laufzeit: 1.1.2017–31.12.2017

8.5.22 Früherkennung von Osteoarthritis mit Hilfe von C-Bogen-Computertomographie

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Ph.D. Rebecca Fahrig
Beteiligte:
Bastian Bier, M. Sc.
Jennifer Maier, M. Sc.
Ph.D. Serena Bonaretti
Ph.D. Marc Levenston
M.D. Garry Gold
Sc.D. Norbert Pelc
Laufzeit: 1.1.2016–31.12.2018
Förderer:
Erlangen Graduate School of Heterogeneous Image Systems

Osteoarthritis ist vor allem bei älteren Bevölkerungsschichten einer der Hauptgründe für teilweise erhebliche Einschränkungen des Bewegungsapparates, jedoch sind die Ursachen der Erkrankung und der anfängliche Krankheitsverlauf bisher weitgehend unbekannt. Die Verfahren, die aktuell zur Bildgebung in der Arthrosebehandlung verwendet werden, benötigen lange Untersuchungszeiten und erhöhten logistischen Aufwand. Außerdem sind sie oft nicht in der Lage, frühzeitige Veränderungen des Gewebes zu erkennen.

Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung einer neuartigen Methode der Computertomographie, die es ermöglicht, Veränderungen der Knorpel und Menisken im Kniegelenk unter Belastung zu analysieren. Die zeitliche Deformation der Knorpelschicht unter verschiedenen Belastungssituationen gibt Auskunft über unnatürliche Bewegungsabläufe, welche ein Frühindikator für Arthritis sein können. Dies kann dabei helfen, eine Erkrankung frühzeitig zu erkennen.

Um eine Aufnahme der Knie in stehender Position zu ermöglichen, wird ein flexibles C-Bogen-CT-System verwendet. Normalerweise wird solch ein System in der interventionellen Radiologie eingesetzt, um Bilder von liegenden Patienten mittels einer vertikalen Trajektorie aufzunehmen. Für die Aufnahme der Knie in diesem Projekt wurde eine horizontale Trajektorie entwickelt.

Die stehende bzw. hockende Position ermöglicht zwar eine Analyse der Gelenke unter Belastung, führt allerdings auch zu einer erhöhten unfreiwilligen Bewegung der Probanden während der mehrsekündigen Aufnahme. Dadurch entstehen Artefakte in der Rekonstruktion, die eine korrekte Auswertung der Bilder erschweren. Ziel des Projektes ist da-

her, die Bewegung der Probanden während der Aufnahme zu schätzen, um die Artefakte in der Rekonstruktion zu verringern. Verschiedene Ansätze, um Informationen über die Bewegung zu erlangen, sind denkbar. Ein Ansatz sieht vor, mit Hilfe von Oberflächenkameras das Bewegungsfeld der Knie zu berechnen und zur Korrektur zu verwenden. Ein weiterer möglicher Ansatz ist das Erstellen und Auswerten eines biomechanischen Modells der Knie mit Hilfe von Inertialsensorik, um die Bewegung zu kompensieren.

Nach der Korrektur der Bewegungsartefakte wird das rekonstruierte Volumen benutzt, um das Kniegelenk zu segmentieren und zu vermessen. Dies kann Aufschluss über das Risiko bzw. den Fortschritt einer Arthroseerkrankung geben.

Publikationen

- Bier, Bastian ; Berger, Martin ; Maier, Jennifer ; Unberath, Mathias ; Scott Hsieh ; Serena Bonaretti ; Rebecca Fahrig ; Marc E. Levenston ; Garry E. Gold ; Maier, Andreas: Object Removal in Gradient Domain of Cone-Beam CT Projections . In: IEEE (Hrsg.) : 2016 IEEE Nuclear Science Symposuim & Medical Imaging Conference Record (IEEE Nuclear Science Symposuim & Medical Imaging Conference (NSS/MIC) Straßburg 29.10.2016-05.11.2016). 2016, S. -.
- Berger, Martin ; Müller, Kerstin ; Aichert, André ; Unberath, Mathias ; Thies, Justus ; Choi, Jang-Hwan ; Fahrig, Rebecca ; Maier, Andreas: Marker-free motion correction in weight-bearing cone-beam CT of the knee joint . In: Medical Physics 43 (2016), Nr. 3, S. 1235-1248
- Berger, Martin ; Müller, Kerstin ; Choi, Jang-Hwan ; Aichert, André ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca: 2D/3D Registration for Motion Compensated Reconstruction in Cone-Beam CT of Knees Under Weight-Bearing Condition . In: Jaffray, David A. (Hrsg.) : IFMBE Proceedings (World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering Toronto, Canada June 7-12, 2015). 51. Aufl. 2015, S. 54-57. - ISBN 978-3-319-19387-8
- Müller, Kerstin ; Berger, Martin ; Choi, Jang-Hwan ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca: Automatic Motion Estimation and Compensation Framework forWeight-bearing C-arm CT scans using Fiducial Markers . In: Jaffray, David A. (Hrsg.) : IFMBE Proceedings (World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, June 7-12, 2015, Toronto, Canada Toronto, Canada 07.06-12.06.2015). 51. Aufl. 2015, S. 58-61. - ISBN 978-3-319-19387-8
- Unberath, Mathias ; Choi, Jang-Hwan ; Berger, Martin ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca: Image-based Compensation for Involuntary Motion in Weight-bearing C-arm Cone-beam CT Scanning of Knees . In: David Manning, Steven C. Horii (Hrsg.) : Proc. SPIE Medical Imaging 2015 (SPIE Medical Imaging 2015 Orlando, FL 21-26.2.2015). Bd. 9413. 2015, S. 94130D-7.

8.5.23 Image Guidance für endovaskuläre Aortenreparaturen (EVAR)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl
PD Dr. Markus Kowarschik
Dr. rer. nat. Marcus Pfister
Beteiligte:
Katharina Breininger, M. Sc.
Laufzeit: 1.11.2015–31.10.2018
Förderer:
Siemens Healthcare GmbH, Forchheim

Abdominale Aortenaneurysmen sind pathologische Erweiterungen der Aorta und stellen die häufigste strukturelle Erkrankung der Aorta dar. Die Hauptkomplikation ist eine Ruptur des Aneurysmas, die aufgrund starker innerer Blutung mit einer hohen Sterblichkeit verbunden ist.

Um eine Ruptur zu verhindern, wird für Hochrisikopatienten eine elektive Reparatur des Aneurysmas durchgeführt. Dies kann durch eine offene Operation oder durch einen endovaskulären Eingriff geschehen. Bei einer endovaskulären Reparatur (EVAR) wird ein Stentgraft in die Aorta eingebracht, der den Aneurysmasack vom Blutfluss ausschließen und weiteres Wachstum und eine Ruptur verhindern soll. Dieser Eingriff wird gestützt durch 2D-Fluoroskopie und digitale Subtraktionsangiographie (DSA).

Da meist eine präoperative CT-Aufnahme vorliegt, können durch Fusion des CTs mit dem intraoperativen Fluoroskopiebild zusätzliche 3D-Informationen über den Verlauf der Aorta bereitgestellt und so der Einsatz von Kontrastmittel reduziert werden. Durch Patientenbewegung und Verformungen der Aorta aufgrund der eingebrachten Führungsdrähte und Stents kann es jedoch zu Ungenauigkeiten im Overlay kommen.

Der Schwerpunkt dieses Projekts liegt darin, automatisch relevante Strukturen, die die Verformung der Aorta beeinflussen, in den Fluoroskopiebildern zu erkennen und diesen Einfluss durch eine Verformung des 3D-Overlay entsprechend zu berücksichtigen.

8.5.24 Integration eines Tablet-Computers für komplexe Softwareapplikationen im sterilen Interventionsumfeld

Projektleitung:
PD Dr. Markus Kowarschik
Horz, Tim
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl
Beteiligte:
Mario Amrehn, M. Sc.
Laufzeit: 15.4.2014–15.10.2017
Förderer:
Siemens Healthcare GmbH

Angiographische C-Bogen-Systeme sind das führende Bildsystem für katheterbasierte Diagnosen und Interventionen. In der herkömmlichen Fluoroskopie werden zweidimensionale Bilder zur Darstellung von Devices und kontrastmittelgefüllten Gefäßen oder Hohlkörpern erstellt. Mit Hilfe von DynaCT (Rotationsangiographie) kann das C-Bogen-

System wie in der Computer-Tomographie dreidimensionale Darstellungen erzeugen. Die Aufnahmezeiten betragen je nach Protokoll 3-20s.

In der interventionellen Radiologie ist die dreidimensionale Darstellung für viele Anwendungen Routine. Erfahrene Ärzte sind in der Lage, durch entsprechende Patientenlagerungen und Atembefehle eine hohe Datensatzqualität zu erzeugen und somit detaillierte Informationen beispielsweise über die arterielle Versorgung der Leber zu erhalten, welche im Anschluss im Rahmen einer Transarteriellen Chemoembolisation (TACE) von großem Nutzen sind.

Während die Bildverarbeitungsalgorithmen nahezu automatisch ohne Benutzereingaben funktionieren können, benötigen die Navigationstools in der Regel präzise Angaben durch den Bediener, um die gewünschten Navigationshilfen erzeugen zu können. Da dies während einer Intervention notwendig ist, wurden Bedienkonzepte für die sterile Bedienung am Interventionstisch entwickelt (z.B. Mausjoystick). Im direkten Vergleich zu einem Standard-Computer-UI (Maus, Tastatur) sind diese Methoden allerdings langsamer und limitierender, was die Akzeptanz beim Bediener einschränkt.

Publikationen

– Amrehn, Mario ; Gaube, Sven ; Unberath, Mathias ; Schebesch, Frank ; Horz, Tim ; Strumia, Maddalena ; Steidl, Stefan ; Kowarschik, Markus ; Maier, Andreas: UI-Net: Interactive Artificial Neural Networks for Iterative Image Segmentation Based on a User Model . In: Rieder, Christian ; Ritter, Felix ; Hotz, Ingrid ; Merhof, Dorit (Hrsg.) : EG VCBM 2017 (Eurographics Workshop on Visual Computing for Biology and Medicine Bremen, Germany 2017-09-08). Goslar, Germany : Eurographics Association, 2017, S. 143-147. - ISBN 978-3-03868-036-9

– Amrehn, Mario ; Glasbrenner, Jens ; Steidl, Stefan ; Maier, Andreas: Comparative Evaluation of Interactive Segmentation Approaches . In: Thomas Tolxdorff ; Thomas Martin Deserno ; Heinz Handels ; Hans-Peter Meinzer (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2016 (Bildverarbeitung für die Medizin Charité - Universitätsmedizin Berlin 13.03.2016). Berlin Heidelberg : Springer, 2016, S. 68-73. - ISBN 978-3-662-49465-3

– Amrehn, Mario ; Strumia, Maddalena ; Steidl, Stefan ; Horz, Tim ; Kowarschik, Markus ; Maier, Andreas: Ideal Seed Point Location Approximation for GrowCut Interactive Image Segmentation . In: Maier, Andreas ; Thomas M. Deserno ; Heinz Handels ; Klaus H. Maier-Hein ; Christoph Palm ; Thomas Tolxdorff (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2018 (BVM Erlangen 11.03.2018). Springer : Springer Vieweg, 2018, S. 210-215. - ISBN 978-3-662-56536-0

– Amrehn, Mario ; Steidl, Stefan ; Kowarschik, Markus ; Maier, Andreas: Robust Seed Mask Generation for Interactive Image Segmentation . In: IEEE (Hrsg.) : 2017 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (NSS/MIC) (IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) Atlanta, Georgia, USA 21.10-28.10.2017). 2017, S. tbd.

8.5.25 Integration von Sensorik in Kleidung und Sportequipment

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Dipl.-Ing. Peter Blank
Laufzeit: 1.11.2015–31.12.2018
Förderer:
Interdisziplinäres Zentrum für eingebettete Systeme (ESI)

Aus biomechanischen und physiologischen Signalen gewonnene Informationen tragen immer mehr zur Trainingsoptimierung bei Sportlern, zur Kontrolle des Gesundheitszustandes und allgemein zur Verbesserung der Fitness bei sportlicher Betätigung bei. Auch die immer weiter fortschreitende Miniaturisierung und Leistungssteigerung Eingebetteter Systeme macht den Einsatz solcher Sensorik für Fitness- und Sportanwendungen interessant. Durch Verwendung unterschiedlich an Körper und Sportgeräten angebrachter Sensoren können Biosignale aufgenommen und beispielsweise für die Bewegungsanalyse, statistische Auswertungen oder Aktivitätserkennung verarbeitet werden.

Publikationen

– Blank, Peter ; Kautz, Thomas ; Eskofier, Björn: Ball impact localization on table tennis rackets using piezo-electric sensors . In: The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (Hrsg.) : Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers (2016 ACM International Symposium on Wearable Computers Heidelberg, Germany 12.09.2016-16.09.2016). Association for Computing Machinery : Association for Computing Machinery, Inc, 2016, S. 72-79. - ISBN 978-1-4503-4460-9

– Blank, Peter ; Hofmann, Steffen ; Kulessa, Martin ; Eskofier, Björn: miPod 2: a new hardware platform for embedded real-time processing in sports and fitness applications . In: The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (Hrsg.) : Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers (2016 ACM International Symposium on Wearable Computers Heidelberg, Germany 12.09.2016-16.09.2016). Association for Computing Machinery : Association for Computing Machinery, Inc, 2016, S. 881-884. - ISBN 978-1-4503-4462-3

– Jensen, Ulf ; Blank, Peter ; Kugler, Patrick ; Eskofier, Björn: Unobtrusive and Energy-Efficient Swimming Exercise Tracking Using On-Node Processing . In: IEEE Sensors Journal 16 (2016), Nr. 10, S. 3972-3980

8.5.26 Iterative Rekonstruktionsmethoden für die Wasser-Fett-Bildgebung in MRT

Projektleitung:
Dr. Marcel Dominik Nickel
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Beteiligte:
Felix Lugauer, M. Sc.
Laufzeit: 1.12.2013–30.5.2017
Förderer:
Siemens AG, Healthcare Sector

Das gemessene Signal in der Magnetresonanztomographie (MRT) ist proportional zur Dichte der Wasserstoffkerne. Der diagnostische Wert einer Messung lässt sich oft signifikant erhöhen, wenn das Signal von in Fett gebundenen Wasserstoffkernen unterdrückt oder exakt bestimmt werden kann. Zur exakten Bestimmung des Signalspektrums kann man sich das leicht abweichende Resonanzverhalten von in Fett und in Wasser gebundenen Wasserstoffkernen zu Nutze machen.

Die exakte Separation von Fett und Wasser mittels dieser Methode hat in den letzten Jahren neue Aufmerksamkeit gewonnen, da sie einerseits eine quantitative Bestimmung der Fettdichte ermöglicht und andererseits die Qualität der Fettunterdrückung im Vergleich zu konventionellen Methoden gesteigert wird. Allerdings führt sie auch zu einer Erhöhung der Messdauer, was in dieser Arbeit mit Hilfe von iterativen Rekonstruktionsmethoden adressiert werden soll.

Publikationen

– Lugauer, Felix ; Nickel, Dominik ; Wetzl, Jens ; Kiefer, Berthold ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Accelerating Multi-Echo Water-Fat MRI with a Joint Locally Low-Rank and Spatial Sparsity-Promoting Reconstruction . In: Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine 30 (2017), Nr. 2, S. 189-202

– Allen, Brian ; Lugauer, Felix ; Nickel, Dominik ; Bhatti, Lubna ; Dafalla, Randa ; Dale, Brian ; Jaffe, Tracy ; Bashir, Mustafa: Effect of a Low-Rank Denoising Algorithm on Quantitative MRI-Based Measures of Liver Fat and Iron . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 24th Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2016) (24th Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2016) Singapur 7.-13.5.2016). 2016, S. 4224.

– Lugauer, Felix ; Nickel, Dominik ; Kannengiesser, Stephan ; Barnes, Samuel ; Holshouser, Barbara ; Wetzl, Jens ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Improving Parameter Mapping in MRI Relaxometry and Multi-Echo Dixon Using an Automated Spectral Denoising . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 24th Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2016) (24th Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2016) Singapur 7.-13.5.2016). 2016, S. 3269.

– Lugauer, Felix ; Nickel, Dominik ; Wetzl, Jens ; Kannengiesser, Stephan A. R. ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: Robust Spectral Denoising for Water-Fat Separation in Magnetic Resonance Imaging . In: Nassir Navab ; Hornegger, Joachim ; Wiliam M. Wells ; Alejandro F. Frangi (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI 2015 Munich, Germany 05.10.2015). Berlin : Springer International Publishing, 2015, S. 667-674. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 9350) - ISBN 978-3-319-24570-6

– Lugauer, Felix ; Nickel, Dominik ; Wetzl, Jens ; Kiefer, Berthold ; Hornegger, Joachim: Water-Fat Separation Using a Locally Low-Rank Enforcing Reconstruction .

In: ISMRM (Hrsg.) : Proceedings of the 23rd Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2015) (23rd Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2015) Toronto, ON, Canada 30.5-5.6.2015). 2015, S. 3652.

– Lugauer, Felix ; Wetzl, Jens ; Forman, Christoph ; Schneider, Manuel ; Kiefer, Berthold ; Nickel, Dominik ; Maier, Andreas: Single Breath-Hold Abdominal T1 Mapping Using 3-D Cartesian Sampling and Spatiotemporally Constrained Reconstruction . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 25th Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2017) (Proceedings of the 25th Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2017) Honolulu, HI, USA 22.-27.4.2017). 2017, S. 68.

8.5.27 Kalibrierung von Time-of-Flight-Kameras

Projektleitung:
Dr.-Ing. Christian Riess
Beteiligte:
Dipl.-Ing. Peter Fürsattel
Laufzeit: 15.1.2014–15.1.2017
Förderer:
Metrilus GmbH

Time-of-Flight-Sensoren (ToF-Sensoren) repräsentieren eine relativ neue Bildmodalität, welche vor allem in 3D-Echtzeitsystemen Anwendung findet. Neben einer regulären photogrammetrischen Kalibrierung, also der Bestimmung eines mathematischen Modells, welches eine solche Kamera abbildet, erfordern diese Kameras auch die Kalibrierung der Tiefendaten. Der Grund für diesen weiteren Kalibrierungsschritt sind eine Vielzahl von Effekten, welche die Messgenauigkeit dieser Kamera beeinträchtigen.

In diesem Projekt sollen die Ursachen für diese Effekte untersucht werden, entsprechende Modelle entwickelt werden und dadurch die Messgenauigkeit dieser Kameras durch den Einsatz von softwarebasierten Lösungen erhöht werden.

8.5.28 Konsistenzbedingungen für die Artefaktreduktion im Kegelstrahl-CT

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Beteiligte:
André Aichert, M. Sc.
Laufzeit: 1.11.2015–1.11.2018
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Die meisten Methoden zur Artefaktreduktion in der Flachdetektor-CT (FDCT) verlassen sich heute auf Heuristiken, Vorwissen, zusätzliche Sensoren oder iterative Prozeduren. Jedoch findet eine ganze Gattung an Methoden zur Artefaktreduktion bislang nur wenig Anwendung in gängigen FDCT-Systemen. Das theretische Modell der Geometrie und Physik von CT sowie FDCT stellt Bedingungen an die Projektionsbilder. Es ist wohlbekannt,

dass solche Datenkonsistenzbedingungen mathematische Redundanzen in den Projektionsbildern beschreiben, die auf die Tatsache zurückgehen, dass jede Projektion aus Linienintegralen durch das gleich Objekt bestehen, lediglich aus verschiedenen Richtungen. Wenn diese Redundanzen verletzt werden, beispielsweise durch einen eingeschränkten Blickwinkel oder eine Bewegung des Objektes während der Aufnahme einzelner Projektionen, dann werden solche Konsistenzbedingungen typischerweise nicht mehr erfüllt. Datenkonsistenzbedingungen in der CT wurden vor allem für Parallelstrahl-Geometrien schon seit 25 Jahren untersucht. Es wurde gezeigt, dass Konsistenzbedingungen sehr attraktive Lösungen für eine Bandbreite an Problemen liefern, beispielsweise Bewegungsschätzung, Korrigierung und Extrapolation fehlender Daten. Für diese mangelt es jedoch an Anwendungen für echte Systeme; sie arbeiten nur auf idealen, oft rauschfreien Phantom-Simulationen.

Das Ziel dieses Projektes ist es, bestehende Konsistenzbedigungen zu erweitern, so dass ihr praktischer Einsatz die intrinsischen Schwächen von FDCT, insbesondere Bewegung und Trunkierung, behebt. Das Ziel ist eine praktische Anwendbarkeit auf klinische Daten.

Publikationen

- Aichert, André ; Wang, Jian ; Schaffert, Roman ; Dörfler, Arnd ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Epipolar Consistency in Fluoroscopy for Image-Based Tracking . In: Xianghua Xie ; Mark W. Jones ; Gary K. L. Tam (Hrsg.) : Proceedings of the British Machine Vision Conference 2015 (26th British Machine Vision Conference (BMVC 2015) Swansea, UK Sept 7-10 2015). Swansea, UK : BMVA Press, 2015, S. 86. - ISBN 1-901725-53-7
- Aichert, André ; Berger, Martin ; Wang, Jian ; Maass, Nicole ; Doerfler, Arnd ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Epipolar Consistency in Transmission Imaging . In: IEEE Transactions on Medical Imaging 34 (2015), Nr. 10, S. 1-15
- Grulich, Tobias ; Holub, Wolfgang ; Haßler, Ulf ; Aichert, André ; Maier, Andreas: Geometric Adjustment of X-ray Tomosynthesis . In: King, Michael (Hrsg.) : Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (The 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Newport, Rhode Island, USA 31.05). 2015, S. 468-470.
- Pohlmann, Marcel ; Berger, Martin ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: Estimation of missing fan-beam projections using frequency consistency conditions . In: Noo, Frederic (Hrsg.) : Proceedings of the third international conference on image formation in x-ray computed tomography (The third international conference on image formation in x-ray computed tomography Salt Lake City, UT, USA 22-25.06.2014). 2014, S. 203-207.
- Berger, Martin ; Maier, Andreas ; Xia, Yan ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: Motion Compensated Fan-Beam CT by Enforcing Fourier Properties of the Sinogram . In: Noo, Frederic (Hrsg.) : Proceedings of the third international conference on image formation in x-ray computed tomography (The third international conference on image formation in x-ray computed tomography Salt Lake City, UT, USA 22-25.06.2014). 2014, S. 329-332.

– Xia, Yan ; Bauer, Sebastian ; Maier, Andreas ; Berger, Martin ; Hornegger, Joachim: Patient-bounded Extrapolation for 3D Region of Interest Reconstruction in C-arm CT . In: Frederic Noo, University of Utah (Hrsg.) : Proceedings of the third international conference on image formation in x-ray computed tomography (The third international conference on image formation in x-ray computed tomography Salt Lake City, UT, USA 22-25.06.2014). 2014, S. 414-417.

– Aichert, André ; Maass, Nicole ; Deuerling-Zheng, Yu ; Berger, Martin ; Manhart, Michael ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas ; Doerfler, Arnd: Redundancies in X-ray images due to the epipolar geometry for transmission imaging . In: Noo, Frederic (Hrsg.) : Proceedings of the third international conference on image formation in x-ray computed tomography (The third international conference on image formation in x-ray computed tomography Salt Lake City, UT, USA 22-25.06.2014). 2014, S. 333-337.

– Würfl, Tobias ; Maaß, Nicole ; Dennerlein, Frank ; Aichert, André ; Maier, Andreas: Empirical Scatter Correction using the Epipolar Consistency Condition . In: Frederic Noo (Hrsg.) : Proceedings of the Fifth International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography (CT-Meeting) (Fifth International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography (CT-Meeting) Salt Lake City, USA 20.05.2018). 2018, S. 193-197.

– Würfl, Tobias ; Maaß, Nicole ; Dennerlein, Frank ; Aichert, André ; Maier, Andreas: Physical Constraints for Beam Hardening Reduction using Polynomial Models . In: Frederic Noo (Hrsg.) : Proceedings of the Fifth International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography (CT-Meeting) (Fifth International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography (CT-Meeting) Salt Lake City, USA 20.05.2018). 2018, S. 356-359.

– Unberath, Mathias ; Aichert, André ; Achenbach, Stephan ; Maier, Andreas: Consistency-based Respiratory Motion Estimation in Rotational Angiography . In: Medical Physics (2017)

– Berger, Martin ; Xia, Yan ; Aichinger, Wolfgang ; Mentl, Katrin ; Unberath, Mathias ; Aichert, André ; Riess, Christian ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca ; Maier, Andreas: Motion Compensation for Cone-Beam CT Using Fourier Consistency Conditions . In: Physics in Medicine and Biology 62 (2017), Nr. 17, S. 7181-7215

– Felsner, Lina ; Aichert, André ; Unberath, Mathias ; Maier, Andreas: Motion Estimation in Rotational Angiography with alpha–Expansion Moves . In: Lars R Furenlid (Hrsg.) : 2017 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (2017 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Atlanta 26.10). 2017, S. 1-3.

– Aichert, André ; Breininger, Katharina ; Köhler, Thomas ; Maier, Andreas: Efficient Epipolar Consistency . In: Kachelrieß, Marc (Hrsg.) : Proceedings of the 4th CT Meeting (4th International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography Bamberg, Germany July 2016). 2016, S. 383-386. (Proceedings of the 4th CT Meeting)

8.5.29 Materialzerlegung mittels energieauflösenden Detektoren am angiographischen C-Bogen-System

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Beteiligte:
Yanye Lu, M. Sc.
Laufzeit: 1.6.2014–31.5.2017
Förderer:
Siemens AG, Healthcare Sector

C-Bogen-Angiographiesysteme sind der Stand der Technik zur kardialen Bildgebung. Für die Darstellung von Gefäßen ist aktuell die digitale Subtraktionsangiographie (DAS) das Mittel der Wahl. Diese liefert hervorragenden Kontrast bei niedriger Dosis.

Aktuell wird eine neue Detektortechnologie entwickelt, bei der es möglich ist, für jedes gemessene Photon eine Energie zu bestimmen. Diese energieauflösenden Detektoren teilen die gemessenen Photonen in zwei bis zehn Energieniveaus ein. Ein wesentlicher Vorteil dieser Detektoren ist, dass die Kontrastmittelzerlegung anhand jeder einzelnen Aufnahme möglich ist. Es ist also kein Maskenbild mehr notwendig. Jede energieaufgelöste Aufnahme enthält schon intrinsisch die Information zur Berechnung eines reinen Kontrastmittelbildes. Weiterhin bietet die Zerlegung in mehrere Materialien den Vorteil, dass man Bilder erzeugen kann, die nur Knochen, beispielsweise die Rippen, oder nur Kontrastmittel zeigen. Damit würde sich zum Beispiel die Bewegung der Atmung von der Bewegung des Herzens trennen lassen, was für Einblendungen während Operationen eine neue Dimension der Bewegungskompensation ermöglicht.

In dem Projekt sollen folgende Themen bearbeitet werden:

1. Rauschreduktion

2. Kalibrierung

3. Hybride Materialzerlegung

4. Spektrale DynaCT

8.5.30 Medical Image Processing for Diagnostic Applications

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Beteiligte:
Dipl.-Math. Frank Schebesch
Laufzeit: 1.6.2016–31.5.2017
Förderer:
Virtuelle Hochschule Bayern (vhb)

E-Learning hat sich zu einem wichtigen Werkzeug in der Erwachsenenbildung entwickelt. Die Anforderungen von mehr Lerntypen können erfüllt werden, und der moderne Lebensstil der Studenten benötigt eine flexible und zugängliche Bereitstellung von Lernmaterialien.

Onlinekurse werden genau zu diesem Zwecke erstellt. Obwohl die vhb bereits Kurse in einer Vielzahl von Themengebieten anbietet, findet sich noch nichts über medizinische Bildverarbeitung. Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines kompletten, internationalen Onlinekurses, in dem grundlegende Methoden für einen Start in die Forschung zur medizinischen Bildverarbeitung gelehrt werden. In drei Hauptkapiteln über Vorverarbeitung, medizinische Bildrekonstruktion und rigide Registrierungsmethoden in 2D und 3D wird der Student theoretische Hintergründe lernen, mathematische Konzepte schulen und relevante Algorithmen implementieren. Dabei werden die Kursinhalte stets über gebräuchliche diagnostische Anwendungen motiviert.

Der Kurs bietet unter anderem Vorlesungsvideos und Online-Testen von Übungsabgaben. In der finalen Phase wird der Kurs zum Bestand der vhb als ECTS-akkreditierter Kurs hinzugefügt.

8.5.31 Medical Image Understanding: Advancing the State-of-the-Art through Integration of Medical Knowledge

Projektleitung:
Dr. Dorin Comaniciu
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
Beteiligte:
Dr. Bogdan Georgescu
Florin Cristian Ghesu, M. Sc.
Laufzeit: 1.6.2015–31.5.2018
Förderer:
Siemens Healthcare GmbH

Fast and robust anatomical object detection and tracking are fundamental tasks in medical image analysis that support the entire clinical imaging workflow, from screening and diagnosis to patient stratification, therapy planning, intervention and follow-up. Most of the current solutions for medical image analysis are, however, based on generic combinations of machine learning and optimization that do not include a priori clinical knowledge about the patient's body and potential disease. Such solutions are generic, unconstrained and suboptimal. A strong potential of improvement, in terms of both the quality of image interpretation and explanation of the results can be achieved by constraining the underlying problems according to the anatomy and physiology of the human body and the semantics of the disease space. We propose to formulate medical image analysis as an image understanding problem and solve it by leveraging modern machine learning and knowledge representation theories. We target an optimal balance between the interpretation of new image data and knowledge-driven models explaining the data generation. The conjecture is that by constraining the space of solutions through the injection of medical knowledge and reasoning, one can achieve superior results versus the generic ones, derived through supervised/unsupervised learning and optimization. The new paradigm will be tested on relevant medical image understanding problems, covering multiple image modalities.

8.5.32 Merkmalspunktselektion und Bewegungsmodelle für 2D/3D-Registrierung

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Beteiligte:
Roman Schaffert, M. Sc.
Jian Wang, M. Sc.
Dr.-Ing. Anja Borsdorf
Laufzeit: 1.8.2015–31.7.2018
Förderer:
Siemens Healthcare GmbH

In der interventionellen Radiologie werden Echtzeit- Röntgenaufnahmen verwendet, um dem Chirurgen eine Orientierung innerhalb des Körpers zu ermöglichen. Jedoch sind nicht alle wichtigen anatomische Strukturen in diesen Bildern sichtbar. Um diese Strukturen zu visualisieren, können präoperativ aufgenommene 3D-Bilder, wie CT- oder MRT-Scans, auf dem 2D-Bild überlagert werden. 2D/3D-Registrierungsmethoden werden verwendet, um die richtige Position des 3D-Bildes für die Überlagerung zu schätzen. Eine merkmalsbasierte Registriermethode wurde am LME entwickelt, welche insbesondere eine gute Schätzung der Position anhand eines einzelnen 2D-Bildes ermöglicht. Hierbei wird ein Bewegungsmodell verwendet, welches rigide 3D-Transformationen aus 2D-Verschiebungen einer Menge von Punkten schätzen kann.

Im Rahmen dieses Projektes werden Punktselektionsverfahren und Erweiterungen des Bewegungsmodells untersucht, um die Robustheit sowie die Genauigkeit des Verfahrens zu erhöhen. Obwohl viele Selektionsverfahren für Merkmalspunkte existieren, ist das 2D/3D-Registrierungsszenario speziell, da die abgebildeten Objekte für das Röntgensystem durchsichtig sind. Die Auswahl der besten Merkmalspunkte wird abhängig vom Anwendungsfall betrachtet. Dies beinhaltet eine Wahl abhängig von den zu registrierenden Strukturen und von der Qualität der verwendeten Bilder sowie multi-modale Registrierung. Bei dieser ist das Feature-Matching anspruchsvoller, da die Intensitäten für die gleichen Strukturen anders verteilt sind. Erweiterungen zum Bewegungsmodell werden auch untersucht, um die abhängig von den Eigenschaften der Merkmalspunkte ermittelbaren Anteile der Punktverschiebung optimal nutzen zu können (z.B. ist an Kantenpunkten auf Grund des Aperturproblems nur eine 1D-Komponente der Verschiebung ermittelbar, während für Eckpunkte eine 2D-Verschiebung geschätzt werden kann).

Publikationen

– Schaffert, Roman ; Wang, Jian ; Fischer, Peter ; Borsdorf, Anja ; Maier, Andreas: Multi-View Depth-Aware Rigid 2-D/3-D Registration . In: IEEE (Hrsg.) : 2017 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (NSS/MIC) (IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) Atlanta, Georgia, USA 26.10.2017). 2017, S. -.

– Schaffert, Roman ; Wang, Jian ; Borsdorf, Anja ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Comparison of Rigid Gradient-Based 2D/3D Registration Using Projection and Back-Projection Strategies . In: Tolxdorff, Thomas ; Deserno, M. Thomas ; Handels, Heinz ; Meinzer, Hans-Peter (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin (Work-

shop Bildverarbeitung für die Medizin Berlin 13.03.2016). Springer : Springer, 2016, S. 140-145.

8.5.33 Nicht-invasive Bestimmung des Hydratationsgrades des Menschen

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Matthias Ring, M. Sc.
Laufzeit: 1.1.2013–31.12.2017

Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines eingebetteten Systems zur Bestimmung des menschlichen Hydratationsgrades mit Hilfe nicht-invasiver Sensoren. Die Kombination aus nicht-invasiven Sensoren und eingebetteten Systemen ermöglicht die Messung des Hydratationsgrades in vielen neuen Situationen. Zum Beispiel könnte der Hydratationsgrad von Sportlern zur Erhaltung der optimalen Leistungsfähigkeit überwacht werden oder das System könnte in Krankenhäusern an klinische Warnsysteme zur Überwachung des Hydratationsgrades von Patienten angeschlossen werden.

Das Forschungsprojekt gliedert sich in sechs Teilprojekte:

1. Auswahl geeigneter nicht-invasiver Sensoren

2. Sammeln von Referenzinformationen mit invasiven Methoden

3. Erhebung einer Stichprobe mit nicht-invasiven Methoden

4. Anwendung von Mustererkennungsverfahren zur Bestimmung des Hydratationsgrades in nicht-invasiv gemessenen Sensordaten

5. Implementierung auf einem eingebetteten System

6. Evaluation in einer klinischen Studie

Publikationen

– Ring, Matthias ; Lohmüller, Clemens ; Rauh, Manfred ; Eskofier, Björn: A Two-Stage Regression Using Bioimpedance and Temperature for Hydration Assessment During Sports . In: IEEE Computer Society (Hrsg.) : Proceedings of the 2014 22nd International Conference on Pattern Recognition (2014 22nd International Conference on Pattern Recognition Stockholm, Sweden August 24-28, 2014). 2014, S. 4519-4524.

– Ring, Matthias ; Lohmüller, Clemens ; Rauh, Manfred ; Eskofier, Björn: On Sweat Analysis for Quantitative Estimation of Dehydration during Physical Exercise . In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Hrsg.) : Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Milan, Italy August, 25-29). 2015, S. 7011-7014.

– Ring, Matthias ; Lohmueller, Clemens ; Rauh, Manfred ; Mester, Joachim ; Eskofier, Björn: A Temperature-Based Bioimpedance Correction for Water Loss Estimation During Sports . In: IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics 20 (2016), Nr. 6, S. 1477-1484

8.5.34 Optimierung der Aufbaus von Talbot-Lau-Phasenkontrast Röntgen Aufbauten

Projektleitung:
Dr.-Ing. Christian Riess
Dr. Peter Bartl
Beteiligte:
Johannes Bopp, M. Sc.
Laufzeit: 1.2.2016–1.2.2019
Förderer:
Siemens Healthcare

Gitterbasierte Talbot-Lau-Röntgeninterferometrie ist ein relativ neues bildgebendes Verfahren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Röntgenverfahren ermöglicht es die zusätzliche Aufnahme differentieller Phasenbilder, die der Elektronendichte des aufgenommenen Objektes entsprechen. Des Weiteren werden sogenannte Dunkelfeldbilder erzeugt, welche Dichteinhomogenitäten im Mikrometerbereich visualisieren können. Ziel des Projektes ist es, den Aufbau der Talbot-Lau-Röntgenbildgebung zu verbessern. Bisher ist über den Zusammenhang der einzelnen Variablen speziell im Bezug auf polychromatische Röntgenspektren wenig bekannt. Deswegen soll der Aufbau dahin gehend simuliert und zu optimiert werden um den Idealen Aufbau bezüglich gewisser Strukturen im zu untersuchenden Objekt im Bild errechnen zu können.

Publikationen

– Bopp, Johannes ; Gallersdörfer, Michael ; Ludwig, Veronika ; Seifert, Maria ; Maier, Andreas ; Anton, Gisela ; Riess, Christian: Phasenkontrast Röntgen mit 2 Phasengittern und medizinisch relevanten Detektoren . In: Springer Berlin Heidelberg (Hrsg.) : Algorithmen - Systeme - Anwendungen. Proceedings des Workshops vom 11. bis 13. März 2018 in Erlangen (Bildverarbeitung für die Medizin 2018 Erlangen 13.03.). 2018, S. 170-175.

– Bopp, Johannes ; Ludwig, Veronika ; Gallersdörfer, Michael ; Seifert, Maria ; Pelzer, Georg ; Maier, Andreas ; Anton, Gisela ; Riess, Christian: Towards a dual phase grating interferometer on clinical hardware . In: SPIE (Hrsg.) : Proc.SPIE (Medical Imaging - Physics of Medical Imaging Houston 10. -15.02.). Bd. 10573. 2018, S. 10573-10573-6.

– Bopp, Johannes ; Bartl, Peter ; Ritschl, Ludwig ; Radicke, Marcus ; Maier, Andreas ; Anton, Gisela ; Riess, Christian: TOWARDS CARTILAGE DIAGNOSIS IN X-RAY PHASE-CONTRAST INTERFEROMETRY . In: IEEE (Hrsg.) : the 2016 IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro (International Symposium on Biomedical Imaging Melbourne 18.04.2017 - 21.04.2017). 2017, S. 573-577. - ISBN 978-1-5090-1171-1

8.5.35 PATSY - Phraseology and Pronunciation Training System for ATC Communication

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
Dr. Klaus Reinhard
Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl
Beteiligte:
Dipl.-Ing. Caroline Kaufhold
Vadim Gamidov
Dr.-Ing. Andreas Kiessling
Christian Bergler
Laufzeit: 1.1.2015–31.12.2017
Förderer:
Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand - ZIM, Bundesministerium für Wirstschaft und Energie

In der internationalen Flugfunkausbildung von Piloten und Fluglotsen unterliegen Funksprüche strengen Regeln. Mit Hilfe von Lernprogrammen und im Gruppenunterricht werden die angehenden Piloten und Fluglotsen auf die verschiedenen Situationen vorbereitet und trainiert. Die Aussprache und damit die Verständlichkeit der einzelnen Akteure ist hierbei bislang nebensächlich. Im Zuge des PATSY-Projekts (Piloten/ATC-Trainingssystem für den Sprechfunk) wird einerseits untersucht, ob durch die Bewertung der Aussprache der Akzent des Sprechers dahingehend 'verbessert' werden kann, dass dieser verständlicher wird, und andererseits, ob durch die Analyse der Aussprache Rückschlüsse auf den Lernfortschritt und die Sicherheit des Sprechers mit dem Lernstoff gezogen werden können.

8.5.36 Pilotphase Nationales Leistungszentrum - Low-Power-Elektronik für Sport- und Fitnessanwendungen

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Stefan Gradl, M. Sc.
Dr.-Ing. Stephan Otto
Prof. Dr. Dr. Matthias Lochmann
Dipl.-Phys. Heike Leutheuser
Dipl.-Ing. Nicolas Witt
Laufzeit: 1.2.2015–1.2.2017
Förderer:
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Im Rahmen einer Forschungskooperation mit dem Fraunhofer IIS und IISB sowie regionalen Unternehmen soll dieses Projekt die Pilotphase des Nationalen Leistungszentrum (NLZ) für Elektroniksysteme im Hinblick auf Low-Power-Elektronik für Sport und Fitnessanwendungen unterstützen. Mit Hilfe neu entwickelter sowie existierender körpernaher und tragbarer Sensortechnik sollen verschiedene Biosignale von Sportlern oder klinischen Probanden unter realen Bedingungen erfasst und ausgewertet werden. Ziel in diesem Teilbereich ist beispielsweise die Entwicklung und Validierung von (eingebetteten) Vitalparameter-Analyseverfahren mit Methoden der Mustererkennung. Dies soll sowohl die Entwicklung der Sensortechnik verbessern, als auch umfangreiche personen-

oder mannschaftsbezogene statistische Auswertungen ermöglichen, mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit der Sportler zu optimieren und das Verletzungsrisiko zu minimieren.

Publikationen

- Leutheuser, Heike ; Tobola, Andreas ; Anneken, Lars ; Gradl, Stefan ; Arnold, Martin ; Lang, Nadine ; Achenbach, Stephan ; Eskofier, Björn: Arrhythmia classification using RR intervals: Improvement with sinusoidal regression feature . In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.) : Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), 2015 IEEE 12th International Conference on (12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN) Cambridge, USA June, 9-12). 2015, S. n/a.
- Lang, Nadine ; Brischwein, Matthias ; Haßlmeyer, Erik ; Tantinger, Daniel ; Feilner, Sven ; Heinrich, Axel ; Leutheuser, Heike ; Gradl, Stefan ; Weigand, Christian ; Eskofier, Björn ; Struck, Matthias: Filter and Processing Method to Improve R-Peak Detection for ECG Data with Motion Artefacts from Wearable Systems . In: Murray, A. (Hrsg.) : Computing in Cardiology 2015 (Computing in Cardiology Nice, France September 6-9, 2015). 2015, S. 917-920.
- Tantinger, Daniel ; Zrenner, Markus ; Lang, Nadine ; Leutheuser, Heike ; Eskofier, Björn ; Weigand, Christian ; Struck, Matthias: Human Authentication Implemented for Mobile Applications Based on ECG-Data Acquired from Sensorized Garments . In: Murray, A. (Hrsg.) : Computing in Cardiology 2015 (Computing in Cardiology Nice, France September 6-9, 2015). 2015, S. 417-420.
- Tobola, Andreas ; Streit, Franz ; Espig, Chris ; Korpok, Oliver ; Leutheuser, Heike ; Sauter, Christian ; Lang, Nadine ; Schmitz, Bjoern ; Hofmann, Christian ; Struck, Matthias ; Weigand, Christian ; Eskofier, Björn ; Fischer, Georg: Sampling rate impact on energy consumption of biomedical signal processing systems . In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.) : Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), 2015 IEEE 12th International Conference on (12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN) Cambridge, USA June, 9-12). 2015, S. n/a.
- Tobola, Andreas ; Espig, Chris ; Streit, Franz J. ; Korpok, Oliver ; Leutheuser, Heike ; Schmitz, Bjoern ; Hofmann, Christian ; Struck, Matthias ; Weigand, Christian ; Eskofier, Björn ; Fischer, Georg: Scalable ECG Hardware and Algorithms for Extended Runtime of Wearable Sensors . In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.) : 2015 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA Torino, Italy May, 7-9). 2015, S. 255-260. - ISBN 978-1-4799-6476-5
- Gradl, Stefan ; Leutheuser, Heike ; Elgendi, Mohamed ; Lang, Nadine ; Eskofier, Björn: Temporal correction of detected R-peaks in ECG signals: A crucial step to improve QRS detection algorithms . In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Hrsg.) : Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Milan, Italy August, 25-29). 2015, S. 522-525.

– Mullan, Patrick ; Kanzler, Christoph M. ; Lorch, Benedikt ; Schroeder, Lea ; Winkler, Ludwig ; Laich, Larissa ; Riedel, Frederik ; Richer, Robert ; Luckner, Christoph ; Leutheuser, Heike ; Eskofier, Björn ; Pasluosta, Cristian: Unobtrusive Heart Rate Estimation during Physical Exercise using Photoplethysmographic and Acceleration Data . In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Hrsg.) : Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Milan, Italy August, 25-29). 2015, S. 6114-6117.

– Leutheuser, Heike ; Gottschalk, Tristan ; Anneken, Lars ; Struck, Matthias ; Heuberger, Albert ; Arnold, Martin ; Achenbach, Stephan ; Eskofier, Björn: Automatic ECG Arrhythmia Detection in Real-Time on Android-based Mobile Devices . In: Daniel Novák (Hrsg.) : Proceedings of International Conference on Mobile and Information Technologies in Medicine and Health (MobileMed 2014 Czech Technical University, Prague November 20-21, 2014). 2014, S. n/a. - ISBN 978-80-01-05637-0

– Tobola, Andreas ; Korpok, Oliver ; Leutheuser, Heike ; Schmitz, Bjoern ; Hofmann, Christian ; Struck, Matthias ; Weigand, Christian ; Eskofier, Björn ; Heuberger, Albert ; Fischer, Georg: System Design Impacts on Battery Runtime of Wearable Medical Sensors . In: Daniel Novák (Hrsg.) : Proceedings of International Conference on Mobile and Information Technologies in Medicine and Health (MobileMed 2014 Czech Technical University, Prague November 20-21, 2014). 2014, S. n/a. - ISBN 978-80-01-05637-0

8.5.37 Prädiktive Prävention und personalisierte interventionelle Schlaganfallbehandlung – P3-Stroke

Projektleitung:
Ph.D. Rebecca Fahrig
Prof. Dr. med. Arnd Dörfler
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Ph.D. Hilde Bosmans
Beteiligte:
Dr.-Ing. Martino Leghissa
Bernhard Stimpel, M. Sc.
Christopher Syben, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2016–31.12.2018
Förderer:
EIT Health

Das Ziel des Projekt P3-Stroke ist es, die Diagnostik und interventionelle Behandlung des Schlaganfalls durch den kombinierten Einsatz von Magnetresonanz-Bildgebung und Angiografie grundlegend zu verbessern. Untersuchungen an unterschiedlichen Geräten kosten vor allem durch Patiententransporte viel Zeit - wertvolle Zeit, die Schlaganfallpatienten nicht haben. So gehen pro Minute im Durchschnitt 2 Millionen Nervenzellen zu Grunde. Beim Schlaganfall zählt jede Minute, um gravierende Folgeerscheinungen zu vermeiden. Durch die Kombination der beiden Bildgebungsverfahren Magnetresonanztomografie und Angiografie in einem Gerät ermöglicht dieser innovative Ansatz die

Diagnostik und unmittelbare Behandlung. Zeitaufwändige Patiententransporte und Umlagern werden somit reduziert, und damit wird wertvolle Zeit in der Behandlung des Schlaganfalls gewonnen. Der Schwerpunkt des Projekts liegt dabei auf der Kombination der Bildinformationen, die aus beiden Geräten gewonnen werden.

Publikationen

- Stimpel, Bernhard ; Syben, Christopher ; Würfl, Tobias ; Mentl, Katrin ; Dörfler, Arnd ; Maier, Andreas: MR to X-ray Projection Image Synthesis . In: Frédéric Noo (Hrsg.) : Proceedings of the 5th International Conference on Image Formation in X-ray Computed Tomography (CT-Meeting) (The 5th International Conference on Image Formation in X-ray Computed Tomography (CT-Meeting) Salt Lake City, UT, USA 20.-23.05.2018). 2018, S. 435-438.
- Syben, Christopher ; Stimpel, Bernhard ; Breininger, Katharina ; Würfl, Tobias ; Fahrig, Rebecca ; Dörfler, Arnd ; Maier, Andreas: Precision Learning: Reconstruction Filter Kernel Discretization . In: Noo, Frederic (Hrsg.) : Proceedings of the 5th International Conference on Image Formation in X-ray Computed Tomography (5th International Conference on Image Formation in X-ray Computed Tomography Salt Lake City, Utha, USA 20-23). 2018, S. 386-390.
- Syben, Christopher ; Stimpel, Bernhard ; Leghissa, Martino ; Dörfler, Arnd ; Maier, Andreas: Fan-beam Projection Image Acquisition using MRI . In: Skalej, Martin ; Hoeschen, Christoph (Hrsg.) : 3rd Conference on Image-Guided Interventions & Fokus Neuroradiologie (3rd Conference on Image-Guided Interventions & Fokus Neuroradiologie Magdeburg 6-7.11.2017). 2017, S. 14-15.

8.5.38 Quantifizierung der Fettsäuren-Zusammensetzung in der Leber sowie Optimierung der zugehörigen Akquisitions- und Rekonstruktionstechniken

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Dr. Marcel Dominik Nickel
Beteiligte:
Manuel Schneider, M. Sc.
Laufzeit: 1.7.2016–30.6.2019
Förderer:
Siemens Healthcare GmbH

Um verschiedene Erkrankungen des Spektrums an nichtalkoholischen Fettlebererkrankungen (NAFLD) voneinander unterscheiden zu können, sind Informationen über die relative Fettsäuren-Zusammensetzung hilfreich. Die Fettsäuren bestimmen die relativen Flächen unter den Maxima des Fettspektrums, was bei der Bestimmung der Sättigung von Fettsäuren mittels Magnetresonanztomographie (MRT) ausgenutzt werden kann.

Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Methode, die eine exakte Fettsäurenquantifizierung mittels MRT in der Leber ermöglicht. Die Anwendung soll den Anteil an ungesättigtem, einfach- bzw. mehrfach ungesättigtem sowie gesättigtem Fett in Prozent

berechnen. Die erreichte räumliche Auflösung der Ergebnisse soll lokale Änderungen der Zusammensetzung erfassen können. Zusätzlich zur Nachverarbeitung von rekonstruierten MR- Kontrastbildern beinhaltet das Projekt die Optimierung der ausgewählten Akquisitions- und Rekonstruktionstechniken.

Publikationen

- Schneider, Manuel ; Lugauer, Felix ; Hoppe, Elisabeth ; Nickel, Dominik ; Dale, Brian M ; Kiefer, Berthold ; Maier, Andreas ; Bashir, Mustafa R: Accuracy of Fatty Acid Quantification using Bipolar Multi-Echo MRI for Varying Numbers of Echoes . In: ISMRM (Hrsg.) : Proceedings of the Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB (26th Annual Meeting & Exhibition Paris, France 16.-21.06.2018). 2018, S. 5615.
- Schneider, Manuel ; Lugauer, Felix ; Hoppe, Elisabeth ; Nickel, Dominik ; Dale, Brian M ; Kiefer, Berthold ; Maier, Andreas ; Bashir, Mustafa R: Fat Content and Fatty Acid Composition Quantification Using a 3D Stack-of-Radial Trajectory With Adaptive Gradient Calibration . In: ISMRM (Hrsg.) : Proceedings of the Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB (26th Annual Meeting & Exhibition Paris, France 16.-21.06.2018). 2018, S. 2773.
- Schneider, Manuel ; Lugauer, Felix ; Hoppe, Elisabeth ; Nickel, Dominik ; Dale, Brian M ; Kiefer, Berthold ; Maier, Andreas ; Bashir, Mustafa R: Gradient-Delay-Compensated Radial MRI for Fat Content and Fatty Acid Composition Quantification . In: ISMRM (Hrsg.) : Proceedings of the ISMRM Workshop on Quantitative Body Imaging (Workshop on Quantitative Body Imaging New Delhi, India 26.-28.03.2018). 2018, S. -.
- Schneider, Manuel ; Lugauer, Felix ; Janas, Gemini ; Nickel, Dominik ; Dale, Brian M ; Kiefer, Berthold ; Maier, Andreas ; Bashir, Mustafa R: Repeatability and Reproducibility of a New Method for Quantifying Triglyceride Saturation Using Bipolar Multi-Echo MRI . In: ISMRM (Hrsg.) : Proceedings of the Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB (26th Annual Meeting & Exhibition Paris, France 16.-21.06.2018). 2018, S. 536.
- Schneider, Manuel ; Lugauer, Felix ; Nickel, Dominik ; Dale, Brian ; Kiefer, Berthold ; Maier, Andreas ; Bashir, Mustafa: Improving the Noise Propagation Behavior of Different Fatty Acid Quantification Techniques using Spectral Denoising . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 25th Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 25th Annual Meeting & Exhibition Honolulu 22.-27.04.2017). 2017, S. 5195.

8.5.39 Quantitative DECT mit Atlasvorwissen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Beteiligte:
Shuqing Chen, M. Sc.
Laufzeit: 1.6.2016–31.5.2019
Mitwirkende Institutionen:

Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)
Universitätsklinikum Erlangen

Diese Arbeit befasst sich mit dem Thema Dual-Energy-CT (DECT) und der Erstellung eines Patienten-Scanparameter-Modells zur automatischen Parameteroptimierung für DECT. Durch zwei unterschiedliche Röntgenspektren ist es möglich, die CT-Aufnahmen spektral zu zerlegen, so dass die diagnostische Aussagekraft der DECT gegenüber der Single-Energy-CT verbessert werden kann. Aktuelle Materialzerlegungsverfahren funktionieren nur in bestimmten Organen und nur mit organspezifischen Parametern. Ein organspezifisches Programm muss vom Anwender manuell aufgerufen werden und dessen Parameter weiterhin manuell nachjustiert werden. Ziel dieses Projekts ist es, durch anatomisches Vorwissen dieses Verfahren zu automatisieren und damit zu standardisieren. Der Schwerpunkt des Projekts liegt auf Atlaserstellung, Registrierung sowie Materialzerlegung. Dieses Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) Heidelberg und dem Universitätsklinikum Erlangen durchgeführt.

8.5.40 RoboCup-Fußballroboter

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Patrick Kugler
Dr.-Ing. Christian Riess
Dipl.-Ing. Peter Blank
Laufzeit: 1.1.2008–31.12.2017
Förderer:
manu Dextra GmbH
ES Mechanik GmbH
Corsience GmbH
Würth Group

Der RoboCup ist eine internationale Initiative zur Förderung der Forschung in den Bereichen der künstlichen Intelligenz und autonomen mobilen Roboter. Die RoboCup-Foundation veranstaltet jährlich internationale Turniere, an denen Forschungsgruppen von Universitäten aus der ganzen Welt teilnehmen.

Seit 2008 existiert in Erlangen auch ein Team der Technischen Fakultät in der Small-Size-League. Diese Liga ist hierbei eine der kleinsten und zugleich die schnellste der RoboCup-Ligen. Hier spielen je sechs fahrende Roboter auf einem etwa 6 m x 4 m großen Spielfeld. Die Roboter dürfen dabei einen Durchmesser von 18 cm und eine Höhe von 15 cm nicht überschreiten. Die Roboter erhalten Informationen über die aktuelle Spielsituation von über dem Feld hängenden Kameras und externen Rechnern, die über Funk mit den Robotern kommunizieren.

Organisiert ist das Erlanger Team als interdisziplinäres Gruppenprojekt der Technischen Fakultät. Hauptziele des Projekts sind die Förderung von Ideen und studentischer Teamarbeit in den Bereichen Mechatronik, Elektrotechnik und Informatik. Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Mustererkennung, Eingebetteter Systeme und Künstlicher Intelligenz. Am Lehrstuhl für Mustererkennung werden im Rahmen des Projekts stochas-

tische Schätzverfahren angewandt und für die Anwendung im Automobilbereich weiterentwickelt.

Zur Förderung des Projekts wurde 2008 der gemeinnützige Verein "Robotics Erlangen e.V." gegründet, in dem neben den Teammitgliedern auch einige Unterstützer organisiert sind. Finanziell unterstützt wird die Gruppe durch Studienbeiträge sowie durch Spenden.

Publikationen

– Bauer, Florian ; Blank, Peter ; Bleier, Michael ; Dohrn, Hannes ; Eischer, Michael ; Freidrich, Stefan ; Hauck, Adrian ; Kallwies, Jan ; Kugler, Patrick ; Lahmann, Dominik ; Nordhus, Philipp ; Reck, Benjamin ; Riess, Christian: ER-Force Team Description Paper for RoboCup 2011 . In: U. Saranli (Hrsg.) : RoboCup 2011: Robot Soccer World Cup XV Proceedings (RoboCup International Symposium (RoboCup 2011) Istanbul, Turkey July 5 - 11, 2011). Istanbul, Turkey : -, 2011, S. n/a.

– Blank, Peter ; Bleier, Michael ; Kallwies, Jan ; Kugler, Patrick ; Lahmann, Dominik ; Nordhus, Philipp ; Riess, Christian: ER-Force Team Description Paper for RoboCup 2010 . In: L. Lee Yee (Hrsg.) : RoboCup 2010: Robot Soccer World Cup XIV Proceedings (RoboCup International Symposium (RoboCup 2010) Singapore, Singapore June 19 - 25, 2010). Singapore, Singapore : -, 2010, S. n/a.

– Blank, Peter ; Bleier, Michael ; Drexler, Sebastian ; Kallwies, Jan ; Kugler, Patrick ; Lahmann, Dominik ; Nordhus, Philipp ; Riess, Christian ; Swadzba, Thaddäus ; Tully, Jan: ER-Force Team Description Paper for RoboCup 2009 . In: RoboCup Foundation (Hrsg.) : Proceedings-CD (RoboCup 2009 Graz, Austria 29.06.2009 - 05.07.2009). 2009, S. n/a.

– Eischer, Michael ; Blank, Peter ; Danzer, Alexander ; Hauck, Adrian ; Hoffmann, Markus ; Reck, Benjamin ; Eskofier, Björn: ER-Force Extended Team Description Paper for Robocup 2015 . In: Robocup Foundation (Hrsg.) : Robot Soccer World Cup XIX Proceedings (RoboCup International Symposium (RoboCup 2015) Hefei, China 17 - 23 July, 2015). 2015, S. -.

8.5.41 Ronquera - Objektive, automatische Analyse des Schweregrades einer Dysphonie

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
Beteiligte:
Carlos Ariel Ferrer-Riesgo, Ph.D.
PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
Laufzeit: 1.7.2016–30.11.2018
Förderer:
Alexander von Humboldt-Stiftung

Der Schweregrad einer Stimmstörung wird traditionell perzeptiv erfasst, wofür verschiedene Bewertungsskalen in Gebrauch sind (GRBAS, RBH, CAPE-V). Viele objektive

(optische, elektrische, akustische) Maße wurden entwickelt, um die Subjektivität der perzeptiven Bewertung auszugleichen. Jedoch mangelt es bis heute an hinreichender Sensitivität (Abbilden von Änderungen der perzeptiven Eigenschaft), Spezifität (Abbilden von Änderungen **nur** der jeweils betrachteten perzeptiven Eigenschaft) und Konsistenz (mit ähnlichen Ergebnissen in verschiedenen Studien), um die Verfahren in der klinischen Praxis anwenden zu können. Eine zu geringe Übereinstimmung zwischen einer menschlichen Bewertung und ihrem propagiertem objektiven Gegenstück kann vier verschiedene Ursachen haben:

- die objektive Messung
- die perzeptive Messung
- die Bestimmungsmethode für die Übereinstimmung
- fehlende Übereinstimmung

Das Projekt "Ronquera" (span. "Heiserkeit") zielt auf die Entwicklung von Messmethoden für Stimmstörungen mit höherer Sensitivität, Spezifität und Konsistenz ab. Die Referenz bildet das RBH-Schema (Rauigkeit, Behauchtheit, Heiserkeit). Untersucht werden alle vier möglichen Ursachen für mangelnde Übereinstimmung.

8.5.42 Röntgenbildgebung unter Verwendung eines Patientenmodells

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Dr. Norbert Strobel
Beteiligte:
Xia Zhong, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2015–30.9.2018
Förderer:
Siemens Healthcare GmbH

Patientenmodelle haben sich als ein nützliches Instrument für die medizinische Bildgebung etabliert. Eine Anzahl von Verfahren hat gezeigt, dass wichtige Anwendungen, wie effektive Patientendosis, Hautdosis und Schätzung der Röntgenstreustrahlung, unter Verwendung eines solchen Modells verbessert werden können. Ein Patientenmodell kann beispielsweise von präoperativen CT/MRT-Daten erzeugt werden. Alternativ besteht die Möglichkeit, es von demographischen Patientendaten abzuleiten, wie z.B. Geschlecht, Alter, Größe und Gewicht.

Üblicherweise wird das Patientenmodell vor der Intervention berechnet. Weiterhin wird das Modell während der Intervention als statisch angenommen. Ohne Verwendung eines dedizierten Patientenmodells und seine dedizierte Registrierung können zusätzliche Fehler für interventionelle Anwendungen resultieren, z.B. in Zusammenhang mit der Schätzung der Hautdosis. Ein Ziel der Arbeit ist, diese Fehler zu reduzieren. Dazu sollen Modelle herangezogen werden, welche die Körperform besser abbilden und welche gut zum Patienten registriert sind.

Der aktuelle Forschungsschwerpunkt liegt auf Patientenmodellierung sowie modellbasierter Haut- und Streustrahlschätzung.

Dieses Projekt wird in Zusammenarbeit mit Siemens Healthcare GmbH, Forchheim, durchgeführt.

8.5.43 Segmentierung der Anatomie und des Narbengewebes in LGE-MRI

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl
Dr.-Ing. Alexander Brost
Dr.-Ing. Christoph Forman
Beteiligte:
Tanja Kurzendorfer, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2015–30.9.2018

Die Anatomie des linken Ventrikels (LV) im Zusammenhang mit der Quantifizierung des Narbengewebes im Myokardium liefert wichtige Informationen für die Behandlung von Herzinsuffizienz. Herzinsuffizienz entsteht oft durch ventrikuläre Dyssynchronie, wenn der linke und rechte Ventrikel nicht mehr zur selben Zeit kontrahieren. Diese Dyssynchronie kann mit der Implantation eines bi-ventrikulären Herzschrittmachers behandelt werden, der sogenannten kardialen Resynchronisierungstherapie (CRT). Jedoch kann das Vorhandensein von Narbengewebe das elektrische Signal des CRT-Geräts behindern, was den Behandlungserfolg negativ beeinflusst. Integriert man das Wissen über die Narbengewebeverteilung in die Behandlungsplanung, könnte dies den Erfolg der CRT-Therapie verbessern.

Im Allgemeinen wird Late-Gadolinium-Enhanced-Magnetresonanztomographie (LGE-MRI) verwendet, um sowohl Narbengewebe im Myokardium, als auch die Anatomie des Herzens darzustellen. Solche Bilder werden zurzeit kaum für therapeutische Zwecke eingesetzt, da es an automatischen Segmentierungsmethoden mangelt. Manuelle Segmentierungsmethoden sind verfügbar, aber die Benutzung ist oft zeitaufwändig und mühsam. Demzufolge wäre es wünschenswert, dass die Segmentierung des Myokardiums und die Quantifizierung des Narbengewebes vollautomatisch und unabhängig von manueller Interaktion ist. Der momentane Forschungsschwerpunkt ist eine vollautomatische Segmentierung der Anatomie und des Narbengewebes in LGE-MRI.

Publikationen

– Kurzendorfer, Tanja ; Brost, Alexander ; Forman, Christoph ; Schmidt, Michaela ; Tillmanns, Christoph ; Hornegger, Joachim: Semi-Automatic Segmentation and Scar Quantification of the Left Ventricle in 3-D Late Gadolinium Enhanced MRI . In: ESMRMB (Hrsg.) : 32nd Annual Scientific Meeting of the ESMRMB (ESMRMB 2015 Edinburgh 1-3.10). 2015, S. 318-319.

– Kurzendorfer, Tanja ; Forman, Christoph ; Schmidt, Michaela ; Tillmanns, Christoph ; Maier, Andreas ; Brost, Alexander: Fully Automatic Segmentation and Scar Quantification of the Left Ventricle in 3-D Late Gadolinium Enhanced MRI . In: Clifford

Weiss, MD, FSIR (Hrsg.) : Book of Abstracts (11th Interventional MRI Symposium Baltimore 7-8.10). 2016, S. P-03.

8.5.44 Simultane Aktivitätserkennung und Ganganalyse auf Basis grafischer Modelle

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Beteiligte:
Christine Martindale, M. Sc.
Laufzeit: 1.2.2015–31.1.2018
Förderer:
Bosch Sensortec

Objektive Gesundheitsdaten von Patienten außerhalb des Labors sind wichtig, um die Symptome zu analysieren, die im Labor nicht reproduzierbar sind. Ein einfaches Alltagsbeispiel wäre, wie die Schrittlänge sich mit Müdigkeit oder Stress ändert. Um dies zu untersuchen, müssen wir der Lage sein, einen Schritt aus dem täglichen Leben exakt zu segmentieren, um ein akkurates Maß der Dauer und Distanz zu erhalten. State-of-the-Art-Methoden verwenden getrennte Segmentierung und Klassifikation. Dies ist zu ungenau für die Segmentierung einer isolierten Aktivität, insbesondere für eine, die nicht wiederholt ausgeführt wird. Dies könnte durch ein Modell gelöst werden, das auf der Sequenz von Phasen innerhalb von Aktivitäten aufbaut. Ein solches Modell ist ein grafisches Modell. Derzeit arbeiten wir mit Conditional Random Fields und hierarchischen Hidden-Markov-Modellen. Die Anwendungen beinhalten Aktivitäten aus dem Sportbereich und aus dem täglichen Leben.

8.5.45 Telemedizinische Ganganalyse bei Patienten mit Parkinson

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Laufzeit: 1.8.2017–31.1.2019

8.5.46 Training Network on Automatic Processing of Pathological Speech

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
Beteiligte:
Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
Juan Camilo Vasquez-Correa
Laufzeit: 1.11.2017–31.10.2021
Förderer:
EU (Horizon 2020), Marie Sklodowska-Curie grant No. 766287

TAPAS: Training Network on Automatic Processing of Pathological Speech

Der Schwerpunkt des Propjektes ist die Entwicklung von Sprachtechnologien, die eine unauffällige Erfassung vieler Arten von neurologischen Krankheiten gestatten. Der Zustand des Patienten kann sich zwischen zwei medizinischen Untersuchungen langsam verschlechtern. Wir versuchen, diesen Zustand zu erfassen, ohne der Person ein Gefühl der ständigen Beobachtung zu geben. Die Privatsphäre der Patienten muss ebenfalls respektiert werden. Wir konzentrieren uns auf die Parkinson-Erkrankung und somit auf Veränderungen akustischer Natur. Die entwickelten Algorithmen sollen auf einem Smartphone laufen und akustische Veränderungen über die Zeit mittels Telefonkonversation erfassen. Sie müssen deshalb ressourcensparend arbeiten. Es wird keine automatische Spracherkennung benutzt, und nur wenige Analyseparameter der Konversation werden im Telefon gespeichert und an den Server übertragen.

8.5.47 Verbesserte 3D-Rekonstruktion von Talbot-Lau-Daten

Projektleitung:
Dr.-Ing. Christian Riess
Beteiligte:
Lina Felsner, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2017–30.9.2020

In den letzten Jahren wurden verschiedene Aufbauten für Röntgeninterferometer entwickelt, darunter auch das Talbot-Lau-Interferometer. Das Talbot-Lau-Interferometer ermöglicht die Messung des klassischen Röntgen-Absorptionskontrasts und zusätzlich den differentiellen Phasenschub sowie das sogenannte Dunkelfeld, welches über die Mikrostruktur eines Objekts Aufschluss gibt. Absorption, differentielle Phase und Dunkelfeld zeigen voneinander unabhängige Materialeigenschaften, jedoch sind die Signale zu einem gewissen Grad korreliert. Ziel dieses Projektes ist es, diese Korrelationen zu nutzen, um die 3D-Rekonstruktion der Bilddaten zu verbessern.

8.5.48 Zeitplanungsalgorithmen

Projektleitung:
PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Johannes Ostler
Laufzeit: 1.1.2010–31.12.2020

Zeitpläne müssen in vielen unterschiedlichen Bereichen erstellt werden, z.B. in der Schulstundenplanung oder der Personaleinsatzplanung. Da es sehr mühsam ist, komplexe Zeitpläne, wie Schulstundenpläne, per Hand zu erstellen, werden die meisten Zeitpläne computerunterstützt generiert. Dazu wurde am Lehrstuhl in den vergangenen Jahren eine Software entwickelt, die es ermöglicht, die Planung unter Zuhilfenahme verschiedener Optimierungalgorithmen durchzuführen. Diese Version der Zeitplanungssoftware

wurde aus einer auf genetischen Algorithmen basierenden Version weiterentwickelt, wobei sich zeigte, dass sich einige Erweiterungen wegen der notwendigen Kompatibilität zur Grundversion nicht optimal implementieren ließen.

Erlangen Advanced Time Tabling Software EATTS ist die innovative Entwicklungs- und Produktionsumgebung zur Erstellung optimierter Zeitplanungen.

Ressourcen

Zeitplanungsprobleme treten in der Praxis in verschiedenen Formen auf: Schichtpläne, Fertigungspläne, Stundenpläne u.v.a. Allen gemeinsam ist, dass bestimmte Ereignisse unter Berücksichtigung von Randbedingungen möglichst optimal geplant werden müssen. Das Ergebnis der Planung ist dann ein Zeitplan. Im Beispiel der Schulplanerstellung wären die Ereignisse Schulstunden, denen Ressourcen, wie Lehrer, Klassen und Räume, zugeordnet werden müssen. Die Ressourcen werden in Typen unterteilt. Für jeden dieser Typen können beliebig viele Attribute vom Benutzer definiert werden.

Eine Zeitplanerstellung beginnt typischerweise mit der Erfassung der einzuplanenden Ressourcen. Diese kann durch Import eines Datenbestandes oder manuelle Erfassung geschehen.

Ergebnisse

Als Ergebnisse der Planungsalgorithmen werden Zeitpläne erstellt. Diese können in verschiedenen Formaten gespeichert und angezeigt werden. So ist es z.B. möglich, verschiedene Sichten auf einen Plan zu erzeugen.

Typisch ist die Anbindung über einen Browser, d.h. den einzelnen Benutzern werden entsprechend ihren Privilegien die Sichten und Funktionen zur Verfügung gestellt.

Randbedingungen

Die Beschreibung von Randbedingungen ist meist viel komplexer als die von Ressourcen und Ereignissen.

Zum Einen müssen die Randbedingungen exakt formuliert werden, zum Anderen darf die Übersichtlichkeit nicht verloren gehen, um z.B. Widersprüche oder Lücken entdecken zu können, die ja leider nicht automatisch gefunden werden können. Randbedingungen kommen in vielen Varianten vor, weshalb eine flexible Spezifikation notwendig ist. In der Spezifikation kann auf Ressourcen und/oder deren Attribute, die ja vom Benutzer definiert werden, zugegriffen werden. Abhängig vom Typ dieser Variablen, unter anderem Integer, Gleitkomma und Zeichenketten, stehen Verknüpfungs- und Vergleichsoperatoren zur Verfügung, um die Bedingungen zu formulieren. Zusätzlich werden die Parameter der Kostenfunktion gewählt, um bei einer Verletzung der Randbedingung die entsprechenden Strafpunkte zu berechnen.

Eine Besonderheit unserer Software ist, dass Randbedingungen nicht nur als ”unbedingt einzuhalten (hard)” oder ”nach Möglichkeit einzuhalten (soft)” klassifiziert werden können, sondern auch als ”darf im Ausnahmefall verletzt werden (soft hard)”. Somit kann die Verletzung bestimmter Randbedingungen im Ausnahmefall erlaubt werden. So kann beispielsweise flexibel auf den Ausfall von Ressourcen reagiert werden, indem ein neuer Zeitplan erstellt wird, der möglichst wenig Abweichungen vom bisherigen Plan hat, z.B. muss ja nicht der gesamte Stundenplan aller Schüler neu erstellt werden, nur weil ein Lehrer krank geworden ist oder ein Klassenraum wegen eines Rohrbruchs nicht benutzbar ist. In diesen Fällen soll nur ein Vertretungsplan erstellt werden.

Algorithmen

Herzstück der Planung sind die verwendeten Algorithmen. Abhängig von der Natur der Randbedingungen und den gewünschten Eigenschaften kann aus einer Vielzahl von bereits implementierten Algorithmen ausgewählt werden: Genetische Algorithmen - Evolutionäre Algorithmen - Branch-and-Bound - Tabu Search - Simulated Annealing - Graphenfärbung - Soft Computing - Schwarm-Intelligenz.

Für den Einstieg stehen vorkonfigurierte Algorithmen zur Verfügung, der fortgeschrittene Benutzer kann aber die Parameter der Algorithmen an seine Bedürfnisse anpassen oder neue Algorithmen implementieren. Alle diese Algorithmen können in Experimenten beliebig zu Berechnungssequenzen kombiniert werden. Die Konfiguration eines Experiments kann abgespeichert werden und z.B. als Vorlage für ein neues Experiment dienen oder nochmals ausgeführt werden.

Ausführung von Experimenten

Die Algorithmen werden entweder auf einem dedizierten Server ausgeführt und bei Bedarf über das TCP/IP-Protokoll auf weitere Rechner verteilt. Die Abbildung zeigt den Dialog zur Auswahl und zum Start der Experimente und die Übersicht der laufenden Experimente. Der Browser verbindet sich in regelmäßigen Abständen automatisch mit dem Server und erhält von diesem den aktuellen Stand der Berechnung. Diese Statusinformationen beinhalten unter anderem die Kosten des bisher besten gefundenen Plans sowie eine Abschätzung für die verbleibende Berechnungszeit. Nach Beendigung der Berechnung werden die Ergebnisse gespeichert und die Dateien, die zur Visualisierung der Pläne nötig sind, erstellt. Der Planer kann nun entscheiden, ob die Qualität der gefundenen Lösung ausreichend ist, oder ob er auf ihrer Basis weitere Optimierungsläufe starten will.

Ergebnisse

Als Ergebnisse der Planungsalgorithmen werden Zeitpläne erstellt. Diese können in verschiedenen Formaten gespeichert und angezeigt werden. So ist es z.B. möglich, verschiedene Sichten auf den Plan zu erzeugen.

Typisch ist die Anbindung über einen Browser, d.h. den einzelnen Benutzern werden entsprechend ihren Privilegien die Sichten und Funktionen zur Verfügung gestellt.

Zusammenfassung

Die Software ist in Java implementiert und damit plattform-übergreifend verfügbar, insbesondere für die Betriebssysteme Windows und Linux.

Für den Betrieb von EATTS werden folgende frei verfügbare kostenlose Software-Produkte benötigt:

- ein JavaScript-fähiger Browser zur Anzeige der Bedienoberfläche

Optional kann ein dedizierter EATTS-Server konfiguriert werden. Dazu wird benötigt:

- Java-Laufzeitumgebung (JRE Java Runtime Environment; min v5.0),
- über TCP/IP-Netzwerk erreichbare Rechner zur verteilten Berechnung (optional).

Im Jahr 2008 wurde die Struktur der Algorithmen optimiert, um die nebenläufige Berechnung zu beschleunigen. Dies soll in Zukunft auf Rechner mit Multi-Core-Prozessoren ausgedehnt werden.

Da sich die Installation der Software durch die potentiellen Nutzer als zu komplex herausgestellt hat, wurde eine abgespeckte Version implementiert, die keine Datenbank mehr benötigt, sondern deren Datenhaltung und Austausch auf XML-Dokumenten basiert. Zusätzlich wird eine Variante angeboten, bei der die Nutzer ihre Experimente auf einem an der Universität in Erlangen installierten Server rechnen lassen können.

Die Oberfläche der Software wurde komplett als web-basierte Anwendung reimplementiert.

Auf der CeBIT 2009 wurde die neue Version der Software vorgestellt, die jetzt EATTS Erlangen Advanced Time Tabling System heißt.

Im Jahr 2010 wurde die EATTS-Schnittstelle überarbeitet und die Palette der Einsatzmöglichkeiten erweitert. So werden nun mit EATTS geplant:

- Mädchen und Technik Praktikum
- Boy's Day
- Belegung der Übungsgruppen im EST (Erlangen Submission Tool)
- Verteilung der Studenten auf die Medizintechnik-Veranstaltungen
- Planung der Lehrveranstaltungsverteilung SomSem/WinSem
- Rotationsplanung Facharztausbildung (Projekt mit der Psychiatrischen Klinik)

8.6 Studien- und Abschlussarbeiten

– Master Thesis: Development and Evaluation of a Piecewise Rigid Motion Model for Dynamic 2-D/3-D Image Registration. Bearbeiter: Tobias Oefner (beendet am 09.01.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Roman Schaffert, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein

– Bachelor Thesis: Estimation of Heading Angle and Weight Distribution in Snowboarding based on Wearable Sensors. Bearbeiter: Andrea Albrecht (beendet am 09.01.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Benjamin Groh; Dipl.-Ing. Peter Blank; Prof. Dr. Björn Eskofier

– Master Thesis: Sensor-Fusion für IMMU/UWB Positionsbestimmung. Bearbeiter: Christian Wamser (beendet am 09.01.2017); Betreuer: Thomas Kautz, M. Sc.; Dipl.-Ing. Benjamin Groh; Prof. Dr.-Ing. Jörn Thielecke; Prof. Dr. Björn Eskofier

– Master Thesis: Breast Density Segmentation and its Application to Lesion Detection in Mammography. Bearbeiter: Moritz Petry (beendet am 16.01.2017); Betreuer: Dipl.-Math. Frank Schebesch; Dr.-Ing. Mathias Unberath; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

– Master Thesis: Correlation of EEG and MRI Data in Brain Stroke Patients. Bearbeiter: Emilio Isaias-Camacho (beendet am 16.01.2017); Betreuer: Dipl.-Phys. Heike Leutheuser; Jana Katharina Wrosch; Katharina Breininger, M. Sc.; PD Dr. med. Teja W. Groemer; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr. Björn Eskofier

– Master Thesis: Designing a pre-trained CNN implementing Frangi's vesselness filter and investigating approaches to improve performance. Bearbeiter: Farzad Naderi (beendet am 16.01.2017); Betreuer: Lennart Husvogt, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Alexander Kölpin

– Master Thesis: Einsatz und Bewertung von KI-Algorithmen in Standard Buchführungspro-zessen zur Generierung von Buchungssätzen aus elektronischen Rechnungen. Bearbeiter: Patrick Nestmeyer (beendet am 18.01.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

– Master Thesis: Real-Time Signal Processing for Embedded Classification Systems. Bearbeiter: Mathias Schöll (beendet am 18.01.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Peter Blank; Dr.-Ing. Peter Ulbrich; Prof. Dr. Björn Eskofier

– Master Thesis: Implementation of a mobile monitoring application for patients with Parkinson's disease. Bearbeiter: Philipp Klumpp (beendet am 27.01.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein

– Master Thesis: Breast Lesion Detection and Segmentation in DBT Images Using Deep Learning Techniques. Bearbeiter: Philipp Seegerer (beendet am 01.02.2017); Betreuer: Dipl.-Math. Frank Schebesch; Florin Cristian Ghesu, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

– Master Thesis: Evaluation of Lighting Cues on Faces in the Wild. Bearbeiter: Julian Seuffert (beendet am 01.02.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Dr.-Ing. Christian Riess; Patrick Mullan, M. Sc.; M. Sc. Justus Thies; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger

– Bachelor Thesis: Multikriterielle Optimierung von Ablaufplänen in Krankenhäusern. Bearbeiter: Nils Häusler (beendet am 01.02.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

– Master Thesis: Quality Control for Treatment Planning in Radiation Therapy. Bearbeiter: Nils Ballmann (beendet am 01.02.2017); Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. Christoph Bert; Tobias Geimer, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

– Master Thesis: Viewpoint Planning for Three-Dimensional Vessel Reconstruction from Coronary Angiograms. Bearbeiter: Alexander Preuhs (beendet am 01.02.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr. med. Stephan Achenbach

– Master Thesis: Visual Inspection of Components in 3-D. Bearbeiter: Priyal Patel (beendet am 01.02.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Christian Riess; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

– Master Thesis: Multi-Dimensional Self-Navigated Respiratory Motion Correction for 4-D Cardiac Imaging using Compressed Sensing. Bearbeiter: Ivo Prochaska (beendet am 13.02.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Jens Wetzl, M. Sc.; Prof. Dr. rer. nat. Armin Nagel

- Master Thesis: Automatic Artery-Specific Calcium Quantification in Coronary CT Scans. Bearbeiter: Felix Durlak (beendet am 22.02.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl
- Master Thesis: Entwicklung und Implementierung eines echtzeitfähigen Algorithmus zur robusten Detektion der Herzfrequenz basierend auf Kameradaten. Bearbeiter: Peter Weißkopf (beendet am 24.02.2017); Betreuer: Dr. med. Lars Anneken; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Automatic Respiratory Motion Correction for Liver Perfusion Imaging. Bearbeiter: Alexandra Höfer (beendet am 01.03.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Mathias Unberath; Marco Bögel, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Learning-Based Hepatic Lesion Segmentation for a User Guidance System to Support Embolization Treatments. Bearbeiter: Sven Gaube (beendet am 01.03.2017); Betreuer: Mario Amrehn, M. Sc.; Dipl.-Inf. Vincent Christlein; Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Segmentation and Classification of Interlinear and Marginal Glosses using Convolutional Neural Networks. Bearbeiter: Franz Köferl (beendet am 01.03.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Martin Gropp; Dipl.-Inf. Vincent Christlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Design and Implementation of a fault-tolerant form processing application using machine learning. Bearbeiter: Christoph Neubauer (beendet am 14.03.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Master Thesis: Entwicklung und Validierung eines automatisierten Teststandes für Kapnometriemodule. Bearbeiter: Christian Fischer (beendet am 31.03.2017); Betreuer: Prof. Dr. Armin Bolz; Prof. Dr. med. Stephan Achenbach
- Master Thesis: Classification of Examined Body Regions Based on MRI Usage Data. Bearbeiter: Oliver Lindenmayr (beendet am 03.04.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Master Thesis: Image Enhancement for ROI-filtered X-ray data using Circular detection Algorithm and Calibration Images. Bearbeiter: Muhammad Fasihullah (beendet am 03.04.2017); Betreuer: Xia Zhong, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Master Thesis: Classification and automated extraction of clinically relevant gait parameters from spastic gait. Bearbeiter: Beatrice Bloch (beendet am 04.04.2017); Betreuer: Christine Martindale, M. Sc.; Nooshin Haji Ghassemi, M. Sc.; Prof. Dr. Jochen Klucken; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Development and evaluation of interaction concepts for additive soccer training in virtual reality. Bearbeiter: Julia Matlok (beendet am 28.04.2017); Betreuer: Markus Wirth, M. Sc.; Stefan Gradl, M. Sc.; Prof. Dr. Dr. Matthias Lochmann; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: A Parametric Myocardial Model from Coronary Artery Centerlines. Bearbeiter: Höhn Johannes (beendet am 02.05.2017); Betreuer: Tobias Geimer, M. Sc.; Dr.-Ing. Mathias Unberath; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

- Bachelor Thesis: Computation of Speed and Distance in Running using a foot-mounted Inertial Measurement Unit. Bearbeiter: Pascal Zobel (beendet am 02.05.2017); Betreuer: Markus Zrenner, M. Sc.; Julius Hannink, M. Sc.; Dr.-Ing. Ulf Jensen; Prof. Dr. Jochen Klucken; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Bachelor Thesis: Game Play Element Detection in Soccer Matches and Training. Bearbeiter: Joscha Hermann (beendet am 02.05.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Nicolas Witt; Markus Zrenner, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Self-learning approach for reducing number of MR scan parameters and simplifying the user interface. Bearbeiter: Raman Upreti (beendet am 02.05.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Master Thesis: Improving 3D-OCT Motion Correction. Bearbeiter: Stefan Ploner (beendet am 09.05.2017); Betreuer: Lennart Husvogt, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Automatic Detection of Vascular Occlusion in Case of Suspected Stroke - and Determination of Unknown Onset Time for Acute Ischemic Stroke Patients. Bearbeiter: Patrick Löber (beendet am 15.05.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Bachelor Thesis: Development and Implementation of a Visualization Concept for Biosignals in the Dramatic Arts. Bearbeiter: Andreas Vierling (beendet am 15.05.2017); Betreuer: Markus Wirth, M. Sc.; Stefan Gradl, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier; Dr. med. Lars Anneken
- Bachelor Thesis: Estimation and Visualization of Skateboard Pressure Distribution. Bearbeiter: Jasmin Flaschka (beendet am 30.05.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Benjamin Groh; Markus Wirth, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Exploring Interaction Concepts for a Context-aware Smart Office Prototype. Bearbeiter: Robert Richer (beendet am 30.05.2017); Betreuer: Prof. Dr. Björn Eskofier; Prof. Dr. Matthias Berking
- Master Thesis: Autonomous Refereeing in Small Size RoboCup Soccer. Bearbeiter: Alexander Danzer (beendet am 01.06.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Peter Blank; Markus Wirth, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Deep Generative Networks for Medical Imaging. Bearbeiter: Alexander Steg (beendet am 01.06.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Dipl.-Inf. Vincent Christlein; Sulaiman Vesal, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Master Thesis: Left Ventricular Infarct Segmentation in Late Gadolinium Enhanced MRI. Bearbeiter: Fatih Taban (beendet am 01.06.2017); Betreuer: Tanja Kurzendorfer, M. Sc.; Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Analyse, Konzeption und Implementierung eines Trainingssystems zum Erlernen von Enterprise Resource Planning-Software. Bearbeiter: Gona Fatah (beendet am 06.06.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

- Master Thesis: Adapting an Anisotropic Diffusion Filter to Optimize Diagnostic Imaging of Mobile C-arms. Bearbeiter: Richard Fuchs (beendet am 09.06.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Xia Zhong, M. Sc.
- Master Thesis: Signal correction on wearable ECG sensors using context data and machine learning. Bearbeiter: Minh-Khanh Do (beendet am 12.06.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Björn Zenker; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Tracking 3D Movements of the Wrist using a Single Inertial Unit based on Human Motor Behavior. Bearbeiter: Yannic Meurer (beendet am 30.06.2017); Betreuer: Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: (Semi-)Automatic Geometric Modelling of the Aortic Inner and Outer Vessel Wall for Aortic Dissection and Aortic Compliance Assessment from Computed-Tomography Angiography. Bearbeiter: Katharina Eigen (beendet am 03.07.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Computer aided detection and staging of cells in digital histological images. Bearbeiter: Maximilian Krappmann (beendet am 03.07.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Dipl.-Ing. Marc Aubreville
- Master Thesis: Motion Estimation in Rotational Angiography using Epipolar Consistency. Bearbeiter: Lina Felsner (beendet am 15.07.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; André Aichert, M. Sc.; Dr.-Ing. Mathias Unberath; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Master Thesis: Aufbau und Programmierung eines automatisierten Teststandes für entwicklungsbegleitende HW-/SW-/System-Tests eines Defibrillators. Bearbeiter: Andreas Nothstein (beendet am 21.07.2017); Betreuer: Prof. Dr. Armin Bolz; Prof. Dr. med. Stephan Achenbach
- Master Thesis: Semi-Automatic Bone Segmentation in Fluoroscopic Images. Bearbeiter: Sabrina Reiml (beendet am 27.07.2017); Betreuer: Tanja Kurzendorfer, M. Sc.; Dr.-Ing. habil. Stefan Steidl; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: 3D Segmentation and Lipid Distribution Analysis of the Paraspinal Muscle. Bearbeiter: Daniel Günzel (beendet am 01.08.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Dr. Oleg Museyko
- Master Thesis: Deep Learning for Magnetic Resonance Fingerprinting quantification. Bearbeiter: Elisabeth Hoppe (beendet am 01.08.2017); Betreuer: Tobias Würfl, M. Sc.; Jens Wetzl, M. Sc.; Felix Lugauer, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Image Processing and physics of Dual Energy Contrast Enhanced Mammography. Bearbeiter: Ramyar Biniazan (beendet am 01.08.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Bachelor Thesis: Manuscript Classification using Convolutional Neural Networks. Bearbeiter: Zuzana Kožnarová (beendet am 01.08.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Vincent Christlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Automatic billing code retrieval from MR-log data. Bearbeiter: Jonas Denck (beendet am 02.08.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

- Master Thesis: Improving the Absolute Accuracy of a Robotic C-Arm System with Machine Learning Techniques. Bearbeiter: Stefan Freitag (beendet am 02.08.2017); Betreuer: Tobias Würfl, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Master Thesis: Response Bias und Response Bias Modifikation bei Depression. Bearbeiter: Emanuel Eimer (beendet am 10.08.2017); Betreuer: Christian Aljoscha Lukas, M. Sc.; Prof. Dr. Matthias Berking; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Automated Encoding of Motives in Psychological Picture Story Exercises. Bearbeiter: Tilman Adler (beendet am 15.08.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Martin Gropp; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr. Stefan Evert; Prof. Dr. Oliver Schultheiss
- Master Thesis: Prototyping and Evaluation of VR User Inter- faces for diagnostic Radiology. Bearbeiter: Jan Sembdner (beendet am 31.08.2017); Betreuer: Markus Wirth, M. Sc.; Stefan Gradl, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Improvement of an automated multi-organ segmentation method in CT images. Bearbeiter: Katharina Falk (beendet am 01.09.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Shuqing Chen, M. Sc.
- Master Thesis: Measurement and simulation of radiation-induced changes of the scintillator light output in X-ray flat detectors. Bearbeiter: Ahmed Amri (beendet am 01.09.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Jennifer Maier, M. Sc.; Bastian Bier, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Master Thesis: Dynamic 2-D/3-D Image Registration of a TEE Probe. Bearbeiter: Thomas Kästner (beendet am 06.09.2017); Betreuer: Roman Schaffert, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Bachelor Thesis: Generative Adversarial Networks for Outlier Detection. Bearbeiter: Tobias Pertlwieser (beendet am 15.09.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Tobias Würfl, M. Sc.; Dipl.-Inf. Vincent Christlein; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Master Thesis: Artifact Detection in Laser Endomicroscopy Images. Bearbeiter: Maike Stöve (beendet am 20.09.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Marc Aubreville; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Priv.-Doz. Dr. Dr. Florian Stelzle
- Bachelor Thesis: Die Auswirkung verschiedener Gradientenschemata auf Diffusionstensormessungen mit Magnetresonanztomographie: Eine Phantomstudie.. Bearbeiter: Franka Risch (beendet am 22.09.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr. rer. nat. Frederik Laun
- Master Thesis: pH measurement by Creatine-Cest MRI at 3 and 7 Tesla. Bearbeiter: Andrzej Liebert (beendet am 22.09.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr. rer. nat. Armin Nagel
- Bachelor Thesis: A flexible calibration phantom for FD-CT based on cross-ratios. Bearbeiter: Leonhard Rist (beendet am 28.09.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; André Aichert, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein

- Master Thesis: Cell Tracking using Image Registration. Bearbeiter: Abdurrahman Becit (beendet am 29.09.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Shuqing Chen, M. Sc.; Dr. Maryam Aliee; Prof. Dr. Ana-Suncana Smith
- Master Thesis: Implementation and Evaluation of Deep Learning Algorithms for Depth Estimation. Bearbeiter: Ashwinkumar Natarajan (beendet am 29.09.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Tobias Würfl, M. Sc.
- Master Thesis: Sensor-based Movement Analysis Using Optimal Control Simulation of a 3D Biomechanical Model. Bearbeiter: Marlies Nitschke (beendet am 29.09.2017); Betreuer: Eva Dorschky, M. Sc.; Julius Hannink, M. Sc.; Prof. Dr. Jochen Klucken; Prof. Dr.-Ing. habil. Sigrid Leyendecker; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Synchronization Methods of Wearable Sensors. Bearbeiter: Martin Kulessa (beendet am 29.09.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Peter Blank; Dipl.-Ing. Benjamin Groh; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Bachelor Thesis: Characterizing Playing Style based on Process Mining: Pass Networks and Region-based Processes. Bearbeiter: Luca Reeb (beendet am 02.10.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Nicolas Witt; Stefan Gradl, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Entwurf und Implementierung eines verteilten Jobsystems für EAT-TS. Bearbeiter: Stefan Konopik (beendet am 02.10.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Master Thesis: Geometric factors of Polyethylene particles and their effect on the local CD3-positive immune response in histological slice images. Bearbeiter: Lara-Maria Steffes (beendet am 02.10.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Dipl.-Ing. Marc Aubreville
- Bachelor Thesis: The role of population data in improving research and clinical practice in head and neck cancer. Bearbeiter: Laura Pfaff (beendet am 04.10.2017); Betreuer: Felix Kluge, M. Sc.; Dr. Verena Vierow; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Automatic Malignancy Estimation for Pulmonary Nodules from CT Images. Bearbeiter: Rimon Saffoury (beendet am 16.10.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Katrin Mentl, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Deep Learning based, tissue specific, gene expression labeling using merely Nucleotide Sequences. Bearbeiter: Markus Schmidt (beendet am 16.10.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr. Leila Taher; Dipl.-Inf. Vincent Christlein; Nishant Ravikumar, Ph.D.
- Master Thesis: Entwicklung eines Demonstrators zur Kapnometrie im Hauptstromverfahren unter Verwendung von optoelektronischen Halbleiterbauelementen. Bearbeiter: Jens Sonntag (beendet am 17.10.2017); Betreuer: Prof. Dr. Armin Bolz; Prof. Dr. med. Stephan Achenbach
- Bachelor Thesis: Interactive biofeedback training using real-time responsive Virtual Environments. Bearbeiter: Jenny Ottmann (beendet am 29.10.2017); Betreuer: Markus Wirth, M. Sc.; Stefan Gradl, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier

– Master Thesis: Design and training of a classifier for an automatic, machine learning based coil detection in a routine MRI examination setting. Bearbeiter: Janani Gayathri Nadar (beendet am 02.11.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Xia Zhong, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein

– Master Thesis: Joint Denoising and Streak Artifact Removal for Flat Panel Perfusion CT. Bearbeiter: Tobias Lindenberger (beendet am 02.11.2017); Betreuer: Thomas Köhler, M. Sc.; Dipl.-Inf. Jürgen Endres; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

– Bachelor Thesis: Unterscheidung von Sprachpathologien durch Sprechererkennungsverfahren. Bearbeiter: Leo Schwinn (beendet am 02.11.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein

– Bachelor Thesis: Feedback System for Table Tennis. Bearbeiter: Julia Wolf (beendet am 06.11.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Peter Blank; Markus Wirth, M. Sc.; Dr. Verena Vierow; Prof. Dr. Björn Eskofier

– Master Thesis: Accelerometry-based analysis of physical activity and gait dynamics in Parkinson's disease patients. Bearbeiter: Christina Schimpe (beendet am 10.11.2017); Betreuer: Julius Hannink, M. Sc.; Dr. Simon Steib; Prof. Dr. Jochen Klucken; Prof. Dr. Björn Eskofier

– Master Thesis: Coherence and Pattern Analysis of Bipolar EMG-Currents during Running. Bearbeiter: Martin Ullrich (beendet am 15.11.2017); Betreuer: Prof. Dr. Björn Eskofier; Prof. Dr. Jochen Klucken

– Master Thesis: Learning-based Segmentation of Brain Tissue for Computed Tomography Image Data with Application in Stroke Assessment. Bearbeiter: Daniel Muhr (beendet am 15.11.2017); Betreuer: Katrin Mentl, M. Sc.; Dipl.-Inf. Jürgen Endres; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

– Master Thesis: Quantile Regularization Techniques for Image Denoising and Restoration. Bearbeiter: Franziska Schirrmacher (beendet am 15.11.2017); Betreuer: Thomas Köhler, M. Sc.; Lennart Husvogt, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

– Bachelor Thesis: Denoising of low-dose CT images by learning a sparse representation using a convolutional neural network. Bearbeiter: Nora Steinich (beendet am 01.12.2017); Betreuer: Katrin Mentl, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

– Master Thesis: X-Ray-based Tool Center Point Calibration for a Medical Robot. Bearbeiter: Petra Dorn (beendet am 04.12.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

– Master Thesis: Fan-beam Fourier Projection in MRI. Bearbeiter: Nikolaos Sakaltras (beendet am 11.12.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Christopher Syben, M. Sc.; Bernhard Stimpel, M. Sc.

– Master Thesis: Development of a Digital Visual Perceptual Learning Framework and Classification of Vision-Impairing Diseases. Bearbeiter: Wolfgang Mehringer (beendet am 12.12.2017); Betreuer: Matthias Ring, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier; Prof. Dr. med. Georg Michelson

9 Professur für Informatik (Mustererkennung)

Anschrift: Martensstraße 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 85 27775
Fax: +49 9131 303811
E-Mail: info@i5.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
Sekretariat:
Iris Koppe
Kristina Müller

Die Professur für Mustererkennung ist am Lehrstuhl für Mustererkennung (Informatik 5) angesiedelt und wurde am 1. Juli 2008 mit Herrn Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth besetzt.

Forschungsthemen von Prof. Nöth sind u.a. medizinische Sprachverarbeitung (z.B. die automatische Analyse der Verständlichkeit oder Aussprache pathologischer Sprache), automatische Analyse und Klassifikation prosodischer Phänomene, Erkennung emotionaler Benutzerzustände, Automatische Bewertung nicht-nativer Sprache, Sprachdialogsysteme und die Erkennung und Verarbeitung von unbekannten Wörtern.

Forschungsprojekte und Publikationen sind im Teilbereich "Lehrstuhl für Informatik 5" eingegliedert.

10 Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenmanagement)

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: 09131/8527892
Fax: 09131/8528854
E-Mail: cs6-office@fau.de

Leitung:
Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener
Professoren:
Prof. Dr. Richard Lenz
Prof. Dr. Michael Tielemann
Prof. em. Dr. Hartmut Wedekind
Sekretariat:
Cécile Astor
Nadezda Jelani
Wiss. Mitarbeiter:
Dipl.-Inf. Sebastian Herbst
Dipl.-Inf. Peter Schwab
Melanie Bianca Sigl, M. Sc.
Johannes Christian Tenschert, M. Sc.
Andreas Maximilian Wahl, M. Sc.

Der Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenmanagement) wurde 1979 durch die Berufung von Prof. Dr. Hartmut Wedekind gegründet. Nach dessen Emeritierung wurde Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener 2001 zum neuen Lehrstuhlinhaber berufen. Die dem Lehrstuhl zugeordnete Professur für Informatik (Datenmanagement) ist seit April 2007 mit Prof. Dr. Richard Lenz besetzt.

Der Lehrstuhl beschäftigt sich mit der Erforschung der Grundlagen des Datenmanagements und mit dem anwendungsgetriebenen Einsatz von Datenmanagement-Technologien. Aufbauend auf den Forschungsergebnissen erfolgt im Rahmen von Projekten gemeinsam mit Partnern aus Wirtschaft und Öffentlichem Dienst die Umsetzung der entwickelten Konzepte in der betrieblichen Praxis. Forschung und Projektgeschäft bilden gemeinsam die Grundlage für die zielgerichtete Ausbildung der Studierenden.

Datenbanksysteme haben als wichtigste Technik des Datenmanagements inzwischen eine sehr große Bedeutung in allen Bereichen der Wirtschaft und der Verwaltung erlangt. Die zunehmende Notwendigkeit zur Integration verschiedener Datenbanksysteme und der steigende Bedarf zur effizienten Unterstützung system- und organisationsübergreifender Geschäftsprozesse motivieren anwendungsorientierte Forschungsschwerpunkte wie Evolutionäre Informationssysteme und Datenqualität. Im Bereich der grundlagenorientierten Forschung befasst sich der Lehrstuhl mit Techniken zur Unterstützung der Skalierbarkeit und Modularisierung von Datenbanksystemen und ihrer funktionellen Erweiterung um eine Datenstromverarbeitung.

10.1 Forschungsschwerpunkte

10.2 Forschungsprojekte

10.2.1 Open and Collaborative Query-Driven Analytics

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
Andreas Maximilian Wahl

Beteiligte:

Beginn: 01.11.2013

Mehr und mehr Unternehmen sammeln möglichst alle anfallenden Daten in sogenannten ”Data Lakes”. Obwohl die Daten damit prinzipiell für beliebige Analysen zur Verfügung stehen, bleibt es dennoch unerlässlich für die Analyse, ein Verständnis für die Bedeutung und die Verknüpfungsoptionen der Daten zu entwickeln. Analysten, die diese Arbeit bereits geleistet haben, formulieren Anfragen, in denen solches Wissen implizit

enthalten ist. Wenn dieses Wissen jedoch nicht mit anderen geteilt wird, bleiben mögliche Synergien ungenutzt und das Verständnis der Daten im ”Data Lake” wird erschwert. Wir extrahieren automatisiert Teile dieses Wissens aus analytischen Anfragen, um es in aufbereiteter Form für nachfolgende Analysen nutzen zu können. Datenanalysten werden dadurch schneller auf relevante Datenquellen aufmerksam und die Datenintegration wird erleichtert.

Publikationen (2017)

– Wahl, A.M., Endler, G., Schwab, P., Herbst, S., & Lenz, R. (2017). Query-Driven Knowledge-Sharing for Data Integration and Collaborative Data Science. In New Trends in Databases and Information Systems. Nicosia, CY.

– Wahl, A.M., & Lenz, R. (2017). Analyzing SQL Query Logs using Multi-Relational Graphs. In Proc. Conf. ”Lernen, Wissen, Daten, Analysen”. Rostock, Germany, DE: CEUR-WS.

– Wahl, A.M., Endler, G., Schwab, P., Herbst, S., & Lenz, R. (2017). We Can Query More than We Can Tell: Facilitating Collaboration Through Query-Driven Knowledge-Sharing. Portland, Oregon, US: ACM.

– Wahl, A.M., Endler, G., Schwab, P., Herbst, S., & Lenz, R. (2017). Anfrage-getriebener Wissenstransfer zur Unterstützung von Datenanalysten. Stuttgart, DE: Springer.

10.2.2 Anfrageoptimierung und Daten-nahe Verarbeitung auf Rekonfigurierbaren SoCs für Big-Data-Analyse

Projektleitung:
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Prof. Dr.-Ing. Klaus Meyer-Wegener

Beteiligte:
Andreas Becher
Lekshmi Beena Gopalakrishnan Nair

Laufzeit: 28.08.2017 – 31.08.2021

Förderer:
DFG / Schwerpunktprogramm (SPP)

Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität Ilmenau
Technische Universität Dresden
Technische Universität München (TUM)
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Technische Universität Berlin

Ziel dieses Projekts ist es, neuartige Hardware und Optimierungstechniken für die skalierbare, leistungsfähige Verarbeitung von Big Data bereitzustellen. Wir zielen insbesondere auf große Datenmengen mit flexiblen Schemata (zeilenorientierte, spaltenorientierte, dokumentenorientierte, irreguläre und/oder nicht-indexierte Daten) sowie auf Datenströme, wie sie in der Klick-Strom-Analyse, in Unternehmensquellen wie E-Mails, Software-Logs und Diskussionsforum-Archiven sowie in Sensoren im Internet of Things (IoT) und Industrie 4.0 zu finden sind. In diesem Bereich untersucht das Projekt das Potenzial Hardware-konfigurierbarer, FPGA-basierter Systems-on-Chip (SoCs) für die Datennahe Verarbeitung, bei der Berechnungen direkt bei den Datenquellen stattfinden. Basierend auf FPGA-Technologie und insbesondere deren dynamischer Rekonfiguration schlagen wir eine generische Architektur mit dem Namen ReProVide für die kostengünstige Verarbeitung von Datenbankanfragen vor.

Die Konzepte sollen die Integration von FPGA-basierten Beschleunigern in verfügbare SQL-, NoSQL- und In-Memory-Datenbanksysteme sowie Stream-Processing-Frameworks ermöglichen. Unser Ziel ist es dabei, flüchtige und nichtflüchtige Daten direkt an ReProVide-Knotenpunkte anzuschließen, die nicht nur bereinigte und integrierte Datensätze enthalten, sondern auch zur temporären oder persistenten Speicherung ungereinigter Daten aus neuen Datenquellen und Datenströmen verwendet werden können. Unser FPGA-basierter SoC

- verwendet Hardware-Rekonfiguration zur Anpassung von Datenpfaden und Beschleunigern, um verschiedene OLAP- und Data-Mining-Operatoren auf Daten aus solchen heterogenen Datenquellen verarbeiten zu können,
- enthält Management-Techniken zur Generierung lokaler Metadaten, Indexe und Statistiken dieser Datenquellen, um optimierte Datenverarbeitung zu ermöglichen, und
- bietet Schema-on-read-Fähigkeiten für das Datenbank-Management-System (DBMS), das auf das SoC zugreift.

Während die Unterstützung unregelmäßiger Daten (z.B. Graphenverarbeitung) nicht im Fokus unserer Forschung steht, arbeiten wir an einer generischen Entwurfsmethodik, die Erweiterbarkeit durch benutzerdefinierte Funktionen und Datenschemata ermöglicht.

Solche Architekturen, die mit ihrem eigenen lokalen Optimierer ins DBMS integriert sind, erfordern neuartige Techniken zur globalen Abfrageoptimierung, die auf Konzepten aus verteilten und Multi-Database-Systemen basieren. Während der lokale Optimierer Statistiken seiner lokalen Daten erstellt, muss der globale Optimierer auf diese Daten und Informationen der Daten-nahen Beschleuniger zugreifen. Anhand dieser Daten entscheidet die globale Abfrageoptimierung dann, welche Operationen auf den ReProVide SoCs berechnet werden und welche nicht. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass der Optimierer über genügend Wissen verfügt, um ReProVide in der Abfrageverarbeitung einzusetzen, wann immer es einen Nutzen gibt. Dies erfordert funktionales Wissen (welche Daten und welche Operatoren sind verfügbar) sowie nicht funktionales Wissen (z.B. Kostenschätzungen für die Operatoren). In diesem Projekt soll eine erweiterbare Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden, über die der globale Optimierer die zu bearbeitende

Anfrage dem ReProVide-System übergeben und das Anfrageergebnis entgegennehmen kann. Darüber hinaus soll aber auch der bidirektionale Austausch von Hinweisen zur Verbesserung der jeweiligen Optimierung ermöglicht werden.

10.2.3 Systemübergreifende Optimierung von Datenstromanfragen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Klaus Meyer-Wegener

Beteiligte:
Sebastian Herbst

Laufzeit: 01.08.2012 – 31.12.2018

Förderer:
DFG / Forschergruppe (FOR)

In ressourcenarmen Sensornetzen ist eine effiziente Datensammlung besonders wichtig. Dafür wird ein verteiltes Datenstromsystem eingesetzt, dessen Anfragesprache die folgenden vier Komponenten aktivieren und steuern kann. Die erste ist ein zentrales Datenmanagement, das gemeinsam mit Teilprojekt (TP) Netzwerk-Management (4) erstellt wird und das die Heterogenität des Sensornetzes verbirgt. Die mobilen und bodengestützten Sensorknoten können unterschiedliche Software- und Energiezustände aufweisen. Wegen der Ressourcenknappheit sind die Anwendungen über verschiedene Knoten verteilt. Die zweite Komponente ist ein abstraktes Modell einer Auswertung, das sich einfach erstellen lässt und sehr viel Flexibilität für die Realisierung bietet. Modellgestützt lassen sich globale Anfragen an das Sensornetz vielfaltig transformieren und so effizient auswerten. Die dritte Komponente ist ein Kostenmodell für eine quantitative Bewertung der Datenstromanfragen, z.B. bezüglich der Energieeffizienz. Unterschiedliche Optimierungsziele sind hier vorstellbar, beispielsweise auch im Hinblick auf die Genauigkeit bei der Ermittlung der Flugtrajektorien. Und die vierte Komponente schließlich besteht aus neu entwickelten Spezial-Operatoren und einer Beschreibung der erforderlichen Genauigkeit, die eine weitergehende Optimierung zur Erhöhung der Batterielebensdauer ermöglicht.

10.2.4 Know Your Queries!

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Klaus Meyer-Wegener

Beteiligte:
Peter Schwab

Laufzeit: 01.04.2015 – 31.12.2018

Das Projekt strebt eine Verwaltung von Datenbank-Anfragen für ganz unterschiedliche Zwecke an. Am einfachsten ist noch die Nutzung für die Optimierung einer konkreten Datenbank-Installation. Das praktizieren Datenbank-Administratoren ohnehin schon, und oft helfen die Datenbanksysteme ihnen dabei, indem sie Anfrage zwischenspeichern und Vorschläge für die Optimierung machen.

Wenn man seine Queries kennt, kann man aber auch noch ganz andere Dinge damit machen. Man kann prüfen, ob sich einige davon nicht auch effizienter mit einem Datenstromsystem ausführen ließen. Oder mit einem NoSQL-System. In beiden Fällen müssen die Anfragen dann übersetzt werden in die Sprache, die diese beiden Systeme verstehen.

Und schließlich kann man Anfragen auch schon entgegennehmen, wenn es noch gar kein System gibt, das sie ausführen kann. Ein Grund kann darin liegen, dass die zur Beantwortung benötigten Daten nicht lokal im eigenen System vorliegen, sondern extern verfügbar sind und erst noch angeschlossen werden müssen. Ein anderer Grund kann darin liegen, dass es noch gar kein Datenbanksystem gibt. In dessen Entwurf ist es aber sehr hilfreich zu wissen, welche Anfragen es später ausführen soll. Evtl. lassen sich sogar Teile des Datenbankschemas automatisch aus den Anfragen ableiten.

10.2.5 Bewertung von Datenspeichersystemen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Klaus Meyer-Wegener

Beteiligte:
Julian Rith

Laufzeit: 01.09.2014 – 31.12.2018

Außer in den klassischen Anwendungsgebieten der Wirtschaft und der Verwaltung erlangen Datenspeichersysteme zunehmend Bedeutung in anderen Einsatzszenarien, besonders in den Bereichen der Web-Anwendungen und der mobilen Apps. Neben den etablierten relationalen Datenbanksystemen werden dabei Datenspeichersysteme mit alternativen, oft einfacheren Datenmodellen verwendet. Diese in der Regel unter dem Namen ”NoSQL” subsumierten Systeme entstehen meist als Insellösung. Sie bieten sehr viel weniger Funktionalität, sind dafür jedoch meist besser skalierbar und weisen oft eine höhere Verfügbarkeit auf als relationale Datenbanksysteme.

Das Projekt befasst sich mit der Bewertung und Einordnung von nicht-relationalen Systemen. Die dabei entstehende Klassifikation soll Anwendern als Entscheidungshilfe bei der Systemwahl dienen.

Benchmarks helfen bei der Bewertung von Systemeigenschaften. Im Rahmen des Projekts werden bestehende Benchmarks analysiert und gegebenenfalls ergänzt.

10.2.6 Datenintegration und Provisioning von Speicherungssystemen für das Data Mining in Fertigungsprozessdaten

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Klaus Meyer-Wegener

Beteiligte:
Sebastian Herbst
Melanie Sigl

Laufzeit: 02.05.2017 – 30.04.2022

Förderer:
Bayerische Staatsministerien
Sonstige EU-Programme (z. B. RFCS, DG Health, IMI, Artemis)

Bevor ein Data Mining auf den Fertigungsprozessdaten beginnen kann, müssen diese – aus sehr unterschiedlichen und aller Voraussicht nach heterogenen Datenquellen stammend – zunächst integriert werden. Ziel ist es, hier die aktuellen Methoden zu erproben und so weiterzuentwickeln, dass sie für die spezielle Einsatzumgebung der Fertigungssteuerung in KMUs tauglich werden. Auch die anschließende Speicherung der Daten ist keineswegs trivial, da die Menge sehr groß werden kann (”Big Data”). Man denkt heute sofort an die sog. NoSQL-Systeme, die aber nur eine der vielen Möglichkeiten darstellen und beim selektiven Zugriff auf die Daten nur sehr eingeschränkte Möglichkeiten bieten. Abhängig vom Datenvolumen, von den Datenstrukturen und vor allem von den benötigten Zugriffen ist eine geeignete Speicherungsform zu bestimmen, die außerdem noch den Bedürfnissen von KMUs gerecht wird, also nicht zu viele Ressourcen bindet und auch keine aufwändige Administration verlangt.

Wie im Hauptantrag schon beschrieben, werden die Fertigungsprozessdaten heute zu einem durchaus signifikanten Teil noch gar nicht zusammengeführt, geschweige denn ausgewertet. Es wird aber angenommen, dass sich hier noch sehr viele Informationen extrahieren und veranschaulichen lassen, die zu einer erheblichen Verbesserung der Prozesse beitragen könnten, etwa im Bereich der vorausschauenden Instandhaltung. Dazu stehen die Methoden des Data Mining (z.B. Vorhersage, Assoziationsregeln, Klassifikation, Cluster-Analyse und Ausreißer-Erkennung) zur Verfügung, die auf diese Daten angewendet werden könnten. Dabei sind allerdings zuvor zwei Problembereiche zu adressieren:

1. *Heterogenität der Daten*:

   Die verschiedenen Quellsysteme werden ihre Daten in ganz verschiedenen Formaten und Strukturen erzeugen, oft wohl als Protokolldateien. Wir haben einige Erfahrung mit der (semantischen) Integration heterogener Datenbestände und kennen auch die Ansätze in der Literatur. Ein Data Mining setzt in den allermeisten Fällen einen integrierten und gereinigten Datenbestand voraus.

2. *Provisioning von Datenspeichersystemen*: Früher nahm man einfach immer eine relationale Datenbank. Das hat sich geändert; das Spektrum ist viel breiter geworden. Es geht in etwa von Hadoop/HDFS über (sehr unterschiedliche) NoSQL-Systeme,

klassische Datenbanken und Data Warehouses bis hin zu Datenstromverarbeitungssystemen und Complex-Event Processing. Welches System wann am besten passt und wie man es dann konfigurieren muss, hängt von sehr vielen Parametern ab: der Art der Daten und der Zugriffe, dem Datenvolumen, den Anforderungen an Konsistenz und Ausfallsicherheit usw. Damit beschäftigen wir uns gerade allgemein in zwei Dissertations-Projekten. Die könnten von den sehr konkreten Anforderungen in E|ASY-Opt profitieren und andererseits ihr Methodenwissen dort einbringen.

Mögliche Arbeitsschritte werden dabei sein:

- umfassende Analyse der in den Fertigungsprozessen anfallenden Daten
- Bereinigung der in das Data Mining einzubeziehenden Datenbestände (Umgang mit fehlenden Daten, Inkonsistenzen, Rauschen, Dubletten usw.)
- Integration der Datenbestände aus unterschiedlichen Quellen (ggf. Umwandlung von Strukturen und Werten, Definition und Implementierung von Mapping-Funktionen)
- Auswahl einer geeigneten Speicherungsform nach den Kriterien Datenvolumen, Datenstrukturen und Zugriffsmuster
- Realisierung der Zugriffe zur Bereitstellung der Daten für das Data Mining (Bestimmung der ”Task-relevant Data”)
- Inkrementelle Aktualisierung der Datenbestände beim Eintreffen neuer Daten aus den

  Fertigungsprozessen

10.3 Projektunabhängige Publikationen

– Guhlemann, S., Petersohn, U., & Meyer-Wegener, K. (2017). Reducing the Distance Calculations when Searching an M-Tree. Datenbank-Spektrum, 17(2), 155-167. https://dx.doi.org/10.1007/s13222-017-0258-5

– Freiburg, R., Büttner, S., Glasze, G., Hagenhoff, S., Meyer-Wegener, K., & Prokosch, H.-U. (2017). D@tenflut: Fünf Vorträge.Erlanger Universitätstage Amberg/Ansbach 2016. Erlangen: FAU University Press.

– Meyer-Wegener, K. (2017). Erstmal einfach alles speichern: Big Data als Aufgabe für die Informatik. In Freiburg, Rudolf (Eds.), D@tenflut : Erlanger Universitätstage Ansbach 2016 (pp. 99-115). Erlangen: FAU University Press.

10.4 Studien- und Abschlussarbeiten

– Master Thesis: Systemunabhängige Datenmodellierung zur Generierung von Datenbankschemata für nicht-relationale Datenbanken. Bearbeiter: Thomas Wild (beendet am 9.1.2017); Betreuer: Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener; Dipl.-Inf. Julian Rith

- Bachelor Thesis: SAILOR: Strukturierte Abbildung von Verbindungen zwischen Datenquellen durch Auswertung von Anfrageprotokollen. Bearbeiter: Nicolas Wolf (beendet am 28.04.2017); Betreuer: Prof. Dr. Richard Lenz; Andreas Maximilian Wahl, M. Sc.
- Bachelor Thesis: [Anfrage-getriebene Anbindung von Datenquellen an ein Datenmanagementsystem]. Bearbeiter: David Haller (beendet am 28.04.2017); Betreuer: Andreas Maximilian Wahl, M. Sc.
- Bachelor Thesis: [Konzeption und Implementierung eines Verfahrens zur Identifikation von ähnlichen Anfragen durch Auswertung eines Query Logs]. Bearbeiter: Dominik Probst (beendet am 28.04.2017); Betreuer: Andreas Maximilian Wahl, M. Sc.
- Master Thesis: [Data Analytics]Kurzfristige Bestellprognose zur Produktionsoptimierung. Bearbeiter: Melanie Sigl (beendet am 02.05.2017); Betreuer: Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener
- Diplom-/Masterarbeit: [Queries]Extraktion von Tabellen aus PDF-Dateien am Beispiel von Aromastoffen. Bearbeiter: Fercen Bulut (beendet am 05.05.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Peter Schwab; Prof. Dr. Andrea Büttner; Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener
- Bachelor Thesis: [Sprechakt]Sprechaktbasierte Erweiterung von DCR-Graphen zur Unterstützung von Interaktionen in semi-strukturierten Prozessen. Bearbeiter: Minh-Vu Lam (beendet am 26.05.2017); Betreuer: Prof. Dr. Richard Lenz; Johannes Christian Tenschert, M. Sc.
- Master Thesis: [Datastreams]Suitability of Generic Data-Stream Operators for Implementing Continuous Queries in the Data-Center Domain. Bearbeiter: Jonas Gröger (beendet am 26.07.2017); Betreuer: Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener; Dipl.-Inf. Sebastian Herbst
- Bachelor Thesis: [DSAM]Optimierte Verteilung von Anfragen in einem heterogenen Datenstromsystem durch Ant Colony Optimization und genetische Algorithmen. Bearbeiter: Noah Maul (beendet am 15.08.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Niko Pollner; Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener
- Bachelor Thesis: [Data Analytics]Vergleich verschiedener Vorhersagemodelle zum Erkennen von Trends in technischen Kennzahlen. Bearbeiter: Matthias Wild (beendet am 31.08.2017); Betreuer: Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener
- Bachelor Thesis: [DSAM]Vergleich verschiedener Algorithmen zur Operatorplatzierung in verteilten Datenstromsystemen. Bearbeiter: Tobias Heineken (beendet am 25.10.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Niko Pollner; Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener

11 Professur für Informatik (Datenmanagement)

Die Forschungsarbeiten der Professur sind beim Lehrstuhl Informatik 6 (Datenmanagement) zu finden.

12 Lehrstuhl für Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme)

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 85 27411
Fax: +49 9131 85 27409
E-Mail: sekretariat@i7.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Juniorprofessur für Energieinformatik:
Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner
Prof. i.R.:
Prof. a. D. Dr.-Ing. Ulrich Herzog
Sekretariat:
Erika Hladky
Wiss. Mitarbeiter:
Ibrahim Alagöz, M.Sc.
Lorenz Ammon, M. Sc.
Dr.-Ing. Peter Bazan
Florian Bock, M.Sc.
Alexander Brummer, M. Sc.
Thomas Deinlein, M. Sc.
Dipl.-Inf. Anna Deitsch
Jörg Deutschmann, M.Sc.
Paul Dicke, M.Sc.
Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev
Niklas Ebell, M.Sc.
Moritz Gütlein, M. Sc.
Dr.-Ing. Kai-Steffen Jens Hielscher
Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner
Jonas Schlund, M. Sc.
Dipl.-Inf. Vitali Schneider
David Steber, M. Sc.
Externe Doktoranden :
M. Eng. Constantin Brückner
Bernd Huber, M. Sc.
M.Sc. Christoph Sippl
Christina Stadler, M. Sc.
Dipl.-Ing.(FH) Rainer Stahlmann
Externes Lehrpersonal:
Dr.-Ing. Christian Allmann
Dr.-Ing. Uwe Hehn
Dr.-Ing. Ulrich Klehmet
Dr.-Ing. Uwe Koser
Nichtwiss. Personal:
Matthias Schäfer

Der Lehrstuhl beschäftigt sich mit allen Fragen rund um Protokolle und Architekturen zur Kommunikation in vernetzten Systemen. Eine besondere Ausrichtung liegt hierbei in der Bewertung der Dienstgüte (Quality-of-Service, QoS) zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Echtzeitfähigkeit von Systemen. Hierfür werden Verfahren zur Modellierung, zur Simulation, zur Analyse, zum Test und zur Messung eingesetzt sowie eigene Werkzeuge entwickelt und in folgenden Anwendungsgebieten eingesetzt: Fahrzeugkommunikation, vernetzte Energiesysteme (Smart Grid), industrielle Kommunikation und Sensor-Aktor-Netze. Zusätzlich werden große Simulationen für das Gesundheitssystem durchgeführt. Als besondere Vorgehensweise entwickeln wir die Testgetriebene Agile Simulation, bei der UML-basierte Simulation und modellgestütztes Testen kombiniert werden.

12.1 Forschungsschwerpunkte

Fahrzeugkommunikation

Der Bereich der Fahrzeugkommunikation kann in die zwei Teilgebiete *interne* und *externe* Fahrzeugkommunikation unterteilt werden.

Interne Fahrzeugkommunikation

Die *interne* Fahrzeugkommunikation befasst sich mit der Vernetzung von Steuergeräten und deren Peripherie. Zum einen liegt der Fokus auf der Auslegung und Bewertung von Bussystemen im Fahrzeug. Zum anderen befassen wir uns mit der Entwicklung und dem Test von Steuergeräten einzeln und im Verbund. Viele Themen werden im Rahmen von [INI.FAU-Projekten]http://www.ini.fau.de/ bearbeitet.

Externe Fahrzeugkommunikation

Betrachtet man die Kommunikation mehrerer Fahrzeuge untereinander so beschäftigt man sich mit Fragestellungen der *externen* Fahrzeugkommunikation. Aktuelle Themen der Car-2-X-Kommunikation beschäftigen sich mit Protokollen für den Austausch von Daten zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur am Fahrbahnrand, der Wahrung und Evaluation der Privatssphäre in Fahrzeugnetzen, sowie Fragestellungen der Sicherheit. Die am Lehrstuhl entwickelte Simulationsumgebung Veins, welche Straßenverkehrssimulation mit Netzwerksimulation koppelt, ist weltweit verbreitet und stellt ein mächtiges Werkzeug zur realistischen Untersuchung von Fahrzeugnetzen dar. Die Entwicklung und Verbesserung von Simulationsmodellen um die Aussagekraft von Simulationen noch weiter zu erhöhen, ist ein ständiger Schwerpunkt am Lehrstuhl.

Im Projekt **Schaufenster Elektromobilität** in Verbund mit der *AUDI AG* und der *N-ERGIE AG* werden mit dieser Simulationsumgebung die Auswirkungen der verstärkten geschäftlichen Nutzung von Elektrofahrzeugen untersucht.

Vernetzte Energiesysteme (Smart Grid)

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt des Lehrstuhls ist das Energiesystem der Zukunft. Im Rahmen des [Energie Campus Nürnberg (EnCN)]http://www.encn.de/ entwickeln wir Methoden und Werkzeuge zur umfassenden Analyse der zunehmend auf erneuerbaren Energien basierenden Energiewirtschaft.

Im Projekt **Hybride Simulation** intelligenter Energiesysteme werden die technischen und ökonomischen Auswirkungen der sich wandelnden Energieversorgung untersucht.

Dazu werden Methoden wie die diskrete Ereignissimulation (für Verbraucher-, Wetter- und Steuermodelle) und System Dynamics Modelle (für Energie- und Kostenflüsse) in einem Simulationsmodell verbunden.

Das hierbei entstandene Werkzeug **i7-AnyEnergy** ermöglicht die schnelle Entwicklung solcher hybrider Simulationsmodelle für vernetzte intelligente Energiesysteme. Es stellt vorgefertigte Komponenten zur Verfügung, aus denen komplexere Energiesystemmodelle flexibel zusammengesetzt werden: Aus den Basiskomponenten für den Energiebedarf (elektrisch und thermisch), für die Energieerzeugung (z.B. Gasheizung, Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzellen), für erneuerbare Energien (Photovoltaik), für die Energiespeicherung (Batterien, chemische Speicher) sowie für die Steuerung können Hausmodelle erstellt und zu Verbünden mit einem gemeinsamen Wettermodell und einem Kommunikationsnetz gekoppelt werden. Damit wurde ein interaktives Hausmodell mit einer PV-Anlage, einem Batteriespeicher und verschiedener Betriebsstrategien erstellt, das den Kostenvergleich mit einem Haus ohne diese Komponenten ermöglicht. Die Größe der PV-Anlage, der Batterie, der Einspeisevergütung und des Strompreises sind frei dimensionierbar. Weitere Modelle entstanden für die Simulation Virtueller Großspeicher und die Simulation von Industrieprozessen mit erneuerbaren Energien.

Weiterhin beschäftigt sich die Forschungsgruppe mit der Energiesystem-Analyse auf Bundesland-Ebene. Durch den Kernenergieausstieg und den starken Ausbau erneuerbarer Energien steht das elektrische Energiesystem in Bayern vor großen Herausforderungen. Im Projekt **Energiesystemanalyse** für den Energieumstieg in Bayern wird mit der Entwicklung eines hybriden Simulationsmodells der Energieumstieg begleitet. Mittels Simulation unterschiedlicher Szenarien werden die Auswirkungen möglicher Handlungsoptionen auf die Energiebilanz, den Energieverbrauch und die Umwelt aufgezeigt. Dazu werden die wichtigsten Komponenten entlang der Energiekette (Erzeugung, Transport, Speicherung und Nutzung) aus technischer und wirtschaftlicher Sicht nachgebildet. Ein Schwerpunkt ist die Modellierung stark fluktuierender Erzeuger, wie Windenergieanlagen oder Photovoltaikanlagen, um das Zusammenspiel mit konventionellen Kraftwerken, Energiespeichern und der Nachfrage zu untersuchen. Das Projekt wird in Kooperation mit den Lehrstühlen für Wirtschaftsmathematik und Elektrische Energiesysteme durchgeführt.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt der Gruppe ist die optimierte Betriebsführung im Haus in Abhängigkeit der Marktdynamik und der Verfügbarkeit von regenerativen Energien. Das Projekt **Smart Grid Dienste** verbindet Energiesysteme mit Informations- und Kommunikationstechnologien zu Smart Grids. Smart Grids ermöglichen den bidirektionalen Austausch von Informationen und elektrischer Energie und damit eine effiziente Integration der dezentralen Stromerzeugung aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen in das Stromnetz. Darüber hinaus werden Smart Grids neue Anwendungen erschließen, wie z.B. Lastmanagement, virtuelle Kraftwerke oder Netze mit Selbstorganisations-Mechanismen. Da das Testen neuer Methoden in realen Stromnetzen schwierig ist, nimmt die integrierte Simulation bei der Entwicklung und Bewertung eine Schlüsselrolle ein.

Industrielle Kommunikation und Sensornetze

In der Kommunikation von Automatisierungsanlagen werden spezielle Bussysteme und auch Ethernet eingesetzt und es bestehen besondere Anforderungen z.B. an Latenzen beim Versenden von Nachrichten. Neben Simulationsmodellen für drahtlose Kommunikation gemäß IEEE 802.15.4 und ZigBee setzen wir Network Calculus ein, um Echtzeitga-

rantien für leitungsgebundene Kommunikation zuzusichern.

In mobilen Ad-Hoc Netzwerken (MANETs) werden Aufgaben verteilt und ohne einen zentralen Koordinator bearbeitet. Aufgabe des Netzwerkes ist es, Informationen zuverlässig von der Daten-Quelle zur Daten-Senke zu übertragen und dabei die transportierten Inhalte gegebenenfalls anzupassen. Dabei müssen gewisse Bedingungen, wie z.B. der Energieverbrauch, berücksichtigt und eingehalten werden. Um die Verfügbarkeit zu maximieren, müssen kontinuierlich Routingtabellen und Nachbarschaftsinformationen aktualisiert werden. Gerade in mobilen batteriebetriebenen Netzwerken ohne feste Teilnehmerinformationen stellt dies eine große Herausforderung dar. MANETs sind meistens für 2D Anwendungen mit eingeschränkter Mobilität (d.h. Netzwerkknoten müssen sich nicht kontinuierlich bewegen) ausgelegt. Wir am Lehrstuhl forschen an komplexen hochgradig mobilen 3D Netzwerken, die sich kontinuierlich in Bewegung/Veränderung befinden.

Gesundheit

Im Projekt [ProHTA]http://prohta.com/ des **BMBF-Spitzenclusters "Exzellenzzentrum für Medizintechnik"** werden Simulationsmodelle entwickelt, die einerseits in frühem Stadium die Auswirkungen von neuen medizinischen Technologien oder Prozessen abschätzen, andererseits können Veränderungen von Auswirkungen Ideen für neue Innovationen und Prozessoptimierungen aufzeigen (Hypothesenbildung). Dafür werden hybride Modelle mittels des System-Dynamics- und des agentenbasierten Modellierungsparadigmas entwickelt und mit empirisch gesicherten Daten parametriert. Agenten bilden Patienten und medizinische Workflows ab, System-Dynamics-Modelle bilden demographische, ökonomische und epidemiologische Effekte ab. Die medizinischen Technologien und Prozesse werden durch quantitative Kenngrößen beschrieben. Ergebnisse sind gesundheitliche Kenngrößen wie Verbesserung der Lebensqualität oder Reduktion von Neuerkrankungen, die in Bezug zu den Kosten gesetzt werden können.

Testgetriebene Agile Simulation

Bei der testgetriebenen agilen Simulation werden Simulation und modellgestütztes Testen so kombiniert, dass beide voneinander profitieren und insgesamt eine neue Vorgehensweise zum System Engineering mit verbesserter Qualitätssicherung entsteht. Hierbei werden System- und benutzungsorientierte Testmodelle (kurz Benutzungsmodelle) parallel und iterativ entwickelt. Der gesamte Ansatz ist basierend auf der UML2 konzipiert.

Systemmodelle werden durch Klassen-, Kompositionsstruktur-, Zustands- und Aktivitätsdiagramme beschrieben und können gemäß des **MARTE-Profils (Modeling and Analysis of Real-Time and Embedded Systems)** um quantitative Aspekte (z.B. deterministische oder stochastische Ausführungszeiten, Verzweigungswahrscheinlichkeiten) erweitert werden. Ein solches Systemmodell wird in C++ übersetzt und in dem Netzwerksimulator OMNeT++ zur Ausführung gebracht, Ergebnisse werden an die UML-Ebene zurückgeliefert. Aus Sicht der Simulation besteht der Vorteil darin, dass Simulationsmodelle standardkonform entwickelt werden können, statt dem proprietären Format des Simulationswerkzeugs entsprechen zu müssen. Aus Sicht des System Engineerings besteht der Vorteil darin, dass Systemmodelle früh in einer Simulationsumgebung ausgeführt werden können. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass mit dem Systemmodell quantitative Auslegungen mittels Simulation erfolgen können.

Davon unabhängig können Benutzungsmodelle zum Testen beschrieben werden. Es werden Zustands- und Sequenzdiagramme verwendet, die die Benutzung des System oder

von Teilen des Systems beschreiben. Benutzungsmodelle sind keine Systemmodelle und repräsentieren nur mögliche Eingaben und erwartete Ausgaben. Benutzungsmodelle können um Markow-Profile erweitert werden, um Benutzungshäufigkeiten zu beschreiben. Aus dem Benutzungsmodell können mittels verschiedener Strategien Testfälle generiert werden, die dann ebenfalls auf der Ebene des Simulationswerkzeugs OMNeT++ in Verbindung mit dem Systemmodell zur Ausführung gebracht werden können. Aus Sicht des Testens bietet dies den Vorteil, dass Testfälle bereits früh in einer Simulationsumgebung ausgeführt werden können und dass sowohl das Systemmodell als auch das Benutzungsmodell validiert wird und beide iterativ weiterentwickelt werden können. Aus Sicht der Simulation bietet dies den Vorteil, dass eine systematische Methode bereitgestellt wird, die es erlaubt, Simulationsmodelle zu validieren.

Ein später aus dem Systemmodell generiertes System besitzt eine höhere Qualitätsstufe, die Testfälle auf Simulationsebene können dann ebenfalls zum Testen des Systems verwendet werden. Dieser Ansatz kann in verschiedenen Vorgehensweisen wie z.B. das V-Modell oder agile Prozesse integriert werden.

12.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

- HP-Servercluster als virtuelle Umgebung für Simulationen

12.3 Kooperationsbeziehungen

- AUDI AG, Ingolstadt
- BMW AG, München
- Fraunhofer Institut Integrierte Schaltungen (Erlangen-Tennenlohe)
- Siemens AG, Erlangen
- Bayern Innovativ GmbH, Cluster Energietechnik
- Energie Campus Nürnberg (EnCN)
- N-ERGIE AG, Nürnberg
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (STMWI)
- Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE)

Im Rahmen der Energiesystemanalyse weiterhin:

- Allgäuer Überlandwerk GmbH
- Areva NP GmbH
- BayWa (RENERCO AG)
- E.ON AG

- infra Fürth GmbH
- Kraftanlagen München GmbH
- OMV Power International
- OSTWIND Verwaltungsgesellschaft mbH
- SWU Energie Gmbh
- TenneT TSO Gmbh
- Thüga AG
- VERBUND Österreich

12.4 Forschungsprojekte

12.4.1 A5: Entwicklungsmethode für Fahrerassistenzsysteme auf Basis einer Domänenspezifischen Sprache

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
Florian Bock, M.Sc.
Laufzeit: 1.11.2014–31.10.2017
Förderer:
AUDI AG , INI.FAU-Kooperation
Mitwirkende Institutionen:
Informatik 7, FAU

Im Rahmen des Kooperationsprojektes zwischen der AUDI AG und dem Lehrstuhl Informatik 7 der FAU beschäftigt sich der Lehrstuhl mit der Optimierung der Softwareentwicklungsmethoden zur Funktionsentwicklung von Sensorbasierten Fahrerassistenzsystemen in der Automobildomäne.

Dabei werden einerseits die bereits etablierten Methoden analysiert und potentielle Optimierungsfelder ermittelt. Andererseits werden neue – bisher unter Umständen in der Automobildomäne noch nicht verwendete – Methoden auf ihre Einsetzbarkeit hin untersucht und für die praxisnahe Verwendung verbessert bzw. angepasst.

In der Automobilbranche werden bei der Funktionsentwicklung erstellte Artefakte (Modelle, Diagramme, Quellcode, Dokumente, etc.) an manchen Stellen im Entwicklungsprozess entweder nicht weiterverwendet oder doppelt erstellt. Dies liegt einerseits in der Organisationsstruktur und der Komplexität der Prozesse begründet, andererseits sind aber auch historische und/oder personelle Gründe dafür verantwortlich. Insbesondere die Zusammenarbeit mit Lieferanten und Zulieferern ist dabei nach wie vor geprägt von manuellem Datenaustausch und individueller händischer Dateninterpretation.

Der Lehrstuhl für Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme) entwickelt deshalb einen auf dem vielversprechenden Feld der Domänenspezifischen Sprachen basierenden Ansatz zur Systemspezifikation in für die Automobilbranche gewohnter Weise,

der zusätzlich in der Lage ist, weiterführende Artefakte und Darstellungen der zugrunde liegenden Informationen automatisch zu generieren und dem Anwender zur Verfügung zu stellen. Diese Ergebnisse können dann in Folgeschritten des Entwicklungsprozesses mit weiteren Details angereichert und damit weiterverwendet werden. Damit wird sowohl die Qualität, als auch die Effizienz der Softwareentwicklung in der Automobildomäne verbessert.

Die entwickelte Methodik wird sowohl durch theoretische Analyse/Simulation als auch durch eine praxisnahe Erprobung evaluiert.

Publikationen

- Bock, Florian ; Homm, Daniel ; Siegl, Sebastian ; German, Reinhard: A Taxonomy for Tools, Processes and Languages in Automotive Software Engineering . In: Zizka, Jan ; Nagamalai, Dhinaharan (Hrsg.) : Computer Science & Information Technology. 2016, S. 241-256.
- Bock, Florian ; German, Reinhard ; Siegl, Sebastian: Domain-Specific Languages for the Definition of Automotive System Requirements . In: Roy, Matthieu (Hrsg.) : Workshop CARS 2016 - Critical Automotive applications : Robustness & Safety. Göteborg, Sweden : 2016. (CARS 2016 - Critical Automotive applications : Robustness & Safety)
- Bock, Florian ; Siegl, Sebastian ; German, Reinhard: Mathematical Test Effort Estimation for Dependability Assessment of Sensor-Based Driver Assistance Systems . In: 2016 42th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA). 2016, S. 222-226.

12.4.2 Dynamische Simulation der Energieflüsse und Speicherung der Abwärme von Rechenzentren und der Integration großer Speicher in Nahwärmenetze

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
Dr.-Ing. Peter Bazan
Daniel Scharrer
Laufzeit: 1.1.2017–31.12.2021

Der Anteil an Strom aus Photovoltaik am Strommix in Deutschland wurde in den letzten Jahren stark ausgebaut. Auch in naher Zukunft wird die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien und damit auch der solar erzeugte Strom weiter steigen. Bei hoher Sonneneinstrahlung führt dies schon heute zu einem lokalen Überangebot im Stromnetz, während die Photovoltaik in der Nacht naturgemäß nicht zur Stromversorgung beitragen kann. Die Sicherstellung der nächtlichen Grundlast bei Nacht wird daher zu einem großen Teil durch fossile Erzeugung aus Kohle und Braunkohle mit entsprechender CO2-Emission gewährleistet.

Durch den Einsatz grundlastfähiger Speichersysteme mit Niedertemperatur-Speichern soll der Einsatz umweltbelastender thermischer Kraftwerke reduziert werden. Tagsüber wird mit überschüssigem Strom aus der Photovoltaik mittels Wärmepumpen

(HP) Wärme aus Geothermie oder industriellen Prozessen aufgewertet und in einem Niedertemperatur-Speicher gespeichert. Zur Erzeugung von nächtlichem Grundlaststrom wird dann diese Wärmeenergie über einen Organic Rankine Cycle (ORC)-Prozess dem Speicher entzogen.

Ziel des Projekts ist die dynamische Simulation der Energieflüsse von HP-ORC-Wärmespeichern, die in das Energiesystem integriert sind und überschüssige Wärme und Strom nutzen. Mit den Simulationsmodellen sollen die Dimensionierung und geeignete Betriebsweisen für den wirtschaftlichen Betrieb von Niedertemperatur-Speichern untersucht werden.

Publikationen

- Bazan, Peter ; German, Reinhard: Dynamische Simulation der Integration großer Niedertemperatur-Speicher .Vortrag: EnCN Sommerkonferenz 2017, EnCN, Nürnberg, Germany, 01.07.2017

12.4.3 Energiesystemanalyse KOSiNeK

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner
Beteiligte:
David Steber, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2016–30.9.2019
Förderer:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Mitwirkende Institutionen:
Lehrstuhl für Elektrische Energiesysteme
Lehrstuhl für Wirtschaftsmathematik

Mit den Beschlüssen der deutschen Bundesregierung zur Energiewende wird die deutsche Energieversorgung nachhaltig umgestaltet. Ein Hauptziel ist dabei, eine der umweltschonendsten und energiesparendsten Volkswirtschaften bei gleichzeitig wettbewerbsfähigen Energiepreisen zu werden. Hierfür bedarf es der Unterstützung von erweiterten Analysesystemen, die sowohl die technischen als auch marktregulatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen gleichermaßen berücksichtigen. Gerade auf technischer Seite wird in existierenden Energiesystemanalysemodellen die Modellierung des Übertragungs- und Verteilnetzes häufig vernachlässigt oder stark vereinfachend durchgeführt.

Dies motivierte die an der FAU Erlangen-Nürnberg durchgeführten Vorarbeiten der vergangenen Jahre (”Energiesystemanalyse Bayern”), mit denen ein ganzheitlicher systemorientierter Modellierungsansatz für das elektrische Energieversorgungssystem Deutschlands zunächst mit Fokus auf den Freistaat Bayern entwickelt wurde. In dieser Modellierung wurden das Hoch- und Höchstspannungsnetz mit konventionellen Kraftwerken und Einspeisungen aus regenerativen Energieanlagen unter den bisherigen Marktmechanismen in Deutschland abgebildet. Mit Hilfe der erstellten Modelle wurden für das Bundesland Bayern Aussagen, u.a. über einen kostenoptimalen Kraftwerks-,

Netz- und Speicherausbau oder die Entwicklung von CO2 -Emissionen abgeleitet. Das Gesamtmodell beinhaltet Teilmodelle zur Optimierung (Ermittlung von kostenminimalen Ausbauszenarien), zur Simulation (stochastische Simulation von unterschiedlichen Szenarien mit hoher zeitlicher Auflösung und hoher Detailtiefe) und zur Netzsystemanalyse (quasistationäre AC-Lastflussberechnungen) zur Überprüfung der erforderlichen Netzplanungskriterien und eines sicheren Systembetriebs.

Im Rahmen des vom BMWi geförderten Vorhabens KOSiNeK wird basierend auf den geleisteten Vorarbeiten das elektrische Energieversorgungssystem Deutschlands und seiner europäischen Nachbarstaaten abgebildet. Dies führt zu Modellen von hoher Komplexität. Um dieser Komplexität Rechnung zu tragen, sind neue methodische Ansätze sowie die Weiterentwicklung bestehender Ansätze aus der Mathematik, Informatik und Netzanalyse notwendig, welche zudem iterativ gekoppelt werden. Durch diese iterative Kopplung der Modelle ist es zum einen möglich, technische und wirtschaftliche Aspekte hinsichtlich der Steuerung von Kraftwerken sehr detailliert abzubilden, zum anderen ist es auch möglich, netzregulatorische Vorgaben exakt zu berücksichtigen und somit die Systemsicherheit zu gewährleisten. Darüber hinaus können Energiemärkte einschließlich ihrer regulatorischen Rahmenbedingungen im europäischen Kontext untersucht werden. Durch den flexiblen und komponentenbasierten Modellaufbau können die Einflüsse neuer Marktmechanismen wie z.B. die Aufteilung Deutschlands in Preiszonen oder sich ändernde Börsen- bzw. Fördermechanismen mit einem detaillierten, agentenbasierten Marktmodell studiert werden. Dies ist durch die zu entwickelnden Mehrpunktmodellansätze und die Abbildung einzelner, jeweils optimiert handelnder Marktakteure möglich. Für die integrierte Netzanalyse wird das kontinentaleuropäische Verbundnetz in Form von Netzäquivalenten nachgebildet. Zur Bewertung der Netzausbauszenarien wird ein neuartiger probabilistischer Ansatz entwickelt.

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung beim Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms für das Projekt KOSiNeK (Förderkennzeichen: 03ET4035).

Publikationen

– Steber, David ; Hümmer, Benedikt ; Gürtner, Christian ; German, Reinhard ; Pruckner, Marco: Ein Regionenmodell zur Herleitung der lokalen elektrischen Residuallast und thermischen Last in Deutschland, . In: Kurzfassungsband EnInnov 2018 – 15. Symposium Energieinnovation. Graz, Austria : 2018, S. 330-332.

– Steber, David ; Pruckner, Marco ; Schlund, Jonas ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Including a virtual battery storage into thermal unit commitment . In: Computer Science - Research and Development (2017)

– Thurner, Christoph ; Steber, David ; Seifert, Gaby ; Martin, Alexander ; Pruckner, Marco ; Luther, Matthias ; German, Reinhard: KOSiNeK – Kombinierte Optimierung, Simulation und Netzanalyse des elektrischen Energiesystems Deutschlands im europäischen Kontext – Projektvorstellung und erste Ergebnisse . In: VDI Berichte 2303 – 12. Fachtagung Optimierung in der Energiewirtschaft. Würzburg, Germany : 2017, S. 3-15.

12.4.4 Entwicklung eines Frameworks zur formalen Verifikation und Validierung der virtuellen Absicherung komplexer Fahrzeugsicherheitsfunktionen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
Ibrahim Alagöz, M.Sc.
Dr. Herpel, Thomas
Laufzeit: 1.8.2014–1.8.2017
Mitwirkende Institutionen:
Automotive Safety Technologies GmbH

Integrale Sicherheitsfunktionen leisten schon heute durch die Vernetzung aktiver und passiver Sicherheits- und Assistenzsysteme einen signifikanten Beitrag zum Schutz von Insassen und Verkehrsteilnehmern. Während der Entwicklung dieser komplexen, vernetzten Funktionen kommt besonders der Absicherung gegenüber Systemausfällen und ungewünschten Verhalten eine große Bedeutung zu. Fehlfunktionen, z.B. ein unbegründeter Bremseingriff bei hohen Geschwindigkeiten, können dramatische Auswirkungen haben und sind deswegen entwicklungsseitig angemessen zu berücksichtigen, insbesondere bei der Auswahl der Prüfplätze, der abzusichernden System- und Funktionsanforderungen und der zeitlichen Einplanung der Testläufe im Entwicklungsprozess. Andererseits erhöhen immer kürzere Entwicklungszyklen und steigende Funktionsumfänge den Zeitdruck auf allen Prüfplätzen. Ein Entwicklungszyklus beinhaltet das Modellieren eines Systems und das Spezifizieren seines Testmodells, sowie die Codegenerierung und dessen Validierung sowohl auf dem Entwicklungscomputer als auch auf dem Zielprozessor. Die wesentliche Anforderung an die Validierung ist, dass sie so realitätsnah wie möglich erfolgen muss, so dass das Systemverhalten in Interaktion mit den anderen Steuergeräten eines Fahrzeugs überprüft werden kann. Dazu wird ein HiL-Simulator eingesetzt, welcher die Steuergeräte sowie die Sensoren als auch die Aktuatoren eines Fahrzeuges emuliert, so dass die Absicherung in einer virtuellen Umgebung durchgeführt werden kann. Es soll ein Framework erstellt werden, welches die Absicherung von Sicherheitselektronik in virtuellen Umgebungen mit formalen Methoden verifizieren und validieren soll.

12.4.5 Ganzheitliche Simulation von vernetzter Mobilität im Kontext von Smart Cities

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev
Beteiligte:
Alexander Brummer, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2017–30.9.2020
Förderer:
internes Projekt
Mitwirkende Institutionen:
internes Projekt

Die Möglichkeiten und Herausforderungen der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation bzw. Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation (Vehicle-to-X- bzw. V2X-Kommunikation) werden bereits seit vielen Jahren erforscht. Ein beliebtes Mittel, das bei relativ hoher Detailtreue ausreichend Flexibilität bei den Untersuchungen zulässt, ist die Simulation solcher Netzwerke, welche sowohl den Verkehrs- als auch den Kommunikationsaspekt berücksichtigen muss. Mit dem am Lehrstuhl entwickelten Framework Veins konnten hierbei bereits große Erfolge erzielt werden.

In letzter Zeit zeichnet sich allerdings ein Trend ab, der über die einfache Kommunikation zwischen Fahrzeugen hinaus geht. Unter dem Stichwort vernetzte Mobilität wird die Kommunikation verschiedenster Verkehrsteilnehmer untereinander, aber auch mit Infrastruktur oder gar Gebäuden zusammengefasst, wie sie in naher Zukunft zu erwarten ist. Bei den Verkehrsteilnehmern kann es sich hierbei wie bisher um herkömmliche Autos und Nutzfahrzeuge handeln, aber auch um autonom fahrende Fahrzeuge sowie Fußgänger oder Radfahrer. Vor allem in den sich zu Smart Cities entwickelnden Großstädten werden komplexe Verkehrs- und damit Kommunikationsszenarien zur Regel.

Um die Problemstellungen solcher Situationen bereits heute untersuchen zu können, bedarf es einer Erweiterung der klassischen V2X-Simulation. Neben der Berücksichtigung verschiedenartiger Verkehrsteilnehmer, gilt es auch neue Kanalmodelle zu entwickeln, die den dreidimensionalen Charakter komplexer Szenarien in modernen Smart Cities unter begrenztem Aufwand möglichst realistisch abbilden können. Zur Sicherstellung korrekter Ergebnisse bedarf es dabei entsprechender Feldtests zur Validierung der neuen Simulationsmodelle. Des Weiteren erfordert vor allem die Untersuchung des Einflusses autonomer Fahrzeuge eine Berücksichtigung von Algorithmen aus dem Gebiet der künstlichen Intelligenz (KI). Im Zuge dessen ist es auch denkbar, ähnliche KI-Methoden auf Ebene des Simulationskerns selbst einzusetzen, um beispielsweise den Aufwand bei der Betrachtung komplexer Simulationsszenarien beherrschbarer zu machen.

Publikationen

– Brummer, Alexander ; Djanatliev, Anatoli: Towards the Evaluation of Three-Dimensional Scenarios in VANET Simulation . In: Djanatliev, Anatoli ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; Sommer, Christoph ; Eckhoff, David ; German, Reinhard (Hrsg.) : Proceedings of the 5th GI/ITG KuVS Fachgespräch Inter-Vehicle Communication (FG-IVC 2017). Erlangen, Germany2017, S. 17-21. (Proceedings)

– Eckhoff, David ; Brummer, Alexander ; Sommer, Christoph: On the Impact of Antenna Patterns on VANET Simulation . In: IEEE (Hrsg.) : 8th IEEE Vehicular Networking Conference (VNC 2016). Columbus, OH, USA : IEEE, 2016, S. 1-4.

– Brummer, Alexander ; German, Reinhard ; Djanatliev, Anatoli: On the Necessity of Three-Dimensional Considerations in Vehicular Network Simulation . In: 14th IEEE/IFIP Conference on Wireless On demand Network Systems and Services (WONS 2018). Isola 2000, France : 2018.

12.4.6 GRK 1773 - Teilprojekt B1: Modellunterstützung beim Entwurf, Test und Monitoring von Bildsystemarchitekturen

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
Dr.-Ing. Winfried Dulz
Dipl.-Inf. Anna Deitsch
Dipl.-Inf. Vitali Schneider
Laufzeit: 1.10.2013–30.3.2017
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft
Mitwirkende Institutionen:
Lehrstuhl für Informatik 7

UML2-Modelle sollen zur Erstellung von Anforderungs- und Systemmodellen eingesetzt werden und einen systematischen Entwicklungsprozess ermöglichen, der die Beherrschung der Variantenvielfalt und funktionale wie nicht-funktionaler Anforderungen gewährleistet. Hierbei sollen Konzepte der Profile SysML (Systems Modeling Language) für das Systems Engineering, MARTE (Modeling and Analysis of Real-Time and Embedded Systems) für nicht-funktionale Eigenschaften sowie den Hardware- und Software-Entwurf, UTP (UML Testing Profile) für modellgestütztes Testen und der MDA (Model Driven Architecture) für plattformunabhängige und -abhängige Modelle geeignet kombiniert werden.

12.4.7 Hybride Simulation vernetzter Energiesysteme

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
Dr.-Ing. Peter Bazan
Laufzeit: 1.10.2011–31.12.2021

Der Zubau von erneuerbaren Energieträgern und der wachsende Anteil dezentraler und stark fluktuierender Energieerzeuger stellen moderne Energiesysteme vor komplexe Herausforderungen. Auch Speichersysteme wie KWK-Anlagen mit Wärmespeichern, reine Stromspeicher oder weitere Technologien, spielen eine entscheidende Rolle. Des Weiteren ist Kommunikation zwischen den Erzeugern, Verbrauchern und Speichern sowie die intelligente Steuerung der Stromerzeuger und Verbraucher für die Stabilität und Effizienz des Energiesystems entscheidend. Ziel des Projekts ist die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur umfassenden Analyse der zunehmend auf erneuerbaren Energien basierenden Energiewirtschaft auf der Ebene einzelner Häuser und Hausverbünde. Im Rahmen des Teilprojekts entsteht der Simulationsbaukasten i7-AnyEnergy der die schnelle Entwicklung hybrider Simulationsmodelle vernetzter intelligenter Energiesysteme ermöglicht. Dazu werden Methoden wie die diskrete Ereignissimulation (z.B. für Verbraucher-, Wetter- und Steuermodelle) und System Dynamics Modelle (z.B. für Energie- und Kostenflüsse) in einem Simulationsmodell verbunden. Aus den Basiskomponenten für den Energiebedarf (elektrisch und thermisch), für die Energieerzeugung (z.B. Gasheizung, Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzellen), für erneuerbare Energien (Photovoltaik), für die Energiespeicherung (Batterien, chemische Speicher wie z.B. basierend auf LOHC), sowie für die Steuerung können Hausmodelle erstellt und zu Verbünden mit einem gemeinsamen Wettermodell und einem Kommunikationsnetz gekoppelt

werden.

Publikationen

- Bazan, Peter ; German, Reinhard: Hybrid Simulation Framework for Renewable Energy Generation and Storage Grids . In: MMB & DFT 2014 (Veranst.) : Proceedings of the International Workshop on Demand Modeling and Quantitative Analysis of Future Generation Energy Networks and Energy Efficient Systems (FGENET 2014 Bamberg, Germany 19 March 2014). 2014, S. -.
- Awad, Abdalkarim ; Pruckner, Marco ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: On the Profit Enhancement and State Estimation Services in the Smart Grid . In: IEEE (Veranst.) : Proceedings of the IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT 2014 Washington DC/USA February 19-22, 2014). 2014, S. 1-5.
- Djanatliev, Anatoli ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Partial Paradigm Hiding and Reusability in Hybrid Simulation Modeling Using the Frameworks HealthDS and i7-AnyEnergy . In: A. Tolk ; S. D. Diallo ; I. O. Ryzhov ; L. Yilmaz ; S. Buckley ; J. A. Miller (Hrsg.) : Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference (WSC 2014 Savannah, GA USA Dezember 2014). 2014, S. 1723-1734.
- Awad, Abdalkarim ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: SGsim: a Simulation Framework for Smart Grid Applications . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of the IEEE International Energy Conference (ENERGYCON 2014). Dubrovnik, Croatia : 2014, S. 730-736.
- Bazan, Peter ; German, Reinhard: Hybride Simulation eines Hauses mit Photovoltaikanlage und Batteriespeicher . In: OTTI (Veranst.) : 28. Symposium Photovoltaische Solarenergie (28. Symposium Photovoltaische Solarenergie Bad Staffelstein, Germany 2013). 2013, S. -.
- Awad, Abdalkarim ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Profit Enhancement Through Optimized Operation of Photovoltaic Systems with Elastic Demand . In: IEEE PES APPEEC 2013 (Veranst.) : IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference 2013 (IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference 2013 Hong Kong 8-11 December 2013). 2013, S. 1-6.
- Awad, Abdalkarim ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Abstract-Based Methodology for Modeling and Simulation of Smart Grid Components . In: EMS (Veranst.) : Proceedings of the UKSim 6th European Symposium on Computer Modeling and Simulation (EMS 2012 Malta November 2012). 2012, S. 305-310.
- Awad, Abdalkarim ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Exploiting Day-Ahead Electricity Price for Maximized Profit of Photovoltaic Systems . In: IEEE (Veranst.) : IEEE International Conference on Smart Grid Technology, Economics and Policies (SG-TEP 2012) (SG-TEP 2012 Nürnberg 3.-4. Dezember 2012). 2012, S. 1-4.
- Bazan, Peter ; German, Reinhard: Hybrid Simulation of Renewable Energy Generation and Storage Grids . In: Laroque, C. ; Himmelspach, J. ; Pasupathy, R. ; Rose, O. ; Uhrmacher, A. M. (Hrsg.) : Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (2012 Winter Simulation Conference Berlin Dezember 2012). 2012, S. -.

– Pruckner, Marco ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Towards a simulation model of the Bavarian electrical energy system . In: INFORMATIK 2012 (Veranst.) : INFORMATIK 2012, Smart Grid Wshp. (INFORMATIK 2012 Braunschweig 16.-21.09.2012). 2012, S. -.

– Bazan, Peter ; Luchscheider, Philipp ; German, Reinhard: Rapid Modeling and Simulation of Hybrid Energy Networks . In: Proceedings of the 2015 SmartER Europe Conference. Essen, Germany : 2015.

– Luchscheider, Philipp ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Zeitlich hochaufgelöste Simulation von Solarstrahlung zur Bewertung von Smart Grids . In: 29. Symposium Photovoltaische Solarenergie (PVSE 2014). Bad Staffelstein, Germany : 2014.

– Bazan, Peter ; Pruckner, Marco ; Steber, David ; German, Reinhard: Hierarchical Simulation of the German Energy System and Houses with PV and Storage Systems . In: D.A.CH. Energieinformatik 2015. Karlsruhe, Germany : 2015.

– Awad, Abdalkarim ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Privacy Aware Demand Response and Smart Metering . In: Proceedings of the IEEE 81st Vehicular Technology Conference: VTC2015-Spring, First International Workshop on Integrating Communications, Control, Computing Technologies for Smart Grid (ICT4SG). Glasgow, Scotland : 2015, S. 1-15.

– Steber, David ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: SWARM - Increasing Households' Internal PV Consumption and Offering Primary Control Power with Distributed Batteries . In: Lecture Notes in Computer Science (LNCS). Karlsruhe, Germany : 2015.

– Bazan, Peter: Hybrid Simulation of Smart Energy Systems . Erlangen-Nürnberg, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg (FAU), Diss., 2017

12.4.8 Hybrides Co-Simulations Framework

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev
Beteiligte:
Moritz Gütlein, M. Sc.
Laufzeit: 1.11.2017–31.10.2020
Förderer:
internes Projekt
Mitwirkende Institutionen:
internes Projekt

Simulation ist ein adäquates Mittel, welches erlaubt neuartige Technologien und Algorithmen zu untersuchen, zu evaluieren und zu validieren. Um zu realistischen Ergebnissen zu gelangen, ist es erforderlich diverse Herausforderungen zu meistern. Eine dieser Herausforderungen stellt die Durchführbarkeit der Berechnung von ganzheitlichen Simulationszenarien dar. Dies gilt vor allem, wenn Szenarien betrachtet werden sollen, die beispielsweise eine ganze Stadt, oder gar ein ganzes Land modellieren. Neben Betrachtungen der Performanz, bedarf die angemessene Modellierung von Szenarien der echten Welt meist der Kombination verschiedener Simulationswerkzeuge. Oft stammen die

kombinierten Werkzeuge aus verschiedenen Domänen. Das führt dazu, dass ihre Kombination im Allgemeinen auch die Verbindung unterschiedlicher Modellierungsparadigmen erfordert. Zwei weitere Herausforderungen stellen die Zeitsynchronisation beteiligter Tools und der Datenaustausch zwischen den Tools dar.

Um diese Problemstellungen zu lösen, wird im Rahmen dieses Projekts ein hybrides Co-Simulations Framework entwickelt. Das Framework nutzt eine Implementierung der High Level Architecture (HLA, IEEE1516) als Middleware und erlaubt die dynamische Komposition eines Simulations-Setups, welches den bestehenden Anforderungen entspricht. Die Komposition erfolgt in zwei Dimensionen. In einer vertikalen Dimension gestattet Multi-Level Unterstützung die Simulation zu verschiedenen Detailgraden. Dies erfolgt je nach Anforderungen bezüglich Performanz, bestehender Datengrundlage und den formulierten Fragestellungen. In einer horizontalen Dimension erfolgt die Modellierung der domänenübergreifenden Kopplung von Simulationswerkzeugen. Der Fokus auf Erweiterbarkeit stellt sicher, dass die nachträgliche Eingliederung benötigter Simulationstools in das Framework ermöglicht wird.

12.4.9 Kommunikation in Energieinformationsnetzen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Dr.-Ing. Kai-Steffen Jens Hielscher
Beteiligte:
Lorenz Ammon, M. Sc.
Beginn: 1.4.2017

Das elektrische Energienetz befindet sich durch Digitalisierung und Integration dezentraler Energiequellen im Wandel. Die Durchdringung und informationstechnische Vernetzung mit Sensorik und Aktorik lassen komplexe virtuelle Steuerungssysteme entstehen.

Liegt dem ein leistungsfähiges Kommunikationsnetz zugrunde, können innovative Dienste und Anwendungen eine ökologische, ökonomische, stabile und hochwertige Energieversorgung ermöglichen. Die vielfältigen, teils echtzeitkritischen, Anforderungen und Verkehrsmuster der gegebenenfalls großräumig verteilten Anwendungen stellen dabei eine besondere Herausforderung dar.

Untersuchungsgegenstand dieses Forschungsprojekts ist der Ersatz proprietärer Lösungen durch ein programmierbares Kommunikationsnetz mit Standardkomponenten. Diese ermöglichen einen wirtschaftlichen Betrieb und hohe Kompatibilität, individuellen Anforderungen werden durch Software erfüllt. Übergeordnetes Ziel ist dabei, die Infrastruktur der Energie- und Kommunikationsnetze gleichermaßen optimal zu nutzen und Überdimensionierung zu minimieren.

12.4.10 Modellierung des Fahrerverhaltens zur Provokation von kritischen oder atypischen Simulationsszenarien für Hochautomatisierte Fahrfunktionen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev
Dipl.-Ing. Hoffmann, Peter
Beteiligte:
Huber, Bernd M.Sc.
Laufzeit: 1.12.2016–1.12.2019
Förderer:
Audi AG
Mitwirkende Institutionen:
Audi AG
AARU (Audi Accident Research Unit)

In zukünftigen Mobilitätslösungen für den Individualverkehr gewinnt die Automatisierung der Fahraufgabe immer stärker an Bedeutung. Dies kann einerseits auf wirtschaftliche Gründe zurückgeführt werden. So lassen sich durch hochautomatisierte Fahrfunktionen verschiedene Anwendungsfälle ableiten, wodurch der Markt entsprechend wächst. Andererseits soll durch den erhöhten Automatisierungsgrad die Sicherheit im Straßenverkehr steigen. Verschiedene Statistiken zeigen, dass in über 90 % der Fälle menschliches Versagen als Unfallursache gilt. Um die Anzahl an Unfällen im Straßenverkehr weiter zu reduzieren, soll dem Menschen die Fahraufgabe abgenommen werden. Im Vergleich zu Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) ist das Testen und Freigeben hochautomatisierter Fahrfunktionen komplexer und der Testaufwand deutlich erhöht. Mit wachsendem Automatisierungsrad werden die zu beherrschenden Situationen vielfältiger und komplexer. Zudem werden die Funktionen im offenen Verkehrsraum ausgeführt, sodass die Systeme unzählige Situationen mit anderen Verkehrsteilnehmern bewältigen müssen. Das Absichern und Freigeben hochautomatisierter Fahrfunktionen stellt für die Automobilhersteller große Herausforderungen dar. Das Erproben derartiger Systeme ist ohne unterstützende Tests in einer virtuellen Umgebung aufgrund wirtschaftlicher Betrachtungen, technologischer Restriktionen oder aus Sicherheitsgründen nicht umsetzbar. Daher werden für die sinnvolle Anwendung von Verkehrssimulationen neue Konzepte benötigt.

Unter Anwendung einer Verkehrssimulation sollen Situationen generiert und identifiziert werden, unter welchen die hochautomatisierte Fahrfunktion nicht ordnungsgemäß funktioniert. Dabei soll die Funktion in der virtuellen Welt in Unfall- oder Beinaheunfall-Situationen gebracht werden, welche physikalisch möglich sind. Aus diesem Grund soll in der Simulation nicht explizit realistischer Verkehr modelliert werden, bei dem es selten zu Unfall- oder Beinaheunfall-Situationen kommt. Vielmehr sollen vermehrt Situationen generiert werden, welche zu Unfällen führen können. Dies soll durch die Modellierung eines Fehlermodells für Fahrerverhaltensmodelle erreicht werden. Ziel ist hierbei, auf Basis von Unfalluntersuchungen der AARU, dem simulierten Fahrer in der virtuellen Welt ähnliche Fehlerverhaltensweisen beizubringen wie sie der reale Mensch im Straßenverkehr besitzt.

Publikationen

– Huber, Bernd ; Sippl, Christoph ; Djanatliev, Anatoli ; German, Reinhard: Improving virtual development and validation of ADAS and fully automated vehicles . In: DSC 2017 (Veranst.) : Proceedings of the Driving Simulation Conference 2017 EuropeVR

(Driving Simulation Conference 2017 EuropeVR Stuttgart, Germany 06.-08.09.2017). 2017, S. ???.

– Ammon, Lorenz ; Huber, Bernd ; Hübler, Florian ; Berndt, Rüdiger ; Schellenberg, Sebastian ; Schneider, Vitali: An Energy Demand Model for the Microscopic Simulation of Plug-In-Hybrid Vehicles . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of the 2016 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC 2016) (2016 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo Michigan 27.-29.06.2016). 2016, S. -.

12.4.11 Modellunterstützung beim Entwurf, Test und Monitoring von Bildsystemarchitekturen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Anna Deitsch
Dipl.-Inf. Vitali Schneider
Laufzeit: 1.10.2012–31.3.2017
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft

UML2-Modelle sollen zur Erstellung von Anforderungs- und Systemmodellen eingesetzt werden und einen systematischen Entwicklungsprozess ermöglichen, der die Beherrschung der Variantenvielfalt und funktionaler wie nicht-funktionaler Anforderungen gewährleistet. Hierbei sollen Konzepte der Profile SysML (Systems Modeling Language) für das Systems Engineering, MARTE (Modeling and Analysis of Real-Time and Embedded Systems) für nicht-funktionale Eigenschaften sowie den Hardware- und Software-Entwurf, UTP (UML Testing Profile) für modellgestütztes Testen und der MDA (Model Driven Architecture) für plattformunabhängige und -abhängige Modelle geeignet kombiniert werden.

Publikationen

– Schneider, Vitali ; Deitsch, Anna ; Dulz, Winfried ; German, Reinhard: How to Avoid Model Interferences for Test-driven Agile Simulation based on Standardized UML Profiles . In: 2014 Spring Simulation Multi-Conference (SpringSim '14) (Veranst.) : Proceedings of the Symposium on Theory of Modeling and Simulation (Symposium on Theory of Modeling and Simulation Tampa (Florida) 13.-16. April 2014). 2014, S. -.

– Deitsch, Anna ; Schneider, Vitali ; Dulz, Winfried ; German, Reinhard: Test-Driven Agile Simulation for Design of Image Processing Systems . In: IARIA (Veranst.) : Proceedings of 16th International Congerence on Advances in System Testing and Validation Lifecycle (Proceedings of 16th International Congerence on Advances in System Testing and Validation Lifecycle (VALID 14) Nice, France October 2014). 2014, S. -.

– Deitsch, Anna ; Schneider, Vitali ; Kane, Jennifer ; Dulz, Winfried ; German, Reinhard: Towards an Efficient High-Level Modeling of Heterogeneous Image Processing

Systems . In: Proceedings of the Symposium on Theory of Modeling & Simulation - DEVS Integrative (DEVS '16). Pasadena, CA, USA : 2016.

– Schneider, Vitali ; Yupatova, Anna ; Dulz, Winfried ; German, Reinhard: Merging OMG Standards in a General Modeling, Transformation, and Simulation Framework . In: Proceedings of the 8th International Conference on Simulation Tools and Techniques. Athens, GreeceICST, Brussels, Belgium, Belgium : 2015, S. 299-301. (SIMUTools '15) - ISBN 978-1-63190-079-2

12.4.12 Multi Battery Systems - Hybrid and New Storage Simulation Tool

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
Paul Dicke, M.Sc.
Laufzeit: 1.5.2017–30.4.2020
Förderer:
Siemens AG

Mit dem Ausbau stark fluktuierender Erneuerbarer Energien, der Einführung elektrischer Fahrzeuge oder der Sicherstellung suffizienter Energieversorgung portabler Elektronik gewinnen elektrochemische Batteriesysteme jedweder Art und deren Dimensionierung eine immer größere Bedeutung in vielen Bereichen des alltäglichen Lebens. Für eine kosten- und zeiteffiziente Analyse zur Systemauslegung und Projektplanung ist der Einsatz leistungsfähiger Modelle unabdingbar, welche das Verhalten dieser Batteriesysteme simulieren. Im Projekt "Multi Battery Systems – Hybrid and New Storage Simulation Tool" im Rahmen des FAU Campus – Future Energy Systems (FES) entwirft der Lehrstuhl für Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme) detaillierte Simulationsmodelle verschiedener elektrochemischer Batteriespeicher. Ziel des Projekts, das in Kooperation mit der Siemens AG Erlangen durchgeführt wird, ist neben der Abbildung geläufiger Speichertechnologien, wie Lithium-Ionen- und Blei-Batterien, auch die Betrachtung von Systemen der Post-Lithium Generation, also beispielsweise von Redox-Flow-Batterien oder Thermalbatterien. Die entworfenen Simulationsmodelle erweitern auf diese Weise auch die modulare Modell-Bibliothek der Software i7-AnyEnergy, um künftig noch differenziertere Analysen verschiedener Speicherszenarien zu ermöglichen.

Publikationen

– Schlund, Jonas ; Betzin, Christopher ; Wolfschmidt, Holger ; Veerashekar, Kishan ; Luther, Matthias: Investigation, modeling and simulation of redox-flow, lithium-ion and lead-acid battery systems for home storage applications . In: EUROSOLAR ; the World Council for Renewable Energy (WCRE) (Hrsg.) : Proceedings of the 11th International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2017). 2017.

12.4.13 Network Calculus and Optimization

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Dr.-Ing. Kai-Steffen Jens Hielscher
Beginn: 1.3.2004

Network Calculus (NC) ist ein systemtheoretischer Ansatz zur deterministischen Leistungsanalyse. Dabei kommen mathematische Methoden zum Einsatz, um Leistungsgarantien für Kommunikationssystemen bestimmen zu können. Die Methode kann sowohl in der Planungsphase für zukünftige Systeme als auch bei der Analyse bestehender Systeme eingesetzt werden. In Echtzeitsystemen spielt die Rechtzeitigkeit bestimmter Ereignisse eine entscheidende Rolle. Daher ist es wichtig, die Ergebnisse klassischer Leistungsanalyse, die stochastische Erwartungswerte wie etwa Mittelwerte liefert, durch mathematische Methoden zu ergänzen, die garantierte Schranken für Worst-Case-Szenarien liefern können. Network Calculus ermöglicht die Bestimmung von oberen Grenzen für Ende-zu-Ende-Verzögerungen für einzelne Netzwerkknoten und Folgen von Knoten in einem Netzwerk, Obergrenzen für die benötigten Puffer und Grenzen für den ausgehenden Verkehr. Diese analytischen Grenzen charakterisieren das Verhalten im Worst-Case und erlauben eine korrekte Dimensionierung der Systeme.

Aktuell studieren wir die Grenzen der Anwendbarkeit von Network Calculus für das Multiplexen von Datenströmen, insbesondere, wenn die Aggregation von Strömen nicht nach dem FIFO-Prinzip erfolgt. Die Aggregation von Strömen spielt eine wichtige Rolle, wenn Multiplex-Verfahren modelliert werden. Wir setzen Network Calculus beim Multiplexen an einzelnen Knoten und bei der Hintereinanderschaltung mehrerer Knoten in einem Netzwerk ein.

Wir haben Methoden des Network Calcus erfolgreich in industriellen Anwendungen der internen Fahrzeugkommunikation eingesetzt. Eingebettete Netze in Fahrzeugen müssen harte Echtzeitbedingungen erfüllen. Während TDMA-Verfahren wie in FlexRay die Erfüllung von Grenzen garantieren, erlaubt das stochastische Multiplexen in CAN-Netzen lediglich die Bestimmung von Grenzen für die höchste Priorität. Durch die Anwendung von Network Calculus können wir Grenzen für alle Prioritätsklassen bestimmen, ohne dass wir einen konkreten Kommunikationsablauf vorgeben müssen. Es genügt für die Bestimmung der harten Echtzeitgrenzen, wenn lediglich obere Grenzen für die Menge der an den Knoten ankommenden Daten bekannt sind.

Ein weiteres Einsatzgebiet für Network Calculus ist die industrielle Kommunikation. In der Industrieautomatisierung sind meist auch harte Grenzen für die Ende-zu-Ende-Verzögerung gefordert. Der Einsatz von Ethernet mit unterschiedlichen Prioritätsklassen erlaubt eine kostengünstige Implementierung solcher Fabrikautomatisierungssysteme. Aber ohne strikte Planung der Netze können die geforderten Verzögerungsgrenzen aufgrund des statistischen Multiplexens nicht garantiert werden. Wird Network Calculus bereits in der Planungsphase solcher Netze eingesetzt, können die Netze so dimensioniert werden, dass alle nötigen Grenzen eingehalten werden können. Neben den Verzögerungszeiten können auch die benötigten Puffergrößen in Knoten wie etwa in Industrial Ethernet Switches begrenzt werden. Aktuell fordern einige Anwender von Industieautomatisierungslösungen die einfache Integration von nicht echtzeitfähigen Komponenten in bestehende Netze, sei es von IP-Kameras oder von Bedienterminals. Ohne zusätzliche Analysen kann der Verkehr der zusätzlichen Geräte die Echtzeitkommunikation derart stören, dass bestehende Grenzen für die Verzögerung und den Puffer von Echtzeitverkehr nicht mehr eingehalten werden können. Durch Berücksichtigung des Nicht-Echzeitverkehrs in Network Calculus und durch Verkehrsformung dieser Datenströme

können die Netze so dimensioniert werden, dass die Grenzen weiterhin eingehalten werden. Aktuell werden Netwok-Calculus-Berechnungen in ein bestehendes automatisiertes Netzwerkplanungswerkzeug integriert.

Publikationen

– Herpel, Thomas ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; Klehmet, Ulrich ; German, Reinhard: Stochastic and deterministic performance evaluation of automotive CAN communication . In: Computer Networks 53 (2009), S. 1171-1185.

– Klehmet, Ulrich ; Herpel, Thomas ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; German, Reinhard: Real-Time Guarantees for CAN Traffic . In: n.b. (Hrsg.) : 2008 IEEE 67th Vehicular Technology Conference (VTC2008-Spring Marina Bay, Singapore 11 - 14 May 2008). Piscataway, N.J. : IEEE Conference eXpress Publishing, 2008, S. 3037-3041. - ISBN 978-1-4244-1645-5

– Klehmet, Ulrich ; Herpel, Thomas ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; German, Reinhard: Delay Bounds for CAN Communication in Automotive Applications . In: Bause, Falco ; Buchholz, Peter (Hrsg.) : Proc. 14th GI/ITG Conference Measurement, Modelling and Evaluation of Computer and Communication Systems (MMB Dortmund, Germany March 31 - April 2, 2008). Berlin : VDE Verlag GmbH, 2008, S. 157-171. - ISBN 978-3-8007-3090-2

– Klehmet, Ulrich: Analysis of sensor networks in real time . In: Thomas, R.A. (Hrsg.) : 6th Int. Conf. Quality, Reliability, and Maintenance ((QRM 2007) Oxford, UK 22-23 March). UK : Coxmoore Publishing Company, 2007, S. 139-143.

– Klehmet, Ulrich ; Herpel, Thomas ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; German, Reinhard: Worst Case Analysis for Multiple Priorities in Bitwise Arbitration . In: Wolfinger, Bernd ; Heidtmann, Klaus (Hrsg.) : GI/ITG-Workshop MMBnet: Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen ((GI/ITG-Workshop MMBnet) Hamburg, Germany 13.-14. September). 2007, S. 27-35.

– Klehmet, Ulrich: Introduction to Network Calculus . In: Al-Begain, Khalid ; Bolch, Gunter ; Telek, Miklos (Hrsg.) : Proc. 12th Int. Conf. on Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications (ASMTA 2005 Riga, Latvia June 1-4, 2005). 2005, S. 89.

– Klehmet, Ulrich ; Hielscher, Kai-Steffen Jens: Different Scenarios of Concatenation at Aggregate Scheduling of Multiple Nodes . In: ICNS (Hrsg.) : ICNS 2013: The Ninth International Conference on Networking and Services (The Ninth International Conference on Networking and Services Lisbon, Portugal 24.-29.März 2013). 2013, S. -.

– Kerschbaum, Sven ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; Klehmet, Ulrich ; German, Reinhard: Network Calculus: Application to an Industrial Automation Network . In: MMB & DFT 2012 (Veranst.) : MMB & DFT 2012 Workshop Proceedings (MMB & DFT 2012 Kaiserslautern 19.-21. 03.2012). Bd. 388/12. 2012, S. -.

– Klehmet, Ulrich ; Hielscher, Kai-Steffen Jens: Strictness of Rate-Latency Service Curves . In: ICETE 2012 (Veranst.) : Proc. of International Conference on Data Communication Networking (International Conference on Data Communication Networking Rom 24.-27. July 2012). 2012, S. -.

– Hielscher, Kai-Steffen Jens: Industrial Application of Network Calculus . In: Ciucu, Florin ; Fidler, Markus ; Liebeherr, Jörg ; Schmitt, Jens (Veranst.) : Network Calculus (Dagstuhl Seminar 15112) (Network Calculus (Dagstuhl Seminar 15112) Dagstuhl, Germany March 8-11, 2015). Schloss Dagstuhl, Wadern, Germany : Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2015, S. 72-73. (Dagstuhl Reports Bd. 5, Nr. 3)

– Klehmet, Ulrich ; Hielscher, Kai-Steffen Jens: Problems of Strict and Non-strict Service Curves in Connection with Aggregate Scheduling . Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität. 2015. - Interner Bericht. 33 Seiten (Technischer Report)

– Klehmet, Ulrich ; Berndt, Rüdiger: Worst Case Modeling of Aggregate Scheduling by Network Calculus . In: 14th International Conference on Networks (ICN 2015). Barcelona, Spain : 2015.

– Klehmet, Ulrich ; Hielscher, Kai-Steffen Jens: Strictness of Rate-Latency Service Curves . In: 2nd Workshop on Network Calculus (WoNeCa-2). Bamberg, Germany : 2014.

12.4.14 Pal-Grid: Ein umfassendes Simulationsframework für das Palästinensische Stromnetz

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
Dr.-Ing. Abdalkarim Awad
Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner
Laufzeit: 1.3.2017–28.2.2019
Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Mitwirkende Institutionen:
The University of Birzeit

Das Hauptziel dieses Kooperationsprojekts ist die Entwicklung eines umfassenden Simulationsframeworks für das palästinensische elektrische Energieversorgungssystem mit einem Fokus auf eine bestimmte Region (z.B. das Westjordanland). Das Simulationsframework soll in der Lage sein, die verschiedenen Aspekte der zukünftigen Energieversorgung zu erfassen.

Die zu entwickelnden Simulationsmodelle werden zwei Abstraktionsebenen beinhalten. Auf der Makroebene soll das palästinensische Energieversorgungssystem in abstrakter Weise nachgebildet werden, um mittels Simulation Aussagen zur Entwicklung des Strombedarfs und der Stromerzeugungsbilanzen tätigen zu können. Auf der feingranularen Mikroebene soll eine detailliertere Modellierung der verschiedenen Komponenten eines Energiesystems erfolgen, so dass auch ICT0x97fähige Anwendungen implementiert werden. Dadurch soll beispielsweise untersucht werden, inwiefern Lastspitzen reduziert werden können.

12.4.15 Simulation und Modellierung verschiedener 5G-Mechanismen im Kontext vernetzter Mobilität

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev
Beteiligte:
Thomas Deinlein, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2017–30.9.2020
Förderer:
internes Projekt
Mitwirkende Institutionen:
internes Projekt

Die Vernetzung von Fahrzeugen mit anderen Verkehrsteilnehmen bzw. der Infrastruktur (Vehicle-to-Everything (V2X)) ist eine der Schlüsseltechnologien für das autonome Fahren und Smart Cities. Der hierfür entwickelte WLAN-Standard IEEE 802.11p ist bereits seit einem Jahrzehnt Schwerpunkt der Forschung. Bislang hat sich diese Kommunikationstechnologie in der Automobilbranche jedoch nicht als Kommunikationsstandard durchsetzen können. Ein möglicher Grund hierfür ist die nicht vorhandene stationäre Infrastruktur (Basisstationen am Straßenrand oder an Ampeln), welche hohe Investitionen erfordern würden.

Viele Automobilhersteller fokussieren ihren Forschungsschwerpunkt deshalb auf Mobilfunktechnoligen der neuesten Generation. Die benötigte Infrastruktur ist aufgrund anderer Mobilfunkteilnehmer flächendeckend vorhanden. Bei LTE wurden bereits Spezifikationen für die direkte Kommunikation zwischen Fahrzeugen sowie die Kommunikation über eine Basisstation verabschiedet. Die neueste Mobilfunkgeneration (5G), welche ab dem Jahr 2020 eingeführt werden soll, berücksichtigt hier von Beginn an Anwendungsfälle und Kriterien für die V2X-Kommunikation. Hierbei sollen bei 5G die Virtualisierung der Mobilfunkkomponenten per Network Slicing in Verbindung mit SDN und NFV eine entscheidende Rolle zur Einhaltung von Dienstgüteparametern gegenüber LTE und WLAN spielen.

Für die Simulation von Szenarien der V2X-Kommunikation per WLAN IEEE 802.11p ist das am Lehrstuhl entwickelte Framework Veins bei zahlreichen Studien eingesetzt worden. Um Vergleiche zwischen WLAN und Mobilfunk per Simulation zu evaluieren, ist eine Weiterentwicklung von Veins um die Mobilfunktechnologien LTE/5G von großem Interesse. Der Fokus liegt hier insbesondere bei Fragestellungen zur Dienstgüte und den angedachten V2X-Anwendungsfällen. Im Rahmen der Dissertation wird das Veins-Framework auf die 5G Technologie erweitert. Der Schwerpunkt liegt hier auf Mechanismen der der unteren Netzwerkschichten (PHY, MAC) und der angedachten Network Slicing Ansätze.

Publikationen

– Deinlein, Thomas ; German, Reinhard ; Djanatliev, Anatoli: Evaluation of Single-Hop Beaconing with Congestion Control in IEEE WAVE and ETSI ITS-G5 . In: German, Reinhard ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; Krieger, Udo R. (Hrsg.) : Measurement, Modelling and Evaluation of Computing Systems. Cham : 2018, S. 273-282. - ISBN 978-3-319-74947-1

12.4.16 Steuerung von Energiesystemen auf Basis selbstlernender Algorithmen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner
Beteiligte:
Niklas Ebell, M.Sc.
Beginn: 16.5.2017

Der weltweite Ausbau dezentraler Kraftwerke, wie beispielsweise Photovoltaik und Windkraft, führt dazu, dass die Erzeugung von elektrischer Energie stark vom fluktuierenden Angebot erneuerbarer Energiequellen abhängt. Im Projekt ”Steuerung von Energiesystemen auf Basis selbstlernender Algorithmen” sollen neue selbstlernende Steuerungsalgorithmen für Energiesysteme untersucht und mit klassischen Steuerungsalgorithmen verglichen werden. Eine in Python programmierte Umgebung soll es ermöglichen mehrere selbstlernende Agenten zu erzeugen und in einer gemeinsamen Umgebung zu simulieren.

In einem weiteren Schritt werden weitere Komponenten wie z.B. Elektroladestationen in die Umgebung integriert werden, um dem Einfluss der Elektromobilität auf elektrische Energiesysteme Rechnung zu tragen.

12.4.17 SWARM (Storage With Amply Redundant Megawatt)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
David Steber, M. Sc.
Jonas Schlund, M. Sc.
Laufzeit: 1.4.2015–31.12.2017
Förderer:
N-ERGIE Aktiengesellschaft
Caterva GmbH
Wirtschaftsministerium Bayern (BayInvent)
Mitwirkende Institutionen:
Lehrstuhl für Wirtschaftsmathematik
Lehrstuhl für Elektrische Energiesysteme

Im Rahmen des Kooperationsprojektes SWARM der N-ERGIE AG und dem Energie Campus Nürnberg (EnCN) beschäftigt sich unter anderem der Lehrstuhl für Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme) mit den Fragestellungen, unter welchen Bedingungen Privathaushalte in innovative Stromspeicher investieren, wie sich diese Speicher auf die Stabilität des Stromnetzes auswirken und welchen ökonomischen Nutzen sie aus Sicht des Netzbetreibers bzw. der Privathaushalte schaffen. Übergeordnetes Ziel der Untersuchungen ist es, Erkenntnisse über vernetzte Speicher zu gewinnen und zu vertiefen.

Das von der Caterva GmbH entwickelte Energiespeichersystem (ESS) mit einer Gesamtleistung von 20 kW und einer Bruttokapazität von 21 kWh richtet sich an Privathaushalte,

die deutlich mehr als die durchschnittlich üblichen 30 Prozent ihres selbst erzeugten PV-Stroms nutzen möchten, da das ESS eine hohe Deckung des individuellen Strombedarfs aus Eigenerzeugung ermöglicht.

Die Innovation des Systems liegt jedoch in seiner zweiten Funktion: Die Energiespeichersysteme können sich zu einem virtuellen Großspeicher vernetzen, der am Primärregelleistungsmarkt teilnimmt und damit eine Stabilisierungsfunktion im Stromnetz übernimmt. Der virtuelle Großspeicher speichert Strom bei einem Überangebot im Netz und speist umgekehrt bei Strombedarf in das Netz ein.

Der Lehrstuhl für Informatik 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme) entwickelt ein Simulationsmodell eines Kleinspeicher-Verbunds. Ziel des Modells ist es, die technischen Auswirkungen der Speicher auf die Netze zu ermitteln, sowie den ökonomischen Nutzen sowohl für die beteiligten Privathaushalte als auch für das gesamte Energiesystem zu identifizieren.

Publikationen

- Bazan, Peter ; Pruckner, Marco ; Steber, David ; German, Reinhard: Hierarchical Simulation of the German Energy System and Houses with PV and Storage Systems . In: D.A.CH. Energieinformatik 2015. Karlsruhe, Germany : 2015.
- Steber, David ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: SWARM - Increasing Households' Internal PV Consumption and Offering Primary Control Power with Distributed Batteries . In: Lecture Notes in Computer Science (LNCS). Karlsruhe, Germany : 2015.
- Schlund, Jonas ; Betzin, Christopher ; Wolfschmidt, Holger ; Veerashekar, Kishan ; Luther, Matthias: Investigation, modeling and simulation of redox-flow, lithium-ion and lead-acid battery systems for home storage applications . In: EUROSOLAR ; the World Council for Renewable Energy (WCRE) (Hrsg.) : Proceedings of the 11th International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2017). 2017.
- Schlund, Jonas ; Steinert, Ronny ; Pruckner, Marco: Coordinating E-Mobility Charging for Frequency Containment Reserve Power Provision . In: Proceedings of the Ninth International Conference on Future Energy Systems. Karlsruhe, Germany-New York, NY, USA : 2018, S. 556-563. (e-Energy '18) - ISBN 978-1-4503-5767-8
- Schlund, Jonas ; German, Reinhard: A control algorithm for a heterogeneous virtual battery storage providing FCR power . In: 2017 IEEE International Conference on Smart Grid and Smart Cities (ICSGSC). 2017, S. 61-66.
- Steber, David ; Pruckner, Marco ; Schlund, Jonas ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Including a virtual battery storage into thermal unit commitment . In: Computer Science - Research and Development (2017)
- Schlund, Jonas ; Steber, David ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: Increasing the efficiency of a virtual battery storage providing frequency containment reserve power by applying a clustering algorithm . In: 2017 IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT-Asia). 2017, S. 1-8.
- Steber, David ; Pruckner, Marco ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: SWARM - Providing 1 MW PCR Power with Residential PV-Battery Energy Storage - Simulation and Empiric Validation . In: 2017 IEEE Manchester PowerTech. 2017.

– German, Reinhard ; Götz, Kornelia ; Grimm, Veronika ; Kufner, Annika ; Leepa, Claudia ; Luther, Matthias ; Mehl, Simon ; Sigert, Ingo ; Steber, David ; Veerashekar, Kishan: Virtueller Großspeicher zur Erbringung von Primärregelleistung – Pilotprojekt SWARM . In: OTTI-Konferenz ”Zukünftige Stromnetze für Erneuerbare Energien”. 2017.

– Steber, David ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: SWARM - Primärregelleistungserbringung mit verteilten Batteriespeichern in Haushalten . In: 14. Symposium Energieinnovation 2016. Graz, Österreich : 2016.

– Steber, David ; Bazan, Peter ; German, Reinhard: SWARM - strategies for providing frequency containment reserve power with a distributed battery storage system . In: 2016 IEEE International Energy Conference (ENERGYCON). 2016, S. 1-6.

– Leepa, Claudia ; Kufner, Annika ; Mehl, Simon ; Steber, David ; Veerashekar, Kishan ; Sigert, Ingo ; Götz, Kornelia ; German, Reinhard ; Grimm, Veronika ; Luther, Matthias: SWARM - Successful Provision of Frequency Containment Reserve with Distibuted Energy Storage Systems . In: 10th International Renewable Energy Storage Conference (IRES 2016). Duesseldorf, Germany : 2016.

12.4.18 Testgetriebene agile Simulation

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Vitali Schneider
Beginn: 1.1.2011

Bei der testgetriebenen agilen Simulation werden Simulation und modellgestütztes Testen so kombiniert, dass beide voneinander profitieren und insgesamt eine neue Vorgehensweise zum System Engineering mit verbesserter Qualitätssicherung entsteht. Hierbei werden System- und benutzungsorientierte Testmodelle (kurz Benutzungsmodelle) parallel und iterativ entwickelt. Der gesamte Ansatz ist basierend auf der UML2 konzipiert.

Systemmodelle werden durch Klassen-, Kompositionsstruktur-, Zustands- und Aktivitätsdiagramme beschrieben und können gemäß des MARTE-Profils (Modeling and Analysis of Real-Time and Embedded Systems); um quantitative Aspekte (z.B. deterministische oder stochastische Ausführungszeiten, Verzweigungswahrscheinlichkeiten) erweitert werden. Ein solches Systemmodell wird in C++ übersetzt und in dem Netzwerksimulator OMNeT++ zur Ausführung gebracht, Ergebnisse werden an die UML-Ebene zurückgeliefert. Aus Sicht der Simulation besteht der Vorteil darin, dass Simulationsmodelle standardkonform entwickelt werden können, statt dem proprietären Format des Simulationswerkzeugs entsprechen zu müssen. Aus Sicht des System Engineerings besteht der Vorteil darin, dass Systemmodelle früh in einer Simulationsumgebung ausgeführt werden können. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass mit dem Systemmodell quantitative Auslegungen mittels Simulation erfolgen können.

Davon unabhängig können Benutzungsmodelle zum Testen beschrieben werden. Es werden Zustands- und Sequenzdiagramme verwendet, die die Benutzung des System oder

von Teilen des Systems beschreiben. Benutzungsmodelle sind keine Systemmodelle und repräsentieren nur mögliche Eingaben und erwartete Ausgaben. Aus dem Benutzungsmodell können mittels verschiedener Strategien Testfälle generiert werden, die dann ebenfalls auf der Ebene des Simulationswerkzeugs OMNeT++ in Verbindung mit dem Systemmodell zur Ausführung gebracht werden können. Aus Sicht des Testens bietet dies den Vorteil, dass Testfälle bereits früh in einer Simulationsumgebung ausgeführt werden können und dass sowohl das Systemmodell als auch das Benutzungsmodell validiert wird und beide iterativ weiterentwickelt werden können. Aus Sicht der Simulation bietet dies den Vorteil, dass eine systematische Methode bereitgestellt wird, die es erlaubt, Simulationsmodelle zu validieren. Ein später aus dem Systemmodell generiertes System besitzt eine höhere Qualitätsstufe, die Testfälle auf Simulationsebene können dann ebenfalls zum Testen des Systems verwendet werden. Dieser Ansatz kann in verschiedenen Vorgehensweisen wie z.B. das V-Modell oder agile Prozesse integriert werden.

Publikationen

- Schneider, Vitali ; Deitsch, Anna ; Dulz, Winfried ; German, Reinhard: Combined Simulation and Testing Based on Standard UML Models . In: Fiondella, Lance ; Puliafito, Antonio (Hrsg.) : Principles of Performance and Reliability Modeling and Evaluation. . : Springer International Publishing AG, 2016, (Springer Series in Reliability Engineering).
- Schneider, Vitali ; Deitsch, Anna ; Dulz, Winfried ; German, Reinhard: How to Avoid Model Interferences for Test-driven Agile Simulation based on Standardized UML Profiles . In: 2014 Spring Simulation Multi-Conference (SpringSim '14) (Veranst.) : Proceedings of the Symposium on Theory of Modeling and Simulation (Symposium on Theory of Modeling and Simulation Tampa (Florida) 13.-16. April 2014). 2014, S. -.
- Deitsch, Anna ; Schneider, Vitali ; Dulz, Winfried ; German, Reinhard: Test-Driven Agile Simulation for Design of Image Processing Systems . In: IARIA (Veranst.) : Proceedings of 16th International Congerence on Advances in System Testing and Validation Lifecycle (Proceedings of 16th International Congerence on Advances in System Testing and Validation Lifecycle (VALID 14) Nice, France October 2014). 2014, S. -.
- Schneider, Vitali ; German, Reinhard: Integration of Test-Driven Agile Simulation Approach in Service-Oriented Tool Environment . In: 2013 Spring Simulation Multi-Conference (SpringSim '13) (Veranst.) : Proceedings of the 46th Annual Simulation Symposium (ANSS '13) (46th Annual Simulation Symposium (ANSS '13) San Diego (CA) April 2013). 2013, S. -.
- Deitsch, Anna ; Schneider, Vitali ; Kane, Jennifer ; Dulz, Winfried ; German, Reinhard: Towards an Efficient High-Level Modeling of Heterogeneous Image Processing Systems . In: Proceedings of the Symposium on Theory of Modeling & Simulation - DEVS Integrative (DEVS '16). Pasadena, CA, USA : 2016.
- Schneider, Vitali ; Yupatova, Anna ; Dulz, Winfried ; German, Reinhard: Merging OMG Standards in a General Modeling, Transformation, and Simulation Framework . In: Proceedings of the 8th International Conference on Simulation Tools and Techniques. Athens, GreeceICST, Brussels, Belgium, Belgium : 2015, S. 299-301. (SIMUTools '15) - ISBN 978-1-63190-079-2

12.4.19 Transparent Multichannel IPv6 (TMC-IPv6)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Dr.-Ing. Kai-Steffen Jens Hielscher
Beteiligte:
Jörg Deutschmann, M.Sc.
Laufzeit: 1.4.2017–31.3.2020
Förderer:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Mitwirkende Institutionen:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
SIS Services IT Solutions GmbH

Satellite communication is a way to provide broadband internet access all over the world. However, with geostationary satellites the propagation delay leads to very high delays in the magnitude of several hundred milliseconds. In order to improve the interactivity and responsiveness of communication systems, utilizing a second communication link can be highly beneficial.

The Transparent Multichannel IPv6 (TMC-IPv6) Project aims to combine the advantages of multiple heterogeneous communication links. An illustrative example is the combination of a rural DSL connection with low data rate/low latency and a satellite connection with high data rate but high latency, which results in a user's internet access with high data rate and low latency providing a better Quality of Experience (QoE).

Satellite-based internet access from different operators is provided by our project partners in order to experience realistic satellite communication environment and test potential solutions. The outdoor unit (parabolic antenna) is mounted on the roof of the Wolfgang-Händler-Hochhaus.

12.4.20 Veins - Simulation von Fahrzeugnetzen (Fortsetzung)

Projektleitung:
Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev
Beteiligte:
Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Alexander Brummer, M. Sc.
Beginn: 1.9.2009
Förderer:
Internal Project
Mitwirkende Institutionen:
Informatik 7, Univ. Erlangen-Nürnberg

Die am Lehrstuhl entwickelte Simulationsumgebung Veins, welche Straßenverkehrssimulation mit Netzwerksimulation koppelt, ist weltweit verbreitet und stellt ein mächtiges Werkzeug zur realistischen Untersuchung von Fahrzeugnetzen dar. Die Entwicklung und Verbesserung von Simulationsmodellen um die Aussagekraft von Simulationen noch

weiter zu erhöhen, ist ein ständiger Schwerpunkt meiner Forschung. Es geht hier besonders um die Entwicklung realistischer MAC- und PHY-Layer-Modelle, um gewollte und ungewollte Effekte diverser Kanalzugriffsmechanismen in einer Simulationsumgebung zu entdecken und zu bewerten. Doch auch Fragestellung im Bereich der Verkehrssicherheit oder Verkehrsflussoptimierung können in diesem Kontext beantwortet werden.

Publikationen

- Sommer, Christoph ; Eckhoff, David ; Dressler, Falko: IVC in Cities: Signal Attenuation by Buildings and How Parked Cars Can Improve the Situation . In: IEEE Transactions on Mobile Computing 13 (2014), Nr. 8, S. 1733-1745
- Eckhoff, David ; Sofra, Nikoletta ; German, Reinhard: A Performance Study of Cooperative Awareness in ETSI ITS G5 and IEEE WAVE . In: 10th IEEE/IFIP Conference on Wireless On demand Network Systems and Services (WONS 2013). Banff, Canada : 2013, S. 196-200.
- Eckhoff, David ; Sommer, Christoph ; Dressler, Falko: On the Necessity of Accurate IEEE 802.11p Models for IVC Protocol Simulation . In: 75th IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2012-Spring). Yokohama, Japan : 2012, S. 1-5.
- Eckhoff, David ; Sommer, Christoph: A Multi-Channel IEEE 1609.4 and 802.11p EDCA Model for the Veins Framework . In: 5th ACM/ICST International Conference on Simulation Tools and Techniques for Communications, Networks and Systems (SIMUTools 2012): 5th ACM/ICST International Workshop on OMNeT++ (OMNeT++ 2012), Poster Session. Desenzano, Italy : 2012.
- Eckhoff, David ; Sommer, Christoph ; German, Reinhard ; Dressler, Falko: Cooperative Awareness At Low Vehicle Densities: How Parked Cars Can Help See Through Buildings . In: IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM 2011). Houston, TX : 2011.
- Eckhoff, David ; Gansen, Tobias ; Mänz, Robert ; Thum, Daniela ; Klages, Oliver ; Sommer, Christoph: Simulative Performance Evaluation of the simTD Self Organizing Traffic Information System . In: 10th IFIP/IEEE Annual Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop (Med-Hoc-Net 2011). Favignana Island, Sicily, Italy : 2011, S. 79-86.
- Eckhoff, David ; Sommer, Christoph: Simulative Performance Evaluation of Vehicular Networks . In: Chen, Wai (Hrsg.) : Vehicular Communications and Networks: Architectures, Protocols, Operation and Deployment. London : Elsevier/Woodhead Publishing, 2015, S. 255-274. - ISBN 9781782422112
- Bloessl, Bastian ; Sommer, Christoph ; Dressler, Falko ; Eckhoff, David: The Scrambler Attack: A Robust Physical Layer Attack on Location Privacy in Vehicular Networks . In: 4th IEEE International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC 2015), CNC Workshop. Anaheim, CA : 2015, S. 395-400.
- Bodenheimer, Robert ; Brauer, Alexej ; Eckhoff, David ; German, Reinhard: Enabling GLOSA for Adaptive Traffic Lights . In: 6th IEEE Vehicular Networking Conference (VNC 2014). Paderborn, Germany : 2014, S. 167-174.

12.5 Studien- und Abschlussarbeiten

- Projektarbeit: Modellierung eines Schwungradspeichers und Integration in die Simulation dezentraler Energiesysteme. Bearbeiter: Jakob Hübler (beendet am 28.2.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner; David Steber, M. Sc.
- Master Thesis: Ein Smart Metering-Labor nach MsbG und BSI TR-03109 zur Untersuchung von Dienstgüteparametern. Bearbeiter: Lorenz Ammon (beendet am 27.03.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Kai-Steffen Jens Hielscher
- Master Thesis: Testmanagement-Anwendung zur zentralisierten Testergebnisverarbeitung. Bearbeiter: Christian Meyer (beendet am 31.3.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Kai-Steffen Jens Hielscher
- Master Thesis: Simulationsgestützte Untersuchung und Optimierung von Ladevorgängen für Elektrofahrzeuge im Smart Grid. Bearbeiter: Florian Zeiner (beendet am 16.5.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner
- Bachelor Thesis: Smart Home - Datenerfassung mit Homematic-Steckdosen. Bearbeiter: Marcel Dünkel (beendet am 19.5.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Kai-Steffen Jens Hielscher
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Ausführbare Integrationstests im Rahmen von Test-getriebenen Agilen Simulation. Bearbeiter: Wladislaw Dvorkin (beendet am 31.05.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Vitali Schneider
- Master Thesis: Power Line Communication (PLC) S imulation M odel in OMNeT++. Bearbeiter: Ning Yan (beendet am 24.7.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Kai-Steffen Jens Hielscher
- Master Thesis: Anreicherung von Bewegungsdaten durch Makro- und Mikrosimulation. Bearbeiter: Thure Beyer (beendet am 10.08.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Reinhard German; Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev
- Master Thesis: Effektive Experimentplanung und automatisierte Optimierung im Kontext modellgetriebener Simulation. Bearbeiter: Marc Ammon (beendet am 2.10.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Vitali Schneider
- Bachelor Thesis: Der LMN-Protokolltstapel im intelligenten Messsystem gemäß BSI TR-03109. Bearbeiter: Yusuf Cemal Aran (beendet am 16.10.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Reinhard German; Lorenz Ammon, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Ein Letztverbraucherdisplay für das HAN im intelligenten Messsystem gemäß BSI TR-03109. Bearbeiter: Alexander Mahler (beendet am 17.10.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Reinhard German; Lorenz Ammon, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Simulativer Vergleich verschiedener Batteriespeicher-Konzepte zur Eigenverbrauchserhöhung und Regelleistungserbringung im virtuellen Speicherverbund. Bearbeiter: Linh Sam Truong (beendet am 23.11.2017); Betreuer: Jonas Schlund, M. Sc.
- Master Thesis: IT-Sicherheitskonzept für ein Querverbundunternehmen unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an die Bereiche ÖPNV, Strom- und Wasserversorgung. Bearbeiter: Rebekka Rupp (beendet am 29.11.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner

– Master Thesis: Mitschwimmassistent. Bearbeiter: Michael Gunselmann (beendet am 30.11.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Kai-Steffen Jens Hielscher; Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

– Master Thesis: Herleitung des Einsatzes regionaler KWK-Anlagen zur Deckung der lokalen thermischen Last und Ableitung der resultierenden elektrischen Must-Run-Leistung. Bearbeiter: Benedikt Hümmer (beendet am 1.12.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Marco Pruckner

– Master Thesis: Developmentof a SOME/IP based middleware extension for intelligent automotive applications. Bearbeiter: Julian Vogel (beendet am 31.12.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev

13 Lehrstuhl für Informatik 8 (Theoretische Informatik)

Leitung:
Prof. Dr. Lutz Schröder
Wiss. Mitarbeiter:
Ulrich Dorsch
Dr. Sergey Goncharov
Daniel Hausmann
Dr. Tadeusz Litak
PD Dr. Stefan Milius
Miriam Polzer
Christoph Rauch
Fatemeh Seifan, M. Sc.
Henning Urbat, M.A.
Paul Wild
Thorsten Wißmann

Der Lehrstuhl Informatik 8 repräsentiert Themen aus dem Bereich Logik in der Informatik in Lehre und Forschung.

13.1 Forschungsschwerpunkte

Forschungsschwerpunkte sind im einzelnen

- Logikbasierte Wissensrepräsentation
- Softwarespezifikation und -verifikation
- Modallogik in der Informatik, insbesondere koalgebraische Logik
- Programmlogiken und Semantik von Programmiersprachen, insbesondere monadische Programmierung und Semantik von Iteration und Rekursion
- Koalgebraische Semantik nebenläufiger Systeme

13.2 Forschungsprojekte

13.2.1 Generische algorithmische Verfahren und Komplexitätsschranken für Modallogik auf koalgebraischer Basis

Projektleitung:
Prof. Dr. Lutz Schröder

Beteiligte:

Laufzeit: 01.05.2008 – 30.09.2016
Laufzeitverlängerung bis: 31.08.2019

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Modallogiken und verschiedene Erweiterungen der modalen Grundsprache wie z.B. Hybridlogiken, die die logische Behandlung individueller Zustände erlauben, oder Fixpunktlogiken für temporale Spezifikation spielen in der Informatik und insbesondere in Teilgebieten wie der Analyse reaktiver Systeme und der Wissensrepräsentation traditionell eine zentrale Rolle. In neuerer Zeit ist hierbei eine Tendenz zu semantischen Konzepten zu beobachten, die über die klassische relationale Semantik hinausgehen, etwa zu spielbasierten, probabilistischen oder präferentiellen Systemen; hierdurch ergeben sich dann Logiken wie z.B. alternierende Temporallogik, probabilistische Beschreibungslogiken oder nichtmonotone Konditionallogiken, deren Eigenschaften von denen der rein relationalen Modallogik stark abweichen. Die koalgebraische Logik stellt für solche Logiken einen einheitlichen semantischen Rahmen zur Verfügung, der überraschenderweise auch eine einheitliche algorithmische Behandlung und daran anschließend eine einheitliche Komplexitätsanalyse erlaubt. Ziel des aktuellen Projekts ist die Erweiterung und Vertiefung der algorithmischen Grundlagen der koalgebraischen Logik, insbesondere hinsichtlich iterativer Logiken, Fixpunktlogiken, entscheidbarer Fragmente der koalgebraischen Prädikatenlogik und mehrdimensionaler koalgebraischer Logiken. In Verbindung mit generischen heuristischen Optimierungsstrategien entsteht auf diese Weise ein effizientes generisches Deduktionswerkzeug für koalgebraische Temporal- und Beschreibungslogiken.

Publikationen (2017)

– Seifan, F., Schröder, L., & Pattinson, D. (2017). Uniform Interpolation in Coalgebraic Modal Logic. In 7th Conference on Algebra and Coalgebra in Computer Science, CALCO 2017, June 12-16, 2017, Ljubljana, Slovenia (pp. 21:1–21:16).

13.2.2 Probabilistische Beschreibungslogik als Fragment der Probabilistischen Logik Erster Stufe

Projektleitung:
Prof. Dr. Lutz Schröder

Beteiligte:

Beginn: 01.04.2011

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

In vielen Anwendungen von Beschreibungslogik, etwa in bio-medizinischen Ontologien, spielt unsicheres Wissen eine wichtige Rolle. Da jedoch klassische Beschreibungslogiken Fragmente der Logik erster Stufe sind, stellen sie keinerlei Ausdrucksmittel für derartiges Wissen zur Verfügung. Aus diesem Grund besteht seit einiger Zeit großes Interesse an probabilistischen Erweiterungen von Beschreibungslogiken. Die Anwendung existierender Erweiterungen dieser Art erfolgt aber eher zögerlich, da diese entweder aus Sicht der aktuellen Forschung veraltet sind oder aber Wahrscheinlichkeiten und nicht-monotone Aspekte in einer Weise mischen, die in einer schwer verständlichen Semantik resultiert. Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, eine neue Familie von Beschreibungslogiken zu definieren und analysieren, die sich zur wohletablierten probabilistischen Logik erster Stufe in gleicher Weise verhalten wie klassische Beschreibungslogiken zur klassischen Logik erster Stufe. Wie in unserer Vorarbeit demonstriert, erhält man durch dieses Vorgehen eine transparente Semantik, eine nützliche Ausdrucksstärke und gute Berechnungseigenschaften. Ebenso wie für probabilistische Logik erster Stufe wird es Varianten unserer Logik geben, die zur Repräsentation statistischer Wahrscheinlichkeiten geeignet sind, sowie Varianten für subjektive Wahrscheinlichkeiten und für eine Mischung der beiden Arten von Wahrscheinlichkeit. Wir werden ausdrucksstarke Beschreibungslogiken wie SHIQ und SROIQ erweitern, um möglichst ausdrucksstarke (aber noch entscheidbare) probabilistische Beschreibungslogiken zu erhalten. Zusätzlich werden wir, auf der Grundlage ausdrucksschwacher klassischer Beschreibungslogiken wie EL und DL-Lite, probabilistische Beschreibungslogiken identifizieren, die Schlussfolgern in polynomieller Zeit erlauben. Für alle neuen Logiken werden wir die Ausdrucksstärke und die Berechnungskomplexität verschiedener Schlussfolgerungsprobleme (Subsumption, Berechnung von Wahrscheinlichkeiten, Top-k Answers in der Beantwortung von konjunktiven Anfragen) analysieren. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dann auf probabilistische Logiken erster Stufe rückübertragen werden, um dort entscheidbare Fragmente zu identifizieren. Da manche Aspekte unsicheren Wissens (wie etwa der Zusammenhang von statistischen und subjektiven Wahrscheinlichkeiten) inhärent nicht-monoton sind, werden wir auch Erweiterungen der neuen Logiken um nicht-monotone Aspekte studieren. Endergebnis des Projekts ist ein umfassendes Rahmenwerk für die ontologische Repräsentation unsicheren Wissens mit klar verständlicher Semantik und umfassend herausgearbeiteten Berechnungseigenschaften.

Publikationen (2017)

- Dorsch, U., Milius, S., Schröder, L., & Wißmann, T. (2017). Efficient Coalgebraic Partition Refinement. In Meyer R, Nestmann U (Eds.), Proc. 28th International Conference on Concurrency Theory (CONCUR 2017) (pp. 28:1–28:16). Schloss Dagstuhl.
- Wild, P., & Schröder, L. (2017). A Characterization Theorem for a Modal Description Logic. In Proceedings of the Twenty-Sixth International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI 2017, Melbourne, Australia, August 19-25, 2017 (pp. 1304–1310).
- Gorin, D., Meyn, M., Naumann, A., Polzer, M., Rabenstein, U., & Schröder, L. (2017). Ontological Modelling of a Psychiatric Clinical Practice Guideline. In KI 2017: Advances in Artificial Intelligence – 40th Annual German Conference on AI, Dortmund, Germany, September 25-29, 2017, Proceedings (pp. 300–308).
- Gutierreiz-Basulto, V., Jung, J.C., Lutz, C., & Schröder, L. (2017). Probabilistic Description Logics for Subjective Uncertainty. Journal of Artificial Intelligence Research, 58, 1–66. https://dx.doi.org/10.1613/jair.5222
- Evert, S., Heinrich, P., Henselmann, K., Rabenstein, U., Scherr, E., & Schröder, L. (2017). Combining Machine Learning and Semantic Features in the Classification of Corporate Disclosures. In Loukanova R, Liefke K (Eds.), Proceedings of the Workshop on Logic and Algorithms in Computational Linguistics 2017 (LACompLing2017) (pp. 47 – 62). Stockholm, SE: Stockholm: Stockholm University.

13.2.3 Koinduktion und Algebra in der Axiomatisierung von Systemäquivalenz

Projektleitung:
Prof. Dr. Lutz Schröder
PD Dr. habil. Stefan Milius

Beteiligte:
Ulrich Dorsch
Thorsten Wißmann

Laufzeit: 01.10.2014 – 31.07.2018

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Ein wichtiges Problem im Bereich der Spezifikation und Verifikation sowohl sequentieller als auch paralleler Programme ist die Prüfung von Programmäquivalenz. Während Programmäquivalenz im Allgemeinen unentscheidbar ist (z.B. für Turing-vollständige Sprachen), lässt sich Entscheidbarkeit für geeignet abstrahierte Ausdruckssprachen, die nur Teilaspekte des Programmverhaltens beschreiben, wieder herstellen. Ein klassisches

Beispiel hierfür sind reguläre Ausdrücke, die lediglich den Kontrollfluss eines sequentiellen Programms beschreiben und deren Äquivalenz PSPACE-vollständig ist. Für Systeme mit endlichem Zustandsraum gibt es neuerdings generische Verfahren, die ein Ausdruckskalkül mit entscheidbarer Äquivalenz aus dem Systemtyp ableiten; diese liefern z.B. das o.g. Ergebnis für reguläre Sprachen als Spezialfall. Das Ziel von COAX ist die Entwicklung von Ausdruckssprachen, Beweiskalkülen und Algorithmen für die Äquivalenz von Systemen, deren Zustandsraum zwar unendlich, aber finitär ist, d.h. eine endliche algebraische Präsentation hat. Zum Beispiel ist der Zustandsraum eines gewichteten Automaten ein endlich dimensionaler Vektorraum über einem Körper; er ist somit im Allgemeinen unendlich, hat aber eine endliche Präsentation durch seine Basis. Wie schon o.g. Resultate über endliche Systeme werden unsere Arbeiten auf dem Prinzip der universellen Koalgebra basieren, die große Klassen zustandsbasierter Systeme, neben klassischen (nicht)deterministischen Automaten z.B. auch gewichtete, probabilistische und spieltheoretische Systeme, in einer vereinheitlichten Sicht behandelt. Die geplante Entwicklung kombiniert und erweitert verschiedene aktuelle Forschungsrichtungen: Turi und Plotkins mathematische operationelle Semantik; die von Rutten et al. initiierte koalgebraische Vereinheitlichung automatentheoretischer Konstruktionen; die von Pattinson und einem der Antragsteller (Schröder) entwickelte koalgebraische Logik der Prädikatenliftings; Silvas koalgebraische Ausdruckskalküle für Mengenfunktoren; und die von einem der Antragsstellers (Milius) und Koautoren eingeführte generische Semantik finitärer Systeme. Wir werden hierbei über allgemeinen algebraischen Kategorien arbeiten und somit über den bisher üblichen rein mengentheoretischen Ansatz hinausgehen. Damit erhalten wir generische Sprachen und koinduktive Methoden für automatische Äquivalenzbeweise über finitären Systemen mit entsprechend strukturierten Zustandsräumen. Diese generischen Resultate werden für wichtige konkrete Systemtypen instanziiert: arbeitet man z.B. über Halbverbänden, Moduln über Semiringen oder positiv konvexen Algebren, erhält man Verifikationsmethoden für verschiedene Typen nichtdeterministischer, gewichteter bzw. probabilistischer Systeme; über Prägarben oder nominalen Mengen erhält man Sprachen mit Bindungs- und Kommunikationsoperationen für Variablen bzw. Namen, bis hin zum pi-Kalkül.

Publikationen (2017)

– Dorsch, U., Milius, S., Schröder, L., & Wißmann, T. (2017). Efficient Coalgebraic Partition Refinement. In Meyer R, Nestmann U (Eds.), Proc. 28th International Conference on Concurrency Theory (CONCUR 2017) (pp. 28:1–28:16). Schloss Dagstuhl.

– Milius, S. (2017). Proper Functors and their Rational Fixed Point. In Bonchi F, König B (Eds.), Proc. 7th Conference on Algebra and Coalgebra in Computer Science (CALCO'17) (pp. 18:1–18:15). Schloss Dagstuhl.

– Milius, S., & Litak, T.M. (2017). Guard Your Daggers and Traces: Properties of Guarded (Co-)recursion. Fundamenta Informaticae, 150, 407-449. https://dx.doi.org/10.3233/FI-2017-1475

– Adámek, J., & Milius, S. (2017). On Corecursive Algebras for Functors Preserving Coproducts. In Bonchi F, König B (Eds.), Proc. 7th Conference on Algebra and Coalgebra in Computer Science (CALCO'17) (pp. 3:1–3:15). Schloss Dagstuhl.

– Urbat, H., Adámek, J., Chen, L.-T., & Milius, S. (2017). Eilenberg Theorems for Free. In G. Larsen K, L. Bodlaender H, Raskin J (Eds.), Proc. 42nd International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS 2017) (pp. 43:1-43:14). Schloss Dagstuhl.

– Schröder, L., Kozen, D., Milius, S., & Wißmann, T. (2017). Nominal Automata with Name binding. In Esparza Javier, Murawski Andrzej (Eds.), Proceedings of the 20th International Conference on Foundations of Software Science and Computation Structures (FoSSaCS 2017). Uppsala, SE: Springer.

13.2.4 A High Level Language for Programming and Specifying Multi-Effect Algorithms

Projektleitung:
PD Dr.-Ing. Sergey Goncharov
Prof. Dr. Lutz Schröder

Beteiligte:
PD Dr.-Ing. Sergey Goncharov

Beginn: 01.09.2013

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

In the analysis of programs, side-effects are notoriously problematic as they induce a gap between programs and the mathematical notion of function. A well-established approach to this issue is to encapsulate side-effects as monads, which lift types of values to types of computations — thus, sideeffecting functions become pure functions returning computations. Technically, this paradigm, as used in functional languages such as Haskell or F#, is based on Moggi's computational metalanguage. However, the computational metalanguage and generic program logics based on it are currently limited to sequential programming over comparatively simple memory models. Contrastingly, specialized program logics and practical monad-based programming nowadays encompass advanced features such as concurrency and heap separation. Our aim is to provide the foundations of a unified framework to support the next generation of monad-based programming principles and program logics. To this end, we will extend the computational metalanguage, which works within a fixed single effect, to a High Level Monadic Metalanguage (HMML) which lives over the category of monads and hence accommodates morphisms and standard constructions of monads. The HMML will be equipped with interactive and, where possible, automatic reasoning support. Within the HMML, we will develop generic programming constructs and program logics for side-effecting concurrent processes and heap separation.

13.2.5 Eine High-Level-Sprache für monadenbasierte Prozesse

Projektleitung:
PD Dr.-Ing. Sergey Goncharov
Prof. Dr. Lutz Schröder

Beteiligte:

Laufzeit: 01.11.2017 – 31.10.2020

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Publikationen (2017)

– Goncharov, S., Schröder, L., Rauch, C., & Piróg, M. (2017). Unifying Guarded and Unguarded Iteration. In Esparza Javier , Murawski Andrzej (Eds.), Proceedings of the 20th International Conference on Foundations of Software Science and Computation Structures (FoSSaCS 2017). Uppsala, SE: Berlin: Springer.

– Rauch, C., Goncharov, S., & Schröder, L. (2017). Generic Hoare Logic for Order-Enriched Effects with Exceptions. In James P, Roggenbach M (Eds.), Recent Trends in Algebraic Development Techniques: 23rd IFIP WG 1.3 International Workshop, WADT 2016, Revised Selected Papers (pp. 208–222). Springer.

13.3 Projektunabhängige Publikationen

– Wiesing, T., Kohlhase, M., Rabe, F., & Kohlhase, M. (2017). Virtual Theories – A Uniform Interface to Mathematical Knowledge Bases. In Johannes Blömer and Temur Kutsia and Dimitris Simos (Eds.), MACIS 2017: Seventh International Conference on Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences (pp. 243-257). Springer.

– Deifel, H.-P., Göttlinger, M., Milius, S., Schröder, L., Dietrich, C., & Lohmann, D. (2017). Automatic verification of application-tailored OSEK kernels. In 2017 Formal Methods in Computer Aided Design, FMCAD 2017, Vienna, Austria, October 2-6, 2017 (pp. 196–203). IEEE.

– Adámek, J., Milius, S., & Velebil, J. (2017). A Presentation of Bases for Parametrized Iterativity. Theory and Applications of Categories, 32(19), 682–718.

– Kohlhase, M., Müller, D., Pfeiffer, M., Rabe, F., Thiery, N., Vasilyev, V., & Wiesing, T. (2017). Knowledge-Based Interoperability for Mathematical Software Systems. In Johannes Blömer and Temur Kutsia and Dimitris Simos (Eds.), MACIS 2017: Seventh

International Conference on Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences (pp. 195-210). Springer.

– Urbat, H. (2017). Finite behaviours and finitary corecursion. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum fur Informatik GmbH, Dagstuhl Publishing.

– Litak, T.M., Polzer, M., & Rabenstein, U. (2017). Negative Translations and Normal Modality. In Dale Miller (Eds.), (pp. 27:1–27:18). Oxford, GB: Dagstuhl, Germany: Schloss Dagstuhl–Leibniz-Zentrum fuer Informatik.

13.4 Studien- und Abschlussarbeiten

– Master Thesis: Correspondence Theory for Modal Description Logics. Bearbeiter: Paul Wild (beendet am 08.05.2017); Betreuer: Prof. Dr. Lutz Schröder

– Bachelor Thesis: Satisfiability Checking in the Coalgebraic Hybrid µ-Calculus. Bearbeiter: Johannes Kern (beendet am 20.06.2017); Betreuer: Prof. Dr. Lutz Schröder

– Bachelor Thesis: Inclusion Checking for Nominal Automata with Name Binding. Bearbeiter: Frederik Haselmeier (beendet am 21.08.2017); Betreuer: Daniel Hausmann

– Bachelor Thesis: Elimination of Nominals in Coalgebraic Description Logics. Bearbeiter: Kristin Braun (beendet am 09.10.2017); Betreuer: Prof. Dr. Lutz Schröder

14 Lehrstuhl für Informatik 9 (Graphische Datenverarbeitung)

Anschrift: Cauerstraße 11, 91058 Erlangen
Tel.: 09131/85-29919
Fax: 09131/85-29931
E-Mail: sekretariat@i9.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Professoren:
Prof. Dr. Günther Greiner
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Sekretariat:
Maria Baroti
Wiss. Mitarbeiter:
Dr.-Ing. Frank Bauer
Dr. Roberto Grosso
M. Sc. Matthias Innmann
M. Sc. Benjamin Keinert
M. Sc. Franziska Kranz
Philipp Kurth, M.Sc.
M. Sc. Vanessa Lange

M. Sc. Alexander Lier
Dipl.-Inf. Magdalena Martinek
M. Sc. Jana Martschinke
M. Sc. Falko Matern
M. Sc. Jonas Müller
M. Sc. Dominik Penk
M. Sc. Darius Rückert
Dr. rer. nat. Jutta Schoppmeier
Dr.-Ing. Kai Selgrad
M. Sc. Justus Thies
M. Sc. Lucas Thies
Dipl.-Inf. Franz Uhrmann
M. Sc. Christoph Weber
PD Dr.-Ing. Thomas Wittenberg
M. Sc. Daniel Zint

Der Lehrstuhl für Informatik 9 (Graphische Datenverarbeitung) beschäftigt sich seit 1992 mit unterschiedlichsten Aspekten des Visual Computing, das heißt der Herstellung und Manipulation synthetischer Bilder, virtueller Welten und Computeranimationen mit Hilfe von Rechnern. Hierzu gehören insbesondere Verfahren zur Erstellung und Verarbeitung eines geeigneten rechnerinternen Szenenmodells (Modellierung und Geometrieverarbeitung), Methoden zur Gewinnung von 3D-Modellen aus Bildern und Videos (Rechnersehen), Verfahren zur graphischen Darstellung dieser Modelle (Bildsynthese) sowie die graphische Aufbereitung komplexer Datenmengen um deren Inhalt interpretierbar darzustellen (Visualisierung).

14.1 Forschungsschwerpunkte

Die Forschung des Lehrstuhls beschäftigt sich mit verschiedenen Facetten des Visual Comutings:

Geometrische Modellierung

- Flächenrekonstruktion
- Qualitätskontrolle
- 3D-Gitterverwaltung
- Registrierung
- Hierarchische Verfahren, Variationsansätze

Bildsynthese

- Echtzeitverfahren zur Berechnung globaler Schatten und Beleuchtungseffekte
- Darstellung komplexer Geometrie, Level-of-Detail-Verfahren
- Ray Tracing

- Parallele Renderingverfahren

Visualisierung

- Medizinische Visualisierung
- Registrierung und Segmentierung medizinischer Tomographiedaten
- Integration von Simulation und Visualisierung
- Interaktive Visualisierung von 3D-Daten
- Strömungsvisualisierung
- Virtual Reality

Computer Vision

- 3D-Rekonstruktion
- Erfassung und Manipulation von Gesichtern
- Augmented und Mixed Reality
- Projection Mapping
- Bildforensik

14.2 Kooperationsbeziehungen

Es bestehen enge Kooperationsbeziehungen zu folgenden Firmen:

- adidas group, Herzogenaurach
- e.solutions GmbH, Ingolstadt
- Rupp + Hubrach KG, Bamberg
- Siemens Healthineers, Erlangen
- Strube Research, Söllingen

sowie zu folgenden Forschungseinrichtungen:

- Fraunhofer IIS, Erlangen
- Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken
- TU München, Department Informatik

14.3 Forschungsprojekte

14.3.1 3D Virtual Apparel Design

Projektleitung:
Prof. Dr. Günther Greiner
Beteiligte:
Jochen Süßmuth
M. Sc. Matteo Colaianni
Beginn: 1.7.2013
Förderer:
adidas group

Virtualization increases influence even in the field of apparel development. Over the last years more and more assets in the apparel creation workflow are replaced by virtual entities. This process covers measurement acquisition out of 3D scans as well as the pattern development process and the simulation and rendering of virtual garments to reduce the quantity of physical samples. This project focuses on the virtual design process to overcome the barrier between the 3D garment and the flat pattern domain to close the gap between an apparel designer and a pattern developer. New paradigms for 3D garment design are explored to replace the traditional 2D way of making pattern regarding the target of a seamless cutting point between design and development professionals. A complete virtual design and development workflow ranging from scan data analysis to the pattern will be elaborated with respect to existing resources such as technologies and knowledge.

Publikationen

– Colaianni, Matteo ; Siegl, Christian ; Penkunas, Saundra ; Rott, Franz ; Greiner, Günther: Volume Extraction from Body Scans for Bra Sizing . In: Hometrica Consulting - Dr. Nicola D'Apuzzo (Hrsg.) : Hometrica Consulting - Dr. Nicola D'Apuzzo (Veranst.) : Proceedings of the 6th International Conference on 3D Body Scanning Technologies (6th International Conference and Exhibition on 3D Body Scanning Technologies Lugano, Switzerland 27-28 October 2015). Ascona, Switzerland : Hometrica Consulting - Dr. Nicola D'Apuzzo, 2015, S. 106-113. - ISBN 978-3-033-05270-3

– Colaianni, Matteo ; Zollhöfer, Michael ; Süßmuth, Jochen ; Seider, Bettina ; Greiner, Günther: A Pose Invariant Statistical Shape Model for Human Bodies . In: Hometrica Consulting - Dr. Nicola D'Apuzzo (Hrsg.) : Hometrica Consulting - Dr. Nicola D'Apuzzo (Veranst.) : Proceedings of the 5th International Conference on 3D Body Scanning Technologies (5th International Conference and Exhibition on 3D Body Scanning Technologies Lugano, Switzerland 21-22 October 2014). Ascona, Switzerland : Hometrica Consulting - Dr. Nicola D'Apuzzo, 2014, S. 327-336. - ISBN 978-3-033-04763-1

– Colaianni, Matteo ; Siegl, Christian ; Süßmuth, Jochen ; Rott, Franz ; Greiner, Günther: Shape Adaptive Cut Lines . In: The Eurographics Association (Hrsg.) : Pietroni, Nico (Veranst.) : Eurographics Workshop on Graphics for Digital Fabrication (Eurographics Workshop on Graphics for Digital Fabrication Lisbon, Portugal 08.05.2016).

Goslar, Germany : Eurographics Association, 2016, S. 49-55. (Eurographics Workshop on Graphics for Digital Fabrication) - ISBN 978-3-03868-003-1

– Süßmuth, Jochen ; Colaianni, Matteo ; Zagel, Christian: Generating Statistically Plausible Body Shape Variations for Perception Studies . In: Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.) : Mensch und Computer 2016 - Tagungsband (Mensch und Computer 2016 Aachen 04.09.2016-07.09.206). 2016.

14.3.2 3D-Erfassung von Gesichtern

Projektleitung:
Prof. Dr. Günther Greiner
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Theobalt, Christian
Beteiligte:
M. Sc. Justus Thies
Nießner, Matthias
Zollhöfer, Michael
Beginn: 1.1.2015
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Als Unterprojekt des Teilprojekts C3 ”Mobile Scanner” des Graduiertenkollegs ”Heterogene Bildsysteme” hat sich die 3D-Erfassung von Gesichtern herausgebildet. Es geht dabei um Verfahren, mit denen in Echtzeit die Mimik von Gesichtern, basierend auf Tiefen- und/oder Farbvideos, erfasst werden kann. Zur Demonstration der Fähigkeiten dieser Echtzeit-Gesichtstracker wird die Übertragung der Mimik auf andere Personen demonstriert.

Publikationen

– Thies, Justus ; Zollhöfer, Michael ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian ; Nießner, Matthias: Demo of Face2Face: Real-time Face Capture and Reenactment of RGB Videos . In: ACM Siggraph (Veranst.) : ACM SIGGRAPH 2016 Emerging Technologies (SIGGRAPH ’16 Anaheim, California). New York, NY, USA : ACM, 2016, S. 5:1-5:2.

– Thies, Justus ; Zollhöfer, Michael ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian ; Nießner, Matthias: Face2Face: Real-time Face Capture and Reenactment of RGB Videos . In: IEEE (Hrsg.) : Proc. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) (CVPR 2016 Las Vegas). 2016, S. -.

– Zollhöfer, Michael ; Thies, Justus ; Nießner, Matthias ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian: FaceInCar: Real-time Dense Monocular Face Tracking of a Driver .Vortrag: National IT Summit 2016, MPI, Saarbrücken, 17.11.2016

– Thies, Justus ; Zollhöfer, Michael ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian ; Nießner, Matthias: FaceVR: Real-Time Facial Reenactment and Eye Gaze Control in Virtual Reality . In: arXiv.org. Cornell : Cornell University Library, 2016, S. 1-13.

– Thies, Justus ; Zollhöfer, Michael ; Nießner, Matthias ; Valgaerts, Levi ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian: Real-time Expression Transfer for Facial Reenactment . In: ACM (Veranst.) : ACM Transactions on Graphics (TOG) (Siggraph Asia 2015 Kobe, Japan). Bd. 34, 6. Aufl. 2015, S. -.

14.3.3 3D-Rekonstruktion statischer und dynamischer Welten

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Beteiligte:
Prof. Dr. Günther Greiner
M. Sc. Matthias Innmann
Beginn: 1.1.2015

Untersucht werden Verfahren zum Erfassen der dreidimensionalen Umwelt, basierend auf handelsüblichen Tiefenkameras.

Publikationen

– Innmann, Matthias ; Zollhöfer, Michael ; Nießner, Matthias ; Theobalt, Christian ; Stamminger, Marc: VolumeDeform: Real-time Volumetric Non-rigid Reconstruction . In: Springer International Publishing (Hrsg.) : Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV) (14th European Conference on Computer Vision Amsterdam 08. - 16.10.2016). Amsterdam : Springer, 2016, S. 362-379. - ISBN 978-3-319-46483-1

– Zollhöfer, Michael ; Siegl, Christian ; Vetter, Mark ; Dreyer, Boris ; Stamminger, Marc ; Aybek, Serdar ; Bauer, Frank: Low-Cost Real-Time 3D Reconstruction of Large-Scale Excavation Sites using an RGB-D Camera . In: ACM (Hrsg.) : Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH). New York : ACM, 2015, (Journal on Computing and Cultural Heritage Bd. 9, Nr. 1), S. 2:1-2:20.ISSN 1556-4673

– Zollhöfer, Michael ; Dai, Angela ; Innmann, Matthias ; Wu, Chenglei ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian ; Nießner, Matthias: Shading-based Refinement on Volumetric Signed Distance Functions . In: ACM Transactions on Graphics (TOG) 34 (2015), Nr. 4, S. 96:1-14

14.3.4 Analyse des Transkriptoms menschlicher Zellen auf der Basis von ChiP-seq und RNA-seq Daten

Projektleitung:
Dipl.-Inf. Christian Siegl
Dr. Roberto Grosso
Beteiligte:
PD Dr. med. Johannes Schödel, D.phil.
Beginn: 1.12.2012
Mitwirkende Institutionen:

Medizinische Klinik 4

Sauerstoffmangelversorgung (Hypoxie) ist eine häufige Komplikation bei unterschiedlichen Erkrankungen wie Herzinfarkten, Schlaganfällen, Infektionen und Tumoren. Als Antwort der einzelnen Zelle erfolgt die Stabilisierung von Hypoxie induzierbaren Transkriptionsfakoren (HIF), die direkt an DNA binden können und dadurch die Expression von Genen regulieren, die der Mangelversorgung entgegenwirken. Die neue ”High-throughput sequencing” Technik macht es möglich, das gesamte Transkriptom (alle abgelesenen Gene) der Zelle zu analysieren. Dieses umfasst nicht nur die für Proteine kodierende messenger RNA sondern auch nicht-kodierende RNA (ncRNA), der funktionelle Bedeutung für die Biologie von zunhemendem Interesse ist. In Kooperation mit der Medizinischen Klinik 4 am Universitätsklinikum sollen Transkriptom-Datensets von hypoxischen Zellen im Vergleich zu Kontrollbedingungen hinsichtlich der hypoxischen Regulation bekannter ncRNAs untersucht werden. Die Ergebnisse sollen zudem im Kontext mit HIF- Bindungsstellen analysiert werden. Prospektiv sollen die Ergebnisse benutzt werden, um neue Transkripte und deren Funktion in der hypoxischen Zellantwort funktionell aufzuarbeiten.

14.3.5 Anwendung von 3D-Scannern in den Altertumswissenschaften

Projektleitung:
Dr.-Ing. Frank Bauer
Professor Boris Dreyer
Prof. Dr. Andreas Grüner
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Beteiligte:
Dr.-Ing. Michael Zollhöfer
van Douwe, Aike
Beginn: 1.7.2011

In einer Kooperation zwischen dem Institut für Klassische Archäologie, der Professur für Alte Geschichte und dem Lehrstuhl Graphische Datenverarbeitung werden 3D-Scanner und Computergrafiktechniken eingesetzt, um altertumswissenschaftliche Fragestellungen zu bearbeiten. In einem Teilprojekt wird zum Beispiel versucht eine mathematische Beschreibung (auf Basis eines Morphable-Models) von Büsten zu deren Klassifikation zu verwenden.

Ein derzeit sehr aktives Thema ist die 3D-Erfassung von Ausgrabungsstätten und den dort zu findeneden Inschriften. Hier wurden im Herbst 2013 in Metropolis in der Türkei auf einer Ausgrabungsstätte erste Versuche mit verschiedenen Scanningtechnologien unternommen. Dabei konnten erfolgreich große Areale in guter Qualität dreidimensional erfasst werden. Besonderer Fokus lag dabei auf preiswerter Scannertechnologie und den dadurch verursachten Ungenauigkeiten.

Publikationen

– Zollhöfer, Michael ; Süßmuth, Jochen ; Bauer, Frank ; Greiner, Günther ; Boss, Martin: Towards an Objective Geometrical Description of Antique Busts .Vortrag: Colour

and Space in Cultural Heritage, Mainz, 27.03.2013

– Zollhöfer, Michael ; Süßmuth, Jochen ; Bauer, Frank ; Stamminger, Marc ; Boss, Martin: Visualization and Deformation Techniques for Entertainment and Training in Cultural Heritage . In: IEEE Computer Society (Hrsg.) : Image and Signal Processing and Analysis (ISPA), 2013 (Image and Signal Processing and Analysis (ISPA) Trieste 4.9.2013). Los Alamitos, CA, USA : IEEE Computer Society, 2013, S. 570-575. - ISBN 9781479931255

– Bauer, Frank ; Dreyer, Boris ; Greiner, Günther ; Holdenried, Marvin ; Riffelmacher, Bert: Blick in die Historikerwerkstatt: Informatik und Altertumswissenschaften - Vom Nutzen und Einsatz etablierter Methoden digitaler Visualisierungen auf Ausgrabungen in der Türkei (Metropolis, Ionien) . In: Grüntgens, Max ; Kasper, Dominik (Hrsg.) : Studentische Onlinezeitschrift für Geschichte und Geschichtsdidaktik. Mainz : Skriptum, 2014, (Skriptum Bd. 1, Nr. 1), S. 7-23.ISSN 2192-4457

– Nießner, Matthias ; Zollhöfer, Michael ; Izadi, Shahram ; Stamminger, Marc: Real-time 3D Reconstruction at Scale using Voxel Hashing . In: ACM Transactions on Graphics (TOG) 32 (2013), Nr. 6, S. 169:1-11

– Zollhöfer, Michael ; Siegl, Christian ; Riffelmacher, Bert ; Vetter, Mark ; Dreyer, Boris ; Stamminger, Marc ; Bauer, Frank: Low-Cost Real-Time 3D Reconstruction of Large-Scale Excavation Sites using an RGB-D Camera . In: Klein, R. ; Santos, P. (Hrsg.) : EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage (EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage Darmstadt 6.10.-7.10.2014). 2014, S. to appear.

14.3.6 Bildforensik: Analyse der digitalen Integrität von Bildern und Videos

Projektleitung:
Dr.-Ing. Christian Riess
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Beteiligte:
M. Sc. Falko Matern
Benjamin Hadwiger, M. Sc.
Beginn: 1.5.2016
Förderer:
DARPA

Das Projekt beschäftigt sich mit der Analyse von Bild- und Videodaten auf Manipulationen hin. Es geht um die Frage, ob sich in digitalen Bildern oder Videos Hinweise finden lassen, die auf eine Manipulation des Inhalts deuten. Das Projekt ist Teil eines großen, von der DARPA geförderten weltweiten Forschungsverbundes, Schwerpunkt der Forschung am Lehrstuhl ist dabei die Entwicklung von Physik-basierten Verfahren, die die physikalische Plausibiltät des Bildinhaltes untersuchen, also die Konsistenz von Beleuchtung, Reflexion, Geometrie und Schatten analyisieren.

Publikationen

– Riess, Christian ; Unberath, Mathias ; Naderi, Farzad ; Pfaller, Sven ; Stamminger, Marc ; Angelopoulou, Elli: Handling multiple materials for exposure of digital forgeries using 2-D lighting environments . In: Multimedia Tools and Applications 75 (2016), S. 1-18

14.3.7 Darstellungsverfahren für mobile Anzeigegeräte im Automobil

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Beteiligte:
M. Sc. Christoph Weber
Hadler, Horst
Beginn: 1.5.2013
Förderer:
e.solutions GmbH

Eingebettete Computer spielen im Automobilbau eine immer größere Rolle. Entsprechend werden auch immer mehr Informationen über Displays angezeigt, von der Medienensteuerung über Navigationssysteme bis zum digitalen Armaturenbrett. In dem Projekt werden Algorithmen der Computergrafik entwickelt, mit denen dieser Anzeigeprozess in Qualität und Performanz unter den typischen Randbedingungen mobiler Hardware optimiert wird.

Publikationen

– Weber, Christoph ; Stamminger, Marc: Stateless Level of Detail Lighting for Automotive Visualization . In: Giachetti, Andrea (Hrsg.) : Proc. Smart Tools and Apps for Graphics. Cagliari, Italy : Eurographics Association, 2014, S. 29-36.

– Weber, Christoph ; Stamminger, Marc: Topological Triangle Sorting for Predefined Camera Paths . In: Hullin, Matthias ; Stamminger, Marc ; Weinkauf, Tino (Hrsg.) : Vision, Modeling & Visualization (Vision, Modeling & Visualization Bayreuth 10.-12.10.2016). 2016.

14.3.8 GRK 1773 - Teilprojekt C3: Mobile Scanner

Projektleitung:
Prof. Dr. Günther Greiner
Beteiligte:
Dr.-Ing. Michael Zollhöfer
Laufzeit: 1.10.2012–30.3.2017
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft
Mitwirkende Institutionen:

Consumer electronics, etwa Kameras, smart phones, Spiele-Konsolen oder infotainement- Systeme in Kraftfahrzeugen verfügen über eine sehr ausgereifte Bild-Sensorik und zugleich eine enorme Rechnerleistung. Dieser Technologie-Sprung in der Hardware-Entwicklung erlaubt es, Verfahren die bislang nur durch sehr teure Sensorik (z.B. 3D-Scanner) und unter Verwendung von leistungsfä- higen Desktop-Rechnern realisiert werden können, auch portabel zu realisieren. Als Beispiele kann die 3D-Objekterfassung und 3D-Objekterkennung dienen. Im einzelnen sollen die folgenden Problem- kreise bearbeitet werden: Erfassung, Rekonstruktion und Analyse sowohl von statischen Objekten als auch von dynamischen Szenen, incl. Anwendungen. Im statischen Fall sind dies 3D-Objekterkennung und Augmented Reality, im dynamisch Fall Bewegungsanalyse und Gesten-/ Mimik-Steuerung. Ziel ist die Entwicklung von Software, die Sensordaten von consumer electronic verarbeitet mit dem Ziel 3D-Information von Objekten, oder ganzen Szenen zu analysieren, zu digitalisieren (Rekonstruktion) und gegebenenfalls zu klassifizieren (Objekterkennung), inklusive der skizzierten Anwendungen. Hierfür muss die Algorithmik angepasst und effizienter weiter entwickelt werden und eine Hardware-nahe Imple- mentierung erfolgen. Wichtig ist dabei, im Verbund mit den Projekten des Bereichs B eine Middleware zu entwickeln, die hinreichend flexibel ist, um auf die Entwicklungszyklen der Hardware zu reagieren.

14.3.9 GRK 1773 - Teilprojekt C3: Mobile Scanner

Projektleitung:
Prof. Dr. Günther Greiner
Beteiligte:
Dr.-Ing. Michael Zollhöfer
Prof. Dr.-Ing. Matthias Nießner
M. Sc. Justus Thies
Beginn: 1.10.2012
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Consumer electronics, etwa Kameras, smart phones, Spiele- Konsolen oder infotainement- Systeme in Kraftfahrzeugen verfügen über eine sehr ausgereifte Bild-Sensorik und zugleich eine enorme Rechnerleistung. Dieser Technologie- Sprung in der Hardware-Entwicklung erlaubt es, Verfahren die bislang nur durch sehr teure Sensorik (z.B. 3D- Scanner) und unter Verwendung von leistungsfä- higen Desktop-Rechnern realisiert werden können, auch portabel zu realisieren. Als Beispiele kann die 3D-Objekterfassung und 3D-Objekterkennung dienen. Im einzelnen sollen die folgenden Problem- kreise bearbeitet werden: Erfassung, Rekonstruktion und Analyse sowohl von statischen Objekten als auch von dynamischen Szenen, incl. Anwendungen. Im statischen Fall sind dies 3D-Objekterkennung und Augmented Reality, im dynamisch Fall Bewegungsanalyse und Gesten-/ Mimik-Steuerung. Ziel ist die Entwicklung von Software, die Sensordaten von consumer electronic verarbeitet mit dem Ziel 3D-Information von Objekten, oder ganzen Szenen zu analysieren, zu digitalisieren (Rekonstruktion) und gegebenenfalls zu klassifizieren (Objekterkennung), inklusive der skizzierten Anwendungen. Hierfür muss die Algorithmik angepasst und effizienter weiter entwickelt werden und

eine Hardware-nahe Imple- mentierung erfolgen. Wichtig ist dabei, im Verbund mit den Projekten des Bereichs B eine Middleware zu entwickeln, die hinreichend flexibel ist, um auf die Entwicklungszyklen der Hardware zu reagieren.

Aus dem Teilprojekt haben sich eine Reihe von Verfahren zur Erfassung von bewegten Gesichtern herausgebildet, die im Forschungsprojekt "3D-Erfassung bewegter Gesichter" aufgeführt sind.

Publikationen

- Nießner, Matthias ; Zollhöfer, Michael ; Izadi, Shahram ; Stamminger, Marc: Real-time 3D Reconstruction at Scale using Voxel Hashing . In: ACM Transactions on Graphics (TOG) 32 (2013), Nr. 6, S. 169:1-11
- Nießner, Matthias ; Loop, Charles: Analytic Displacement Mapping using Hardware Tessellation . In: ACM Transactions on Graphics (TOG) 32 (2013), Nr. 3, S. 26
- Zollhöfer, Michael ; Vieweg, Andre ; Süßmuth, Jochen ; Greiner, Günther: Pseudo-Skeleton based ARAP Mesh Deformation . In: Sabanci University Press (Hrsg.) : Proceedings of Computer Animation and Social Agents 2013 (CASA 2013 Istanbul, Turkey May 2013). 2013, S. Paper 41. - ISBN 978-605-4348-53-4
- Nießner, Matthias: Rendering Subdivision Surfaces using Hardware Tessellation . München : Verlag Dr. Hut, 2013. - ISBN 978-3-8439-1182-5
- Zollhöfer, Michael ; Süßmuth, Jochen ; Bauer, Frank ; Greiner, Günther ; Boss, Martin: Towards an Objective Geometrical Description of Antique Busts .Vortrag: Colour and Space in Cultural Heritage, Mainz, 27.03.2013
- Zollhöfer, Michael ; Süßmuth, Jochen ; Bauer, Frank ; Stamminger, Marc ; Boss, Martin: Visualization and Deformation Techniques for Entertainment and Training in Cultural Heritage . In: IEEE Computer Society (Hrsg.) : Image and Signal Processing and Analysis (ISPA), 2013 (Image and Signal Processing and Analysis (ISPA) Trieste 4.9.2013). Los Alamitos, CA, USA : IEEE Computer Society, 2013, S. 570-575. - ISBN 9781479931255
- Zollhöfer, Michael ; Thies, Justus ; Colaianni, Matteo ; Stamminger, Marc ; Greiner, Günther: Interactive Model-based Reconstruction of the Human Head using an RGB-D Sensor . In: Journal Computer Animation and Virtual Worlds 25 (2014), Nr. 3-4, S. 213-222
- Zollhöfer, Michael ; Siegl, Christian ; Riffelmacher, Bert ; Vetter, Mark ; Dreyer, Boris ; Stamminger, Marc ; Bauer, Frank: Low-Cost Real-Time 3D Reconstruction of Large-Scale Excavation Sites using an RGB-D Camera . In: Klein, R. ; Santos, P. (Hrsg.) : EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage (EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage Darmstadt 6.10.-7.10.2014). 2014, S. to appear.
- Zollhöfer, Michael ; Nießner, Matthias ; Izadi, Shahram ; Rhemann, Christoph ; Zach, Christopher ; Fisher, Matthew ; Wu, Chenglei ; Fitzgibbon, Andrew ; Loop, Charles ; Theobalt, Christian ; Stamminger, Marc: Real-time Non-rigid Reconstruction using an RGB-D Camera . In: ACM Transactions on Graphics (TOG) 33 (2014), Nr. 4, S. 156:1-12

– Wu, Chnglei ; Zollhöfer, Michael ; Nießner, Matthias ; Stamminger, Marc ; Izadi, Shahram ; Theobalt, Christian: Real-time Shading-based Refinement for Consumer Depth Cameras . In: ACM Transactions on Graphics 33 (2014), Nr. 6, S. 200:1-10

– Thies, Justus ; Zollhöfer, Michael ; Nießner, Matthias ; Valgaerts, Levi ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian: Real-time Expression Transfer for Facial Reenactment . In: ACM (Veranst.) : ACM Transactions on Graphics (TOG) (Siggraph Asia 2015 Kobe, Japan). Bd. 34, 6. Aufl. 2015, S. -.

– Thies, Justus ; Zollhöfer, Michael ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian ; Nießner, Matthias: Face2Face: Real-time Face Capture and Reenactment of RGB Videos . In: IEEE (Hrsg.) : Proc. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) (CVPR 2016 Las Vegas). 2016, S. -.

– Zollhöfer, Michael: Real-Time Reconstruction of Static and Dynamic Scenes . München : Verlag Dr. Hut, 2015. - 196 Seiten. ISBN 978-3-8439-2116-9

– Thies, Justus ; Zollhöfer, Michael ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian ; Nießner, Matthias: FaceVR: Real-Time Facial Reenactment and Eye Gaze Control in Virtual Reality . In: arXiv.org. Cornell : Cornell University Library, 2016, S. 1-13.

– Thies, Justus ; Zollhöfer, Michael ; Stamminger, Marc ; Theobalt, Christian ; Nießner, Matthias: Demo of Face2Face: Real-time Face Capture and Reenactment of RGB Videos . In: ACM Siggraph (Veranst.) : ACM SIGGRAPH 2016 Emerging Technologies (SIGGRAPH '16 Anaheim, California). New York, NY, USA : ACM, 2016, S. 5:1-5:2.

14.3.10 GRK 1773 - Teilprojekt C4: Skalierbare Globale Beleuchtung

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Beteiligte:
M. Sc. Benjamin Keinert
Dr.-Ing. Kai Selgrad
M. Sc. Christoph Weber
Laufzeit: 1.10.2012–30.3.2017
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft
Mitwirkende Institutionen:
Lehrstuhl für Informatik 9

In dem Projekt sollen globale Beleuchtungsverfahren für heterogene Bildsysteme entwickelt werden. Hierbei soll zuerst eine algorithmische Basis geschaffen werden, um unterschiedliche globale Beleuchtungsverfahren in variabler Qualität auf unterschiedlichster Hardware, vom Mobiltelefon bis zum High-End-Desktop, zu ermöglichen. Später sollen die Arbeiten in einer Middleware für globale Beleuchtung auf heterogenen Architekturen münden.

14.3.11 GRK 1773 - Teilprojekt C4: Skalierbare Globale Beleuchtung

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Beteiligte:
M. Sc. Benjamin Keinert
Dr.-Ing. Kai Selgrad
Beginn: 1.10.2012
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft

In dem Projekt sollen globale Beleuchtungsverfahren für heterogene Bildsysteme entwickelt werden. Hierbei soll zuerst eine algorithmische Basis geschaffen werden, um unterschiedliche globale Beleuchtungsverfahren in variabler Qualität auf unterschiedlichster Hardware, vom Mobiltelefon bis zum High-End-Desktop, zu ermöglichen. Später sollen die Arbeiten in einer Middleware für globale Beleuchtung auf heterogenen Architekturen münden.

Als neues Projekt hat sich dabei die Entwicklung von Werkzeugen zur Meta-Programmierung von Grafikalgorithmen entwickelt, der als eigenes Teilprojekt beschrieben wird.

Publikationen

– Schäfer, Henry ; Keinert, Benjamin ; Stamminger, Marc: Real-time Local Displacement using Dynamic GPU Memory Management . In: ACM (Hrsg.) : HPG '13:Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on High Performance Graphics (High Performance Graphics Anaheim, California, USA 19.-21.07.2013). 2013, S. 63-72. - ISBN 978-1-4503-2135-8

– Selgrad, Kai ; Reintges, Christian ; Penk, Dominik ; Wagner, Pascal ; Stamminger, Marc: Real-time Depth of Field using Multi-Layer Filtering . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games 2015 (ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games 2015 San Francisco 27.2.2015 - 1.3.2015). New York, NY : ACM, 2015, S. 121-127. - ISBN 978-1-4503-3392-4

– Selgrad, Kai ; Dachsbacher, Carsten ; Meyer, Quirin ; Stamminger, Marc: Filtering Multilayer Shadow Maps for Accurate Soft Shadows . In: Computer Graphics Forum 34 (2014), Nr. 1, S. 205-215

– Keinert, Benjamin ; Schäfer, Henry ; Korndörfer, Johann ; Ganse, Urs ; Stamminger, Marc: Enhanced Sphere Tracing . In: The Eurographics Association (Hrsg.) : Proc. Smart Tools and Apps for Graphics (Smart Tools & Apps for Graphics (2014) Cagliari 22.-23.09.2014). Cagliari, Italy : Eurographics Association, 2014, S. 1-8. - ISBN 978-3-905674-72-9

– Schäfer, Henry ; Keinert, Benjamin ; Nießner, Matthias ; Stamminger, Marc: Local Painting and Deformation of Meshes on the GPU . In: Computer Graphics Forum (2014)

– Schäfer, Henry ; Keinert, Benjamin ; Nießner, Matthias ; Buchenau, Christoph ; Guthe, Michael ; Stamminger, Marc: Real-Time Deformation of Subdivision Surfaces from Object Collisions . In: Eurographics Association (Veranst.) : Proceedings of the 6th High-Performance Graphics Conference (High Performance Graphics 2014 Lyon 23.06.2014). 2014, S. 89-96.

– Schäfer, Henry ; Nießner, Matthias ; Keinert, Benjamin ; Stamminger, Marc ; Loop, Charles: State of the Art Report on Real-time Rendering with Hardware Tessellation . In: Eurographics Association (Veranst.) : State of the Art Reports (Eurographics Strassburg 5.4.-9.4.2014). 2014, S. 93-117.

– Benthin, Carsten ; Woop, Sven ; Nießner, Matthias ; Selgrad, Kai ; Wald, Ingo: Efficient Ray Tracing of Subdivision Surfaces using Tessellation Caching . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the 7th High-Performance Graphics Conference (High Performance Graphics 2015 Los Angeles 7.8.2015 - 9.8.2015). Los Angeles : ACM, 2015, S. 5-12. - ISBN 978-1-4503-3707-6

– Selgrad, Kai ; Müller, Jonas ; Stamminger, Marc: Faster Ray-Traced Shadows for Hybrid Rendering of Fully Dynamic Scenes by Pre-BVH Culling . In: The Eurographics Association (Hrsg.) : Proc. Smart Tools and Apps for Graphics (Smart Tools & Apps for Graphics (2015) Verona, Italy 15.-16.10.2015). Verona, Italy : Eurographics Association, 2015, S. 85-92. - ISBN 978-3-905674-97-2

– Selgrad, Kai ; Franke, Linus ; Stamminger, Marc: Tiled Depth of Field Splatting . In: The Eurographics Association (Hrsg.) : Eurograhpics 2016 - Posters (Eurographics 2016 Lisbon 9.-13.5.2016). Lisbon : Eurographics Association, 2016, S. -.

– Keinert, Benjamin ; Innmann, Matthias ; Sänger, Michael ; Stamminger, Marc: Spherical Fibonacci Mapping . In: ACM (Veranst.) : ACM Transactions on Graphics (TOG) (SIGGRAPH Asia 2015 Kobe, Japan). Bd. 34, 6. Aufl. 2015, S. 193:1-193:7.

– Selgrad, Kai ; Müller, Jonas ; Reintges, Christian ; Stamminger, Marc: Fast Shadow Map Rendering for Many-Lights Settings . In: The Eurographics Association (Hrsg.) : Eurographics Symposium on Rendering - Experimental Ideas & Implementations (Eurographics Symposium on Rendering 2016 Dublin 22-24.06.2016). 2016, S. 41-47. - ISBN 978-3-03868-019-2

– Selgrad, Kai ; Lier, Alexander ; Martinek, Magdalena ; Buchenau, Christoph ; Guthe, Michael ; Kranz, Franziska ; Schäfer, Henry ; Stamminger, Marc: A Compressed Representation for Ray Tracing Parametric Surfaces . In: ACM Transactions on Graphics (TOG) 36 (2016), Nr. 1, S. 1-13

14.3.12 Metaprogrammierung in der Computergrafik

Projektleitung:
Dr.-Ing. Kai Selgrad
Beteiligte:
M. Sc. Alexander Lier
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Beginn: 1.1.2014

In dem Projekt werden Anwendungen der Metaprogrammierung in der Computergrafik untersucht. Schwerpunkt ist dabei das System C-Mera, entwickelt an unserem Lehrstuhl, das auf Common Lisp basierend Metaprogrammierung verschiedenster Aspekte der Computergrafik erlaubt.

Publikationen

- Lier, Alexander ; Franke, Linus ; Stamminger, Marc ; Selgrad, Kai: A Case Study in Implementation-Space Exploration . In: European Lisp Scientific Activities Association (Hrsg.) : Proceedings of the 9th European Lisp Symposium (9th European Lisp Symposium Krakow 9.-10.5.2016). Bd. 9, 1. Aufl. Krakow : ACM, 2016, S. 83-90. - ISBN 978-2-9557474-0-7
- Selgrad, Kai ; Lier, Alexander ; Dörntlein, Jan ; Reiche, Oliver ; Stamminger, Marc: A High-Performance Image Processing DSL for Heterogeneous Architectures . In: European Lisp Scientific Activities Association (Hrsg.) : Proceedings of the 9th European Lisp Symposium (9th European Lisp Symposium Krakow 9.-10.5.2016). Bd. 9, 1. Aufl. Krakow : ACM, 2016, S. 39-46. - ISBN 978-2-9557474-0-7
- Selgrad, Kai: Common-Lisp-Style Macroexpansion applied to C .Vortrag: FOSDEM 2015, Brüssel, 31.01.2015
- Selgrad, Kai ; Lier, Alexander ; Köferl, Franz ; Stamminger, Marc ; Lohmann, Daniel: Lightweight, Generative Variant Exploration for High-Performance Graphics Applications . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the 14th International Conference on Generative Programming: Concepts & Experiences (GPCE) (Generative Programming: Concepts & Experiences (GPCE) Pittsburgh, PA, USA 26.-27.10.2015). 2015, S. 141-150. Bd. 51, Nr. 3
- Selgrad, Kai ; Lier, Alexander ; Wittmann, Markus ; Lohmann, Daniel ; Stamminger, Marc: Defmacro for C: Lightweight, Ad Hoc Code Generation . In: Verna, Didier (Veranst.) : Proceedings of ELS 2014 7th European Lisp Symposium (7th European Lisp Symposium Paris 05.-06.05.2014). 2014, S. 80-87.

14.3.13 Modellbasierte Geometrierekonstruktion und –analyse

Projektleitung:
Prof. Dr. Günther Greiner
Beteiligte:
M. Sc. Dominik Penk
Beginn: 1.4.2016
Mitwirkende Institutionen:
Strube Research
Rupp & Hubrach

Im Rahmen dieses Projekts wird mit Sensoren erfasste Geometrie rekonstruiert und

analysiert. Dabei werden als Messverfahren die Multiview-Stereoskopie und ein neu entwickeltes Verfahren, das die Vorteile des Laser-Lichtschnitt-Verfahrens und der Deflektometrie vereint, eingesetzt. Die zu rekonstruierenden Objekte werden durch ein parametrisiertes Modell repräsentiert. Konkrete Anwendungsbeispiele sind die Vermessung von Gleitsichtgläsern, sowie die Erfassung von Pflanzen. Im ersten Beispiel sind Vorder- und Rückfläche zu bestimmen, das zugrunde liegende Geometriemodell ist eine B-Spline-Fläche. Im zweiten Fall kommen (je nach Pflanzentyp) parametrisierte Blattmodelle zum Einsatz. Basierend auf Optimierungsverfahren werden die Modellparameter geschätzt. Die Analyse der Modelle ist anwendungsspezifisch. Im erstgenannten Beispiel sind dies die optischen Eigenschaften (Verlauf von Brechkraft und Astigmatismus), im zweiten Fall die Anzahl der Blätter und die Biomasse. Die Analyse basiert entweder auf der rekonstruierten Geometrie (im zweiten Fall) oder direkt auf den erfassten Sensordaten (im ersten Fall). Um Zuverlässigkeit und Robustheit sicher zu stellen wird ein Multiview-Ansatz verfolgt: Das heißt, nicht nur eine Aufnahme wird zur Rekonstruktion verwendet, sondern ein ganzer Bildstrom (z.B. durch bewegte Kamera) muss verarbeitet werden.

14.3.14 Modellbasierte Vermessung von Pflanzen

Projektleitung:
Prof. Dr. Günther Greiner
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Franz Uhrmann
Beginn: 1.11.2010
Mitwirkende Institutionen:
Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Die Analyse von Wechselwirkungen eines Pflanzenbestandes mit der Umwelt ist Forschungsgegenstand in den Agrarwissenschaften. Hierbei wendet sich der Fokus zunehmend Einzelpflanzen zu. Neben morphologischen Parametern wie Anzahl, Ausrichtung und Neigungswinkel von Blättern ist die Erfassung der Pflanzenarchitektur, also die Anordnung der Einzelbestandteile einer Pflanze, von Interesse. Da eine manuelle Ermittlung dieser Parameter extrem aufwändig ist, soll in diesem Projekt ein automatischer Ansatz zur Vermessung von Pflanzen entwickelt werden. Dies stellt eine Herausforderung sowohl an die Messtechnik als auch an die verarbeitende Algorithmik dar: Seitens der Messtechnik erweist sich die optische Erfassung der Pflanzen im freien Feld als schwierig, da wegen ungünstiger Umgebungsverhältnisse mit einer niedrigeren Datenqualität als unter Laborverhältnissen zu rechnen ist. Weiterhin müssen die Anordnung der Messgeometrie sowie die Auswahl der relevanten Ansichten dynamisch an das jeweilige Wachstumsstadium angepasst werden. Bei der Weiterverarbeitung der Daten ist problematisch, dass eine Einzelpflanze wegen dichter Bestockung oder durch die Verdeckung benachbarter Pflanzen nur teilweise optisch erfasst werden kann. Um dennoch Aussagen über das gesamte Erscheinungsbild zu ermöglichen, ist eine Extrapolation der verdeckten Stellen mit Hilfe von Vorwissen erforderlich. Dieses Vorwissen soll in Form eines geometrischen Modells der Pflanzenart gehalten werden, welches an die gegebenen Messdaten angepasst wird und zur anschließenden Ergänzung von Fehlstellen dient.

14.3.15 Panorama-Endoskopie der Nasennebenhöhlen

Projektleitung:
PD Dr.-Ing. Thomas Wittenberg
PD Dr. Peter Hastreiter
Beteiligte:
Bergen, Tobias
Xu, Tengfei
Beginn: 1.5.2013

Publikationen

- Bergen, Tobias ; Wittenberg, Thomas ; Münzenmayer, Christian ; Chen, Grace ; Hager, Gregory: A graph-based approach for local and global panorama imaging in cystoscopy . In: Holmes, David R. ; Yaniv, Ziv R. Yaniv (Hrsg.) : Proc. SPIE 8671, Medical Imaging 2013: Image-Guided Procedures, Robotic Interventions, and Modeling (SPIE Medical Imaging Lake Buena Vista (Orlando Area), Florida, USA February 09, 2013). 2013, S. 86711K.
- Bergen, Tobias ; Nowack, Sebastian ; Münzenmayer, Christian ; Wittenberg, Thomas: A hybrid tracking approach for endoscopic real-time panorama imaging . In: Int J CARS 8 (2013), Nr. Suppl. 1, S. S352-S354
- Bergen,Tobias ; Hastreiter, Peter ; Münzenmayer, Christian ; Buchfelder, Michael ; Wittenberg, Thomas: Image stitching of sphenoid sinuses from monocular endoscopic views . In: Freysinger, Wolfgang (Hrsg.) : Tagungsband 12. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboter Assistierte Chirurgie (CURAC) (12. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboter Assistierte Chirurgie (CURAC) Innsbruck 28.-30.11.2013). 2013, S. 226-229.
- Bergen, Tobias ; Münzenmayer, Christian ; Schneider, Armin ; Feußner, Hubertus ; Reiser, Silvano ; Wittenberg, Thomas: Panorama-Endoskopie für die erweiterte Sicht in chirurgischen Eingriffen – Ein Update . In: DGE-BV (Hrsg.) : Endoskopie Heute (Jahrestagung DGE-BV 2014 Hamburg 4.4 -6.4.2014). Stuttgart : Thieme Verlag, 2014.
- Wittenberg, Thomas: Von der Schlüsselloch- zur Panoramaendoskopie .Vortrag: Jahrestagung DGE-BV 2014, Hamburg, 4.4.2014
- Bergen, Tobias ; Hastreiter, Peter ; Xu, Tengfei ; Münzenmayer, Christian ; Buchfelder, Michael ; Wittenberg, Thomas: Real-time panorama imaging of sphenoid sinuses from monocular endoscopic views: an update based on clinical experiments . In: Feußner, Hubertus (Hrsg.) : Tagungsband der CURAC 2014 — ”Synergie durch Interdisziplinarität” (CURAC 2014 München 11.-13.9.2014). 2014, S. 32-35.
- Bergen, Tobias ; Trost, Jonas ; Wittenberg, Thomas: Entropy based image blending for endoscopic panoram a imaging in cystoscopy . In: Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik 59 (2014), Nr. s1, S. 595-598

– Prinzen, Martin ; Trost, Jonas ; Bergen, Tobias ; Nowack, Sebastian ; Wittenberg, Thomas: 3D Shape Reconstruction of the Esophagus from Gastroscopic Video . In: Handels, Heinz ; Deserno, Thomas ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 15.-17.3.2015). Heidelberg : Springer, 2015, S. 173-178. (Informatik Aktuell)

– Wittenberg, Thomas: Computergestützte Bildverarbeitung und Mustererkennung für die diagnostische und interventionelle Endoskopie .Vortrag: ICCAS, Leipzig, 24.03.2015

– Brischweing, Matthias ; Wittenberg, Thomas ; Bergen, Tobias: Image based reconstruction for cystoscopy . In: Current Directions in Biomedical Engineering (2015), Nr. 1, S. 470–474

– Wittenberg, Thomas: OP 2025 – Die Chirurgie von Morgen .Vortrag: HS Furtwangen, Tuttlingen, 15.04.2015

– Prinzen, Martin ; Raithel, Martin ; Bergen, Tobias ; Muehldorfer, Steffen ; Nowack, Sebastian ; Wilhelm, Dirk ; Wittenberg, Thomas: Panorama Mapping of the Esophagus from Gastroscopic Video . In: Handels, Heinz ; Deserno, Thomas ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 15.-17.3.2015). Heidelberg : Springer, 2015, S. 455-460. (Informatik Aktuell) - ISBN 978-3-662-46223-2

– Nowack, Sebastian ; Benz, Michaela ; Münzenmayer, Christian ; Raithel, Martin ; Prinzen, Martin ; Muehldorfer, Steffen ; Wittenberg, Thomas: Unterscheidung von Polypen und Hintergrundgewebe in statischen Koloskopieaufnahmen . In: Hahn, Horst K. ; Kikinis, Ron ; Klein, Jan ; Nabavi, Arya ; Weber, Stefan (Hrsg.) : 2015 CURAC -Tagungsband (14. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboterassistierte Chirurgie e.V. Bremen 17.-19.9.2015). 2015, S. 201-204. - ISBN 978-3-00-050359-7

14.3.16 RealityForge - Augmenting Reality with Multiple Projectors

Projektleitung:
Dr.-Ing. Frank Bauer
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Christian Siegl
M. Sc. Matteo Colaianni
M. Sc. Vanessa Lange
Beginn: 1.1.2014

Beim Projection Mapping wird mit Hilfe von Projektoren das Aussehen von Objekten angepasst. Man kann dadurch physikalische Objekte neu texturieren, virtuell bemalen oder neue Materialeigenschaften verleihen. In dem Projekt werden Verfahren untersucht, die Projection Mapping technisch verbessern, mit denen eine Projektion auch auf bewegte, dynanische Objekte möglich wird, und es werden neue Arten der Mensch-Maschine-Interaktion basierend auf Projection mapping entwickelt.

Publikationen

- Siegl, Christian ; Lange, Vanessa ; Stamminger, Marc ; Bauer, Frank ; Thies, Justus: FaceForge: Markerless Non-Rigid Face Multi-Projection Mapping . In: IEEE Computer Society (Hrsg.) : IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics (IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Nantes 9.-13.10.2017). Los Alamitos, CA, USA : IEEE Computer Society, 2017, S. ???. (IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics)
- Siegl, Christian ; Colaianni, Matteo ; Stamminger, Marc ; Bauer, Frank: Adaptive stray-light compensation in dynamic multi-projection mapping . In: Tsinghua University Press (Hrsg.) : Computational Visual Media. . : Springer, 2017, (Computational Visual Media Bd. 3, Nr. 3), S. 263-271.ISSN 2096-0433
- Lange, Vanessa ; Siegl, Christian ; Colaianni, Matteo ; Kurth, Philipp ; Stamminger, Marc ; Bauer, Frank: Interactive Painting and Lighting in Dynamic Multi-Projection Mapping . In: De Paolis, Lucio Tommaso ; Mongelli, Antonio (Hrsg.) : Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics (Salento AVR 2016 Lecce, italy 15-18.6.2016). Bd. 1. - : Springer, 2016, S. 113-125. (Third International Conference, AVR 2016, Lecce, Italy, June 15-18, 2016. Proceedings, Part I Bd. 1) - ISBN 978-3-319-40620-6
- Siegl, Christian ; Colaianni, Matteo ; Lange, Vanessa ; Stamminger, Marc ; Bauer, Frank: Reality Forge: Interactive Dynamic Multi-Projection Mapping . In: ACM Siggraph (Veranst.) : ACM SIGGRAPH 2016 Emerging Technologies (Siggraph Asia 2016 Macao 5.-8.12.2016). New York, NY, USA : ACM, 2016, S. 10:1-10:2.
- Siegl, Christian ; Colaianni, Matteo ; Stamminger, Marc ; Bauer, Frank: Stray-Light Compensation in Dynamic Projection Mapping . In: ACM Siggraph (Veranst.) : SIGGRAPH ASIA 2016 Technical Briefs (Siggraph Asia Macao 5.12.-8.12.2016). New York, NY, USA : ACM, 2016, S. 21:1-4.
- Siegl, Christian ; Colaianni, Matteo ; Thies, Lucas ; Thies, Justus ; Zollhöfer, Michael ; Izadi, Shahram ; Stamminger, Marc ; Bauer, Frank: Real-Time Pixel Luminance Optimization for Dynamic Multi-Projection Mapping . In: ACM (Veranst.) : ACM Transactions on Graphics (TOG) (Siggraph Asia 2015 Kobe, Japan). Bd. 34, 6. Aufl. 2015.

14.3.17 Rekonstruktion der Material- und Beleuchtungsinformation

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
Dr.-Ing. Jochen Süßmuth
Beteiligte:
M. Sc. Matthias Innmann
Beginn: 1.4.2016
Förderer:
Bayerische Forschungsstiftung

Ein wichtiger Aspekt bei der Erfassung von 3D-Welten ist neben der Rekonstruktion der Geometrie eines Szene auch die Erfassung der Material- und Beleuchtungseigenschaften.

Die üblichen Verfahren hierzu erfassen lediglich die Materialeigenschaften von flachen 3D-Proben unter Laborbedingungen. In diesem Projekt wird untersucht, inwieweit diese Erfassung auch als Teil eines typischen 3D-Rekonstruktionsprozess möglich ist.

14.4 Studien- und Abschlussarbeiten

- Bachelor Thesis: Robustes motion-tracking im virtuellen Büro. Bearbeiter: Tobias Langen (beendet am 3.1.2017); Betreuer: M. Sc. Matteo Colaianni; Dr.-Ing. Frank Bauer
- Studien-/Diplomarbeit: Educational Browser-Application for the Human Skull. Bearbeiter: Lisa Wernet (beendet am 9.1.2017); Betreuer: M. Sc. Franziska Kranz; Dr. Roberto Grosso; Prof. Dr. med. Friedrich Paulsen
- Bachelor Thesis: Stereoscopic Temporal Anti Aliasing. Bearbeiter: Karl Werner (beendet am 12.1.2017); Betreuer: M. Sc. Christoph Weber; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Bachelor Thesis: Interactive Stateless Mesh Quantization. Bearbeiter: Robert Schleicher (beendet am 16.01.2017); Betreuer: M. Sc. Christoph Weber; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Master Thesis: Kombination von Multi-Kamera Tiefenkarten bei nichtregelmäßigen Kamera-Geometrien. Bearbeiter: Sabine Hauck (beendet am 18.04.2017); Betreuer: Prof. Dr. Günther Greiner
- Master Thesis: Automatisches Übertragen von Landmarken auf 3D-Scans von menschlichen Schädeln. Bearbeiter: Erhardt Philipp (beendet am 24.04.2017); Betreuer: M. Sc. Matthias Innmann
- Master Thesis: Instrumentenverfolgung in laparoskopischen Videosequenzen. Bearbeiter: Björn Osterwald (beendet am 2.5.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. Thomas Wittenberg
- Bachelor Thesis: Histogram-Based Object Recognition and Registration. Bearbeiter: Daniel Rosenmüller (beendet am 10.05.2017); Betreuer: M. Sc. Matthias Innmann
- Bachelor Thesis: Octrees for Dynamic Scenes. Bearbeiter: Richard Marcus (beendet am 16.5.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Kai Selgrad
- Master Thesis: BRDF Estimation from Multiple Images under Varying Lighting Conditions. Bearbeiter: Beeke Heldberg (beendet am 1.6.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Jochen Süßmuth; M. Sc. Matthias Innmann
- Master Thesis: Fast Avatar Reconstruction and Realtime Animation using an RGBD Sensor (Kinect). Bearbeiter: Richard Haus (beendet am 16.06.2017); Betreuer: M. Sc. Lucas Thies; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Master Thesis: Appearance from Motion: Recovering Spatially Varying Surface Reflectance under Unknown Lighting. Bearbeiter: Johannes Pieger (beendet am 26.06.2017); Betreuer: M. Sc. Matthias Innmann

- Master Thesis: Improving Deep Learning of Video Understanding with Synthetic Data. Bearbeiter: Susanne Westphal (beendet am 30.6.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Master Thesis: Ray Tracing using Compressed Bounding Volumes. Bearbeiter: Jonas Müller (beendet am 25.7.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Kai Selgrad; M. Sc. Alexander Lier; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Bachelor Thesis: Photorealistic Real-Time Rendering of Wool. Bearbeiter: Paula Welzenbach (beendet am 17.08.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Christian Siegl; M. Sc. Matteo Colaianni; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Bachelor Thesis: Beschleunigung eines Verfahrens zur Visualisierung endoskopischer 3D-Panoramaaufnahmen mit Hilfe geordneter Punktlisten. Bearbeiter: Merlin Nau (beendet am 18.8.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. Thomas Wittenberg
- Bachelor Thesis: Interaktion mit medizinischen Volumendaten in VR. Bearbeiter: Simone Hufnagel (beendet am 11.09.2017); Betreuer: M. Sc. Jana Martschinke; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Master Thesis: Mesh Partitioning for High Performance Simulation in Ocean Modeling. Bearbeiter: Daniel Zint (beendet am 27.9.2017); Betreuer: Dr. Roberto Grosso
- Master Thesis: Real-Time 3D Modeling with Distance Functions. Bearbeiter: Fabian Rückert (beendet am 28.9.2017)
- Bachelor Thesis: Character Animation using Space-time Sketching. Bearbeiter: Samuel Vilz (beendet am 29.09.2017); Betreuer: M. Sc. Justus Thies; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Bachelor Thesis: Cross-Architecture Acceleration Structures for Ray Tracing. Bearbeiter: Vanessa Wirth (beendet am 4.10.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Kai Selgrad; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Master Thesis: Adaptive Aufnahmeplanung und Bildbasierte 3D-Rekonstruktionen. Bearbeiter: Florian Jung (beendet am 16.10.2017); Betreuer: M. Sc. Vanessa Lange; Dr.-Ing. Frank Bauer
- Master Thesis: Automatic Projector to Tracking Calibration. Bearbeiter: Philipp Kurth (beendet am 19.10.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Christian Siegl; Dr.-Ing. Frank Bauer; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Bachelor Thesis: Body-Tracking in VR. Bearbeiter: Simon Mederer (beendet am 02.11.2017); Betreuer: M. Sc. Lucas Thies
- Bachelor Thesis: Silhouette-based reconstruction of human faces. Bearbeiter: Robert Hermann (beendet am 12.11.2017); Betreuer: M. Sc. Justus Thies; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger
- Bachelor Thesis: Mehrfach-Evaluation von parametrischen Flächen mit Displacement. Bearbeiter: Fabio Krapohl (beendet am 30.11.2017); Betreuer: M. Sc. Alexander Lier; Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger

15 Professur für Informatik (Graphische Datenverarbeitung und Visualisierung)

Anschrift: Cauerstr. 11, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 8529919
Fax: +49 9131 8529931

Die Professur für Graphische Datenverarbeitung und Visualisierung ist am Lehrstuhl Graphische Datenverarbeitung angesiedelt und wurde im Oktober 2002 mit Prof. Marc Stamminger besetzt.

Forschungsthema von Prof. Stamminger ist die computergestützte Darstellung dreidimensionaler virtueller Welten (Rendering) oder gemessener bzw. simulierter Daten (Visualisierung). Ein Forschungsschwerpunkt ist dabei die Anwendung moderner Grafikhardware und anderer paralleler Rechnerarchitekturen.

Forschungsprojekte und Publikationen sind im Teilbereich "Lehrstuhl für Informatik 9" eingegliedert.

15.1 Forschungsschwerpunkte

- Interaktive Darstellung komplexer Geometrie
- Echtzeitsimulation globaler Beleuchtungseffekte
- medizinische Visualisierung

16 Lehrstuhl für Informatik 10 (Systemsimulation)

Anschrift: Cauerstraße 11, 91058 Erlangen
Tel.: 09131 85 28923
Fax: 09131 85 28928
E-Mail: cs10-contact@fau.de

Leitung:
Prof. Dr. Ulrich Rüde
Professor:
Prof. Dr. Christoph Pflaum
Externe Dozenten:
Dr. Wolfgang Degen
Dr. Stefan Mayer
Sekretariat:
Iris Weiß
Projektverwaltung:
Dipl.-Betriebsw. (FH) Alexandra Lukas-Rother
Wiss. Mitarbeiter:

Georg Altmann, M. Sc.
Dr.-Ing. Dominik Bartuschat, M.Sc.(hons); Dipl.-Ing. (FH)
Martin Bauer, M.Sc.(hons)
Sebastian Eibl, M. Sc.
Serge Foko Fotso
Dipl.-Inform. Christian Godenschwager
Marco Heisig, M.Sc.(hons)
Jan Hönig, M. Sc.
Nils Kohl, M. Sc.
Sebastian Kuckuk, M. Sc.
Christoph Rettinger, M.Sc.(hons)
Jonas Schmitt, M. Sc.
Dominik Schuster, M. Sc.
Ramon Springer, M. Sc.
Dominik Thönnes, M. Sc.
Ehemalige Mitarbeiter:
Dr.-Ing. Birhanu Tamene Abebe, M. Sc.
Hamed Amin Pour, M. Sc.
Rameez Asif
Dr.-Ing. Benjamin Bergen
Dipl.-Inf. Silke Bergler
Dr.-Ing. Britta Berneker
Dr.-Ing. Simon Bogner, Dipl.-Inf., Dipl.-Math.
Dr. Wolfgang Degen
Dr.-Ing. Regina Degenhardt, Dipl.-Math.
Dr.-Ing. Stefan Donath, M.Sc.(hons.)
Dr.-Ing. Jan Eitzinger
Dr.-Ing. Uwe Fabricius
Dr. rer. nat. Ehsan Fattahi
Dr.-Ing. Christian Feichtinger
Fan Feng, M. Sc.
Gabriele Fleig
Dipl.-Inf. Christoph Freundl
Dr.-Ing. Björn Gmeiner, M.Sc.(hons)
Dr.-Ing. Jan Götz, M.Sc.(hons.)
Dr.-Ing. Tobias Gradl
Dipl.-Phys. Thorsten Grassmann
Dr.-Ing. Thomas Graupeter
Dr.-Ing. Jochen Härdtlein
Rainer Hartmann, M. Sc.
Dr.-Ing. Kai Hertel
Julian Hornich, M. Sc.
Prof. Dr. Graham Horton
Birgitt Hückel
Frank Hülsemann, PhD
Dipl.-Math. Matthias Hümmer
Dr.-Ing. Klaus Iglberger
Dipl.-Technomath. Christine Jandl
El Mostafa Kalmoun, Ph.D.

Dr.-Ing. Markus Kowarschik
Dr.-Ing. Christian Kuschel, Dipl.-Inf. (FH), M.Sc.(hons)
Cherif Mihoubi
Dr.-Ing. Marcus Mohr
Dipl.-Inf. Christian Möller
Dr.-Ing. Kristina Pickl, M. Sc.
Dr.-Ing. Thomas Pohl
Dr.-Ing. Tobias Preclik
Dr.-Ing. Zhabiz Rahimi
Rainer Rimane
Dr.-Ing. Daniel Ritter
Dipl.-Inf. Harald Schmidt
Dipl.-Inf. Florian Schornbaum
Heike Strohm
Dr.-Ing. Markus Stürmer
Dr.-Ing. Nils Thürey
Benyamin Wahyudi
Dr. Johannes Werner, Dipl-Inf., Dipl.-Math.
Dr.-Ing. Matthias Wohlmuth
Dr.-Ing. Shuai Yan

Der Lehrstuhl für Systemsimulation (LSS) beschäftigt sich mit der Verwendung von modernen Nicht-Standard-Architekturen und Höchstleistungsrechnern. Besonderes Interesse gilt der Entwicklung effizienter und paralleler Algorithmen. Dabei spielen objektorientierte Programmiertechniken sowie die performante Umsetzung auf Höchstleistungsrechner eine große Rolle.

Die rechnergestützte Simulation realer Probleme ist ein vielseitiges Hilfsmittel in der Planung, Analyse und Optimierung von Abläufen verschiedenster Art. Obwohl die Anwendungen sehr unterschiedlich sein können, haben alle Simulationsprojekte eine gemeinsame Struktur. Nach der Festlegung der Fragestellung wird ein Modell erstellt, welches das Problem nachbildet und Antworten auf die gestellten Fragen liefern soll. Um das Modell in ein Computerprogramm umsetzen und dann simulieren zu können, müssen Kenngrößen des Problems erfasst werden. Nach Ermittlung der problemspezifischen Kenngrößen (Modellparameter) kann das Modell in ein Computerprogramm umgesetzt und anschließend simuliert werden. Wenn die Simulationsergebnisse vorliegen, müssen diese in der Regel für die Bewertung durch die Fragesteller aufbereitet werden.

Der LSS konzentriert sich auf die Bereiche der Modellierung, der Entwicklung von Algorithmen und der Erstellung von Computerprogrammen für die Simulationsberechnungen. Die anderen Schritte im Simulationsprojekt verlangen entweder problemspezifisches Wissen, wie beispielsweise die Festlegung der Fragestellung sowie die Bestimmung der Modellparameter, oder sind eigenständige Themen, die auch außerhalb der Simulation zum Einsatz kommen. Ein Beispiel für letztere Kategorie ist das Gebiet der Visualisierung, das für die Aufbereitung der Simulationsergebnisse eine wichtige Rolle spielt.

16.1 Forschungsschwerpunkte

Das Interessensgebiet des Lehrstuhls für Systemsimulation liegt im Bereich der *kontinuierlichen* Simulation und umfasst Aspekte der Modellierung, der Umsetzung eines Simulationsmodells in ein Computerprogramm und der Durchführung von Berechnungen für konkrete Anwendungen.

Der immer noch anhaltende Zuwachs an verfügbarer Rechenleistung wird in den Simulationsanwendungen durch zunehmend komplexere und hoffentlich realitätsnähere Modelle ausgeglichen, so dass der Bedarf an effizienten Methoden für die Simulationsberechnungen unvermindert groß ist. Eben diese effizienten Methoden und deren Implementierung sind die Forschungsschwerpunkte am Lehrstuhl 10.

Besonderes Interesse gilt den sogenannten *Multilevel-Verfahren,* die sich durch ihre optimale algorithmische Komplexität auszeichnen. In anderen Worten, der Rechenaufwand für Multilevel-Verfahren ist direkt proportional zur Problemgröße. Damit erlauben es diese Verfahren, Probleme zu behandeln, die weit außerhalb der Reichweite anderer Ansätze liegen. Gerade auf Superrechnern und den dort bearbeiteten Problemgrößen sind Multilevel-Verfahren unverzichtbar geworden. Werden diese Verfahren jedoch mit adaptiver Verfeinerung kombiniert und auf parallelen Architekturen implementiert, so ist der Programmieraufwand beträchtlich. Neben der Weiterentwicklung der Algorithmen selbst stehen deshalb zunehmend auch Fragen des Software-Engineering im Vordergrund der Forschung. Eine rein objektorientierte Vorgehensweise, die auf Grund der Komplexität des Programmierproblems wünschenswert erscheinen mag, erfüllt (noch) nicht die Anforderungen an die Geschwindigkeit der Ausführung und wird daher durch Mischtechniken ersetzt.

Neben der Entwicklung neuer Algorithmen wird auch der Einfluss der Rechnerarchitektur auf die Implementierung bekannter Verfahren untersucht. Ein Schwerpunkt besteht in der optimierten Ausnutzung der Speicherhierarchien, insbesondere Caches, wie sie moderne Architekturen aufweisen. Darüber hinaus gilt das Interesse auch dem Einsatz von vergleichsweise kostengünstigen Parallelrechnern, den sogenannten Workstationclustern, die aus vernetzten Arbeitsplatzcomputern aufgebaut werden.

Neben den eher klassisch zu nennenden Diskretisierungsmethoden wie Finite Differenzen und Finite Elemente, die zu den algebraischen Gleichungssystemen führen, die es dann mit Multilevel-Techniken zu lösen gilt, werden am Lehrstuhl auch neuere Ansätze wie *Lattice-Boltzmann-Methoden* untersucht. Lattice-Boltzmann-Methoden haben sich bei der Berechnung von Mehrphasenproblemen als robuste und flexible Diskretisierungstechnik erwiesen. In Zusammenarbeit mit anderen Lehrstühlen, die sich auf die Anwendung dieser Techniken auf konkrete Probleme konzentrieren, wird am Lehrstuhl die effiziente Umsetzung dieser Methoden untersucht.

Numerische Simulation mit Höchstleistungsrechnern

Am Lehrstuhl ist auch die Professur für Informatik ”Numerische Simulation mit Höchstleistungsrechnern” angesiedelt. Für weitere Informationen wird auf die betreffenden Seiten der Arbeitsgruppe von Professor Pflaum verwiesen.

16.2 Kooperationsbeziehungen

- Adam Opel GmbH, Rüsselsheim (Dr. S. Fell)

- Bergische Universität Wuppertal, Germany (M. Bolten)
- Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden (P. Jacobsson)
- Chinese Academy of Science, Beijing, China (A. Zhou)
- Commissariat à l'Energie Atomique, Grenoble (J. Pauchet)
- DANA Sealing Products, Ulm, Germany (R. Ströbel)
- Delft University of Technology, Delft, Netherlands (A. Heemink, K. Vuik)
- Dept. for Mathematics, Australien National University, Canberra, Australia (L. Stals, S. Roberts, M. Hegland)
- Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum, Stuttgart (Prof. A. Friedrich)
- Electricité de France R&D, Clamart Cedex, France (F. Hülsemann)
- European Commission Joint Research Center, Petten NL (G. Tsotridis)
- EXA Corporation, Burlington, Massachusetts US (H. Chen)
- Faculty of Mathematics and Physics, University of Bayreuth, Germany (J. Pesch)
- Ferdinand-Braun-Institut für Höchstzfrequenztechnik, Berlin, Germany (H. Wenzel)
- Fraunhofer SCAI (Dr. Wienands)
- Helmholtz Zentrum, München, Germany (S. Bittner)
- IIT Bombay, Mumbai, India (P. Bhargava)
- IIT Delhi (Prof. Buwa)
- IIT Kharagpur (Prof. Chakraborty)
- IIT Guwahati, Gauhati, India (S.C. Mishra, P. Mahanta)
- IIT Kanpur, Kanpur, India (G. Biswas, S. Mittal)
- IIT Madras, Chennai, India (A. Das Gupta, S. Santhakumar, D. Chatterjee)
- IIT Roorkee, Saharanpur, India (A. Gairola, R. Kumar)
- Institut für Energieforschung, Forschungszentrum Jülich, Germany (C. Haase)
- Institut für Mathematik, Julius-Maimilians-Universität Würzburg, Germany (C. Kanzow)
- Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm, Sweden (L. Edsberg, M. Hanke)
- Lawrence Berkeley Lab, Berkeley CA, US (E. Strohmaier)
- Lawrence Livermore National Laboratory (Dr. Quinlan, Dr. Falgout)
- Leibnitz Rechenzentrum, Munich, Germany (M. Brehm)
- Los Alamos National Laboratory (Dr. Bergen)

- Ludwig Maximilians Universität München, Geophysik (Bunge/Mohr)
- Malibu GmbH & Co KG, Bielefeld, Germany (H. Stiebig)
- Max-Planck-Institut für Astrophysik, Uni Heidelberg, Germany (T. Greif)
- McGill University, Montreal, Canada (F. Aristizabal)
- Paul Scherer Institut, Villingen (Dr. Adelmann)
- Ovidius Universität Constanta (Prof. Popa)
- Ruhr Universität Bochum, Anorganische Chemie (Dr. Schmid)
- SGL Tecnologies GmbH, Meitingen (P. Wilde)
- Siemens Healthcare, Erlangen, Germany(Dr. Kowarschik, T. Pohl, M. Scheuering, F. Vega-Higuera))
- Siemens, Simulation Center, Erlangen, Germany (B. Iffländer)
- Siemens, Power Generation, Erlangen, Germany (Butterlin)
- Siemens Industry Sector, Erlangen, Germany (J. Dagner)
- Simula Group, Oslo, Norway (H.P. Langtangen)
- SOLVAY SOLEXIS S.p.A., Bollate, Italien (D. Facchi)
- Technion Israel Institute of Technology, Computer Science (I. Yavneh)
- Technische Universität Berlin, Germany (J. Liesen, R. Nabben)
- Technische Universität München (A. Bode, H.J. Bungartz, E. Rank, G. Müller, B. Wohlmuth)
- TU München, Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, Weihenstephan, Germany (M. Hussein, S. Mack)
- Universidad Autónoma de Madrid, Computer Science, Centro de Referencia Linus, Spain (C. Navarrete Navarrete)
- Universität Münster, Institut für Biomagnetismus und Biosignalanalyse (C. Wolters)
- Universität zu Köln, Mathematisches Institut (R. Wienands)
- Nikolaus Kopernikus Universität Torun, Poland (R. Gruszczynski)
- Universität Tel Aviv, Israel (S. Toledo, A. Fehm)
- Universität Würzburg, Germany (M. Dobrowolski)
- University Krasnojarsk, Institute of computational Modelling, Krasnojarsk, Russia (V.V. Shaidurov)
- University of Colorado, Boulder, Mathematics (S. McCormick, T. Manteuffel)
- University of Houston, Computer Science (M. Garbey)

- University of Iowa, Computer Science, Iowa, US (S. Oliveira)
- University of Utah, Computer Science, Salt Lake City, Utah, US (C. Johnson)
- University of Wyoming, Computer Science, Laramie, Wyoming, US (C. Douglas)
- University of Zaragoza, Department of Applied Mathematics, Zaragoza, Spain (F. Gaspar)
- Volvo Technology Corporation, Göteborg, Sweden (A. Grant)
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Ulm,Germany (C. Hartnig)

16.3 Forschungsprojekte

16.3.1 HHG: Hierarchische Hybride Gitter

Projektleitung:
Prof. Dr. Ulrich Rüde
Beteiligte:
Dr.-Ing. Björn Gmeiner, M.Sc.(hons)
Beginn: 1.1.2006
Förderer:
Internationales Doktorandenkolleg "Identifikation, Optimierung und Steuerung für technische Anwendungen"

HHG ist ein Mehrgitter-Löser für Finite Elemente auf unstrukturierten Gittern. Das Programm verwendet ein grobes Gitter als Eingabe und verfeinert dieses strukturiert. Die dabei entstehende reguläre Gitterstruktur ermöglicht die Verwendung äußerst speichersparender Datenstrukturen. Simulationen beeindruckender Größenordnung rücken damit in den Bereich des Machbaren. Auf dem HLRB II des Leibniz- Rechenzentrums München wurde auf 9170 Prozessoren ein lineares Gleichungssystem mit 300 Milliarden Unbekannten gelöst.

Publikationen

– Bergen, Benjamin ; Wellein, Gerhard ; Hülsemann, Frank ; Rüde, Ulrich: Hierarchical hybrid grids: achieving TERAFLOP performance on large scale finite element simulations . In: International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems 22 (2007), Nr. 4, S. 311-329

– Gradl, Tobias ; Freundl, Christoph ; Rüde, Ulrich: Scalability on All Levels for Ultra-Large Scale Finite Element Calculations . Erlangen : FAU. 2007 (07-5). - Interner Bericht. 10 Seiten

– Bergen, Benjamin ; Gradl, Tobias ; Hülsemann, Frank ; Rüde, Ulrich: A Massively Parallel Multigrid Method for Finite Elements . In: Computing in Science & Engineering 8 (2006), Nr. 6, S. 56-62

– Gradl, Tobias ; Rüde, Ulrich: High Performance Multigrid on Current Large Scale Parallel Computers . In: Nagel, Wolfgang E. ; Hoffmann, Rolf ; Koch Andreas (Hrsg.) : 9th Workshop on Parallel Systems and Algorithms (PASA) (9th Workshop on Parallel Systems and Algorithms (PASA) Dresden 26. 02. 2008). Bonn : Gesellschaft für Informatik, 2008, S. 37-45. (GI Edition: Lecture Notes in Informatics Bd. 124) - ISBN 978-3-88579-218-5

– Freundl, Christoph ; Gradl, Tobias ; Rüde, Ulrich: Towards Petascale Multilevel Finite-Element Solvers . In: Bader, David A. (Hrsg.) : Petascale Computing. Algorithms and Applications. Boca Raton / London / New York : Chapman & Hall/CRC, 2008, S. 375-389. - ISBN 978-1-58488-909-0

– Gmeiner, Björn ; Gradl, Tobias ; Gaspar, Francisco ; Rüde, Ulrich: Optimization of the multigrid-convergence rate on semi-structured meshes by local Fourier analysis . In: Computers and Mathematics with Applications 65 (2012), Nr. 4, S. 694-711

– Gmeiner, Björn ; Köstler, Harald ; Stürmer, Markus ; Rüde, Ulrich: Parallel multigrid on hierarchical hybrid grids: a performance study on current high performance computing clusters . In: Concurrency and Computation: Practice and Experience online Dec (2012), S. 1-24

– Gmeiner, Björn ; Mohr, M. ; Rüde, Ulrich: Hierarchical Hybrid Grids for Mantle Convection: A First Study . In: TU München (Veranst.) : Proceedings of the 11th International Symposium on Parallel and Distributed Computing (11th International Symposium on Parallel and Distributed Computing München 25.–29.06.2012). 2012, S. 309-314. - ISBN 978-1-4673-2599-8

– Gmeiner, Björn ; Gradl, Tobias ; Köstler, Harald ; Rüde, Ulrich: Highly Parallel Geometric Multigrid Algorithm for Hierarchical Hybrid Grids . In: Binder, K. ; Münster, G. ; Kremer, M. (Hrsg.) : NIC Symposium 2012 - Proceedings (NIC Symposium 2012 Jülich 07.02. – 08.02.2012). Bd. 45. Jülich : FZ Jülich, 2012, S. 323-330. (NIC Series) - ISBN 978-3-89336-758-0

16.3.2 Performance-Optimierung für zukünftige Hardware

Projektleitung:
Prof. Dr. Ulrich Rüde
Beteiligte:
PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat
Beginn: 1.6.2006

Um auf Computern hohe Geschwindigkeiten für numerische Anwendungen zu erzielen, müssen die charakteristischen Merkmale der ausführenden Plattform berücksichtigt werden. In Zukunft erwartet man eine weiter steigende Anzahl an Rechenkernen und eine weitere Etablierung heterogener Architekturen mit Beschleunigern, aber auch rekonfigurierbare Einheiten wären denkbar. Deshalb erforschen und entwickeln wir leistungssteigernde Programmiertechniken für moderne und alternative Hardware, also Mehrkernprozessoren, Grafikkarten, und andere Beschleunigerarchitekturen.

Publikationen

- Ritter, Daniel ; Stürmer, Markus ; Rüde, Ulrich: A fast-adaptive composite grid algorithm for solving the free-space Poisson problem on the cell broadband engine . In: Numerical Linear Algebra with Applications 17 (2010), Nr. 2-3, S. 291-305
- Stürmer, Markus ; Köstler, Harald ; Rüde, Ulrich: Optimized fast wavelet transform utilizing a multicore-aware framework for stencil computations . In: University of Iceland (Veranst.) : Proceedings of Para 2010 (Para 2010: State of the Art in Scientific and Parallel Computing Reykjavik, Iceland 06.–09.06.2010). 2010, S. 1-4.
- Bartuschat, Dominik ; Stürmer, Markus ; Köstler, Harald: An Orthogonal Matching Pursuit Algorithm for Image Denoising on the Cell Broadband Engine . In: Weglarz, Jan ; Wyrzykowski, Roman ; Szymanski,Boleslaw (Veranst.) : Parallel Processing and Applied Mathematics (8th International Conference, PPAM 2009 Wroclaw 13.09. - 16.09.2009). Bd. 5057. Berlin Heidelberg : Springer, 2010, S. 557-566. (Lecture Notes in Computer Science) - ISBN 978-3-642-14389-2
- Stürmer, Markus ; Wellein, Gerhard ; Hager, Georg ; Köstler, Harald ; Rüde, Ulrich: Challenges and Potentials of Emerging Multicore Architectures . In: Wagner, S. ; Steinmetz, M. ; Bode, A. ; Brehm, M. (Hrsg.) : High Performance Computing in Science and Engineering Garching-Munich 2007 (Third Joint HLRB and KONWIHR Status and Result Workshop Garching 03.12.-04.12.2007). Berlin Heidelberg : Springer, 2009, S. 551-566. - ISBN 978-3-540-69181-5
- Stürmer, Markus ; Götz, Jan ; Richter, G. ; Dörfler, Arnd ; Rüde, Ulrich: Fluid flow simulation on the Cell Broadband Engine using the lattice Boltzmann method . In: Computers and Mathematics with Applications 58 (2009), Nr. 5, S. 1062-1070
- Stürmer, Markus: Implementing Stencil-Based Codes on the Cell Broadband Engine Efficiently .Vortrag: CECAM Workshop on Algorithmic Re-Engineering for Modern Non-Conventional Processing Units, cecam, Lugano, 30.09.2009
- Köstler, Harald: Porting Numerical Algorithms to GPUs .Vortrag: CECAM Workshop on Algorithmic Re-Engineering for Modern Non-Conventional Processing Units, cecam, Lugano, 30.09.2009
- Stürmer, Markus ; Eitzinger, Jan ; Rüde, Ulrich: Optimising a 3D multigrid algorithm for the IA-64 architecture . In: Int. J. Computational Science and Engineering 4 (2008), Nr. 1, S. 29-35
- Wellein, Gerhard ; Hager, Georg ; Rüde, Ulrich: What's next? Evaluating Performance and Programming Approaches for Emerging Computer Technologies . In: High Performance Computing at RRZE (2008), S. 42-45
- Stürmer, Markus ; Köstler, Harald ; Rüde, Ulrich: Fast wavelet transform utilizing a multicore-aware framework . In: Jonasson, K. (Hrsg.) : Applied Parallel and Scientific Computing. Bd. 7134. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2012, (Lecture Notes in Computer Science), S. 313-323.

16.3.3 Simulation of self-propelled microorganisms

Projektleitung:
Prof. Dr. Ulrich Rüde
PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat
Beteiligte:
Prof. Dr. Ana-Suncana Smith
Prof. Dr. Klaus Mecke
Dr.-Ing. Kristina Pickl, M. Sc.
Dr. Jayant Pande
Beginn: 1.1.2011
Förderer:
EAM Cluster of Excellence Engineering of Advanced Materials

The collective swarming behavior of numerous self-propelled microorganisms at low Reynolds number (Stokes flow), e.g. a swarm of Escherichia coli (E. coli) bacteria, is still inadequately understood. Several analytical and numerical studies have been performed to gain insight into the behavior of a single or a couple of such self-driven devices. However, most of these approaches are limited to simple geometries of the swimming device or the surrounding channel domain. Reaching the required high density of swimmers is one of the challenges that has to be solved in order to observe phenomena like pattern formation or self- organization.

In our project we consistently couple our lattice Boltzmann fluid simulation framework waLBerla (widely applicable Lattice Boltzmann solver from Erlangen) with our rigid body simulation tool pe. This allows us to simulate self- propelled devices consisting of fully resolved rigid bodies of arbitrary shape in 3D. An effortless exchange of the constituents of the considered micro devices, adapting the surrounding channel geometry according to our needs, or regarding regimes beyond low Reynolds numbers are only some of the potential benefits associated with the use of this coupled software framework.

Publikationen

– Pickl, Kristina ; Götz, Jan ; Iglberger, Klaus ; Pande, Jayant ; Mecke, Klaus ; Smith, Ana-Suncana ; Rüde, Ulrich: All good things come in threes - Three beads learn to swim with lattice Boltzmann and a rigid body solver . In: Journal of Computational Science 3 (2012), Nr. 5, S. 374-387

– Pickl, Kristina ; Hofmann, Matthias ; Preclik, Tobias ; Köstler, Harald ; Smith, Ana-Suncana ; Rüde, Ulrich: Parallel Simulations of Self-propelled Microorganisms . In: Bader, Michael ; Bode, Arndt ; Bungartz, Hans-Joachim ; Gerndt, Michael ; Joubert, Gerhard R. ; Peters, Frans (Hrsg.) : Parallel Computing: Accelerating Computational Science and Engineering (CSE). Clifton, Amsterdam, Tokyo : IOS Press, 2014, (Advances in Parallel Computing Bd. 25), S. 395-404. - ISBN 978-1-61499-381-0

16.3.4 TERRA-NEO

Beteiligte:
Prof. Dr. Ulrich Rüde

Prof. Dr. Gerhard Wellein
Dr.-Ing. Björn Gmeiner, M.Sc.(hons)
Dr.-Ing. Jan Eitzinger
Bunge, Hans-Peter
Mohr, Marcus
Weismüller, Jens
Wohlmuth, Barbara
Waluga, Christian
Dr.-Ing. Dominik Bartuschat, M.Sc.(hons); Dipl.-Ing. (FH)
Beginn: 1.1.2012

Mantle convection is a vital component of the Earth system. The relentless deformation taking place in the mantle by viscous creep has a far greater impact on our planet than might be immediately evident. Immense forces are at work in mantle convection cells: Continuously reshaping Earth's surface, the mantle provides the enormous driving forces necessary to support large-scale horizontal motion, in the form of plate tectonics and associated earthquake and mountain building activity. At the same time the mantle induces substantial vertical motion in the form of dynamically maintained topography through lateral pressure gradients beneath tectonic plates. This vertical motion is perhaps the most spectacular manifestation of mantle convection - and its most defining and enduring impact upon the entire Earth system.

Mantle convection modeling relies upon sophisticated computational modeling and is a classical grand challenge application requiring extremely large grids and many time steps to represent the system with spatial and temporal resolutions fine enough to allow for the use of earth-like physical parameters. The mantle is characterized by strongly variable (e.g., stress-, temperature-, and pressure-dependent) viscosities with local contrasts spanning several orders of magnitude and demanding adaptivity in order to capture localization phenomena.

TERRA-NEO is an ambitious project to construct a next- generation mantle-circulation model. The time has come to leap forward and to leverage the vast computing power that will become available with exascale computing to enable simulation-based breakthrough results in our understanding of the solid Earth.

Publikationen

– Gmeiner, Björn ; Mohr, M. ; Rüde, Ulrich: Hierarchical Hybrid Grids for Mantle Convection: A First Study . In: TU München (Veranst.) : Proceedings of the 11th International Symposium on Parallel and Distributed Computing (11th International Symposium on Parallel and Distributed Computing München 25.–29.06.2012). 2012, S. 309-314. - ISBN 978-1-4673-2599-8

– Weismüller, Jens ; Gmeiner, Björn ; Ghelichkhan, S. ; Huber, Markus ; John, Lukas ; Wohlmuth, Barbara ; Rüde, Ulrich ; Bunge, H.-P.: Fast asthenosphere motion in high-resolution global mantle flow models . In: Geophysical Research Letters 42 (2015), Nr. 18, S. 7429-7435

– Gmeiner, Björn ; Rüde, Ulrich ; Stengel, Holger ; Waluga, Christian ; Wohlmuth, Barbara: Performance and Scalability of Hierarchical Hybrid Multigrid Solvers for Stokes Systems . In: SIAM Journal on Scientific Computing 37 (2015), Nr. 2, S. C143–C168

– Gmeiner, Björn ; Rüde, Ulrich ; Stengel, Holger ; Waluga, C. ; Wohlmuth, Barbara: Towards Textbook Efficiency for Parallel Multigrid . In: Numerical Mathematics: Theory, Methods and Application 8 (2015), Nr. 1, S. 22-46

– Weißmüller, Johannes ; Gmeiner, Björn ; Mohr, Marcus ; Waluga, C. ; Wohlmuth, Barbara ; Rüde, Ulrich ; Bunge, H.-P.: Mantle convection on modern supercomputers . In: EGU General Assembly (Hrsg.) : EGU General Assembly Conference Abstracts. Bd. 17. Harvard : EGU General Assembly, 2015, S. 1.

– Kuckuk, Sebastian ; Gmeiner, Björn ; Köstler, Harald ; Rüde, Ulrich: A Generic Prototype to Benchmark Algorithms and Data Structures for Hierarchical Hybrid Grids . In: Bader, Michael ; Bode, Arndt ; Bungartz, Hans-Joachim ; Gerndt, Michael ; Joubert, Gerhard R. ; Peters, Frans (Hrsg.) : Parallel Computing: Accelerating Computational Science and Engineering (CSE) (ParCo 2013 Garching 10.-13.9.2013). 2014, S. 813-822.

– Gmeiner, Björn ; Waluga, C. ; Wohlmuth, B:: Local mass-corrections for continuous pressure approximations of incompressible flow . In: SIAM J. Numer. Anal. 52 (2014), Nr. 6, S. 2931-2956

– Gmeiner, Björn ; Köstler, Harald ; Stürmer, Markus ; Rüde, Ulrich: Parallel multigrid on hierarchical hybrid grids: a performance Study on current high performance computing clusters . In: Concurrency and Computation: Practice and Experience 26 (2014), Nr. 1, S. 217-240

– Gmeiner, Björn ; Rüde, Ulrich ; Wasniewski, J.: Peta-Scale Hierarchical Hybrid Multigrid Using Hybrid Parallelization . In: Lirkov, I. ; Margenov, S. (Hrsg.) : Large-Scale Scientific Computing. Bd. 8353. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2014, (Lecture Notes in Computer Science), S. 439-447. - ISBN 978-3-662-43879-4

– Wohlmuth, B. ; Gmeiner, Björn ; Stengel, H. ; Rüde, Ulrich ; Waluga, C.: Dual and Hybrid Hierarchical Grids for Fast Geophysical Flow Simulations . In: Bank, R.E. ; Grasedyck, L. ; Hackbusch, W. ; Wittum, G. (Hrsg.) : MFO Report Nr. 24 (Schnelle Löser für Partielle Differentialgleichungen Oberwolfach 11.-16.5.2014). Bd. 24. Oberwolfach : EMS Publishing House, 2014, S. 1356-1359.

16.3.5 The pe Rigid Body Physics Engine

Projektleitung:
Prof. Dr. Ulrich Rüde
Beteiligte:
Sebastian Eibl, M. Sc.
Dr.-Ing. Kristina Pickl, M. Sc.
Beginn: 1.1.2006

This research project focuses on the development of the pe physics engine. pe is an advanced C++ framework for the simulation of rigid, completely undeformable bodies with arbitrary shape. pe offers both collision solvers for physically accurate simulations as well as fast solvers suitable for computer games. The major focus of pe are large-scale and massively parallel rigid body simulations with up to several billion interacting rigid

bodies. The currently largest simulation with 28 billion non-spherical bodies was performed on the SuperMUC Petascale System at the Leibniz Supercomputing Center on 262144 processor cores.

Publikationen

– Pickl, Kristina ; Götz, Jan ; Iglberger, Klaus ; Pande, Jayant ; Mecke, Klaus ; Smith, Ana-Suncana ; Rüde, Ulrich: All good things come in threes - Three beads learn to swim with lattice Boltzmann and a rigid body solver . In: Journal of Computational Science 3 (2012), Nr. 5, S. 374-387

– Preclik, Tobias ; Rüde, Ulrich: Numerical Experiments with the Painlevé Paradox: Rigid Body vs. Compliant Contact . In: Eberhard, P. ; Ziegler, Philipp (Hrsg.) : Proceedings of the IMSD2012 - The 2nd Joint International Conference on Multibody System Dynamics, May 29 - Jun 1, 2012, Stuttgart, Germany (The 2nd Joint International Conference on Multbody System Dynamics Stuttgart 29.05.2012–01.06.2012). 2012, S. I–X.

– Popa, Constantin ; Preclik, Tobias ; Köstler, Harald ; Rüde, Ulrich: On Kaczmarz's projection iteration as a direct solver for linear least squares problems . In: Linear Algebra and its Applications 436 (2012), Nr. 2, S. 389-404

– Preclik, Tobias ; Popa, Constantin ; Rüde, Ulrich: Regularizing a Time-stepping Method for Rigid Multibody Dynamics . In: Samin, J.C. ; Fisette, P. (Hrsg.) : Multibody Dynamics 2011 (Multibody Dynamics 2011 Brüssel 04.–07.07.2011). 2011, S. 78-79.

– Götz, Jan ; Iglberger, Klaus ; Feichtinger, Christian ; Donath, Stefan ; Rüde, Ulrich: Coupling multibody dynamics and computational fluid dynamics on 8192 processor cores . In: Parallel Computing 36 (2010), Nr. 2-3, S. 142-151

– Götz, Jan ; Iglberger, Klaus ; Stürmer, Markus ; Rüde, Ulrich: Direct Numerical Simulation of Particulate Flows on 294912 Processor Cores . In: IEEE computer society (Veranst.) : 2010 ACM/IEEE International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (Supercomputing '10 New Orleans 13.11. – 19.11.2010). 2010, S. 1-11. - ISBN 978-1-4244-7559-9

– Iglberger, Klaus ; Rüde, Ulrich: Large-scale rigid body simulations . In: Multibody System Dynamics 25 (2010), Nr. 1, S. 81-95

– Iglberger, Klaus ; Rüde, Ulrich: Massively parallel granular flow simulations with non-spherical particles . In: Computer Science - Research and Development 25 (2010), Nr. 1-2, S. 105-113

– Preclik, Tobias ; Iglberger, Klaus ; Rüde, Ulrich: Iterative Rigid Multibody Dynamics . In: Arczewski, K. ; Fracek, J. ; Wojtyra, M. (Hrsg.) : Multibody Dynamics 2009, ECCOMAS Thematic Conference (Multibody Dynamics 2009 Warsaw 29.06.–02.07.2009). 2009, S. 1-17. - ISBN 978-83-7207-813-1

– Iglberger, Klaus ; Rüde, Ulrich: Massively Parallel Rigid Body Dynamics Simulations . In: Computer Science - Research and Development 23 (2009), Nr. 3, S. 159-167

– Götz, Jan ; Feichtinger, Christian ; Iglberger, Klaus ; Donath, Stefan ; Rüde, Ulrich: Large scale simulation of fluid structure interaction usingLattice Boltzmann methods and the ”physics engine” . In: Mercer, G.N. ; Roberts, A.j. (Hrsg.) : Proceedings of the 14th Biennial Computational Techniques andApplications Conference, CTAC-2008 (14th Biennial Computational Techniques andApplications Conference, CTAC-2008 Canberra, AU 13.07./ 16.07.2008). Bd. 50. 2008, S. C166–C188. (ANZIAM Journal)

– Pickl, Kristina ; Hofmann, Matthias ; Preclik, Tobias ; Köstler, Harald ; Smith, Ana-Suncana ; Rüde, Ulrich: Parallel Simulations of Self-propelled Microorganisms . In: Bader, Michael ; Bode, Arndt ; Bungartz, Hans-Joachim ; Gerndt, Michael ; Joubert, Gerhard R. ; Peters, Frans (Hrsg.) : Parallel Computing: Accelerating Computational Science and Engineering (CSE). Clifton, Amsterdam, Tokyo : IOS Press, 2014, (Advances in Parallel Computing Bd. 25), S. 395-404. - ISBN 978-1-61499-381-0

– Bartuschat, Dominik ; Fischermeier, Ellen ; Gustavsson, Katarina ; Rüde, Ulrich: Two Computational Models for Simulating the Tumbling Motion of Elongated Particles in Fluids . In: submitted to Computers & Fluids, preprint in arXiv (2015), S. 1-23

– Preclik, Tobias ; Rüde, Ulrich: Ultrascale simulations of non-smooth granular dynamics . In: Computational Particle Mechanics (2015)

16.3.6 waLBerla

Projektleitung:
Prof. Dr. Ulrich Rüde
PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat
Beteiligte:
Dr.-Ing. Regina Degenhardt, Dipl.-Math.
Martin Bauer, M.Sc.(hons)
Dr.-Ing. Dominik Bartuschat, M.Sc.(hons); Dipl.-Ing. (FH)
Dr.-Ing. Kristina Pickl, M. Sc.
Dipl.-Inf. Florian Schornbaum
Dr.-Ing. Simon Bogner, Dipl.-Inf., Dipl.-Math.
Dipl.-Inform. Christian Godenschwager
Beginn: 1.1.2007

Das Lösen aktueller Simulationsprobleme wird immer komplexer. Sowohl die Anzahl der zu berücksichtigenden physikalischen Effekte als auch die Komplexität des dazugehörigen Software-Entwicklungs-Prozesses werden zunehmend größer. Um diesen wachsenden Anforderungen gerecht zu werden, hat der Lehrstuhl für Systemsimulation (LSS) das massiv parallele und flexible Simulations-Programmpaket waLBerla (widely applicable Lattice Boltzmann solver from Erlangen) entwickelt. Ursprünglich war das Programmpaket um die Lattice-Boltzmann-Methode zur Simulation von Strömungsszenarien zentriert. Mittlerweile ist sein Einsatz nicht nur auf diesen Algorithmus beschränkt, sondern auch für verschiedene, auf strukturierten Gittern basierende Anwendungen geeignet, z. B. wurde auch ein effizienter Mehrgitterlöser für partielle Differentialgleichungen integriert. Neben den grundlegenden Anforderungen der einfachen Anpassbarkeit und Erweiterbarkeit für neue strömungsmechanische Probleme, zielt das waLBerla-Projekt auch auf physikalische Korrektheit und Hochleistungsberechnungen ab. Ein besonderes

Merkmal ist die Simulation von großen Ensembles vollständig geometrisch aufgelöster, beliebig geformter Partikel in Strömungen. Selbst auf 294912 Kernen ist es möglich, eine parallele Effizienz von mehr als 95ein zahlreiche Funktionen umfassendes Programm als auch eine Bibliothek für die einfache Entwicklung neuer Simulationsaufgaben. Aus diesem Grund erfüllt es die Anforderungen von Forschern, Code-Optimierern und Softwareentwicklern und kann in industriellen Kooperationen eingesetzt werden.

Publikationen

- Donath, Stefan ; Mecke, Klaus ; Rabha, S. ; Buwa, Vivek ; Rüde, Ulrich: Verification of Surface Tension in the Parallel Free Surface Lattice Boltzmann Method in waLBerla . In: Computers and Fluids 45 (2011), Nr. 1, S. 177-186
- Thürey, Nils: Physically based Animation of Free Surface Flows with the Lattice Boltzmann Method . Erlangen, FAU, Diss., 2007. - 145 Seiten.
- Feichtinger, Christian ; Donath, Stefan ; Köstler, Harald ; Götz, Jan ; Rüde, Ulrich: waLBerla: HPC software design for computational engineering simulations . In: Journal of Computational Science 2 (2011), Nr. 2, S. 105-112
- Donath, Stefan: Wetting Models for a Parallel High-Performance Free Surface Lattice Boltzmann Method . Erlangen, FAU, Diss., 2011
- Pickl, Kristina ; Götz, Jan ; Iglberger, Klaus ; Pande, Jayant ; Mecke, Klaus ; Smith, Ana-Suncana ; Rüde, Ulrich: All good things come in threes - Three beads learn to swim with lattice Boltzmann and a rigid body solver . In: Journal of Computational Science 3 (2012), Nr. 5, S. 374-387
- Götz, Jan: Massively Parallel Direct Numerical Simulation of Particulate Flows . Erlangen, FAU, Diss., 2012. - 168 Seiten.
- Godenschwager, Christian ; Schornbaum, Florian ; Bauer, Martin ; Köstler, Harald ; Rüde, Ulrich: A Framework for Hybrid Parallel Flow Simulations with a Trillion Cells in Complex Geometries . In: ACM (Veranst.) : Proceedings of SC13: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC13: International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis Denver 17.-22.11.2013). 2013, S. 35-1 – 35-12.
- Degenhardt, Regina ; Markl, Matthias ; Ljungblad, Ulric ; Körner, Carolin ; Rüde, Ulrich: Simulating fast electron beam melting with a parallel thermal free surface lattice Boltzmann method . In: Computers & Mathematics with Applications 67 (2014), Nr. 2, S. 318-330
- Bartuschat, Dominik ; Rüde, Ulrich: Parallel Multiphysics Simulations of Charged Particles in Microfluidic Flows . In: Journal of Computational Science 8 (2015), S. 1-19
- Feichtinger, Christian ; Habich, Johannes ; Köstler, Harald ; Rüde, Ulrich ; Aoki, Takayuki: Performance Modeling and Analysis of Heterogeneous Lattice Boltzmann Simulations on CPU-GPU Clusters . In: Parallel Computing (2014)

– Anderl, Daniela ; Bogner, Simon ; Rauh, Cornelia ; Rüde, Ulrich ; Delgado, Antonio: Free Surface Lattice Boltzmann with Enhanced Bubble Model . In: Computers & Mathematics with Applications 67 (2013), Nr. 2, S. 331-339

– Bartuschat, Dominik ; Fischermeier, Ellen ; Gustavsson, Katarina ; Rüde, Ulrich: Two computational models for simulating the tumbling motion of elongated particles in fluids . In: Computers & Fluids 127 (2016), S. 17-35

– Bauer, Martin ; Schornbaum, Florian ; Godenschwager, Christian ; Markl, Matthias ; Anderl, Daniela ; Köstler, Harald ; Rüde, Ulrich: A Python extension for the massively parallel multiphysics simulation framework waLBerla . In: International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems (2015)

– Schornbaum, Florian ; Rüde, Ulrich: Massively Parallel Algorithms for the Lattice Boltzmann Method on Non-uniform Grids . Erlangen : FAU. 2015 (arXiv 1508.07982). - Forschungsbericht. 29 Seiten

– Bauer, Martin ; Hötzer, Johannes ; Jainta, Marcus ; Steinmetz, Philipp ; Berghoff, Marco ; Schornbaum, Florian ; Godenschwager, Christian ; Köstler, Harald ; Nestler, Britta ; Rüde, Ulrich: Massively Parallel Phase-field Simulations for Ternary Eutectic Directional Solidification . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis Austin 15.-20.11.2015). New York : ACM, 2015, S. 8:1-8:12.

16.4 Studien- und Abschlussarbeiten

– Master Thesis: Direct Numerical Simulation of Fluidized Beds with the Lattice Boltzmann Method. Bearbeiter: Dominik Schuster (beendet am 09.01.2017); Betreuer: Prof. Dr. Ulrich Rüde

– Master Thesis: Resilience for Massively Parallel Simulation Software. Bearbeiter: Nils Kohl (beendet am 27.02.2017); Betreuer: Prof. Dr. Ulrich Rüde

– Master Thesis: Advektion freier Oberflächen basierend auf der Volume-of-Fluid-Methode (Advection of Free Surfaces Based on the Volume of Fluid Method). Bearbeiter: Viktor Haag (beendet am 09.05.2017); Betreuer: Prof. Dr. Ulrich Rüde

– Master Thesis: The Intensity Based Comparison of the Stain Segmentation Methods of the Product and the Blood Stain. Bearbeiter: Roman Reberger (beendet am 22.05.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat

– Master Thesis: FEM Modeling of Shrinkage Effects in Negative Tone Photoresists. Bearbeiter: Sean Dominic D'Silva (beendet am 29.06.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat

– Master Thesis: Generation of LLVM Compute Kernels for High Performance Simulations. Bearbeiter: Jan Hönig (beendet am 11.07.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat

– Master Thesis: AnyDSL-MD: Molecular Dynamics Simulations in Impala. Bearbeiter: Jonas Schmitt (beendet am 28.08.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat

– Bachelor Thesis: Implementation of a TGV Algorithm in ExaSlang. Bearbeiter: Max Gerecke (beendet am 30.10.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat

– Master-Projekt: Implementation of the Quadrature-Free Local Discontinuous Galerkin Method. Bearbeiter: Christopher Bross (beendet am 06.11.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat

– Master Thesis: Complex Crystalline Geometries - Simulating Particle Filters. Bearbeiter: Vasanth Baskar (beendet am 16.11.2017); Betreuer: Prof. Dr. Ulrich Rüde

– Bachelor Thesis: Effiziente Kollisionserkennung für konvexe Körper in parallelen Simulationen. Bearbeiter: Tobias Leemann (beendet am 28.11.2017); Betreuer: Prof. Dr. Ulrich Rüde

– Master Thesis: 3D Raytracing Model for Laser Beams Influenced by Thermal Lensing in Solid-State Gain Media. Bearbeiter: Phillip Rall (beendet am 29.11.2017); Betreuer: Prof. Dr. Christoph Pflaum

– Master Thesis: Build-Order-Optimierung in Starcraft2 mit Hilfe von neuronalen Netzen. Bearbeiter: Michael Hildebrand (beendet am 30.11.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat

– Bachelor Thesis: Implementation von Lagrange-Elemente-Verfahren höherer Ordnung. Bearbeiter: Douglas Jackson Djoumessi Tsague (beendet am 01.12.2017); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Harald Köstler, Akad. ORat

17 Professur für Informatik (Numerische Simulation mit Höchstleistungsrechnern)

Wiss. Mitarbeiter:
Serge Foko Fotso
Ramon Springer, M. Sc.
Ehemalige Mitarbeiter:
Dr.-Ing. Birhanu Tamene Abebe, M. Sc.
Hamed Amin Pour, M. Sc.
Rameez Asif
Dr.-Ing. Britta Berneker
Fan Feng, M. Sc.
Dr.-Ing. Thomas Graupeter
Dr.-Ing. Jochen Härdtlein
Rainer Hartmann, M. Sc.
Dr.-Ing. Kai Hertel
Julian Hornich, M. Sc.
Dipl.-Math. Matthias Hümmer

Dipl.-Technomath. Christine Jandl
Dr.-Ing. Zhabiz Rahimi
Dr. Johannes Werner, Dipl-Inf., Dipl.-Math.
Dr.-Ing. Matthias Wohlmuth
Dr.-Ing. Shuai Yan

Die Professur für Informatik ”Numerische Simulation mit Höchstleistungsrechnern” wurde im Juni 2003 eingerichtet. Die Forschung dieser Professur betrifft einerseits grundlegende Techniken zur Implementierung paralleler Algorithmen auf Höchstleistungsrechnern, andererseits auch die numerische Simulation in Bezug auf verschiedene technische Anwendungen. Damit Höchstleistungsrechner schneller zur numerischen Simulation konkreter Anwendungen genutzt werden können, ist es wichtig, Bibliotheken zu entwickeln, welche die Implementierung von numerischen Algorithmen auf Höchstleistungsrechnern erleichtern. Erreicht werden kann dies zum Beispiel durch die Verwendung von C++ und Expression Templates. Die Entwicklung von Bibliotheken muss jedoch immer im Hinblick auf konkrete Anwendungen geschehen. Beispiele solcher Anwendungen sind numerische Simulationen im Bereich der Photonik, etwa die Simulation von Lasern oder die Simulation von Dünnschichtsolarzellen. Laser werden in vielen technischen Anwendungen benötigt, für die sie jeweils optimal ausgelegt sein müssen. Die Simulation von Lasern ist sehr komplex, da verschiedenste physikalische Effekte mittels diverser Simulationstechniken gekoppelt berechnet werden müssen. Daher wurde ein Simulationswerkzeug entwickelt, welches bereits viele der Eigenschaften eines Lasers zuverlässig berechnet und das in seinem Umfang und seiner Präzision derzeit weltweit führend ist. Dünnschichtsolarzellen sind eine kostengünstige und Ressourcen sparende Technologie zur Erzeugung regenerativer Energie. Allerdings besitzen sie derzeit einen geringeren Wirkungsgrad als Waver-basierte Solarzellen. Es ist daher sinnvoll, nach Methoden zu suchen, mit denen sich der Wirkungsgrad von Dünnschichtsolarzellen erhöhen lässt. Um diese Suche zu unterstützen, wurde ein Programm entwickelt, welches Ausbreitung und Absorption von Sonnenlicht in Dünnschichtsolarzellen simuliert. Ein neues Forschungsfeld der Arbeitsgruppe ist die Lösung elliptischer hoch-dimensionaler Differentialgleichungen mit dünnen Gittern.

17.1 Forschungsschwerpunkte

- Lasersimulation
- Simulation von Dünnschichtsolarzellen
- Hochleistungsrechnen
- Lösung hochdimensionaler Differentialgleichungen

17.2 Kooperationsbeziehungen

- verschiedene Firmen die Laser herstellen
- ZAE Erlangen

17.3 Wissenschaftliche Tagungen

17.4 Forschungsprojekte

17.4.1 Einsatz Lichtbrechender Bauteile zur Dosisreduktion bei medizinischem Phasenkontrast-Röntgen

Projektleitung:
Prof. Dr. Christoph Pflaum
Beteiligte:
Oliver Preusche
Laufzeit: 1.8.2014–31.12.2019

Röntgen-Phasenkontrastbildgebung ist eine recht junge Erweiterung zum üblichen Absorptionskontrast in Röntgenaufnahmen. Medizinischer Phasenkontrast kann dabei minimale Richtungsänderungen des Röntgenstrahls im Patienten messen und als Bild darstellen. Derartige Bilder können z.B. Tumore als Übergänge zwischen Gewebe leicht unterschiedlicher Dichte visualisieren. Seit ca. 2006 können medizinische Röntgengeräte um eine Phasenkontrastoptik erweitert werden (ausreichend Platz vorausgesetzt). Diese Optik heißt Talbot-Lau Interferometer und misst die Lichtbrechung in der Probe anhand der Verschiebung eines Streifenmusters. Wegen dem medizinischen Bezug ist die für eine Aufnahme benötigte Röntgendosis relevant. Diese Dosis könnte reduziert werden durch eine Steigerung der Empfindlichkeit der Geräte (technisch: durch eine Reduktion des Winkel-Messbereichs). Es liegen zwei im Vorfeld entwickelte konkrete Vorschläge zur Steigerung der Empfindlichkeit und damit zur Dosiseinsparung vor. Einer der Vorschläge (”Linsengitter”) könnte gleichzeitig einen guten Kontrast des Streifenmusters (technisch: eine gute Sichtbarkeit) selbst bei hohen Photonenenergien erreichen. Der andere Vorschlag (”Prismengitter”) dagegen setzt auf eine sehr hohe Empfindlichkeit und nimmt dafür einen geringeren Kontrast des Streifenmusters in Kauf. Beide Vorschläge erweitern das auf Gitterbeugung basierende Talbot-Lau Interferometer um Bauteile aus lichtbrechenden Mikroprismen. Dazu wurde im Vorfeld eine neuartige Fertigungsmethode für röntgenoptische Mikroprismen und Fresnel-Linsen vorgeschlagen. Die Methode soll es erlauben, mit nahezu unveränderten Fertigungsprozessen vollflächige Anordnungen (Arrays) starker Prismen herzustellen. Ziel des Projektes ist es, (1) beide konkreten Vorschläge zu simulieren, um damit (2) realisierbare und vorteilhafte Hardware-Aufbauten auslegen zu können. Anhand der ausgelegten Aufbauten soll dann (3) das Potential der Vorschläge bewertet werden. Die Simulation soll dabei komplexe Wellenfelder durch die Optiken propagieren können, um sowohl Interferenz als auch Lichtbrechung zu berücksichtigen. Während ein realer Hardware-Aufbau im Wesentlichen nur ein Endergebnis (”was sieht der Detektor?”) bewerten kann, soll die Simulation einzelne Beiträge zum Endergebnis aufschlüsseln können. Gleichzeitig soll die Software auch Aussagen zur Realisierbarkeit (”Wie leicht lässt sich die Geometrie fertigen?”) machen.

17.4.2 Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen mit dünnen Gittern

Projektleitung:
Prof. Dr. Christoph Pflaum
Beteiligte:

Prof. Dr. Christoph Pflaum
Rainer Hartmann, M. Sc.
Laufzeit: 1.1.2015–31.12.2017

Dünne Gitter sind die einzige Möglichkeit mit einem Finite-Elemente-Verfahren elliptische Differentialgleichungen effizient auch in hoch-dimensionalen Räumen zu diskretisieren. Eine sehr interessante Anwendung von dünnen Gittern ist damit die numerische Lösung der Schrödinger- Gleichung. Dünne Gitter besitzen jedoch auch in niedrigdimensionalen Räumen sehr gute Approximationseigenschaften in verschiedenen Normen. Daher sind dünne Gitter auch für eine Vielzahl von Differentialgleichungen auf niedrig-dimensionalen Räumen eine interessante Alternative zu herkömmlichen Finite-Elemente-Verfahren auf vollen Gittern. Hierzu gehören zum Beispiel die Gleichungen der Strömungsmechanik oder auch die Gleichungen der linearen Elastizität. Ziel des Forschungsprojektes ist es dünne Gitter für die Lösung von partiellen Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten anzuwenden.

Publikationen

- Hartmann, Rainer ; Pflaum, Christoph: A prewavelet-based algorithm for the solution of second-order elliptic differential equations with variable coefficients on sparse grids . In: Numerical Algorithms (2017)
- Pflaum, Christoph ; Hartmann, Rainer: A Sparse Grid Discretization of the Helmholtz Equation with Variable Coefficients in High Dimensions . In: SIAM 54 (2016), Nr. 4, S. 2707–2727

17.4.3 Präzise Simulation von Festkörperverstärker

Projektleitung:
Prof. Dr. Christoph Pflaum
Beteiligte:
Ramon Springer, M. Sc.
Serge Foko Fotso
Laufzeit: 1.1.2017–30.12.2019
Förderer:
DFG

Laser mit kurzen und ultrakurzen Pulsen werden in vielen technischen Anwendungen benötigt. Aktuell wird insbesondere an der Entwicklung leistungsstarker Ultrakurzpulslaser geforscht, weil diese insbesondere in der Automobilindustrie von bedeutendem Interesse sind. Da die Weiterentwicklung von Laserresonatoren an technische Grenzen stößt, geraten Laserverstärkern immer mehr in den Fokus der Forschung zur Entwicklung von neuartigen Lasern. Die Simulation von Laserverstärkern ist ein wichtiges Werkzeug um die Entwicklungen neuer Laserqellen zu ermöglichen und zu unterstützen. Der Grund hierfür sind die komplexen physika- lischen Phänomene in Laserverstärkern die durch Simulationen analysiert werden können. Hierzu gehören zum Beispiel die

genaue 3-dimensionale Simulation der Doppelbrechung, der Depolarisation, der thermischen Effekte oder auch die genaue Berechnung von nichtlinearen Effekten in Ratengleichungen. Während an der Weiterentwicklung von Lasern viel geforscht wird, wird die Grundlagenfor- schung im Bereich der Entwicklung neuer Simulationstechniken in der Lasersimulation bis jetzt noch vernachlässigt. Ziel des Forschungsprojekts ist es daher, neue Modelle und Berechnungsalgorithmen zur Simulation von Laserverstärkern zu entwickeln. Das aktive Medium ist dabei ein Festkörper, wie zum Beispiel Yb:YAG. Simuliert werden soll die Verstärkung kurzer und ultrakurzer Laserpulse mit niedriger und hoher Repetitionsrate. Berücksichtigt werden hierbei thermische Effekte, Depolarisationseffekte und das spektrale Verhalten im Laserverstärkern. Modelliert werden sollen Verstärker mit Einfach- , Doppel- , und Mehrfachdurchgang. Eine zentrale wissenschaftliche Fragestellung ist, welche Simulationstechniken wie geeignet kombiniert werden müssen, um das Verhalten der Verstärker genau berechnen zu können. Dabei sollen auch neue effiziente Simulationstechniken entwickelt werden. Ziel ist es einerseits, eine genau Simulation zu erhalten, andererseits jedoch möglichst keine zu rechenintensiven Algorithmen zu verwenden. Dies verlangt den Vergleich unterschiedlicher Simulationstechniken.

18 Lehrstuhl für Informatik 11 (Software Engineering)

Anschrift: Martensstraße 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49-9131-85-27877
Fax: +49-9131-85-28746
E-Mail: sekretariat@i11.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Francesca Saglietti
Wiss. Mitarbeiter:
Loui Al Sardy, M. Eng.
Dr. Maria Bonner
Dr.-Ing. Matthias Meitner
Benedikt Sixt, M. Sc.
Dipl.-Inf. Marc Spisländer
Dipl.-Math. Lars von Wardenburg
Xiaochen Wu, M.Sc.
Dr. Yi Zhao
Externe Doktoranden:
Dipl.-Inf. Raimar Lill
Nichtwiss. Personal:
Stephanie Przygoda
Studentische Hilfskraft:

Bibliotheksassistent:
Loui Al Sardy, M. Eng.

Berichtszeitraum 2017

Der Berichtszeitraum 2017 war von folgenden Aktivitäten besonders geprägt.

-erfolgreiche Fortsetzung des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Verbundvorhabens SMARTEST (Evaluierung von Verfahren zum Testen der Informationssicherheit in der nuklearen Leittechnik durch smarte Testfallgenerierung);

-erfolgreicher Abschluss des im Rahmen des Forschungsprogramms ARTEMIS (Advanced Research & Technology for Embedded Intelligence and Systems) und mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten europäischen Verbundvorhabens R5-COP (Reconfigurable ROS-based Resilient Reasoning Robotic Cooperating Systems). Die vom Erlanger Team durchgeführten Untersuchungen fanden anlässlich der abschließenden Begutachtung unter den Highlights des Vorhabens ausdrücklich Erwähnung.

Koordination nationaler und internationaler Arbeitsgemeinschaften:

-Fachausschuss ”Verlässlichkeit und Fehlertoleranz” (VERFE) der Gesellschaft für Informatik (GI) und der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) im Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (VDE);

-Fachgruppe ”European Network of Clubs on Reliability and Safety of Software-Intensive Systems” (ENCRESS) im GI-Fachbereich ”Sicherheit – Schutz und Zuverlässigkeit” und im GI/ITG-Fachbereich ”Technische Informatik” der GI und der ITG im VDE;

-Internationale Arbeitsgemeinschaft ”European Workshop on Industrial Computer Systems, Technical Committee on Reliability, Safety and Security” (EWICS TC7).

Normungsarbeit:

-Fortsetzung der Normunstätigkeit im Rahmen des DKE-Arbeitskreises AK 914.0.9 (Statistical Evaluation of Critical Software) der Deutschen Kommission Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik in DIN und VDE.

Mitgliedschaft in Editorial Boards folgender Fachzeitschriften:

-International Journal of Critical Computer-Based Systems (IJCCBS), Inderscience Publishers;

-International Journal of Adaptive, Resilient and Autonomic Systems (IJARAS), IGI Global Publisher.

Mitarbeit in Jury:

-CAST/GI-Promotionspreis IT-Sicherheit 2017

Mitgestaltung nationaler bzw. internationaler Veranstaltungen durch Mitarbeit im Programmkomitee bzw. mit Vorträgen / Publikationen:

-18th IEEE International Symposium on High Assurance Systems Engineering (HASE 2017), Singapore, 12 – 14 January 2017;

-13th Workshop on Dependability and Fault Tolerance (VERFE’17) in conjunction with 30th International Conference on Architecture of Computing Systems (ARCS 2017), Vienna (A), 3 April 2017;

-36th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security (SAFECOMP 2017), Trento (I), 12 – 15 September 2017;

-EWICS/ERCIM/ARTEMIS Dependable Cyber-physical Systems and Systems-of-Systems Workshop (DECSoS 2017), in conjunction with SAFECOMP 2017, Trento (I), 12 September 2017;

-Tagung ”Sicherheit und Zuverlässigekit für automobile Informationstechnik” (Automotive – Safety & Security 2017), Stuttgart, 30 – 31 Mai 2017;

-2nd International Conference on Complexity, Future Information Systems and Risk (COMPLEXIS 2017), Porto (P), 24 - 26 April 2017;

-4th International Workshop on Cyber-physical Systems (IWCPS'17) within the Federated Conference on Computer Science (FedCSIS 2017), Prague (CZ), 3 – 6 September 2017;

-5th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (MODELSWARD 2017), Porto (P), 19 – 21 February 2017;

-12th International Conference on Software Technologies (ICSOFT 2017), Madrid (E), 24 – 26 July 2017;

-12th International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA 2017), Athens (GR), 8 – 12 October 2017;

-2nd International Conference on System Reliability and Science (ICSRS 2017), Milan (I), 20 – 22 December 2017;

-12th International Conference on Systems (ICONS 2017), Venice (I), 23 – 27 April 2017;

Vorträge von Lehrstuhlangehörigen:

-Loui Al Sardy: Analysis of Potential Code Vulnerabilities involving Overlapping Instructions, SAFECOMP Workshop on Dependable Cyber-physical Systems and Systems-of-Systems (DECSoS 2017), Fondazione Bruino Kessler, Trento (I), 12.9.2017;

-Francesca Saglietti, Loui Al Sardy, Lars von Wardenburg: Ongoing Work in Smart Testing of Safety-Critical Networks.Vortrag: SMARTEST project meeting, AREVA GmbH, Erlangen, 28.02.2017;

-Francesca Saglietti, Xiaochen Wu: Reliability Analysis of Mobile Agents based on CPN Models, Final review of European ARTEMIS Project R5-COP (Reconfigurable, ROS-based, Resilient Reasoning Robotic Cooperating Systems), Technical University of Eindhoven, Eindhoven (NL), 30.3.2017;

-Francesca Saglietti: Testing for Fault Detection and for Reliability Assessment: from Classical Software Engineering to Robot Cooperation.Vortrag: invited plenary talk, 2nd International Conference on System Reliability and Safety (ICSRS 2017), Politecnico di Milano, Milano (I), 21.12.2017.

Kooperationspartner - Zusammenarbeit mit folgenden Institutionen, Behörden und Unternehmen:

-Areva GmbH, Erlangen (D);

-Austrian Institute of Technology, Wien (A);

-Budapest University of Technology and Economics, Budapest (H);

-Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter (D);

-Fondazione Bruno Kessler, Trento (I);

-Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, Köln (D);

-Hochschule Magdeburg, Magdeburg (D);

-Mälardalen University, Västerås (S);

-Norwegian University of Science and Technology, Trondheim (N);

-Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg (D);

-Technische Universität Braunschweig, Braunschweig (D);

-Technische Universität Delft, Delft (NL).

18.1 Forschungsprojekte

18.1.1 Modellbasierte Verifikation relevanter Eigenschaften komplexer Softwaresysteme mittels heuristischer Testverfahren

Projektleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Francesca Saglietti
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Marc Spisländer
Laufzeit: 1.2.2012–31.7.2018

Die sehr hohe Komplexität heutiger Softwaresysteme, insbesondere zusammengesetzter und sicherheitskritischer Systems-of-Systems, führt dazu, dass die vollständige formale Verifikation systemrelevanter Eigenschaften ernste Herausforderungen stellt. Letztere lassen sich häufig als temporallogische Prädikate formulieren, deren Gültigkeit in einem geeigneten Modell des Systemverhaltens nachzuweisen oder zu widerlegen ist.

Soweit sich das Verhalten der zu untersuchenden Anwendung durch eine endliche Zustandsmaschine bewältigbaren Umfangs darstellen lässt, ist das entsprechende ”Model Checking”-Problem durch geeignete Werkzeuge bekanntlich lösbar. Für komplexe, miteinander interagierende Systeme mag sich allerdings (in Abhängigkeit von der Anzahl der zu modellierenden Prozessvariablen sowie von dem Umfang ihrer Wertebereiche) keine praktikable Reduktion auf eine endliche Zustandsmenge, die sich mit vertretbarem Aufwand analysieren lässt, von vornherein anbieten.

Im Rahmen dieses Projektes wird deshalb untersucht, inwieweit sich die Prüfung der Gültigkeit spezieller (existentieller bzw. universeller) temporallogischer Eigenschaften auch auf Erweiterte Endliche Zustandsmaschinen (EFSM) ingenieurmässig übertragen lässt.

Da Erweiterte Automaten die volle Ausdruckskraft besitzen, lässt sich im Allgemeinen die Erfüllung beliebiger Eigenschaften ihres Verhaltens nicht algorithmisch entscheiden. Daher ist man in solchen Fällen auf den Einsatz heuristischer Verfahren angewiesen, deren Gestaltung und Einsetzbarkeit den Gegenstand der Untersuchungen bilden.

Nachdem die ursprüngliche Erweiterte Zustandsmaschine und die nachzuweisende temporallogische Eigenschaft mittels einer zweiten Erweiterten Zustandsmaschine (der sog. Expandierten Erweiterten Zustandsmaschine EXEFSM) gemeinsam kodiert wurden, wird die Gültigkeit existentieller bzw. die Ungültigkeit universeller temporallogischer Formeln

auf die Existenz bestimmter Mengen ausführbarer Pfade der EXEFSM zurückgeführt werden, die durch geeignete Überdeckungskriterien der EXEFSM charakterisiert werden. Zunächst wurde ein Verfahren zur statischen Ermittlung von EXEFSM-Pfadmengen, die das zugrundeliegende Überdeckungskriterium erfüllen, realisiert.

Zur Untersuchung der Ausführbarkeit mindestens einer der identifizierten Pfadmengen wurde im Berichtszeitraum 2017 ein Verfahren entwickelt und implementiert, das mittels der Metaheuristik Simulated Annealing die Generierung von Testdaten zwecks Ausführung der zuvor statisch ermittelten Pfade anstrebt.

Das Verfahren nutzt dabei Techniken der lokalen Optimierung; hierzu wurde eine mittels Simulated Annealing zu optimierende Bewertungsfunktion für die Testdatengüte definiert, die zu vorgegebenem Pfad den Grad der durch die Testdaten erzielbaren "Ausführbarkeit" evaluiert. Diese Bewertungsfunktion erreicht selbstverständlich ihr Optimum, falls die Testdaten den betrachteten Pfad vollständig ausführen können.

Zur Bewertung der Testdaten wird die Summe aus der sogenannten Annäherungsstufe und der sogenannten lokalen Abstandsfunktion gebildet, wobei

-die Annäherungsstufe die Länge des längsten Pfadsuffixes angibt, das durch die Testdaten nicht zur Ausführung gebracht werden konnte, während

-die lokale Abstandsfunktion den Grad der Verletzung datenspezifischer Prädikate bestimmt, deren Erfüllung für die Pfadausführung notwendig ist.

Das Verfahren konnte anhand eines beispielhaften EFSM-Modells für autonome, kooperierende Roboter erfolgreich evaluiert werden.

18.1.2 R5-COP: Reconfigurable ROS-based Resilient Reasoning Robotic Cooperating Systems

Projektleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Francesca Saglietti
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Raimar Lill
Dr.-Ing. Matthias Meitner
Dipl.-Inf. Marc Spisländer
Dr. Yi Zhao
Laufzeit: 1.2.2014–31.3.2017
Förderer:
ARTEMIS JU
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität Braunschweig
Alten Nederland B.V.
Budapest Institute of Technology and Economics
Brno University of Technology
Camea, spol. S.r.o.
DSI Informationstechnik GmbH
Danish Technological Institute
Emte S.A.U.

University of Applied Sciences Utrecht
University of Latvia
Lulea Tekniska Universitet
Mobile Industrial Robots
Norges Teknisk-naturvitenskapelige Universitet
Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarów
Probot Oy
Profin Oy
Robomotive
Stichting Saxion
SINTEF
Siipotec Oy
Swedish Space Corporation
Statoil Petroleum AS
Synapticon GmbH
Teknosavo Oy
Fundaction Tecnalia Research & Innovation
Tellence Technologies SRL
TU Eindhoven
Universitatea Tehnica Cluj-Napoca
Technical Research Centre of Finland

Im Rahmen des im europäischen Forschungsprogramm ARTEMIS (”Advanced Research and Technology for Embedded Intelligence and Systems”) geförderten Verbundprojekts R5-COP wird die im Vorgängerprojekt R3-COP bereits untersuchte Fragestellung ”Verifikation kooperierender autonomer Roboter” dahingehend erweitert, dass deren Fokus nunmehr auf der Zuverlässigkeitsbewertung dynamisch rekonfigurierbarer Robotiksysteme unter besonderer Berücksichtigung der Variabilität ihrer betrieblichen Bedingungen und ihrer Missionskritikalität liegt.

Zu diesem Zweck wurden folgende Teilaufgaben durchgeführt:

Identifikation von Fehlerklassen für interagierende Robotiksysteme. Zur Unterstützung der Verifikation rekonfigurierbarer kooperierender Robotiksysteme sowie zur späteren Entwicklung geeigneter on-line Rekonfigurationsstrategien wurde zunächst eine Fehlerklassifikation vorgenommen. Diese richtet sich nach den klassischen Verarbeitungsstufen heutiger Robotiksysteme, die die sensorielle Messdatenerfassung, die Informationsinterpretation, die Entscheidungsfindung und die Aktionsausführung umfassen. Zusätzlich konnten Fehlerklassen identifiziert werden, deren Ursprünge auf Kooperation mit anderen Roboterentitäten zurückzuführen sind.

Ermittlung von Rekonfigurationsstrategien. Um auf kontextuell veränderliche Betriebsbedingungen dynamisch adäquat reagieren zu können, müssen Roboter in der Lage sein, ihr Verhalten entsprechend vorher festgelegter Rekonfigurationsstrategien geeignet anzupassen. Im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit wurden zu diesem Zweck anhand realer Robotikanwendungen klassische und neuartige Konzepte zur Erkennung des Bedarfs einer Konfigurationsänderung, zur Identifikation geeigneter Rekonfigurationsstrategien sowie zu deren Umsetzung untersucht. Anschließend wurden die ermittelten Strategien in der zur Modellierung von Robotiksystemen erprobten Notation farbiger Petri-Netze mittels Muster erfasst, um dadurch deren Einbindung zur Erweiterung bestehender Modelle einfach zu ermöglichen.

Analyse der kontextuellen Variabilität. Zur geplanten Ermittlung der Zuverlässigkeit kooperierender rekonfigurierbarer Robotiksysteme ist zunächst das zu erwartende Operationsprofil des betrachteten Systems formal zu definieren. Dies setzt eine Analyse der kontextuellen Vielfalt von Robotiksystemen voraus, die von den Eigenschaften einzelner Agenten (u. a. Position, Missionsziel, angebotene Funktionalitäten, Konfigurationsstatus, Energiestand), ihnen anvertrauter Missionen (u. a. Ziele, funktionale Anforderungen, Priorität, Fortschrittsgrad) sowie relevanter Umgebungsfaktoren (u. a. Vorhandensein von Hindernissen, Vorhandensein von Ladestationen, Gefahrenpotential) abhängen. Auf der Basis gefärbter Petri-Netze wurde ein Vorgehen zur Erfassung der Verhaltensvielfalt vorgeschlagen und an einem konkreten Beispiel aus dem Krankenhausbereich illustriert.

Testen rekonfigurierbarer Systeme. Unterschiedliche Rekonfigurationsstrategien (z. B. Route Re-Planning infolge von Hindernissen bzw. Ladebedarf, Formationsbildung mittels Platooning) wurden untersucht und modelliert. Bei Kombination mehrerer Rekonfigurationsstrategien wurde ein neuartiger Verifikationsansatz auf der Basis inkrementeller Testverfahren vorgestellt.

Zuverlässigkeitsanalyse für interagierende Robotiksysteme. Die gewonnenen Erkenntnisse haben schließlich zur Erstellung eines neues Verfahrens beigetragen, das die Bewertung der operationalen Zuverlässigkeit individueller Roboter bzw. ganzer Systeme kooperierender Roboter anhand der erfassten Test- bzw. Betriebsbewährung zu ermitteln erlaubt. Die Einsetzbarkeit dieses Verfahrens wurde von Herrn Ralf Spengler im Rahmen seiner mit dem ASQF-Preis ausgezeichneten Masterarbeit ”Generierung aussagekräftiger modellbasierter Testszenarien zur quantitativen Zuverlässigkeitsanalyse rekonfigurierbarer Systeme” beispielhaft illustriert.

Anlässlich der abschließenden Projektbewertung (Final Review) seitens internationaler Gutachter wurde dem Vorhaben die Erzielung aller im Antrag Zielsetzungen bescheinigt; besonders hervorgehoben wurden hierbei die im Zusammenhang mit Kompositionalitäts- und Zuverlässigkeitsaspekten erzielten Fortschritte, die vom Erlanger Team untersucht wurden; die hierbei erarbeiteten Zuverlässigkeitsanalysen fanden unter den Highlights des Vorhabens ausdrücklich Erwähnung.

Publikationen

– Saglietti, Francesca ; Föhrweiser, David ; Winzinger, Stefan ; Lill, Raimar: Model-based Design and Testing of Decisional Autonomy and Cooperation in Cyber-physical Systems . In: EUROMICRO (Veranst.) : Proceedings EUROMICRO SEAA 2015 (EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA) 2015). - : IEEE explore, 2015, S. -.

– Saglietti, Francesca ; Winzinger, Stefan ; Lill, Raimar: Reconfiguration Testing for Cooperative Autonomous Agents . In: Koornneef, Floor ; van Gulijk, Coen (Hrsg.) : Computer Safety, Reliability, and Security (SAFECOMP 2015 Workshops Delft (NL) Sept. 2015). Heidelberg : Springer, 2015, S. 144-155. (Lecture Notes in Computer Science Bd. LNCS, Nr. 9338)

– Saglietti, Francesca ; Lill, Raimar ; Winzinger, Stefan ; Meitner, Matthias ; Zhao, Yi: Safety and Context Analysis for Interacting Agents . Project report, restricted access to : R5-COP Consortium. 2015. - Forschungsbericht. 36 Seiten

– Saglietti, Francesca: Model-driven Structural and Statistical Testing of Robot Cooperation and Reconfiguration .Vortrag: Third Workshop on Model-Driven Robot Software Engineering (MORSE 2016), Technical University of Dresden, Leipzig, 1.7.2016

– Saglietti, Francesca ; Spengler, Ralf ; Meitner, Matthias: Quantitative Reliability Assessment for Mobile Cooperative Systems . In: Skavhaug, Amund ; Guiochet, Jérémie ; Schoitsch, Erwin ; Bitsch, Friedemann (Hrsg.) : European Workshop on Industrial Computer Systems, Technical Committee on Reliability, Safety and Security (EWICS TC7) ; Norwegian University of Science and Technology (NTNU) (Veranst.) : Computer Safety, Reliability, and Security - SAFECOMP 2016 Workshops - ASSURE, DECSoS, SASSUR, and TIPS (ERCIM/EWICS/ARTEMIS Workshop on "Dependable Embedded and Cyber-physical Systems and Systems-of-Systems", SAFECOMP Workshop DECSoS'16 Trondheim (NO) 20 - 23 September 2016). Heidelberg : Springer, 2016, S. 118-129. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Bd. 9923) - ISBN 978-3-319-45479-5

– Saglietti, Francesca: Systematic and Probabilistic Testing of Autonomous Mobile Robots . In: Unger, Herwig ; Halang, Wolfgang A. (Hrsg.) : Autonomous Systems 2016 (Proceedings of the 9th GI Conference Oktober 2016). Düsseldorf : VDI Verlag, 2016, S. 40-45. (Fortschritt-Berichte VDI Bd. 848, Nr. 10 Informatik / Kommunikation)

– Saglietti, Francesca ; Wu, Xiaochen ; Spisländer, Marc: Reliability Analysis for Interacting Agents . Project report : restricted access to : R5-COP Consortium. 2017 (D32.40). - Forschungsbericht. 35 Seiten

18.1.3 SMARTEST: Evaluierung von Verfahren zum Testen der Informationssicherheit in der nuklearen Leittechnik durch smarte Testfallgenerierung / Teilvorhaben: Modellbasierte Teststrategien

Projektleitung:
Prof. Dr. rer. nat. habil. Francesca Saglietti
Beteiligte:
Dipl.-Math. Lars von Wardenburg
Dr.-Ing. Matthias Meitner
Loui Al Sardy, M. Eng.
Benedikt Sixt, M. Sc.
Laufzeit: 1.7.2015–31.12.2018
Förderer:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Mitwirkende Institutionen:
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
Hochschule Magdeburg
Areva GmbH
Framatome GmbH

Ziel des SMARTEST-Verbundvorhabens ist, zukünftig möglichst viele Schwachstellen in nuklearen Leittechniksystemen mit Hilfe intelligenter Testverfahren aufzeigen zu können. Durch Behebung der erkannten Schwachstellen kann die Angriffsfläche für IT-basierte Angriffe entsprechend reduziert werden. Primär soll dadurch das Risiko kritischer Störfälle auch im Hinblick auf systematische IT-Angriffe gesenkt werden.

Anhand zu definierender Angriffsszenarien sind hierzu geeignete Modellnotationen auszuwählen, die diese Szenarien auf einer adäquaten Abstraktionsebene zu erfassen erlauben. Anschließend sind auf der Basis der erstellten Modelle pro Angriffsszenario Testziele zu ermitteln und zu formalisieren, deren Erfüllung die erfolgreiche Erkennung vorliegender IT-Schwachstellen zu belegen erlauben. Bei Nichterfüllung sind Metriken zur Quantifizierung des bereits erreichten Erfüllungsgrads zu identifizieren, die den bis dahin erzielten Testfortschritt signifikant zu erfassen erlauben. Mittels der dadurch messbaren Testendekriterien soll eine optimale Testdatengenerierung automatisch gesteuert erfolgen.

Die durchgeführten Arbeiten betrafen folgende Zielsetzungen:

Systematische Identifizierung von Angriffsszenarien und Klassifizierung von Angriffsstrategien.

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurden angriffsspezifische Wissensanforderungen in Bezug auf die zugrundeliegenden Wissensdomänen klassifiziert:

-Kommunikation: Netzwerktopologie und Netzwerkprotokoll;

-Technische Anwendung: Lage und Bedeutung von Sensoren und Aktoren;

-Digitale Steuerung: funktionale Anforderungen an die Steuerungslogik, Syntax und Semantik der ausgetauschten Signale;

-Software: Quell- und Maschinencode, einschließlich potentieller Schwachstellen derselben.

Angesichts der vor allem softwaretechnisch geprägten Kenntnisse und Erfahrungen des Verbundpartners FAU-SWE wurden hier vor allem die beiden zuletzt genannten Domänen in die weiteren Betrachtungen herangezogen. Dabei wurde von einem voll informierten und an Entwurfs- und Entwicklungsentscheidungen beteiligten Insider-Angreifer ausgegangen, der über Expertise und Wissen in allen erwähnten Bereichen verfügt.

Auf der Basis dieser Überlegungen wurden die folgenden, zueinander orthogonalen Angriffsmuster identifiziert:

Nachrichtenmanipulation: Gezielte Verfälschung der Information über den aktuellen Zustand der zu steuernden technischen Anlage anhand zu diesem Zweck manipulierter Sensorwerte; dadurch kann eine unter den gegebenen Bedingungen unangebrachte, unter Umständen unsichere leittechnische Reaktion hervorgerufen werden. Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurde eine beispielhafte Automatisierungssoftware im Hinblick auf den von ihr zu bearbeitenden Nachrichtenstrom untersucht. Insbesondere wurden Klassen von Anforderungen an den legalen Nachrichtenstrom identifiziert und charakterisiert.

Versetzte Ausführung von Maschinenbefehlen: Gezielte Verfälschung der Interpretation der Maschinenbefehle anhand speicherzellenversetzter Ausführung des Maschinencodes; dadurch lässt sich eine vom ursprünglich geplanten Verhalten abweichende Reaktion hervorrufen. Voraussetzung hierbei ist die Verwendung einer CISC-Rechnerarchitektur, die den Einsatz von Befehlswörtern variabler Länge unterstützt. Dadurch lässt sich der Beginn eines jeden Befehlswortes nicht einfach durch Abstandsvergleich überprüfen; vielmehr kommt jede Zelle grundsätzlich als potentieller Anfang eines Maschinenbefehlswortes in Frage. Mit anderen Worten kann der gleiche Maschinencode verschiedene Interpretationen zulassen, je nachdem auf welche Speicherzelle der

Befehlszähler zeigt. Dadurch wird die Ausführung illegaler, durch Sprünge verketteter Codestücke unterstützt. Hierzu erforderlich ist eine Umleitung des Befehlszählers auf die Anfangsadresse des ersten illegalen Fragments. Folgende existierende Umleitverfahren wurden identifiziert:

-Pufferüberlauf: Überschreiben der Rücksprungadresse mit der Anfangsadresse eines illegalen Codefragments mittels Pufferüberlauf;

-Format strings: Verwendung spezieller Formatfunktionen (z.B. printf) mit anschließender Angabe des Formatindikators Anfangsadresse eines illegalen Codefragments;

-Nichtinitialisierte Variablen: Verwendung deklarierter Variablen bevor ihnen ein bestimmter Wert zugewiesen wurde. In einigen Programmiersprachen (darunter C) werden nichtinitialisierte Variablen zu den Werten ausgewertet, die in den von diesen Variablen referenzierten Zellen gerade gespeichert sind. Dadurch lassen sich etwa Rücksprungadressen betrachteter Funktionen überschreiben.

Anschließend wurde untersucht, inwieweit sich das Potential für das Vorliegen einer Schwachstelle dieses Typs im Vorfeld statisch einschätzen lässt. Hierzu wurde die Angriffsfläche eines potentiellen Angriffs dieses Typs anhand der formalen Unterteilung der gesamten Menge der den Programmcode enthaltenden Speicherzellen in folgende drei paarweise disjunkte Klassen modelliert:

-Menge regulärer Zellen, wo ein gutartiger (korrekt geplanter) Maschinenbefehl beginnt;

-Menge irregulärer Zellen, wo ein nicht gutartiger, evtl. ausführbarer Maschinenbefehl beginnt;

-Menge ungültiger Zellen, wo kein Maschinenbefehl beginnt.

Diese formale Klassifikation bietet eine Modellierungssprache an, die als Grundlage für eine kompakte und ausdrucksstarke Erfassung relevanter Aspekte des Angriffsverhaltens nutzbar ist. Zur Umsetzung dieser Klassifikation wurden die folgenden beiden statischen Ansätze an einem konkreten Beispiel erprobt und verglichen:

-manuelle syntaktische Analyse, welche jede Speicherzelle - im Zusammenhang mit einer gewissen Anzahl ihr unmittelbar nachfolgender Zellen - auf Einhaltung maschinensprachensyntaktischer Bedingungen überprüft; infolge des damit verbundenen Aufwandes ist dies u.U. nur ansatzweise realistisch;

-automatische Disassemblierung, welche analoge Überprüfungen vollautomatisch durchführt, indem für jede Speicherzelle der Programmcodeteil betrachtet wird, der dort beginnt, und durch den Versuch einer Rückübersetzung ermittelt wird, inwieweit sich (zumindest anfänglich) interpretierbare Befehle ergeben.

Angesichts seiner Automatisierbarkeit konnte sich letzterer Ansatz durchsetzen. Darüber hinaus lässt sich hiermit auch feststellen, inwieweit mehrere interpretierbare Codefragmente durch unbedingte, direkte Sprünge miteinander verkettet sind, was die Vermutung einer absichtlichen Konstruktion bösartigen Codes nahelegen könnte.

Provozieren eines Überlaufs: Gezieltes Überschreiben nicht zulässiger Speicherbereiche durch Überlaufeffekte; dadurch kann eine Verfälschung von Daten bis hin zu einer Ausführung von bösartigem Code hervorgerufen werden. In diesem Zusammenhang wurden existierende Integer Constraints Analysen im Hinblick auf ihre Signifikanz für

eine anschließende dynamische Analyse näher untersucht mit dem Ziel, relevante Informationen daraus zu extrahieren, die das Erkennungspotential anschließender Testverfahren bestmöglich zu optimieren erlauben. Die vorausgehende statische Analyse unterstützt sowohl die Eingrenzung der anschließenden dynamischen Analyse auf schwachstellenrelevante Codeteile als auch die Ermittlung logischer Bedingungen (Constraints), deren Erfüllung für das Eintreten eines Überlaufs (bzw. eines Unterlaufs) notwendig bzw. hinreichend ist. Im besonderen Fall der Allgemeingültigkeit bzw. Nicht- Erfüllbarkeit solcher Prädikate lassen sich ohne weiteren Testbedarf grundsätzliche Aussagen hinsichtlich des Eintretens bzw. Nicht-Eintretens von Überläufen (bzw. Unterläufen) im Betrieb systematisch herleiten. Im Allgemeinen ist von einer statischen Herleitbarkeit definitiver Aussagen nicht auszugehen; in solchen Fällen ist es erforderlich, anhand anschließender intelligenter Tests die Erfüllbarkeit der statisch ermittelten Constraints dynamisch zu untersuchen. Hierzu können etwa heuristische (z.B. evolutionäre) Optimierungsverfahren Anwendung finden, die die Chancen von Über- (bzw. Unter-) Laufeffekten zu maximieren bezwecken.

Als Hauptergebnis der bisherigen Untersuchung ist ein neuartiger Verifikationsansatz zu verzeichnen, der durch Kombination von

-aus der Literatur bekannten statischen Ansätzen und

-aus eigenen Vorarbeiten bekannten und bewährten Heuristiken

entstanden ist. Dabei lässt sich die Erfüllung der statisch ermittelten Constraints als besonderes Testüberdeckungsproblem auffassen. Dieser Ansatz wurde bereits zu einem wesentlichen Teil umgesetzt und auf einige Beispiele angewendet. Die hierbei erzielten Ergebnisse sind vielversprechend und ermutigen zu einer Fortführung der Untersuchungen. Im Zusammenhang mit den betrachteten Anwendungsbeispielen konnten etwa anhand intelligenter Tests konkrete Überlaufeffekte zum Teil dynamisch antizipiert werden. In einem besonders komplexen Fall konnte allerdings die vorhandene Schwachstelle bisher noch nicht aktiviert werden. Dies legt nahe, den bisher implementierten Testansatz zu verfeinern. Da, wie bereits erwähnt, die Erfüllbarkeit der statisch ermittelbaren Constraints sich als Überdeckungsproblem interpretieren lässt, wird beabsichtigt, den soweit implementierten, auf globaler Optimierung basierenden Ansatz mittels lokal optimierender Heuristiken zu erweitern.

Publikationen

– Al Sardy, Loui ; Tang, Tong ; Spisländer, Marc ; Saglietti, Francesca: Analysis of Potential Code Vulnerabilities involving Overlapping Instructions . In: Tonetta, Stefano ; Schoitsch, Erwin ; Bitsch, Friedemann (Hrsg.) : European Workshop on Industrial Computer Systems, Technical Committee on Reliability, Safety and Security (EWICS TC7) ; Fondazione Bruno Kessler (FBK) (Veranst.) : Computer Safety, Reliability, and Security - SAFECOMP 2017 Workshops - ASSURE, DECSoS, SASSUR, and TIPS (ERCIM/EWICS/ARTEMIS Workshop on ”Dependable Embedded and Cyber-physical Systems and Systems-of-Systems”, SAFECOMP Workshop DECSoS’17 Trento (I) 12 September 2017). Heidelberg : Springer, 2017, S. 103-113. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Bd. 10489) - ISBN 978-3-319-66283-1

– Saglietti, Francesca: Evaluation of Testing Techniques for IT Security Checks in Automatic Control Software for Nuclear Power Plants / Sub-Project: Model-based Testing

Strategies . —- : —-. 2017 (GRS-F-2017 EN). - Interner Bericht (English Annual Report 2017, Technische Informationsbibliothek Hannover (TIB) // Forschungsstelle // GRS, Projektträger/ Behördenunterstützung, Köln)

– Saglietti, Francesca ; Meitner, Matthias ; von Wardenburg, Lars ; Richthammer, Valentina: Analysis of Informed Attacks and Appropriate Countermeasures for Cyber-Physical Systems . In: Skavhaug, Amund ; Guiochet, Jérémie ; Schoitsch, Erwin ; Bitsch, Friedemann (Hrsg.) : European Workshop on Industrial Computer Systems, Technical Committee on Reliability, Safety and Security (EWICS TC7) ; Norwegian University of Science and Technology (NTNU) (Veranst.) : Computer Safety, Reliability, and Security - SAFECOMP 2016 Workshops - ASSURE, DECSoS, SASSUR, and TIPS (ERCIM/EWICS/ARTEMIS Workshop on "Dependable Embedded and Cyber-physical Systems and Systems-of-Systems", SAFECOMP Workshop DECSoS'16 Trondheim (NO) 20 September 2016). Heidelberg : Springer, 2016, S. 222-233. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Bd. 9923) - ISBN 978-3-319-45479-5

– Saglietti, Francesca: Evaluation of Testing Techniques for IT Security Checks in Automatic Control Software for Nuclear Power Plants / Sub-Project: Model-based Testing Strategies . —- : —-. 2016 (GRS-F-2016 EN). - Forschungsbericht (English Annual Report 2016, Technische Informationsbibliothek Hannover (TIB) // Forschungsstelle // GRS, Projektträger/ Behördenunterstützung, Köln)

18.2 Studien- und Abschlussarbeiten

– Bachelor Thesis: Nachweis der Ausführbarkeit von Pfaden in erweiterten Zustandsmaschinen mittels heuristischer Verfahren. Bearbeiter: Rodrigo Chau (beendet am 14.06.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Marc Spisländer; Prof. Dr. rer. nat. habil. Francesca Saglietti

– Master Thesis: Intelligent Testing Strategies for Buffer Overflow Detection. Bearbeiter: Tang Tong (beendet am 12.12.2017); Betreuer: Loui Al Sardy, M. Eng.; Prof. Dr. rer. nat. habil. Francesca Saglietti

19 Lehrstuhl für Informatik 12 (Hardware-Software-Co-Design)

Anschrift: Cauerstr. 11, 91058 Erlangen
Tel.: +49-9131-85-25148
Fax: +49-9131-85-25149
E-Mail: info@codesign.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Professoren:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka

Sekretariat:
Ina Derr
Ina Hümmer
Professur für Informatik mit dem Schwerpunkt Effiziente Algorithmen und Kombinatorische Optimierung:
Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka

Wiss. Mitarbeiter:
Osama Abdelkader, M. Sc.
Ayesha Afzal
Dr.-Ing. Hananeh Aliee
Bernd Bassimir, M. Sc.
Andreas Becher, M. Sc.
Marcel Brand, M. Sc.
Peter Brand, M. Sc.
Jorge A. Echavarria, M. Sc.
Jörg Fickenscher, M. Sc.
Dr.-Ing. Frank Hannig
Faramarz Khosravi, M. Sc.
Stefanie Kugler, M. Sc.
Dr.-Ing. Vahid Lari
Martin Letras, M. Sc.
Shubhendu Mahajan, M. Sc.
Dr. rer. nat. Sandra Mattauch
Mehmet Akif Özkan, M. Sc.
Jutta Pirkl, M. Sc.
Behnaz Pourmohseni, M. Sc.
Bo Qiao, M. Sc.
Alexander Raß, M. Sc.
Oliver Reiche, M. Sc.
Dipl.-Ing. Sascha Roloff
Christian Schmitt, M. Sc.
Dipl.-Ing. Tobias Schwarzer
Fedor Smirnov, M. Sc.
Ericles Sousa, M. Sc.
Franz-Josef Streit, M. Eng.
Dr.-Ing. Alexandru Tanase
Dipl.-Ing. Andreas Weichslgartner
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Dipl.-Inf. Michael Witterauf
Dr.-Ing. habil. Daniel Ziener
Externes Lehrpersonal:
Dr.-Ing. Hritam Dutta
Externe Doktoranden:
Murad Muradi, M. Sc.
Dipl.-Math. Jan Seyler
Bo Wang, M. Sc.
Nichtwiss. Personal:

Dipl.-Phys. Andreas Bininda
Dr.-Ing. Joachim Falk

Die Forschungsgebiete des Lehrstuhls umfassen alle Aspekte des systematischen Entwurfs (CAD) eingebetteter Systeme, speziell die Arbeitsgebiete Ablaufplanung (Scheduling), Entwurfsraumexploration, Simulation, Synthese und Codegenerierung. Untersucht werden innovative, adaptive und massiv parallele Rechnerstrukturen, sowie Spezial- und Multiprozessoren und deren Programmierung, als auch die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen wie Simulatoren, Compiler und Prototypen. Einen weiteren Schwerpunkt bilden diskrete Optimierungsmethoden, insbesondere lokale und globale Suchverfahren, lineare Programmierung, Mehrzieloptimierungsverfahren und deren Anwendung im Kontext der optimalen Auslegung technischer Systeme.

19.1 Forschungsschwerpunkte

System-Level Design Automation

In der Arbeitsgruppe System-Level Design Automation (SDA) wird der automatische Entwurf eingebetteter Hardware-Software-Systeme auf Systemebene erforscht. Hierzu gehören u. a. die Bereiche Modellierung, Systemsynthese und Optimierung eingebetteter Systeme. Hierbei werden Anwendungen und verfügbare Architekturen durch Systembeschreibungssprachen modelliert, auf deren Basis simulative wie formale Analyseverfahren automatisch angewendet und Hardware- sowie Softwarekomponenten generiert werden können. Ein spezieller Fokus ist hierbei die Betrachtung mehrerer konkurrierender Qualitätsmerkmale wie Rechtzeitigkeit, Zuverlässigkeit, Kosten oder Energieverbrauch. Aus diesem Grund erforscht die Gruppe SDA neuartige Verfahren im Bereich der Mehrzieloptimierung. Die entwickelten Methoden finden eine breite Anwendung, von mobilen Endgeräten, über Vielkernrechensysteme, bis zu verteilten Systemen wie beispielsweise dem Bordnetz im Automobil.

Architecture and Compiler Design

Die Arbeitsgruppe Architecture and Compiler Design (ACD) betrachtet den ganzheitlichen Entwurf von Rechensystemen. Dies umfasst folgende Forschungsfelder: Entwicklungswerkzeuge zur Modellierung, Simulation und enerierung von hochparallelen Architekturen wie z. B. dedizierte Akzeleratoren, eng gekoppelte Prozessorfelder bis hin zu heterogenen MPSoCs (Multi-Processor System-on-Chip), sowie Methoden und Compiler zur Abbildung von Algorithmen auf diese.

Einen weiteren Forschungsschwerpunkt bildet das Gebiet des domänenspezifischen Rechnens. Einerseits erforschen wir hier domänenspezifische Sprachen, die für ein bestimmtes Anwendungsgebiet (z. B. medizinische Bildverarbeitung, Fahrerassistenzsysteme oder Numerik im Höchstleistungsrechnern (HPC)) zugeschnitten sind, somit die Produktivität bei der Entwicklung steigern können und gleichzeitig Programmiererinnen oder Programmierer von Parallelisierungs- oder Architekturdetails auf unterster Ebene abschirmen. Andererseits entwickeln wir zugehörige optimierende Compiler und Generatoren, die aus ein und demselben Programm für ein einzigartig breites Spektrum an Prozessoren, wie z. B. moderne Mehrkernprozessoren mit Vektoreinheiten, Grafikprozessoren (GPUs), FPGAs bis hin zu MPSoCs, wie sie in Smart Phones und Tablet-PCs Verwendung finden, effizienten Code erzeugen können.

Reconfigurable Computing

Die Arbeitsgruppe Reconfigurable Computing (RC) forscht auf dem Gebiet von rekonfigurierbaren, adaptiven Rechensystemen, die die Fähigkeit besitzen, ihr Verhalten und ihre Struktur an sich ändernde Anforderungen, Betriebs- und Umgebungsbedingungen dynamisch anzupassen. Das Ziel ist die kontextgewahre Verbesserung und Gewährleistung nichtfunktionaler Eigenschaften, z. B. der Verfügbarkeit batteriebetriebener eingebetteter Systeme, des Durchsatzes in Systemen zur Datenanalyse (Big Data) und Signalverarbeitung oder der Echtzeitfähigkeit und Sicherheit in sicherheitskritischen Anwendungsbereichen.

Untersucht werden dabei neuartige Entwurfstechniken, Architekturen und Schaltungen für moderne Rechensysteme, wie z. B. FPGAs, Mehrkernprozessoren, MPSoCs und Network-on-Chips. Aus den erwarteten Erkenntnissen können in der Zukunft wiederum Ideen für neue Produkte, so z. B. selbstrekonfigurierende oder gar selbstheilende Rechensysteme, entstehen.

Effiziente Algorithmen und Kombinatorische Optimierung

Die Gruppe untersucht Fragestellungen aus dem Bereich der Optimierung durch Meta-Heuristiken, der algorithmischen Graphentheorieund des Parallelen Rechnens. Anspruchsvolle kombinatorische Aufgaben sind sehr oft nur sehr langsam exakt zu bewältigen, weshalb für diese Probleme Methoden zur Bestimmung sehr guter Näherungslösungen entwickelt werden. Insbesondere werden mit Hilfe innovativer Techniken aus der Graphentheorie und der natur-inspirierten Optimierung Verfahren entwickelt, die eingesetzt werden, um große Stunden- und Raumbelegungspläne für Universitäten zu berechnen. Häufig stößt man auch auf Optimierungsaufgaben, bei denen es nicht bekannt ist, wie die Zielfunktion konkret aussieht. Deswegen werden sog. Meta-Heuristiken untersucht, die gute Ergebnisse erzielen können, ohne dass man die Zielfunktion explizit kennt.

19.2 Forschungsprojekte

19.2.1 Invasives Rechnen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Christian Heidorn
Srinivas Boppu
Timo Hönig
Tobias Schwarzer
Behnaz Pourmohseni
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Prof. Dr.-Ing. Michael Glaß
Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder
Stefanie Kugler
Vahid Lari

Michael Witterauf
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Alexandru-Petru Tanase
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Sascha Roloff
Marcel Brand
Dr.-Ing. Frank Hannig
Dr. Sandra Mattauch

Laufzeit: 01.07.2010 – 30.06.2022

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität München (TUM)
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Invasives Rechnen bezeichnet ein neues Paradigma des Entwurfs und der Programmierung zukünftiger paralleler Rechensysteme. Das Grundprinzip besteht darin, parallelen Programmen die Fähigkeit zu verleihen, eine gewünschte oder benötigte Anzahl an Ressourcen dynamisch anzufragen und im Normalfall zur exklusiven weiteren Nutzung bereitgestellt zu bekommen. Nach paralleler Abarbeitung werden diese in einer als Rückzug bezeichneten Phase wieder freigegeben. Um diese neue Art der selbstadaptiven und ressourcengewahren Programmierung auf zukünftigen MPSoCs (engl. Multi-Processor-System-on-a-Chip) zu ermöglichen, mussten Programmier- und Sprachkonzepte sowie Übersetzer- und Laufzeit- bzw. Betriebssystemkonzepte überdacht und teilweise von Grund auf neu entwickelt werden. Im gleichen Maß wurden neue Prozessorarchitekturen entwickelt, die eine effiziente Rekonfiguration von sowohl Prozessor-, Verbindungs- als auch Speicher-Ressourcen in effizienter Art und Weise erlauben.

Mission I: Grundprinzipien und Invasive Effizienz. Als erste Ergebnisse der Forschung konnten substantielle Verbesserungen der Auslastung und Effizienz paralleler Programme nachgewiesen werden.

Mission II: *-Vorhersagbarkeit. Ein wahrhafter Juwel invasiven Rechnens liegt in der inhärenten Eigenschaft, Anwendungen gegeneinander zu isolieren (Vermeiden von Sharing). So lässt sich zeigen, dass invasive (selbst verteilt ausgeführte) Programme die Vorhersag-barkeit nichtfunktionaler Ausführungseigenschaften wie Ausführungszeit, Durchsatz, aber auch bestimmter Sicherheitseigenschaften herstellen bzw. deutlich steigern können. Heutige Plattformen unterstützen eine bedarfsgerechte Isolation von Anwendungsprogrammen in Raum oder Zeit wenig oder gar nicht. Durch Invasion werden Interferenzen hingegen bedarfsgerecht durch die exklusive Bereitstellung von Ressourcen weit reduziert bzw. aufgelöst. Unterstützt wird dies durch entwickelte Methoden zur partiellen Virtualisierung von Ressourcen, Techniken der Speicherrekonfiguration und invadierbare NoC-Strukturen.

Mission III: Beating Run-Time Uncertainties and Run-Time Requirement Enforcement.

Nicht nur Interferenzen zwischen Anwendungen durch das übliche Teilen von Ressourcen, wie Prozessoren, Caches und Bussen, vereiteln die Analyse von für den industriel-

len Einsatz akzeptablen Schranken. Oft ist aber auch die Variabilität nichtfunktionaler Eigenschaften nicht tolerabel. Leider hilft hier die Isolation allein nicht, verbleibende Unsicherheiten durch Eingabe (Problemgröße), Umgebung (z.B. Temperatur) und Maschinenzustand (z.B. Caches, Power-Management) zu reduzieren, wenn diese unabhängig arbeiten. Ziel der dritten Förderphase ist es daher, genau diese Lücke für den Einsatz von Multicore-Systemen im Milliarden schweren Markt eingebetteter und cyberphysikalischer IoT-Produkte zu schließen, da hier Anwendungsprogramme das Einhalten von Schranken an nichtfunktionale Eigenschaften erfordern. Untersucht werden daher Verfahren der Robustheitsanalyse sowie Verfahren zur automatischen Generierung von verifizierbaren sog. Enforcer-Modulen, die durch Korridore beschriebene Eigenschaften zur Laufzeit überwachen (RRM) und deren Einhaltung durchsetzen (RRE) sollen.

Mit dieser Forschung soll das letzte fehlende Bindeglied zwischen ressourcengewahrer Programmierung und gleichzeitiger Einhaltbarkeit programmspezifischer nichtfunktionaler Eigenschaften von parallelen Programmen auf Multicore-Systemen geschaffen werden.

Publikationen (2017)

- Khdr, H., Pagani, S., Rodrigues Sousa, E., Lari, V., Pathania, A., Hannig, F.,... Henkel, J. (2017). Power Density-Aware Resource Management for Heterogeneous Tiled Multicores. IEEE Transactions on Computers, 66(3), 488–501. https://dx.doi.org/10.1109/TC.2016.2595560
- Pourmohseni, B., Wildermann, S., Glaß, M., & Teich, J. (2017). Predictable Run-Time Mapping Reconfiguration for Real-Time Applications on Many-Core Systems. Grenoble, FR.
- Sousa, É., Tanase, A.-P., Hannig, F., & Teich, J. (2017). A Reconfigurable Memory Architecture for System Integration of Coarse-Grained Reconfigurable Arrays. Cancun, Mexico, MX.
- Sousa, É., Chakraborty, A., Tanase, A.-P., Hannig, F., & Teich, J. (2017). TCPA Editor: A Design Automation Environment for a Class of Coarse-Grained Reconfigurable Arrays. Poster presentation at Demo Night at the IEEE International Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs (ReConFig), Cancun, Mexico, MX.
- Brand, M., Hannig, F., Tanase, A.-P., & Teich, J. (2017, July). Efficiency in ILP Processing by Using Orthogonality. Poster presentation at The 28th Annual IEEE International Conference on Application-specific Systems, Architectures and Processors (ASAP 2017), Seattle, US.
- Brand, M., Hannig, F., Tanase, A.-P., & Teich, J. (2017). Orthogonal Instruction Processing: An Alternative to Lightweight VLIW Processors. In 2017 IEEE 11th International Symposium on Embedded Multicore/Many-core Systems-on-Chip (pp. 5-12). Korea University, Seoul, Korea, KR.

19.2.2 Grundlagen Invasiven Rechnens (A01)

Projektleitung:
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Tobias Schwarzer
Behnaz Pourmohseni

Laufzeit: 01.07.2010 – 30.06.2022

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Mitwirkende Institutionen:
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Trotz strikter Isolierbarkeit paralleler Programme auf Mehrkernsystemen durch invasives Rechnen, vereiteln Unsicherheiten der Eingabe, des Maschinenzustands und der Umgebung immer noch die Berechnung enger Schranken nichtfunktionaler Eigenschaften wie Ausführungszeit und Leistungsverbrauch sowie deren Einhaltung. Zur Lösung werden neue Konzepte und Methoden zur Laufzeitdurchsetzung solcher Eigenschaften untersucht. Dies umfasst (a) zentrale und verteilte, (b) leichte und strikte, (c) formale Verifikationstechniken zur strikten Durchsetzung und für allgemeine Programmeigenschaften, sowie (d) zur Generierung von Durchsetzern.

19.2.3 Charakterisierung und Analyse Invasiver Algorithmen zur Entwurfszeit (A04)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Michael Glaß

Beteiligte:
Tobias Schwarzer
Behnaz Pourmohseni
Dr.-Ing. Stefan Wildermann

Laufzeit: 01.07.2014 – 30.06.2018

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Mitwirkende Institutionen:
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Dieses Projekt untersucht, wie Algorithmen und Anwendungen von Vorhersagbarkeitseigenschaften des Invasiven Computing-Paradigmas profitieren können. Eine Herausforderung stellen stark variierende Ausführungsphasen von Anwendungen sowie unsicheres Performance-Verhalten und steigende Fehlerraten moderner Hardware in Embedded- und HPC-Systemen dar. Unser Ziel ist eine optimierte und robuste Ausführung im Kontext solcher Abweichungen und Fehlerszenarien durch Adaption des Applikationsverhaltens und der -struktur sowie der allokierten Ressourcen mittels RRE.

19.2.4 Invasive eng gekoppelte Prozessorfelder (B02)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Vahid Lari
Marcel Brand

Laufzeit: 01.07.2010 – 30.06.2022

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

TCPAs erlauben eine zeitlich streng vorhersagbare und gleichzeitig energiesparende Ausfüh-rung paralleler Schleifenprogramme. Da aber Schleifengrenzen oft zur Übersetzerzeit unbekannt sind, werden neue Techniken benötigt zur (a) Selbst-invasion (Bestimmung von Claimgrößen zur Laufzeit), b) Selbstjustierung des Powermanagements sowie (c) zur Selbstauswahl von Redundanz zur Durchsetzung von Latenz- und anderer Vorgaben. Zur Erschließung neuer Anwendungsgebiete, sollen ferner (d) neue Fließpunktprozessoren (FloaTPCAs) mit (e) Instruktionen programmierbarer Latenz (bei approximierten Ergebnissen), entwickelt werden.

Publikationen (2017)

– Khdr, H., Pagani, S., Rodrigues Sousa, E., Lari, V., Pathania, A., Hannig, F.,... Henkel, J. (2017). Power Density-Aware Resource Management for Heterogeneous Tiled Multicores. IEEE Transactions on Computers, 66(3), 488–501. https://dx.doi.org/10.1109/TC.2016.2595560

– Sousa, É., Tanase, A.-P., Hannig, F., & Teich, J. (2017). A Reconfigurable Memory Architecture for System Integration of Coarse-Grained Reconfigurable Arrays. Cancun, Mexico, MX.

– Tanase, A.-P., Witterauf, M., Teich, J., & Hannig, F. (2017). Symbolic Multi-Level Loop Mapping of Loop Programs for Massively Parallel Processor Arrays. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 17(2), 31:1-31:27. https://dx.doi.org/10.1145/3092952

– Sousa, É., Chakraborty, A., Tanase, A.-P., Hannig, F., & Teich, J. (2017). TCPA Editor: A Design Automation Environment for a Class of Coarse-Grained Reconfigurable Arrays. Poster presentation at Demo Night at the IEEE International Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs (ReConFig), Cancun, Mexico, MX.

– Brand, M., Hannig, F., Tanase, A.-P., & Teich, J. (2017, July). Efficiency in ILP Processing by Using Orthogonality. Poster presentation at The 28th Annual IEEE International Conference on Application-specific Systems, Architectures and Processors (ASAP 2017), Seattle, US.

– Brand, M., Hannig, F., Tanase, A.-P., & Teich, J. (2017). Orthogonal Instruction Processing: An Alternative to Lightweight VLIW Processors. In 2017 IEEE 11th International Symposium on Embedded Multicore/Many-core Systems-on-Chip (pp. 5-12). Korea University, Seoul, Korea, KR.

19.2.5 Autonome, selbst-optimierende Kommunikationsinfrastrukturen für eingebettete Mehrprozessor-Systeme (B05)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Andreas Weichslgartner

Laufzeit: 01.07.2010 – 30.06.2018

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Erforscht werden invadierbare On-Chip-Kommunikationsnetze (sog. iNoCs) mit dem Ziel, die Vorhersagbarkeit von Ausführungseigenschaften von nebenläufigen Anwendungen zu erhöhen. Hierfür soll die Abbildung von Aktor-Modellen durch Hardware unterstützt werden. Engere Schranken für die Kommunikationslatenz sollen durch neue Circuit-Switching-Netze ermöglicht werden. Neben der Latenz sollen auch weitere nichtfunktionale Eigenschaften, insb. Sicherheit, Fehlertoleranz und Energieverbrauch untersucht werden. Weiterhin werden neue NoC-Topologien (3D NoCs) sowie Cache-Kohärenz untersucht.

19.2.6 Simulative Entwurfsraumexploration (C02)

Projektleitung:
Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Michael Witterauf
Sascha Roloff

Laufzeit: 01.07.2014 – 30.06.2018

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Erforscht wird die systematische Co-Exploration von optimalen Architekturkonfigurationen und passenden invasiven Strategien für eine gegebene Menge ressourcengewahrer Anwendungen. Die Forschungsschwerpunkte beinhalten: (a) Techniken zur Entwurfsraumexploration basierend auf (semi-)simulativen und statistischen Methoden, (b) Klassifikation invasiver Anwendungen in parallele Berechnungsmuster, (c) Anwendungsmodellierung durch sogenannte dynamische Invasionsgraphen und (d) modellbasierte Auto-Tuning-Techniken, um bestmögliche Anpassungen an variierende Ressourcenzuweisungen zu finden.

Publikationen (2017)

– Witterauf, M., Hannig, F., & Teich, J. (2017). Constructing Fast and Cycle-Accurate Simulators for Configurable Accelerators Using C++ Templates. In Proceedings of the Symposium on Rapid System Prototyping. Seoul, South Korea, KR.

– Roloff, S., Hannig, F., & Teich, J. (2017). High Performance Network-on-Chip Simulation by Interval-based Timing Predictions. In ACM (Eds.), Proceedings of the 15th IEEE/ACM Symposium on Embedded Systems for Real-Time Multimedia (ESTIMedia) (pp. 2-11). Seoul, Republic of Korea, KR.

19.2.7 Übersetzung und Code-Erzeugung für Invasive Programme (C03)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Tobias Schwarzer
Michael Witterauf
Alexandru-Petru Tanase
Ericles Sousa
Dr.-Ing. Frank Hannig

Laufzeit: 01.07.2010 – 30.06.2018

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Erforscht werden Compiler-Verfahren für invasive Architekturen, insbesondere, um das Erzwingen von nichtfunktionalen Programmausführungsaspekten zu erleichtern. Themen umfassen (a) Übersetzungsmethoden, um Schleifen mit konstanter Latenz zu erzeugen, (b) approximative Schleifenverarbeitung inklusive der einhergehenden Fehleranalyse, (c) symbolische Codeerzeugung für TCPAs, (d) Ansätze zur automatischen Programm-Invasifikation, (e) auf invasive Architekturen zugeschnittene Optimierungen und (f) Informationsflusskontrolle für invasive Anwendungen.

Publikationen (2017)

– Tanase, A.-P., Witterauf, M., Teich, J., & Hannig, F. (2017). Symbolic Multi-Level Loop Mapping of Loop Programs for Massively Parallel Processor Arrays. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 17(2), 31:1-31:27. https://dx.doi.org/10.1145/3092952

19.2.8 Integration und Verbindung von eng gekoppelten Prozessorfeldern (T01)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Christian Heidorn
Alexandru-Petru Tanase

Laufzeit: 01.03.2017 – 29.02.2020

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Mitwirkende Institutionen:
Infineon Technologies AG

Ziel dieses Transferprojekts ist die Analyse von massiv parallelen Beschleunigerarchitekturen, insbesondere von eng gekoppelten Prozessorfeldern (sog. TCPAs) und deren Integration in eine hochmoderne kommerzielle Mikrocontroller-Architektur, wie Infineons AURIX oder ARMs Cortex-A-Prozessorserie. Konkrete Forschungsfragen, die im gemeinsamen Interesse beider Projektpartner bearbeitet werden sollen, umfassen die Untersuchung von geeigneten Kopplungstechniken unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Rechenleistungen und Bandbreiten beider Subsysteme. Insbesondere sollen hier neue Cache-basierte Kopplungstechniken untersucht und das integrierte System prototypisiert und bezüglich folgender Eigenschaften anhand ausgewählter Anwendungen aus dem Bereich von Fahrerassistenzsystemen evaluiert werden: Energieeffizienz, Flächenkosten und Vorhersagbarkeit des zeitlichen Verhaltens sowie von Ablauf- und Ausfallsicherheit.

Publikationen (2017)

- Sousa, É., Tanase, A.-P., Hannig, F., & Teich, J. (2017). A Reconfigurable Memory Architecture for System Integration of Coarse-Grained Reconfigurable Arrays. Cancun, Mexico, MX.
- Sousa, É., Chakraborty, A., Tanase, A.-P., Hannig, F., & Teich, J. (2017). TCPA Editor: A Design Automation Environment for a Class of Coarse-Grained Reconfigurable Arrays. Poster presentation at Demo Night at the IEEE International Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs (ReConFig), Cancun, Mexico, MX.

19.2.9 Zentrale Dienste des SFB/Transregio und Öffentlichkeitsarbeit (Z01)

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Stefanie Kugler
Dr. Katja Lohmann
Dr. Sandra Mattauch

Laufzeit: 01.07.2010 – 30.06.2022

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Zentrale Aktivitäten und Dienste im Transregio werden von Projekt Z verwaltet und durchgeführt. Diese sind untergliedert in: 1) Technische, administrative und organisatorische Unterstützung (Organisation interner Treffen, Seminare und Doktoranden-Retreats, Unterstützung von Gästen und bei Gastaufenthalten beteiligter Wissenschaftler), finanzielle Verwaltung und Buchhaltung. 2) Öffentlichkeitsarbeit: Kontakt zu Wissenschaftsstandorten und Industrie sowie zu weiterbildenden Schulen. Beteiligung an und Organisation von Workshops und Konferenzen. Ferner Redaktion und Pflege der Website www.invasic.de.

19.2.10 Validierung und Demonstrator (Z02)

Projektleitung:
Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Srinivas Boppu
Markus Blocherer
Marcel Brand

Laufzeit: 01.07.2010 – 30.06.2022

Förderer:
DFG / Sonderforschungsbereich / Transregio (SFB / TRR)

Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität München (TUM)
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Die Vorteile invasiven Rechnens, insbesondere zur Einhaltbarkeit programmspezifischer nichtfunktionaler Eigenschaften, werden simulationsbasiert und anhand von FPGA-Prototypen gezeigt. Hierzu werden invasive Mehrkernarchitekturen realisiert, in die Hardware- und Software-Komponenten aller Projekte integriert werden. Darüber hinaus werden Standard-PCs zur Evaluierung, Simulation und Funktionsprüfung der Software-Schichten eingesetzt. Z2 liefert zudem Unterstützung für die Modellierung und Simulation von Power-Management-Techniken, sowie für die Visualisierung, Verbreitung und Langzeitarchivierung der Forschungsergebnisse.

19.2.11 ESI-Anwendungszentrum für die digitale Automatisierung, den digitalen Sport und die Automobilsensorik der Zukunft

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Laufzeit: 01.01.2015 – 31.12.2018

Förderer:
Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Das ESI-Anwendungszentrum ist eine gemeinsame Einrichtung des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen (IIS) und dem Interdisziplinären Zentrum für Eingebettete Systeme (IZ ESI) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie fördert den Auf- und Ausbau.

Das ESI-Anwendungszentrum führt seit 2009 die Forschungsaktivitäten zu eingebetteten Systemen in der Europäischen Metropolregion Nürnberg (EMN) zusammen und fungiert somit als einzigartige Schnittstelle zwischen Industrie und Forschung. Eingebettete Systeme sind eine wichtige Basis für die Digitalisierung der Wirtschaft, welche die Embedded Systems Initiative (ESI) durch anwendungsnahe Forschung im Bereich Automative, Fitness, und Automatisierung vorantreibt. Dabei stehen der Industrie die gebündelte

Kompetenz und Exzellenz der FAU und des Fraunhofer IIS sowohl in Anwendungsfragen als auch bei technologischen Querschnittsthemen wie Kommunikation, Prozessoren oder Sensorik zur Verfügung.

19.2.12 ExaStencils – Advanced Stencil-Code Engineering

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Christian Schmitt
PD Dr. Harald Köstler
Dr.-Ing. Frank Hannig

Laufzeit: 01.01.2013 – 31.12.2018

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Mitwirkende Institutionen:
Universität Passau
University of Tokyo
Universität Kassel

Zukünftige Exascale-Systeme mit 107 Recheneinheiten und einer Spitzenleistung von bis zu 1018 FLOPS werden ein enges Codesign von Anwendung, Algorithmus und architekturgewahrer Programmentwicklung benötigen, wenn die potenziell zur Verfügung stehende Spitzenleistung für eine breite Palette von Anwendungen erreicht werden soll. Dafür gibt es zwei Hauptgründe. Zum Ersten wird sich der Knotenaufbau in einem Exascale-Cluster in nachfolgenden Rechnergenerationen zunehmend heterogen gestalten, mit jeweils der neuesten Manycore-, Grafikkarten-und Beschleunigertechnologie. Zum Zweiten wird sich der Cluster selbst aus heterogenen Subsystemen und Verbindungsnetzwerken zusammensetzen. Der effiziente Betrieb solcher Cluster wird neue Softwaretechniken benötigen, die eine gemeinsame Entwicklung der algorithmischen Lösung und des Programms unterstützen. Derartige Techniken werden nicht nur (a) eine Vereinfachung der Anwendungs- und Programmentwicklung zur Folge haben, sondern auch (b) die Leistungsanalyse und -optimierung unterstützen, (c) zu kürzeren Entwicklungszyklen führen und (d) die Portabilität der Hochleistungssoftware erhöhen oder gar erst ermöglichen.

Projekt ExaStencils wird einen einzigartigen, werkzeugunterstützten, domänenspezifischen Codesign-Ansatz für Stencil-Codes untersuchen und bereitstellen. Stencil-Codes spielen beim Hochleistungsrechnen und der Simulation auf strukturierten und blockstrukturierten Gittern eine zentrale Rolle. Stencils sind reguläre Zugriffsmuster auf (in der Regel) mehrdimensionalen Datengittern. Mehrgittermethoden arbeiten auf einer

Hierarchie von anfänglich sehr feinen und nachfolgend immer gröberen Gittern. Aus der Perspektive des Rechenalgorithmus beinhalten notwendige domänenspezifische Untersuchungen die Extraktion und Entwicklung von geeigneten Stencils, die Analyse leistungsrelevanter algorithmischer Alternativen und die Analyse und Minderung von Synchronisationsanforderungen auf Basis eines Schablonenmodells der anvisierten Clusterarchitektur. Ausgehend von dieser Analyse soll eine

hochentwickelte Programmierungs- und Softwarewerkzeugunterstützung erarbeitet werden, indem die relevanten Datenstrukturen und Programmsegmente for Stencil-Berechnungen in einer domänenspezifischen Sprache erfasst werden. Generatorbasierte Produktlinientechnologie soll zur automatischen Erzeugung von Stencil-Codes eingesetzt werden, die speziell auf die jeweils anvisierte Kombination von Anwendung und Rechenplattform angepasst sind. Ein wesentliches Merkmal von ExaStencils ist, dass Domänenwissen koordiniert über alle Abstraktionsebenen einfließt und zur Optimierung verwendet wird – von der Formulierung des Anwendungsszenarios bis zur Generierung von hoch-optimiertem Stencil-Codes.

Für den im Konsortium gemeinsam entwickelten einzigartigen und erstmalig durchgängigen Entwurfsfluss sollen die drei Ziele der (1) Produktivitätssteigerung, (2) Flexibilität in der Wahl des Algorithmus und der Zielplattform und (3) Erreichbarkeit und Nachweis von ExaFLOPS-Rechenleistung in einer detaillierten, abschließenden Evaluierungsphase demonstriert werden.

Publikationen (2017)

- Schmitt, C., Schmid, M., Kuckuk, S., Köstler, H., Teich, J., & Hannig, F. (2017). Reconfigurable Hardware Generation of Multigrid Solvers with Conjugate Gradient Coarse-Grid Solution. (unpublished, Accepted).
- Unat, D., Dubey, A., Hoefler, T., Shalf, J., Abraham, M., Bianco, M.,... Pericàs, M. (2017). Trends in Data Locality Abstractions for HPC Systems. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems. https://dx.doi.org/10.1109/TPDS.2017.2703149
- Köstler, H., Schmitt, C., Kuckuk, S., Kronawitter, S., Hannig, F., Teich, J.,... Lengauer, C. (2017). A Scala Prototype to Generate Multigrid Solver Implementations for Different Problems and Target Multi-Core Platforms. International Journal of Computational Science and Engineering, 14(2), 150-163. https://dx.doi.org/10.1504/IJCSE.2017.10003829

19.2.13 Domänenspezifische Programmierung und zielplattformbewusste Compiler-Infrastruktur für Algorithmen auf unstrukturierten Gittern

Projektleitung:
Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Christian Schmitt
Ayesha Afzal
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Laufzeit: 01.04.2017 – 31.03.2020

Förderer:
BMBF / DLR Projektträger

Mitwirkende Institutionen:
Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik / Zuse Institute Berlin (ZIB)
Universität Paderborn
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) / Fraunhofer Institute for Industrial Mathematics

Ziel des Projektes HighPerMeshes ist die Entwicklung eines in der Praxis einsetzbaren domänenspezifischen Frameworks zur effizienten, parallelen und skalierenden Implementierung iterativer Algorithmen auf unstrukturierten Gittern. Simulationssoftware im Zeitbereich, die in diese Gruppe fällt, wird in den letzten Jahren sowohl im wissenschaftlichen als auch im industriellen Umfeld vermehrt eingesetzt und ergänzt bzw. verdrängt vergleichbare Methoden auf regulären Gittern. Um in der rechnergestützten Forschung und industriellen Entwicklung den Anwendungsbereich dieser Methoden voranzutreiben, zum Beispiel von der Analyse eines statischen Systems hin zur Optimierung von Parametern, wird immer mehr Rechenleistung benötigt. Dazu können hochskalierende Systeme mit vielen parallelen Rechenknoten mit modernen Prozessorarchitekturen wie Manycore-CPUs, Graphikprozessoren oder FPGAs beitragen. Im Gegensatz zur Domäne der regulären Gitter gibt es für Entwicklerinnen und -entwickler natur- und ingenieurwissenschaftlicher Simulationsprogramme mit unstrukturierten Gittern bisher keine einfach zu nutzenden, produktiven und damit praxistauglichen Entwicklungswerkzeuge, um moderne Rechnersysteme effizient zu erschließen.

Mit den Ergebnissen des Projekts HighPerMeshes können existierende, in einer Hochsprache geschriebene Quelltexte von Anwenderinnen und Anwendern mit moderatem Aufwand durch domänenspezifische Bibliotheks- und Sprachelemente ergänzt werden. Unsere optimierende Compiler-Infrastruktur nutzt dann Domänenwissen, um eine hochparallelisierte und effiziente Ausführung auf allen relevanten modernen Hardwarearchitekturen, auch in heterogenen Systemen, zu ermöglichen. Damit bietet das Projekt für eine Vielzahl an HPC-Entwicklerinnen und -Entwicklern aus Wissenschaft und Industrie einen einfachen und nachhaltigen Pfad zur skalierenden Nutzung aktueller und zukünftiger Zielarchitekturen.

Die Entwicklung setzt bewusst auf Standards und Open-Source-Technologien, um von Weiterentwicklungen zu profitieren und eine langfristige Nutzung sicherzustellen. Die darauf aufbauende Compiler-Infrastruktur wird mit der Veröffentlichung der Projektergebnisse als Open-Source-Projekt frei zugänglich gemacht. Mit den am Projekt beteiligten Personen zur Anwendungsentwicklung, sowie weiteren Nutzerinnen und Nutzern an den beteiligten Rechenzentren wird der Grundstein für eine nachhaltige Gemeinschaft für die Weiterentwicklung und Pflege der Projektergebnisse gelegt.

19.2.14 Automobilsensorik@ESI

Projektleitung:
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Franz-Josef Streit
Mauro Martin Letras Luna

Laufzeit: 05.10.2015 – 31.12.2018

Förderer:
Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Das ESI-Anwendungszentrum bietet im Lab Automobilsensorik@ESI mit seinem disziplinübergreifenden Zusammenschluss unterschiedlicher Kompetenzen ausgezeichnete Voraussetzungen, um eingebettete Systeme im Bereich Automotive voranzutreiben. Sensortechnologien zur Erfassung des Fahrzeugumfelds und -zustands ermöglichen u.a. die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen. Außerdem können die entwickelten Techniken auch in den Bereichen fahrerlose Transportfahrzeuge, Landmaschinen oder öffentlicher Nah- und Fernverkehr eingesetzt werden. Die Fusion unterschiedlicher Sensorverfahren im Rahmen der Arbeiten im ESI-Anwendungszentrum gestattet es, die Schwächen der einzelnen Technologien zu kompensieren und damit möglichst leistungsfähige Gesamtsysteme zu erzielen. Um zudem kostengünstige Lösungen zu ermöglichen, soll darüber hinaus erarbeitet werden, wie diese möglichst optimal in das Gesamtsystem Automobil integriert werden können. Das disziplinübergreifende Lab Automobilsensorik@ESI hat es sich daher zur Aufgabe gemacht, einen ganzheitlichen Lösungsansatz im Bereich eingebettete Systeme zu erreichen. Dank der Einbettung des Labs Automobilsensorik@ESI in das gesamte ESI-Anwendungszentrum können außerdem Synergien zu Anwendungen im Bereich Fitness und Sport sowie digitaler industrieller Automatisierung ausgenutzt werden, da auch dort die Umfelderfassung eine wichtige Rolle spielt.

19.2.15 Partikelschwarm-Optimierung

Projektleitung:
Prof. Dr. Rolf Wanka

Beteiligte:
Berthold Immanuel Schmitt
Alexander Raß
Bernd Bassimir

Laufzeit: 24.07.2008 – 28.08.2020

Dieser Forschungsschwerpunkt beschäftigt sich mit der Untersuchung der Metaheuristik der sog. Partikelschwärme. Dabei wird bei einem Optimierungsproblem der Raum der zulässigen Lösungen von einem sog. Schwarm von Individuen, die Einzellösungen darstellen, erkundet. Ein einzelnes Individuum bewegt sich dabei durch den Lösungsraum, indem es seine eigene bislang beste Lösung und die Lösungen anderer Individuen auswertet und kombiniert. Das Verfahren ist inspiriert vom Verhalten von Vögel- und Fischschwärmen.

Der allgemeine Partikelschwarm erkundet in der Regel einen in alle Richtungen unbeschränkten Lösungsraum. Jedoch ergibt sich regelmäßig aus den Anwendungen, dass die Lösungen nur aus einem eingeschränkten Bereich gewählt werden dürfen. D.h. wenn ein Individuum den Lösungsraum verlassen will, muss das Verfahren so angepasst werden, dass letztlich keine unzulässigen Lösungen ausgegeben werden dürfen. Wir untersuchen eine Reihe von solchen Bound-Handling-Methoden analytisch und experimentell und können einige »Daumenregeln« aufstellen, wie solche Methoden aussehen sollten. Insbesondere können wir zeigen, dass sich Partikel gerade am Anfang der Berechnung mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit sehr nah an den Lösungsraumgrenzen befinden, was häufig dazu führt, dass sie sich gerade dort, weit weg von der optimalen Lösung, festsetzen.

Wir untersuchen auch, welche anderen Individuen ein Individuum konsultieren sollte, um seine neue Position zu bestimmen. Neben der Anfrage nach der bislang besten eigenen und der bislang besten globalen sind Netzwerkstrukturen zwischen den Individuen vorstellbar. Wir erforschen den Einfluss solcher Netzwerkstrukturen auf die Geschwindigkeit, mit der sich der Schwarm auf eine Lösung festlegt, die Qualität von Lösungen, den Zusammenhalt des Schwarms, und wir untersuchen, wie man diese Netzwerkstruktur ggf. während der Ausführung dynamisch ändern kann, um Verbesserungen im Schwarmverhalten hervorzurufen.

Publikationen (2017)

– Mühlenthaler, M., Raß, A., Schmitt, M., Siegling, A., & Wanka, R. (2017). Runtime Analysis of a Discrete Particle Swarm Optimization Algorithm on Sorting and OneMax. In ACM New York, NY, USA (Eds.), Proceedings of the 14th ACM/SIGEVO Conference on Foundations of Genetic Algorithms (pp. 13-24). Copenhagen, Denmark, DK.

19.2.16 Adaptive Approximate Computing in FPGA-basierter Bildverarbeitung

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Jutta Pirkl

Laufzeit: 24.08.2016 – 31.12.2017

Das Entwurfsparadigma des ungenauen Rechnens zielt darauf ab, Ungenauigkeit bei der Berechnung gegen Verbesserungen bezüglich Performanz, Ressourcenverbrauch und Leistungs- bzw. Energieaufnahme einzutauschen, indem die Fähigkeit vieler Anwendungen genutzt wird eine gewissen Qualitätsverlust zu tolerieren, wie beispielsweise in der Multimediasignalverarbeitung.

Da die Auswirkungen bestimmter Approximationsgrade auf die wahrgenommene Qualität sowohl von den Eingangsdaten als auch der Anwendungsumgebung und den Nutzerpräferenzen abhängen, sollen in diesem Projekt Konzepte eines selbst-adaptiven Bild- bzw. Videoverarbeitungssystems untersucht werden, welches mit partieller Hardware-Rekonfiguration dynamisch Operatoren unterschiedlicher Genauigkeit austauschen kann.

Publikationen (2017)

– Pirkl, J., Becher, A., Echavarria Gutiérrez, J.A., Teich, J., & Wildermann, S. (2017). Self-Adaptive FPGA-Based Image Processing Filters Using Approximate Arithmetics. In Proceedings of the 20th International Workshop on Software and Compilers for Embedded Systems (pp. 89-92). Sankt Goar, DE.

19.2.17 GRK 1773: ”Heterogene Bildsysteme”, Projekt B3

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Oliver Reiche
Mehmet Akif Özkan

Laufzeit: 01.10.2012 – 31.03.2017
Laufzeitverlängerung bis: 15.09.2018

Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

In Teilprojekt B3 werden einheitliche Methoden zur Abbildung von Algorithmen auf heterogene Architekturen untersucht werden. Hierbei sollen im Wesentlichen neue Parallelisierungsmethoden, Partitionierungsverfahren und Code-Generierungstechniken (sowohl Software als auch Hardware-Konfigurationen) speziell für Bildsysteme erforscht werden.

Publikationen (2017)

- Reiche, O., Özkan, M.A., Membarth, R., Teich, J., & Hannig, F. (2017). Generating FPGA-based Image Processing Accelerators with Hipacc. In IEEE (Eds.), Proceedings of the International Conference On Computer Aided Design (pp. 1026-1033). Irvine, US: IEEE.
- Özkan, M.A., Reiche, O., Hannig, F., & Teich, J. (2017). Hardware Design and Analysis of Efficient Loop Coarsening and Border Handling for Image Processing. In 28th Annual IEEE International Conference on Application-specific Systems, Architectures and Processors (ASAP) (pp. 155-163). Seattle, US.
- Özkan, M.A., Reiche, O., Hannig, F., & Teich, J. (2017). A Highly Efficient and Comprehensive Image Processing Library for C++-based High-Level Synthesis. In Proceedings of the Fourth International Workshop on FPGAs for Software Programmers (FSP). Ghent, BE: VDE.
- Reiche, O., Kobylko, C., Hannig, F., & Teich, J. (2017). Auto-vectorization for Image Processing DSLs. In ACM (Eds.), Proceedings of the 18th International Conference on Languages, Compilers, Tools, and Theory for Embedded Systems (LCTES) (pp. 21 – 30). Barcelona, ES.

19.2.18 Eine domänenspezifische Sprache mit GPU Zielcodegenerierung für Bildverarbeitungsanwendungen

Projektleitung:
Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Oliver Reiche
Richard Membarth
Mehmet Akif Özkan

Beginn: 01.01.2009

HIPAcc erlaubt es Bildverarbeitungsalgorithmen in einer domänenspezifischen Sprache (engl. domain-specific language (DSL)) zu beschreiben. Ausgehend von dieser Beschreibung wird mit Hilfe von Source-to-Source Übersetzung Zielcode für Graphikkartenbeschleuniger generiert. Das Framework bietet Backends für CUDA, OpenCL und Renderscript. HIPAcc ist unter der *Simplified BSD License* lizenziert (Open Source) und läuft aktuell unter GNU/Linux und Mac OS X

Publikationen (2017)

- Reiche, O., Özkan, M.A., Membarth, R., Teich, J., & Hannig, F. (2017). Generating FPGA-based Image Processing Accelerators with Hipacc. In IEEE (Eds.), Proceedings of the

International Conference On Computer Aided Design (pp. 1026-1033). Irvine, US: IEEE.

– Özkan, M.A., Reiche, O., Hannig, F., & Teich, J. (2017). A Highly Efficient and Comprehensive Image Processing Library for C++-based High-Level Synthesis. In Proceedings of the Fourth International Workshop on FPGAs for Software Programmers (FSP). Ghent, BE: VDE.

– Reiche, O., Kobylko, C., Hannig, F., & Teich, J. (2017). Auto-vectorization for Image Processing DSLs. In ACM (Eds.), Proceedings of the 18th International Conference on Languages, Compilers, Tools, and Theory for Embedded Systems (LCTES) (pp. 21 – 30). Barcelona, ES.

19.2.19 Dedizierte massiv parallele Systeme

Projektleitung:
Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Michael Witterauf
Alexandru-Petru Tanase

Beginn: 03.01.2000

In diesem Projekt mit dem Namen **PARO** werden Verfahren zum Entwurf von feinkörnigen massiv parallelen VLSI Schaltungen untersucht. Eine Teilklasse dieser Architekturen ist unter dem Namen systolischer Felder bekannt. Obwohl diese Rechner keine eigenständigen Rechner darstellen, spielen sie – eingesetzt als Coprozessoren – eine wichtige Rolle in Systemen, die ein hohes Maß an Dediziertheit und Rechenleistung erfordern. Der Entwurf und die Integration dieser Komponenten in größere Systeme macht die Implementierung und Anwendung spezieller Entwurfsverfahren notwendig, die den Entwurf vom Algorithmus bis zur Schaltung automatisiert.

Publikationen (2017)

– Tanase, A.-P., Witterauf, M., Teich, J., & Hannig, F. (2017). Symbolic Multi-Level Loop Mapping of Loop Programs for Massively Parallel Processor Arrays. ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 17(2), 31:1-31:27. https://dx.doi.org/10.1145/3092952

19.2.20 Parallelisierung und Ressourcenabschätzung von Algorithmen für heterogene FAS-Architekturen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Dr.-Ing. Frank Hannig

Beteiligte:
Jörg Fickenscher

Laufzeit: 01.05.2015 – 31.10.2018

Förderer:
Audi AG

Mit dem Institut INI.FAU geht die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg neue Wege in Forschung und Lehre. Gemeinsam mit der AUDI AG entsteht am Standort Ingolstadt ein regionales Kompetenzzentrum, das dem wissenschaftlichen Nachwuchs einmalige Arbeitsbedingungen bietet, um theoretisches Wissen für die Praxis anwendbar zu machen. Ziel ist es vor allem, Fahrerassistenzsysteme (FAS) durch neue Methoden in der Parallelisierung und Ressourcenabschätzung weiter zu entwickeln.

Publikationen (2017)

– Fickenscher, J., Reinhart, S., Bouzouraa, M.E., Hannig, F., & Teich, J. (2017). Convoy Tracking for ADAS on Embedded GPUs. In IEEE (Eds.), (pp. 959-965). Redondo Beach, CA, USA: IEEE.

– Fickenscher, J., Bouzouraa, M.E., Hannig, F., & Teich, J. (2017, December). Environment Mapping Using Massively Parallel Architectures. Poster presentation at Vehicle Intelligence, München, DE.

19.2.21 Kognitive Verfahren zum Verlustleistungsmanagement in Endgeräten des Mobilfunks

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Peter Brand
Joachim Falk

Laufzeit: 01.01.2016 – 31.12.2018

Förderer:
Intel Deutschland GmbH, Neubiberg

Ziel dieses Projektes ist die Erforschung des Einsatzes kognitiver Methoden zum Verlustleistungsmanagement mobiler Endgeräte bei sich dynamisch ändernden Funkumgebungen und Benutzerverhalten. Ziel dabei ist es, einen bestmöglichen Kompromiss zwischen Energieverbrauch der Plattform und für den Anwender zur Verfügung stehender Dienstgüte zu finden.

Viele moderne mobile Applikationen sind heutzutage als Cloud-Anwendungen konzipiert, so dass leistungsfähige Kommunikationssysteme benötigt werden, um die benötigten Datenübertragungsraten zu realisieren. Obwohl bereits leistungsfähige Datenübertragungsprotokolle, z.B. LTE, zur Verfügung stehen, ist das Leistungsmanagement innerhalb eines Endgerätes bislang wenig an das Verhalten des Benutzers und der Umgebung angepasst. Durch den Einsatz kognitiver Verfahren soll es möglich werden, einen bestmöglichen Kompromiss zwischen Energieverbrauch und für die Anwendung zur Verfügung stehender Qualität zu finden. In diesem Projekt sollen neben dynamischen Anpassungen des Leistungsmanagements an die momentane Funkumgebung auch prädiktiv Nutzungen und Umgebungseigenschaften in unmittelbarer Zukunft bestimmt werden.

Publikationen (2017)

– Brand, P., Ah Sue, J., Brendel, J., Falk, J., Hasholzner, R., Teich, J., & Wildermann, S. (2017). Exploiting Predictability in Dynamic Network Communication for Power-Efficient Data Transmission in LTE Radio Systems. In ACM (Eds.), 20th International Workshop on Software and Compilers for Embedded Systems (SCOPES'17) (pp. 64 – 67). Sankt Goar, Deutschland, DE.

19.2.22 Entwurf und Evaluierung hochverfügbarer Ethernet-basierter E/E-Architekturen für latenz- und sicherheitskritische Anwendungen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Fedor Smirnov

Laufzeit: 01.02.2015 – 01.02.2018

Förderer:
Audi AG

In diesem INI.FAU-Projekt zwischen der Audi AG und dem Lehrstuhl für Informatik 12 (Hardware- Software-Co-Design) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg werden Konzepte zukünftiger Ethernet-Standards evaluiert und für den Einsatz im Fahrzeug, d.h. in Topologie, Dimensionierung und Parametrierung hinsichtlich der Kriterien Zeitverhalten und Verfügbarkeit exploriert und optimiert.

19.2.23 Raum- und Zeitplanung der Lehre der Technischen Fakultät

Projektleitung:
Prof. Dr. Rolf Wanka

Beteiligte:
Dr.-Ing. Moritz Mühlenthaler
Bernd Bassimir

Laufzeit: 01.04.2009 – 31.03.2018

Förderer:
Technische Fakultät

Im Zuge der Umstellung auf Bachelor- und Masterstudiengänge und mit dem doppelten Abiturjahrgang im Jahr 2011 haben sich die Zahl der Lehrveranstaltungen und die Abhängigkeiten zwischen diesen und die Zahl der Studierenden an der Technischen Fakultät erheblich erhöht. Im Rahmen dieses von der Technischen Fakultät geförderten Projekts werden Algorithmen entwickelt und implementiert, die die Veranstaltungen terminlich und räumlich unter Berücksichtigung aller Nebenbedingungen planen.

Seit dem Sommersemester 2011 werden durch dieses Projekt die Stunden- und Raumpläne der gesamten Technischen Fakultät erstellt. Insbesondere wurde die Planung aller Veranstaltungen für das Wintersemester 2012/2013, das den bislang größten Planungsaufwand erforderte, erfolgreich durchgeführt.

Im Zuge dieser wissenschaftlich sehr ertragreichen Forschungen wurden erstmals Fairness-Aspekte direkt in die Planung mit einbezogen. Neben einer Modellbildung dafür, wie man Fairness überhaupt messen kann, wurden Algorithmen entwickelt und umgesetzt, die es ermöglichen, die ”schlechten” Zeitfenster und erhebliche Belastungen an einem einzigen Tag für Studierende und Lehrende zu vermieden bzw. gleichmäßig über alle Studiengänge und Personen zu verteilen.

19.2.24 SysteMoC: Darstellung von Berechnungsmodellen in SystemC

Projektleitung:
Joachim Falk

Beteiligte:
Tobias Schwarzer
Mauro Martin Letras Luna

Beginn: 01.04.2005

Die automatische Identifikation eingeschränkter Berechnungsmodelle stellt den Schlüssel zur Analyse und effizienten Synthese von Hardware/Software-Systemen dar. Programmiersprachen, wie Java, C++, etc. sind berechnungsuniversell und beschränken somit die Analyse und Synthese weitestgehend. Hier setzt das Projekt SysteMoC an. Basierend auf der Systembeschreibungssprache SystemC werden Konstruktionsregeln zur Verfügung gestellt, welche die Identifikation des zu Grunde liegenden Berechnungsmodells und somit den Zugang zur Analyse und effizienten Synthese von Hardware/Software Systemen erlauben.

19.2.25 SystemCoDesigner: Entwurfsraumexploration für eingebettete Systeme

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Tobias Schwarzer
Hananeh Aliee
Faramarz Khosravi
Franz-Josef Streit
Peter Brand
Joachim Falk
Mauro Martin Letras Luna

Beginn: 01.04.2005

In diesem Projekt werden neue Modelle und Methoden zur automatischen Entwurfsraumexploration für eingebettete Systeme auf der Systemebene untersucht. Das grundlegende Problem stellt die optimale Allokation von Ressourcen sowie die optimale Bindung von Prozessen auf diese Ressourcen dar. Zum Einsatz kommen hierbei moderne Mehrzieloptimierungsverfahren sowie symbolische Techniken. Weiterhin besteht eine Kopplung zur Systembeschreibungssprache SystemC.

19.2.26 Kompositionelle Zuverlässigkeitsanalyse auf Systemebene unter Berücksichtigung von Unsicherheiten

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Michael Glaß
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Joachim Falk

Laufzeit: 01.11.2010 – 31.10.2017

Förderer:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

CRAU Compositional System Level Reliability Analysis in the Presence of Uncertainties Ever shrinking device structures are one of the main reasons for a growing inherent unreliability of embedded system components. The small device structures are susceptible to, e.g., environmental changes like cosmic rays or to manufacturing tolerances. These so-called uncertainties are due to changes and can only be approximated or estimated at design time. The ultimate goal of this project is the investigation and development of a methodology for system-level reliability analysis and design of reliable systems through means of self-adaptation and error-resiliency. This project focuses on (a) the development of suitable cross-level reliability analysis techniques that combine various reliability analysis techniques across different levels of abstraction, (b) enrich well-known reliability analysis techniques by the ability to consider and explicitly model uncertainties, and (c) integrate such a compositional analysis into a system-level design space exploration to allow for cost evaluation of reliability-increasing techniques.

19.2.27 Approximate Computing on FPGAs

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Jorge Alfonso Echavarria Gutiérrez

Beginn: 13.03.2017

The goal of our research is a) to investigate novel approximate arithmetic algorithms and their optimization towards FPGA implementation, b) to study new error metrics and a calculus for error propagation of networks of approximate arithmetic modules and c) to investigate novel optimization techniques for design space exploration and synthesis of optimal approximate multi-output Boolean functions for FPGAs.

Publikationen (2017)

– Echavarria Gutiérrez, J.A., Wildermann, S., Potwigin, E., & Teich, J. (2017). Efficient Arithmetic Error Rate Calculus for Visibility Reduced Approximate Adders. IEEE Embedded Systems Letters, Approximate Computing. https://dx.doi.org/10.1109/LES.2017.2760922

19.2.28 Algorithmen für kombinatorische Probleme

Projektleitung:
Prof. Dr. Rolf Wanka

Beteiligte:
Prof. Dr. Rolf Wanka

Beginn: 13.03.2017

Man vermutet, dass NP-vollständige Probleme nicht in Polynomzeit gelöst werden können. Trotzdem müssen für Eingaben solcher Probleme zulässige Lösungen – oft unter Verzicht auf Optimalität, aber möglichst gut – berechnet werden, solange sie nur schnell erhalten werden. Beim Entwurf schneller und guter derartiger Algorithmen für kombinatorische Optimierungsprobleme setzt man häufig auf randomisierte und aus Approximationsalgorithmen. Bei letzteren ist es oft eine ganz große Herausforderung, die Qualität der erzielten Lösung in Beziehung zur optimalen Lösung, deren Wert ja unbekannt ist, zu setzen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt eines Approximationsalgorithmus ist der, für diesen Algorithmus Eingaben anzugeben, sog. Zeugen, bei denen er Ausgaben erzeugt, die sehr weit weg von optimalen Lösung sind. Insbesondere im Gebiet der Approximationsalgorithmen für das sog. Rundreiseproblem gibt es eine Reihe von Heuristiken, bei denen die Lücken zwischen Leistungsgarantien und Zeugen sehr groß sind. In diesem Forschungsbereich wollen wir gute Zeugen gegen einiger dieser Heuristiken entwerfen.

Im Bereich der randomisierten Verfahren untersuchen wir sog. Random-Walk-basierte Algorithmen für das NP-vollständige Erfüllbarkeitsproblem.

19.2.29 Koexistenz verschiedener Datenverkehrs-Klassen im Fahrzeug und Flugzeug

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Michael Glaß
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:
Joachim Falk

Laufzeit: 01.11.2014 – 30.04.2017

Förderer:
Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Mitwirkende Institutionen:
Siemens AG
Hochschule für angewandte Wissenschaften Deggendorf (HDU)

Airbus Operations
AED Engineering GmbH
Rosenberger Hochfrequenztechnik

Gesamtziel dieses Projekts ist die Untersuchung sowie Umsetzung von Ethernet-Varianten in den Anwendungsdomänen Luft- und Raumfahrt, Schienenverkehr sowie der Automobilindustrie. Seitens Hardware-Software-Co-Design liegt der Fokus auf der Erarbeitung von Virtuellen Prototypen zur (1) simulativen Analyse von Gesamtsystemen aus den Anwendungsdomänen sowie zu (2) automatisiertem Test und Validierung der Netzwerkkomponenten.

19.2.30 Anfrageoptimierung und Daten-nahe Verarbeitung auf Rekonfigurierbaren SoCs für Big-Data-Analyse

Projektleitung:
Dr.-Ing. Stefan Wildermann
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Prof. Dr.-Ing. Klaus Meyer-Wegener

Beteiligte:
Andreas Becher
Lekshmi Beena Gopalakrishnan Nair

Laufzeit: 28.08.2017 – 31.08.2021

Förderer:
DFG / Schwerpunktprogramm (SPP)

Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität Ilmenau
Technische Universität Dresden
Technische Universität München (TUM)
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Technische Universität Berlin

Ziel dieses Projekts ist es, neuartige Hardware und Optimierungstechniken für die skalierbare, leistungsfähige Verarbeitung von Big Data bereitzustellen. Wir zielen insbesondere auf große Datenmengen mit flexiblen Schemata (zeilenorientierte, spaltenorientierte, dokumentenorientierte, irreguläre und/oder nicht-indexierte Daten) sowie auf Datenströme, wie sie in der Klick-Strom-Analyse, in Unternehmensquellen wie E-Mails, Software-Logs und Diskussionsforum-Archiven sowie in Sensoren im Internet of Things (IoT) und Industrie 4.0 zu finden sind. In diesem Bereich untersucht das Projekt das Potenzial Hardware-konfigurierbarer, FPGA-basierter Systems-on-Chip (SoCs) für die Daten-

nahe Verarbeitung, bei der Berechnungen direkt bei den Datenquellen stattfinden. Basierend auf FPGA-Technologie und insbesondere deren dynamischer Rekonfiguration schlagen wir eine generische Architektur mit dem Namen ReProVide für die kostengünstige Verarbeitung von Datenbankanfragen vor.

Die Konzepte sollen die Integration von FPGA-basierten Beschleunigern in verfügbare SQL-, NoSQL- und In-Memory-Datenbanksysteme sowie Stream-Processing-Frameworks ermöglichen. Unser Ziel ist es dabei, flüchtige und nichtflüchtige Daten direkt an ReProVide-Knotenpunkte anzuschließen, die nicht nur bereinigte und integrierte Datensätze enthalten, sondern auch zur temporären oder persistenten Speicherung ungereinigter Daten aus neuen Datenquellen und Datenströmen verwendet werden können. Unser FPGA-basierter SoC

- verwendet Hardware-Rekonfiguration zur Anpassung von Datenpfaden und Beschleunigern, um verschiedene OLAP- und Data-Mining-Operatoren auf Daten aus solchen heterogenen Datenquellen verarbeiten zu können,
- enthält Management-Techniken zur Generierung lokaler Metadaten, Indexe und Statistiken dieser Datenquellen, um optimierte Datenverarbeitung zu ermöglichen, und
- bietet Schema-on-read-Fähigkeiten für das Datenbank-Management-System (DBMS), das auf das SoC zugreift.

Während die Unterstützung unregelmäßiger Daten (z.B. Graphenverarbeitung) nicht im Fokus unserer Forschung steht, arbeiten wir an einer generischen Entwurfsmethodik, die Erweiterbarkeit durch benutzerdefinierte Funktionen und Datenschemata ermöglicht.

Solche Architekturen, die mit ihrem eigenen lokalen Optimierer ins DBMS integriert sind, erfordern neuartige Techniken zur globalen Abfrageoptimierung, die auf Konzepten aus verteilten und Multi-Database-Systemen basieren. Während der lokale Optimierer Statistiken seiner lokalen Daten erstellt, muss der globale Optimierer auf diese Daten und Informationen der Daten-nahen Beschleuniger zugreifen. Anhand dieser Daten entscheidet die globale Abfrageoptimierung dann, welche Operationen auf den ReProVide SoCs berechnet werden und welche nicht. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass der Optimierer über genügend Wissen verfügt, um ReProVide in der Abfrageverarbeitung einzusetzen, wann immer es einen Nutzen gibt. Dies erfordert funktionales Wissen (welche Daten und welche Operatoren sind verfügbar) sowie nicht funktionales Wissen (z.B. Kostenschätzungen für die Operatoren). In diesem Projekt soll eine erweiterbare Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden, über die der globale Optimierer die zu bearbeitende Anfrage dem ReProVide-System übergeben und das Anfrageergebnis entgegennehmen kann. Darüber hinaus soll aber auch der bidirektionale Austausch von Hinweisen zur Verbesserung der jeweiligen Optimierung ermöglicht werden.

19.2.31 Schutz vor Reverse-Engineering und Fehlerinjektionsangriffen durch dynamische Hardware-Rekonfiguration

Projektleitung:
Dr.-Ing. Daniel Ziener

Beteiligte:
Jutta Pirkl

Laufzeit: 01.01.2017 – 31.12.2019

Förderer:
BMBF / Verbundprojekt

Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) stellen eine effiziente Plattform für kryptographische Hardwareimplementierungen mit vielen Vorteilen dar. Jedoch muss jede sicherheitskritische und auf einem FPGA implementierte Schaltung sowohl gegen (a) Seitenkanalanalyse, (b) Fehlerinjektionsangriffe als auch gegen (c) Reverse-Engineering geschützt werden, um gegen jeglichen physikalischen Angreifer gewappnet zu sein. Daher werden in diesem Vorhaben Verfahren entwickelt, die die Fähigkeit der dynamischen Rekonfiguration des FPGAs einsetzen, um wirksame Schutzmechanismen gegen die genannten Angriffsklassen zu entwickeln. Dieses Gesamtvorhaben wird dabei das grundsätzliche Problem lösen, dass kryptographische Hardwareimplementierungen nur als statische Schaltungen vorliegen, die sich von einem Angreifer strukturell leicht charakterisieren lassen.

Speziell in diesem Teilvorhaben fokussiert sich die Forschung auf die Konzeption und Entwicklung von Gegenmaßnahmen für die Angriffsklassen (b) und (c) unter Laborbedingungen.

In SecRec arbeiten drei renommierte Forschungseinrichtungen und Universitäten, ein langjährig ausgewiesenes KMU und ein weltweit führender Technologiekonzern zusammen, um gemeinsam neuartige Ansätze für Sicherheitsimplementierungen in Hardware zu entwickeln, die mittels dynamischer Rekonfiguration Schutz gegen verschiedene physikalische Angriffsklassen bieten können. Dieses Teilvorhaben bearbeitet hierbei zwei Klassen von Rekonfigurationstechniken zur Prävention von Fehlerinjektionsangriffen und Reverse-Engineering. Die lokale Rekonfiguration, die den Austausch der Konfiguration spezieller FPGA-Elemente untersucht, sowie die partiell dynamische Rekonfiguration, die ganze Schaltungsbereiche im FPGA zur Laufzeit austauschen kann. Die Entwicklung entsprechend resistenter Schaltungen umfasst eine Bedrohungsanalyse, Konzeption und Implementation von Gegenmaßnahmen sowie Evaluation und Demonstration der Schutzwirkung.

19.3 Projektunabhängige Publikationen

– Ziener, D. (2017). Improving Reliability, Security, and Efficiency of Reconfigurable Hardware Systems (Habilitation).

– Teich, J. (2017). Run-Time Monitoring and Enforcement of Non-functional Program Properties of Invasive Programs: Terms and Definitions.

– Aliee, H., Borgonovo, E., Glaß, M., & Teich, J. (2017). On the Boolean Extension of the Birnbaum Importance to Non-Coherent Systems. Reliability Engineering & System Safety, 160, 191-200. https://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2016.12.013

– Zaib, A., Heisswolf, J., Weichslgartner, A., Wild, T., Teich, J., Becker, J., & Herkersdorf, A. (2017). Efficient Task Spawning for Shared Memory and Message Passing in Many-core Architectures. Journal of Systems Architecture, 77, 72-82. https://dx.doi.org/10.1016/j.sysarc.2017.03.004

– Smirnov, F., Glaß, M., Reimann, F., & Teich, J. (2017). Optimizing Message Routing and Scheduling in Automotive Mixed-Criticality Time-Triggered Networks. In Proceedings of 54th ACM/EDAC/IEEE Design Automation Conference (DAC 2017) (pp. 6). Austin, US.

– Ha, S., & Teich, J. (2017). The Handbook of Hardware/Software Codesign. Springer.

– Streit, F.-J., Letras, M., Schid, M., Falk, J., Wildermann, S., & Teich, J. (2017). High-Level Synthesis for Hardware/Software Co-Design of Distributed Smart Camera Systems. Stanford, US: Association for Computing Machinery.

– Falk, J., Haubelt, C., Teich, J., & Zebelein, C. (2017). SysteMoC: A Data-Flow Programming Language for Codesign. In Ha S, Teich J (Eds.), Handbook of Hardware/Software Codesign (pp. 59 – 97). Dordrecht, The Netherlands: Springer.

– Rosales, R. (2017). Holistic Actor-Oriented Modeling of Embedded Systems for ESL Power Consumption Evaluation (Dissertation).

– Ha, S., Teich, J., Haubelt, C., Glaß, M., Mitra, T., Dömer, R.,... Bhattacharyya, S.S. (2017). Introduction to Hardware/Software Codesign. In Ha S, Teich J (Eds.), Handbook of Hardware/Software Codesign (pp. 3-26). Dordrecht, The Netherlands: Springer.

– Khosravi, F., Aliee, H., & Teich, J. (2017). System-Level Reliability Analysis Considering Imperfect Fault Coverage. In 15th IEEE/ACM Symposium on Embedded Systems for Real-Time Multimedia (ESTIMedia) (pp. 68-77). Seoul, Republic of Korea, KR.

– Kuckuk, S., Leitenmaier, L., Schmitt, C., Schönwetter, D., Köstler, H., & Fey, D. (2017). Towards Virtual Hardware Prototyping for Generated Geometric Multigrid Solvers.

– Bustio, L., Cumplido, R., Hernández-León, R., Bande, J.M., Letras, M., & Feregrino, C. (2017). Approximate Frequent Itemsets Mining on Data Streams Using Hashing and Lexicographic Order in Hardware.

– Tanase, A.-P. (2017). Symbolic Parallelization of Nested Loop Programs (Dissertation).

– Schmidt, B., Ziener, D., Teich, J., & Zöllner, C. (2017). Optimizing Scrubbing by Netlist Analysis for FPGA Configuration Bit Classification and Floorplanning. Integration-The Vlsi Journal.

– Weichslgartner, A. (2017). Application Mapping Methodologies for Invasive NoC-Based Architectures (Dissertation).

– Aliee, H. (2017). Reliability Analysis and Optimization of Embedded Systems using Stochastic Logic and Importance Measures (Dissertation).

– Aliee, H., Banaiyianmofrad, A., Glaß, M., Teich, J., & Dutt, N. (2017). Redundancy-aware Design Space Exploration for Memory Reliability in Many-cores. In Proc. Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen (MBMV'17) (pp. 1-12). Bremen, DE.

- Khosravi, F., Glaß, M., & Teich, J. (2017). Automatic Reliability Analysis in the Presence of Probabilistic Common Cause Failures. IEEE Transactions on Reliability, 66(2), 319-338. https://dx.doi.org/10.1109/TR.2016.2638320
- Smirnov, F., Glaß, M., Reimann, F., & Teich, J. (2017). Formal Timing Analysis of Non-Scheduled Traffic in Automotive Scheduled TSN Networks. In Proceedings of Design, Automation and Test in Europe (DATE) 2017. Lausanne, CH.
- Li, Z., Park, H., Malik, A., Wang, K.I.-K., Salcic, Z., Kuzmin, B.,... Teich, J. (2017). Using Design Space Exploration for Finding Schedules with Guaranteed Reaction Times of Synchronous Programs on Multi-core Architecture. Journal of Systems Architecture, 74, 30-45.
- Glaß, M., Teich, J., Lukasiewycz, M., & Reimann, F. (2017). Hybrid Optimization Techniques for System-Level Design Space Exploration. In Ha S, Teich J (Eds.), Handbook of Hardware/Software Codesign (pp. 217-246). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Letras, M., Falk, J., Wildermann, S., & Teich, J. (2017). Automatic Conversion of Simulink Models to SysteMoC Actor Networks. Sankt Goar, DE.
- Pourmohseni, B., Glaß, M., & Teich, J. (2017). Automatic Operating Point Distillation for Hybrid Mapping Methodologies. (pp. 1135-1140). Lausanne, CH.

19.4 Studien- und Abschlussarbeiten

- Bachelor Thesis: Vorhersagbarkeit einer Objekterkennung auf Kalray MPPA-256-Vielkernprozessor. Bearbeiter: Florian Walzer (beendet am 02.01.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Witterauf; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Master Thesis: Kolonnenspurerkennung im Automobil. Bearbeiter: Sebastian Reinhart (beendet am 31.01.2017); Betreuer: Jörg Fickenscher, M. Sc.; Oliver Reiche, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Bachelor Thesis: Parametrisierbare Parallelisierung von Aktoren in ActorX10. Bearbeiter: Jan Spieck (beendet am 31.01.2017); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich; Prof. Dr.-Ing. Michael Glaß; Dipl.-Ing. Tobias Schwarzer; Dipl.-Ing. Sascha Roloff; Dr.-Ing. Stefan Wildermann
- Bachelor Thesis: Realisierung und Vergleich datenflussbasierter Anbindungsmöglichkeiten von Hardwarebeschleunigern an virtuelle Prototypen. Bearbeiter: Benjamin Stone-Sraha (beendet am 29.03.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Joachim Falk; Andreas Becher, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Projektarbeit: Analyse paralleler Programme zur Extraktion paralleler Programmiermuster und X10 Codegenerierung für synthetisierte Taskgraphen. Bearbeiter: Guillermo Janner Acero (beendet am 30.03.2017); Betreuer: Dipl.-Ing. Sascha Roloff; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Bachelor Thesis: Software-Metriken für domänenspezifische Sprachen. Bearbeiter: Daniel Vahle (beendet am 31.03.2017); Betreuer: Christian Schmitt, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

- Master Thesis: Implementation of Convolutional Neural Networks using High-Level Synthesis. Bearbeiter: Jiarong Liang (beendet am 01.05.2017); Betreuer: Mehmet Akif Özkan, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Bachelor Thesis: Uncertainty Analysis Using Importance Measures. Bearbeiter: Sebastian Redinger (beendet am 16.06.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Hananeh Aliee; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Bachelor Thesis: Implementierung und Analyse von parametrisierten Algorithmen für das Subgraph-Isomorphie-ProblemCover-Problem. Bearbeiter: Manuel Schmitt (beendet am 29.06.2017); Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka
- Bachelor Thesis: Simulation von Backtracking-Algorithmen zur Ressourcenverwaltung von Vielkernsystemen. Bearbeiter: Rami Khaldi (beendet am 31.07.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Stefan Wildermann; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Master Thesis: Design of Sytem-on-Chip Interconnect for Tightly Coupled Processor Arrays. Bearbeiter: Shubhendu Mahajan (beendet am 14.08.2017); Betreuer: Ericles Sousa, M. Sc.; Dr.-Ing. Frank Hannig
- Bachelor Thesis: Untersuchung automatisch generierter Hardware-Software-Schnittstellen auf PSoCs unter Einfluss von Linux. Bearbeiter: Fabian Hofbeck (beendet am 31.08.2017); Betreuer: Franz-Josef Streit, M. Eng.; Dr.-Ing. Stefan Wildermann; Andreas Becher, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Bachelor Thesis: Implementierung und Analyse von random-walk-basierten parametrisierten Algorithmen für das Vertex-Cover-Problem. Bearbeiter: Thilo Kratzer (beendet am 15.09.2017); Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka
- Master Thesis: Bewertung von Ablaufplänen in der Entwurfsraumexploration. Bearbeiter: Simone Müller (beendet am 01.10.2017); Betreuer: Dr.-Ing. Joachim Falk; Dipl.-Ing. Tobias Schwarzer; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Bachelor Thesis: On Switching Activity Minimization Using Approximate Computing Techniques to Reduce Dynamic Power Consumption in FPGAs. Bearbeiter: Katja Schütz (beendet am 30.11.2017); Betreuer: Jorge A. Echavarria, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Bachelor Thesis: Simulation approximativer Hardware für die Anwendung im Bereich der Objekterkennung für maschinelles Sehen. Bearbeiter: Stefan Hammerl (beendet am 01.12.2017); Betreuer: Jutta Pirkl, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Bachelor Thesis: Eine Bibliothek zur handschriftlichen Eingabe mathematischer Ausdrücke. Bearbeiter: Daniel Ziegler (beendet am 31.12.2017); Betreuer: Christian Schmitt, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
- Master Thesis: Protection of FPGA-based Cryptographic Implementations against Fault Injection Attacks. Bearbeiter: Yuan Ji (beendet am 31.12.2017); Betreuer: Dr.-Ing. habil. Daniel Ziener; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

20 Professur für Informatik mit dem Schwerpunkt Effiziente Algorithmen und Kombinatorische Optimierung

Inhaber der Professur ist Rolf Wanka. Die Forschungsprojekte und Publikationen sind beim Lehrstuhl für Informatik 12 eingegliedert.

21 Lehrstuhl für Informatik 13 (Angewandte Kryptographie)

Anschrift: Fürther Straße 246C / Eingang 5, 90429 Nürnberg
Tel.: 0911530296642

Der Lehrstuhl für angewandte Kryptographie (ChaAC) wurde unter der Leitung von Prof. Dr. Dominique Schröder an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) im September 2016 ins Leben gerufen und ist Teil des Nuremberg Campus of Technology (NCT).

21.1 Forschungsschwerpunkte

Das übergeordnete Ziel des Lehrstuhls ist die Entwicklung und Analyse von kryptographischen Methoden, Verfahren und Protokollen, welche dabei helfen, eine Vielzahl verschiedener Probleme in der IT-Sicherheit und Privatsphäre anzugehen.

21.2 Forschungsprojekte

21.2.1 Privacyfreundliches Speichern in der Cloud (B04)

Projektleitung:
Prof. Dr. Dominique Schröder

Beteiligte:
Giulio Malavolta

Beginn: 01.01.2016

Förderer:
DFG / Sonderforschungsbereich (SFB)

Mitwirkende Institutionen:
Universität des Saarlandes (UdS)

Moderne Cloudspeicher bergen Risiken für die Privatsphäre sowohl der Datenbesitzer als auch der Datennutzer. Wie lässt sich eine feingranulare Zugangskontrolle realisieren, ohne die Zugriffsmuster zu offenbaren? Wie können Datennutzer unterstützt werden, ohne die Identität von Datenbesitzern zu offenbaren? Wir untersuchen datenschutzwahrende ausgelagerte Datenbanken mit multiplen Datenbesitzern und ¿nutzern. Dazu gehören geeignete Datenschutzkonzepte, kryptographische Primitive, die diese Konzepte unterstützen, Nutzerzugriff durch Auswertung dedizierter Funktionen auf (verschlüsselten) Daten, Trade-Offs zwischen Datenschutz und Funktionalität, sowie minimale kryptographische Annahmen. Wir werden die Anwendung unserer Techniken im Kontext von ¿Public Logs¿ erforschen.

21.2.2 Entwicklung der unterliegenden kryptographischen Algorithmen und der Cloud-Applikation

Projektleitung:
Prof. Dr. Dominique Schröder

Beteiligte:
Dominic Deuber
Christoph Egger

Laufzeit: 01.07.2017 – 31.10.2019

Förderer:
AZA und ZIM

Mitwirkende Institutionen:
Backes SRT GmbH
Universitätsklinikum Heidelberg
CeGaT GmbH
Universität des Saarlandes

21.3 Projektunabhängige Publikationen

– Malavolta, G., Moreno-Sanchez, P., Kate, A., & Maffei, M. (2017). SilentWhispers: Enforcing Security and Privacy in Decentralized Credit Networks. In Proceedings of the 24th Annual Network & Distributed System Security Symposium (NDSS). San Diego, USA.

– Ruffing, T., & Malavolta, G. (2017). Switch Commitments: A Safety Switch for Confidential Transactions. In Proceedings of the 4th Workshop on Bitcoin and Blockchain Research (BITCOIN). Malta.

- Maffei, M., Malavolta, G., Reinert, M., & Schröder, D. (2017). Maliciously Secure Multi-Client ORAM. In International Conference on Applied Cryptography and Network Security (ACNS). Kanazawa, Japan.
- Döttling, N. (2017). Laconic Oblivious Transfer and Its Applications. Springer Verlag.
- Lai, R.W.F., Egger, C., Schröder, D., & Chow, S.S. (2017). Phoenix: Rebirth of a Cryptographic Password-Hardening Service. In 26th {USENIX} Security Symposium ({USENIX} Security 17) (pp. 899–916). Vancouver, BC, CA: Vancouver, BC: {USENIX} Association.
- Döttling, N. (2017). Cryptanalysis of indistinguishability obfuscations of circuits over GGH13. Schloss Dagstuhl- Leibniz-Zentrum fur Informatik GmbH, Dagstuhl Publishing.
- Ateniese, G., Magri, B., Venturi, D., & Andrade, E. (2017). Redactable Blockchain – or – Rewriting History in Bitcoin and Friends. In IEEE European Symposium on Security and Privacy 2017 (EuroS&P). Paris, France.
- Döttling, N. (2017). Concurrently composable security with shielded super-polynomial simulators. Springer Verlag.
- Döttling, N. (2017). Identity-based encryption from the diffie-hellman assumption. Springer Verlag.
- Schröder, D., & Unruh, D. (2017). Security of Blind Signatures Revisited. Journal of Cryptology, 30(2), 470-494. https://dx.doi.org/10.1007/s00145-015-9225-1
- Katz, J., Maffei, M., Malavolta, G., & Schröder, D. (2017). Subset Predicate Encryption and its Applications. In Proceedings of the 16th International Conference on Cryptology and Network Security (CANS). Hong Kong: Hong Kong.
- Malavolta, G., & Schröder, D. (2017). Efficient Ring Signatures in the Standard Model. In Proceedings of the 23rd Annual International Conference on the Theory and Applications of Cryptology and Information Security (ASIACRYPT). Hong Kong.
- Malavolta, G., Moreno-Sanchez, P., Kate, A., & Maffei, M. (2017). Concurrency and Privacy with Payment-Channel Networks. In Proceedings of the 24th ACM Conference on Computer and Communications Security (CCS). Dallas, USA: Dallas, USA.

22 Lehrstuhl für Informatik 14 (Maschinelles Lernen und Datenanalytik)

Anschrift: Carl-Thiersch-Str. 2b, 91052 Erlangen
Tel.: +49 9131 85 28990
E-Mail: irene.steinheimer@fau.de

Der Lehrstuhl für Informatik 14 (Maschinelles Lernen und Datenanalytik) wurde 2018 gegründet und wird von Prof. Dr. Björn Eskofier geleitet. Die Wissenschaftler im Machine Learning and Data Analytics (Mad) Lab betreiben theoretische und angewandte Forschung mit Wearable Computing Systems und Machine Learning Algorithmen für technische Anwendungen an der Schnittstelle von Sport und Healthcare. Unsere Motivation ist es, einen positiven Einfluss auf menschliches Wohlbefinden zu erreichen, sei es durch Leistungssteigerung, Erhalt der Gesundheit, Verbesserung von Rehabilitation oder überwachung des Krankheitsstatus.

22.1 Forschungsschwerpunkte

- Mensch-Computer-Interaktion
- Maschinelles Lernen
- Modellierung und Simulation
- Wearable Computing

22.2 Forschungsprojekte

22.2.1 Aktivitätserkennung und Eventdetektierung im Tischtennis

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Peter Blank

Beteiligte:
Peter Blank

Beginn: 01.01.2015

Digitalisierung aufgrund von ”Wearables” (am Körper getragene Sensoren) findet in allen Bereichen des modernen Sports statt, auch im Tischtennis. In diesem Projekt wird dabei versucht, Bewegungen des Spielers, Eigenschaften des Balls und andere interessante Parameter im Tischtennisspiel zu erfassen, zu analysieren und aufzubereiten. Im Gegensatz zur üblichen Vorgehensweise bei den meisten Ballsportarten kamerabasierte Analyse in einer definierten Laborumgebung durchzuführen, wird hierbei am Schläger Elektronik und Sensorik (hier der miPod Sensor) angebracht. Diese sollte optimalerweise im Schläger versteckt sein, damit dich der Nutzer nicht beeinflusst von der Elektronik fühlt. Zur Bewegungsanalyse werden hauptsächlich Inertialsensoren (Akzelerometer und Gyroskope) verwendet, dazu Magnetometer zur absoluten Ausrichtung im Raum und spezifische piezo-elektrische Sensorik zur Vibrationsdetektion. Zuerst wird die Beschleunigung, die Rotationsgeschwindigkeit und die die absolute Ausrichtung des Schlägers gemessen, um mit Hilfe von Mustererkennungsalgorithmen den durchgeführten

Schlag zu klassifizieren. Dabei kann zwischen Vorhandschlägen und unterschiedlichen Spinarten unterschieden werden. Zusätzlich wird der Schlag durch die Vibrationssensorik verifiziert, um Fehlklassifikationen zu vermeiden. Im Anschluss werden die resultierende Ballgeschwindigkeit und der resultierende Spin des Balls kurz nach dem Verlassen des Schlägers geschätzt. Abschließend wird der Balltreffpunkt am Schlägerblatt mit Hilfe von Triangulationsverfahren, ähnlich der Bestimmung des Epizentrums beim Erdbeben, lokalisiert. Alle Daten werden auf dem integrierten Mikrocontroller berechnet und auf ein mobiles Endgerät, wie beispielsweise eine Android Smartphone über Bluetooth übertragen. Dort werden die Daten dann aufbereitet und dem Spieler als Feedback (Trainingsunterstützung oder Statistikanzeige) zur Verfügung gestellt.

22.2.2 ESI@Fitness

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Peter Blank
Eva Dorschky
Nicolas Witt

Laufzeit: 01.01.2015 – 31.12.2018

Förderer:
Bayerische Staatsministerien

Mitwirkende Institutionen:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Die Europäische Metropolregion Nürnberg (EMN) bietet eine weltweit einzigartige Konstellation für die industrienahe Forschung im Bereich eingebetteter Systeme für Sport- und Fitnessanwendungen. Das Lab *Fitness@ESI* wird breit aufgestellt. Es gilt sowohl Themen des Spitzen- und Breitensports zu bedienen, als auch Wege aufzuzeigen, zentrale Themen des stetig an Bedeutung gewinnenden Marktes für Sportmöglichkeiten behinderter Menschen zu erleichtern. Weiterhin werden Bereiche von der persönlichen Fitness bis hin zu Altersgerechten Anwendungen thematisiert. Damit können wichtige Märkte wie der für Imagegewinn und als Vorreiter wichtige Spitzensport und der finanziell attraktive Team- und Freizeitsport adressiert werden. Der Schwerpunkt soll dabei auf elektronischen Produkten im Fitness-Sektor (ähnlich zu bereits existierenden Produktfamilien wie Fitbit, iHealth, miCoach oder Nike+), Web-Plattformen und Anwendungsbeispielen liegen. Eine große Rolle werden in Zukunft auch Produkte für individualisierte Ratschläge und Trainingsempfehlungen spielen. Gerade der Bereich der personalisierten Fitness-Produkte zur Selbstkontrolle und -überwachung der eigenen Gesundheit und Fitness im Rahmen der ”Quantified Self”-Bewegung hat ein enormes Marktpotenzial. Auch eine Erweiterung in den Bereichen Ambient Assisted Living (AAL) und Mobile Health (mHealth) ist denkbar.

Die Kompetenzen der Partner sind ideal komplementär, um wichtige Themen des Labs *Fitness@ESI* angehen zu können. Mit der Kombination der Expertisen der FAU und des Fraunhofer IIS können die bereits jetzt vorliegenden Fragestellungen aus der Industrie angegangen werden. Diese beschäftigen sich u. a. mit Sensorintegration und Datenauswertung, um wichtige Events im Team- und Freizeitsport (Auswertung von Pässen oder Schüssen im Fußball für den Trainer, Vitalparameteranalyse von Läufern für den Breitensport) adressieren zu können. Des Weiteren sind Auswertungen von Positionsdaten von hohem Interesse für Vereine und Medien. Weitere technologische Inhalte des Projekts bewegen sich im Bereich der drahtlosen, körpernahen Sensornetzwerke. Wichtige Forschungsbereiche sind die sensorische Umgebungserfassung und -analyse, Energy Harvesting (Energiegewinnung) für batterie- und kabellose Energieversorgung, drahtlose Energieübertragung, Indoor- Lokalisierung und das Design von neuartigen, miniaturisierten Sensorknoten auf Niedrigenergiebasis. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die unauffällige Integration von Sensorik in Kleidung, Schuhen, Sportgeräten und der Umgebung des Anwenders. Mögliche Anwendungen sind die automatische Erkennung sportspezifischer Bewegungen, automatisierte Trainingsunterstützung und Feedback-Anwendungen.

Aus Sicht der Softwareentwicklung liegen die Herausforderungen unter anderem in der Echtzeitverarbeitung und Fusion von Sensorsignalen, der effizienten drahtlosen übertragung und dem gleichzeitigen ressourcenschonenden Umgang mit Energie und Speicher.

Die nötigen Tests neu zu etablierender Systeme an realem Klientel (Elite- und Amateursportvereine, Freizeitsportler, aber auch ältere, sowie seh- oder gehbehinderte Menschen) sind über die etablierten sehr guten Kontakte zu Industrieunternehmen wie der adidas AG, dem Institut für Sportwissenschaft und Sport der FAU und dem Universitätsklinikum Erlangen sichergestellt.

Publikationen (2017)

– Blank, P., Groh, B., & Eskofier, B. (2017). Ball Speed and Spin Estimation in Table Tennis Using a Racket-mounted Inertial Sensor. In Proceedings of the 2017 ACM International Symposium on Wearable Computers. Maui, Hawaii, USA.

22.2.3 Nicht-invasive Bestimmung des Hydratationsgrades des Menschen

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Matthias Ring

Laufzeit: 01.01.2013 – 31.12.2017

Förderer:
Deutsche Telekom Stiftung

Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines eingebetteten Systems zur Bestimmung des menschlichen Hydratationsgrades mit Hilfe nicht-invasiver Sensoren. Die Kombination aus nicht-invasiven Sensoren und eingebetteten Systemen ermöglicht die Messung des Hydratationsgrades in vielen neuen Situationen. Zum Beispiel könnte der Hydratationsgrad von Sportlern zur Erhaltung der optimalen Leistungsfähigkeit überwacht werden oder das System könnte in Krankenhäusern an klinische Warnsysteme zur Überwachung des Hydratationsgrades von Patienten angeschlossen werden.

Publikationen (2017)

– Ring, M., Lohmueller, C., Rauh, M., Mester, J., & Eskofier, B. (2017). Salivary Markers for Quantitative Dehydration Estimation During Physical Exercise. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 21(5), 1306-1314. https://dx.doi.org/10.1109/JBHI.2016.2598854

22.2.4 Entwicklung eines Information Management Systems zur automatisierten Qualitätskontrolle in der Radio-Onkologie

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Felix Kluge

Laufzeit: 15.08.2016 – 14.08.2018

Förderer:
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Mitwirkende Institutionen:
IBA-Dosimetry GmbH

Die Radio-Onkologie hat in den letzten Jahren einen deutlichen technologischen Aufschwung erfahren. Dies führte zu einer erheblichen Zunahme der Komplexität und damit einhergehend einer massiven Ausweitung der Datenmenge. In der Folge gab es mehrere folgenschwere Serien von Unfällen, mit zum Teil tödlichem Ausgang. Bislang werden allerdings im Qualitätsmanagement nur wenige Schritte des Strahlentherapie-Workflows automatisch betrachtet.

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines integrierten, umfassenden Qualitätsmanagement-Informationssystems zur Fehlervermeidung. Basierend auf Qualitätsindizes bildet es den Workflow in der Radio-Onkologie umfassend ab, arbeitet im Hintergrund und erfordert eine Anwenderinteraktion nur im Fehlerfall. Mögliche Fehlerfälle werden mittels Data Mining, Benchmarking und maschinellem Lernen sowie durch Modelle zur pro-aktiven Generierung von Voraussagen und Unterstützung der Entscheidungsunterstützung vorausschauend erkannt. Ultimatives Ziel ist daher nicht das Fehlermanagement sondern die pro-aktive Fehlervermeidung.

22.2.5 Projektbeschreibung SKmB – Schlafkur mit Begleitanalyse

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Prof. Dr. Jochen Klucken

Beteiligte:
Christine Martindale

Laufzeit: 01.12.2017 – 30.09.2019

Förderer:
BayMED

Mitwirkende Institutionen:
magisan GmbH

Durch das Projekt Schlafkur mit Begleitanalyse soll eine große Lücke im Markt geschlossen und Bürgern mit Schlafschwierigkeiten eine zugängliche, effektive und digital unterstützte Perspektive geboten werden. Laut des Gesundheitsreports 2017 der DAK Gesundheit schlafen 80 % der Erwerbstätigen in Deutschland schlecht. Jeder zehnte Arbeitnehmer leidet unter Schlafstörungen. Damit wären in Bayern über 1,5 Millionen Menschen betroffen.

Wir evaluieren und bewerten wissenschaftlich die Kombination einer intelligenten Schlafinterventionstechnologie zur Schlafunterstützung, einen intelligenten Sensor zur Schlafdiagnostik und ein individualisiertes, IT-gestütztes Interventionsprogramm für jeden Teilnehmer mit Schlafproblemen, so dass eine effiziente Prävention mit einem niederschwelligen Angebot als neues Produkt der digitalen Gesundheitswirtschaft in Bayern angeboten werden kann.

Die Zielgruppe, die wir mit diesem Projekt ansprechen wollen, liegt vor allem bei erwerbstätigen 30-65 jährigen Personen, die unter nicht-organischen Schlafstörungen leiden. Denn es gibt viele Arten von nicht-organischen Schlafstörungen: von schweren, langjährigen Insomnien über Schlafstörungen in den Wechseljahren bis hin zu leichten, wiederkehrenden Ein- oder/und Durchschlafproblemen. In der Regel ist dies nicht kombiniert mit dem Vorliegen einer eigentlichen Schlaferkrankung. Trotz erheblichem Leidensdruck fehlt eine entsprechende (Selbst-)Wahrnehmung und Einsicht, bedingt auch durch eine geringe gesellschaftliche Anerkennung der Schlafstörungen und einer fehlenden Diagnose der Volkskrankheit "Insomnie", so dass die leichten bis mäßigen Einschränkungen von den Patienten nicht der entsprechenden ärztlichen oder psychologischen Behandlung zugeführt werden. Daher spricht dieses Projekt den erheblichen Leidensdruck an, und hat zum Ziel, diesen betroffenen Menschen niederschwellig helfen zu können. Um den Leidensdruck zu mindern, die Lebensqualität zu steigern und mittelfristig zu verhindern, dass es zu einer Chronifizierung der Schlafstörung kommt, stellen wir den Patienten ein individuelles und professionelles Coaching zur Seite, um wieder einen erholsamen und ruhigen Schlaf zu erlangen.

22.2.6 RoboCup Fußballroboter

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Dr.-Ing. Christian Rieß
Peter Blank
Patrick Kugler

Beginn: 01.01.2008

Der RoboCup ist eine internationale Initiative zur Förderung der Forschung in den Bereichen künstliche Intelligenz und autonome mobile Roboter. Die RoboCup-Foundation veranstaltet jährlich internationale Turniere, an denen Forschungsgruppen von Universitäten aus der ganzen Welt teilnehmen. Seit 2008 existiert in Erlangen auch ein Team der Technischen Fakultät in der Small-Size-League. Diese Liga ist hierbei eine der kleinsten und zugleich die schnellste der RoboCup Ligen. Hier spielen je fünf fahrende Roboter auf einem ca. 6m x 4m großen Spielfeld. Die Roboter dürfen dabei einen Durchmesser von 18 cm und eine Höhe von 15 cm nicht überschreiten. Die Roboter erhalten Informationen über die aktuelle Spielsituation von über dem Feld hängenden Kameras und externen Rechnern, die über Funk mit den Robotern kommunizieren. Organisiert ist das Erlanger Team als interdisziplinäres Gruppenprojekt der Technischen Fakultät. Hauptziele des Projekts sind die Förderung von Ideen und studentischer Teamarbeit in den Bereichen Mechatronik, Elektrotechnik und Informatik. Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Mustererkennung, Eingebetteter Systeme und Künstlicher Intelligenz. Am Lehrstuhl für Mustererkennung werden im Rahmen des Projekts stochastische Schätzverfahren angewandt und für die Anwendung im Automobilbereich weiterentwickelt. Zur Förderung des Projekts wurde 2008 der gemeinnützige Verein ”Robotics Erlangen e.V.” gegründet, in dem neben den Teammitgliedern auch einige Unterstützer organisiert sind. Finanziell unterstützt wird die Gruppe durch Studienbeiträge sowie durch Spenden.

22.2.7 Autonomous Cranes

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Franz Köferl

Laufzeit: 01.07.2017 – 30.06.2020

Förderer:
Siemens AG

Die Anwendung autonomer Logistik, besonders im Bereich Industrie 4.0, ist ein wichtiger Grundbaustein von vollständig autonomen Systemen. Diese Systeme führen den Lade- und Entladeprozess vollständig autonom durch, berücksichtigen dabei Sicherheitsmaßnahmen, um z.b. Personen im Gerfahrenbereich zu erkennen und im generellen optimieren sie die logistischen Prozesse.

Im Hafenbereich, besonders im Kontext des Lade- und Entladeprozess ist die Anwendung solcher Systeme äußerst komplex, da verschiedenste Systeme aus aller Welt mit dem autonomen Agenten interagieren. Das Forschungsziel beinhaltet die Bewertung des autonomen Entladeprozesses durch Segmentierung, Klassifizierung und im speziellen das Fitten von Laserrangedaten zu gelernten Modelen mittels Machine Learning.

22.2.8 Leistungsanalyse in Mannschaftssportarten

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Mathias Maurer

Beginn: 01.06.2017

Förderer:
Industrie

Leistungsanalyse in Mannschaftssportarten ist ein aufstrebendes Feld in der Sportinformatik. Durch die Aufzeichnung von Positionsdaten in Europas Top-Ligen ist eine große Datenmenge zur Analyse mit Methoden aus den Bereichen des maschinellen Lernens und der Signalverarbeitung möglich.

In diesem Forschungsprojekt wird mit Hilfe von Positions- und Intertialsensordaten sowohl die individuelle, spielerspezifische Leistung und Trainingsbelastung ermittelt als auch das taktische Verhalten der Mannschaft analysiert.

22.2.9 Smart Annotation using semi-supervised techniques

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Christine Martindale

Laufzeit: 01.02.2015 – 30.01.2019

Objective health data about subjects outside of the laboratory is important in order to analyse symptoms that cannot be reproduced in the laboratory. A simple daily life example would be how stride length changes with tiredness or stress. In order to investigate this we must be able to accurately segment a stride from daily living data in order to have an accurate measure of duration and distance. State-of-the-art methods use separate segmentation and classification approaches. This is inaccurate for segmentation of an isolated activity, especially one that is not repeated. This could be solved using a model that is based on the sequence of phases within activities. Such a model is a graphical model. Currently we are working with Conditional Random Fields and Hierarchical Hidden Markov Models on daily living data. The applications will include sports as well as daily living activities.

Publikationen (2017)

– Martindale, C., Hönig, F., Strohrmann, C., & Eskofier, B. (2017). Smart Annotation of Cyclic Data Using Hierarchical Hidden Markov Models. Sensors, 17(10). https://dx.doi.org/10.3390/s17102328

22.2.10 DailyHeart

Projektleitung:
Robert Richer

Beteiligte:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beginn: 15.08.2014

DailyHeart is a system for mobile ECG analysis that addresses the whole pipeline from data acquisition over data processing to data visualization. It features a novel low-power data acquisition ECG hardware using Bluetooth Low Energy, and an application for Android-based mobile devices that offers several modes for cardiac feedback, from measuring the current heart rate to continuously monitoring the user's ECG throughout the day. Furthermore, it incorporates methods for human computer interaction concepts (e.g. smartwatches or Google Glass) to provide cardiac feedback to the user throughout the day, and depending on the current context.

One clinical use case of DailyHeart is the unobtrusive monitoring of the users' heart rate variability (HRV) by combining it with information on posture changes, e.g. changes from lying down to sitting or standing up. Initial results have shown that multiple measurements throughout the day can already indicate a possible disorder of the autonomous nervous system (e.g. Parkinson's Disease), and thus provide a recommendation of consulting a medical expert.

22.2.11 Green Belt ML@Operations – Maschinelle Lernverfahren für spezifische Anwendungsfälle in Produktion und Qualität

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Prof. Dr. Nico Hanenkamp

Beteiligte:
Matthias Mühlbauer
Hubert Würschinger
Matthias Ring
Philipp Dumbach

Laufzeit: 01.11.2017 – 31.10.2019

Förderer:
BMBF

Die Digitalisierung birgt große Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz industrieller Produktionsprozesse. Durch Technologien im Kontext von Industrie 4.0 können produktionsnahe Daten kurzzyklisch erfasst und aggregiert werden. In Anbetracht der dadurch zunehmenden Datenkomplexität und des Datenvolumens stehen Mitarbeiter jedoch vor der Herausforderung, diese Daten zu analysieren und zu interpretieren sowie die Nachhaltigkeit der eingeleiteten Maßnahmen zu bewerten, wobei die kognitiven Fähigkeiten oft an ihre Grenzen stoßen.

Verfahren des Maschinellen Lernens (ML) können hier neue Formen der Arbeitsteilung zwischen Maschinen bzw. Software als Entscheidungsvorbereiter und Mitarbeitern als Problemlöser zu ermöglichen. In der industriellen Praxis werden ML-Verfahren meist situativ und von Experten entwickelt eingesetzt, so dass der Aufwand entsprechend hoch ist. Des Weiteren verfügen kleine und mittlere Unternehmen (kmU) häufig nur über wenig Ressourcen und Expertise, um diese Potenziale zu nutzen.

Ziel dieses Projektes ist es, ein Qualifizierungskonzept zu entwickeln und durchzuführen, um den Kenntnisstand bzgl. ML-Verfahren von Mitarbeitern in Produktions- und Qualitätsbereich sowie von Studierenden mit den genannten Schwerpunkten gezielt zu erweitern. Die Teilnehmer entscheiden sich dabei entweder für die Spezialisierungsrichtung ”Produktion” oder ”Qualität”. Jede Spezialisierungsrichtung besteht aus vier praxisorientierten Anwendungsfällen, in denen die Teilnehmer geeignete ML-Verfahren kennenlernen und in konkreten individuellen Projekten mit ca. 10 Wochen Dauer anwenden. Die Anwendungsphase wird von der wissenschaftlichen Leitung des Projekts individuell gecoacht. Die Anwendungsfälle orientieren sich an bestehenden Geschäftsprozessen und Problemstellungen in der Industrie zum Qualitätsmanagement und zur Optimierung von Produktionsprozessen, wodurch ein einfacher Transfer und eine hohe Akzeptanz auf industrieller Seite sichergestellt werden soll.

22.2.12 Wearables im Sport

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Markus Zrenner
Mathias Maurer

Beginn: 01.06.2017

In diesem Projekt werden Wearables für den Sportbereich und die Rehabilitation nach Sportverletzungen entwickelt. Sie dienen der Trainingssteuerung und Auswertung.

22.2.13 Innovationslabor für Wearable and Ubiquitous Computing

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Markus Zrenner
Philipp Dumbach

Laufzeit: 01.03.2017 – 28.02.2019

Förderer:
Zentrum Digitalisierung Bayern (ZD.B)

Das Innovationslabor für Wearable und Ubiquitos Computing ist ein vom Zentrum Digitalisierung Bayern (ZD.B) gefördertes Projekt. Ziel dieses Projektes ist die Durchführung einer Lehrveranstaltung, in welcher Studierende unter Anwendung von agilen Entwicklungsmethoden (Scrum) innovative Prototypen im Bereich Wearable und Ubiquitous Computing entwickeln. Die Projektideen stammen dabei aus drei verschiedenen Quellen: von den Studierenden selbst, von Wissenschaftlern oder von externen Industriepartnern.

22.2.14 Biomechanische Simulation zur Rekonstruktion und Synthese von menschlicher Bewegung

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Eva Dorschky
Marlies Nitschke

Laufzeit: 01.01.2017 – 31.12.2019

Förderer:
adidas AG

In this project, we investigate musculoskeletal modeling and simulation to analyze and understand human movement and performance. Our objective is to reconstruct human motion from measurement data for example for medical assessments or to predict human responses for virtual product development.

Reconstruction of Human Motion: Biomechanical analysis using wearable systems

Inertial sensor systems provide the possibility of cheap gait analysis in everyday life. One major challenge is to achieve a high quality gait analysis based on noisy sensor measurements. Moreover, inertial sensors can only quantify human joint kinematics and are not able to measure joint kinetics as performed in gait laboratories. Existing systems are based on an integration of the inertial sensor data for estimating human poses. This error-prone integration can be avoided using a computer simulation of a biomechanical model that tracks the measured sensor signals. Furthermore, such a model can give insight into joint kinetics, muscle control and other gait-related parameters such as stride length, stride time and ground-reaction force.

Synthesis of Human Motion: Predictive biomechanical simulation for design applications

Sports and medical products such as running shoes, bandages or prostheses should support and improve our movement. But, how to derive optimal design parameters? The conventional process of prototyping and testing is often time-consuming, expensive, hazardous or even not realizable. Our purpose is to avoid prototyping and testing by virtual product development to derive optimal design parameters. We investigate biomechanical simulation to predict the influence of design parameters on human movement and performance.

22.2.15 Digital Vision Trainer

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Prof. Dr. Georg Michelson
Wolfgang Mehringer

Matthias Ring

Laufzeit: 01.08.2016 – 31.07.2018

Förderer:
BAYMED

Mitwirkende Institutionen:
Talking Eyes & more GmbH

Das Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines digitalen, visuell-perzeptiven Lernsystems (D-VPL) mit Gestensteuerung und telemedizinischer Anbindung an Augenärzte für sehbehinderte Senioren, zur Demenzprophylaxe und für Patienten nach Schädel-Hirn-Trauma. Die Nutzer werden per Gestensteuerung auf bewegte Formen reagieren, die in einer virtuellen Realität oder auf einem Stereo-Bildschirm präsentiert werden. Durch Kombination von D-VPL und Gestensteuerung (motorische Interaktion) wird ein Dual-Task-Training erreicht, und durch die telemedizinische Anbindung werden Anwendungen in ärztlichen Einrichtungen, Seniorenresidenzen sowie Reha-Zentren ermöglicht.

22.2.16 Mobile GaITLab: Algorithmik für den Einsatz im Patientenalltag

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Prof. Dr. Jochen Klucken
Arne Küderle

Laufzeit: 01.08.2017 – 31.01.2019

Förderer:
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (StMWIVT) (ab 10/2013)

Mitwirkende Institutionen:
Krankenhaus Rummelsberg

Gangstörungen und Mobilitätseinschränkungen treten bei einer Vielzahl chronischer Erkrankungen auf und verursachen in Deutschland ca. 20% der Kosten im Gesundheitswesen. Die Veränderung des Gangbildes ist charakteristisch für den Fortschritt dieser Erkrankungen. Sie wird durch die behandelnden Ärzte zur diagnostischen Bewertung der Erkrankung und zur Unterstützung der therapeutischen Entscheidungen auch heute schon visuell befundet.

Das Parkinson Syndrom (PS) zählt zu den klassischen chronischen Bewegungserkrankungen und ist die häufigste neurodegenerativ bedingte Bewegungserkrankung. Der chronisch fortschreitende Verlauf führt zu einer langsamen und ständigen Zunahme der Symptome und einer fortwährenden Notwendigkeit, die Therapien entsprechend anzupassen. Die charakteristischen Bewegungs- und Gangeinschränkungen sind dabei im klassischen, medizinischen Versorgungsprozess sowohl stationär, als auch ambulant Ziel der Diagnostik, um die Krankheitsentität und das Ausmaß der Bewegungseinschränkung und somit der Reduktion der Lebensqualität zu erfassen.

Ziel dieses Projektes ist die prototypische Umsetzung einer telemedizinischen Ganganalyse zur Unterstützung bei der Therapieeinstellung und zum Nachweis von Therapieeffekten bei Parkinson Patienten. Dafür sollen Ganguntersuchungen mit tragbaren Sensortechnologien aus der klinischen Laborumgebung in ein nicht-supervidiertes Monitoring (d.h. ohne Anwesenheit einer medizinischen Fachkraft) im häuslichen Patientenumfeld überführt werden.

Die auf Basis dieses engmaschigen Alltags-Monitorings erhobenen Gangparameter und Patientenselbsteinschätzungen sollen dem Therapeuten Aufschluss über die Wirkung seiner verordneten Therapie geben. Damit wird der behandelnde Arzt in die Lage versetzt, seine Therapie (z.B. Medikation) telemedizinisch individuell auf seinen Patienten anzupassen. Der zurzeit notwendige stationäre Aufenthalt zur Medikationseinstellung könnte dem Patienten erspart und eine frühere Einstellung auf eine optimale Therapie unterstützt werden. Dies verbessert die Lebensqualität des Patienten und reduziert direkte (Krankenhauseinweisungen) und indirekte Kosten (Komorbiditäten) im Gesundheitssystem.

22.2.17 Verbundprojekt: ML-Forum – Machine Learning Forum

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier
Stefan Gradl

Beteiligte:
Nooshin Haji Ghassemi
Nicolas Witt

Laufzeit: 01.11.2017 – 31.10.2019

Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Mitwirkende Institutionen:
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS)

22.2.18 Echtzeit Biofeedback-Applikationen für die kontextsensitive Interaktion mit augmentierten und virtuellen Umgebungen

Projektleitung:
Prof. Dr. Björn Eskofier

Beteiligte:
Robert Richer
Joseph A. Paradiso

Beginn: 01.10.2016

Mitwirkende Institutionen:
Massachusetts Institute of Technology (MIT)

22.3 Projektunabhängige Publikationen

- Drory, A., Groh, B., & Eskofier, B. (2017). Supervised Learning Approach to Markerless Acquisition of Rower Kinematics. In Proceedings of the 26th Congress of the International Society of Biomechanics (ISB). Brisbane, Australia.
- Steib, S., Klamroth, S., Gaßner, H., Pasluosta, C.F., Eskofier, B., Winkler, J.,... Pfeifer, K. (2017). Perturbation during treadmill training improves dynamic balance and gait in Par-kinson's disease: A single-blind randomized controlled pilot trial. Neurorehabilitation and Neural Repair, 31(8), 758-768. https://dx.doi.org/10.1177/1545968317721976
- Leutheuser, H., Lang, N., Gradl-Trautvetter, S., Struck, M., Tobola, A., Hofmann, C.,... Eskofier, B. (2017). Textile Integrated Wearable Technologies for Sports and Medical Applications. In Stefan Schneegass, Oliver Amft (Eds.), Smart Textiles (pp. 359-382).
- Hannink, J., Gaßner, H., Winkler, J., Eskofier, B., & Klucken, J. (2017). Inertial sensor-based estimation of peak accelerations during heel-strike and loading as markers of impaired gait patterns in PD patients. Baden-Baden, Germany.
- Pasluosta, C.F., Steib, S., Klamroth, S., Gaßner, H., Goßler, J., Hannink, J.,... Eskofier, B. (2017). Acute Neuromuscular Adaptations in the Postural Control of Patients with Parkinson's disease after Perturbed Walking. Frontiers in Aging Neuroscience, 9, 316. https://dx.doi.org/10.3389/fnagi.2017.00316
- Steib, S., Klamroth, S., Gaßner, H., Pasluosta, C.F., Eskofier, B., Winkler, J.,... Pfeifer, K. (2017). Laufbandtraining mit Perturbation verbessert Gang- und Gleichgewichtskontrolle bein Parkinsonpatienten: Eine randomisiert-kontrollierte Pilotstudie. In Schwirtz, A., Mess, F., Demetriou, Y. & Senner, V. (Hrsg.) (Eds.), Innovation & Technologie im Sport. Abstractband des 23. dvs-Hochschultags vom 13. bis 15. September 2017 in München (pp. 263). Hamburg: Feldhaus.

- Gaßner, H., Marxreiter, F., Steib, S., Kohl, Z., Schlachetzki, J., Adler, W.,... Klucken, J. (2017). Gait and cognition in Parkinson's disease: cognitive impairment is inadequately reflected by gait performance during dual task. Frontiers in Neurology, 8, 550. https://dx.doi.org/10.3389/fneur.2017.00550
- Groh, B., Warschun, F., Deininger, M., Kautz, T., Martindale, C., & Eskofier, B. (2017). Automated Ski Velocity and Jump Length Determination in Ski Jumping Based on Unobtrusive and Wearable Sensors. Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, 1(3). https://dx.doi.org/10.1145/3130918
- Gradl, S., Cibis, T., Lauber, J., Richer, R., Rybalko, R., Pfeiffer, N.,... Eskofier, B. (2017). Wearable Current-Based ECG Monitoring System with Non-Insulated Electrodes for Underwater Application. Applied Sciences, 7(12). https://dx.doi.org/10.3390/app7121277
- Hannink, J., Ollenschläger, M., Kluge, F., Roth, N., Klucken, J., & Eskofier, B. (2017). Benchmarking Foot Trajectory Estimation Methods for Mobile Gait Analysis. Sensors, 17(9). https://dx.doi.org/10.3390/s17091940
- Hannink, J., Kluge, F., Gaßner, H., Klucken, J., & Eskofier, B. (2017). Quantifying postural instability in Parkinsonian gait from inertial sensor data during standardised clinical gait tests. In 2017 IEEE 14th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN) (pp. 129-132).
- Eskofier, B., Lee, S.I., Manuela, B., Simon, A., Martindale, C., Gaßner, H., & Klucken, J. (2017). An Overview of Smart Shoes in the Internet of Health Things: Gait and Mobility Assessment in Health Promotion and Disease Monitoring. Applied Sciences, 7(10). https://dx.doi.org/10.3390/app7100986
- Maier, J., Black, M., Bonaretti, S., Bier, B., Eskofier, B., Choi, J.-H.,... Maier, A. (2017). Comparison of Different Approaches for Measuring Tibial Cartilage Thickness. Journal of integrative bioinformatics, 14(2). https://dx.doi.org/10.1515/jib-2017-0015
- Kluge, F., Krinner, S., Lochmann, M., & Eskofier, B. (2017). Speed dependent effects of laterally wedged insoles on gait biomechanics in healthy subjects. Gait & Posture, 55, 145-149. https://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.04.012
- Gelse, K., Knorz, S., Kluge, F., Hotfiel, T., Eskofier, B., & Krinner, S. (2017). "Natural Running": Biomechanischer Vergleich von Vorfuß- oder Rückfußlauf. In Sports Orthopaedics and Traumatology (pp. 214-215). Berlin: Urban & Fischer.
- Leutheuser, H., Heyde, C., Röcker, K., Gollhofer, A., & Eskofier, B. (2017). Reference-Free Adjustment of Respiratory Inductance Plethysmography for Measurements during Physical Exercise. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. https://dx.doi.org/10.1109/TBME.2017.2675941
- Kautz, T., Eskofier, B., & Pasluosta, C.F. (2017). Generic performance measure for multiclass-classifiers. Pattern Recognition, 68(8), 111 – 125. https://dx.doi.org/10.1016/j.patcog.2017.03.008
- Kautz, T., Groh, B., Hannink, J., Jensen, U., Strubberg, H., & Eskofier, B. (2017). Activity recognition in beach volleyball using a Deep Convolutional Neural Network. Data Mining and Knowledge Discovery, 31(6), 1678 – 1705. https://dx.doi.org/10.1007/s10618-017-0495-0

- Kluge, F., Gaßner, H., Hannink, J., Pasluosta, C.F., Klucken, J., & Eskofier, B. (2017). Towards Mobile Gait Analysis: Concurrent Validity and Test-Retest Reliability of an Inertial Measurement System for the Assessment of Spatio-Temporal Gait Parameters. Sensors, 17(7), 1522. https://dx.doi.org/10.3390/s17071522

- Martindale, C., Heymans, S., Suler, A., Antonios, P., Dickinson, R., & Choi, J. (2017). Simultaneous Ultrasound Therapy and Monitoring of Microbubble-Seeded Acoustic Cavitation Using a Single-Element Transducer. IEEE Transactions on Ultrasonics Ferroelectrics and Frequency Control, 64(8), 1234 – 1244. https://dx.doi.org/10.1109/TUFFC.2017.2718513

- Wanner, P., Schmautz, T., Kluge, F., Eskofier, B., Pfeifer, K., & Steib, S. (2017). Sportler mit Sprunggelenksinstabilität weisen im Vergleich zu Copern keine Veränderungen der Sprunggelenkskinematik beim Laufen auf. In Schwirtz, A., Mess, F., Demetriou, Y. & Senner, V. (Hrsg.) (Eds.), Innovation & Technologie im Sport. Abstractband des 23. dvs-Hochschultags vom 13. bis 15. September 2017 in München (pp. 206). Hamburg: Feldhaus.

- Martindale, C., Strauss, M., Gaßner, H., List, J., Müller, M., Klucken, J.,... Eskofier, B. (2017). Segmentation of gait sequences using inertial sensor data in hereditary spastic paraplegia. In Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2017 39th Annual International Conference of the IEEE. Jeju Island, South Korea, KR: IEEE.

- Groh, B., Fleckenstein, M., Kautz, T., & Eskofier, B. (2017). Classification and visualization of skateboard tricks using wearable sensors. Pervasive and Mobile Computing, 40, 42-55. https://dx.doi.org/10.1016/j.pmcj.2017.05.007

- Knorz, S., Kluge, F., Gelse, K., Schulz-Drost, S., Hotfiel, T., Lochmann, M.,... Krinner, S. (2017). Three-Dimensional Biomechanical Analysis of Rearfoot and Forefoot Running. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 5(7). https://dx.doi.org/10.1177/2325967117719065

- Morgner, P., Müller, C., Ring, M., Eskofier, B., Rieß, C., Armknecht, F., & Benenson, Z. (2017). Privacy Implications of Room Climate Data. In Proceedings of the 22nd European Symposium on Research in Computer Security (pp. 324-343). Oslo, NO.

- Kluge, F., & Eskofier, B. (2017). Letter to the Editor regarding "Gait recording with inertial sensors – How to determine initial and terminal contact" by Bötzel and colleagues. Journal of Biomechanics, 52, 183-184. https://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.07.043

22.4 Studien- und Abschlussarbeiten

- Master Thesis: Good Learning - Analyzing Meetings of Sloan Fellows. Bearbeiter: Katharina Full (beendet am 29.09.2017); Betreuer: Prof. Dr. Björn Eskofier

23 Professur für Didaktik der Informatik

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49-9131-85-27621
Fax: +49 9131 85-28809
E-Mail: margit.zenk@fau.de

Professor:
Prof. Dr. Ralf Romeike
Sekretariat:
Margit Zenk
Wiss. Mitarbeiter:
Andreas Grillenberger
Anne-Kathrin Jäger, StR
Sven Jatzlau
Petra Kastl, StRin
Tilman Michaeli
Stefan Seegerer

Didaktik der Informatik (DDI) erforscht, beschreibt und lehrt die Vermittlung (das Lehren) und die Aneignung (das Lernen) von Wissen, Können und Einstellungen für informatische Bildungsgegenstände. Informatische Bildung ist in unterschiedlichen Entwicklungsphasen des Menschen relevant, im frühen Kindesalter, in der beruflichen Aus- und Weiterbildung, im lebenslangen Lernen bis hin zum Seniorenalter. Didaktik der Informatik steht damit im Spannungsfeld zwischen Lehr-Lernforschung, Medienpädagogik, Hochschuldidaktik, Lehrerbildung und Nachwuchsförderung. Mit Einführung eines verpflichtenden Unterrichtsfachs Informatik an bayerischen Gymnasien sowie Informatik-Blöcken im Naturwissenschafts- und Technikunterricht ist der Stellenwert des Unterrichtsfachs Informatik deutlich gestiegen und zieht einen spürbaren Bedarf an Informatiklehrern, fachdidaktischen Fortbildungen und entwickelten Unterrichtskonzepten nach sich, deren Erfüllung eine wesentliche Aufgabe der Arbeitsgruppe DDI ist. Didaktik der Informatik ist eine Komponente des Informatikstudiums, insbesondere für das Lehramt Informatik aller Schulformen. Die Hochschuldidaktik der Informatik ist eine Spezialisierung der Didaktik der Informatik, die sich an Lehrende an Hochschulen wendet, um deren Bildungsaufgaben zu unterstützen. Laufende Forschungsergebnisse fließen in die Lehrerbildung Informatik ein und fördern ein sich an der Wissenschaft orientierendes Forschendes Lernen im (LA)Studium.

Ziel der Professur für die Didaktik der Informatik ist die Ausgestaltung eines Gesamtkonzepts zur informatischen Bildung von der Frühförderung bis zur Lehrerfortbildung, worin auch die Nachwuchsförderung einen festen und großen Anteil einnimmt.

23.1 Forschungsschwerpunkte

Wichtige Forschungsschwerpunkte bilden folgende Säulen.

1. Gestaltungsorientierte Unterrichtsforschung

Ziel des Forschungsschwerpunkts ist es, partizipative Wege herauszuarbeiten und zu evaluieren, welche Gestaltungsmöglichkeiten der Informatik für den Einzelnen und in der allgemeinen Wahrnehmung erkennbar machen und Gestaltungsfähigkeiten im Kontext der Allgemeinbildung ausbilden. Gleichzeitig sollen durch die Informatik angestoßene Gestaltungsprozesse erkannt, verstanden und in ihrer Wirkung eingeschätzt werden können, sodass vom Individuum und der Allgemeinheit adäquat auf gesellschaftliche Veränderungen reagiert werden kann. Die Forderungen führen zu einer wissenschaftstheoretisch zu fundierenden gesellschaftlichen Perspektive der Informatik, die den Menschen als unmittelbaren Ausgangs- und Endpunkt ihrer Betrachtungen begreift (im Gegenteil zu Sichtweisen, die sich z. B. auf den technisch-formalen Teil der Informatik konzentrieren). Entwickelte Unterrichtskonzepte und zugrunde liegende Fragestellungen sind im Sinne der empirischen Unterrichtsforschung zu untersuchen und auszuwerten. Teilprojekte umfassen Physical Computing im Unterricht, Robotik sowie Projektunterricht mit agilen Methoden.

2. Digitale Lehr-Lern-Medien: Entwicklung, Einsatz und Evaluation

Traditionell ist die Erforschung digitaler Lehr-Lernmedien und die Entwicklung und Erprobung zielgruppenadäquater Unterrichtsszenarien im Umfeld der Didaktik der Informatik angesiedelt, da sie nicht nur Lernmedium sondern auch Lerngegenstand darstellen. Der Einsatz digitaler Medien ohne fachdidaktisch erforschten Unterbau hat sich regelmäßig als problematisch erwiesen. Ziel der Forschung zu digitalen Lehr-Lernmedien sind evaluierte Konzepte und Techniken zur interaktiven Unterrichtsgestaltung, u. a. mit interaktiven Tafeln, Tablets und Tischen z. B. hinsichtlich deren Potential zur Bewältigung der neuen Anforderungen durch Inklusion.

3. Hochschuldidaktik Informatik/ Outcome-Orientierung

Die Orientierung am Outcome eines Lernprozesses stellt einen wichtigen Pfeiler einer kompetenzorientierten Informatiklehre dar. In der Praxis fällt auf, dass nur wenige fachdidaktische Diskussionsergebnisse darüber vorliegen, welche Kompetenzen ein Student des Lehramts Informatik zum Abschluss seines Studiums benötigt. Im Forschungsschwerpunkt wird die Outcome-orientierte Ausrichtung der Informatiklehre unter Berücksichtigung der Theorie des Constructive Alignment konzipiert und untersucht. Es ist zu erwarten, dass insbesondere Lehramtsstudenten von den im eigenen Lernprozess erworbenen Erfahrungen im Umgang mit Kompetenzen profitieren, indem sie erleben, wie diese formuliert, erarbeitet und geprüft werden. Erste Projektergebnisse zeigen, dass dieses selbst erfahrene, kompetenzorientierte Lernen in besonderer Weise dazu befähigt, als Lehrer in der Schule Lernprozesse kompetenzorientiert zu planen, zu initiieren und damit die Bildungsstandards der KMK umzusetzen.

23.2 Kooperationsbeziehungen

Die Professur für Didaktik der Informaitk unterhält eine Reihe von Forschungskooperationen zu in- und ausländischen Universitäten und Forschungsinstituten. Hiervon seien Folgende hervorgehoben:

- University of Kent, School of Computing
- Vilnius University, Lithuania, Institute of Mathematics and Informatics

- Universität Potsdam, Didaktik der Informatik
- Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Institut für Mathematik und Informatik

23.3 Forschungsprojekte

23.3.1 AMI - Agile Methoden für den Informatikunterricht

Projektleitung:
Prof. Dr. Ralf Romeike
Beteiligte:
Petra Kastl, StRin
Beginn: 1.1.2012
Förderer:
Google CS4HS program

Gängige Prozessmodelle für Schulsoftwareprojekte orientieren sich bisher vor allem am Wasserfallmodell. In der professionellen Softwareentwicklung werden inzwischen agile Methoden erfolgversprechend eingesetzt, um Probleme, die sich aus dem Wasserfallmodell ergeben, zu umgehen. Im Forschungsprojekt werden mögliche Adaptionen und Einsatz agiler Praktiken für die Gestaltung von Informatikunterrichtsprojekten erforscht.

Publikationen

– Romeike, Ralf ; Göttel, Timo: Agile Projects in High School Computing Education - Emphasizing a Learners Perspective . In: Knobelsdorf, Maria ; Romeike, Ralf (Hrsg.) : Grand Challenges in Primary and Secondary Computing Education (The 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education WiPSCE 2012 Hamburg 8.-9.11.2012). New York : ACM, 2013, S. 48-57. - ISBN 978-1-4503-1787-0

– Göttel, Timo ; Romeike, Ralf: Agiler Projektunterricht in der Schulinformatik . In: Breier, Norbert ; Stechert, Peer ; Wilke, Thomas (Hrsg.) : 15. GI Fachtagung Informatik und Schule, Praxisband (INFOS 2013 Kiel 26.-28. 9. 2013). Kiel : Department of Computer Science, CAU Kiel, 2013, S. 151-158. (Kiel Computer Science Series, Nr. 2013/3) - ISBN 978-1-291-63599-7

– Kastl, Petra ; Romeike, Ralf: Towards agile practices in CS secondary education with a design based research approach . In: Caspersen, Michael ; Gal-Ezer, Judith ; Schulte, Carsten (Hrsg.) : Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE 2014 Berlin 5.-7.11.2014). New York : ACM, 2014, S. 130-131.

– Kastl, Petra ; Romeike, Ralf: ”Now they just start working, and organize themselves” First Results of Introducing Agile Practices in Lessons . In: Gal-Ezer, Judith ; Sentance, Sue ; Vahrenhold, Jan (Hrsg.) : Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE ’15 Workshop in Primary and Secondary Computing Education London, UK). New York, NY, USA : ACM, 2015, S. 25-28. - ISBN 978-1-4503-3753-3

- Kastl, Petra ; März, Silva ; Romeike, Ralf: Agile Softwareentwicklung im Informatikunterricht – Ein Best-Practice-Beispiel am Spiel ”Pengu” . In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule Darmstadt). Bonn : Köllen, 2015, S. 191-200. (GI-Edition - Lecture Notes in Informatics (LNI))
- Kerber, Lennard ; Kastl, Petra ; Romeike, Ralf: Agiler Informatikunterricht als Anfangsunterricht . In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule Darmstadt). Bonn : Köllen, 2015, S. 211-218. (Lecture Notes in Informatics (LNI))
- Dietrich, Leonore ; Gramm, Andreas ; Kastl, Petra ; Romeike, Ralf: Ein Bild vom Wesen der Softwareentwicklung: Erfahrungen aus zwei agilen Projekten . In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule Darmstadt). Bonn : Köllen, 2015, S. 83-92. (Lecture Notes in Informatics (LNI))
- Kastl, Petra ; Romeike, Ralf: Entwicklung eines agilen Frameworks für Projektunterricht mit Design-Based Research . In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule Darmstadt). Bonn : Köllen, 2015, S. 201-210. (Lecture Notes in Informatics (LNI))
- Kiesmüller, Ulrich ; Kastl, Petra ; Romeike, Ralf: Ganzjähriger Projektunterricht mit einem agilen Framework . In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule Darmstadt). Bonn : Köllen, 2015, S. 219-228. (Lecture Notes in Informatics (LNI))
- Kastl, Petra ; Kiesmüller, Ulrich ; Romeike, Ralf: Starting out with Projects: Experiences with Agile Software Development in High Schools . In: Vahrenhold, Jan ; Barendsen, Erik (Hrsg.) : WiPSCE ’16 Proceedings of the 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE 2016 Münster 13.-15.10.2016). New York, NY, USA : ACM, 2016, S. 60-65. - ISBN 978-1-4503-4223-0
- Kastl, Petra ; Romeike, Ralf: Agile projects to foster cooperative learning in heterogeneous classes . In: IEEE (Hrsg.) : Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2018 IEEE (2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) Santa Cruz de Tenerife, Tenerife, Islas Canarias, Spain April 2018). 2018, S. 1182-1191.

23.3.2 Datenmanagement im Informatikunterricht

Projektleitung:
Prof. Dr. Ralf Romeike
Beteiligte:
Andreas Grillenberger
Beginn: 1.9.2013

Das Thema Datenbanken und SQL stellt neben Algorithmen und Datenstrukturen seit vielen Jahren ein zentrales Thema im Informatikunterricht dar. In der Fachwissenschaft Informatik haben auf diesem Gebiet in den letzten Jahren vielfältige Entwicklungen stattgefunden, wie die Entwicklung neuer Datenbankkonzepte (”NoSQL”), insbesondere im

Kontext der Verarbeitung immer größerer Mengen verschiedenster Daten in immer kürzerer Zeit (”Big Data”). Auch die Bedeutung bewährter Ideen und Prinzipien verändert sich dabei teils stark. Das bisherige Fachgebiet ”Datenbanken” hat sich dadurch zum Gebiet ”Datenmanagement” weiterentwickelt und beinhaltet vielfältige Innovationen, die bisher im Informatikunterricht typischerweise nicht berücksichtigt werden, u.a. der Umgang mit Metadaten, neue Arten der Datenanalyse oder immer stärkere Parallelisierung der Datenverarbeitung. Zusätzlich fordert auch der immer stärker zunehmende Kontakt mit Daten in allen Bereichen unseres Alltags neue und veränderte Kompetenzen, insbesondere um einen selbstbestimmten und verantwortungsbewussten Umgang mit Daten zu ermöglichen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts ”Datenmanagement im Informatikunterricht” werden die Entwicklungen in der Informatik und die damit einhergehenden Entwicklungen in vielfältigen Teilen unseres täglichen Lebens aus didaktischer Sicht beleuchtet und auf ihre Auswirkungen auf den Informatikunterricht hin untersucht.

Publikationen

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: A Comparison of the Field Data Management and its Representation in Secondary CS Curricula . In: Caspersen, Michael ; Gal-Ezer, Judith ; Schulte, Carsten (Hrsg.) : Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE 2014 Berlin 5.-7.11.2014). New York : ACM, 2014.

– Grillenberger, Andreas: Big Data and Data Management: A Topic for Secondary Computing Education . In: Cutts, Quintin ; Simon, Beth ; Dorn, Brian (Hrsg.) : Proceedings of the tenth annual conference on International computing education research (ICER’14 Glasgow, Scotland, United Kingdom 11.-13.08.2014). New York, USA : ACM, 2014. - ISBN 978-1-4503-2755-8

– Grillenberger, Andreas: Big Data – Big Challenges – Big Chances: Datenmanagement in den Informatikunterricht! In: Gesellschaft für Informatik (Hrsg.) : Informatiktage 2014: Big (Data) is beautiful (Informatiktage 2014 Potsdam 27./28.03.2014). Bonn : Köllen Druck+Verlag GmbH, 2014, S. 41-44. (Lecture Notes in Informatics (LNI) - Seminars Bd. S, Nr. 13) - ISBN 978-3-88579-447-9

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Big Data – Challenges for Computer Science Education . In: Gülbahar, Yasemin ; Karatas, Erinç (Hrsg.) : Informatics in Schools. Teaching and Learning Perspectives (7th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2014. Istanbul 22.10.2014 - 25.10.2014). Heidelberg : Springer International Publishing, 2014, S. 29-40. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 8730) - ISBN 978-3-319-09957-6

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Data Management: More Than a Matter of CS . In: Gülbahar, Yasemin ; Karatas, Erinç ; Adnan, Müge (Hrsg.) : Local Proceedings of the 7th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives (ISSEP 2014 Istanbul 22.10.2014 - 25.10.2014). Ankara : Ankara University Press, 2014, S. 123-124. - ISBN 978-605-136-171-0

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Teaching Data Management: Key Competencies and Opportunities . In: Brinda, Torsten ; Reynolds, Nicholas ; Romeike, Ralf

(Hrsg.) : KEYCIT 2014 – Key Competencies in Informatics and ICT (KEYCIT 2014 Potsdam 01. - 04. Juli 2014). Potsdam : Universitätsverlag, 2014, S. -. (Commentarii informaticae didacticae (CID)) - ISBN 978-3-86956-292-6

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Analyzing the Twitter Data Stream Using the Snap! Learning Environment . In: Brodnik, Andrej ; Vahrenhold, Jan (Hrsg.) : ISSEP 2015. Heidelberg : Springer International Publishing, 2015, S. -. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS))

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Big Data im Informatikunterricht: Motivation und Umsetzung . In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule Darmstadt). Bonn : Köllen, 2015, S. 125-134. (Lecture Notes in Informatics (LNI))

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Big-Data-Analyse im Informatikunterricht mit Datenstromsystemen: Ein Unterrichtsbeispiel . In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule Darmstadt). Bonn : Köllen, 2015, S. 135-144. (Lecture Notes in Informatics (LNI))

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Bringing the Innovations in Data Management to CS Education: an Educational Reconstruction Approach . In: Gal-Ezer, Judith ; Sentence, Sue ; Vahrenhold, Jan (Hrsg.) : Proceedings of the 10th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE '15 London, United Kingdom 9.11.2015-11.11.2015). New York, NY, USA : ACM, 2015, S. -. (ICPS: ACM International Conference Proceeding Series)

– Berendt, Bettina ; Dettmer, Gebhard ; Esslinger, Bernhard ; Gramm, Andreas ; Grillenberger, Andreas ; Hug, Alexander ; Witten, Helmut: Datenschutz im 21. Jahrhundert - Ist Schutz der Privatsphäre (noch) möglich? In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Darmstadt). Bonn : Köllen, 2015, S. 33-42. (Lecture Notes in Informatics (LNI))

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Schlüsselkompetenzen im Umgang mit Daten: Ein Thema für den Informatikunterricht . In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule Darmstadt). Bonn : Köllen, 2015, S. 319-323. (Lecture Notes in Informatics (LNI))

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Analyzing Twitter Data using Snap! In: Sipitakiat, Arnan ; Tutiyaphuengprasert, Nalin (Hrsg.) : Proceedings of Constructionism 2016 (Constructionism 2016 Bangkok, Thailand 1.2.-5.2.2016). Bangkok, Thailand : Suksapattana Foundation, 2016, S. 343-344.

– Grillenberger, Andreas ; Przybylla, Mareen ; Romeike, Ralf: Bringing CS Innovations to the Classroom Using the Model of Educational Reconstruction . In: Brodnik, Andrej ; Tort, Françoise (Hrsg.) : Proceedings of 9th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2016 (ISSEP 2016: 9th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives Münster, Germany 13.10.-15.10.2016). 2016, S. 31-39.

– Grillenberger, Andreas: Bringing the Innovations in Data Management to Secondary CS Education . In: Sheard, Judy ; Tenenberg, Josh ; Chinn, Donald ; Dorn, Brian (Hrsg.) : ICER '16 Proceedings of the 2016 ACM Conference on International Computing Education Research (ICER '16: The 2016 ACM Conference on International Computing Education Research Melbourne, Victoria, Australia 08.09.-12.09.2016). New York, NY, USA : ACM, 2016, S. 267-268. - ISBN 978-1-4503-4449-4

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Empirische Ermittlung der Schlüsselkonzepte des Fachgebiets Datenmanagement . In: Diethelm, Ira (Hrsg.) : Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt (INFOS 2017 - 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule Oldenburg 13.-15.09.2017). Bonn : Köllen Druck+Verlag, 2017, S. 157-166. (Lecture Notes in Informatics Bd. P, Nr. 274) - ISBN 978-3-88579-668-8

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Key concepts of data management: an empirical approach . In: Suero Montero, Calkin ; Joy, Mike (Hrsg.) : Proceedings of the 17th Koli Calling Conference on Computing Education Research (17th Koli Calling Conference on Computing Education Research Koli, Finnland 16.-19.11.2017). New York : ACM, 2017, S. 30-39. - ISBN 978-1-4503-5301-4

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: Real-Time Data Analyses in Secondary Schools Using a Block-Based Programming Language . In: Dagiene, Valentina ; Hellas, Artos (Hrsg.) : Informatics in Schools: Focus on Learning Programming (10th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2017 Helsinki, FInnland 13.-15.11.2017). Cham : Springer International Publishing, 2017, S. -. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 10696) - ISBN 978-3-319-71483-7

– Grillenberger, Andreas ; Romeike, Ralf: What Teachers and Students Know about Data Management . In: Tatnall, Arthur ; Webb, Mary (Hrsg.) : Tomorrow's learning: Involving everyone - Learning with and about technologies and computing (World Conference on Computing Education 2017 Dublin, Irland). Heidelberg : Springer International Publishing, 2018, S. -. (IFIP AICT)

23.3.3 Entwicklung mobiler Softwareanwendungen (Apps) als Zugang zur Informatik

Projektleitung:
Prof. Dr. Ralf Romeike
Beginn: 1.10.2010

Der Stellenwert des Programmierens für die informatische Bildung in Schule und Lehrerbildung ist unbestritten. Aufgabe einer modernen Informatiklehre sollte es sein, die Lernenden zu einem gestalterischen Umgang mit Informatiksystemen zu befähigen. Smartphones und Tablets werden inzwischen mindestens die gleichen Möglichkeiten wie Computern zugeschrieben; der PC als Informatiksystem hat an Bedeutung verloren. Schulische Bildung, und damit auch die Lehrerausbildung, darf sich nicht gegenüber diesen Neuerungen verschließen, sondern sollte vielmehr die damit verbundenen Themen aufgreifen und Lernende mit ihrem Interesse an diesen Systemen "dort abholen, wo sie

stehen". Durch die reduzierte Komplexität der Möglichkeiten bei mobilen Anwendungen für Smartphones und Tablets eignen sich Entwicklungsumgebungen für diese Geräte in besonderer Weise, sinnvoll reduziert Konzepte und Anwendungen der Informatik zu verdeutlichen und zu vermitteln. Potentiell wird die Verbreitung mobiler Lernszenarien steigen, da viele Eltern Smartphones und Tablets besitzen und diese ihren Kindern gern für eine sinnvolle Nutzung zur Verfügung stellen. Dies spiegelt sich unter anderem am Erfolg von Bildungssoftware in den App-Markets der verschiedenen Plattformen wider. Untersucht wird die Eignung der Entwicklung mobiler Softwareanwendungen im Informatikunterricht und -studium als Zugang zur Informatik.

Publikationen

- Romeike, Ralf: Smart und Reich durch App-Entwicklung. Programmieren in der Sekundarstufe mit App Inventor für Android Smartphones . In: Breier, Norbert ; Stechert, Peer ; Wilke, Thomas (Hrsg.) : 15. GI Fachtagung Informatik und Schule. Praxisband (INFOS 2013 Kiel 26.-28. 9. 2013). Kiel : Department of Computer Science, CAU Kiel, 2013, S. 197-205. (Kiel Computer Science Series, Nr. 2013/3) - ISBN 978-1-291-63599-7
- Romeike, Ralf ; Eichler, Klaus-Peter: Forschendes Lernen mit Apps für Smartphones und Tablets - Studentische Forschungspartnerschaften im Lehramtsstudium Informatik/Mathematik . In: Desel, Jörg ; Haake, Jörg M. ; Spannagel, Christian (Hrsg.) : Die 10. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. (DeLFI 2012 Bonn). 2012, S. 279-290. (Lecture Notes in Informatics (LNI)) - ISBN 978-3-88579-601-5

23.3.4 FLIEG - Flexible Lehrerweiterbildung in Informatik als Erweiterungsfach für Gymnasien

Projektleitung:
Prof. Dr. Ralf Romeike
Beteiligte:
Petra Kastl, StRin
Beginn: 1.10.2006
Förderer:
Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst
Europäische Kommission

Beim FLIEG-Projekt handelt es sich um ein Lehrerweiterqualifikationsprojekt der Universitäten Erlangen-Nürnberg und München (TU), dessen Ziel es ist, Lehrkräfte bayerischer Gymnasien in E-Learning-Kursen innerhalb von zwei bzw. vier Jahren (je nach persönlichen Umständen) auf ein Staatsexamen in Informatik (Erweiterungsprüfung) vorzubereiten. Die Qualifizierungsmaßnahme strukturiert sich in Module zu schulrelevanten Inhalten der Informatik (z. B. Datenmodellierung, Ablaufmodellierung und objektorientierte Modellierung), die überwiegend im Selbststudium anhand von vorbereiteten E-Learning-Materialien bearbeitet werden. In der 1. Hälfte der Ausbildung wird zunächst das Hintergrundwissen für den Informatikunterricht in den Jahrgangsstufen 9

und 10 vermittelt. In der 2. Hälfte erfolgt dann eine gezielte Vorbereitung auf das Staatsexamen. Zu ausgewählten Themen werden Präsenzfortbildungen zielgerichtet integriert (z. B. zum Themenbereich Theoretische Informatik). In allen Modulen werden die Kurs-Teilnehmer durch die beiden Universitäten begleitet. Alle Module werden grundsätzlich mit einer benoteten Prüfung abgeschlossen und damit zertifiziert.

23.3.5 Frühstudium - Schüler an der Universität

Projektleitung:
Prof. Dr. Ralf Romeike
Prof. Dr. Jan-Peter Meyn
Beteiligte:
Petra Kastl, StRin
Margit Zenk
Beginn: 1.1.2006
Mitwirkende Institutionen:
Didaktik der Informatik
Didaktik der Physik

Die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg bietet Schulen seit dem Wintersemester 2006/07 die Möglichkeit, besonders begabte und leistungsstarke Schülerinnen und Schüler der Stufen 11 bis 13 (in besonderen Fällen auch der Klasse 10) als Frühstudierende an Vorlesungen und Übungen in bestimmten Studienfächern teilnehmen und dort die entsprechenden Leistungsnachweise erwerben zu lassen. Die Leistungen werden nach Erwerb der Hochschulreife und Immatrikulation an der Universität Erlangen-Nürnberg im entsprechenden Studienfach auf Antrag anerkannt. Auf diese Weise sollen motivierte Begabte gemäß ihren Interessen gefördert werden.

Erste Erfahrungen zeigen, dass das Projekt von Schülerinnen und Schülern sehr gut angenommen wird, ggw. nehmen pro Wintersemester ca. 50-70 Schülerinnen und Schüler am Frühstudium teil. Besonders stark nachgefragt sind die Fächer Mathematik, Physik und Informatik.

23.3.6 Kreativität in Informatik und Informatikunterricht

Projektleitung:
Prof. Dr. Ralf Romeike
Beginn: 1.9.2013

Mit der Informatik existiert ein Unterrichtsfach, dem kreative Prozesse immanent sind und welches nicht nur durch die Anwendung von, sondern insbesondere durch die Auseinandersetzung mit kreativen Prozessen, z. B. Modellierungstätigkeiten, die Anwendung von Kreativität notwendig macht und fördert. Hieraus ergeben sich u. a. folgende zentrale Fragen: Wie manifestiert sich Kreativität in der Informatik bzw. im Informatikunterricht und welche Chancen ergeben sich daraus? Wie muss Informatikunterricht gestaltet werden, damit er das Potential, das Kreativität zugesprochen wird, nutzt und fördert? Welche Auswirkungen hat die explizite Berücksichtigung von Kreativität im Informatikunterricht auf das Lernerlebnis und den Lernerfolg? Ausgehend von herausgearbeiteten

Faktoren in der Betrachtung von Kreativität und Informatik und unter Berücksichtigung der Forschungsergebnisse in der informatischen Bildung wurde ein Faktorenmodell für kreatives Lernen im Informatikunterricht entwickelt, empirisch untersucht und exemplarisch umgesetzt. Motivation, Interesse, Leistungen und Informatikbild der Schüler änderten sich in einem ersten evaluierten Unterrichtsversuch positiv. Nach diesen grundlegenden Betrachtungen von Kreativität im Informatikunterricht sind nun einzelne Faktoren der Kreativität isoliert in ihrer Wirkung im Unterricht zu untersuchen. Um eine Etablierung kreativen Informatikunterrichts in der Unterrichtwirklichkeit zu erreichen, sind nun erprobte und gut beschriebene Beispiele zu erarbeiten und zu evaluieren.

Publikationen

– Romeike, Ralf: Creativity in Computer Science Education - Eleven Findings . In: Bezáková, Daniela ; Kalas, Ivan (Hrsg.) : ISSEP 2011 Proceedings of Selected Papers (5th International Conference ISSEP 2011 – Informatics in Schools: Contributing to 21st Century Education Bratislava 26.-29.10.2011). Bratislava, Slovakia : Library and Publishing Centre, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Bratislava, 2011, S. 30-40. - ISBN 978-80-89186-90-7

– Romeike, Ralf: Kreativität im Informatikunterricht . In: Schubert, Sigrid ; Schwill, Andreas (Hrsg.) : Didaktik der Informatik. 2. Aufl. Heidelberg : Spektrum Akademischer Verlag, 2011, S. 355-375. - ISBN 978-3-8274-2652-9

– Romeike, Ralf: Scratch2Greenfoot - Eine kreative Einführung in die Programmierung mit Scratch und Greenfoot . In: Diethelm, I. ; Dörge, C. ; Hildebrandt, C. ; Schulte, C. (Hrsg.) : Didaktik der Informatik - Möglichkeiten empirischer Forschungmethoden und Perspektiven der Fachdidaktik (6. Workshop der GI-Fachgruppe Didaktik der Informatik Oldenburg 16.-17.9.2010). Bonn : Köllen, 2010, S. 69-80. (Lecture Notes in Informatics (LNI))

– Romeike, Ralf: Softwaretools für kreatives Lernen im Informatikunterricht . In: Koerber, B. (Hrsg.) : Zukunft braucht Herkunft, 25 Jahre ”INFOS – Informatik und Schule” (INFOS 2009, 13. GI-Fachtagung Informatik und Schule Berlin 21.-24.09.2009). Bonn : Köllen, 2009, S. 255-266. (Lecture Notes in Informatics (LNI) Bd. P-156) - ISBN 978-3-88579-250-5

– Romeike, Ralf: Bildungsstandards kreativ erreichen - ein Unterrichtskonzept für die Sekundarstufe I . In: Brinda, Torsten ; Fothe, Michael ; Hubwieser, Peter ; Schlüter, Kirsten (Hrsg.) : Didaktik der Informatik - Aktuelle Forschungsergebnisse (5. Workshop der GI-Fachgruppe ”Didaktik der Informatik” Erlangen). Bonn : Gesellschaft für Informatik, 2008, S. 155-156. (Lecture Notes in Informatics Bd. P-135) - ISBN 978-3-88579-229-1

– Knobelsdorf, Maria ; Romeike, Ralf: Creativity as a Pathway to Computer Science . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the 13th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE ’08 Madrid). New York, NY, USA : ACM, 2008, S. 286-290. - ISBN 978-1-60558-078-4

– Romeike, Ralf: Sichtweisen einer kreativen Informatik . In: Brinda, Torsten ; Fothe, Michael ; Hubwieser, Peter ; Schlüter, Kirsten (Hrsg.) : Didaktik der Informatik -

Aktuelle Forschungsergebnisse (5. Workshop der GI-Fachgruppe ”Didaktik der Informatik” Erlangen). Bonn : Gesellschaft für Informatik, 2008, S. 129-138. (Lecture Notes in Informatics (LNI) Bd. P-135) - ISBN 978-3-88579-229-1

– Romeike, Ralf: Student Teachers' Beliefs about Creativity in Computer Science . In: Wheeler, S. ; Brown, D. ; Kassam, A. (Hrsg.) : Proceedings of Joint Open and Working IFIP conference of ”ICT and Learning for the Net Generation” (ICT and Learning for the Net Generation Kuala Lumpur July 7-10 2008). 2008, S. 1-10.

– Romeike, Ralf: The Contribution of Computer Science Education in a Creative Society . In: Kendall, Michael ; Samways, Brian (Hrsg.) : IFIP International Federation for Information Processing (Learning to Live in the Knowledge Society). Bd. 281. Boston : Springer, 2008, S. 237-244.

– Romeike, Ralf: Towards Students' Motivation and Interest: Teaching Tips for Applying Creativity . In: Malmi, Lauri ; Pears, Arnold (Hrsg.) : Proceedings of the 8th International Conference Computing Education Research (Koli '08). New York, NY, USA : ACM, 2008, S. 113-114. - ISBN 978-1-60558-385-3

– Romeike, Ralf: What's My Challenge? The Forgotten Part of Problem Solving in Computer Science Education . In: Mittermeir, Roland ; Syslo, Maciej M. (Hrsg.) : Proceedings of the 3rd international conference on Informatics in Secondary Schools - Evolution and Perspectives: Informatics Education - Supporting Computational Thinking (Third International Conference on Informatics in Secondary Schools - Evolution and Perspectives, ISSEP 2008 Torun July 1-4, 2008). Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2008, S. 122-133. - ISBN 978-3-540-69923-1

– Romeike, Ralf: Applying Creativity in CS High School Education - Criteria, Teaching Example and Evaluation . In: Lister, Raymond (Hrsg.) : Proceedings of the Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research (Koli Calling '07 Koli, Finland). Bd. 88. Darlinghurst, Australia : Australian Computer Society, Inc., 2007, S. 87-96. - ISBN 978-1-920682-69-9

– Romeike, Ralf: Wie Kinder und Jugendliche lernen, die digitale Gesellschaft mitzugestalten .Vortrag: GI-Jahrestagung 2014, Festveranstaltung zum 70. Geburtstag von GI-Fellow Prof. Dr. Dr. h.c. Volker Claus, Universität Stuttgart, Stuttgart, 26.9.2014

– Romeike, Ralf: Aufgaben zum kreativen Lernen . In: LOG IN Zeitschrift für informatische Bildung und Computer in der Schule (2014), Nr. 176/177, S. 107-110

23.3.7 Physical Computing

Projektleitung:
Prof. Dr. Ralf Romeike
Beteiligte:
Przybylla, Mareen
Beginn: 1.10.2011

Mit Physical Computing ist ein Trend entstanden, der die Gestaltung von Informatiksystemen über die Softwareseite hin zur Gestaltung interaktiver, teilweise eingebetteter

Systeme auch Schülerinnen und Schülern ermöglicht und einen attraktiven, lebensweltnahen Zugang zu Konzepten der Informatik ermöglicht, der den Kerngedanken des konstruktionistischen Lernansatzes konsequent umsetzt und dabei Erkenntnisse aus dem erfolgreichen Einsatz von Robotiksystemen in der Schule aufgreift und weiterentwickelt. Im Projekt werden Baukästen programmierbarer Microcontrollerboards und dazugehörigen Sensoren und Aktoren evaluiert und Lehr-Lernszenarien entwickelt und erprobt.

Publikationen

- Przybylla, Mareen ; Romeike, Ralf: Physical Computing im Informatikunterricht . In: Breier, Norbert ; Stechert, Peer ; Wilke, Thomas (Hrsg.) : INFOS 2013: Informatik erweitert Horizonte (15. GI-Fachtagung Informatik und Schule Kiel 26.-28. 9. 2013). Bonn : Köllen, 2013, S. 137-146. (GI-Edition - Lecture Notes in Informatics (LNI), Nr. P-219) - ISBN 978-3-88579-613-8
- Przybylla, Mareen ; Romeike, Ralf: Physical Computing mit "My Interactive Garden" . In: Breier, Norbert ; Stechert, Peer ; Wilke, Thomas (Hrsg.) : 15. GI Fachtagung Informatik und Schule. Praxisband (INFOS 2013 Kiel 26.-28. 9. 2013). Kiel : Department of Computer Science, CAU Kiel, 2013, S. 87-91. (Kiel Computer Science Series, Nr. 2013/3) - ISBN 978-1-291-63599-7
- Przybylla, Mareen ; Romeike, Ralf: Key Competences with Physical Computing . In: Brinda, Torsten ; Reynolds, Nicholas ; Romeike, Ralf (Hrsg.) : KEYCIT 2014 – Key Competencies in Informatics and ICT (KEYCIT 2014 Potsdam 01. - 04. Juli 2014). Potsdam : Universitätsverlag, 2014, S. -. (Commentarii informaticae didacticae (CID)) - ISBN 978-3-86956-292-6
- Przybylla, Mareen ; Romeike, Ralf: Overcoming Issues with Students' Perceptions of Informatics in Everyday Life and Education with Physical Computing - Suggestions for the Enrichment of Computer Science Classes . In: Gülbahar, Y. ; Karatas, E. ; Adnan, M. (Hrsg.) : Proceedings of the 7th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives (ISSEP 2014 Istanbul 22.-25.9.2014). Istanbul : Ankara University Press, 2014, S. 9-20. - ISBN 978-605-136-171-0
- Przybylla, Mareen ; Romeike, Ralf: Physical Computing and its Scope - Towards a constructionist Computer Science Curriculum with Physical Computing . In: Futschek, Gerald ; Kynigos, Chronis (Hrsg.) : Constructionism and Creativity. Proceedings of the 3rd International Constructionism Conference 2014 (Constructionism 2014 Wien, Österreich 19.-23.8.2014). Bd. 301. Wien : Österreichische Computergesellschaft, 2014, S. 278-288. - ISBN 978-3-85403-301-1
- Przybylla, Mareen ; Romeike, Ralf: Physical computing in computer science education . In: Schulte, Carsten ; Caspersen, Michael E. ; Gal-Ezer, Judith (Hrsg.) : WiPSCE '14 Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE 2014 Berlin 5.-7.11.2014). New York, NY, USA : ACM, 2014, S. 136-137. - ISBN 978-1-4503-3250-7
- Przybylla, Mareen ; Romeike, Ralf: Concept-Maps als Mittel zur Visualisierung des Lernzuwachses in einem Physical-Computing-Projekt . In: Gallenbacher, Jens (Hrsg.) : INFOS 2015: Informatik allgemeinbildend begreifen (16. GI-Fachtagung Informatik und Schule). Bonn : Köllen, 2015, S. 247-256. (Lecture Notes in Informatics (LNI))

– Przybylla, Mareen ; Romeike, Ralf: Teaching Computer Science Teachers: A Constructionist Approach to Professional Training on Physical Computing . In: Sipitakiat, Arnan ; Tutiyaphuengprasert, Nalin (Hrsg.) : Constructionism in Action (Constructionism 2016 Bangkok 01.05.02.2016). Bangkok : Suksapattana, 2016, S. 265-274.

23.3.8 Softwarequalität im Unterricht

Projektleitung:
Prof. Dr. Ralf Romeike
Beteiligte:
Tilman Michaeli
Beginn: 1.4.2017

Softwarequalität, bzw. deren Mangel ist ein Phänomen aus der Lebenswelt der Schüler: Selbst professionelle Entwickler können keine fehlerfreie Software garantieren. Zwei Schlüsselkonzepte für Softwarequalität sind Testen und Debuggen. Testen wird als wichtig angesehen, um die zugrunde liegenden Algorithmen oder Modelle der Schüler zu überprüfen. Debugging ist ein Ansatz für Computational Thinking, der sich von allgemeinen Programmierfähigkeiten unterscheidet und logisches Schließen und selbstständiges Lösen von Problemen fördert. Allerdings fehlt es an Ansätzen, Materialien, und Studien, wie diese Konzepte vermittelt und in den Unterricht integriert werden können. Daher werden Testen und Debuggen oftmals in der Unterrichtspraxis vernachlässigt, obwohl sie Teil vieler (aber nicht aller) Curricula sind. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts sollen Softwarequalität, Testen und Debuggen aus didaktischer Perspektive analysiert und Strategien für die Integration in den Unterricht entwickelt und evaluiert werden.

Publikationen

– Michaeli, Tilman ; Romeike, Ralf: Addressing Teaching Practices Regarding Software Quality: Testing and Debugging in the Classroom . In: Barendsen, Erik ; Hubwieser, Peter (Hrsg.) : Proceedings of the 12th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE '17 Nijmegen, The Netherlands 8.11.2017-10.11.2017). New York, NY, USA : ACM, 2017, S. 105-106. - ISBN 978-1-4503-5428-8

24 Professur für Höchstleistungsrechnen

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49 9131 85-28136
Fax: +49 9131 302941

Professor:
Prof. Dr. Gerhard Wellein

Die Forschungsaktivitäten der Professur sind an der Schnittstelle zwischen numerischer

Anwendung und modernen parallelen Hochleistungsrechnern angesiedelt. Zentrales Arbeitsgebiet ist die effiziente Implementierung, Optimierung und Parallelisierung numerischer Methoden und Anwendungsprogrammen auf heterogenen, (hoch) parallelen Rechnern. Dabei werden innovative Optimierungs- und Parallelisierungsansätze entwickelt, welche sich an den besonderen Eigenschaften neuartiger Rechnerarchitekturen orientieren. Verfolgt wird bei den Forschungsarbeiten ein strukturierter Performancemodell-basierter Ansatz (Performance Engineering). Darüber hinaus werden einfache Werkzeuge entwickelt die den Prozess des Performance Engineering unterstützen. Anwendungsorientierte Schwerpunkte der Professur sind Stencil-basierte Applikationen sowie Basisoperationen und Eigenwertlöser für großer dünn besetzte Systeme. Verbunden ist die Professur mit der Gruppenleitung der HPC Gruppe des Regionalen Rechenzentrums Erlangen.

24.1 Forschungsschwerpunkte

Die Professur für Höchstleistungsrechnen beschäftigt sich mit der effizienten Programmierung moderner Hoch- und Höchstleistungsrechner. Dabei werden folgende Forschungsschwerpunkte verfolgt:

- Performance Engineering
- Werkzeuge für Performance Modellierung und Performance Analyse
- Hardwareeffiziente Bausteine für dünn besetzte lineare Algebra uns stencil-basierten Verfahren

24.2 Forschungsprojekte

24.2.1 Eigenwertlöser für dünn besetzte Matrixprobleme: Skalierbare Software für Exascale-Anwendungen II (ESSEX-II)

Projektleitung:
Prof. Dr. Gerhard Wellein

Beteiligte:
Faisal Shahzad

Laufzeit: 01.01.2016 – 31.12.2018

Förderer:
DFG / Schwerpunktprogramm (SPP)

Mitwirkende Institutionen:
University of Tokyo
Bergische Universität Wuppertal
German Aerospace Center / Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Universität Greifswald

University of Tsukuba / 筑波大学

Das ESSEX-II-Projekt wird die in ESSEX-I entstandenen erfolgreichen Konzepte und Software-Entwurfsmuster für dünn besetzte Eigenlöser nutzen, um breit einsetzbare und skalierbare Software-Lösungen mit hoher Hardware-Effizienz für die Rechnerarchitekturen der nächsten Dekade zu entwickeln. Alle Aktivitäten werden an den traditionellen Schichten numerischer Softwareorganisation ausgerichtet: grundlegende Software-Bausteine (Kernels), Algorithmen und Anwendungen. Allerdings sind die klassischen Abstraktionsgrenzen zwischen diesen Ebenen in ESSEXII von starken integrierenden Komponenten durchbrochen: Skalierbarkeit, numerische Zuverlässigkeit, Fehlertoleranz und holistisches Performance- und Power-Engineering. Getrieben durch das Mooresche Gesetz und praktikablen Obergrenzen für Verlustleistung werden Rechnersysteme auch auf Knotenebene immer paralleler und heterogener, mit entsprechend erhöhter Komplexität des Gesamtsystems. MPI+X-Programmiermodelle können in flexible an solche Hardwarestrukturen angepasst werden und stellen einen Ansatz dar, den Herausforderungen dieser massiv parallelen, heterogenen Architekturen zu begegnen. Die Kernel-Schicht in ESSEX-II unterstützt folglich MPI+X, wobei X eine Kombination von Programmiermodellen ist, die die Heterogenität der Hardware zusammen mit funktionaler Parallelität und Datenparallelität effizient nutzt. Zusätzlich werden Möglichkeiten zum asynchronen Checkpointing, zur Erkennung und Korrektur stiller Datenfehler, zur Performance-Überwachung, und zur Energiemessung bereitgestellt. Die Algorithmen-Schicht nutzt diese Bausteine, um massiv parallele, heterogene und fehlertolerante Implementierungen der für die Anwendungsschicht relevanten Algorithmen zu entwickeln: Jacobi-Davidson-Eigenlöser, Kernel Polynomial Method und Tschebyschoff-Zeitpropagation. Diese können auf modernen Parallelrechnern optimale Performance und hohe Genauigkeit liefern. Implementierungen der Tschebyschoff-Filterdiagonalisierung, eines Krylov-Eigenlösers und des kürzlich vorgestellten FEAST-Algorithmus werden im Hinblick auf verbesserte Skalierbarkeit weiter entwickelt. Die Anwendungsschicht wird skalierbare Lösungen für konservative (hermitesche) und dissipative (nicht-hermitesche) Quantensysteme liefern, die durch physikalische Systeme in der Optik und Biologie und durch neue Materialien wie Graphen und topologische Isolatoren motiviert sind. In Erweiterung des Vorgängerprojektes hat ESSEX-II einen zusätzlichen Schwerpunkt im Bereich produktionsreifer Software. Obwohl die Auswahl der Algorithmen strikt von Anwendungsszenarien in der Quantenphysik motiviert ist, werden die zugrunde liegenden Forschungsrichtungen der algorithmischen und der Hardware-Effizienz, der Rechengenauigkeit und der Fehlertoleranz in viele Bereiche der rechnergestützten Wissenschaften ausstrahlen. Alle Entwicklungen werden von einem Performance-Engineering-Prozess begleitet, der rigoros Abweichungen von der optimalen Ressourcen-Effizienz aufdeckt.

Publikationen (2017)

– Anzt, H., Gates, M., Dongarra, J., Kreutzer, M., Wellein, G., & Köhler, M. (2017). Preconditioned Krylov solvers on GPUs. Parallel Computing, 68, 32-44. https://dx.doi.org/10.1016/j.parco.2017.05.006

– Galgon, M., Krämer, L., Lang, B., Alvermann, A., Fehske, H., Pieper, A.,... Thies, J. (2017). Improved coefficients for polynomial filtering in ESSEX. (pp. 63-79). Springer Verlag.

24.2.2 Selbstadaption für zeitschrittbasierte Simulationstechniken auf heterogenen HPC-Systemen

Projektleitung:
Prof. Dr. Gerhard Wellein

Beteiligte:
Christie Louis Alappat

Laufzeit: 01.03.2017 – 29.02.2020

Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Mitwirkende Institutionen:
Universität Bayreuth
Technische Universität Chemnitz

Das Forschungsprojekt SeASiTe stellt sich der Aufgabe, eine systematische Untersuchung von Selbstadaption für zeitschrittbasierte Simulationstechniken auf heterogenen HPC-Systemen durchzuführen. Das Ziel ist der Entwurf und die Bereitstellung des Prototypen eines Werkzeugkastens, mit dessen Hilfe Programmierer ihre Anwendungen mit effizienten Selbstadaptionstechniken ausstatten können. Der Ansatz beinhaltet die Selbstadaption sowohl hinsichtlich relevanter System- und Programmparameter als auch möglicher Programmtransformationen.

Die Optimierung der Programmausführung für mehrere nicht-funktionale Ziele (z.B. Laufzeit oder Energieverbrauch) soll auf einer Performance-Modellierung zur Eingrenzung des Suchraums effizienter Programmvarianten aufbauen. Anwendungsunabhängige Methoden und Strategien zur Selbstadaption sollen in einem Autotuning-Navigator gekapselt werden.

Das Erlanger Teilprojekt beschäftigt sich zunächst mit der modellbasierten Verständnis von Autotuning-Verfahren für reguläre Simulationsalgorithmen am Beispiel verschiedener gängiger Stencilklassen. Dabeisollen mit Hilfe erweiterter Performancemodelle strukturierte Richtlinien und Empfehlungen für den Autotuning-Prozess bzgl. relevanter Code-Transformationen und der Beschränkung des Suchraums für Optimierungsparameter erstellt und für den Autotuning-Navigator exemplarisch aufbereitet werden.

Der zweite Schwerpunkt der Arbeiten besteht in der Erweiterung bestehender analytischer

Performancemodelle und Software-Werkzeuge auf neue Rechnerarchitekturen und der Integration in den Autotuning-Navigator. Darüber hinaus betreut der Erlanger Gruppe den Demonstrator für Stencil-Codes.

Die Gruppe wirkt weiters an der Auslegung des AT-Navigators und der Definition von Schnittstellen mit.

24.2.3 EXASTEEL II – Bridging Scales for Multiphase Steels

Projektleitung:
Prof. Dr. Gerhard Wellein

Beteiligte:

Laufzeit: 01.01.2016 – 31.12.2018

Förderer:
DFG / Schwerpunktprogramm (SPP)

In EXASTEEL-2 arbeiten Experten für skalierbare iterative Löser, rechnergestütze Modellierung in den Materialwissenschaften, Performance Engineering und für parallele direkte Löser zusammen an neuen Algorithmen und Software für ein Grand-Challenge-Problem in den Materialwissenschaften. Es besteht ein zunehmender Bedarf an prädiktiven Simulationen des makroskopischen Verhaltens komplexer neuer Materialien. In EXASTEEL-2 wird dieses Problem für moderne mikroheterogene (Dual-Phasen-) Stähle betrachtet, um die makroskopischen Eigenschaften neuer Materialien aus denen auf der Mikroskale vorherzusagen. Es ist das Ziel, Algorithmen und Software für ein virtuelles Labor zu entwickeln, um in silico prädiktive Materialprüfungen vornehmen zu können. Ein Bottleneck ist der Rechenaufwand für die Multiskalenmodelle. Diese benötigen ausreichend genaue, mikromechanisch motivierte Modelle auf der kristallinen Skala. Daher werden in diesem Projekt neue ultra-skalierbare nichtlineare implizite Löser entwickelt und mit einem hochparallelen numerischen Homogenisierungsverfahren (FE2) kombiniert, eng verflochten mit einem konsequenten Performance Engineering, um diese anspruchsvolle Anwendung eines virtuellen Labors zur Materialprüfung und zum Materialdesign zum Einsatz auf den zukünftigen Rechnerarchitekturen des Exascale-Computings zu bringen. Für die Materialwissenschaften erwarten wir einen stetigen Übergang von deskriptiven zu prädiktiven makroskopischen Simulationen und betrachten, nach unserem Wissen zum ersten Mal innerhalb eines numerischen Homogenisierungsverfahrens, die polykristalline Natur von Dual-Phasenstahl mit Korngrenzeneffekten auf der Mikroskala. Unsere Ziele könnten nicht erreicht werden, ohne auf die Algorithmen- und Software-Infrastruktur aus EXASTEEL-1 aufzubauen. In EXASTEEL-2 werden wir den Paradigmenwechsel von Newton-Krylov zu nichtlinearen Lösern (und ihre Komposition), der in EXASTEEL-1 begonnen wurde, vollständig vollziehen. Diese Verfahren zeichnen sich durch erhöhte Parallelität und reduzierte Kommunikation aus. Durch Kombination nichtlinearer Gebietszerlegungsverfahren mit Mehrgittermethoden wollen wir die Skalierbarkeit der resultierenden Algorithmen für nichtlinear Probleme noch einmal erheblich erhöhen. Obwohl wir hier eine spezielle Anwendung betrachten,

werden die Algorithmen und die optimierte Software auch auf andere Probleme anwendbar sein: Nichtlineare implizite Löser sind essentieller Bestandteil vieler Simulationspakete. Bei der von uns verwendeten Software PETSc, BoomerAMG, PARDISO und FEAP handelt es sich um Softwarepakete mit einer großen Nutzerbasis. Die Weiterentwicklung dieser Softwarepakete ist explizit Bestandteil des Arbeitsprogramms dieses Projektes. Dieses Projekt behandelt daher Computational Algorithms (nichtlineare implizite Löser, numerische Homogenisierungsverfahren), Application Software und Programming (Performance Engineering, hybride Programmierung, Beschleuniger).

24.2.4 ESSEX – Equipping Sparse Solvers for Exascale

Projektleitung:
Dr. Georg Hager
Prof. Dr. Gerhard Wellein

Beteiligte:

Laufzeit: 01.11.2012 – 30.06.2019

Förderer:
DFG / Schwerpunktprogramm (SPP)

Mitwirkende Institutionen:
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Technische Universität Dresden
Technische Universität München (TUM)
Bergische Universität Wuppertal
Universität Greifswald

The ESSEX project investigates the computational issues arising for large scale sparse eigenvalue problems and develops programming concepts and numerical methods for their solution. The exascale challenges of extreme parallelism, energy efficiency, and resilience will be addressed by coherent software design between the three project layers which comprise building blocks, algorithms and applications. The MPI+X programming model, a holistic performance engineering strategy, and advanced fault tolerance mechanisms are the driving forces behind all developments. Classic Krylov, Jacobi-Davidson and recent FEAST methods will be enabled for exascale computing and equipped with advanced, scalable preconditioners. New implementations of domainspecific iterative schemes in physics and chemistry, namely the established Chebyshev expansion techniques for the computation of spectral properties and their novel extension to the time evolution of driven quantum systems, complement these algorithms.The software solutions of the ESSEX project will be combined into an Exascale Sparse Solver Repository (”ESSR”), where the specific demands of the quantum physics users are recognized by integration of quantum state encoding techniques at the fundamental level. The relevance of this project can then be demonstrated through application of the ESSR algorithms to graphene-

based structures, topological insulators, and quantum Hall effect devices. Such studies require exascale resources together with modern numerical methods to determine many eigenstates at a given point of the spectrum of extremely large matrices or to compute an approximation to their full spectrum. The concepts, methods and software building blocks developed in the ESSEX project serve as general blueprints for other scientific application areas that depend on sparse iterative algorithms. The strong vertical interaction between all three project layers ensures that the user can quickly utilize any progress on the lower layers and immediately use the power of exascale machines once they become available.

24.2.5 Prozessorientierte Dienststruktur für Perfomance Engineering von wissenschaftlicher Software an deutschen HPC-Zentren

Projektleitung:
Prof. Dr. Gerhard Wellein

Beteiligte:
Dr. Jan Eitzinger

Laufzeit: 01.01.2017 – 31.12.2019

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Mitwirkende Institutionen:
Technische Universität Dresden
Technische Universität München (TUM)
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen

Das Projekt ProPE hat zum Ziel eine nachhaltige und strukturierte Anwenderunterstützung bei der effizienten Programmierung und Nutzung moderner Hochleistungsrechner prototypisch als übergreifendes Angebot mehrerer Tier-2/3 HPC-Zentren mit verteilten Kompetenzen zu implementieren.Im Mittelpunkt steht zunächst Weiterentwicklung, prozessorientierte Formalisierung und Verbreitung eines strukturierten Performance Engineering (PE) Prozesses. Der PE-Prozess bildet die Basis für eine zielgerichtete, strukturierte Optimierung und Parallelisierung wissenschaftlicher Simulationssoftware. Rechenintensive Teile einer Anwendung werden dabei in einem iterativen Zyklus analysiert und optimiert/parallelisiert: Basierend auf einer Code-/Algorithmenanalyse wird in Verbindung mit einer Hardwareanalyse der Zielplattform eine Hypothese für den performancelimitierenden Faktor durch Performancemuster und Performancemodelle gewonnen. Diese wird durch Performancemessungen validiert oder iterativ angepasst. Nach der erfolgreichen Identifizierung des performancelimitierenden Faktors werden geeignete Codeänderungen durchgeführt und der Prozess beginnt von neuem. Die Tiefe des PE-Prozesses kann der Komplexität des Problems und der Erfahrung des HPC-Analysten angepasst werden. ProPE wird diesen bisher von Experten auf prototypischem Niveau

angewandten Prozess formalisieren, in verschiedenen Problemkreisen (Einzelprozessor-/Knotenperformance, verteilt parallele Programmierung und IO-intensive Probleme) einsetzen und auf unterschiedlichem Abstraktionsniveau sowohl HPC-Analysten als auch Anwendungsprogrammierern durch gemeinsame Projekte, Weiterbildung und Webdokumentation zugänglich machen. Der zweite Projektschwerpunkt sieht die Integration des PE-Prozesses in eine verteilte IT-Struktur vor, in der die Zentren eigene thematische Beratungsschwerpunkte einbringen. Abläufe, Dokumentation und PE Prozesse bei Beratungsprojekten werden abgestimmt und soweit möglich vereinheitlicht. Ziel ist es das gesamte, über die ProPE-Partner verteilte Beratungsangebot überregional einheitlich zugänglich zu machen. Gleichzeitig wird die Grundlage gelegt, laufende Beratungsprojekte effizient und schnell zwischen den Zentren zu migrieren. Im Zuge der systemseitigen Identifizierung von Programmen mit niedriger Hardwareeffizienz, der Charakterisierung laufender Applikationen sowie der Quantifizierung des Performancefortschritts wird eine einfach handhabbare Leistungsanalysesoftware für moderne Clustersysteme implementiert. Diese ist auf die speziellen Anforderungen des PE-Prozesses ausgerichtet und für einfache Installation und Nutzung durch Tier-2/3 Zentren konzipiert. Im Rahmen von nicht geförderten assoziierten Partnern integriert sich ProPE in die HPC-Versorgungspyramide und bietet den Wissenschaftlern neben Codeoptimierung und Parallelisierung auch einen Ansprechpartner für PE auf algorithmischer Seite.

24.2.6 Metaprogrammierung für Beschleunigerarchitekturen

Projektleitung:
PD Dr. Harald Köstler
Prof. Dr. Gerhard Wellein

Beteiligte:
Dr. Jan Eitzinger

Laufzeit: 01.01.2017 – 31.12.2019

Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Mitwirkende Institutionen:
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Universität des Saarlandes

In Metacca wird das AnyDSL Framework zu einer homogenen Programmierumgebung für

heterogene Ein- und Mehrknoten-Systeme ausgebaut. Hierbei wird die UdS den Compiler und das Typsystem von AnyDSL erweitern, um dem Programmierer das produktive Programmieren von Beschleunigern zu ermöglichen. Darauf aufbauend wird der LSS geeignete Abstraktionen für die Verteilung und Synchronisation auf Ein- und Mehrknoten-

Rechnern in Form einer DSL in AnyDSL entwickeln. Alle Komponenten werden durch Performance Modelle (RRZE) unterstützt

Eine Laufzeitumgebung mit eingebautem Performance-Profiling kümmert sich um Resourcenverwaltung und Systemkonfiguration. Das entstandene Framework wird anhand zweier Anwendungen, Ray-Tracing (DFKI) und Bioinformatik (JGU), evaluiert.

Als Zielplattformen dienen Einzelknoten und Cluster mit mehreren Beschleunigern (CPUs, GPUs, Xeon Phi).

Die Universität Erlangen-Nürnberg ist hauptverantwortlich für die Unterstützung von verteilter Programmierung (LSS) sowie für die Entwicklung und Umsetzung von unterstützenden Performance-Modellen sowie einer integrierten Profiling Komponente (RRZE). In beiden Teilbereichen wird zu Beginn eine Anforderungsanalyse durchgeführt um weitere Schritte zu planen und mit den Partnern abzustimmen.

Der LSS wird im ersten Jahr die Verteilung der Datenstrukturen umsetzen. Im weiteren Verlauf wird sich die Arbeit auf die Umsetzung von Synchronisationsmechanismen konzentrieren. Im letzten Jahr werden Codetransformationen entworfen, um die Konzepte für Verteilung und Synchronisation in AnyDSL auf die gewählten Anwendungen anzupassen. Das RRZE wird in einem ersten Schritt das kerncraft Framework in die partielle Auswertung integrieren. Hierbei wird kerncraft erweitert um aktuelle Beschleunigerarchitekturen sowie Modelle für die Distributed-Memory-Parallelisierung zu unterstützen. In zwei weiteren Paketen wird eine Ressourcenverwaltung und eine auf LIKWID basierende Profiling Komponente umgesetzt

24.3 Projektunabhängige Publikationen

– Röhl, T., Eitzinger, J., Hager, G., & Wellein, G. (2017). LIKWID monitoring stack: A flexible framework enabling job specific performance monitoring for the masses. (pp. 781-784). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc..

– Hofmann, J., Hager, G., Wellein, G., & Fey, D. (2017). An Analysis of Core- and Chip-Level Architectural Features in Four Generations of Intel Server Processors. In High Performance Computing. ISC 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10266. Frankfurt: Cham: Springer.

– Hofmann, J., Fey, D., Riedmann, M., Eitzinger, J., Hager, G., & Wellein, G. (2017). Performance analysis of the Kahan-enhanced scalar product on current multi-core and many-core processors. Concurrency and Computation-Practice & Experience, 29(9). https://dx.doi.org/10.1002/cpe.3921

– Hammer, J., Eitzinger, J., Hager, G., & Wellein, G. (2017). Kerncraft: A Tool for Analytic Performance Modeling of Loop Kernels. In Niethammer C, Gracia J, Hilbrich T, Knüpfer A, Resch MM, Nagel WE (Eds.), Tools for High Performance Computing 2016 (pp. 1–22). Stuttgart, Germany: Cham: Springer International Publishing.

25 Professur für Open Source Software

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49-9131-85-28390

Fax: +49 9131 85-28809
E-Mail: dirk.riehle@fau.de

Professor:
Prof. Dr. Dirk Riehle, MBA
Sekretariat:
Fariba Bensing
Wiss. Mitarbeiter:
Andreas Bauer
Maximilian Capraro, M.Sc.
Dipl.-Inf. Hannes Dohrn
Michael Dorner, M. Sc.
Nikolay Harutyunyan, M. Sc.
Andreas Kaufmann, M. Sc.
Daniel Knogl, M. Sc.
Gast:
Prof. Dr. Robert Biuk-Aghai
Prof. Dr. Wolfgang Mauerer
Dr.-Ing. Erich Meier
Dr. Wolf Siberski
Alumni:
Ann Barcomb, M. Sc.
Dipl.-Inf. Gottfried Hofmann
Bastiaan Jacques
Mitchell Joblin, B. Sc. (Hons)
Dipl.-Inf. (FH) Carsten Kolassa, M. Sc.
Dipl.-Inf. Johannes Link
Michel Alexandre Salim, M. Sc.
Dipl.-Ing. Markus Stipp
Dipl.-Betriebsw. (FH) Christoph Wille, M. Sc.

25.1 Forschungsschwerpunkte

25.2 Forschungsprojekte

25.2.1 Softwarebasierte Härtungsmaßnahmen für mobile Applikationen

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
Prof. Dr. Dirk Riehle

Beteiligte:

Laufzeit: 01.11.2016 – 31.10.2019

Förderer:
Datev

25.2.2 Erstellung eines Handbuchs zur Open-Source-Governance Phase 1

Projektleitung:
Prof. Dr. Dirk Riehle

Beteiligte:

Laufzeit: 01.10.2016 – 30.09.2017

Förderer:
No Name

25.2.3 Aufbau und Erweiterung von Strukturen und Prozessen zur Entwicklung von Inner Source Phase 2

Projektleitung:
Prof. Dr. Dirk Riehle

Beteiligte:

Laufzeit: 01.10.2016 – 30.09.2017

Förderer:
Siemens AG

25.2.4 Conti Source Phase 1

Projektleitung:
Prof. Dr. Dirk Riehle

Beteiligte:

Laufzeit: 01.10.2016 – 31.12.2017

Förderer:
Continental

25.2.5 Open Source Governance of the Supply Chain

Projektleitung:
Prof. Dr. Dirk Riehle

Beteiligte:

Laufzeit: 01.12.2017 – 30.09.2019

Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Mitwirkende Institutionen:
Universität zu Lübeck
OFFIS e.V.

25.2.6 Messung und Auswertung von Patch-Flow bei Siemens Healthcare Phase 2

Projektleitung:
Prof. Dr. Dirk Riehle

Beteiligte:

Laufzeit: 01.10.2016 – 30.09.2017

Förderer:
Siemens AG

25.2.7 Management-Accounting für Inner Source

Projektleitung:
Prof. Dr. Dirk Riehle

Beteiligte:

Laufzeit: 01.10.2017 – 30.09.2020

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

25.2.8 Software Campus 2.0

Projektleitung:
Prof. Dr. Dirk Riehle

Beteiligte:

Laufzeit: 01.11.2017 – 31.10.2023

Förderer:
AZA und ZIM

25.3 Projektunabhängige Publikationen

– Capraro, M., & Riehle, D. (2017). Inner Source Definition, Benefits, and Challenges. ACM Computing Surveys, 49(4), 67:1 – 67:36. https://dx.doi.org/10.1145/2856821

– Kaufmann, A., & Riehle, D. (2017). The QDAcity-RE method for structural domain modeling using qualitative data analysis. Requirements Engineering. https://dx.doi.org/10.1007/s00766-017-0284-8

25.4 Studien- und Abschlussarbeiten

– Bachelor Thesis: Extending a Inner Source Patch-Flow Crawler. Bearbeiter: Benjamin Mach (beendet am 31.03.2017); Betreuer: Prof. Dr. Dirk Riehle, MBA

- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Towards a Continuous Delivery Workflow for the Sweble Hub Software. Bearbeiter: Jan Weiß (beendet am 03.04.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Hannes Dohrn; Prof. Dr. Dirk Riehle, MBA
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Integration of Refactoring UI into the Sweble Hub Software. Bearbeiter: Gabriel Bauer (beendet am 11.04.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Hannes Dohrn; Prof. Dr. Dirk Riehle, MBA
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Tree-based, Semantic Article Difference Visualization. Bearbeiter: Oliver Lutz (beendet am 18.04.2017); Betreuer: Dipl.-Inf. Hannes Dohrn; Prof. Dr. Dirk Riehle, MBA
- Master Thesis: Measuring the Patch Review Process in open and inner Source. Bearbeiter: Johannes Pfann (beendet am 19.04.2017); Betreuer: Prof. Dr. Dirk Riehle, MBA; Maximilian Capraro, M.Sc.
- Master Thesis: Managing Organization Data for Patch Flow Measurement. Bearbeiter: Andreas Bauer (beendet am 02.06.2017); Betreuer: Maximilian Capraro, M.Sc.
- Master Thesis: Text Mining for Relationship Extraction. Bearbeiter: Martin Hofmann (beendet am 06.6.2017); Betreuer: Andreas Kaufmann, M. Sc.
- Master Thesis: A Quality Model For Inner Source. Bearbeiter: Bernd Grillenberger (beendet am 03.07.2017); Betreuer: Maximilian Capraro, M.Sc.
- Master Thesis: QDAcity Quality Metrics. Bearbeiter: Matthias Schöpe (beendet am 22.8.2017); Betreuer: Andreas Kaufmann, M. Sc.
- Master Thesis: A Visual UML Editor for QDAcity. Bearbeiter: Felix Loos (beendet am 9.11.2017); Betreuer: Andreas Kaufmann, M. Sc.

26 Professur für Wissensrepräsentation und -verarbeitung

Anschrift: Martensstraße 3, 91058 Erlangen

26.1 Forschungsschwerpunkte

26.2 Forschungsprojekte

26.2.1 Ein Offenes Archiv für Formalisierungen

Projektleitung:
Dr. Florian Rabe
Prof. Dr. Michael Kohlhase

Beteiligte:

Dennis Müller
Jonas Betzendahl

Laufzeit: 01.01.2014 – 30.06.2019

Förderer:
DFG-Einzelförderung / Sachbeihilfe (EIN-SBH)

Mathematisches Wissen liegt im Kernbereich von Wissenschaft und Technologie und ist ein wesentlicher Innovationsfaktor. Allerdings wächst das verfügbare Wissen schneller als unsere Fähigkeit es zu organisieren und zu nutzen. Maschinelle Unterstützung durch symbolische (Software)-Systeme könnte theoretisch Abhilfe schaffen, aber benötigt in der Regel Bibliotheken formalisierten mathematischen Hintergrundwissens. Somit wird die maschinelle Unterstützung durch die hohen Formalisierungskosten ausgebremst. Schlimmer noch: Die Systeme und ihre Bibliotheken sind nicht interoperabel, da sie auf unterschiedlichen logischen Grundlagen aufbauen. So gehen Ressourcen durch Parallelentwicklung grundständiger Bibliotheken verloren, die dann wiederum für die Abdeckung neuer Wissensgebiete fehlen. Zudem zwingt die Pluralität der Bibliotheksformate zur Parallelentwicklung von Bibliotheksmanagementfunktionalitäten statt die originären Systemfunktionalitäten zu verbessern.Das beantragte OAF-Projekt trägt zur Lösung der Interoperabilitäts- und Pluralitätsprobleme durch die Entwicklung eines offenen Archivs für Formalisierungen bei, also einer gemeinschaftlichen Infrastruktur zur Nutzung und zum Management formalen mathematischen Wissens wie Theorien, Definitionen, oder Beweisen. Diese Infrastruktur ist auf Skalierbarkeit sowohl über große Wissensmengen als auch über unterschiedliche logische Grundlagen ausgelegt. Insbesondere basiert es auf einem einheitlichen metalogischen Repräsentationsformat, in dem die logischen Grundlagen zusammen mit den Bibliotheken formalisiert werden, so dass es als Fundament für die semantische Vernetzung von Bibliotheken dienen kann.Dadurch wird das OAF Projekt zwei wichtige Engpässe beseitigen. Zum einen stellt es eine allgemeine Archivlösung bereit, die sich nicht alle einzelnen Arbeits- oder Nutzergruppen alleine leisten können. Zum anderen liefert es ein standardisiertes, systemübergreifendes Bibliotheksformat, das die Vergleichbarkeit und dadurch die Evolution von Systemen katalysiert.Entwickler symbolischer Systeme können das Bibliotheksmanagement an das OAF-System delegieren, und die Mathematical Knowledge Management (MKM) Community kann auf der Basis von OAF Mehrwertdienste entwickeln. Im Gegensatz zum momentanen Stand der Technik können sich die Entwickler symbolischer Systeme auf die logischen Grundlagen ihrer Systeme konzentrieren und die Entwickler generischer MKM-Dienste erhalten Zugang zu Bibliotheken relevanter Größe. Unsere systemübergreifende Repräsentationssprache ermöglicht – zum ersten Mal – die systematische Erforschung der Integration von großen Bibliotheken verschiedener Formalismen. Längerfristig ermöglicht dies die nahtlose Verknüpfung und Verschmelzung von Bibliotheken zu einem großen formalen Wissensraum.

Publikationen (2017)

- Kohlhase, M., Müller, D., Rabe, F., Kaliszyk, C., & Gauthier, T. (2017). Classification of alignments between concepts of formal mathematical systems. In 10th International Conference on Intelligent Computer Mathematics, CICM 2017 (pp. 83-98). Springer Verlag.
- Kohlhase, M., Müller, D., Owre, S., & Rabe, F. (2017). Making PVS accessible to generic services by interpretation in a universal format. (pp. 319-335). Springer Verlag.

26.3 Projektunabhängige Publikationen

- Rabe, F. (2017). A Modular Type Reconstruction Algorithm. ACM Transactions on Computational Logic.
- Kohlhase, M., & Sperber, W. (2017). Software citations, information systems, and beyond. (pp. 99-114). Springer Verlag.
- Kohlhase, M., Kohlhase, A., & Fürsich, M. (2017). Visual structure in mathematical expressions. (pp. 208-223). Springer Verlag.
- Rabe, F. (2017). How to Identify, Translate, and Combine Logics? Journal of Logic and Computation, 27(6), 1753–1798.
- Müller, D., Rabe, F., Rothgang, C., & Liu, Y. (2017). Alignment-based Translations Across Formal Systems Using Interface Theories. In Dubois C, {Woltzenlogel Paleo} B (Eds.), Proof eXchange for Theorem Proving (pp. 77–93). Open Publishing Association.
- Wiesing, T., Kohlhase, M., Rabe, F., & Kohlhase, M. (2017). Virtual Theories – A Uniform Interface to Mathematical Knowledge Bases. In Johannes Blömer and Temur Kutsia and Dimitris Simos (Eds.), MACIS 2017: Seventh International Conference on Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences (pp. 243-257). Springer.
- Müller, D., Kohlhase, M., & Rupprecht, M. (2017). A Flexible, Interactive Theory-Graph Viewer.
- Kohlhase, M., Koprucki, T., Müller, D., & Tabelow, K. (2017). Mathematical models as research data via flexiformal theory graphs. In 10th International Conference on Intelligent Computer Mathematics, CICM 2017 (pp. 224-238). Springer Verlag.
- Koprucki, T., Kohlhase, M., Müller, D., & Tabelow, K. (2017). Mathematical models as research data in numerical simulation of opto-electronic devices. (pp. 225-226). IEEE Computer Society.
- Kohlhase, M. (2017). FrameIT reloaded: Serious math games from modular math ontologies. In 2016 Joint Formal Mathematics for Mathematicians, FM4M 2016, 11th Workshop on Mathematical User Interfaces, MathUI 2016, and 2016 Workshop on Theorem Proving Components for Educational Software, ThEdu 2016, Doctoral Program, and Work in Progress at the Conference on Intelligent Computer Mathematics, CICM-WS-WIP 2016 (pp. 245-259). CEUR-WS.

– Kohlhase, M., Müller, D., Pfeiffer, M., Rabe, F., Thiery, N., Vasilyev, V., & Wiesing, T. (2017). Knowledge-Based Interoperability for Mathematical Software Systems. In Johannes Blömer and Temur Kutsia and Dimitris Simos (Eds.), MACIS 2017: Seventh International Conference on Mathematical Aspects of Computer and Information Sciences (pp. 195-210). Springer.

– Kohlhase, M. (2017). Math object identifiers – Towards research data in mathematics. In Lernen, Wissen, Daten, Analyse – 2017 Learning. Knowledge. Data. Analytics, LWDA 2017 (pp. 241-252). Rostock, DE: CEUR-WS.

– Litak, T.M., Polzer, M., & Rabenstein, U. (2017). Negative Translations and Normal Modality. In Dale Miller (Eds.), (pp. 27:1–27:18). Oxford, GB: Dagstuhl, Germany: Schloss Dagstuhl–Leibniz-Zentrum fuer Informatik.

27 Informatik-Forschungsgruppe M (Medizinische Informatik)

Anschrift: Wetterkreuz 13, 91058 Erlangen-Tennenlohe
Tel.: 09131/85-26720
Fax: 09131/85-26754
E-Mail: martin.ross@fau.de

Leiter der Forschungsgruppe:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Wiss. Mitarbeiter:
Jan Christoph, M.Sc., M.Sc.
Lena Griebel, M. Sc.
Julian Gründner, M. Sc.
Christian Gulden, M. Sc.
Marc Hinderer, M. Sc.
Christian Knell, M. Sc.
Dr. Stefanie Knöpfel
Dr. Stefan Kraus
Dipl.-Inf. Christian Maier
Dipl.-Inf. Sebastian Mate
Wolfgang Rödle, M. Sc.
Stefanie Schild, M. Sc.
Christina Schüttler, M. Sc.
Dr. Brita Sedlmayr
Dr. Martin Sedlmayr
Dr. Dennis Toddenroth
Externes Lehrpersonal:
PD Dr. med. habil. Thomas Ganslandt
Dr. Axel Newe
Nichtwiss. Personal:
Barbara Bärthlein
Siegfried Lüders

Stephanie Newe, (geb. Gehring)
Sekretariat:
Martin Ross

Der effiziente Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Krankenhaus und in anderen Institutionen des Gesundheitswesens gewinnt immer mehr an Bedeutung. Immer größerer Druck zur Kostensenkung zwingt zur Optimierung aller Prozesse. Gleichzeitig ist eine kontinuierlich hohe Qualität der Krankenversorgung sicherzustellen. Moderne IT-Verfahren bieten das Potential, um die Krankenhäuser intern, aber auch im Rahmen der sektorübergreifenden Forschung bei diesen Aufgaben zu unterstützen. Darüber hinaus erfordert auch die effiziente Durchführung klinischer und translationaler Forschung das Bereitstellen professioneller IT-Werkzeuge und innovativer Methoden der Medizinischen Informatik. Der Lehrstuhl für Medizinische Informatik / die Forschungsgruppe M verfolgt in diesem Kontext folgende Forschungsschwerpunkte:

- Prozessunterstützung im Gesundheitswesen mit Workflowtechnologien und mobilen Systemen
- Medizinische Wissensverarbeitung durch die Integration wissensverarbeitender Funktionen in Krankenhausinformationssysteme / IT-Anwendungen zur Unterstützung der Arzneimitteltherapiesicherheit;
- Erschließung und Visualisierung medizinischer Daten, insbesondere durch Data Warehouse Anwendungen und Data Mining
- Evaluation von IT im Gesundheitswesen
- Schaffung von IT Infrastrukturen für die klinische Forschung durch Studiendatenmanagementsysteme, Biobankmanagementsysteme und Nutzung bereits in der klinischen Routine erhobener Daten (Single-Source-Konzepte)
- Unterstützung der Tumorbehandlung, Tumordokumentation und translationalen Tumorforschung durch die Nutzbarmachung klinischer Daten für die Forschung

Der Leiter des Lehrstuhls für Medizinische Informatik, Professor Hans-Ulrich Prokosch, ist als Chief Information Officer (CIO) gleichzeitig für die strategische Weiterentwicklung der Informationsverarbeitung im Universitätsklinikum Erlangen verantwortlich.

27.1 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

- Diverse IT-Werkzeuge und klinische Applikationen, unter anderem verschiedene Workflow-Management-Werkzeuge, ICU-Data Patientenmanagementsystem, Cognos Data Warehouse, verschiedene Webapplikationen
- Arbeitsplatz zur Durchführung von Usability Studien (z.B. Think Aloud und Cognitive Walkthrough)
- Erlanger Medizininformatik Lehr- und Innovationslabor: Hard- und Softwarekomponenten zur praxisnahen Illustration von Prozessabläufen im Gesundheitswesen (Arztpraxis, Apotheke, Intensivstation, häusliches Umfeld)

27.2 Kooperationsbeziehungen

- Dozentenaustausch mit der Privaten Universität für Medizinische Informatik und Technik (UMIT, Innsbruck) und mit der Berner Fachhochschule

- Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Klaus-Peter Adlassnig (Medizinische Universität Wien) im Bereich Wissensrepräsentation auf Basis der Arden-Syntax

- Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Isaac Kohane (National Center for Biomedical Computing, Boston, Massachusetts, USA) im Bereich Datenintegration (i2b2)

- Zusammenarbeit mit dem Memorial Sloan-Kettering Cancer Center in New York (USA) zur IT-Unterstützung Molekulares Tumorboard (cBioPortal)

27.3 Forschungsprojekte

27.3.1 Anästhesiefolgen nach Kindernarkosen von Geburt bis zur Vollendung des dritten Lebensjahrs

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
PD Dr. med. habil. Thomas Ganslandt
Christina Schüttler, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2015–31.8.2018
Förderer:
Dr. Robert Pfleger-Stiftung
Mitwirkende Institutionen:
Anästhesiologische Klinik, Univ.-Klinikum Erlangen
Kinder- und Jugendklinik, Univ.-Klinikum Erlangen

Seit mehreren Jahren wird in Studien die Frage thematisiert, ob Narkosen eine schädliche Wirkung auf die kognitive Leistungsfähigkeit von Patienten haben können. Vor allem Kleinkinder stehen im Fokus dieser Untersuchungen, da sich jene bis zur Vollendung des dritten Lebensjahrs in einer kritischen Phase der neuronalen Entwicklung befinden und daher besonders empfindlich gegenüber äußeren Einflüssen sind.

Sowohl Tiermodelle als auch epidemiologische Studien erbrachten bisher kein eindeutiges Ergebnis, sodass noch keine definitive Aussage bezüglich der neurotoxischen Wirkung von Anästhetika getroffen werden konnte. Hierzulande sieht die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin aufgrund der konträren Datenlage aktuell keinen konkreten Handlungsbedarf, auch weil bedacht werden muss, dass eine Operation nicht ohne Grund durchgeführt wird und die Narkose dafür notwendig ist. Gleichwohl verunsichern solche wissenschaftlichen Artikel sowohl pädiatrisch tätige Ärzte als auch Eltern, die bei ihren Kindern über einen operativen Eingriff entscheiden müssen. Daher besteht weiterhin ein gesteigertes Interesse an der Klärung dieser Fragestellung, insbesondere, um den Eltern von betroffenen Kindern die Sorge bezüglich bleibender kognitiver Schäden zu nehmen.

Am Universitätsklinikum Erlangen liegt im Anästhesie-Informationssystem NarkoData ein detaillierter und umfangreicher Datensatz über die in den letzten 12 Jahren durchgeführten Narkosen vor. Ziel des Projekts ANFOLKI-36 ist es, auf Grundlage dieser in NarkoData dokumentierten Kinderanästhesien eine prospektive Studie durchzuführen, die eine aussagekräftige Beurteilung zur Auswirkung von Narkosen im frühen Kindesalter auf die neuronale Entwicklung ermöglicht.

Nachdem die Vorbereitung der geplanten Studie erfolgreich abgeschlossen wurde, konnte Ende 2016 ein erstes Pilotprojekt initiiert werden. Diese Pilotphase endete im August 2018 und ermöglichte es, den Studienablauf zu evaluieren und zu ersten wegweisenden Ergebnissen bezüglich der Forschungsfrage zu gelangen. Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen soll die Studie nun auf weitere Kohorten ausgeweitet werden, um die bisherigen Ergebnisse anhand einer größeren Fallzahl zu verifizieren.

27.3.2 BBMRI-ERIC ADOPT

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Christian Knell, M. Sc.
Dipl.-Inf. Sebastian Mate
Christina Schüttler, M. Sc.
Laufzeit: 1.10.2015–30.9.2018
Förderer:
Europäische Kommission
Mitwirkende Institutionen:
Biobanks and Biomolecular Resources Research Infrastructure Consortium (BBMRI-ERIC)
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg

BBMRI-ERIC: Das europäische Forschungs-Infrastruktur-Konsortium für Biobank-Management und biomolekulare Ressourcen hat das Ziel, eine gesamteuropäisch verteilte Forschungs-Infrastruktur einzurichten, zu betreiben und zu entwickeln, um den Zugang zu biologischen Ressourcen wie auch zu Einrichtungen/Geräten zu erleichtern und qualitativ hochwertige biomolekulare und biomedizinische Forschung zu unterstützen. Das ADOPT-BBMRI-ERIC Projekt zielt darauf ab, die Umsetzung von BBMRI-ERIC und dessen zugehörigen Diensten anzuschieben und zu beschleunigen. Die primären Aufgabenstellungen bestehen darin, gemeinsame ”Common Services” (u.a. auch den Common Service Informationstechnologie) für diese Forschungsinfrastruktur zu gestalten und zu etablieren.

Eine der Herausforderungen nach der Genom-Entschlüsselung ist die Erforschung häufiger komplexer Erkrankungen wie etwa Krebs, Diabetes und Alzheimer. Licht in diese Krankheiten zu bringen, wird v.a. vom Untersuchen menschlicher Biomaterialien und der Daten einer großen Zahl von Patienten und gesunden Menschen abhängen. Die BBMRI-ERIC-Infrastruktur-Einrichtung ist von zentraler Bedeutung für das Verständnis menschlicher Krankheiten, von Biopräparaten und der zugehörigen Daten, die für die Entwicklung jedes neuen Medikaments und jeder diagnostischen Untersuchung erforderlich und deshalb entscheidend sind für Fortschritte in der Gesundheitsforschung mit

den Ziel der personalisierten Medizin. BBMRI-ERIC wird einen Zugang zu den Sammlungen der europäischen Wissenschaftler-Gemeinde bieten, wobei Expertenwissen und Dienstleistungen auf den Resultaten von ADOPT BBMRI-ERIC aufbauen.

Der FAU Lehrstuhl für Medizinische Informatik ist verantwortlich für die Entwicklung von ontologischen Harmonisierungs-Services, die als Komponente des ”Gateway to European Biobanks” benötigt werden, um unterschiedliche medizinische Terminologien und Ontologien über die Europäischen Sprachgrenzen hinweg aufeinander abzubilden. Diese Arbeiten sind eng abgestimmt mit der parallelen Entwicklung der BBMRI-ERIC Common Service IT und den Vernetzungsaktivitäten innerhalb des German Biobank Node (GBN) Projekts.

27.3.3 CONKO-007

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Stephanie Newe, (geb. Gehring)
Laufzeit: 1.7.2015–31.3.2018
Förderer:
Deutsche Krebshilfe

In einer deutschlandweit durchgeführten, von der Deutschen Krebshilfe geförderten Phase-III-Studie wird nach einer 3 Monate dauernden Chemotherapie eine Gruppe von Patienten weiter chemotherapeutisch behandelt, während die andere Gruppe eine kombinierte Chemo- und Strahlentherapie erhält, sodass der Wert einer Strahlentherapie bei lokal fortgeschrittenen Pankreaskarzinomen deutlich wird.

Der Lehrstuhl für Medizinische Informatik der FAU Erlangen-Nürnberg ist gemeinsam mit dem MIK des Universitätsklinikums Erlangen verantwortlich für das Design der elektronischen Case Report Forms und der Workflowkonzeption innerhalb des Remote Data Entry Systems SecuTrial. Darüber hinaus wurde in die Gesamtarchitektur eine radiologische Bilddatenbank integriert, um das über mehrere Standorte verteilte Einholen von Zweitmeinungen zu ermöglichen.

27.3.4 Entwicklung einer nationalen digitalen Notfallcheckliste für die Anästhesiologie zur Bewältigung von intraoperativen Notfallsituationen unter Berücksichtigung von Usability Aspekten und Erfahrungen aus der Luftfahrt (Cognitive Aid)

Projektleitung:
Dr. Martin Sedlmayr
Beteiligte:
Stefanie Schild, M. Sc.
Dr. Brita Sedlmayr
Laufzeit: 1.7.2017–30.6.2020
Förderer:
Funk-Stiftung

Mitwirkende Institutionen:
Stiftung Deutsche Anästhesiologie
Anästhesiologische Klinik, Universitätsklinikum Erlangen
Unfallkrankenhaus Berlin
Medizinische Hochschule Hannover
Universitätsklinikum Dresden
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Universitätsklinikum Heidelberg
Universitätsklinikum Göttingen
HELIOS Kliniken GmbH
Pamela de Beus

Intraoperative Notfallsituationen bewirken ein verändertes Wahrnehmungsvermögen, verringerte Konzentrationsfähigkeit und machen anfällig für Ablenkungen. Die Entscheidungsfähigkeit ist reduziert, drohende Gefahren werden möglicherweise nicht rasch genug erkannt. In solchen Momenten unterstützen Checklisten eine problemorientierte Vorgehensweise. Für Anästhesisten existieren solche Checklisten bisher nur auf dem Papier. Ziel des Projekts "Entwicklung einer nationalen digitalen Notfallcheckliste für die Anästhesiologie zur Bewältigung von intraoperativen Notfallsituationen unter Berücksichtigung von Usability-Aspekten und Erfahrungen aus der Luftfahrt" ist es deshalb, eine digitale Notfallcheckliste zu entwickeln, deren Funktionalitäten weit über die Möglichkeiten einer papierbasierte Variante – beispielsweise durch dynamische Inhalte und die Integration von Entscheidungsunterstützungsfunktionen – hinausgehen. Die digitale Notfallcheckliste soll über unterschiedliche Endgeräte, wie Desktop, Tablet oder Smartphone nutzbar sein und von der jeweiligen Klinik an lokal relevante Inhalte (z.B. verwendete Medikamente, wichtige Telefonnummern) angepasst werden können.

In der ersten Projektphase soll ein Prototyp einer digitalen Gedächtnis- und Entscheidungshilfe entwickelt werden, welcher alle benötigten Handlungspunkte für ein effizientes Notfallmanagement integriert und Anästhesisten sowie Anästhesie-Pflegekräfte bei der korrekten Interpretation der Patientensituation unterstützt. Ein besonderes Augenmerk soll dabei auf der benutzerfreundlichen, intuitiven Gestaltung der Benutzeroberfläche liegen. Der Prototyp wird unter Einbezug von Human-Factors Prinzipien und Usability- Richtlinien erstellt und im Rahmen mehrere Evaluationsstudien mit Domänenexperten und Endnutzern getestet. Parallel zur Prototypentwicklung wird ein Schulungskonzept entwickelt, welches eine spätere bundesweite Einführung der Notfallcheckliste begleiten soll. Hierbei wird auf Erfahrungen aus der Luftfahrt zurückgegriffen, in der Piloten seit Jahrzehnten mit Checklisten geschult werden.

27.3.5 Evaluation von IT im Gesundheitswesen

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Lena Griebel, M. Sc.
Dr. Brita Sedlmayr
Beginn: 1.1.2005

In einer Reihe von Teilprojekten wird das Thema Nutzen, Nutzbarkeit, Einfluss, Akzeptanz und Erfolg von Informationssystemen im Gesundheitswesen erforscht. Teilprojekte beschäftigen sich mit dem Nutzen von Gesundheitsinformationen aus dem Internet für den mündigen Bürger, mit der Nutzbarkeit von elektronischen Gesundheitsakten in Deutschland und anderen europäischen Ländern, mit der Evaluation von Radiologieinformationssystemen bzw. Picture Archiving and Communication Systemen im Hinblick auf kürzere Workflows, mit der Veränderung der Arbeitsumgebung nach Einführung der elektronischen Arztbriefschreibung, mit der Evaluation von Zeitersparnis und Arbeitsablaufveränderungen durch elektronische Scoring Systeme, mit dem Einfluss eines Patientendatenmanagementsystems in Intensivstationen auf Nutzerzufriedenheit, Arbeitsabläufe und Dokumentationszeiten, mit der Usability von Anwendungssystemen zur Laboranforderung und Radiologieanforderung ermittelt mit Methoden des Cognitive Walkthrough und des Think Aloud sowie generell mit den Aspekten der Usability Evaluation. Im Kontext des Shared Decision Making und neuer mHealth-Anwendungen für den Bürger/Patienten spielt die Frage der eHealth Literacy eine immer größer werdende Rolle, welche in verschiedenen Forschungsansätzen an unserem Lehrstuhl ebenfalls erfragt wird.

Publikationen

– Halwas, Nikolaus ; Griebel, Lena ; Huebner, Jutta: eHealth literacy, Internet and eHealth service usage: a survey among cancer patients and their relatives . In: Journal of cancer research and clinical oncology 143 (2017), Nr. 11, S. 2291–2299

– Hirschmann, J. ; Sedlmayr, Brita ; Zierk, Jakob ; Rauh, Manfred ; Metzler, Markus ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Toddenroth, Dennis: Evaluation of an interactive visualization tool for the interpretation of pediatric laboratory test results . In: Röhrig, Rainer ; Timmer, A. ; Binder, H. ; Sax, Ulrich (Hrsg.) : German medical data sciences: visions and bridges; proceedings of the 62nd annual meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (GMDS e.V.) in Oldenburg – GMDS 2017 (GMDS 2017 Oldenburg 17.-21.09.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam; Berlin; Washington DC : IOS Pr., 2017, S. 207-211. (Studies in health technology and informatics Bd. 243)

– Winter, A. ; Takabayashi, K. ; Kimura, E. ; Engelbrecht, Ralf ; Haux, R. ; Honda, M. ; Hübner, U.H. ; Inoue, S. ; Kohl, C.D. ; Matsumoto, T. ; Matsumura, Y. ; Miyo, K. ; Nakashima, N. ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Stämmler, M.: Quality requirements for electronic health record systems . In: Methods of information in medicine 56 (2017), Nr. 4, S. e92-e104

– Griebel, Lena ; Kolominsky-Rabas, Peter ; Schaller, Sandra ; Siudyka, J. ; Sierpinski, R. ; Papavlou, D. ; Simeonidou, A. ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Sedlmayr, Martin: Acceptance by laypersons and medical professionals of the personalized eHealth platform, eHealthMonitor . In: Informatics for health and social care Oct 20 (2016), S. 1-18

– Vollmer, Anne-Maria ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Evans, S. ; Kuttler, K.: Evaluation of acceptance of nursing information system in a German and American hospital . In: Sermeus, W. ; Procter, P.W. ; Weber, P. (Hrsg.) : Nursing Informatics 2016 (Nursing

Informatics 2016 Genf (Schweiz) 25.-29. Juni 2016). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam; u.a. : IOS Press, 2016, S. 118-122. (Studies in health technology and informatics Bd. 225)

- Schaller, Sandra ; Marinova-Schmidt, Velislava ; Gobin, Jasmin ; Criegee-Rieck, Manfred ; Griebel, Lena ; Engel, Sabine ; Stein, Veronika ; Gräßel, Elmar ; Kolominsky-Rabas, Peter: Tailored e-Health services for the dementia care setting: a pilot study of ”eHealthMonitor” . In: BMC medical informatics and decision making ePub (2015), S. 1-9

- Ruile, Georg ; Djanatliev, Anatoli ; Kriza, Christine ; Meier, Florian ; Leb, Ines ; Kalender, Willi A. ; Kolominsky-Rabas, Peter: Screening for breast cancer with breast-CT in a ProHTA simulation . In: Journal of Comparative Effectiveness Research 4 (2015), Nr. 6, S. 553-567

- Castellanos, Ixchel ; Kraus, Stefan ; Toddenroth, Dennis ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Bürkle, Thomas: Using Arden syntax medical logic modules to reduce overutilizationof laboratory tests for detection of bacterial infections - success or failure? In: Artificial intelligence in medicine ePub (2015), S. 1-8

- Soto-Rey, Iñaki ; N’Dja, Aurèle ; Cunningham, James ; Newe, Axel ; Trinczek, Benjamin ; Lafitte, Caroline ; Sedlmayr, Brita ; Fritz, Fleur: User satisfaction evaluation of the EHR4CR query builder: a multisite patient count cohort system . In: BioMed research international ePub Nr. 801436 (2015), S. 1-11

- Oschem, Martin ; Mahler, Vera ; Prokosch, Hans-Ulrich: Objectifying user critique: a means of continuous quality assurance for physician discharge letter composition . In: Methods Inf Med. 50 (2011), Nr. 1, S. 23-35

- Santana, S ; Lausen, B ; Bujnowska-Fedak, M ; Chronaki, CE ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Wynn, R : Informed citizen and empowered citizen in health: results from an European survey . In: BMC Fam Pract. 20 (2011), S. e20

- Bundschuh, BB ; Majeed, RW ; Bürkle, T ; Kuhn, K ; Sax, U ; Seggewies, Christof ; Vosseler, C ; Röhrig, R: Quality of human-computer interaction - results of a national usability survey of hospital-IT in Germany . In: BMC Med Inform Decis Mak. 11 (2011), S. 1-12

- Bürkle, Thomas ; Castellanos, Ixchel ; Tech, Hendryk ; Prokosch, Hans-Ulrich: Implementation of a patient data management system - an evaluation study of workflow alterations . In: Studies in health technology and informatics 160 (2010), Nr. 2, S. 1256-1260

- Gräßel, Elmar ; Bleich, Stefan ; Meyer-Wegener, Klaus ; Schmid, Ute ; Kornhuber, Johannes ; Prokosch, Hans-Ulrich: Das Internet als Informationsquelle für pflegende Angehörige eines Demenzpatienten *The Internet as an information source for family caregivers of dementia patients* . In: Psychiatrische Praxis 26 (2009), S. 115-118

- Vosseler , C. ; Röhrig, R. ; Seggewies, Christof ; Bürkle, Thomas ; Dahlmann, C. ; Mann, V.W. ; Sax, U. ; Stausberg, S.: Mobile digitale Dokumentation - State of Art . In: Forum der Medizinischen Dokumentation und Medizinischen Informatik 4 (2009), S. 165-168

27.3.6 German Biobank Alliance (GBA)

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Christian Knell, M. Sc.
Dipl.-Inf. Christian Maier
Dipl.-Inf. Sebastian Mate
Christina Schüttler, M. Sc.
Laufzeit: 1.5.2017–30.4.2020
Mitwirkende Institutionen:
Charité Berlin
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ) Heidelberg
Medizinische Hochschule Hannover: Hannover Unified Biobank (HUB)
Münchner Biobanken-Netzwerk: Joint Biobank Munic
Universitätsklinikum Frankfurt/Main: Interdisciplinary Biobank and Database (iBDF)
Universitätsklinikum Heidelberg: BioMaterialBank (BMBH)
Universitätsklinikum Jena: Integrated Biobank Jena (IBBJ)
Universitätsklinikum Würzburg: Interdisziplinäre Biomaterial- und Datenbank Würzburg (ibdw)
Universitätsmedizin Göttingen: UMG Biobank
Universitätsmedizin Greifswald: Integrated Research Biobank (IRB)

Die German Biobank Alliance (GBA, Deutsche Biobanken Allianz) ist ein weiterer Schritt auf dem Weg zur Ertüchtigung deutscher Biobanken-Standorte zur Anbindung an die europäische Forschungsinfrastruktur BBMRI (Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure) und schließt sich nahtlos an das Vorgängerprojekt German Biobank Node (GBN) an. Der Fokus des BMBF-geförderten Projekts liegt auf der Erarbeitung, Erprobung und Anwendung von übergreifenden, generischen Standards, Produkten und Lösungen, um die Integration deutscher Biobanken in BBMRI zu ermöglichen.

Der Lehrstuhl für Medizinische Informatik der FAU Erlangen-Nürnberg übernimmt zusammen mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) Heidelberg in diesem Projekt die Koordinierung der IT-Aufgaben des sogenannten GBA IT Core Teams.

Das Ziel des IT Core Teams ist es, bis 2020 innerhalb des GBA Projekts IT-Komponenten zu entwickeln und deren Bereitstellung sowie deren Verteilung für den Einsatz in mindestens 11 großen deutschen Biobanken zu gewährleisten. Die Komponenten zur föderierten Biobankenvernetzung umfassen ein zentrales Metadata Repository, Werkzeuge zur Datenharmonisierung, eine Komponente zum Consent-Management sowie der Informationsbereitstellung und Kommunikation mit Probenspendern, ein Antrags-/Projekt-Managementtool, Pseudonymisierungs- und ID-Managementkomponenten zur Einhaltung der Datenschutzvorgaben, Tools zur Datenzusammenführung und integrierten Analyse sowie ein zentraler Biobankenkatalog. Aufbauend auf die nationale Biobankenvernetzung unterstützt das IT Core Team zudem die geförderten Biobanken bei der Anbindung an die BBMRI-ERIC Common Service IT Infrastruktur.

Publikationen

– Schüttler, Christina ; Buschhüter, N. ; Döllinger, C. ; Ebertsch, Lena ; Hummel, Monika ; von Lindenfels, Johannes ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Proynova, L. ; Lablans, Martin: Anforderungen an eine standortübergreifende Biobank-IT-Infrastruktur: Erhebung des Stakeholder Inputs zum Aufbau eines Biobankennetzwerks der German Biobank Alliance (GBA) . In: Der Pathologe 39 (2018), Nr. 4, S. 289–296

– Mate, Sebastian ; Vormstein, P. ; Kadioglu, Dennis ; Majeed, R.W. ; Lablans, Martin ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Storf, Holger: On-the-fly query translation between i2b2 and samply in the German Biobank Node (GBN) prototype . In: Röhrig, Rainer ; Timmer, A. ; Binder, Helge ; Sax, Ulrich (Hrsg.) : German medical data sciences: visions and bridges; proceedings of the 62nd annual meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (GMDS e.V.) in Oldenburg – GMDS 2017 (GMDS 2017 Oldenburg 17.-21.09.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam; Berlin; Washington DC : IOS Pr., 2017, S. 42-46. (Studies in health technology and informatics Bd. 243)

– Mate, Sebastian ; Kadioglu, Dennis ; Majeed, R.W. ; Stöhr, M.R. ; Folz, M. ; Vormstein, P. ; Storf, Holger ; Brucker, D. ; Keune, D. ; Zerbe, N. ; Hummel, Monika ; Senghas, K. ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Lablans, M.: Proof-of-concept integration of heterogeneous biobank IT infrastructures into a hybrid biobanking network . In: Röhrig, Rainer ; Timmer, A. ; Binder, H. ; Sax, Ulrich (Hrsg.) : German medical data sciences: visions and bridges; proceedings of the 62nd annual meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (GMDS e.V.) in Oldenburg – GMDS 2017 (GMDS 2017 Oldenburg 17.-21.09.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam; Berlin; Washington DC: : IOS Pr., 2017, S. 100-104. (Studies in health technology and informatics Bd. 243)

27.3.7 Interaktives dreidimensionales Portable Document Format (3D-PDF) für medizinische Anwendungen

Projektleitung:
Dr. Axel Newe
Beginn: 1.1.2014

Das Portable Document Format (PDF) ist ein von der ISO spezifizierter Standard für den plattformunabhängigen Austausch elektronischer Dokumente und dafür geeignet, medizinische Daten sicher und vertrauenswürdig zu übermitteln. In einer PDF-Datei sind das Layout und der Inhalt eines elektronischen Dokuments festgelegt und sämtliche notwendigen Ressourcen (Texte, Bilder, Multimediainhalte etc.) enthalten. Ein weniger bekanntes Merkmal des PDF ist die Möglichkeit, auch dreidimensionale Objekte (Dreiecksnetze, Linienzüge oder Punktwolken) einzubetten. Mit Hilfe einer geeigneten Lesesoftware können diese 3D-Objekte dann interaktiv dargestellt werden. Dadurch wird es möglich, auch komplexe räumliche Strukturen wie z.B. Organe, Blutgefäße oder Nervenbahnen in elektronischen Dokumenten zu visualisieren, ohne den mit einer herkömmlichen statisch- zweidimensionalen Darstellung einhergehenden Verlust von Detailinformationen in Kauf nehmen zu müssen.

Interaktives 3D-PDF eignet sich daher wie kein anderes Format für den Austausch komplexer, dreidimensionaler medizinischer Daten. Ziel des Forschungsprojektes ist es, diese Technologie zu evaluieren, den Nutzen für Kliniker und Forscher aufzuzeigen und Wege zu finden, die bislang noch aufwändige Erstellung der notwendigen Zwischendatenformate zu vereinfachen.

Publikationen

- Newe, Axel: Enriching scientific publications with interactive 3D PDF: An integrated toolbox for creating ready-to-publish figures . In: PeerJ Computer Science 2 (2016), S. e64
- Newe, Axel ; Becker, Linda: Using interactive 3D PDF for exploring complex biomedical data: experiences and solutions . In: Hoerbst, A. ; Hackl, W.O. ; de Keizer, N. ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Hercigonja-Szekeres, M. ; de Lusignan, S. (Hrsg.) : Exploring complexity in health: an interdisciplinary systems approach; proceedings of MIE 2016 at HEC2016. Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam : IOS Press, 2016, (Studies in health technology and informatics Bd. 228), S. 740-745.
- Newe, Axel: Towards an easier creation of three-dimensional data for embedding into scholarly 3D PDF (Portable Document Format) files . In: PeerJ 3 (2015), S. e794
- Newe, Axel ; Becker, Linda ; Schenk, Andrea: Application and evaluation of interactive 3D PDF for presenting and sharing planning results for liver surgery in clinical routine . In: PLoS ONE 9 (2014), Nr. 12, S. e115697
- Newe, Axel ; Ganslandt, Thomas: Simplified generation of biomedical 3D surface model data for embedding into 3D portable document format (PDF) files for publication and education . In: PLoS ONE 8 (2013), Nr. 11, S. e79004

27.3.8 IT-Unterstützung für die Tumordokumentation und Tumorforschung

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
PD Dr. med. habil. Thomas Ganslandt
Beginn: 1.1.2010
Förderer:
Deutsche Krebshilfe

Das Comprehensive Cancer Center Erlangen - Europäische Metropolregion Nürnberg wurde im Rahmen eines Krebshilfe-Förderprogramms als Onkologisches Spitzenzentrum ausgezeichnet. In diesem Umfeld erforscht der Lehrstuhl für Medizinische Informatik in enger Kooperation mit dem Medizinischen Zentrum für Informations- und Kommunikationstechnik neue Konzepte zur Optimierung der Tumordokumentation unmittelbar im Kontext der Tumorbehandlung, sowie daraus abgeleitet die Weiterverwendung der Daten aus der elektronischen Krankenakte für klinische Studien, translationale Forschungsprojekte sowie das Erlanger Tumorregister.

Publikationen

- Hack, Carolin C. ; Stoll, Martin J. ; Jud, Sebastian M. ; Heusinger, Katharina ; Adler, Werner ; Häberle, Lothar ; Ganslandt, Thomas ; Heindl, Felix ; Schulz-Wendtland, Rüdiger ; Cavallaro, Alexander ; Uder, Michael ; Beckmann, Matthias W. ; Fasching, Peter Andreas ; Bayer, Christian M.: Correlation of mammographic density and serum calcium levels in patients with primary breast cancer . In: Cancer medicine 6 (2017), Nr. 6, S. 1473–1481

- Rutzner, Sandra ; Fietkau, Rainer ; Ganslandt, Thomas ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Lubgan, Dorota: Electronic support for retrospective analysis in the field of radiation oncology: Proof of principle using an example of fractionated stereotactic radiotherapy of 251 meningioma patients . In: Radiation oncology 9. Feb (2017), S. 10.3389/fonc.2017.00016

- Hein, A. ; Gass, P. ; Walter, C.B. ; Hartkopf, A. ; Overkamp, F. ; Kolberg, H.C. ; Hadji, P. ; Tesch, H. ; Ettl, J. ; Wuerstlein, R. ; Lounsbury, D. ; Lux, M.P. ; Lüftner, D. ; Wallwiener, M. ; Müller, V. ; Belleville, E. ; Janni, W. ; Fehm, T.N. ; Wallwiener, D. ; Ganslandt, Thomas ; Ruebner, M. ; Beckmann, Matthias W. ; Schneeweiss, A. ; Fasching, Peter Andreas ; Brucker, S.Y.: Computerized patient identification for the EMBRACA clinical trial using real-time data from the PRAEGNANT network for metastatic breast cancer patients . In: Breast cancer research and treatment 158 (2016), Nr. 1, S. 59-65

- Wagner, Stefan ; Beckmann, Matthias W. ; Wullich, Bernd ; Seggewies, Christof ; Ries, Markus ; Bürkle, Thomas ; Prokosch, Hans-Ulrich: Analysis and classification of oncology activities on the way to workflow-based single source documentation in clinical information systems . In: BMC medical informatics and decision making 15 (2015), Nr. 1, S. 107

- Ries, Markus ; Golcher, Henriette ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Beckmann, Matthias W. ; Bürkle, Thomas: An EMR based cancer diary - Utilisation and initial usability evaluation of a new cancer data visualization tool . In: Stud Health Technol Inform 180 (2012), S. 656-660

- Prokosch, Hans-Ulrich ; Christoph, Jan ; Beck, Andreas ; Köpcke, Felix ; Stephan, Stefanie ; Beckmann, Matthias W. ; Rau, Tilman ; Hartmann, Arndt ; Wullich, Bernd ; Breil, B. ; Eckardt, Kai-Uwe ; Titze, Stephanie ; Habermann, J.K. ; Ingenerf, Josef ; Hackmann, M. ; Ries, Markus ; Bürkle, Thomas ; Ganslandt, Thomas: Designing and implementing a biobanking IT framework for multiple research scenarios . In: Stud Health Technol Inform 180 (2012), S. 559-563

- Zunner, Christian ; Bürkle, Thomas ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Ganslandt, Thomas: Mapping local laboratory interface terms to LOINC at a German university hospital using RELMA V.5: a semi-automated approach . In: J Am Med Inform Assoc. 19 (2012), S. Doi 10.1136/amiajnl-2012-001063.

27.3.9 Klinische Datenintelligenz (KDI)

Projektleitung:
Dr. Martin Sedlmayr

Beteiligte:
Jan Christoph, M.Sc., M.Sc.
Dipl.-Inf. Igor Engel
Siegfried Lüders
Dipl.-Inf. Christian Maier
Laufzeit: 1.4.2014–31.3.2017
Förderer:
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
Mitwirkende Institutionen:
Universitätsklinikum Erlangen

Als Ziel des Projektes soll das Paradigma der ”Datenintelligenz” für klinische Anwendungen nutzbar gemacht werden. Unter ”Datenintelligenz” versteht man hierbei, dass Lösungen direkt anhand eines typischerweise großen Datensatzes entwickelt und validiert werden: Daten spiegeln die Komplexität der Realität mit all ihren Nuancen wieder und entwickelte Lösungen finden durch den unmittelbaren Validierungsnachweis klinische Akzeptanz.

In einem Universitätsklinikum der Maximalversorgung und entsprechender Forschung wurden in den letzten 50 Jahren in allen Fachgebieten der Medizin sehr viele unterschiedliche Datenbanken im Rahmen der Digitalisierung aufgebaut. Die Unterschiedlichkeit macht derzeit eine integrierte Visualisierung oder gar Verarbeitung mit zugrunde liegenden gemeinsamen Ontologien oder ordnenden Hierarchien unmöglich. Projekte mit undefinierten medizinischen Usecases betrachten das klinische Bild eines Patienten, sodass daraus nur selten übergreifende Projektentwicklungen abgeleitet werden können. Um für den medizinischen Alltag aber auch für nachfolgende (Remind-)Projekte oder Verfahren der künstlichen Intelligenz eine Synopse aller möglichen Datenquellen bereitzustellen, sind die systematische Analyse der Datenvielfalt und ein Konzept für die ontologisch geführte Aufarbeitung und Nutzbarmachung der Daten Ziele dieses Projektes.

Hierzu müssen Patientendaten ganzheitlich ausgewertet werden, d.h. es müssen alle ”Spuren”, die ein Patient in der Klinik hinterlässt, gesammelt und aufbereitet werden. Daher fokussiert KDI weder auf ein spezielles Krankheitsbild noch auf eine besondere Modalität. Diese ganzheitliche Sicht ermöglicht es, auch zunächst unauffällige Abhängigkeiten über Abteilungsgrenzen hinweg zu erkennen und auszuwerten. Weiterhin müssen Patientendaten im großen Volumen zur Verfügung gestellt werden, d.h. die Grundlage muss ein möglichst umfangreiches Datenrepository sein.

Das Datenrepository soll die Basis dafür bilden, dass klinische Prozesse über unterschiedliche Kliniken und Zeiträume komparativ analysiert werden können, als auch dass Lösungen zur Entscheidungsunterstützung entwickelt und getestet werden können. Die komparative Analyse ermöglicht es, nach intensiver Diskussion mit medizinisch-klinischen Experten konkrete Vorschläge für eine verbesserte Patientenversorgung auszuarbeiten, Abweichungen von Standard zu erkennen und zu begründen, sowie Trends frühzeitig zu erkennen. Im besten Sinne soll es das Ziel sein, das kollektive Wissen von Kliniken auszuwerten, welches sich in den täglichen den Patienten betreffenden Entscheidungen widerspiegelt (Collective Intelligence).

Publikationen

- Seuß, Hannes ; Dankerl, Peter ; Ihle, Matthias ; Grandjean, Andrea ; Hammon, Rebecca ; Kästle, Nicola ; Fasching, Peter Andreas ; Maier, Christian ; Christoph, Jan ; Sedlmayr, Martin ; Uder, Michael ; Cavallaro, Alexander ; Hammon, Matthias: Semi-automated de-identification of German content sensitive reports for big data analytics *Semi-automatische Deidentifizierung von deutschsprachigen medizinischen Berichten mit vertraulichem Inhalt für Big Data Analysen* . In: RöFo 189 (2017), Nr. 7, S. 661-671
- Sedlmayr, Martin ; Würfl, Tobias ; Maier, Christian ; Häberle, Lothar ; Fasching, Peter Andreas ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Christoph, Jan: Optimizing R with SparkR on a commodity cluster for biomedical research . In: Computer methods and programs in biomedical research 137 (2016), Nr. 1, S. 321-328.
- Griebel, Lena ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Köpcke, Felix ; Toddenroth, Dennis ; Christoph, Jan ; Engel, Igor ; Sedlmayr, Martin: A scoping review of cloud computing in healthcare . In: BMC medical informatics and decision making ePub (2015), S. 1-16
- Krompaß, Denis ; Esteban, Cristobál ; Tresp, Volker ; Sedlmayr, Martin ; Ganslandt, Thomas: Exploiting latent embeddings of nominal clinical data for predicting hospital readmission . In: KI - Künstliche Intelligenz 29 (2015), Nr. 2, S. 153-159

27.3.10 Klinisches Data Warehouse - Datenintegrationsplattform für die Forschung

Projektleitung:
PD Dr. med. habil. Thomas Ganslandt
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Sebastian Mate
Dipl.-Inform. Med. (FH) Andreas Becker
Dipl.-Inf. (FH) Katharina Diesch
Ronald Grolik, M. Sc.
Beginn: 1.10.2003

In Kooperation mit dem Universitätsklinikum Erlangen wurde ein Data Warehouse-System (DWH) etabliert, das zunächst mit dem Fokus Medizincontrolling aufgebaut wurde. Mit Hilfe des Data Warehouse wurden mittlerweile Daten aus über 30 Quellsystemen erschlossen und im Rahmen der Vorgaben des Datenschutzes zusammengeführt. Auf diesem Pool basiert eine Vielzahl vordefinierter Berichte, sowie die Möglichkeit der dynamischen, interaktiven Auswertung auf der Basis von OLAP-Würfeln. Seit 2009 trägt das Data Warehouse damit wesentlich zur Durchführung der Kostenträgerrechnung am Universitätsklinikum bei. Im Gegensatz zu klassischen DWH-Installationen richtet sich das Projekt auf ein klinisches Data Warehouse aus, das neben der betriebswirtschaftlichen Anwendung insbesondere auf die Erschließung der Daten für medizinische und wissenschaftliche Zwecke abzielt. Schwerpunkte werden dabei auf die Präsentation und Visualisierung von Daten gesetzt. Zu diesem Zweck wurden für Ad-hoc-Recherchen, Kohortenvordefinition und systematisches Datenmanagement unmittelbar durch medizinische Forscher die Datenintegrations- und Abfrageplattform i2b2 der Harvard Medical School sowie die von der tranSMART Foundation betreute tranSMART-Plattform, welche

auch die Integration von Omics-Daten unterstützt, in die Erlanger Datenintegrationsplattform für die Forschung integriert.

Publikationen

- Hackl, W.O. ; Ganslandt, Thomas: New problems – new solutions: a never ending story; findings from the Clinical Information Systems Perspective for 2015 . In: IMIA yearbook 10 (2016), Nr. 1, S. 146-151
- Uter, Wolfgang ; Schnuch, A. ; Wilkinson, M. ; Dugonik, A. ; Dugonik, B. ; Ganslandt, Thomas: Registries in clinical epidemiology: the European Surveillance System on Contact Allergies (ESSCA) . In: Methods of information in medicine 55 (2016), Nr. 2, S. 193-199
- Löbe, M. ; Ganslandt, Thomas ; Lotzmann, L. ; Mate, Sebastian ; Christoph, Jan ; Baum, B. ; Sariyar, M. ; Wu, J. ; Stäubert, Sebastian: Simplified deployment of health informatics applications by providing docker images . In: Hoerbst, A. ; Hackl, W.O. ; de Keizer, N. ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Hercigonja-Szekeres, M. ; de Lusignan, S. (Hrsg.) : Exploring complexity in health: an interdisciplinary systems approach. Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam : IOS Press, 2016, (Studies in health technology and informatics Bd. 228), S. 643-647.
- Dugas, Martin ; Jöckel, K.-H. ; Friede, T. ; Gefeller, Olaf ; Kieser, M. ; Marschollek, M. ; Ammenwerth, Elske ; Röhrig, Rainer ; Knaup-Gregori, Petra ; Prokosch, Hans-Ulrich: Memorandum ”Open Metadata”: open access to documentation forms and item catalogs in healthcare . In: Methods of information in medicine 54 (2015), Nr. 4, S. 376-378
- Mate, Sebastian ; Köpcke, Felix ; Toddenroth, Dennis ; Martin, Marcus ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Bürkle, Thomas ; Ganslandt, Thomas: Ontology-based data integration between clinical and research systems . In: PLoSOne ePub (2015), S. 1-20
- Burgun, A. ; Oksen, D.V. ; Kuchinke, W. ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Ganslandt, Thomas ; Buchan, I. ; van Staa, T. ; Cunningham, J. ; Gjerstorff, M.L. ; Dufour, J.C. ; Gibrat, J.F. ; Nikolski, M. ; Verger, P. ; Cambon-Thomsen, A. ; Masella, C. ; Lettieri, E. ; Bertele, P. ; Salokannel, M. ; Thiebaut, R. ; Persoz, C. ; Chêne, G. ; Ohmann, C.: Proposal for a European public health research infrastructure for sharing of health and medical administrative data (PHRIMA) . In: Sarkar, I.N. ; Georgiou, A ; Mazzoncini de Azevedo Marques, P. (Hrsg.) : MEDINFO 2015: eHealth-enabled health (MEDINFO 2015 São Paulo (Brasilien) 19.08.2015). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam u.a. : IOS Pr., 2015, S. 1005. (Studies in health technology and informatics Bd. 216) - ISBN 978-1-61499-563-0
- Christoph, Jan ; Griebel, Lena ; Leb, Ines ; Engel, Igor ; Köpcke, Felix ; Toddenroth, Dennis ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Laufer, J. ; Marquardt, K. ; Sedlmayr, Martin: Secure secondary use of clinical data with cloud-based NLP services: Towards a highly scalable research infrastructure . In: Methods of information in medicine 54 (2015), Nr. 3, S. 276-282
- Bauer, C.R. ; Ganslandt, Thomas ; Baum, B. ; Christoph, Jan ; Engel, Igor ; Löbe, Matthias ; Mate, Sebastian ; Stäubert, Sebastian ; Drepper, J. ; Prokosch, Hans-Ulrich ;

Winter, A. ; Sax, Ulrich: Integrated Data Repository Toolkit (IDRT): A suite of programs to facilitate health analytics on heterogeneous medical data . In: Methods of information in medicine 54 (2015), Nr. 6, S. 1-11

27.3.11 Medical Informatics in Research and Care in University Medicine (MIRACUM - Konzeptphase)

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Jan Christoph, M.Sc., M.Sc.
PD Dr. med. habil. Thomas Ganslandt
Marc Hinderer, M. Sc.
Dr. Stefanie Knöpfel
Dr. Brita Sedlmayr
Dr. Martin Sedlmayr
Laufzeit: 1.8.2016–30.4.2017
Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Mitwirkende Institutionen:
Deutsches Krebsforschungszentrum
Universität Frankfurt/Main
Universitätsklinikum Frankfurt/Main
Medizinische Fakultät der Universität Gießen
Fachbereich Gesundheit der Technischen Hochschule Mittelhessen
Universitätsmedizin Mainz
Medizinische Fakultät der Universität Heidelberg
Medizinisches Zentrum der Universität Mannheim
Institut für Medizinische Informatik der Hochschule Mannheim
Medizinische Fakultät der Universität Marburg
Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Abt. Marburg
Universitätsklinikum Erlangen
Universitätsklinikum Freiburg im Breisgau
Medizinische Fakultät der Universität Freiburg im Breisgau

Im November 2015 kündigte das Bundesministerium für Bildung und Forschung die ”Förderinitiative Medizininformatik” an, um IT-Innovationen in den Bereichen Gesundheitsforschung und medizinische Betreuung zu fördern. Das Ziel ist dabei, die Digitalisierung in der Medizin zu nutzen, um Daten zu verbinden und zu medizinischem Wissen zu kommen sowie IT-Lösungen für ein besseres, Daten-basiertes Gesundheitsversorgungssystem zu entwickeln und anzuwenden.

MIRACUM (Medizininformatik in Forschung und Versorgung in der Universitätsmedizin) ist eines von 7 Konsortien, die für die neunmonatige Konzeptphase gefördert werden.

MIRACUM vereinigt 16 Institutionen an 8 Standorten in 4 Bundesländern, einschließlich universitärer Medizinfakultäten, Fachhochschulen, Universitätskliniken, Kliniken einer privaten Krankenhauskette und eine nicht-akademische Forschungsinstitution.

Diese Projektpartner sind überein gekommen, Daten auf der Basis interoperabler Dateinintegrationszentren zu teilen, allgemeine und interoperable Werkzeuge zu entwickeln, sich der Wirkung derartiger Daten und Werkzeuge in innovativen IT-Lösungen bewusst zu sein, die Patienten-zentrierte Forschungskooperationen wie auch klinische Behandlungsprozesse verbessern, und schließlich die biomedizinische Informatik in Forschung, Lehre und Weiterbildung zu verstärken.

Publikationen

- Prokosch, Hans-Ulrich: Data integration in life sciences . In: IT information technology 59 (2017), Nr. 4, S. 159–160
- Knell, Christian ; Sedlmayr, Martin ; Christoph, Jan: Developing interactive plugins for tranSMART using the SmartR framework: The case of survival analysis . In: Hayn, D. ; Schreier, G. (Hrsg.) : Health informatics meets eHealth: Digital insight – information-driven health & care; proceedings of the 11th eHealth2017 Conference (eHealth2017 – 11th Annual Conference on Health Informatics meets eHealth Wien 23.-24.05.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam : IOS Pr., 2017, S. 375-382. (Studies in health technology and informatics Bd. 235)
- Hinderer, Marc ; Boeker, Martin ; Wagner, Sebastian A. ; Lablans, Martin ; Newe, Stephanie ; Hülsemann, Jan L. ; Neumaier, Michael ; Binder, Harald ; Renz, Harald ; Acker, Till ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Sedlmayr, Martin: Integrating clinical decision support systems for pharmacogenomic testing into clinical routine - a scoping review of designs of user-system interactions in recent system development . In: BMC Medical Informatics and Decision Making 17 (2017), Nr. 1, S. 81
- Hinderer, Marc ; Boerries, Melanie ; Haller, Florian ; Wagner, Sebastian ; Sollfrank, Stefanie ; Acker, Till ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Sedlmayr, Brita: Supporting molecular tumor boards in molecular-guided decision-making – the current status of five German university hospitals . In: Hayn, D. ; Schreier, G. (Hrsg.) : Health informatics meets eHealth: Digital insight – information-driven health & care; proceedings of the 11th eHealth2017 Conference (eHealth2017 – 11th Annual Conference on Health Informatics meets eHealth Wien 23.-24.05.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam : IOS Pr., 2017, S. 48-54. (Studies in health technology and informatics Bd. 236)
- Hinderer, Marc ; Boeker, Martin ; Wagner, Sebastian A. ; Binder, Harald ; Ückert, Frank ; Newe, Stephanie ; Hülsemann, Jan L. ; Neumaier, Michael ; Schade-Brittinger, Carmen ; Acker, Till ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Sedlmayr, Brita: The experience of physicians in pharmacogenomic clinical decision support within eight German university hospitals . In: Pharmacogenomics 18 (2017), Nr. 8, S. 773-785
- Christoph, Jan ; Knell, Christian ; Naschberger, Elisabeth ; Stürzl, Michael ; Maier, Christian ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Sedlmayr, Martin: Two years of tranSMART in a university hospital for translational research and education . In: Hayn, D. ; Schreier, G. (Hrsg.) : Health informatics meets eHealth: Digital insight – information-driven health & care; proceedings of the 11th eHealth2017 Conference (eHealth2017 – 11th Annual Conference on Health Informatics meets eHealth Wien 23.-24.05.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam : IOS Pr., 2017, S. 70-79. (Studies in health technology and informatics Bd. 236)

– Christoph, Jan ; Knell, Christian ; Boßerhoff, Anja ; Naschberger, Elisabeth ; Stürzl, Michael ; Rübner, Matthias ; Seuß, Hannes ; Ruh, Manuel ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Sedlmayr, Martin: Usability and suitability of the Omics-integrating analysis platform tranSMART for translational research and education . In: Applied clinical informatics 8 (2017), Nr. 4, S. 1173-1183

27.3.12 MelEVIR

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Jan Christoph, M.Sc., M.Sc.
PD Dr. med. habil. Thomas Ganslandt
Laufzeit: 1.4.2016–31.3.2019
Förderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Mitwirkende Institutionen:
Universität Rostock
Medizinisches Zentrum für Informations- und Kommunikationstechnik (Medizinisches IK-Zentrum, MIK) im Universitätsklinikum Erlangen

Eine der wesentlichen Herausforderungen in der heutigen klinischen Onkologie ist es, die sogenannte minimale Resterkrankung (minimal residual disease, MRD) richtig einzuschätzen. Die MRD tritt besonders häufig nach Entfernung eines hochinvasiven primären Tumors wie z.B. eines Melanoms auf und wird von kleinsten Tumorzellansammlungen (Mikrometastasen) verursacht, die im Patienten verblieben sind. Die Entdeckung dieser Überreste ist mit der aktuellen Diagnostik kaum möglich, da sie aufgrund ihrer geringen Größe zu keiner Erhöhung typischer Tumormarker führen. Mikrometastasen können jahrelang unentdeckt bleiben.

In Vorstudien konnte gezeigt werden, dass Melanompatienten, die anhand klinischer Parameter nach der Entfernung des Primärtumors ein hohes Rückfallrisiko zugeordnet bekommen haben, hohe Konzentrationen extrazellulärer Vesikel im Blutplasma (pEV) aufweisen. Diese Vesikel sind sehr kleine membranumschlossene Tröpfchen, die von Zellen ins umliegende Gewebe abgegeben werden und mit Proteinen sowie verschiedenen Typen von RNA-Molekülen gefüllt sind. Die bisherigen Ergebnisse des MelEvir-Teams deuten darauf hin, dass Immunzellen als frühe Abwehrreaktion gegen zirkulierende Tumorzellen massiv pEV produzieren. Dies legt den Schluss nahe, dass die Charakterisierung und Quantifizierung des Inhalts dieser pEV zur Diagnose von MRD und zur Vorhersage der individuellen Rezidivwahrscheinlichkeit herangezogen werden können.

Um diese Hypothese zu überprüfen, wird eine diagnostische Software entwickelt, getestet und für den klinischen Alltag vorbereitet, welche Rückfälle anhand des pEV-Inhalts vorhersagt. Durch die Integration von klinischen Daten und Laborversuchen mit der Hochdurchsatzdatenanalyse und mathematischer Modellierung sollen microRNAs, lncRNAs und Proteine identifiziert werden, die in Patientenblutproben gemessen werden können, um a) die Aktivierung des Immunsystems gegen die MRD und b) die Wahrscheinlichkeit eines bevorstehenden Tumorrezidivs zu bestimmen.

In Zusammenarbeit mit dem Medizinischen Zentrum für Informations- und Kommunikationstechnik (Medizinisches IK-Zentrum, MIK) des Universitätsklinikums Erlangen analysiert der Lehrstuhl für Medizinische Informatik das Zusammenspiel der Forschungsprozesse und der in diesem Kontext relevanten klinischen Prozesse, sowie die bereits in der Patientenversorgung erhobenen klinischen Daten. Es wird eine Plattform etabliert, in der diese klinischen Daten aus der elektronischen Krankenakte mit den Ergebnissen der Hochdurchsatzanalysen (microRNAs, lncRNAs, etc.) für weitergehende Analysen zusammengeführt werden. Das daraus abgeleitete mathematische Vorhersagemodell wird anschließend in Form wissensverarbeitender Funktionen zur klinischen Entscheidungsunterstützung in die Erlanger Elektronische Krankenakte integriert.

27.3.13 MetropolMediplan 2016

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Lena Griebel, M. Sc.
Dr. Brita Sedlmayr
Dr. Martin Sedlmayr
Laufzeit: 1.1.2015–31.3.2017
Mitwirkende Institutionen:
Zentrale Notaufnahme, Klinikum Fürth, Prof. Harald Dormann
Professur für Pharmakologie der FAU Erlangen-Nürnberg, Prof. Renke Maas
Praxisnetz Nürnberg Süd, Dr. Michael Bangemann
Ärztegenossenschaft Mittelfranken/Ärztenetz Fürth, Dr. Franz Jobst
Apotheke Universitätsklinikum Erlangen, Prof. Dr. Frank Dörje
Lehrstuhl für Klinische Pharmakologie und Klinische Toxikologie der FAU Erlangen-Nürnberg, Prof. Martin Fromm
Professur für Molekulare und Klinische Pharmazie der FAU Erlangen-Nürnberg, Prof. Kristina Friedland
Forschungsinstitut IDC, Wilhelm Löhe Hochschule für angewandte Wissenschaften in Fürth, Prof. Jürgen Zerth

Unerwünschte Arzneimittelwirkungen oder Medikationsfehler sind eine häufige Ursache für Krankenhauseinweisungen oder gar Todesfälle. Grund dafür sind u.a. Informationslücken zur aktuellen Medikation der Patienten.

Als Lösung kann der bundeseinheitliche Medikationsplan für Deutschland dienen. Dieser Plan soll Informationsdefizite der Patienten bzgl. ihrer Medikation beheben und den sektorübergreifenden Austausch von Medikationsdaten zwischen Ärzten und Apotheken optimieren.

Ziel ist es, die Arzneimitteltherapiesicherheit nachhaltig zu verbessern. Besonderer Fokus des Forschungsvorhabens wird neben der Überprüfung der Akzeptanz und Praktikabilität, auf die Exploration alternativer Kommunikationswege und Speicher- und Transfermedien für die Inhalte des bundeseinheitlichen Medikationsplanes gelegt.

Als eine von bundesweit drei Modellregionen evaluiert dieses von Prof. Harald Dormann (Klinikum Fürth) und Prof. Renke Maas (Professur für Klinische Pharmakologie der FAU) geleitete interdisziplinäre Konsortium aus Ärzten, Apothekern, Medizininformatikern

und Gesundheitsökonomen, gemeinsam mit dem Praxisnetze Nürnberg Süd, dem Ärztenetz Fürth und öffentlichen Apotheken in Nürnberg und Fürth den bundeseinheitlichen Medikationsplan im praktischen Einsatz.

Publikationen

– Maas, Renke ; Schächtele, Simone ; Schuster, Susanne ; Abbas, Zahra ; Friedland, Kristina ; Kirchner-Culca, Simona ; Dörje, Frank ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Bangemann, Michael ; Steidl, Ralph ; Spiegl, Werner ; Jobst, Frank ; Schlenk, Margit ; Röck, Claudia ; Zerth, Jürgen ; Fromm, Martin ; Dormann, Harald: MetropolMediplan 2016 - eine AMTS-Lösung zum digitalen Medikations- und Therapiedatenaustausch für Patienten, Ärzte und Apotheker . In: e-Health-Journal 1 (2016), S. 19-25

27.3.14 OnkoWiki: Aufbau und Betrieb eines webbasierten Wissensmanagementsystems zur standardisierten Tumordokumentation

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Sebastian Mate
Stephanie Newe, (geb. Gehring)
Laufzeit: 20.4.2015–31.10.2017
Förderer:
Deutsche Krebshilfe
Mitwirkende Institutionen:
Universitätsklinikum Münster, Comprehensive Cancer Center Münster
Hochschule Niederrhein
Tumorzentrum Dresden e.V.
Tumorzentrum Rhein-Main (Frankfurt/M.)

Die AG Tumordokumentation des CCC-Netzwerkes der Deutschen Krebshilfe plant den Aufbau eines Tumor-Wiki als Wissensmanagementsystem zur Unterstützung der Tumordokumentation.

Diese webbasierte Plattform soll bestehende Wissenssammlungen zur Tumordokumentation integrieren und in der ersten Ausbaustufe eine Interpretationshilfe für Tumordokumentare sowie Nutzer von Registerstrukturen bereit stellen.

Die Plattform wird auf der Basis eines nutzerorientierten Struktur- und IT-Konzeptes, eines definierten Freigabe- sowie eines Validierungsprozesses aufgebaut, getestet und fortentwickelt. Das Projekt wird multizentrisch von 4 CCC-Standorten in der Entwicklung und weiteren 7 CCC-Standorten in der Validierungsphase getragen. Das System wird so etabliert, dass alle an der Organisation der Krebsregistrierung Beteiligten und die entsprechenden Fachorganisationen eingebzogen werden. Auf internationaler Ebene existieren schon mehrere Terminologiesysteme, die Thesauri und Vokabulare in unterschiedlichen Formen bereitstellen (z. B. der NCI-Thesaurus, der NCI-Metathesaurus, das NCI Dictionary, der Mesh-Theasuarus).

Der Lehrstuhl für Medizinische Informatik analysiert diese etablierten internationalen Wissensmanagementsysteme, konzipiert und implementiert im Rahmen des Onko-Wiki Projekts semantische Verlinkungen zwischen Einträgen im deutschsprachigen Onko-Wiki und assoziierbaren Elementen aus entsprechenden internationalen Terminologiesystemen, Thesauri, Vokabularen soweit dies medizinisch sinnvoll erscheint und technisch möglich ist.

Publikationen

– Schlue, D. ; Mate, Sebastian ; Haier, J. ; Kadioglu, Dennis ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Breil, Bernhard: From a conent delivery portal to a knowledge management system for standardized cancer documentation . In: Röhrig, Rainer ; Timmer, A. ; Binder, H. ; Sax, Ulrich (Hrsg.) : German medical data sciences: visions and bridges; proceedings of the 62nd annual meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (GMDS e.V.) in Oldenburg – GMDS 2017 (GMDS 2017 Oldenburg 17.-21.09.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam; Berlin; Washington DC : IOS Pr., 2017, S. 180-184. (Studies in health technology and informatics Bd. 243)

27.3.15 PaedDos / PaedAmis

Projektleitung:
Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Wolfgang Rödle, M. Sc.
Laufzeit: 7.11.2016–30.11.2018
Förderer:
Bundesministerium für Gesundheit
Mitwirkende Institutionen:
Kinder- und Jugendklinik des Universitätsklinikums Erlangen

Im Rahmen eines Projektes im Aktionsplan 2013 – 2015 des Bundesministeriums für Gesundheit wurden an der Kinder- und Jugendklinik des Universitätsklinikums Erlangen Daten zur elektronischen Verordnung auf Grundlage einer systematischen Recherche der klinisch-pharmakologischer Evidenz zur Anwendung von Medikamenten bei Kindern generiert.

Im Projekt PaedDos (Pädiatrische Dosierungen; später PaedAmis für Pädiatrisches Arzneimittelinformationssystem) soll die notwendige Infrastruktur (Datenbank, interaktive Webplattform und Schnittstelle zur Eingabe von Daten) etabliert werden, um diese Daten den Fachkreisen nachhaltig in einer nationalen Online-Plattform zur Verfügung zu stellen.

Das Ziel ist es, ein Nachschlagewerk für Kindermedikation basierend auf Indikationen zu erstellen und Fachkreisen innerhalb Deutschlands zur Verfügung zu stellen.

27.3.16 Personal Medical Safe (PROMISE-DS)

Projektleitung:

Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
Beteiligte:
Lena Griebel, M. Sc.
Marc Hinderer, M. Sc.
Laufzeit: 1.1.2016–31.12.2018
Förderer:
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Mitwirkende Institutionen:
Universität des Saarlandes, Saarbrücken: Center for IT-Security, Privacy, and Accountability (CISPA)
Universität des Saarlandes, Saarbrücken: Center for Bioinformatics
Universitätsklinikum Heidelberg: Innere Medizin
CeGaT, Tübingen: Center for Genomics and Transcriptomics GmbH
Backes: SRT GmbH, Saarbrücken

Persönliche genetische Daten und deren Analyse gewinnen zunehmend Bedeutung im Alltag. Es steht nicht mehr nur die reine Diagnostik von Erkrankungen durch Genomanalysen im Mittelpunkt; vielmehr können ganze oder Teilgenome sequenziert werden, um Rückschlüsse auf gesundheitliche Dispositionen, wie beispielsweise das Risiko, im Laufe des Lebens eine Erkrankung zu bekommen, zu ziehen. Genetische Daten unterscheiden sich daher substanziell von anderen personenbezogenen Daten – so bleibt die DNA ein Leben lang fast konstant und ermöglicht Rückschlüsse auf Krankheitsrisiken und weitere persönliche Eigenschaften. Werden genetische Daten im klinischen Umfeld erhoben, haben die Patienten selbst allerdings oftmals nur beschränkten Zugriff darauf und können auch nur schwer nachvollziehen, was im Folgenden mit den erhobenen Daten geschieht.

Im Projekt PROMISE wird deshalb ein System entwickelt, das es Patienten ermöglicht, im Einzelfall zu entscheiden, zu welchen Zwecken ihre genetischen Daten verwendet werden dürfen. Der PROMISE Demonstrator aus dem Bereich ererbter Kardiomyopathien, der gemeinsam mit der Gendiagnostikindustrie entwickelt wird und die entsprechenden Anforderungen der Ethik, Rechtssicherheit und Datensicherheit berücksichtigt, erlaubt es Patienten, Daten sicher verschlüsselt abzuspeichern. Auf die Daten können Forscher und andere Kunden wie Pharmafirmen nur mit expliziter und einzelfallbezogener Zustimmung des Patienten zugreifen. Der Patient selbst profitiert vom System, indem er aus seinen Genomdaten individuelle Risikobewertung abgeleitet erhält.

Ein solches System, welches potenziell weitreichende, komplexe Entscheidungen von Patienten abverlangt, muss den Anforderungen der Gebrauchstauglichkeit (Usability) genügen. Insofern müssen der Nutzungskontext (z.B. Aufgaben und Kompetenzen) zielgerichtet erhoben werden, aber auch die Evaluation des Systems mit allen beteiligten Nutzergruppen erfolgen.

Innerhalb des Projektes werden zunächst ethische, soziale und rechtliche Aspekte einer patientenzentrierten Genomdatenspeicherung betrachtet. Im Kern des zu entwickelnden Systems wird eine hochsichere Cloud-Lösung mit mobiler Applikation stehen, mit der die Patienten ihre Genomdaten kontrolliert für Forschungszwecke freigeben können. Ein Schwerpunkt des Projektes PROMISE liegt auf hoch sicheren kryptografischen Verfahren, die den Datenschutz für die Patienten gewährleisten sollen.

Der Lehrstuhl für Medizinische Informatik der FAU führte in dem Projekt die Spezifikation der Nutzeranforderungen (Nutzer, Nutzungskontext, Funktionalitäten) durch. Weiterhin obliegt dem Lehrstuhl die Evaluation des Systems hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit

(Usability) und Akzeptanz. Hierfür konnte bereits ein detaillierter Fragebogen zur Durchführung der Evaluations- und Akzeptanzstudie in Absprache mit dem Universitätsklinikum Heidelberg entwickelt werden. Auch in Bezug auf die ethisch-soziale und rechtliche Bewertung des PROMISE-Systems bringt sich der Lehrstuhl für Medizinische Informatik in das Projekt ein.

27.3.17 Wissensverarbeitende Funktionen in der Arzneimitteltherapie und der Intensivmedizin

Projektleitung:
Dr. Stefan Kraus
Beteiligte:
Dr. Ixchel Castellanos
Beginn: 1.12.2008

Gegenstand dieses Projektes ist die Entwicklung sowie die Konzeption und Erprobung von Erweiterungen eines kommerziellen Patientendatenmanagementsystems (PDMS) für die Anästhesie und Intensivmedizin insbesondere im Hinblick auf die Anbindung wissensverarbeitender Funktionen. Das Projekt gliedert sich in die Teilbereiche

- Arzneimittelsicherheit: Konzeption eines Datenmodells für Arzneimittelverordnungsdaten; Konzeption, Entwicklung und Pilotierung von Services zur Einbindung von Interaktions- und Wechselwirkungsüberprüfungen sowie patientenbezogenen Dosierungsempfehlungen in ICM.

- Wissensbasierte Funktionen: Ziel dieses Teilprojektes ist die flexible Integration wissensbasierter Funktionen in ein PDMS, insbesondere zur automatisierten Erkennung kritischer Situationen (Clinical Event Monitoring).

Publikationen

– Prokosch, Hans-Ulrich ; Staudigel, Martin ; Kraus, Stefan: An abstraction layer to facilitate technical interoperability between medical records and knowledge modules . In: Röhrig, Rainer ; Timmer, A. ; Binder, H. ; Sax, Ulrich (Hrsg.) : German medical data sciences: visions and bridges; proceedings of the 62nd annual meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (GMDS e.V.) in Oldenburg – GMDS 2017 (GMDS 2017 Oldenburg 17.-21.09.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam; Berlin; Washington DC : IOS Pr., 2017, S. 185-189. (Studies in health technology and informatics Bd. 243)

– Pfistermeister, Barbara ; Sedlmayr, Brita ; Patapovas, Andrius ; Suttner, G. ; Tektas, Ozan Yüksel ; Tarkhov, A. ; Kornhuber, Johannes ; Fromm, M.F. ; Bürkle, Thomas ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Maas, Renke: Development of a standardized rating tool for drug alerts to reduce information overload . In: Methods of information in medicine 55 (2016), S. 507-515

- Newe, Axel: Dramatyping: A generic algorithm for detecting reasonable temporal correlations between drug administration and lab value alterations . In: PeerJ Computer Science 4 (2016), S. e1851
- Kraus, Stefan ; Castellanos, Ixchel ; Albermann, Matthias ; Schüttler, Christina ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Staudigel, Martin ; Toddenroth, Dennis: Using Arden Syntax for the generation of intelligent intensive care discharge letters . In: Hoerbst, A. ; Hackl, W.O. ; de Keizer, N. ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Hercigonja-Szekeres, M. ; de Lusignan, S. (Hrsg.) : Exploring complexity in health: an interdisciplinary systems approach; proceedings of MIE 2016 at HEC2016. Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam : IOS Press, 2016, (Studies in health technology and informatics Bd. 228), S. 471-475.
- Newe, Axel ; Wimmer, Stefan ; Neubert, Antje ; Becker, Linda ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Beckmann, Matthias W. ; Fietkau, Rainer ; Forster, Christian ; Neurath, Markus Friedrich ; Schett, Georg ; Ganslandt, Thomas: Towards a computable data corpus of temporal correlations between drug administration and lab value changes . In: PLoSOne ePub (2015), S. 1-15
- Kraus, Stefan ; Enders, Martin ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Castellanos, Ixchel ; Lenz, Richard ; Sedlmayr, Martin: Accessing complex patient data from Arden Syntax Medical Logic Modules . In: Artificial intelligence in medicine ePub (2015), S. 1-8
- Kraus, Stefan ; Drescher, Caroline ; Sedlmayr, Martin ; Castellanos, Ixchel ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Toddenroth, Dennis: Using Arden syntax for the creation of a multipatient surveillance dashboard . In: Artificial intelligence in medicine ePub (2015), S. 1-7
- Castellanos, Ixchel ; Kraus, Stefan ; Toddenroth, Dennis ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Bürkle, Thomas: Using Arden syntax medical logic modules to reduce overutilizationof laboratory tests for detection of bacterial infections - success or failure? In: Artificial intelligence in medicine ePub (2015), S. 1-8
- Kraus, Stefan ; Castellanos, Ixchel ; Toddenroth, Dennis ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Bürkle, Thomas: Integrating Arden-Syntax-based clinical decision support with extended presentation formats into a commercial patient data management system . In: J Clin Monit Comput 28 (2014), Nr. 5, S. 465-473
- Ammenwerth, Elske ; Aly, Armin-Farid ; Bürkle, Thomas ; Christ, Petra ; Dormann, Harald ; Friesdorf, Wolfgang ; Haas, Christine ; Haefeli, Walter E. ; Jeske, Martina ; Kaltschmidt, Jens ; Menges, Klaus ; Möller, Horst ; Neubert, Antje ; Rascher, Wolfgang ; Reichert, Helge ; Schuler, Jochen ; Schreier, Günther ; Schulz, Stefan ; Seidling, Hanna M. ; Stühlinger, Wolf ; Criegee-Rieck, Manfred: Zum Einsatz von Informationstechnologie zur Verbesserung der Arzneimitteltherapiesicherheit (Memorandum AMTS-IT) *Memorandum on the use of information technology to improve medication safety (Memorandum AMTS-IT)* . In: GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie 10 (2014), Nr. 1, S. 1DOC03 /20140218-11
- Koposov, Roman ; Fossum, Sturla ; Frodl, Thomas ; Nytrø, Øystein ; Leventhal, Bennett ; Sourander, Andre ; Quaglini, Silvana ; Molteni, Massimo ; de la Iglesia Vayá, María ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Barbarini, Nicole ; Milham, Michael Peter ; Castellanos, Francisco Xavier ; Skokauskas, Norbert: Clinical decision support systems in child and adolescent psychiatry: a systematic review . In: European child & adolescent psychiatry 26 (2017), Nr. 11, S. 1309–1317

- Plank-Kiegele, Bettina ; Bürkle, Thomas ; Müller, Fabian ; Patapovas, Andrius ; Sonst, A. ; Pfistermeister, B. ; Dormann, Harald ; Maas, Renke: Data requirements for the correct identification of medication errors and adverse drug events in patients presenting at an emergency department . In: Methods of information in medicine 56 (2017), Nr. 4, S. 276-282

- Sippl, Ph. ; Ganslandt, Thomas ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Münster, Tino ; Toddenroth, Dennis: Machine learning Models of post-intubation hypoxia during general anesthesia . In: Röhrig, Rainer ; Timmer, A. ; Binder, H. ; Sax, Ulrich (Hrsg.) : German medical data sciences: visions and bridges; proceedings of the 62nd annual meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (GMDS e.V.) in Oldenburg – GMDS 2017 (GMDS 2017 Oldenburg 17.-21.09.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam; Berlin; Washington DC : IOS Pr., 2017, S. 212-216. (Studies in health technology and informatics Bd. 243)

- Schüttler, Christina ; Hinderer, Marc ; Kraus, Stefan ; Lang, A.K. ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Castellanos, Ixchel: Requirements analysis for a clinical decision support system aiming at improving the artificial nutrition of critically ill patients . In: Röhrig, Rainer ; Timmer, A. ; Binder, Helge ; Sax, Ulrich (Hrsg.) : German medical data sciences: visions and bridges; proceedings of the 62nd annual meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (GMDS e.V.) in Oldenburg – GMDS 2017 (GMDS 2017 Oldenburg 17.-21.09.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam; Berlin; Washington DC : IOS Pr., 2017, S. 137-141. (Studies in health technology and informatics Bd. 243)

- Mate, Sebastian ; Castellanos, Ixchel ; Ganslandt, Thomas ; Prokosch, Hans-Ulrich ; Kraus, Stefan: Standards-based procedural phenotyping: the Arden Syntax on i2b2 . In: Röhrig, Rainer ; Timmer, A. ; Binder, Helge ; Sax, Ulrich (Hrsg.) : German medical data sciences: visions and bridges; proceedings of the 62nd annual meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (GMDS e.V.) in Oldenburg – GMDS 2017 (GMDS 2017 Oldenburg 17.-21.09.2017). Bd. 1, 1. Aufl. Amsterdam; Berlin; Washington, DC : IOS Pr., 2017, S. 37-41. (Studies in health technology and informatics Bd. 243)

27.4 Studien- und Abschlussarbeiten

- Master Thesis: (MPM) Benutzerzentrierte Entwicklung einer mobilen App zur Primärprävention von psychischen Erkrankungen bei Kindern im Alter zwischen acht und zwölf Jahren. Bearbeiter: Teresa Schüssler (beendet am 31.05.2017); Betreuer: Dr. Brita Sedlmayr; Dr. Dennis Toddenroth

- Bachelor Thesis: (Medizintechnik) Medizinische Netzwerke und vernetzte medizinische Geräte: Beispielhafte Entwicklung eines Risikomanagements für das Universitätsklinikum Erlangen. Bearbeiter: Luisa Neubig (beendet am 13.06.2017); Betreuer: Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch

- Bachelor Thesis: (Informatik) Prototypische Bereitstellung eines Forschungs-PACS mit Integration klinischer und Bilddaten über tranSMART. Bearbeiter: Judith Bauer (beendet am 25.07.2017); Betreuer: Dr. Martin Sedlmayr; Jan Christoph, M.Sc., M.Sc.

– Master Thesis: (MPM) Analysis and conception of a clinical trial registry for the University Hospital Erlangen. Bearbeiter: Jessica Hofmann (beendet am 17.08.2017); Betreuer: Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch; Dr. Stefanie Knöpfel

– Bachelor Thesis: (Informatik) Matching as a service. Bearbeiter: Sascha Lübke (beendet am 03.09.2017); Betreuer: Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch; Dipl.-Inf. Sebastian Mate

– Bachelor Thesis: (Medizintechnik) DICOM Supplement 132 - Surface Segmentation Storage SOP Class. Bearbeiter: Julia Hetzel (beendet am 10.10.2017); Betreuer: Dr. Axel Newe; Dr. Dennis Toddenroth

28 Arbeitsgruppen

29 AG Digital Humanities

Anschrift: Konrad-Zuse-Str. 3-5, 91054 Erlangen
Tel.: 09131/85-29099
Fax: 09131/85-29090
E-Mail: goerz@informatik.uni-erlangen.de

Leitung:
Prof. Dr.-Ing. Günther Görz

Die Arbeitsgruppe Digital Humanities wurde vom Department Informatik anlässlich der Versetzung von Prof. Dr.-ing. Günther Görz in den Ruhestand zum 1.10.2012 eingerichtet. In ihr sollen Forschungsprojekte im Schnittbereich von Informatik und Geisteswissenschaften durchgeführt werden, insbesondere solche, die bereits an der Professur für Künstliche Intelligenz initiiert worden waren.

Die Professur für Künstliche Intelligenz wurde als Professur für Wissensrepräsentation und -verarbeitung mit Prof. Dr. Michael Kohlhase neu besetzt.

29.1 Forschungsschwerpunkte

Um den Rahmen für die Forschungsthemen der Arbeitsgruppe abzustecken, sei kurz aus der von P. Sahle (Köln) herausgegebenen Broschüre Digitale Geisteswissenschaften zitiert, an der auch Prof. Görz mitgearbeitet hat:

”Die Geisteswissenschaften umfassen eine große Gruppe von einzelnen Disziplinen, die sich mit allen Aspekten der menschlichen Gesellschaft, Kultur, Sprache und Geschichte sowie des Denkens und der Kommunikation befassen. Die digitalen Geisteswissenschaften teilen diese Interessengebiete und versuchen die Prozesse der Gewinnung und Vermittelung neuen Wissens unter den Bedingungen einer digitalen Arbeits- und Medienwelt weiter zu entwickeln. Dazu forschen und lehren sie z.B. im Bereich der Digitalisierung des Wissens und des kulturellen Erbes, der Anwendung und Weiterentwicklung von

Werkzeugen, der Operationalisierung und Beantwortung von Forschungsfragen und der Reflexion über die methodischen und theoretischen Grundlagen der Geisteswissenschaften in einer digitalen Welt. ...” ”Innerhalb der digitalen Geisteswissenschaften bildet die Computerlinguistik einen Bereich, der durch mehrere schon lange bestehende Studiengänge in der Etablierung als eigenständiges wissenschaftliches Fach relativ weit fortgeschritten ist, weshalb dieser Bereich in den Digital Humanities auch eine Sonderstellung einnimmt. -.. Die Digital Humanities können in ihrem Verhältnis zu den schon länger bestehenden Fächern auf unterschiedliche Weise beschrieben werden. Manche sehen in ihnen eine Hilfswissenschaft zu den geisteswissenschaftlichen Fächern, deren Fragestellungen sie aufgreifen. Manche betrachten sie als eine angewandte Informatik, die für einen speziellen Gegenstandsbereich Informatik-Lösungen entwickeln. Wieder andere sehen in ihr eine allumfassende Geisteswissenschaft auf der Ebene der Methoden und digitalen Praktiken. Spätestens damit hätte sie ihren eigenen Gegenstand und ihre eigenen Methoden und würde so zu einem eigenständigen Fach. Auf jeden Fall wirken die digitalen Geisteswissenschaften aber auch wieder zurück in die einzelnen Fächer, in denen digitale Methoden und Praktiken sich immer mehr durchsetzen und die dadurch verändert werden.”

Zum Verhältnis von KI und Geisteswissenschaften sei auch auf den Aufsatz gleichen Titels in der Zeitschrift ”Künstliche Intelligenz” (Bd. 25, No. 4, 2011, 313–315) verwiesen.

29.2 Forschungsprojekte

29.2.1 Editionsprojekt Behaim-Globus (1492)

Projektleitung:
Prof. Dr. Mechthild Habermann
Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Beteiligte:
Prof. Dr. Heidrun Stein-Kecks
Dr. Eser, Thomas
Dr. Krause, Siegfried
Dipl.-Inf. Martin Scholz
Beginn: 1.1.2011
Mitwirkende Institutionen:
Germanisches Nationalmuseum, Nürnberg

Eine neue kritische wissenschaftliche Bearbeitung des ältesten erhaltenen Erdglobus ist seit langem ein Desiderat der Forschung. Die einzige Monographie (E. G. Ravenstein) erschien 1908 und die letzte größere Publikation ist der Katalog der Ausstellung 1992 im Germanischen Nationalmuseum Nürnberg. In vier Themenkomplexen soll interdisziplinär eine neue Edition erarbeitet werden, die im Druck und online erscheint:

- Der Behaim-Globus als materielles Objekt
- Text und Bild
- Kulturhistorische Kontextualisierung – Nürnberg und Europa
- Wissensrepräsentation: Visualisierung und semantische Erschließung

Zur Zeit werden verschiedene Vorarbeiten durchgeführt, die die Ergebnisse bisheriger Forschungen, die u.a. durch die Thyssen- und Staedtler- Stiftungen unterstützt wurden, in einem einheitlichen Rahmen mithilfe der Virtuellen Forschungsumgebung WissKI (http://wiss-ki.eu/) zusammenführen.

Publikationen

- Görz, Günther ; Scholz, Martin: Semantic Annotation for Medieval Cartography: The Example of the Behaim Globe of 1492 . In: e-perimetron 8 (2012), Nr. 1, S. 8-20
- Görz, Günther: Altes Wissen und neue Technik. Zum Behaim-Globus und seiner digitalen Erschließung . In: Norica. Berichte und Themen aus dem Stadtarchiv Nürnberg (2007), Nr. 3, S. 78-87
- Görz, Günther: Alexander unterwegs in Ebstorf und anderswo. Ein Versuch zu kognitiven Karten, ihrer epistemologischen Rekonstruktion und logischen Implementierung . In: Glauch, Sonja ; Köbele, Susanne ; Störmer-Caysa, Uta (Hrsg.) : Projektion — Reflexion — Ferne. Räumliche Vorstellungen und Denkfiguren im Mittelalter. Berlin : de Gruyter, 2010, S. 347-368. - ISBN 978-3-11-022145-9
- Görz, Günther: Martin Behaim . In: Hockey, Thomas (Hrsg.) : The Biographical Encyclopedia of Astronomers, 2 Vols.. Berlin; Heidelberg : Springer, 2007, S. 1-2.
- Baumgärtner, Ingrid ; Görz, Günther: Rezension von: Klaudios Ptolemaios, Handbuch der Geographie. Hg. Stückelberger, Alfred; Grasshoff, Bernd. Bern, 2006 . In: Historische Zeitschrift 286 (2008), S. 437-439
- Görz, Günther ; Scholz, Martin: WissKI: A Virtual Research Environment for Cultural Heritage . In: De Raedt, Luc et al. (Hrsg.) : ECCAI and LIRMM (Veranst.) : 20th European Conference on Artificial Intelligence, ECAI 2012 (20th European Conference on Artificial Intelligence, ECAI 2012 Montpellier 27.-31.8.2012). Amsterdam : IOS Press, 2012, S. 1-2. - ISBN 978-1-61499-097-0
- Görz, Günther: WissKI: Semantische Annotation, Wissensverarbeitung und Wissenschaftskommunikation in einer virtuellen Forschungsumgebung . In: Kunstgeschichte. Open Peer Reviewed Journal (urn:nbn:de:bvb:355-kuge-167-7) (2011), S. 1-17
- Görz, Günther ; Holst, Norbert: The Digital Behaim Globe (1492) . In: Bearman, David ; Trant, Jennifer (Hrsg.) : Museum Interactive Multimedia 1997: Cultural Heritage Systems - Design and Interfaces. Selected Papers from ICHIM 97 (Fourth International Conference on Hypermedia and Interactivity in Museums Paris 1997). Pittsburgh, Penn. : Archive & Museum Informatics, 1997, S. 157-173.
- Görz, Günther ; Scholz, Martin: Semantische Erschliessung mittelalterlicher Kartographie: Das Beispiel des Behaim-Globus von 1492 . In: Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft 60 (2014), S. 31-42
- Görz, Günther ; Lindner, Bettina: Eine digitale Transkription des ”Deutschen Ptolemaeus” . In: Magazin für digitale Editionswissenschaften 1 (2014), Nr. 1, S. 10-21

29.2.2 Erlangen CRM: Implementation des CIDOC Conceptual Reference Model (CRM) - Eine formale Referenzontologie für die Dokumentation des Kulturerbes

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Beteiligte:
Dipl.-Ing. Bernhard Schiemann
Dipl.-Inf. Martin Scholz
Fichtner, Mark
Beginn: 7.12.2004
Mitwirkende Institutionen:
FORTH Institute of Computer Science, Heraklion, Kreta/Griechenland, u.a.

Das ”Conceptual Reference Model”’ der ICOM-CIDOC (International Committee for Documentation of the International Council of Museums) ist eine formale Referenzontologie für die Dokumentation, insbesondere im Bereich des Kulturerbes. Sie ist ein ISO-Standard (21127) und soll die Interoperabilität zwischen verschiedenen vorhandenen Datenbanken, vor allem bei Museen und Archiven, ermöglichen sowie den Entwurf neuer Anwendungen unterstützen. Wir sind in der ”CRM Special Interest Group” engagiert, die die Weiterentwicklung des Standards betreibt und Erweiterungen, u.a. auf das Bibliothekswesen (FRBR), erarbeitet. Ein wichtiges Projektthema in Erlangen ist die Implementation des CRM in der ”Web Ontology Language” OWL- DL und der Einsatz dieser Version in verschiedenen Anwendungen. Mit dem Abschluss der DFG-Förderung für das Projekt WissKI ging die weitere Pflege der Implemenatation an die IT-Abteilung des Germanischen Nationalmuseums Nürnberg über.

Publikationen

– Görz, Günther: Kognitive Karten des Mittelalters . In: Houben, Hubert ; Vettere, Benedetto (Hrsg.) : Mobilità e Immobilità nel Medioevo europeo — Mobilität und Immobilität im europäischen Mittelalter (Seminario di studio dei Dottorati di ricerca di ambito medievistico delle Università di Lecce e di Erlangen Rom, Deutsches Historisches institut 01.-02.04.2004). Lecce : Congedo Editore, 2006, S. 7-28.

– Görz, Günther: Kognitive Karten des Mittelalters. Digitale Erschließung mittelalterlicher Weltkarten . In: Burckhardt, Daniel ; Hohls, Rüdiger ; Prinz, Claudia (Hrsg.) : Geschichte im Netz: Praxis, Chancen, Visionen. Beiträge der Tagung .hist 2006, Berlin, 22.–24. Februar 2006 (.hist2006 — Geschichte im Netz Berlin 22.-24.02.2006). Berlin : HU Berlin, 2006, S. 1-34. (Historisches Forum Bd. 10, Nr. 1) - ISBN 978-3-86004-205-2

– Görz, Günther: ”Generics and Defaults”. Zum technischen Umgang mit Begriffssystemen, Standardannahmen und Ausnahmen . In: Peckhaus, Volker ; Bernhard, Peter (Hrsg.) : Methodisches Denken im Kontext. Festschrift für Christian Thiel zum 70. Geburtstag. Paderborn : mentis, 2007, S. 383-401.

– Görz, Günther ; Schiemann, Bernhard ; Oischinger, Martin: An Implementation of the CIDOC Conceptual Reference Model (4.2.4) in OWL-DL . In: Delivorrias, Angelos (Hrsg.) : Proceedings CIDOC 2008 — The Digital Curation of Cultural Heritage.

(CIDOC 2008 — The Digital Curation of Cultural Heritage. Athen, Benaki Museum 15.-18.09.2008). Athen : ICOM CIDOC, 2008, S. 1-14.

– Eller, Martin ; Schiemann, Bernhard: Visual Tracing of Automatic Ontology Merging . In: Xhafa, Fatos ; Barolli, Leonard (Hrsg.) : CISIS 2008 Proceedings (2nd International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems Barcelona 4-7.3.2008). Barcelona : IEEE, 2008, S. 859-864. - ISBN 0-7695-3109-1

– Görz, Günther ; Scholz, Martin: Adaptation of NLP Techniques to Cultural Heritage Research and Documentation . In: Luzar-Stiffler, V. et al. (Hrsg.) : Proceedings of the ITI 2010, 32nd International Conference on Information Technology Interfaces (ITI 2010, 32nd International Conference on Information Technology Interfaces Cavtat/Dubrovnik 21.-24.6.2010). Zagreb : IEEE / srce, 2010, S. 79-84.

– Görz, Günther ; Scholz, Martin: Semantic Annotation for Medieval Cartography: The Example of the Behaim Globe of 1492 . In: Rengmann, H. et al. (Hrsg.) : 22nd General Conference of the International Council of Museums (22nd General Conference of the International Council of Museums Shanghai 7.-12.11.2010). Shanghai : ICOM / CIDOC, 2010, S. 1-14.

29.2.3 Historische Räume in Texten und Karten – Eine kognitiv-semantische Analyse von Flavio Biondo's "Italia illustrata"

Projektleitung:
Michalsky, Tanja
Beteiligte:
Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Geus, Klaus
Thoering, Martin
Beginn: 1.5.2016
Förderer:
Max-Planck-Gesellschaft
Bibliotheca Hertziana

Dies ist ein Projekt der Bibliotheca Hertziana, Max-Planck-Institut für Kunstgeschichte, Rom, an dem Prof. Görz als assoziiertes Mitglied mitarbeitet.

Mit der Untersuchung der Beziehungen zwischen historischen Karten und Texten soll das historische Raumverständnis und das mit ihm verknüpfte Wissen ergründet werden, indem wir Ansätze aus der kognitiven Linguistik aufgreifen. Kognitive Karten bilden kulturspezifisches Raumwissen und Raumpraktiken ab. Dieses Wissen ist in unterschiedlichen Weisen repräsentiert, die sich durch verschiedene Prozesse und Praktiken historisch verändern.

Im erkenntnistheoretischen Fokus stehen daher Fragen der folgenden Art: Welche Wissensformen bilden räumliche Relationen ab? Wie lassen sich räumliche Transformationsprozesse darstellen und analysieren? Welchen Zusammenhang gibt es zwischen kulturspezifischen Praktiken und kognitiven Repräsentationen? Und wie ist das Verhältnis ganz spezifisch zwischen Texten und Karten?

Publikationen

- Thiering, Martin ; Görz, Günther ; Michalsky, Tanja ; Geus, Klaus: Reconstructing cognitive maps in Renaissance texts: A diachronic cultural linguistics perspective. . In: Anglistik Univ. Koblenz-Landau (Hrsg.) : Abstracts 38th International LAUD Symposium (38th International LAUD Symposium — 2nd Cultural Linguistics International Conference Landau 23.-26.07.2018). Koblenz-Landau : Univ. Koblenz-Landau, 2018, S. 141-143.
- Görz, Günther ; Albers, Laura: Representing place in space and time - Methodological aspects in modelling the provenance of cultural heritage knowledge. . In: Brusecker, George (Hrsg.) : Provenance of Knowledge. Proceedings (CIDOC Conference 2018 Heraklion 30.09.-05.10.2018). Heraklion : ICOM-CIDOC, 2018, S. 1-8.
- Görz, Günther ; Geus, Klaus ; Michalsky, Tanja ; Thiering, Martin: Spatial Cognition in Historical Geographical Texts and Maps: Towards a cognitive-semantic analysis of Flavio Biondo's "Italia Illustrata" . In: Boutoura, Chrysoula ; Tsorlini, Angeliki (Hrsg.) : Digital Approaches to Cartographic Heritage (13th Conference of the International Cartographic Association Commission on Cartographic Heritage into the Digital Madrid 18.-20.04.2018). Thessaloniki : Laboratory of Cartography and Geographical Analysis, Aristotle University of Thessaloniki, 2018, S. 29-44.

29.2.4 mappae: Kognitive Karten des Mittelalters

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Beginn: 1.1.2001

Die kosmographische und universalgeographische Überlieferung des Spätmittelalters (13.-16. Jahrhundert) zielt auf Orientierung im Sinne einer 'Weltanschauung'. Die Mappae mundi, eine Frucht der christlichen Enzyklopädik, sind in erster Linie kognitive Karten. Im Mittelpunkt des Projekts steht der Aufbau einer Datenbank, die Reproduktionen repräsentativer mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Weltkarten (Mappae mundi, Ptolemaeus-Karten und Portulane) enthält und die als Grundlage für die Ausarbeitung der dargestellten kognitiven Beziehungen und deren Wandel dient.

Die mappae-Datenbank wurde als Werkzeug zur Unterstützung der Forschung konzipiert; daher lag von Anfang an das Gewicht auf der Zusammenstellung digitaler Bilder in bestmöglicher Qualität, die durch zugeordnete Metadaten erschlossen sind. Neben den recherchierbaren Metadaten bietet die Datenbank keine weiteren Angaben zu den Objekten, deren Abbildungen sie enthält; jedoch werden einige begleitende Texte separat bereit gestellt. Insbesondere wurde aus Aufwandsgründen darauf verzichtet, gut erreichbare Beschreibungen wie z.B. die in Destombes (destombes:1964 — die Abkürzung identifiziert das Werk in der Forschungsbibliographie) oder Campbell (campbell:1987) zu reproduzieren. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass die Benutzer bereits über hinreichende Informationen zu den Objekten verfügen, von denen sie Abbildungen suchen.

Auf der Grundlage der mappae-Datenbank soll ein vergleichender Stellenkatalog aufgebaut werden, der alle Positionen umfasst, die auf den Mappaemundi des 13.-16. Jahrhunderts mit Bildern, Legenden und Bild- Textkombinationen verzeichnet sind. Über dem

Stellenkatalog soll dann eine kognitiv orientierte Beschreibungsebene eingerichtet werden, in der Objektbeschreibungen auch in der diachronen Dimension verknüpft werden können. Ergebnisse aus früheren Projekten zur Ebstorfer Weltkarte und zum Behaim-Globus werden integriert.

Publikationen

- Görz, Günther ; Holst, Norbert: The Digital Behaim Globe (1492) . In: Bearman, David ; Trant, Jennifer (Hrsg.) : Museum Interactive Multimedia 1997: Cultural Heritage Systems - Design and Interfaces. Selected Papers from ICHIM 97 (Fourth International Conference on Hypermedia and Interactivity in Museums Paris 1997). Pittsburgh, Penn. : Archive & Museum Informatics, 1997, S. 157-173.
- Görz, Günther: Kognitive Karten des Mittelalters. Digitale Erschließung mittelalterlicher Weltkarten . In: Burckhardt, Daniel ; Hohls, Rüdiger ; Prinz, Claudia (Hrsg.) : Geschichte im Netz: Praxis, Chancen, Visionen. Beiträge der Tagung .hist 2006, Berlin, 22.–24. Februar 2006 (.hist2006 — Geschichte im Netz Berlin 22.-24.02.2006). Berlin : HU Berlin, 2006, S. 1-34. (Historisches Forum Bd. 10, Nr. 1) - ISBN 978-3-86004-205-2
- Görz, Günther: Kognitive Karten des Mittelalters . In: Houben, Hubert ; Vettere, Benedetto (Hrsg.) : Mobilità e Immobilità nel Medioevo europeo — Mobilität und Immobilität im europäischen Mittelalter (Seminario di studio dei Dottorati di ricerca di ambito medievistico delle Università di Lecce e di Erlangen Rom, Deutsches Historisches institut 01.-02.04.2004). Lecce : Congedo Editore, 2006, S. 7-28.
- Görz, Günther: "Generics and Defaults". Zum technischen Umgang mit Begriffssystemen, Standardannahmen und Ausnahmen . In: Peckhaus, Volker ; Bernhard, Peter (Hrsg.) : Methodisches Denken im Kontext. Festschrift für Christian Thiel zum 70. Geburtstag. Paderborn : mentis, 2007, S. 383-401.
- Görz, Günther: Altes Wissen und neue Technik. Zum Behaim-Globus und seiner digitalen Erschließung . In: Norica. Berichte und Themen aus dem Stadtarchiv Nürnberg (2007), Nr. 3, S. 78-87
- Görz, Günther: Martin Behaim . In: Hockey, Thomas (Hrsg.) : The Biographical Encyclopedia of Astronomers, 2 Vols.. Berlin; Heidelberg : Springer, 2007, S. 1-2.
- Baumgärtner, Ingrid ; Görz, Günther: Rezension von: Klaudios Ptolemaios, Handbuch der Geographie. Hg. Stückelberger, Alfred; Grasshoff, Bernd. Bern, 2006. . In: Historische Zeitschrift (2007), Nr. 10, S. 1-2
- Görz, Günther ; Scholz, Martin: Semantic Annotation for Medieval Cartography: The Example of the Behaim Globe of 1492 . In: Rengmann, H. et al. (Hrsg.) : 22nd General Conference of the International Council of Museums (22nd General Conference of the International Council of Museums Shanghai 7.-12.11.2010). Shanghai : ICOM / CIDOC, 2010, S. 1-14.
- Görz, Günther ; Ilyushechkina, Ekaterina ; Thiering, Martin: Towards a cognitive-linguistic reconstruction of "mental maps" from ancient texts - The example of Dionysios Periegetes . In: Sharp, Bernadette ; Zock, Michael (Hrsg.) : Proceedings of NLP-CS 2013 (10th International Workshop on Natural Language Processing and Cognitive Science Marseille 15.-17.10.2013). Marseille : CIRM, 2013, S. 20-34.

– Görz, Günther ; Lindner, Bettina: Eine digitale Transkription des ”Deutschen Ptolemaeus” . In: Magazin für digitale Editionswissenschaften 1 (2014), Nr. 1, S. 10-21

– Görz, Günther ; Scholz, Martin: Semantische Erschliessung mittelalterlicher Kartographie: Das Beispiel des Behaim-Globus von 1492 . In: Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft 60 (2014), S. 31-42

– Ilyushechkina, Ekaterina ; Görz, Günther ; Thiering, Martin: Towards a cognitive-linguistic reconstruction of the spatial orientation in ancient texts - The example of Dionysios Periegetes . In: Geus, Klaus ; Thiering, Martin (Hrsg.) : Common Sense Geography and Mental Modelling. Münster : mentis Verlag, 2014, S. 231-249.

– Dan, Anca ; Geus, Klaus ; Görz, Günther ; Guckelsberger, Kurt ; König, Viola ; Pois, Thomas ; Thiering, Martin: Common Sense Geography and ancient geographical texts . In: eTopoi. Journal for Ancient Studies 6 (2016), Nr. 1, S. 1-26

29.2.5 Papsturkundenforschung - Elektronisches Verzeichnis der europäischen Papsturkunden bis 1198 (Akademie der Wissenschaften Göttingen)

Projektleitung:
Prof. Dr. Klaus Herbers
Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Beginn: 1.1.2007
Förderer:
Akademie der Wissenschaften, Göttingen

G. Görz: Mitglied im Leitungsgremium des Projekts bei der Göttinger Akademie der Wissenschaften

Zum Jahre 2007 wurde das Projekt ”Papsturkunden des frühen und hohen Mittelalters” in das Programm der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen aufgenommen. Das Akademieprojekt ist Teil des umfassenden Großvorhabens der Pius-Stiftung und verfolgt wie jene das Ziel, die bis zum Pontifikatsbeginn Innozenz’ III. (1198) ausgestellten Papsturkunden und sonstigen Papstkontakte zu erfassen und der Wissenschaft zugänglich zu machen.

Weitere Informationen beim Lehrstuhl für mittelalterliche Geschichte

http://www.geschichte.phil.uni-erlangen.de/lehrstuehle/mittelalter/forschung/Papsturkundenverzeichnis.sh

sowie unter

http://www.papsturkunden.gwdg.de/Akademieprojekt/akademieprojekt.html

und

http://www.uni-goettingen.de/de/48534.html

29.2.6 Sprachfehler

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Günther Görz

Beteiligte:
Dipl.-Inf. Martin Hacker
Beginn: 1.4.2008

Die hohen Fehlerraten bei der sprecherunabhängigen Spracherkennung bilden eine harte Obergrenze für die Leistungsfähigkeit moderner Sprachdialogsysteme. Die Eingabemöglichkeiten sind deswegen syntaktisch und lexikalisch stark eingeschränkt. Freie, spontane Formulierungen, die dem menschlichen Kommunikationsverständnis entsprechen, können nicht verarbeitet werden. Dies führt zu erhöhter Frustrationsgefahr und mangelnder Akzeptanz beim Benutzer. Im Rahmen des Forschungsprojekts *Sprachfehler* werden Methoden des Parsings, der Computational Semantics und des Textminings mit einem empirischen Fehlermodell kombiniert, um Spracherkennungsfehler zu identifizieren und das tatsächlich Gesprochene zu rekonstruieren.

Im Bereich der lexikalischen Semantik und der Grammatikmodellierung findet eine Kooperation mit dem [Interdisziplinären Zentrum für Lexikografie, Valenz- und Kollokationsforschung]http://www.lexi.uni-erlangen.de statt.

Publikationen

- Ludwig, Bernd ; Hacker, Martin: Diagnosing Wrong Dependencies in Word Confusion Graphs Using a Two-Phase Parser . In: Kübler, Sandra ; Piskorski, Jakub (Hrsg.) : Proceedings of the LREC Workshop on Partial Parsing 2008 (Between Chunking and Deep Parsing) (Partial Parsing 2008 - Between Chunking and Deep Parsing Marrakech 01.06.2008). 2008, S. -.
- Ludwig, Bernd ; Hacker, Martin: Why is this Wrong? - Diagnosing Erroneous Speech Recognizer Output with a Two Phase Parser . In: Ghallab, Malik (Hrsg.) : Proceedings of the 18th European Conference on Artificial Intelligence (18th European Conference on Artificial Intelligence Patras 21.07.2008). Patras : IOS Press, 2008, S. 323-327.
- Hacker, Martin ; Elsweiler, David ; Ludwig, Bernd: Investigating Human Speech Processing as a Model for Spoken Dialogue Systems: An Experimental Framework . In: Coelho, Helder ; Studer, Rudi ; Wooldridge, Michael (Hrsg.) : Proceedings of ECAI 2010 (19th European Conference on Artificial Intelligence Lissabon, Portugal 16.08.10-20.08.10). Amsterdam : IOS Press, 2010, S. 1137-1138. - ISBN 978-1-60750-605-8
- Hacker, Martin: Context-aware Speech Recognition in a Robot Navigation Scenario . In: Mandl, Stefan ; Ludwig, Bernd ; Michahelles, Florian (Hrsg.) : Proceedings of the 2nd Workshop on Context Aware Intelligent Assistance (CAIA 2011 Berlin, Germany October 04, 2011). Berlin, Germany : CEUR-WS.org, 2011, S. 4-17.
- Hacker, Martin ; Nöth, Elmar: A Phonetic Similarity Based Noisy Channel Approach to ASR Hypothesis Re-Ranking and Error Detection . In: IEEE (Veranst.) : Proceedings of ICASSP 2014 (International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) Florenz 4.-9. Mai). 2014, S. 2317-2321.
- Hacker, Martin: Human Speech Processing for Pedestrian Assistance: Towards Cognitive Error Handling in Spoken Dialogue Systems . In: Endriss, Ulle ; Leite, João

(Hrsg.) : ECCAI (Veranst.) : Proceedings of the 7th European Starting AI Researcher Symposium (STAIRS-2014) at the 21st European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2014) (7th European Starting AI Researcher Symposium (STAIRS-2014) Prag 18.-19.08.2014). Amsterdam : IOS Press, 2014, S. 131-140. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications Bd. 264) - ISBN 978-1-61499-421-3

– Hacker, Martin ; Nöth, Elmar: Scoring and Re-Ranking of ASR Hypotheses Using Phoneme Error Models . In: ITG (Veranst.) : to appear in: Proceedings of the 11. ITG Symposium on Speech Communication (11. ITG-Fachtagung Sprachkommunikation Erlangen 24.-26. September). 2014, S. N.N..

29.2.7 WissKI -Wissenschaftliche KommunikationsInfrastruktur

Projektleitung:
Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Martin Scholz
Georg Hohmann, M.A.
Dr. Siegfried Krause, GNM Nürnberg
Dr. Karl-Heinz Lampe, ZFMK Bonn
Dipl.-Inf. Mark Fichtner
Beginn: 1.1.2009
Förderer:
Deutsche Forschungsgemeinschaft

Das DFG-geförderte Projekt ”WISSenschaftliche Kommunikations- Infrastruktur” wird das bekannte Konzept der Wikis zu einem wissenschaftlichen Kommunikationsmedium erweitern. Die Sicherstellung der Identität der Autorenschaft, der Authentizität der Information, die Herstellung der Zitierfähigkeit der Beiträge, Qualitätssicherung, sowie die Tiefenerschließung über CIDOC-CRM (ISO 21127) stellen die hauptsächlichen Inhalte dar.

Publikationen

– Görz, Günther ; Schiemann, Bernhard ; Oischinger, Martin: An Implementation of the CIDOC Conceptual Reference Model (4.2.4) in OWL-DL . In: Delivorrias, Angelos (Hrsg.) : Proceedings CIDOC 2008 — The Digital Curation of Cultural Heritage. (CIDOC 2008 — The Digital Curation of Cultural Heritage. Athen, Benaki Museum 15.-18.09.2008). Athen : ICOM CIDOC, 2008, S. 1-14.

– Görz, Günther ; Scholz, Martin: Content Analysis of Museum Documentation in a Transdisciplinary Perspective . In: Proceedings of the EACL 2009 Workshop on Language Technology and Resources for Cultural Heritage, Social Sciences, Humanities, and Education (LaTeCH - SHELT&R 2009). Athens, Greece : Association for Computational Linguistics, 2009, S. 1-9.

– Hohmann, Georg ; Schiemann, Bernhard: Das Projekt WissKI . In: Bock, Hans Georg ; Jäger, Willi ; Mara, Hubert ; Winckler, Michael (Hrsg.) : BOOK OF ABSTRACTS (SCCH 2009 — 2nd Conference Scientific Computing and Cultural Heritage Heidelberg University November 16th – 18th, 2009). 2009, S. 32-34.

- Görz, Günther (Hrsg.): Schwerpunkt: Kulturerbe und KI . Bremen : BöttcherIT, 2009 (Künstliche Intelligenz (Zeitschrift) Bd. 2009, Nr. 4) . - 68 Seiten. ISSN 0933-1875
- Görz, Günther ; Scholz, Martin: Adaptation of NLP Techniques to Cultural Heritage Research and Documentation . In: Luzar-Stiffler, V. et al. (Hrsg.) : Proceedings of the ITI 2010, 32nd International Conference on Information Technology Interfaces (ITI 2010, 32nd International Conference on Information Technology Interfaces Cavtat/Dubrovnik 21.-24.6.2010). Zagreb : IEEE / srce, 2010, S. 79-84.
- Görz, Günther ; Scholz, Martin: Adaptation of NLP Techniques to Cultural Heritage Research and Documentation . In: Journal of Computing and Information Technology 18 (2010), Nr. 4, S. 317-324
- Görz, Günther ; Scholz, Martin: Semantic Annotation for Medieval Cartography: The Example of the Behaim Globe of 1492 . In: Rengmann, H. et al. (Hrsg.) : 22nd General Conference of the International Council of Museums (22nd General Conference of the International Council of Museums Shanghai 7.-12.11.2010). Shanghai : ICOM / CIDOC, 2010, S. 1-14.
- Görz, Günther: Wissenschaftliche Innovation durch neue Formen der Kooperation . In: Gimmler, A. et al. (Hrsg.) : Vernunft und Innovation. Über das alte Vorurteil für das Neue. Festschrift für Walther Ch. Zimmerli zum 65. Geburtstag. München : Wilhelm Fink Verlag, 2010, S. 213-223.
- Görz, Günther: WissKI: Semantische Annotation, Wissensverarbeitung und Wissenschaftskommunikation in einer virtuellen Forschungsumgebung . In: Kunstgeschichte. Open Peer Reviewed Journal (urn:nbn:de:bvb:355-kuge-167-7) (2011), S. 1-17
- Görz, Günther: Alexander unterwegs in Ebstorf und anderswo. Ein Versuch zu kognitiven Karten, ihrer epistemologischen Rekonstruktion und logischen Implementierung . In: Glauch, Sonja ; Köbele, Susanne ; Störmer-Caysa, Uta (Hrsg.) : Projektion — Reflexion — Ferne. Räumliche Vorstellungen und Denkfiguren im Mittelalter. Berlin : de Gruyter, 2010, S. 347-368. - ISBN 978-3-11-022145-9
- Scholz, Martin ; Görz, Günther ; Wagner, Sarah ; Fichtner, Mark: Darstellung heterogenen und dynamischen Wissens mit CIDOC CRM und WissKI . In: Burr, Elisabeth (Hrsg.) : Digital Humanities im deutschsprachigen Raum 2016. Modellierung – Vernetzung – Visualisierung. Konferenzabstracts (Digital Humanities im deutschsprachigen Raum 2016. Modellierung – Vernetzung – Visualisierung. Leipzig 7.-12.3.2016). 1. Aufl. Leipzig : nisaba verlag, 2016, S. 229-232. - ISBN 978-3-941379-05-3
- Görz, Günther: Sind formale Ontologien Orthosprachen? In: Mittelstraß, Jürgen (Hrsg.) : Paul Lorenzen und die konstruktive Philosophie. 1. Aufl. Münster : mentis Verlag, 2016, S. 175-188.
- Görz, Günther ; Scholz, Martin ; Merz, Dorian: Working with WissKI — A Virtual Research Environment for Object Documentation and Object-Based Research . In: Eder, Macej ; Rybicki, Jan (Hrsg.) : Digital Humanities 2016. Conference Abstracts (Digital Humanities 2016 Krakau 11.-16.7.2016). Krakau : EADH, 2016, S. 944-945. - ISBN 978-83-942760-3-4

30 Forschungs- und Lehrallianz Praktische Softwaretechnik

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49-9131-85-28390
Fax: +49-9131-85-28809
E-Mail: dirk.riehle@cs.fau.de

Sprecher:
Prof. Dr. Dirk Riehle, MBA
Hauptmitglied:
Dr.-Ing. Klaudia Dussa-Zieger
Dr.-Ing. Martin Geier
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel
Dr.-Ing. Martin Jung
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips
Dr.-Ing. Erich Meier
Dr.-Ing. Norbert Oster, Akad. ORat
Prof. Dr. Dirk Riehle, MBA
PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
Sekretariat:
Fariba Bensing

30.1 Forschungsprojekte

30.1.1 Analyse von Code-Repositories

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen
Beteiligte:
Dipl.-Inf. Georg Dotzler
Marius Kamp, M. Sc.
Patrick Kreutzer, M. Sc.
Beginn: 1.1.2010

Bei der Weiterentwicklung von Software führen die Entwickler oftmals sich wiederholende, ähnliche Änderungen durch. Dazu gehört beispielsweise die Anpassung von Programmen an eine veränderte Bibliotheksschnittstelle, die Behebung von Fehlern in funktional ähnlichen Komponenten sowie die Parallelisierung von sequentiellen Programmteilen. Wenn jeder Entwickler die nötigen Änderungen selbst erarbeiten muss, führt dies leicht zu fehlerhaften Programmen, beispielsweise weil weitere zu ändernde Stellen übersehen werden. Wünschenswert wäre stattdessen ein automatisiertes Verfahren, das ähnliche Änderungen erkennt und mit dieser Wissensbasis Software-Entwickler bei weiteren Änderungen unterstützt.

Änderungsextraktion

In 2017 entwickelten wir ein neues Vorschlagssystem mit Namen ARES (Accurate REcommendation System). Verglichen mit bisherigen Ansätzen erzeugt es genauere Vorschläge, da seine Algorithmen Code-Verschiebungen während der Muster- und Vorschlagserzeugung berücksichtigen. Der Ansatz basiert darauf, dass zwei Versionen eines Programms miteinander verglichen werden. Das Werkzeug extrahiert dabei automatisch, welche Änderungen sich zwischen den beiden Versionen ergeben haben, und leitet daraus generalisierte Muster aus zu ersetzenden Code-Sequenzen ab. Diese Muster können anschließend von ARES dazu verwendet werden, analoge Änderungen für den Quellcode anderer Programme automatisch vorzuschlagen.

Zur Extraktion der Änderungen verwenden wir ein baumbasiertes Verfahren. Im Jahr 2016 wurde ein neuer Algorithmus (MTDIFF) für solche baumbasierten Verfahren entwickelt und gut sichtbar publiziert, der die Genauigkeit der Änderungsbestimmung verbessert.

Symbolische Ausführung von Code-Fragmenten

Im Jahr 2014 wurde ein neues Verfahren zur symbolischen Code-Ausführung namens SYFEX entwickelt, welches die Ähnlichkeit des Verhaltens zweier Code-Teilstücke bestimmt. Mit diesem Verfahren soll eine Steigerung der Qualität der Verbesserungsvorschläge erreicht werden. Abhängig von der Anzahl und Generalität der Muster in der Datenbank kann SIFE ohne das neue Verfahren unpassende Vorschläge liefern. Um dem Entwickler nur die passenden Vorschläge anzuzeigen, wird das semantische Verhalten des Vorschlags mit dem semantischen Verhalten des Musters aus der Datenbank verglichen. Weichen beide zu sehr voneinander ab, wird der Vorschlag aus der Ergebnismenge entfernt. Die Besonderheit von SYFEX besteht darin, dass es auf herausgelöste Code-Teilstücke anwendbar ist und keine menschliche Vorkonfiguration benötigt.

SYFEX wurde im Jahr 2015 verfeinert und auf Code-Teilstücke aus Archiven von verschiedenen Software-Projekten angewendet. Der Schwerpunkt im Jahr 2016 lag auf einer Untersuchung, inwieweit SYFEX zum semantischen Vergleich von Abgaben eines Programmierwettbewerbs geeignet ist. Im Jahr 2017 wurde SYFEX optimiert. Des Weiteren wurde mit der Erstellung eines Datensatzes semantisch ähnlicher Methoden aus quelloffenen Software-Archiven begonnen.

Detektion von semantisch ähnlichen Code-Fragmenten

SYFEX erlaubt es, die semantische Ähnlichkeit zweier Code-Fragmente zu bestimmen. So ist es damit prinzipiell möglich, Paare oder Gruppen von semantisch ähnlichen Code-Fragmenten (semantische Klone) zu identifizieren. Auf Grund des hohen Laufzeitaufwands verbietet sich der Einsatz von SYFEX – wie auch von anderen Werkzeugen dieser Art – allerdings, um in größeren Code-Projekten nach semantisch ähnlichen Code-Fragmenten zu suchen. Im Jahr 2016 wurde deshalb mit der Entwicklung eines Verfahrens begonnen, mit dessen Hilfe die Detektion semantisch ähnlicher Code-Fragmente beschleunigt werden kann. Grundlage dieses Verfahrens ist eine Reihe von sog. Basiskomparatoren, die zwei Code-Fragmente jeweils hinsichtlich eines Kriteriums (beispielsweise die Anzahl bestimmter Kontrollstrukturen oder die Beschaffenheit der Kontrollflussgraphen) miteinander vergleichen und dabei möglichst geringen Laufzeitaufwand haben. Diese Basiskomparatoren können anschließend zu einer Hierarchie von Verfahren verknüpft werden. Um damit die semantische Ähnlichkeit zweier Fragmente möglichst genau bestimmen zu können, wird mit Hilfe der Genetischen Programmierung nach Hier-

archien gesucht, die die von SYFEX für eine Reihe von Code-Paaren berechneten Ähnlichkeitswerte möglichst gut approximieren. Im Rahmen einer ersten Untersuchung hat sich gezeigt, dass sich das implementierte Verfahren tatsächlich für die Bestimmung von semantisch ähnlichen Code-Paaren eignet.

Die Implementierung dieses Verfahrens wurde im Jahr 2017 weiter verbessert. Zudem spielte die tiefergehende Evaluation des Verfahrens auf Basis von Methodenpaaren aus Software-Archiven sowie von Abgaben für Programmieraufgaben eine wichtige Rolle.

Semantische Code-Suche

Häufig steht die bei der Software-Entwicklung zu implementierende Funktionalität bereits in ähnlicher Form als Teil von Programmbibliotheken zur Verfügung. In vielen Fällen ist es ratsam, diese bereits vorhandene Realisierung zu verwenden statt die Funktionalität erneut zu implementieren, beispielsweise um den Aufwand für das Entwickeln und Testen des Codes zu reduzieren.

Voraussetzung für die Wiederverwendung einer für den Anwendugszweck geeigneten Implementierung ist, dass Entwickler diese überhaupt finden können. Zu diesem Zweck werden bereits heute regelmäßig Code-Suchmaschinen verwendet. Etablierte Verfahren stützen sich dabei insbesondere auf syntaktische Merkmale, d.h. der Nutzer gibt beispielsweise eine Reihe von Schlüsselwörtern oder Variablen- und Methodennamen an, nach denen die Suchmaschine suchen soll. Bei diesen Verfahren bleibt die Semantik des zu suchenden Codes unberücksichtigt. Dies führt in der Regel dazu, dass relevante, aber syntaktisch verschiedene Implementierungen nicht gefunden werden (”false negatives”) oder dass syntaktisch ähnliche, aber semantisch irrelevante Ergebnisse präsentiert werden (”false positives”). Die Suche nach Code-Fragmenten auf Basis ihrer Semantik ist Gegenstand aktueller Forschung.

Im Jahr 2017 wurde am Lehrstuhl mit der Entwicklung eines neuen Verfahrens zur semantischen Code-Suche begonnen. Der Nutzer spezifiziert dabei die gesuchte Funktionalität in Form von Eingabe-Ausgabe-Beispielen. Mit Hilfe eines aus der Literatur stammenden Verfahrens zur Funktionssynthese wird eine Methode erzeugt, die das durch die Beispiele beschriebene Verhalten möglichst genau realisiert. Diese synthetisierte Methode wird dann mit Hilfe des im Rahmen dieses Forschungsprojekts entwickelten Verfahrens zur Detektion von semantisch ähnlichen Code-Fragmenten mit den Methodenimplementierungen vorgegebener Programmbibliotheken verglichen, um ähnliche Implementierungen zu finden, die dem Nutzer als Ergebnis der Suche präsentiert werden. Eine erste Evaluation der prototypischen Implementierung zeigt die Umsetzbarkeit und Verwendbarkeit des Verfahrens.

Cluster-Bildung von ähnlichen Code-Änderungen

Voraussetzung für die Erzeugung generalisierter Änderungsmuster ist es, die Menge aller aus einem Quelltext-Archiv extrahierten Code-Änderungen in Teilmengen zueinander ähnlicher Änderungen aufzuteilen. Im Jahr 2015 wurde diese Erkennung ähnlicher Änderungen im Rahmen eines neuen Werkzeugs C3 verbessert. In einem ersten Schritt wurden verschiedene Metriken für den paarweisen Ähnlichkeitsvergleich der extrahierten Code-Änderungen implementiert und evaluiert. Darauf aufbauend wurden aus der Literatur bekannte Clustering-Algorithmen evaluiert und neue Heuristiken zur automatisierten Bestimmung der jeweiligen Parameter implementiert, um das bisherige naive Verfahren zur Identifizierung ähnlicher Änderungen zu ersetzen. Mit den im Rahmen

von C3 implementierten Verfahren konnte im Vergleich zum bisherigen Ansatz eine deutliche Verbesserung erzielt werden. So können mit den neuen Verfahren mehr Gruppen ähnlicher Änderungen identifiziert werden, die sich für die Weiterverarbeitung im Rahmen von SIFE zur Generierung von Vorschlägen eignen.

Die zweite Verbesserung zielt darauf ab, die erhaltenen Gruppen ähnlicher Änderungen zusätzlich automatisiert zu verfeinern. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Verfahren aus dem Umfeld des maschinellen Lernens zur Ausreißererkennung untersucht, um Änderungen, die fälschlicherweise einer Gruppe zugeordnet wurden, wieder zu entfernen.

Im Jahr 2016 wurde C3 um eine weitere Metrik zum Vergleich zweier Code-Änderungen erweitert, die im Wesentlichen den textuellen Unterschied zwischen den Änderungen (wie er beispielsweise von dem Unix-Werkzeug 'diff' erzeugt wird) bewertet. Des Weiteren wurde das in C3 implementierte Verfahren im Rahmen eines Konferenzbeitrags veröffentlicht. In diesem Zusammenhang wurde auch der zur Evaluation des Verfahrens erzeugte Datensatz von Gruppen ähnlicher Änderungen unter einer Open-Source-Lizenz veröffentlicht, siehe https://github.com/FAU-Inf2/cthree . Dieser kann zukünftigen Arbeiten als Referenz oder Eingabe dienen. Außerdem wurden prototypisch Verfahren implementiert, mit denen die Ähnlichkeitsberechnung und das Clustering in C3 inkrementell erfolgen können. Diese erlauben es, dass bei neuen Änderungen, die zu einem Software-Archiv hinzugefügt werden, die zuvor bereits berechneten Ergebnisse weiterverwendet werden können und nur ein Teil der Arbeit wiederholt werden muss.

30.1.2 Design for Diagnosability

Projektleitung:
Prof. Dr. Michael Philippsen
Beteiligte:
Dr.-Ing. Josef Adersberger
Florian Lautenschlager, M. Sc.
Laufzeit: 15.5.2013–30.9.2018
Förderer:
IuK Bayern

Viele Software-Systeme verhalten sich während der Testphase oder sogar im Regelbetrieb im negativen Sinne auffällig. Die Diagnose und die Therapie solcher Laufzeitanomalien ist oft langwierig und aufwändig bis hin zu unmöglich. Mögliche Folgen bei der Verwendung des Software-Systems sind lange Antwortzeiten, nicht erklärbares Verhalten oder auch Abstürze. Je länger die Folgen unbehandelt bleiben, desto höher ist der entstehende wirtschaftliche Schaden.

"Design for Diagnosability" beschreibt eine Werkzeugkette mit Modellierungssprachen, Bausteinen und Werkzeugen, mit denen die Diagnosefähigkeit von Software-Systemen gesteigert wird. Mit dieser Werkzeugkette werden Laufzeitanomalien schneller erkannt und behoben – idealerweise noch während der Entwicklung des Software-Systems. Unser Kooperationspartner QAware GmbH bringt ein Software EKG ein, mit dem die Exploration von Laufzeit-Metriken aus Software-Systemen, visualisiert als Zeitreihen, möglich ist.

Das Forschungsprojekt Design for Diagnosability erweitert das Umfeld dieses bestehenden Software-EKG. Die Software-Blackbox misst minimal-invasiv technische und fachliche Laufzeitdaten des Systems. Die Speicherung der erfassten Daten erfolgt in Form von Zeitreihen in einer neu entwickelten Zeitreihendatenbank Chronix. Chronix ist darauf ausgelegt, eine Vielzahl an Zeitreihen äußerst effizient hinsichtlich Speicherplatzbedarf und Zugriffszeiten zu speichern. Chronix ist ein Open Source Projekt (www.chronix.io) und kann frei benutzt werden. Die Zeitreihen werden mit der Time-Series-API analysiert, z.B. mittels einer automatisierten Strategie zur Erkennung von Ausreißern. Die Time-Series-API bietet Grundbausteine, um weitere Strategien zur Identifikation von Laufzeitanomalien in Zeitreihen umzusetzen.

Die aufgeführten Werkzeuge werden in Kombination mit dem bestehenden Software-EKG zum Dynamic Analysis Workbench ausgebaut, um eine zeitnahe Diagnose und Behebung von Laufzeitanomalien zu ermöglichen. Hierzu sind Diagnosepläne vorgesehen, die einen Software-Entwickler unterstützen, eine Laufzeitanomalie schneller und zuverlässiger einzugrenzen und zu erkennen. Das Ziel der Werkzeugkette ist die Qualität von Software-Systemen zu erhöhen, insbesondere hinsichtlich der Kennzahlen Mean-Time-To-Repair sowie Mean-Time-Between-Defects.

Vor dem erfolgreichen Projektabschluss im Juli 2016 konnten noch eine Reihe wesentlicher Beiträge geleistet werden:

- Wir haben Chronix und ein Framework zur verteilten Berechnung gekoppelt. Dadurch skaliert die Anomalieanalyse jetzt auf riesige Mengen an Zeitreihendaten.
- Wir haben Chronix fortentwickelt und weitere Komponenten ergänzt, wie z. B. ein noch effizienteres Speichermodell, mehrere Adapter für diverse Zeitreihendatenbanken, weitere server-seitige Analysefunktionen und neue Zeitreihentypen.
- Wir haben unseren Benchmark für Zeitreihendatenbanken veröffentlicht.
- Wir haben zur Analyse von Anomalien einen Ansatz entwickelt, der Aufrufe ausgehend von der Anwendung bis hinein auf die Betriebssystemebene nachvollzieht.

Obwohl die Förderung im Jahr 2016 auslief, haben wir im Jahr 2017 noch weitere Beiträge geleistet:

- Wir haben Chronix auf der USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST) im Februar 2017 in Santa Clara, CA, vorgestellt.
- Wir haben Chronix mit Schnittstellen ausgestattet, um in der Industrie verwendete Zeitreihendatenbanken anzubinden.
- Wir haben einen Ansatz entwickelt, der für eine gegebene Analyse (Funktion und zu analysierende Zeitreihen) die ideale Cluster-Konfiguration (bzgl. Verarbeitungszeit und Kosten) bestimmt.
- Wir haben Spark, ein Rahmenwerk zur verteilten Verarbeitung von Massendaten so erweitert, dass die GPU bei der verteilten Analyse von Zeitreihen genutzt werden kann. Ergebnisse haben wir auf der Apache Big Data Konferenz im Mai 2017 in Miami, Florida, vorgestellt.

A Arbeitsberichte des Departments Informatik 1999 - 2016

In letzter Zeit sind folgende Arbeitsberichte des Instituts für Informatik erschienen:

Band 32

Nr. 1 Katoen, Joost-Pieter:
Concepts, Algorithms, and Tools for Model Checking
(Juni 1999)

Nr. 25 Stein, Katrin:
Integration von Anwendungsprozeßmodellierung und Workflow-Management
(Juli 1999)

Nr. 3 Geiger-Hilk, Ralph:
Kommunikationsplanung in busgekoppelten Mehrrechnersystemen
(Juli 1999)

Nr. 4 Koppe, Christoph:
Systemintegration des User-Level-Scheduling – Betriebssystemdienste zur Unterstützung der parallelen Programmierung
(Juli 1999)

Nr. 5 Riechmann, Thomas:
Sicherheit in verteilten, objektorientierten Systemen
(Juli 1999)

Nr. 6 Reitzner, Stephan:
Koordinierung in nebenläufigen, objektorientierten Systemen
(August 1999)

Nr. 7 Hermanns, Holger:
Interactive Markov Chains
(September 1999)

Nr. 8 Hastreiter, Peter:
Registrierung und Visualisierung medizinischer Bilddaten unterschiedlicher Modalitäten
(September 1999)

Nr. 9 Teitzel, Christian:
Adaptive Methods and Hierarchical Data Structures for Interactive Three-Dimensional Flow Visualization
(September 1999)

Nr. 10 Heinl, Petra:
Entwicklung und Einsatz eines Qualitätsmodells für Workflow-Management-Anwendungen
(September 1999)

Nr. 11 Lotter, Norbert:
System Integration in the Design Process of the Manufacturing Industry based on OMG and ISO Standards
(September 1999)

Nr. 12 Teschke, Michael:
Datenkonsistenz in Data Warehouse Systemen
(November 1999)

Nr. 13 Allmaier, Susann:
Parallele Lösungen für stochastische Modellierung
(Dezember 1999)

Nr. 14 Jahresbericht 1999 der Informatik
(März 2000)

Band 33

Nr. 1 Weigand, Ulrich:
Zur deskriptiven Komplexität von monadischen Logiken der zweiten Stufe
(Februar 2000)

Nr. 2 Lemmen, Frank:
Spezifikationsgesteuertes Monitoring zur Integration der Leistungsbewertung in den formalen Entwurf von Kommunikationssystemen
(Februar 2000)

Nr. 3 Buchacker, Kerstin:
Definition und Auswertung erweiterter Fehlerbäume für die Zuverlässigkeitsanalyse technischer Systeme
(Juli 2000)

Nr. 4 Jahresbericht 2000 der Informatik
(März 2001)

Band 34

Nr. 1 Albrecht, Jens:
Anfrageoptimierung in Data-Warehouse-Systemen auf Grundlage des multidimensionalen Datenmodells
(Januar 2001)

Nr. 2 Hodek, Roman:
Synchronisation von Dateibäumen mit Hilfe von Graphtransformationssystemen
(Januar 2001)

Nr. 3 Jablonski, Stefan (Hrsg.):
Von der Anwenderanalyse zu ersten Systemkonzepten für Workflow-Management-Lösungen Bericht des Transferbereichs 21
Operationales Prozess- und Datenmanagement für Großprojekte im Anlagenbereich
(Januar 2001)

Nr. 4 Meier, Erich:
Administrative Skalierbarkeit verteilter Systeme
(Februar 2001)

Nr. 5 Lehner, Wolfgang (Hrsg.):
Advanced Techniques in Personalized Information Delivery
(Februar 2001)

Nr. 6 Steckermeier, Martin:
Virtuelle, private Rechner Eine Software-Architektur für verteilte Anwendungen
(April 2001)

Nr. 7 Geier, Martin:
Fragmentierte Objekte für die Implementierung mobiler Agenten
(April 2001)

Nr. 8 Günzel, Holger:
Darstellung von Veränderungen im multidimensionalen Datenmodell
(Juni 2001)

Nr. 9 Greiner, Stefan:
Modeling and Analysis of Operating Systems Using Extended QN Techniques and Petri Nets
(Juni 2001)

Nr. 10 Christ, Volko:
Visualisierung quantitativer Markterfolgsdaten – Möglichkeiten und Grenzen der automatisierten Erstellung von Präsentationen im Marktforschungsbereich
(Juni 2001)

Nr. 11 Schröder, Michael:
Automatische Objekt- und Threadverteilung in einer virtuellen Maschine
(Juli 2001)

Nr. 12 Schamburger, Ralf:
Integrierte Betrachtung von Anwendungen und Systemen zur verteilten Workflow-Bearbeitung
(August 2001)

Nr. 13 German, Reinhard; Lüthi, Johannes; Telek, Miklós (Eds.):
Proceedings of the Fifth International Workshop on Performability Modeling of Computer and Communication Systems, September 15-16, 2001, Erlangen
(September 2001)

Nr. 14 Dalibor, Stefan:
Erstellung von Testplänen für verteilte Systeme durch stochastische Modellierung
(September 2001)

Nr. 15 Paulus, Dietrich; Denzler, Joachim (Hrsg.):
Siebter Workshop Farbbildverarbeitung 4. - 5. Oktober 2001, Erlangen
(Oktober 2001)

Nr. 16 Volle, Victor:
Verteilte Konfigurationsverwaltung im Kontext des Software Engineering Prozesses
(Oktober 2001)

Nr. 17 Rosewitz, Martin:
PBK-Editor Ein Werkzeug zur Erstellung von WWW-gestützten Produktberatungskomponenten
(Oktober 2001)

Nr. 18 Jahresbericht 2001 der Informatik
(März 2002)

Band 35

Nr. 1 Billing, Gunnar:
Integrierte Hardware- und Softwareplanung flexibler Fertigungssysteme
(März 2002)

Nr. 2 Haworth, Brigid:
Structural Coverage Criteria for Testing Object-Oriented Software
(März 2002)

Nr. 3 Dörfel, Matthias; Dulz, Winfried; Herzog, Ulrich; Hofmann, Richard; Kerber, Lennard; Mitschele-Thiel, Andreas; Münzenberger, Ralf; Spitz, Simone; Slomka, Frank:
Methodology and Tools for the Development of Optimized Real-time Systems with SDL/MSC and VHDL
(September 2002)

Nr. 4 Schlesinger, Lutz; Hümmer, Wolfgang; Bauer, Andreas (Hrsg.):
Heterogene Informationssysteme
(September 2002)

Nr. 5 Rezk-Salama, Christof:
Volume Rendering Techniques for General Purpose Graphics Hardware
(September 2002)

Nr. 6 Hilgers, Ursula:
Dienstgüteunterstützung in Weitverkehrsnetzen
(Dezember 2002)

Nr. 7 Jahresbericht 2002 der Informatik
(März 2003)

Band 36

Nr. 1 Kokai, Dr.-Ing. G.:
Erfolge und Probleme evolutionärer Algorithmen, induktiver logischer Programmierung und ihrer Kombination
(Mai 2003)

Nr. 2 Horn, Stefan:
Die schemabasierte Modellierung und Steuerung von Projektvorgängen
(Mai 2003)

Nr. 3 Kipfer, Peter:
Distribution and Parallelization Strategies for Integrated Simulation, Visualization, and Rendering Systems
(Mai 2003)

Nr. 4 Dreßler, Falko
Monitoring of Multicast Networks for Time-Synchronous Communication
(Mai 2003)

Nr. 5 Gröbner, Matthias:
Ein Modell zur Beschreibung und Lösung von Zeitplanungsproblemen
(Juli 2003)

Nr. 6 Michael Golm:
The Structure of a Type-Safe Operating System
(August 2003)

Nr. 7 Becker, Ulrich:
Verteilung von objektorientierten Anwendungen auf der Basis des Entwurfs-Modells
(September 2003)

Nr. 8 Bauer, Andreas:
Datenallokation und Anfrageoptimierung in verteilten, föderierten Data-Warehouse-Systemen
(November 2003)

Nr. 9 Jahresbericht 2003 der Informatik (Nur in elektronischer Form)
(März 2004)

Band 37

Nr. 1 Meyer-Kayser, Joachim:
Automatische Verifikation stochastischer Systeme
(Januar 2004)

Nr. 2 Lejmi, Habib:
Verbindung von Electronic Commerce und Logistik über virtuelle B2B-Marktplätze
(Juli 2004)

Nr. 3 Bradl, Peter: Einsatz von System Dynamics in der strategischen Unternehmensplanung – Prototypische Implementierungen unter besonderer Berücksichtigung der Erfordernisse von Zu- und Abgangssystemen
(August 2004)

Nr. 4 Zinn, Claus:
Understanding Informal Mathematical Discourse
(September 2004)

Nr. 5 Rastofer, Uwe:
Modeling Component- Based Embedded Real-Time Systems
(Dezember 2004)

Nr. 6 Mohr, Marcus:
Simulation of Bioelectric Fields: The Forward and Inverse Problem of Electro-encephalographic Source Analysis
(Dezember 2004)

Nr. 7 Jahresbericht 2004 der Informatik (Nur in elektronischer Form)
(März 2005)

Band 38

Nr. 1 Vogelgsang, Christian:
The lgf3 Project: (lumigraph framework version 3). A Versatile Implementation Framework for Image-Based Modeling and Rendering
(Mai 2005)

Nr. 2 Schnitzer, Bernd:
Sicherheitsbewertung verteilter komponentenbasierter Programmsysteme
(Juli 2005)

Nr. 3 Mertens, Peter; Große-Wilde, Jörn; Wilkens, Ingrid:
Die (Aus-)Wanderung der Softwareproduktion. Eine Zwischenbilanz
(Juli 2005)

Nr. 4 Barner, Jörg:
A Lightweight Formal Method for the Prediction of Non-Functional System Properties
(Oktober 2005)

Nr. 5 Jahresbericht 2005 der Informatik (Nur in elektronischer Form)
(Juli 2006)

Band 39

Nr. 1 Dachsbacher, Carsten:
Interactive Terrain Rendering: Towards Realism with Procedural Models and Graphics Hardware
(April 2006)

Nr. 2 Essafi, Lassaad:
Performance Analysis of Time Dependent Priorities and Application to Differentiated Services and Call Centers (Leistungsanalyse zeitabhängiger Prioritäten und ihre Anwendung bei Differentiated Services und Call Centern)
(April 2006)

Nr. 3 Ittner, Jan:
Software-Assisted Tailoring of Process Descriptions (Softwaregestütztes Anpassen von Prozessbeschreibungen)
(April 2006)

Nr. 4 Klein, Arno:
Methoden zur effizienten Produktion und Verwendung von videomedialen Lernmodulen
(Mai 2006)

Nr. 5 Weißel, Andreas:
Operating System Services for Task-Specific Power Management
(Dezember 2006)

Band 40

Nr. 1 Truchat, Sébastien:
Rekonfiguration von mobilen autonomen Diensten in heterogener Umgebung
(Januar 2007)

Nr. 2 Oster, Norbert:
Automatische Generierung optimaler struktureller Testdaten für objekt-orientierte Software mittels multi-objektiver Metaheuristiken
(Februar 2007)

Nr. 3 Gilani, Wasif:
A Family-Based Dynamic Aspect Weaver
(Mai 2007)

Nr. 4 Stefan Kubica:
Variantenmanagement modellbasierter Funktionssoftware mit Software-Produktlinien
(Juli 2007)

Nr. 5 Wolfgang Frieß:
Integration von konfigurierbaren Softwaremodulen in eingebettete Systeme
(August 2007)

Nr. 6 Dorit Merhof:
Reconstruction and Visualization of Neuronal Pathways from Diffusion Tensor Data
(Oktober 2007)

Nr. 7 Rüdiger Kapitza:
Providing Decentralised Adaptive Services
(November 2007)

Nr. 8 Jahresbericht 2006/2007 der Informatik (Nur in elektronischer Form)
(Juni 2008)

Band 41

Nr. 1 Jahresbericht 2008 der Informatik (Nur in elektronischer Form)
(April 2009)

Band 42

Nr. 1 Manfred Ernst:
Ray Tracing Techniques for Hybrid and Photorealistic Rendering
(September 2009)

Nr. 2 Jahresbericht 2009 der Informatik (Nur in elektronischer Form)
(April 2010)

Band 43

Nr. 1 Sven Söhnlein:
Quantitative Bewertung der Softwarezuverlässigkeit komponentenbasierter Systeme durch statistische Auswertung der Betriebserfahrung
(Oktober 2010)

Nr. 2 Jahresbericht 2010 der Informatik (Nur in elektronischer Form)
(April 2011)

Band 44

Nr. 1 Jahresbericht 2011 der Informatik (Nur in elektronischer Form)
(April 2012)

Band 45

Nr. 1 Jahresbericht 2012 der Informatik (Nur in elektronischer Form) (April 2013)

Band 46

Nr. 1 Jahresbericht 2013 der Informatik (Nur in elektronischer Form) (April 2014)

Band 47

Nr. 1 Jahresbericht 2014 der Informatik (Nur in elektronischer Form) (Juni 2015)

Band 48

Nr. 1 Jahresbericht 2015 der Informatik (Nur in elektronischer Form) (April 2016)

Band 49

Nr. 1 Jahresbericht 2016 der Informatik (Nur in elektronischer Form) (April 2017)

Band 50

Nr. 1 Jahresbericht 2017 der Informatik (Nur in elektronischer Form) (September 2018)

B Online-Reihe Technical Reports

Im Jahr 2010 wurde die Online-Reihe des Departments Technical Reports (ISSN 2191-5008) eingerichtet.

Das Inhaltsverzeichnis sowie die Schriften sind unter folgender URL abrufbar: https://opus4.kobv.de/opus4-fau/solrsearch/index/search/searchtype/series/id/9 (Stand: April 2017)