Arbeitsberichte des Instituts für Informatik
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg

Band 38 • Nummer 5 • Juli 2006

Jahresbericht 2005 der Informatik

Herausgeber: M. Dal Cin, R. German, G. Görz, G. Greiner, U. Herzog, F. Hofmann, J. Hornegger, S. Jablonski, K. Leeb, K. Meyer-Wegener, H. Müller, H. Niemann, Ch. Pflaum, M. Philippsen, U. Prokosch, U. Rüde, F. Saglietti, H. J. Schneider, W. Schröder-Preikschat, M. Stamminger, H. Stoyan, J. Teich, R. Wanka, H. Wedekind

Die Reihe der Arbeitsberichte des Instituts für 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

Universität Erlangen-Nürnberg
Institut für Informatik
Martensstr. 3
91058 Erlangen

Tel.: +49.9131.85.28807
Fax: +49.9131.85.28781
E-Mail: info@informatik.uni-erlangen.de
WWW: http://www.informatik.uni-erlangen.de/

© Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Informatik 2006

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

Inhalt

Einleitung **1**
Forschungsschwerpunkte 3
Lehre 5
Besondere Ereignisse 2005 10

Lehrstuhl für Informatik 1 (Theoretische Informatik) **15**

Lehrstuhl für Informatik 2 (Programmiersprachen und Programmiermethodik) **17**

Lehrstuhl für Informatik 3 (Rechnerarchitektur) **33**

Lehrstuhl für Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme) **49**

Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung) **79**

Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenbanksysteme) **115**

Professur für Informatik (Datenbanksysteme) **151**

Chair of Computer Science 7 (Computer Networks and Comunication Systems) . . . **153**

Lehrstuhl für Informatik 8 (Künstliche Intelligenz) **185**

Lehrstuhl für Informatik 9 (Graphische Datenverarbeitung) **205**

Professur für Informatik (Graphische Datenverarbeitung und Visualisierung) **236**

Lehrstuhl für Informatik 10 (Systemsimulation) **237**

Professur für Informatik (Numerische Simulation mit Höchstleistungsrechnern) . . . **254**

Lehrstuhl für Informatik 11 (Software Engineering) **259**

Lehrstuhl für Informatik 12 (Hardware-Software-Co-Design) **279**

Informatik-Forschungsgruppe M (Medizinische Informatik) **305**

Informatik-Sammlung Erlangen (ISER) **319**

Anhang **305**
Dissertationen am Institut für Informatik im Jahr 2005 323
Arbeitsberichte des Instituts für Informatik 1999 - 2005 327

Jahresbericht 2005 des Instituts für Informatik an der Universität Erlangen-Nürnberg

1 Einleitung

Das “Institut für 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 Instituten 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 Instituts. Seit 1972 ist das Institut kontinuierlich gewachsen auf nunmehr zwölf Lehrstühle und eine Forschungsgruppe:

Informatik 1 **Theoretische Informatik**
(Prof. Dr. K. Leeb)

Informatik 2 **Programmiersprachen und Programmiermethodik**
(Prof. Dr. M. Philippsen)

Informatik 3 **Rechnerarchitektur**
(Prof. Dr. M. Dal Cin (bis 30.09.2005)
Komm. Leitung: Prof. Dr. M. Philippsen (seit 01.10.2005))

Informatik 4 **Verteilte Systeme und Betriebssysteme**
(Prof. Dr.-Ing. W. Schröder-Preikschat)

Informatik 5 **Mustererkennung**
(Prof. Dr.-Ing. H. Niemann (bis 30.09.2005), Prof. J. Hornegger)

Informatik 6 **Datenbanksysteme**
(Prof. Dr.-Ing. K. Meyer-Wegener, Prof. Dr.-Ing. S. Jablonski)

Informatik 7 **Rechnernetze und Kommunikationssysteme**
(Prof. Dr.-Ing. R. German)

Informatik 8 **Künstliche Intelligenz**
(Prof. Dr. H. Stoyan, Prof. Dr.-Ing. G. Görz)

Informatik 9 **Graphische Datenverarbeitung**
(Prof. Dr. G. Greiner, Prof. Dr.-Ing. M. Stamminger)

Informatik 10 **Systemsimulation**
(Prof. Dr. U. Rüde, Prof. Dr. C. Pflaum)

Informatik 11 **Software Engineering**
(Prof. Dr. F. Saglietti)

Informatik 12 **Hardware-Software-Co-Design**
(Prof. Dr.-Ing. J. Teich, Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka)

Informatik M **Forschungsgruppe Medizininformatik**
(Prof. Dr. H.-U. Prokosch, Inhaber des Lehrstuhls für Medizinische Informatik an der Medizinischen Fakultät und Leiter des Med. Zentrums für Informations- und Kommunikationstechnik (seit 01.01.2005))

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)
- Prof. em. Dr.-Ing. H. Niemann (30.09.2005)
- Prof. em. Dr. P. Mertens; Zweitmitglied aus der WiSo (30.09.2005)

1.2 Professoren im Ruhestand

- Prof. Dr.-Ing. U. Herzog (31.03.2004)
- Prof. Dr. M. Dal Cin (30.09.2005)

1.3 Honorarprofessoren

- Prof. Dr. H. Billing
- Prof. Dr.-Ing. H. Fromm (IBM Sindelfingen)
- Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel (methodpark software AG)
- Prof. Dr.-Ing. M. Kaiserswerth (IBM)
- Prof. Dr. G. Nees (Siemens AG, Erlangen)
- Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips (BASYS GmbH)

1.4 Außerplanmäßige Professoren

- Prof. Dr. D. Schütt (Siemens AG, München)
- Prof. Dr. V. Strehl (Institut für Informatik)

1.5 Externe Lehrbeauftragte

- Dr.-Ing. Thomas Wittenberg, Fraunhofer IIS
- Dr. rer. nat. Ralph Kummetz, 3SOFT GmbH
- Dr.-Ing. Jörg Nilson, 3SOFT GmbH
- Dr.-Ing. Ulrich Zahner, Siemens AG TS
- Dr.-Ing. Michael Tielemann, Datev Nürnberg

- Prof. Michael Jostmeier, FH Nürnberg
- Prof. Jürgen Schopper, FH Nürnberg
- PD Dr. Thomas Ruf, GfK Marketing Services GmbH Nürnberg
- Dr.-Ing. Uwe Hehn, methodpark software AG
- Dr.-Ing. Michael Müller, Cogneon GmbH
- Dr. rer. nat. Klaus Kreisel, Emmy-Noether-Gymnasium
- Dipl.-Ing. Hans Holm Frühauf, Fraunhofer IIS
- Dr. rer. nat. Björn Heismann, Siemens Medical Solutions
- Dr.-Ing. Georg Heidenreich, Siemens Medical Solutions
- Dr. rer. nat. Gerhard Wellein, RRZE
- Dr.-Ing. Michael Scheuering, Siemens Medical Solutions
- Dr. Josef Schneeberger, SCHEMA GmbH

1.6 Geschäftsführender Vorstand

Geschäftsführender Vorstand war bis zum 30.09.2005 Herr Prof. Dr. Michael Philippsen. Danach wurde das Amt von Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat übernommen.

1.7 Sprecher der Studienkommission

Sprecher der Studienkommission war bis zum 01.11.2005 Prof. Dr. Stefan Jablonski. Dieses Amt wurde von Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka übernommen.

1.8 Geschäftsstellenleitung

Leiter der Geschäftsstelle des Instituts ist Dr.-Ing. Claus-Uwe Linster.

2 Forschungsschwerpunkte

Das Institut für Informatik zeichnet sich durch eine ausgeprägte Vernetzung mit den anderen Instituten der Fakultät aus.

Seine Lehrstühle decken die Grundlagen und Spezialthemen der Informatik umfassend in Forschung und Lehre ab und nehmen im nationalen und internationalen Vergleich eine herausragende Stellung ein.

Zentrale und zukunftsweisende Forschungsthemen des Instituts für Informatik sind:

- Eingebettete Systeme
- Medizintechnik
- Analyse und Synthese von Sprach- und Bilddaten

- Wissens- und Datenmanagement
- Kommunikation und Verteilte Systeme
- Modellierung und Simulation
- High Performance Computing
- Software Reliability Engineering

Enge Kooperation und gemeinsame Arbeitsgruppen bestehen mit dem Fraunhofer IIS in den Bereichen

- Autonome Systeme
- Adaptive Systemsoftware
- Hardware-Software-Co-Design
- Bildverarbeitung und Medizintechnik
- System Design

Darüber hinaus ist das Institut an folgenden Forschungsverbünden und Sonderforschungsbereichen beteiligt:

- KONWIHR (http://konwihr.in.tum.de) "Kompetenznetzwerk für Technisch-Wissenschaftliches Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Bayern"
- FORSIP (http://www.forsip.de) "Bayerische Forschungsverbund für Situierung, Individualisierung und Personalisierung in der Mensch-Maschine-Interaktion"
- Sonderforschungsbereich 376 (http://wwwcs.uni-paderborn.de/SFB376) "Massive Parallelität: Algorithmen - Entwurfsmethoden - Anwendungen"
- Sonderforschungsbereich 539 (http://www.sfb539.forschung.uni-erlangen.de) "Glaukome einschließlich Pseudeoexfoliations-Syndrom (PEX)"
- Sonderforschungsbereich 603 (http://sfb-603.uni-erlangen.de) "Modellbasierte Analyse und Visualisierung komplexer Szenen und Sensordaten"
- Sonderforschungsbereich 694 (http://www.qfm.uni-erlangen.de) "Intelligente und zuverlässige Elektronik fürs Auto"

Die Vielzahl von industriellen Kooperationsbeziehungen ist jeweils bei den Lehrstühlen dokumentiert.

2.1 Veröffentlichungsreihen

Arbeitsberichte des Instituts für Informatik, ISSN 1611-4205

3 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 Institut für Informatik bietet folgende Studiengänge an:

- Informatik Diplom
- Computational Engineering Bachelor
- Computational Engineering Master
- Didaktik der Informatik (Lehramt)
- Informations- und Kommunikationstechnik Diplom

Der interdisziplinäre Studiengang Informations- und Kommunikationstechnik wird gemeinsam vom *Institut für Informatik* und dem *Institut für Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik* getragen.

Geplant ist, ab WS 2007/2008 das Informatikstudium als Bachelor- und Masterstudium einzuführen.

In Kooperation mit der TU-München werden zwei von der Bayerischen Staatsregierung eingerichtete Elite-Studiengänge angeboten:

- Bavarian Graduate School of Computational Engineering
- Systeme der Informations- und Multimediatechnik

Informationen zum aktuellen Vorlesungsangebot (http://univis.uni-erlangen.de/go/lec) stehen im UnivIS (http://univis.uni-erlangen.de).

3.1 Statistik zum WS 2005/2006:

3.1.1 Studiengang Informatik Diplom

Anfänger: 129, davon 17 weibl. (Vorjahr 149)
Gesamt: 852, davon 91 weibl. (Vorjahr 941)

3.1.2 Studiengang Computational Engineering Bachelor

Anfänger: 17, davon 2 weibl. (Vorjahr 26)
Gesamt: 88, davon 28 weibl. (Vorjahr 127)

3.1.3 Studiengang Computational Engineering Master

Anfänger: 33, davon 11 weibl. (Vorjahr 45)
Gesamt: 111, davon 28 weibl. (Vorjahr 110)

Der internationale und interdisziplinäre Master-Studiengang stößt nach wie vor auf reges Interesse. Die Anzahl der Anfragen liegt bei etwa 2000 pro Jahr. Nach einem mehrstufigen Auswahlvorgang werden zwischen 30 und 40 Studierende zu einem Orientierungssemester zugelassen, welches bestanden werden muss, um in das Masters-Programm übernommen zu werden. Die Einführung des Orientierungssemesters hat sich bewährt, da das Vorwissen der Bewerber trotz guter Zeugnisse, die natürlich eine Voraussetzung für die Zulassung sind, erfahrungsgemäß sehr unterschiedlich ist. Auch Absolventen deutscher Fachhochschulen zeigen nach wie vor Interesse am Masters-Programm, wie die Anfragen und Bewerbungen belegen.

3.1.4 Studiengang Informations- und Kommunikationstechnik

Anfänger: 82, davon 10 weibl. (Vorjahr 93)
Gesamt: 193, davon 22 weibl. (Vorjahr 142)

Im WS 2003/2004 startete der neue interdisziplinäre Diplom-Studiengang IuK mit der Zielsetzung, fundierte Kenntnisse zu vermitteln, die für die Forschung und Entwicklung moderner softwareorientierter Kommunikationssysteme und Eingebetteter Systeme dringend benötigt werden.

Im Verlauf des 9-semestrigen Studiengangs, inklusive Industriepraktikum, mit dem akademischen Abschluss Diplom-Ingenieur(in) Univ. konzentriert sich der Informatik-Anteil vor allem auf anwendungsorientierte Informatik-Themen. Hierzu zählen Algorithmik, Programmieren, Softwaresysteme, Software-Engineering, Betriebssysteme, Hardware-Software-Codesign

sowie Protokollentwurf und Kommunikationssysteme. Die Ausbildung auf den Gebieten Elektronik, Elektrotechnik und Informationstechnik, vertreten durch das EEI-Institut der Technischen Fakultät, beinhaltet die digitale Signalverarbeitung, Informationsübertragung, Multimediakommunikation, elementare Grundlagen der Elektrotechnik und den Entwurf digitaler Schaltungen.

Weitere Informationen zum Studiengang sind im Internet unter http://www.lnt.de/ikt/ abrufbar.

3.1.5 Informatik als Lehramt

Anfänger: 22, davon 4 weibl. (Vorjahr 22); in Fortbildung zusätzlich 10
Gesamt: 47, davon 14 weibl. (Vorjahr 34); in Fortbildung zusätzlich 25

In Bayern ist das Fach Informatik (bzw. Informationstechnologie) zum Pflichtfach an Gymnasien und Realschulen geworden und wird ab sofort jahrgangsweise in den Lehrplan aufgenommen. Wegen der jahrgangsweisen Einführung des Faches an den Schulen ist ab spätestens 2007 mit einem sprunghaft ansteigenden Bedarf an Informatik-Lehrern zu rechnen. Frühe Studienanfänger haben daher voraussichtlich exzellente Berufsaussichten.

Das Institut für Informatik der Universität Erlangen-Nürnberg bietet seit dem Wintersemester 2003/2004 die entsprechenden Lehramtsstudiengänge für alle Schulformen an. Dabei können alle von der Lehramtsprüfungsordnung zugelassenen Kombinationsfächer (Mathematik, Physik, Englisch und Wirtschaftswissenschaften) gewählt werden. Für die Didaktikausbildung der zukünftigen Lehrer ist am Institut für Informatik seit 1.4.2005 eine Professur für Didaktik der Informatik eingerichtet.

Weitere Informationen zum Studiengang finden sich im Internet unter

http://www.informatik.uni-erlangen.de/DE/Studies/Lehramt/

3.1.6 Gesamtzahlen

Anfänger: 252, davon 39 weibl. (Vorjahr 288)
Gesamt: 1.220, davon 172 weibl. (Vorjahr 1.283)

Die Zahlen des Diplom-Studiengangs Informations- und Kommunikationstechnik werden jeweils hälftig der Informatik und der Informations- und Elektrotechnik zugerechnet.

3.2 Exportleistung des Instituts für 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

3.3 CIP-Pools der Informatik

(http://wwwcip.informatik.uni-erlangen.de)

3.3.1 Technische Ausstattung

Der CIP-Pool der Informatik gliedert sich in 4 Räume:

Klassenraum 00.156:	17 Arbeitsplätze (Sun Rays), Beamer
Klassenraum 01.155-NB:	10 Arbeitsplätze (PCs/Linux)

Vorzugsweise für Übungen im Grundstudium:

Terminalraum 01.155:	50 Arbeitsplätze (PCs/Linux) 5 Arbeitsplätze (Sun Rays)

Vorzugsweise für Arbeiten und Übungen im Hauptstudium:

Terminalraum 02.151:	50 Arbeitsplätze (PCs/Linux) 19 Arbeitsplätze (Sun Rays)

zusätzlich für Anforderungen auf Basis von Microsoft-Systemen:

Terminal-/Klassenraum 01.153 des RRZE: 30 Arbeitsplätze

(Eine Vereinbarung mit dem RRZE regelt die Mitnutzung des CIP-Pools des RRZE durch das Institut für Informatik. Im Gegenzug übernimmt das Institut für Informatik auf Wunsch Unix-benutzer des RRZE).

Gesamtanzahl Clients:	151
Anzahl Server:	11, vorwiegend Mehrprozessorsysteme
Plattenkapazität auf den Servern:	3 TByte, davon 800 GByte für Videoüberwachung
Rechnernetz:	1 GBit/s zwischen den Servern, 100 MBit/s zu den Clients, 3 W-LAN-Access-Points des RRZE

Datensicherung: via Netz vom RRZE

3.3.2 Betrieb

Verantwortlich für den Betrieb ist der Geschäftsstellenleiter des Instituts für 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:

- Michael Gernoth, Thomas Glanzmann, Thomas Janu, Johannes Schlumberger, Rainer Sennwitz und Alexander Würstlein

Informatiker-Benutzeraccounts: ca. 700

Nichtinformatiker-Ben.-Accounts: ca. 2.500 (Export-Lehrveranstaltungen)

eine genaue Statistik befindet sich unter:
http://wwwcip.informatik.uni-erlangen.de/pools/account-statistik.html)

3.3.3 Zugang zu den CIP-Pools; Überwachung

Der Zugang zu den CIP-Pools ist 24h/7Tage möglich; während der Schließzeiten des Gebäudes mit einem Kartenzugangssystem.
Alle Räume und Flure sind videoüberwacht; die Aufzeichnungskapazität umfasst drei Wochen, was einem komprimierten Datenvolumen von etwa 350 Gigabytes entspricht.

3.3.4 Neuerungen im Berichtsjahr

Neue 64-bit-Systeme:

Es wurden 22 neue Sun Ultra20 Rechner mit AMD Opteron 64-bit-Prozessoren beschafft. Diese bieten neben der natürlich höheren Systemleistung die Möglichkeit des Experimentierens mit der neuen Architektur. Analog zu den Client-Systemen wurden auch die Sunray-Server durch neue Multiprozessorsysteme des Typs SunFire V20z mit Opteron-Prozessoren ersetzt.

Abschaffung der Röhrenmonitore:

Die letzten Röhrenmonitore wurden durch in Qualität und Ergonomie überlegene Flachbildschirme ersetzt.

Feueralarmierung durch Rechner:

Bei Feueralarm werden alle Rechnersysteme sofort gesperrt und auf den Bildschirmen wird eine entsprechende Warnung zweisprachig angezeigt. Nach Beendigung des (hoffentlich unbegründeten) Alarms stehen den Benutzern die Rechner wieder im vorherigen Zustand ohne Verlust von Daten zur Verfügung. Dieses System wurde von den studentischen Hilfskräften entwickelt.

4 Besondere Ereignisse 2005

4.1 Rufe und Neubesetzungen

Rufe an die Universität Erlangen-Nürnberg haben erhalten und angenommen

- **Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger,** W3-Professur für Informatik am Lehrstuhl für Mustererkennung zum 1.10.2005

Neubesetzungen von Professuren

- **Prof. Dr. Torsten Brinda,** W2-Professur für Didaktik der Informatik am Lehrstuhl für Programmiersprachen und Programmiermethodik zum 1.4.2005

Rufe von auswärts haben erhalten und angenommen

- Prof. Dr.-Ing. Stefan Jablonski (Univ. Bayreuth zum 01.01.2006).

4.2 Ehrungen

Ehrenprofessur

- **Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann** (Lehrstuhl für Mustererkennung) wurde von der Staatlichen Universität Wladimir (Russische Förderation) zum **Professor ehrenhalber** ernannt.

Weitere Ehrungen

- **Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann** erhielt die **Ehrenmitgliedschaft** in der "Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Mustererkennung (DAGM)" und die **Ehrenurkunde** über "Besondere Verdienste um die Entwicklung der medizinischen Bildverarbeitung in Deutschland" auf dem "Workshop Bildverarbeitung der Medizin" in Hamburg.

4.3 Preise und Auszeichnungen

- **Dr.-Ing. Markus Kowarschik** (Lehrstuhl für Systemsimulation) erhielt den **Promotionspreis** des Freundeskreises der Technischen Fakultät.
- **Michael Claus Militzer** (Lehrstuhl für Datenbanksysteme und **Marc Rössler** (Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme/Fraunhofer IIS) erhielten den **Diplompreis** des ASQF.

- **Harald Kösters** (Lehrstuhl für Systemsimulation) erhielt für seinen Vortrag auf der Copper Mountain Conference on Multigrid Methods den **Student Paper Prize**.

4.4 Dekane aus der Informatik

- **Studiendekan:** Prof. Dr.-Ing. Marc Stamminger (01.04.2005)
- **Prodekan:** Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener (1.10.2005)

4.5 Zweitmitgliedschaft

- **an der Medizinischen Fakultät**: Dr.-Ing- Joachim Hornegger

4.6 Gastaufenthalte

- **Prof. Dr. Jürgen Teich** (Lehrstuhl für Hardware-Software-Co-Design):
  Xilinx Research Laboratories, San Jose, USA
- **Prof. Dr. Shuvra Bhattacharyya** (University of Maryland):
  Lehrstuhl für Hardware-Software-Co-Design
- **Prof. Yavneh** (Technion, Haifa, Israel):
  Lehrstuhl für Systemsimulation
- **Prof. Herbert Stoyan** (Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz):
  Universitat Polytechnica de Catalunya (UPC), Barcelona, Spanien

4.7 Tagungen/Workshops

- 51. Workshop: „Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen und Komplexitätstheorie“ (Erlangen, März 2005);
  Lehrstuhl für Hardware-Software-Co-Design
- Workshop: „The Future of Reconfigurable Computing“ (Design Automation and Test in Europe – 7. - 11. 03.2005, München);
  Lehrstuhl für Hardware-Software-Co-Design
- 4. Treffen des GI-Arbeitskreises “Software-Architekturen”
  (Erlangen, April 2005);
  Lehrstuhl für Datenbanksysteme
- “HPC-Symposium” (Erlangen, Juni 2005)
  Lehrstuhl für Systemsimulation
- “DGMBT Symposium of Cognitive Technical Systems in Health and Medicine” (Nürnberg, Juni 2005);
  Lehrstuhl für Mustererkennung
- Workshop “SFB-603” (Pommersfelden, Juli 2005);
  Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung

- Workshop „Bildverarbeitung in der Medizin: Eine interdisziplinäre Herausforderung für die Informatik“ (GI-2005, Bonn, Sept. 2005);
  Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung (SFB 603)
- “ASIM Tagung” (Erlangen, Herbst 2005);
  Lehrstuhl für Systemsimulation
- Workshop „Situierung, Individualisierung und Personalisierung“
  (GI-2005, Bonn, Sept. 2005);
  Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz
- “10. International Workshop on Vision, Modelling, and Visualization”
  (Erlangen, Nov. 2005)
  Lehrstuhl für Mustererkennung; Lehrstuhl für graphische Datenverarbeitung

4.8 Neue, geförderte Forschungsprojekte

- Untersuchung und Bewertung der Ersatzstimme Laryngektomierter
  (Laryngektomie = Kehlkopfentfernung)
  Förderer: Deutsche Krebshilfe
  Lehrstuhl für Mustererkennung
  http://www5.informatik.uni-erlangen.de/Forschung/Projekte/SVcheck/?language=de
- Verlängerung des Forschungsverbundprojekts „FORSIP“ (Forschungsverbund für Situierung, Individualisierung und Personalisierung in der Mensch-Maschine-Interaktion)
  Förderer: Bayerische Forschungsstiftung
  Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz
  http://www.abayfor.de/forsip
- EU-Verbundprojekt CROSSMOD – Cross-Modal Perceptual Display; a New Generation of Audiovisual Virtual Environments
  Förderer: EU
  Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung
- FAME-DBMS: Methoden und Werkzeuge zum Bau feingranular konfigurierbarer Datenbanksysteme im Bereich eingebetteter Systeme
  Förderer: DFG
  Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme
- Diverse Projekte im Verbund mit Fraunhofer IIS

4.9 Informatik Kolloquium 2005

- Prof. Tretmans, Univ. Twente, NL (31.01.2005)
  „Modell Based Testing: From Theory via Tools to Applications“

- Prof. Dr. Rolf Ernst, TU Braunschweig (25.04.2005)
  „Analyse und Optimierung eingebetteter Systeme“
- Dr. rer. nat. C. Wolters, Univ. Münster (28.04.2005)
  „Influence and Anisotropy on EEG/MEG Source Localization“
- Prof. Dr. B. Freitag, Univ. Passau (02.05.2005)
  „Ein Ansatz zur Verifikation der semantischen Konsistenz integrierter Web-Dokumente“
- Robert D. Falgout, Livermore Lab., USA (30.05.2005)
  „Sharpening the Predictive Properties of Compatible Relaxation“
- Prof. Dr. Friedhelm Meyer auf der Heide, Univ. Paderborn (13.06.2005)
  „Scheduling und Datenverwaltung auf dynamischen Netzwerken“
- Prof. Dr. K. Rothermel, Univ. Stuttgart (27.06.2005)
  „Wenn Anwendungen ihre Umgebung wahrnehmen –
  Chancen und Herausforderungen kontextbezogener Systeme“
- Prof. Dr. Karl Schlechta, Marseille (LIF), Frankreich (23.11.2005)
  „Distanz-Semantik für Theorie-Revision“

4.10 Neueinrichtungen

- Bavarian Graduate School of Computational Engineering
  Elite-Netzwerk Bayern
  http://www10.informatik.uni-erlangen.de/Teaching/BGSCE
- New International Max Planck Research School „Optics and Imaging“
  (Vier Doktoranden am Lehrstuhl für Mustererkennung)

4.11 Sonstige besondere Ereignisse

- Weltrekord im Gleichungslösen: Rüde, Bergen, Hülsemann;
  Lehrstuhl für Systemsimulation
  http://idw-online.de/pages/de/news136431
- Stipendium von Google für open Domain SW
  Lehrstuhl für Systemsimulation
- Prof. Dr. U. Rüde ist seit 01.01.2005 Herausgeber der Zeitschrift Journal on Scientific Computing (SIAM)

5 Tag der Informatik

Am Freitag, 29. April 2005 fand der diesjährige Tag der Informatik statt:

- Dipl. Kaufmann Walter Reitzner, Deutsche Telecom AG, Mitglied des Vorstands
  “Marktveränderungen und Entwicklungen in der Telekommunikation”

- Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka, Professur für Theoretische Informatik mit Schwerpunkt Effiziente Algorithmen und Kombinatorische Optimierung am Lehrstuhl für Hardware-Software-Co-Design
  “Paralleles Sortieren - Klassiker, Überraschungen, Motor”
  Antrittsvorlesung

Lehrstuhl für Informatik 1 (Theoretische Informatik)

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen

Tel.:+49.9131.85.27925 **Fax.:** +49.9131.85.28781

Leitung:

Prof. Dr. phil. Klaus Leeb

Sekretariat:

Helga Janak-Taubald

Wiss. Mitarbeiter:

Dr. phil. Wolfgang Degen
Dr. rer. nat. Helmut Meyn

1 Einführung

1972 übernahm Herr Prof. Dr. phil. Klaus Leeb die Leitung des Lehrstuhls für Informatik (Theoretische Informatik) - zugehörig dem Institut für Informatik der Friedrich-Alexander-Universität Nürnberg-Erlangen.

2 Forschungsschwerpunkte

- Syntax der Kategorien
- rekursive, mengentheoretische und enumerative Kombinatorik
- Halbgruppen und Formale Sprachen; Logische Programmierung
- Komplexität und Endliche Modelltheorie
- Codierung und Kryptosysteme
- Dynamik und Algebren und Funktionsgleichungen

Lehrstuhl für Informatik 2 (Programmiersprachen und Programmiermethodik)

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49.9131.85.27621 **Fax.:** +49.9131.85.28809
E-Mail: info@i2.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Honorarprofessoren:

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Hindel (seit 01.10.2005)
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Kips (seit 01.10.2005)

Emeritus:

Prof. em. Dr. Hans Jürgen Schneider

Sekretariat:

Agnes Brütting
Waltraud Rück
Elfriede Schörmal

Wiss. Mitarbeiter:

Dr. -Ing. Ingrid Fischer
Dipl.-Inf. Michael Klemm
Dipl.-Inf. Thorsten Meinl
Dipl.-Inf. Dominic Schell
Ronald Veldema, Ph.D.
PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

Gäste/Stipendiaten:

Franz Forman
Dipl.-Ing. Hans Holm Frühauf
Dipl.-Ing. (FH) Bernd Hardung
Dr. Klaus Kreisel
PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai
Dr. Hermann Puhlmann
Dipl.-Inf. Szilvia Zvada

Externes Lehrpersonal:

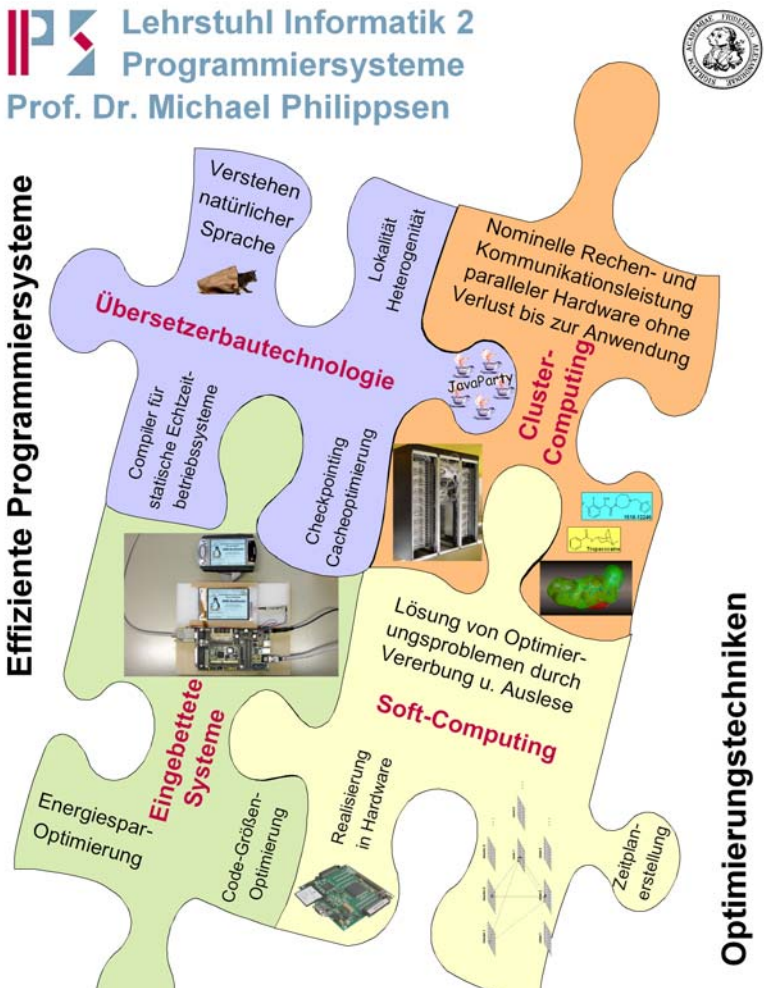
Dr. rer. nat. Ralph Kummetz
Dr.-Ing. Jörg Nilson

1 Einführung

Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten des Lehrstuhls stehen parallele und verteilte Systeme und deren Programmierung sowie Programmiersysteme für eingebettete und mobile Systeme. Software (und deren Erstellung) für solche Systeme sollte nicht komplexer aber genauso portabel, wartbar und robust sein, wie heute für Einprozessorsysteme und Arbeitsplatzrechner. Langfristiges Ziel ist es, den Anwendungen die verfügbare Rechen- und Kommunikationsleistung möglichst ungebremst zur Verfügung zu stellen bzw. aus sehr begrenzten Systemen ein Maximum an Möglichkeiten herauszuholen. Um diese Vision zu verwirklichen, bedarf es bei sich fortentwickelnden technologischen Grundlagen (von Parallelrechnern über verteilte Systeme bis hin zu allgegenwärtigem eingebettetem Rechnen der Zukunft) erstklassiger technischer Einzelbeiträge in mehreren Teilgebieten der Informatik (z.B. Entwurf von Programmiersprachen, Optimierungstechniken für Übersetzer, Software-Architekturen, Werkzeuge zum Software-Engineering, Laufzeitsystem, Betriebssystemintegration, Entwurfsmuster, Parallelität, etc.) sowie einer gebietsübergreifenden Arbeitsweise.

2 Forschungsschwerpunkte

Die laufenden Arbeiten des Lehrstuhls gliedern sich in vier ineinander greifende Puzzle-Steine/ Arbeitsgruppen. Durch gegenseitiges Nehmen und Geben entstehen Synergie-Effekte, die die Leistungen der einzelnen Gruppen über sich hinaus wachsen lassen.



Die **Übersetzerbau-Gruppe** arbeitet an neuen Analyse- und Optimierungstechniken, vor allem im Bereich der Laufzeitübersetzung. Fortschritte in diesen Bereichen werden von den Arbeitsgruppen **Cluster-Computing** und **Eingebettete Systeme** dringend zur Lösung ihrer jeweiligen Forschungsarbeiten benötigt. Andererseits stellen gerade diese Forschungsarbeiten ein umfangreiches Evaluationsfeld für die Übersetzerbaugruppe dar. Im Bereich der eingebetteten Systeme wird zur Zeit an der Minimierung des erforderlichen Speicherbedarfs, der besseren Ausnutzung der Register in statischen Betriebssystemen sowie der Energieeinsparung gearbeitet. Im Bereich des Cluster-Computings steht eine Anwendung aus der Medizin im Mittelpunkt: das Entdecken von gemeinsamen Molekülfragmenten. Die Lösung dieses Anwendungsproblems (mit Hilfe von weiterzuentwickelnden Data Mining-Techniken) erfordert so viel Rechenleistung, dass herkömmliche Programmiertechniken für Rechnerbündel nicht ausreichen. Auch übliche Rechnerbündel reichen nicht - aus heterogenen Einheiten zusammengesetzte Grids sind erforderlich. Dies stellt harte Forderungen an die Übersetzerbaugruppe. Das vierte Puzzle-Teil, **Soft-Computing**, steht in Interaktion sowohl mit dem Arbeitsbereich Eingebettete Systeme als auch dem Bereich Cluster-Computing. Derzeit werden genetische Algorithmen in (eingebettete) Hardware umgesetzt. Geplant ist, genetische Algorithmen auf Rechnerbündeln zu implementieren, um die zur Verfügung stehende Rechenleistung zum schnelleren Durchforsten des Suchraums einzusetzen. Ein Arbeitsgebiet sind die Zeitplanungsverfahren - bekanntlich kann ein guter Stundenplan, der alle Randbedingungen erfüllt, nur mit heuristischer Suche gefunden werden. Genetische Algorithmen finden überraschend gute Lösungen in kurzer Zeit. Durch Verwendung von Rechnerbündeln ist ein weiterer Fortschritt zu erwarten, wenn der Übersetzerbau es ermöglicht, die nominelle Rechenleistung möglichst verlustfrei bis zur Anwendung zu bringen.

3 Forschungsprojekte

3.1 Cluster Computing

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte: Ronald Veldema, Ph.D., Dipl.-Inf. Michael Klemm

Laufzeit: 1.4.2002 - 31.12.2006

Kontakt:

Prof. Dr. Michael Philippsen
Tel.: +49.9131.85.27625, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: philippsen@informatik.uni-erlangen.de

Das Programmieren von Rechnerbündeln befindet sich derzeit noch in einer sehr maschinennahen Phase. Als besonders dringend erscheint die Behandlung der non-uniformen Speicherzugriffshierarchie, die in verteilten Systemen neben Registern, Cache und Hauptspeicher um eine weitere Leistungsebene vertieft ist. Wie im folgenden skizziert, erfordern gute Lösungen Arbeiten auf allen Systemschichten.

Betriebssysteminteraktion: Welche Leistungsengpässe bestehen und wie können diese beseitigt werden? Wie kann der Kommunikationskanal - auch durch das Betriebssystem hindurch - weiter verschlankt werden (sowohl für Methodenaufrufe, die in der Regel gute Latenzzeiten verlangen, als auch für Datenstromübertragungen, bei denen es auf hohe Bandbreite ankommt)?

Übersetzerunterstützung, Laufzeitsystem: Können verteilte Systeme der Tradition von Einprozessorsystemen folgend auch weiterhin mit der Illusion eines transparenten Zugriffs programmiert werden? Kann man durch statische Analyse nebenläufigen objekt-orientierten Codes Informationen über bestehende Lokalitätsbeziehungen extrahieren? Welche Optimierungen sind dann möglich? Profitieren statische Analyse und Laufzeitmechanismen voneinander? Wie können durch Programmanalyse Pre-Fetch- und Post-Store-Kommandos im generierten Code erzeugt werden, durch die Kommunikation und Berechnung überdeckt und dadurch Wartezeiten vermieden werden?

Programmiersprache, Systementwurf: Programmierer haben in der Regel das anwendungsspezifische Hintergrundwissen über bestehende Lokalitätszusammenhänge. Um guten Code zu erzeugen, muss der Übersetzer auch über dieses Wissen verfügen. Im Idealfall sollte der Übersetzer durch statische und dynamische Analyse in der Lage sein, das Wissen aus dem Programm-Code zu extrahieren - dies ist außer in datenparallelen Sprachen bisher leider kaum möglich. Der alternative Ansatz, besteht im Prinzip darin, dass der Programmierer sein Wissen explizit, z.B. mit Hilfe von leicht zu entdeckenden Pragmas, an den Übersetzer weitergibt. Offen ist, wie man diese Wissensweitergabe sinnvoll ausgestaltet. Sinnvoll bedeutet dabei erstens, dass es für den Programmierer bequem bleiben muss, und zweitens, dass das codierte/entdeckte Wissen aussagekräftig genug sein muss, um vom Übersetzer oder dem Laufzeitsystem effizienzsteigernd genutzt werden zu können.

Noch sehr schlecht verstanden ist generell, wie man verteilte Systeme von vorneherein so entwirft, dass Lokalität per Design vorhanden ist.

Im Jahr 2005 wurde an neuen Funktionen für den Lehrstuhl-eigenen Übersetzer entwickelt.

- Ein verteiltes Sicherungsverfahren erlaubt es, eine im Rechnerbündel verteilt ausgeführte Applikation zu sichern und wiederherzustellen. Damit können Ausfälle eines Teils des Rechnerbündels abgefangen und der Verlust von Rechenzeit minimiert werden.
- Das Laufzeitsystem des DSM-Übersetzers wurde um eine eigene Kommunikationsbibliothek erweitert. Diese erlaubt die Kommunikation in heterogenen Rechnerbündeln mit unterschiedlichster Kommunikations-Hardware. Neben maximaler Effizienz wurde beim Design der Bibliothek verstärkt darauf geachtet, dass sie auch die Anforderungen eines Computational Grids vollständig unterstützt (u.a. Authentifizierung und Datenverschlüsselung).

3.2 Parallele Suche in Moleküldatenbanken

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte: Dr.-Ing. Ingrid Fischer, Dipl.-Inf. Thorsten Meinl, Dipl.-Inf. Marc Wörlein
Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult.

Beginn: 1.4.2004

Förderer: Bayerisch-Kalifornisches Hochschulzentrum

Kontakt:

Prof. Dr. Michael Philippsen
Tel.: +49.9131.85.27625, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: philippsen@informatik.uni-erlangen.de

Das Forschungsprojekt **ParMol** befasst sich mit der verteilten Suche häufiger Fragmente in Moleküldatenbanken. In seinem Rahmen sollen neue Verfahren entwickelt werden, um in großen Datenbanken interessante Zusammenhänge zwischen chemischen Strukturen zu finden. Diese Zusammenhänge sollen als Molekülfragmente, d.h. in Form von Zusammenhangsgraphen dargestellt werden. Ein Anwendungsgebiet ist z.B. die in vitro Vorhersage von toxischen Seiteneffekten von Medikamentenkandidaten schon vor in vivo oder klinischen Tests. Im Gegensatz zu bisher bekannten Verfahren sollen auch ähnliche Strukturen gefunden werden, die biologisch oder chemisch die gleiche Wirkung zeigen. Um den dadurch entstehenden deutlich höheren Rechenbedarf zu decken, werden die entwickelten Verfahren parallelisiert und so entworfen, dass sie sich auch für die Bearbeitung auf verteilten Ressourcen eignen.

Im Jahr 2005 wurden in einigen Studien- und Diplomarbeiten die bekannten sequentiellen Graphminer in einem einheitlichen Framework implementiert. Durch intensive Vergleiche konnte ein besseres Verständnis der einzelnen Verfahren gewonnen werden, das für die anstehende Parallelisierung sehr hilfreich ist. Darauf aufbauend wurde der erste Graphminer (MoFa) parallelisiert und auf dem 28-CPU-Altix-Rechner im Rechenzentrum ausgiebig getestet. Leider sind die durch Parallelisierung erreichten Laufzeiten noch unbefriedigend, so dass hier noch mehr Forschungsarbeit von Nöten ist.

Um ein besseres Verständnis für die Suchergebnisse zu bekommen und um den Fortschritt der Suche zu Visualisieren, wurde ein Molekülvisualisierer implementiert, der sich homogen in das bereits vorhandene Framework eingliedert.

In Zusammenarbeit mit dem PARES-Projekt wurden die sequentiellen Graphminer außerdem so erweitert, dass sie häufige Strukturen in von Compilern erzeugten Datenflussabhängigkeiten finden. Die dazugehörigen Codestücke können dann in separate Prozeduren ausgelagert werden, der Code wird somit verkleinert.

3.3 PARES - Optimierung für eingebettete Systeme

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte: Dipl.-Inf. Dominic Schell, Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult., Dipl.-Inf. Marc Wörlein

Stichwörter: Eingebettet Eingebettete Systeme

Laufzeit: 1.2.2003 - 31.12.2006

Kontakt:

Dipl.-Inf. Dominic Schell
Tel.: +49.9131.85.27599, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: schell@informatik.uni-erlangen.de

Als besonders dringend erscheint uns gegenwärtig die Verbesserung der Programmierwerkzeuge für eingebette Systeme. Solche Systeme werden heutzutage zu oft noch sehr maschinennah programmiert. Das inzwischen bei der Programmierung von Arbeitsplatzrechnern übliche Abstraktions- und Komfortniveau (Objektorientierung, automatische Speicherbereinigung, Ausnahmebehandlung, Parallelität, Aspektorientierung, Komponenten, ...) scheint im Bereich der eingebetteten Systeme noch in weiter Ferne, wodurch Portabilität, Robustheit und Wartbarkeit der erstellten Software erheblich beeinträchtigt wird. Dies ist ein erhebliches volkswirtschaftliches Problem, das gerade auch deshalb bedeutsam ist, weil Europa auf diesem Feld nicht von Amerika dominiert wird. Fernziel muss es daher sein, das Abstraktionsniveau bei der Programmierung eingebetter Systeme schrittweise zu erhöhen, indem Optimierungstechniken entwickelt werden, die trotz des erhöhten Abstraktionsniveaus "kleinen" Code garantieren.

Neben der offensichtlichen Frage, wie die bekannten Optimierungstechniken auf die Code-Größe wirken, drängen sich neue Einzelfragen auf. Während der RAM-Bedarf einer Applikation auf Desktop-Rechnern kaum eine Rolle spielt, ist dieser für eingebette Systeme oft essentiell. Objektorientierter - vor allem bibliotheksbasierter - Code bietet ein erhebliches, bislang ungenutztes Potential für prozedurale Abstraktion zur Code-Verkleinerung. Auf Architekturen ohne MMU muss neu über das Laden von Code nachgedacht werden. Programmpfadanalysen zur Separierung wichtiger und unwichtiger Grundblocksequenzen wird eine wachsende Bedeutung erlangen.

Neben der Code-Größe kommt auch dem Aspekt der Energie-Effizienz eine wachsende Bedeutung als Zielgröße der Code-Optimierung zu. Hier muss der Übersetzer, ggf. im Zusammenspiel mit dem Betriebssystem, optimieren bzw. auf die Hardware-Parameter einwirken.

Schließlich kommt es gerade im Bereich der vernetzten eingebetteten Systeme regelmäßig zu Schwankungen der Verfügbarkeit. Hier sind Programmierparadigmen zu finden, die die Realisierung von Anwendungen erleichtern, welche auf Fehlerzustände nicht mit Totalausfall reagieren, sondern ihr Antwortverhalten (bzgl. Laufzeit oder Ergebnisqualität) gemächlich absenken.

Die Behandlung der nicht-uniformen Speicherzugriffshierarchie, die in verteilten Systemen neben Registern, Cache und Hauptspeicher um eine weitere Leistungsebene vertieft ist, stellt auch bei eingebetteten Systemen eine Herausforderung dar, da z.B. Flash-Speicher zu berücksichtigen sind.

Können eingebettete Systeme (ebenso verteilte Systeme) - der Tradition von Desktop-Prozessoren folgend - auch weiterhin mit der Illusion eines transparenten Zugriffs programmiert werden? Kann man durch statische Analyse Informationen über bestehende Lokalitätsbeziehungen zwischen Daten extrahieren? Welche Optimierungen sind dann möglich? Profitieren statische Analyse und Laufzeitmechanismen von einander? Wie können durch Programmanalyse Pre-Fetch- und Post-Store-Kommandos im generierten Code erzeugt werden, durch die Cache-Effekte überdeckt, Wartezeiten vermieden oder Energie gespart werden?

Die Forschungsarbeit 2005 lag schwerpunktmäßig bei den folgenden beiden Teilgebieten:

- **Speicherbereinigung für Code**. Wie bereits erwähnt, steht auf eingebetteten Systemen nur wenig RAM zur Verfügung. Es muss allerdings genug RAM verfügbar sein, um sowohl die Programmdaten als auch den Code zu halten. Die gegenwärtig verfolgte Idee beruht darauf, dass nicht der gesamte Programmcode einer Anwendung komplett im Arbeitsspeicher liegen muss, um das Programm auszuführen. Das Laden des benötigten Codes wird normalerweise vom Betriebssystem übernommen, welches mittels virtuellem Speicher die Möglichkeit besitzt, Programmcode seitenbasiert in den Speicher zu laden bzw. wieder zu verdrängen. Die Größe der Seiten liegt dabei meist im Bereich mehrerer Kilobytes. Die Seiten enthalten mehr als nur den minimal benötigten Code. Bedingt durch ihre Architektur besitzen eingebettete Systeme oft keine Einheit zur Verwaltung von virtuellem Speicher oder sie müssen ganz ohne ein Betriebssystem auskommen. Die am Lehrstuhl entwickelte automatische Speicherverwaltung für Programmcode lädt den Code nicht seitenweise in den Speicher, sondern es werden nur kleine Code-Fragmente (Basisblöcke) geladen, welche garantiert vollständig zur Ausführung kommen. Wenn es zu einem Speicherengpass kommt, wird nicht mehr benötigter Code automatisch erkannt und aus dem Speicher entfernt.Im Berichtszeitraum wurden unterschiedliche Speicherbereinigungsverfahren für die Code-Bereinigung adaptiert und evaluiert. Mark&Sweep-Speicherbereiniger haben sich als nur bedingt einsetzbar erwiesen. Durch den einfachen und intuitiven Algorithmus können sie zwar mit einem geringen Code-Speicherbedarf glänzen, jedoch ist das bekannte Problem der Speicherfragmentierung ein gewichtiger Nachteil. Ebenfalls untersucht wurden kopierende Speicherbereiniger, jedoch neigen die existierenden Algorithmen zu Speicherverschwendung. Optimal erscheint uns eine Mischform der beiden Algorithmen, der Mark&Compact-Speicherbereiniger, da er sowohl das Problem Fragmentierung als auch Speicherverschwendung elegant lösen kann. Nachdem die Speicherbereinigung für Code hinreichend untersucht und in die automatische Speicherverwaltung für Programmcode integriert wurde, sollen nun die Laufzeitinformationen, welche die Speicherverwaltung über das auszuführende Programm hat, verwendet werden, um das Programm dynamisch zu optimieren. Schlagwörter sind hier Programmpfadanalysen und Energieoptimierung.
- **Graphbasierte prozedurale Abstraktion**. Eine gängige Methode zur Code-Größenverkleinerung ist die prozedurale Abstraktion (PA): gleiche Code-Abschnitte im Programm werden gesucht und daraus eine einzige neue Prozedur erzeugt. Die Code-Abschnitte werden durch Aufrufe an die neu erzeugte Prozedur ersetzt, wodurch die Redundanz innerhalb eines Programms und somit seine Größe reduziert wird. Redundanz entsteht durch die Art und Weise, wie Übersetzer Code generieren (z.B. durch Schablonen). Die bisherigen PA-Ansätze betrachten das Programm als Folge von Instruktionen und suchen nach exakt gleichen Teilfolgen. Sind allerdings Instruktionen innerhalb einer Teilfolge vertauscht, wird sie nicht als weitere Instanz der gesuchten Folge erkannt. Somit fallen potentielle Code-Fragmente

für die PA aus der Analyse heraus und das Ergebnis wird suboptimal. Der am Lehrstuhl untersuchte Ansatz löst dieses Problem indem die Instruktionen eines Grundblocks statt in einer Folge in einen Datenflussgraphen (DFG) umgesetzt werden. Ein Graph-Mining-Werkzeug sucht in den DFGs nach gemeinsamen Fragmenten. In zwei grundlegenden Diplomarbeiten wurden Konzepte zur PA auf Graphen für die Intel x86- und ARM-Plattform untersucht, wobei sich die Anzahl der auslagerbaren Fragmente gegenüber den Instruktionsfolgen erhöhen lies.

3.4 Entwicklung und Anwendung von heuristischen Optimierungsverfahren

Projektleitung:

PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai

Beteiligte: Hans Holm Frühauf, Martin Böhner, Tonia Christ, Kornélia Danyi, József Csontos

Beginn: 1.1.1999

Mitwirkende Institutionen: Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, Fraunhofer Institute Integrierte Schaltungen

Kontakt:

PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai
Tel.: +49.9131.85.28996, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: kokai@informatik.uni-erlangen.de

Im Jahr 2005 gelang es uns erneut, heuristische Optimierungsalgorithmen im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit der Industrie einzusetzen. Wir entwickelten verschiedene Hardware-basierte Optimierer zur Echzeitsteuerung von adaptiven Antennen. Moderne, intelligente Antennen erzeugen räumlich eng begrenzte Strahlenbündel, die sich während des Betriebs elektronisch gesteuert schwenken lassen und mit einer Reihe von Hardware-Parametern eingestellt werden. Diese Einstellungen haben erheblichen Einfluss auf die Empfangsqualität der Signale mobiler Sender innerhalb der Reichweite der Gruppenantenne.

Ziel der Optimierung war eine bestmögliche (messbare) Empfangsqualität gewünschter mobiler Teilnehmer und eine maximale Unterdrückung störender bzw. unerwünschter Teilnehmer. Aufgrund der hohen Mobilität der Sender ist es notwendig, die Optimierungsstrategie als hochparallele Hardware zu entwerfen, um die strengen Echtzeitbedingungen zur Nachführung der Richtcharakteristik der Antenne zu erfüllen. Innerhalb der Untersuchungen wurden die wichtigsten Verfahren des Soft-Computing auf ihre Eignung evaluiert und die erfolgreichsten implementiert. Zusätzlich zu den Algorithmen wurden alternative Harware-Strukturen für ASIC und FPGAs entworfen und validiert.

Unter anderen wurden erstmals zur blinden adaptiven Einstellung der Richtcharakteristiken „Ameisen-Kolonie-Optimierverfahren'' (ACO) eingesetzt. Besonderer Vorteil der ACOs für das Blinde Adaptive Beamforming ist deren hohe Adaptionsrate in hochdynamischen Umgebungen. Zudem lassen sie sich einfach und sehr effizient sowohl in Software als auch in Hardware implementieren. Mittels ACO konnte die dynamische Einstellung der Richtcharakteristik

in einem Maße erreicht werden, welche die Anwendung in Echtzeitsystemen erlaubt. Dieses Verfahren wurde patentiert.

Ebenfalls erstmals wurden zur blinden adaptiven Einstellung der Richtcharakterisiken „Simulated Annealing-Optimierverfahren'' (SA) eingesetzt. Besonderer Vorteil des Simulated Annealing für das Blinde Adaptive Beamforming ist deren gutes Optimierergebnis bei einer moderater Adaptionsrate in semi-statischen und dynamischen Umgebungen. Zudem lässt sich diese einfach und sehr effizient, sowohl in Software als auch in Hardware implementieren. Das Patentverfahren läuft.

Außerdem wurde ein Forschungsprojekt zusammen dem Bay Zoltán Forschungsinstitut Szeged mit dem Titel "Anwendung von heuristischen Optimierungsmethoden in der DNA-Chip Herstellung" beantragt und bewilligt.

Die rasche Entwicklung in Technik und Informatik hat zur Entstehung eines neuen Forschungsgebiets, der Bioinformatik, geführt. Dieses bringt enorme Fortschritte für die Medizin (z.B. neuartige Medikamente). Eine der bedeutendsten Entwicklungen ist der DNA-Chip, der eine revolutionäre Neuheit auf dem Gebiet der medizinischen Diagnostik darstellt. Mit ihm kann der Nachweis der Anwesenheit von Krankheitserregern enorm beschleunigt werden. Gleichzeitig ist die Genauigkeit in der Bestimmung der Krankheitserreger in nie gekannter Präzision möglich.

Die Weiterentwicklung der Methode wird heute weniger durch die technischen Möglichkeiten als die hohen Kosten begrenzt. So kostet beispielsweise die Herstellung 80 gleichartiger Chips mit 20.000 Sondennukleotiden heute ungefähr 40.000 Euro. Der größte Teil der Kosten ergibt sich aus der Herstellung der sogenannten Masken. Deshalb verdient der Planungsprozess dieser Masken besondere Aufmerksamkeit. Das Ziel des gemeinsames Projekts ist die Optimierung dieses Planungsprozesses unter Kostenaspekten.

3.5 Optimierung der Funktionsverteilung im Fahrzeugnetzwerk

Projektleitung:

PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai

Beteiligte: Dipl.-Ing. (FH) Bernd Hardung

Laufzeit: 1.1.2003 - 31.12.2006

Förderer: Audi AG, Ingolstadt

Kontakt:

PD Dr.-Ing. Gabriella Kókai
Tel.: +49.9131.85.28996, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: kokai@informatik.uni-erlangen.de

Moderne Automobile haben komplexe, verteilte Systeme von elektronischen Steuergeräten, die mittels verschiedener Bussysteme vernetzt sind. Bis zu 80 Netzknoten befinden sich in einem einzelnen Fahrzeug. Die Steuergeräte realisieren eine große Anzahl von vernetzten Funktionen, die sich aus Software- und Hardware-Komponenten zusammensetzen. In diesem Projekt werden Möglichkeiten untersucht, Funktionen bei der Erstellung der Systemarchitektur des Fahrzeugnetzwerks unterschiedlich zu plazieren, ohne das Ziel ihrer Wiederverwendung zu gefährden. Anschließend wird untersucht, nach welchen Kriterien Funktionen optimal in diesem Netz-

werk verteilt werden können. Dazu werden verschiedene Verteilungkriterien wie z. B. Kosten oder Komplexität beleuchtet. Weiterhin wird eine Methode entwickelt, die es darauf aufbauend erlaubt, Funktionsverteilungen in gegebenen Netzwerktopologien zu bewerten und zu optimieren. Die Ergebnisse werden in einem Optimierungssystem implementiert und auf ihre Praxistauglichkeit hin überprüft.

2005 wurde ein Optimierungsrahmenprogramm implementiert, welches die Optimierung der Funktionszuordnung erlaubt. Die wichtigsten Verteilungskriterien wurden untersucht, implementiert und in das Rahmenprogramm integriert. Während der Untersuchung der Verteilungskriterien wurde eine Methode zur Optimierung von Varianten von Steuergeräten entwickelt, welche auf zwei Konferenzen publiziert wurde. Weiterhin wurde ein Datenmodell zur Speicherung aller erforderlichen Daten ausgearbeitet. Es wurden evolutionäre Algorithmen entwickelt, implementiert und in das Optimierungsrahmenprogramm integriert. Deren Optimierungsqualität wurde anhand eines realistischen Anwendungsbeispiels validiert. Um ein bestmögliches Optimierungsergebnis zu erhalten, wird momentan die Tauglichkeit von Ameisenkolonieoptimierungsalgorithmen untersucht.

3.6 Automatische Analyse natürlicher Sprache

Projektleitung:

Prof. em. Dr. Hans Jürgen Schneider

Beteiligte: Dr.-Ing. Ingrid Fischer

Laufzeit: 1.1.1999 - 28.2.2006

Kontakt:

Prof. em. Dr. Hans Jürgen Schneider
Tel.: +49.9131.85.27620, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: schneider@informatik.uni-erlangen.de

Zwei Problemfelder beim Parsen natürlicher Sprachen sind freie Wortstellung und diskontinuierliche Konstituenten. Freie Wortstellung ist im Deutschen auf Satzebene möglich. "Dieser Mann gab seiner Frau gestern das Buch." erlaubt die freie Wortstellung aller Konstituenten bis auf das Verb "gab", das immer an der zweiten Stelle eines Aussagesatzes steht. Auch diskontinuierliche Konstituenten sind häufig im Deutschen. In "Dieser Mann hat einen Hund gekauft, der beißt." gehört der Relativsatz zum Nomen "Hund", beide werden aber durch das Partizip 2 getrennt.

Die Beschreibung dieser Phänomene mit Hilfe von Grammatiken und Parsern stand 2005 im Vordergrund der Forschungsarbeiten. Dabei wird an zwei sehr unterschiedlichen Parsertypen gearbeitet, die trotzdem beide die Beschreibung der freien Wortstellung und der diskontinuierlichen Konstituenten zum Ziel haben:

- Der bereits existierende Parser für Zeichenketten erzeugende Hypergraphgrammatiken wurde für freie Wortstellung erweitert. Die Modellierung diskontinuierliche Konstituenten war mit diesem Parser bereits möglich. Für die freie Wortstellung wurden in Anlehnung an ID/LP Constraints eingeführt. Diese Constraints arbeiten jedoch nicht auf den Symbolen der Grammatik, die in der Hypergraphgrammatik durch Hyperkanten modelliert werden, sondern auf den Knoten zwischen den

Hyperkanten. Die Constraints erlauben es, eine (oder keine) Reihenfolge festzulegen, in denen die einzelnen Knoten besucht werden. Der existierende Earley-basierte Parser wurde so erweitert, dass er auch die Contraints verarbeiten kann.

- Für den Dependenzparser war die Situation umgekehrt. Hier war die Verarbeitung der freien Wortstellung kein Problem. Die Behandlung der diskontinuierlichen Konstituenten wurde 2005 basierend auf der Dissertation von Ricarda Dormeyer implementiert. Als Beispielsprache diente neben dem Deutschen auch Ungarisch, in dem beide Phänomene häufig vorkommen.

3.7 Graphen und Graphtransformationen

Projektleitung:

Prof. em. Dr. Hans Jürgen Schneider

Laufzeit: 1.1.1995 - 1.10.2006

Kontakt:

Prof. em. Dr. Hans Jürgen Schneider
Tel.: +49.9131.85.27620, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: schneider@informatik.uni-erlangen.de

Graphen werden an vielen Stellen als intuitives Hilfsmittel zur Verdeutlichung komplizierter Sachverhalte verwendet. Außerhalb der Informatik trifft dies z.B. auf die Biologie oder Chemie zu, wo Moleküle graphisch modelliert werden. Innerhalb der Informatik werden Daten- bzw. Kontrollflussdiagramme, Entity-Relationship-Diagramme oder Petri-Netze, zur Visualisierung sowohl von Software- als auch von Hardware-Architekturen häufig verwendet. Graphgrammatiken und Graphtransformationen kombinieren Ideen aus den Bereichen Graphentheorie, Algebra, Logik und Kategorientheorie, um Veränderungen an Graphen formal zu beschreiben.

Die zugrundeliegende Theorie ist ein attraktives Hilfsmittel, äußerst unterschiedliche Strukturen in einer einheitlichen Weise zu beschreiben, z.B. die unterschiedlichen Modelle für asynchrone Prozesse: Petri-Netze basieren auf gewöhnlichen markierten Graphen, Statecharts verwenden hierarchische Graphen, die parallele logische Programmierung kann mit Hilfe sogenannter Dschungel graphentheoretisch interpretiert werden, und die Aktorsysteme lassen sich als Graphen darstellen, deren Markierungsalphabet eine Menge von Termgraphen ist.

Am Lehrstuhl für Programmiersysteme wurden 2005 neue Ergebnisse auf folgenden Gebieten gefunden:

- Im Doppel-Pushout-Ansatz wird die linke Seite einer Produktion üblicherweise als injektiv vorausgesetzt, da der nichtinjektive Fall zu mehrdeutigen Ergebnissen führt. Die Behandlung von Markierungsänderungen mit Hilfe eines strukturierten Alphabetes führt aber auch im injektiven Fall zu Mehrdeutigkeiten. Eine bekannte Lösung für dieses Problem ist, nur die Transformation des zugrundeliegenden Graphen kategoriell, die Markierungsänderung aber separat zu behandeln. Im Gegensatz zu diesem Ansatz konnten wir alle Lösungen kategoriell charakterisieren, wobei auf ein Ergebnis von Kreowski und Ehrig aus dem Jahre 1976 zurückgegriffen wurde. Es konnte gezeigt werden, dass damit wichtige Anwendungsgebiete (Petri-Netze, Termgraphen, Datenbanken) abgedeckt werden. Dieses Ergebnis wurde in der "Ehrig-Festschrift" veröffentlicht.

- Wenn zwei oder mehr Produktionen auf einen Graphen angewandt werden können, kann das Ergebnis von der Reihenfolge der Anwendung abhängen, oder die zweite Produktion ist nicht mehr anwendbar, nachdem die erste angewandt wurde. Die meisten Autoren diskutieren das Kriterium zur Prüfung der Unabhängigkeit unter der strengen Voraussetzung, dass beide Seiten der Produktionen injektiv sind, obwohl der ursprüngliche Beweis nichtinjektive rechte Seiten zuließ. Wie einige Autoren explizit anmerken, genügt die Kategorie der strukturiert markierten Graphen der Unabhängigkeitsbedingung nicht. Wir konnten zeigen, dass eine unwesentliche Einschränkung der Struktur des Alphabets ausreicht, um die Gültigkeit des Unabhängigkeitstheorems für wichtige Anwendungen, wie Termgraphen und Datenbankanwendungen, zu garantieren.
- Mit Hilfe von Graphtransformationen werden nicht nur allgemeine Graphen generiert und analysiert, auch auf Zeichenketten basierende Sprachen und ihre Probleme können bearbeitet werden. Ein typisches Beispiel ist die kontextsensitive Sprache a^n^b^n^c^n^. Sie kann mit kontextfreien Ersetzungsgrammatiken für Hyperkanten modelliert werden. Um mit diesen Hypergraphgrammatiken arbeiten zu können, wurde ein Parser entwickelt, der dem allgemeinen Earley-Parser ähnlich ist. In natürlichen Sprachen, dem Hauptanwendungsgebiet des Parsers, ist die freie Stellung der Konstituenten ein wichtiges Merkmal. Deswegen wurde der Parser ähnlich dem Vorgehen in ID/LP erweitert.

3.8 Zeitplanungs-Algorithmen

Projektleitung:

PD Dr.-Ing. habil. Dipl.-Inf. Peter Wilke

Stichwörter: Time-Tabling-Probleme

Laufzeit: 1.1.2004 - 31.12.2008

Kontakt:

PD Dr.-Ing. habil. Dipl.-Inf. Peter Wilke
Tel.: +49.9131.85.27624, Fax: +49.9131.85.8809,
E-Mail: wilke@informatik.uni-erlangen.de

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 zu Hilfenahme verschiedener Optimierungalgorithmen durchzuführen. Diese Version der Zeitplanungssoftware wurde aus einer auf genetischen Algorithmen basierenden Version weiterentwickelt, wobei sich zeigte, dass einige Erweiterungen wegen der notwendigen Kompatibilität zur Grundversion nicht optimal implementieren ließen.

Im Jahr 2005 wurde daher ein komplett neuer Entwurf in Java implementiert. Die neue Version der Software hat die Kernkomponenten: Bedienoberfläche, Steuerung, Basis-Algorithmen, Editor für Beschränkungen, Datenbank, erweiterte Algorithmen sowie Ein- und Ausgabe.

Die Basisalgorithmen umfassen genetische Algorithmen, Branch-and-Bound, Simulated Annealing und Tabu Search. Die Datenbank basiert auf SQL-Datenbanken mit Hibernate als Umset-

zungsschicht. Die GUI basiert auf der Swing-Bibliothek, der Editor dient zur Eingabe der Ressourcen, Ereignisse und Beschränkungen. Die Steuerung verwendet einen Nachrichtenmechanismus, um die Berechnung auf verteilten Rechnern zu ermöglichen. Zur Qualitätssicherung wurden Testfälle mit JUnit implementiert.

Zum Ende des Jahres 2005 befinden sich die Softwarekomponenten Steuerung und Basis-Algorithmen in der Erprobungsphase. Datenbank, Bedienoberfläche und Editor stehen kurz vor der Fertigstellung. Die erste zur Veröffentlichung geeignete Version der Software wird auf der CeBIT 2006 vorgestellt

3.9 International Collegiate Programming Contest an der FAU

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte: Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult., Tilmann Spiegelhauer, Christian Riess, Dr.-Ing. Ingrid Fischer, Dipl. -Inf. Thorsten Meindl

Beginn: 01.11.2002

Kontakt:

Dipl.-Inf. Alexander Dreweke, B. Sc. mult.
Tel.: +49.9131.85.27923, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: dreweke@informatik.uni-erlangen.de

Die Association for Computing Machinery (ACM) richtet seit vielen Jahren den **International Collegiate Programming Contest** (ICPC) aus. Dabei sollen Teams aus je drei Studenten in fünf Stunden neun 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, wie z.B. Graphen, Kombinatorik, Zeichenketten 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 im Einzugsbereich des **Southwestern European Regional Contest** (SWERC), an dem u.a. auch Teams aus der Schweiz, Frankreich, Spanien und Portugal teilnehmen. Die Sieger aller regionalen Wettbewerbe der Welt (und einige Zweitplatzierte) erreichen die World Finals, die im Frühjahr des darauffolgenden Jahres stattfinden.

Im Jahr 2005 fanden erstmals zwei lokale Wettbewerbe an der FAU statt. Im Wintersemester wurde ein Mannschaftswettbewerb ausgetragen mit dem Ziel, neue Studierende für die Wettbewerbe zu begeistern. Jedes Team bestand aus maximal drei Studenten. Dreizehn Teams mit ingesamt 34 Teilnehmern nahmen am Winter-Wettbewerb teil, so viele wie nie zuvor.

Im Sommersemester fand zum wiederholten Mal das Hauptseminar "Hallo Welt - Programmieren für Fortgeschrittene" statt, um Studierende in Algorithmen und Wettbewerbsaufgaben zu schulen.

Der Wettbewerb im Sommersemester 2005 diente der Auswahl der Vertreter der FAU am SWERC 2005. Studierende der Fächer Mathematik, Informatik, Computational Engineering und Informations- und Kommunikationstechnologie nahmen teil. Insgesamt meldeten sich 37 Teilnehmer an. Die besten neun bildeten drei Teams mit jeweils drei Teilnehmern. Der Zehnt-

platzierte wurde als Ersatz ausgewählt. Aus der Gruppe der Wettbewerbsorganisatoren fuhr ebenfalls ein Student als Ersatzmann zum Wettbewerb nach Paris, ein zweiter Student organisierte als Trainer die Wettbewerbsvorbereitung.

Zwei Erlanger Teams erreichten die Top Ten auf Platz sechs und sieben. Das dritte Team beendete den Wettbewerb auf Platz 22 von 55. Dies ist das beste Gesamtergebnis, das die FAU bisher erzielt hat.

4 Publikationen

1. Monostori, Adam; Frühauf, Hans Holm; Kókai, Gabriella: Development of a model-library for quick estimation of resources of Field-Programmable Gate Arrays and Application Specific Integrated Circuits for automated Intellectual Property core generation with redFIR 2. In: Pécsi Tudományegyetem - Közgazdaságtudományi Kar (Hrsg.): 17th EURO Mini Conference: Continuous Optimization in Industry (17th EURO Mini Conference: Continuous Optimization in Industry Pécs, Hungary June 29 - July 1, 2005).
2. Monostori, Adam; Frühauf, Hans Holm; Kókai, Gabriella: Quick Estimation of Resources of FPGAs and ASICs Using Neural Networks. In: Bauer, Mathias; Kröner, Alexander; Brandherm, Boris (Hrsg.): LWA 2005 - Beiträge zur GI-Workshopwoche Lernen, Wissensentdeckung, Adaptivität (Workshop der GI-Fachgruppe "Maschinelles Lernen, Wissensentdeckung, Data Mining" (FGML) Saarbrücken, Germany 2005-10-10 - 2005-10-12). 2005, S. 210-215.
3. von Mammen, Sebastian; Jacob, Christian; Kókai, Gabriella: Evolving Swarms that Build 3D Structures. In: David Corne (Hrsg.): IEEE Congress on Evolutionary Computation (IEEE Congress on Evolutionary Computation Edinburgh, UK September 2nd--5th 2005). 2005, S. 1434- 1441.
4. Bauer, Elena; Kókai, Gabriella: Learning from Noise Data with the Help of Logic Programming Systems. In: Prof. Dr. Freund, Rudolf (Veranst.): WSEAS Transactions on Information Science and Application Artificial Intelligence, Knowledge Engineering, Data Bases (AIKED 2004) (Int.Conf. on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering, Data Bases (AIKED 2004) Salzburg, Austria February 13-15 2005). 2005, S. 104-110. (WSEAS Transactions on Information Science and Application Bd. 2, Nr. 2).
5. Berthold, Michael R.; Glen, Robert; Diederichs, Kay; Kohlbacher, Oliver; Fischer, Ingrid (Hrsg.): Computational Life Sciences. (First International Symposium on Computational Life Sciences, CompLife 2005 Konstanz 25.9.2005-27.9.2005) Berlin : Springer, 2005 (Lecture Notes in Bioinformatics Bd. 3695). - 269 Seiten.
6. Borgelt, Christian; Meinl, Thorsten; Berthold, Michael: MoSS: A Program for Molecular Substructure Mining. In: Goethals, Bart; Nijssen, Siegfried; Zaki, Mohammed J. (Hrsg.): Proceedings of OSDM 2005 (Open Source Data Mining Workshop on Frequent Pattern Mining Implementations Chicago, IL, USA 2005-08-21). 2005, S. 6-15.
7. Böhm, Niko; Kókai, Gabriella; Mandl, Stefan: An Evolutionary Approach to Tetris. In: 6th Metaheuristics International Conference (6th Metaheuristics International Conference Wien August 22-26, 2005). 2005, S. CD-ROM.
8. Dormeyer, Ricarda; Fischer, Ingrid; Weber Russell, Sylvia: A Lexicon for Metaphors and Idioms. In: Schnorbusch, Daniel; Langer, Stefan (Hrsg.): Semantik im Lexikon. Tübingen : Gunter Narr Verlag, 2005, (Tübingener Beiträge zur Linguistik Bd. 479), S. 205-224. - ISBN 3-8233-6099-X.

9. Dreweke, Alexander: Implementation and Optimization of the Lattice Boltzmann Method for the Jackal DSM System. Erlangen-Nürnberg, Friedrich-Alexander-Universität, Bac-Arb., 2005. - 69 Seiten.

10. Fischer, Ingrid: Graph Transformations and Neural Networks. In: Wang, John (Hrsg.): Encyclopedia of Data Warehousing and Mining. Hershey, PA, USA : Idea Group, 2005, S. 534-539.

11. Hardung, Bernd; Kollert, Thomas; Kókai, Gabriella; Krüger, Andreas: Optimierung von Steuergerätevarianten unter Berücksichtigung der Kundenbestellungen. In: VDI Verein Deutscher Ingenieure (Veranst.): VDI Berichte Nr. 1907 (12th International Conference and Exhibition Electronic Systems for Vehicles Baden-Baden, Germany 6-7 October 2005). 2005, S. 619-630.

12. Hardung, Bernd; Kollert, Thomas: Optimisation of the Variant Combination of Control Units Considering the Order History. In: -- (Hrsg.): -- (Veranst.): Proceedings of the International Scientific Annual Conference Operations Research 2005 (Operations Research 2005 Bremen 7-9 September 2005).

13. Hörmann, K.; Dittmann, L; Hindel, Bernd; Müller, M: SPICE in der Praxis - Interpretationshilfe für Anwender und Assessoren. Heidelberg : dpunkt.verlag, 2005. - 280 Seiten. ISBN 3-89864-341-7.

14. Kókai, Gabriella; Frühauf, Hans Holm; Feng, Xu: Development of a Hardware Based Genetic Optimizer to Adjust Smart Antenna Receiver. In: International Journal of Embedded Systems Special Issue on Hardware-Software Codesign for Systems-on-Chip 1 (2005), Nr. 1-2, S. 50-65.

15. Meinl, Thorsten; Fischer, Ingrid; Philippsen, Michael: Parallel Mining for Frequent Fragments on a Shared-Memory Multiprocessor -Results and Java-Obstacles-. In: Bauer, Mathias; Kröner, Alexander; Brandherm, Boris (Hrsg.): LWA 2005 - Beiträge zur GI-Workshopwoche Lernen, Wissensentdeckung, Adaptivität (Workshop der GI-Fachgruppe "Maschinelles Lernen, Wissensentdeckung, Data Mining" (FGML) Saarbrücken, Germany 2005-10-10 - 2005-10-12). 2005, S. 196-201.

16. Meinl, Thorsten; Fischer, Ingrid: Subgraph Mining. In: Wang, John (Hrsg.): Encyclopedia of Data Warehousing and Mining. Hershey, PA, USA : Idea Group, 2005, S. 1059-1063.

17. Nijssen, Siegfried; Meinl, Thorsten; Karypis, George (Hrsg.): Proceedings of MGTS 2005. (3rd International Workshop on Mining Graphs, Trees and Sequences Porto, Portugal 07.10.2005) 2005. - 123 Seiten.

18. Schneider, Hans Jürgen: Changing Labels in the Double-Pushout Approach Can Be Treated Categorically. In: Kreowski, Hans Jörg (Hrsg.): Formal Methods in Software and Systems Modeling (Festschrift Ehrig). Berlin-Heidelberg : Springer, 2005, S. 134-149. - ISBN 3-540-24936-2.

19. Veldema, Ronald; Philippsen, Michael: Near Overhead-free Heterogeneous Thread-migration. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Cluster Coomputing (2005 IEEE International Conference on Cluster Coomputing Boston, Massachusetts, USA 26.09.2005-30.09.2005). 2005, S. 145-154.

20. Wörlein, Marc; Meinl, Thorsten; Fischer, Ingrid; Philippsen, Michael: A quantitative comparison of the subgraph miners MoFa, gSpan, FFSM, and Gaston. In: Jorge, Alipio; Torgo, Luis; Brazdil, Pavel; Camacho, Rui; Gama, Joao (Hrsg.): Knowledge Discovery

in Database: PKDD 2005 (9th European Conference on Principles and Practices of Knowledge Discovery in Databases Porto, Portugal 2005-10-03 - 2005-10-07). Berlin : Springer, 2005, S. 392-403. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 3721) - ISBN 3-540-29244-6.

5 Vorträge

1. Fischer, Ingrid: Beschreiben und Parsen von Graphen.Vortrag: Kolloquium Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft, Universität Konstanz, Konstanz, 08.06.2005.

6 Studien- und Diplomarbeiten; Bachelor und Master Thesis

6.1 Studienarbeiten

1. Bieber, Benjamin: Erweiterung der Kommunikationsbibliothek Lizard.
2. von Mammen, Sebastian: Evolvierende Schwärme zur Bildung von 3D-Strukturen (Evolving Swarms that Build 3D Structures).
3. Handl, Johannes: Graphischer Editor für JavaKara.
4. Förster, Manuel: Interaktiver Assistent zur Einstellung der Multiplikatoren von multidimensionalen Zielfunktionen.
5. Bezold, Matthias: JaMP - Implementierung eines OpenMP-Dialektes im DSM-System Jackal.
6. Bauer, Elena: Vergleich des GeLog-Systems mit anderen GLP-Systeme auf der Basis einer statistischen Auswertung.
7. Klöden, Monic: Vergleich von Algorithmen zur Fragmentsuche in Moleküldatenbanken - Teil 2.
8. Wörlein, Marc: Vergleich von Algorithmen zur Fragmentsuche in Moleküldatenbanken.
9. Riedl, Martin: Wortstellungsrestriktionen für Zeichenketten generierenden Hypergraphgrammatiken.
10. Urzova, Olga: Zweidimensionale Visualisierung von Molekülgraphen in Java.

6.2 Diplomarbeiten

1. Meyer, Tobias: Ein Framework für Prozedurale Abstraktion.
2. Neumann, Christoph: Conceptional design of an open framework for optimizing the distribution of hardware and software components in control networks for vehicles.
3. Stoll, Tobias: Extending the use of Programmer supplied Assertions.
4. Korsch, Sven-Dimo: Re-Design eines Frameworks für Zeitplanungsprobleme.
5. Götz, Georg: Re-Design eines Frameworks für Zeitplanungsprobleme.
6. Heller, Bernd: Visualisierung auf einem Grid-System mittels verteiltem Java AWT.
7. Tröger, Frank: Design und Implementierung eines Kommunikationspaketes für Jackal

6.3 Bachelor Thesis

1. Dreweke, Alexander: Implementierung und Optimierung des Lattice-Boltzmann-Verfahrens für das DSM-System Jackal

6.4 Master Thesis

1. Monostori, Adam: Entwicklung eines Modells zur schnellen Abschätzung von Ressourcen von FPGAs und ASICs für die automatisierte IP-Core-Generierung mit redFIR 2.

Professur für Didaktik der Informatik

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49.9131.85.27621 **Fax.:** +49.9131.85.28809
E-Mail: info@i2.informatik.uni-erlangen.de

1 Einführung

Die Fachgruppe für "Didaktik der Informatik" wurde im April 2005 mit der Besetzung der Professur durch Prof. Dr. Torsten Brinda neu gegründet und ist organisatorisch dem Lehrstuhl Informatik 2 zugeordnet. Bereits in den Jahren zuvor wurden mehrere zweijährige Nachqualifikationskurse im Rahmen des "Sofortprogramms Informatik am Gymnasium - Nachqualifikation von Lehrkräften (SIGNAL)" unter der Leitung von abgeordneten Informatiklehrern erfolgreich durchgeführt. Der letzte dieser Kurse endet im Studienjahr 2005/06.

- **Arbeitsschwerpunkte der Gruppe** bilden:
- die informatikdidaktische Ausbildung von Informatik-Lehramtsstudierenden sowie
- die informatikdidaktische Forschung.

Bedingt durch die Neugründung und die Besetzung der ersten Mitarbeiterstellen mit abgeordneten Informatiklehrkräften im Frühjahr 2006 befindet sich das Lehr- und Forschungsfeld an der Universität Erlangen-Nürnberg noch im Aufbau.

Lehre: Didaktik der Informatik I, Didaktik der Informatik II, Theoretische Informatik für das Lehramt, E-Learning (in Vorbereitung), Informationssysteme aus fachdidaktischer Sicht, informatikdidaktische Schulpraktika und zugehörige Begleitveranstaltungen

2 Forschungsschwerpunkte

Das übergeordnete Ziel der Forschung der Fachgruppe "Didaktik der Informatik" ist die Weiterentwicklung informatischer Bildung, insbesondere des Informatikunterrichts an Schulen. Aus informatischer Sicht sind hierzu einerseits Konzeptionen für softwarebasierte Lernhilfen für vielfältige Ausbildungsszenarios und andererseits für die Strukturierung von Lehr-Lern-Szenarios der Informatik von Belang. Beides erfordert Wissen über den informatischen Erkenntnisprozess bei Lernenden. Diesen drei Bereichen sind die Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe zugeordnet:

I.) Informatischer Erkenntnisprozess

- Entwicklung und theoretische Fundierung von Bildungsstandards für den Informatikunterricht (Aufgaben, Kompetenzmodelle, Testmethoden)
- Analyse und Evaluation von Informatikunterricht

II.) Lernhilfen der Informatik

- Konzeption, Implementierung und Evaluation interaktiver, multimedialer Lehr-Lern-Systeme
- Konzeption, Implementierung und Evaluation lernförderlicher Infrastrukturen

III.) Lehr-Lern-Szenarios der Informatik

- Entwicklung und Evaluation von Blended Learning Konzepten für den Informatikunterricht
- Entwicklung und Evaluation von Konzepten für die Informatiklehrerausbildung

Kooperationsbeziehungen

- FU Berlin, Didaktik der Informatik
- Universität Kassel, Software Engineering
- TU München, Didaktik der Informatik
- Uni Münster, Didaktik der Informatik
- Universität Paderborn, Didaktik der Informatik
- Universität Potsdam, Didaktik der Informatik
- Universität Siegen, Didaktik der Informatik und E-Learning

3 Forschungsprojekte

3.1 Bildungsstandards der Informatik

Projektleitung:

Prof. Dr. Torsten Brinda

Stichwörter: Bildungsstandards, Kompetenzmodelle, Aufgabenklassen

Beginn: 1.7.2004

Kontakt:

Prof. Dr. Torsten Brinda
Tel.: +49.9131.85.27922, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: brinda@informatik.uni-erlangen.de

Auf der Basis eigener Vorarbeiten zu informatikdidaktischen Systemen werden, motiviert durch die Schlussfolgerungen aus den PISA-Studien zur Verstärkung der Output-Steuerung von Lehr-Lern-Prozessen, (Mindest-)Bildungsstandards für verschiedene Themenschwerpunkte des Informatikunterrichts erforscht. Zentrale Teilziele hierbei sind:

- die Analyse des Zusammenhangs zwischen so genannten Aufgabenklassen und Stufen noch zu entwickelnder Kompetenzmodelle,
- die Identifikation weiterer Aufgabenklassen und Kompetenzstufen durch Literaturstudien sowie
- die Entwicklung und Erprobung von Testitems im PISA-Sinne und geeigneten Software-Werkzeugen zur Analyse der Kompetenzprofile von Lernern und zur iterativen Präzisierung des Modells.

Forschungsmethodisch werden in diesem Projekt die Entwicklung von informatikdidaktischen Konzepten, theoretische Literaturanalysen und eine Kombination aus qualitativen und quantitativen empirischen Methoden miteinander verknüpft.

Publikationen

1. Brinda, Torsten: Integration of new exercise classes into the Informatics education in the field of object-oriented modelling. In: Education and Information Technologies 9 (2004), Nr. 2, S. 117-130.
2. Brinda, Torsten: Preparing educational standards in the field of object-oriented modelling. In: Magenheim, Johannes; Schubert, Sigrid (Hrsg.): Informatics and student assessment. Concepts of empirical research and standardization of measurement in the area of didactics of informatics (Informatics and student assessment. Concepts of empirical research and standardization of measurement in the area of didactics of informatics Dagstuhl 19.-24.09.2004). 1. Aufl. Bonn : Köllen, 2004, S. 11-22. (Lecture Notes in Informatics / S: Seminars Bd. LNI / S, Nr. 1) - ISBN 3-88579-435-7.
3. Schulte, Carsten; Brinda, Torsten: Beiträge der Objektorientierung zu einem Kompetenzmodell des informatischen Modellierens. In: Friedrich, Steffen (Hrsg.): Unterrichtskonzepte für informatische Bildung (Unterrichtskonzepte für informatische Bildung Dresden 27.-30.09.2005). Bonn : Köllen, 2005, S. 137-148. (Lecture Notes in Informatics Bd. LNI, Nr. P-60).
4. Brinda, Torsten: Teaching object-oriented modelling in secondary education. In: IFIP - International Federation for Information Processing (Veranst.): 8th IFIP World Conference on Computers in Education - Conference CD (WCCE - World Conference on Computers in Education University of Stellenbosch, Cape Town, South Africa 04-07.07.2005). 2005.

3.2 Didaktische Systeme der Informatik

Projektleitung:

Prof. Dr. Torsten Brinda

Stichwörter: Didaktisches System, Aufgabenklassen, Explorationsmodule, Informatikunterricht, Objektorientiertes Modellieren
Beginn: 1.4.2000

Kontakt:

Prof. Dr. Torsten Brinda
Tel.: +49.9131.85.27922, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: brinda@informatik.uni-erlangen.de

In den Jahren 2000 bis 2004 wurde ein Konzept zur didaktischen Aufbereitung fachlicher Inhalte des objektorientierten Modellierens für Informatikunterricht der Sekundarstufe II als Didaktisches System für objektorientiertes Modellieren im Informatikunterricht der Sekundarstufe II gestaltet und evaluiert. Dieses Konzept wird nun verfeinert und seine Übertragbarkeit auf andere Teilgebiete der Informatik untersucht.

Publikationen

1. Brinda, Torsten: Didaktische Systeme für objektorientiertes Modellieren (OOM) im Informatikunterricht. In: Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.): Informatiktage 2000 (Informatiktage 2000 Bad Schussenried). Leinfelden-Echterdingen : Konradin, 2000, S. 282-285.
2. Brinda, Torsten: Objektorientiertes Modellieren - Sammlung und Strukturierung von Übungsaufgaben im Informatikunterricht. In: LOG IN 20 (2000), Nr. 5, S. 39-49.
3. Brinda, Torsten: Didactic system for object-oriented modelling.Vortrag: eingeladene, vom dänischen Bildungsministerium geförderte, Fortbildung für dänische Informatiklehrende der Sek. II, Bjerringbro / Denmark, 08.11.2001.
4. Brinda, Torsten: Einfluss fachwissenschaftlicher Erkenntnisse zum objektorientierten Modellieren auf die Gestaltung von Konzepten in der Didaktik der Informatik. In: Keil-Slawik, Reinhard; Magenheim, Johannes (Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung (GI Informatik und Schule - INFOS 2001 Paderborn 17.-20.09.2001). Bonn : Köllen, 2001, S. 75-86. (Lecture Notes in Informatics Bd. LNI, Nr. 8) ISBN 3-88579-334-2.
5. Brinda, Torsten; Ortmann, Tobias: Fallstudien zur unterrichtlichen Einbettung spezieller Aufgabenklassen. In: Schubert, Sigrid; Magenheim, Johannes; Hubwieser, Peter; Brinda, Torsten (Hrsg.): Forschungsbeiträge zur „Didaktik der Informatik" - Theorie, Praxis, Evaluation. 1. GI-Workshop DDI'02 (Schwerpunkt: Modellierung in der informatischen Bildung) (DDI'02 Witten-Bommerholz 10.-11.10.2002). 1. Aufl. Bonn : Köllen, 2002, S. 13-22. (Lecture Notes in Informatics Bd. LNI, Nr. 22) - ISBN 3-88579-351-2.
6. Brinda, Torsten; Schubert, Sigrid: Learning aids and learners' activities in the field of object-oriented modelling. In: Passey, Don; Kendall, Mike (Hrsg.): TelE-Learning. The Challenge for the Third Millennium (IFIP World Computer Congress 2002 - WCC2002 Montreal, Canada 25.-30.08.2002). 1. Aufl. Boston : Kluwer, 2002, S. 37-44. - ISBN 1-4020-7219-8.
7. Brinda, Torsten; Schubert, Sigrid: Exploration of object-oriented models in informatics education. In: van Weert, Tom; Munro, Robert (Hrsg.): Informatics and The Digital Society: Social, Ethical and Cognitive Issues (SECIII 2002 Dortmund 22.-26.07.2002). 1. Aufl. Boston : Kluwer, 2003, S. 109-118. - ISBN 1-4020-7363-1.
8. Brinda, Torsten: Student experiments in object-oriented modelling. In: Cassel, Lillian N.; Reis, Ricardo Augusto da Luz (Hrsg.): Informatics curricula and teaching methods (ICTEM 2002 Florianopolis, Brazil 10.-12.07.2002). Boston : Kluwer, 2003, S. 13-20. - ISBN 1-4020-7266-X.
9. Brinda, Torsten: Didaktisches System für objektorientiertes Modellieren im Informatikunterricht der Sek. II. Siegen, Universität Siegen, Diss., 2004. - 267 Seiten.
10. Brinda, Torsten; Hoffmann, Andreas: Entwicklung von Software zur Exploration im Bildungskontext. In: Engels, Gregor; Seehusen, Silke (Hrsg.): DeLFI 2004: Die e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI 2004 Paderborn 05.-08.09.2004). 1. Aufl. Bonn : Köllen, 2004, S. 343-354. (Lecture Notes in Informatics Bd. LNI, Nr. 52) - ISBN 3-88579-381-4.
11. Brinda, Torsten: Integration of new exercise classes into the Informatics education in the field of object-oriented modelling. In: Education and Information Technologies 9 (2004), Nr. 2, S. 117-130.

12. Brinda, Torsten: Teaching object-oriented modelling in secondary education. In: IFIP - International Federation for Information Processing (Veranst.): 8th IFIP World Conference on Computers in Education - Conference CD (WCCE - World Conference on Computers in Education University of Stellenbosch, Cape Town, South Africa 04-07.07.2005). 2005.

3.3 SIGNAL - Sofortprogramm Informatik am Gymnasium - Nachqualifikation von Lehrkräften (ehemals NELLI)

Projektleitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Beteiligte:

Prof. Dr. Torsten Brinda, Franz Forman, Dr. Klaus Kreisel, Dr. Hermann Puhlmann

Laufzeit: 1.9.2002 - 31.8.2006

Förderer:

Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus,
Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst,
Europäische Kommission

Kontakt:

Prof. Dr. Michael Philippsen
Tel.: +49.9131.85.27625, Fax: +49.9131.85.28809,
E-Mail: philippsen@informatik.uni-erlangen.de

Deutschland will im Bereich Informationsgesellschaft einen Spitzenplatz in Europa einnehmen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen junge Menschen bereits in der Schule eine fundierte Ausbildung in Informatik erhalten. Konsequent führte Bayern im Schuljahr 2004/05 das Pflichtfach Informatik - zunächst als Teil des Faches "Natur und Technik" - an allen Gymnasien ein. Jedes der rund 400 bayerischen Gymnasien sollte ab diesem Zeitpunkt über mindestens eine Lehrkraft mit der Fakultas Informatik verfügen.

Der immense Bedarf an Lehrkräften kann nicht über die traditionelle Lehramtsausbildung an den Universitäten gedeckt werden. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2000 das Projekt Nelli (Netzgestützter Lehrverbund zur Lehrerausbildung in Informatik) gestartet und ein elektronisches Angebot von speziell zugeschnittenen Studien- und Unterrichtsmaterialien entwickelt. Der Lehrstuhl hat hierzu das Algorithmik-Modul beigetragen. Im September 2001 nahmen bayernweit im Rahmen von Pilotkursen 75 Lehrkräfte das Studium der Informatik auf, davon 15 in Erlangen. Im Herbst 2003 haben diese Lehrerinnnen und Lehrer die Erweiterungsprüfung in Informatik abgelegt. Der erfolgreiche Verlauf der Pilotkurse ermutigte zum Folgeprojekt SIGNAL (Sofortprogramm Informatik am Gymnasium - Nachqualifikation von Lehrkräften). In den Jahren 2002 bis 2004 startete an der Universität Erlangen-Nürnberg jeweils ein zweijähriger Kurs mit rund 25 Teilnehmern.

Im ersten Kursjahr lernen die Teilnehmer überwiegend zu Hause mit elektronisch bereitgestellten Materialien. Sie geben über einen Gruppenarbeits-Server Übungen ab, die vom Tutor des Kurses korrigiert werden. Zum Erfahrungsaustausch und persönlichen Kontakt finden zudem

monatliche Treffen statt. Im zweiten Kursjahr finden wöchentliche Präsenzveranstaltungen an der Universität statt. Dabei besuchen die Teilnehmer auch reguläre Veranstaltungen aus dem Angebot für das Informatikstudium.

Darüberhinaus wird seit Herbst 2003 das reguläre Lehramtsstudium Informatik für alle Schulformen angeboten. Im April 2005 wurde die Fachgruppe für "Didaktik der Informatik" mit der Besetzung der Professur durch Prof. Dr. Torsten Brinda neu gegründet und ist organisatorisch dem Lehrstuhl Informatik 2 zugeordnet. Bereits in den Jahren zuvor wurden mehrere zwei-jährige Nachqualifikationskurse im Rahmen des "Sofortprogramms Informatik am Gymnasium - Nachqualifikation von Lehrkräften (SIGNAL)" unter der Leitung von abgeordneten Informatiklehrern erfolgreich durchgeführt. Der letzte dieser Kurse endet im Studienjahr 2005/06.

Lehrstuhl für Informatik 3 (Rechnerarchitektur)

Anschrift: Martensstr. 3, 91058 Erlangen
Tel.: +49.9131.85.27003 **Fax.:** +49.9131.85.27239
E-Mail: sekretariat@i3.informatik.uni-erlangen.de

Kommisarische Leitung:

Prof. Dr. Michael Philippsen

Sekretariat:

Christine Cetin

Wiss. Mitarbeiter:

Dipl.-Math. Wolfgang Hohl
Dipl.-Inf. Hans-Jörg Höxer
Dr.-Ing. Roman König
Dipl.-Inf. Matthias Sand
Dr.-Ing. Volkmar Sieh
Dr.-Ing. Oliver Tschäche

Nichtwiss. Personal:

Edwin Aures
Chris Moog
Joachim Stelzner

1 Einführung

Im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Tätigkeit am Lehrstuhl 3 stehen skalierbare, verlässliche, parallele und verteilte Systeme. Einerseits werden theoretische Grundlagenprobleme sowie die Entwicklung von Berechnungsverfahren des zuverlässigen, wissenschaftlich-technischen Rechnens (Computational Engineering) und andererseits Realisierungsmöglichkeiten und Bewertungsaspekte fehlertoleranter Hochleistungsparallelrechner und eingebetteter Systeme behandelt, insbesondere die quantitative Bewertung unterschiedlicher großer Rechnerarchitekturen und großer Rechnernetze bezüglich ihrer Fehlertoleranzeigenschaften mit Hilfe von Analyse- und Simulationsmethoden (siehe beispielsweise das FAUmachine-Projekt).

Im Jahre 1966 übernahm Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang Händler den mit der Gründung des damaligen Instituts für Mathematische Maschinen und Datenverarbeitung geschaffenen Lehrstuhl. Der Lehstuhl 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.

2 Forschungsschwerpunkte

- Parallele Rechnerarchitekturen und Middleware
- Fehlertolerante Rechnerarchitekturen

- Modellierung von Rechnerarchitekturen und Fehlertoleranzmaßnahmen
- Effiziente Simulation großer Rechnerarchitekturen
- Effiziente Simulation von Hardware-Fehlern
- Bewertung großer Rechnerarchitekturen
- Bewertung von Fehlertoleranzmaßnahmen
- Virtuelle Rechner und Ablaufumgebungen
- Automatische Steuerung und Beobachtung von virtuellen und realen Rechnenanlagen

2.1 Internationale Austauschprogramme

- Im AE3-Projekt (American-European Engineering Exchange) stehen 35 US-amerikanische Partner-Universitäten für den Studentenaustausch zur Auswahl. Näheres siehe: http://www.informatik.uni-erlangen.de/Studies/studyabroad.shtml#AE3
- Im Rahmen des SOCRATES/ERASMUS-Programs wurden mehrere Erlanger Studenten an Partneruniversitäten im europäischen Ausland vermittelt; im Gegenzug fanden auch einige Studenten von Partenruniversitäten denn Weg an die FAU. Näheres zum Austauschprogramm siehe:
  http://www.informatik.uni-erlangen.de/Studies/studyabroad.shtml#SOCRATES

  (Kontakt: Wolfgang Hohl)

2.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

- Elektrologisches Labor

2.3 Kooperationsbeziehungen

- TWU Budapest, Dept. of Measurement and Information Systems (Dr. A Pataricza)
- Universitá di Firenze (Prof. A. Bondavalli)
- University of Coimbra, Dependable Systems Research Group (Prof. H. Madeira)
- K. U. Leuven - ESAT / ELECTA (Prof. G. Deconinck)
- CNR - CNUCE, Pisa (Dr. D. Latella, Prof. L. Simoncini)
- LAAS-CNRS (Lab. for Analysis and Architecture of Systems, Toulouse, Prof. J.C. Laprie)
- Computer Engineering, U. of Illinois, Urbana-Champaign (Prof. R. Iyer, Prof. B. Sanders)
- Technical University of Valencia, Fault-Tolerant systems research Group (Prof. P.G. Vicente)
- Mitgliedschaft im CaberNet (Computing Architectures for Basic European Research), einem EU-geförderten Netz, das dem Kontakt und Erfahrungsaustausch europäischer Forschungsgruppen auf den Gebieten Parallelverarbeitung und Fehlertoleranz dient.
- Critical Software (Portugal)

- Daimler-Chrysler, Stuttgart
- Lucent Technologies, Nürnberg
- MID GmbH, Nürnberg
- Siemens AG, Erlangen

2.4 Wissenschaftliche Tagungen

- EDCC-5, "5th European Dependable Computing Conference": General Co-Chair: Mario Dal Cin; Publication Chair: Wolfgang Hohl
- HASE '05, "9th IEEE International Symposium on High Assurance Systems Engineering": General Chair: Mario Dal Cin; Finance Chair: Wolfgang Hohl; Registration Chair:
  Christine Cetin

3 Forschungsprojekte

3.1 FAUmachine

Projektleitung:

Dr.-Ing. Volkmar Sieh, Akad. Rat

Beteiligte:

Dr.-Ing. Kerstin Buchacker, Dr.-Ing. Oliver Tschäche, Dipl.-Inf. Hans-Jörg Höxer, Dipl.-Inf. Martin Waitz

Beginn: 1.1.2001

Förderer:

EU

Kontakt:

Dr.-Ing. Volkmar Sieh
Tel.: +49.9131.85.27998, Fax: +49.9131.85.27239,
E-Mail: Volkmar.Sieh@informatik.uni-erlangen.de

Für das DBench-Projekt (Dependability Benchmarking) wurde das FAUmachine-Projekt (ehemals UMLinux) weiterentwickelt. UMLinux ist eine Portierung des Standard-Linux-Kernels auf eine virtuelle Maschine. Als virtuelle Maschine sind alle Rechner mit Unix-ähnlichem Betriebssystem denkbar. Für den Prototyp der Implementierung wurden PCs mit Linux verwendet. Das portierte Linux ist binär-kompatibel zum Standard-Linux. Damit können alle Linux-Programme und alle Linux-Distributionen auf diesen UMLinux-Rechnern laufen. Dadurch, dass es auf diese Weise möglich ist, mehrere simulierte Rechner auf einem physikalischen Host zu ‚booten" und über Internet miteinander zu verbinden, können ganze Rechnernetze simuliert werden. Jeder virtuelle Knoten ist ein Prozess auf einem realen Rechner. Da Prozesse durch Debugger gut beobachtet und bei Bedarf auch gesteuert werden können, kann mit Hilfe dieser Methode das simulierte System von außen sehr gut beeinflusst werden. Dies wurde genutzt, um

die virtuellen Rechner automatisch booten bzw. anhalten zu können. Außerdem können über die Debugger-Schnittstelle auch Fehler in die Systeme injiziert und deren Auswirkungen beobachtet werden. Zur Zeit sind folgende Fehlertypen implementiert: Platten-, Netzwerk-, Speicher- und Registerfehler. Damit ist es erstmalig möglich, Reaktionen selbst sehr großer Systeme auf Fehler zu beobachten.

Der FAUmachine-Simulator wurde um einen Just-In-Time-Compiler (JIT) für x86-Code erweitert. Der JIT ersetzt ‚just in time" alle speziellen, nur im Kernel-Mode ausführbaren Assembler-Befehle durch Simulator-Aufrufe. Alle anderen Befehle werden unverändert übernommen. Lediglich Adressen werden angepasst um den veränderten Befehlslängen gerecht zu werden.

Damit ist es jetzt möglich, unmodifizierten Code ablaufen zu lassen. Lediglich der Adressraum des zu startenden Binaries muss gegebenenfalls angepasst werden. Der Einsatz von z.B. OpenBSD, FreeBSD oder auch Solaris auf FAUmachine wird damit prinzipiell möglich.

Um auch Betriebssysteme auf FAUmachine einsetzen zu können, deren Source-Code nicht frei zugänglich ist (z.B. Windows), muss das Linux-Betriebssystem selbst modifiziert werden. Es muss möglich sein, den gesamten Adressraum eines x86-Prozessors (4 GB) für Benutzerprogramme verwenden zu können. Zur Zeit sind ‚nur" 3 GB virtueller Adressraum verfügbar. Eine derartige Änderung des Original-Linux-Kernels ist geplant.

Um den Boot-Prozess der FAUmachine mehr den echten Gegebenheiten anzupassen, wurde die Maschine um ein zusätzliches BIOS, der simulierte Prozessor um einen Real-Mode erweitert. Jetzt sind nicht nur modifizierte Kernels, sondern auch modifizierte Boot-Loader (z.B. lilo, grub, syslinux usw.) lauffähig. Somit wird jetzt ohne externe Konfiguration des virtuellen Rechners die Installation einer RedHat-, SuSE oder Debian-Distribution Out-of-the-Box möglich.

Zusätzlich zur effizienten Simulation von Linux-PCs können auch weitere Geräte in ihrem Verhalten nachgebildet werden. Interessant ist auch die Simulation von Benutzern. Somit ist es jetzt erstmals möglich, ganze Netze von Rechnern, Peripheriegeräten sowie mit den Geräten arbeitende Benutzer zu modellieren und diese Modelle effizient auszuwerten.

Da diese simulierten Hardware-Komponenten und die Benutzer alle parallel arbeiten können, war die bisher vorhandene serielle Experimentsteuerung nicht mehr ausreichend. Sie wurde von einer auf Tcl/Tk-basierenden Lösung auf einen VHDL-Interpreter umgestellt. Der VHDL-Interpreter wurde von Grund auf neu entwickelt. Die Implementierung wird auch im folgenden Jahr weiter vervollständigt. Um die Vorteile der FAUmachine-Modellierungs- und Simulationsumgebung zu demonstrieren, wurde ein größeres Modell aufgebaut. Das Modell basiert auf dem handelsüblichen TPC-C-Benchmark. Es wurde abgewandelt, um auch während des normalen Betriebs auftretende Fehler mit in die Benchmark-Ergebnisse einfließen lassen zu können. Das Modell beschreibt 6 miteinander kommunizierende Rechner, 16 serielle Terminals sowie 12 Benutzer, die an den Terminals die TPC-C-typischen Eingaben vornehmen.

Publikationen

1. Buchacker, Kerstin; Sieh, Volkmar: Framework for Testing the Fault-Tolerance of Systems Including OS and Network Aspects. In: IEEE (Hrsg.): Proc. of High-Assurance SystemEngineering Symposium HASE-2001 (High-Assurance SystemEngineering Symposium HASE-2001 Boca Raton 22.-24.10.2001). 2001, S. 95-105.
2. Sieh, Volkmar; Buchacker, Kerstin: Testing the Fault-Tolerance of Networked Systems. In: U. Brinkschulte; K.-E. Grosspietsch; C. Hochberger; E. W. Mayr (Hrsg.): ARCS 2002, Workshop Proceedings (International Conference on Architecture of Computing Systems ARCS 2002 Karlsruhe 08.-11.04.02). 2002, S. 37-46. - ISBN 3-8007-2686-6.

3. Höxer, Hans-Jörg; Sieh, Volkmar; Buchacker, Kerstin: UMLinux - A Tool for Testing a Linux System's Fault Tolerance. In: LinuxTag 2002 (Hrsg.): LinuxTag 2002 (als CD erschienen) (LinuxTag 2002 Karlsruhe 06.-09.06.02). 2002, S. 1-10.
4. Buchacker, Kerstin; Dal Cin, Mario; Höxer, Hans-Jörg; Karch, R.; Sieh, Volkmar; Tschäche, Oliver: Reproducible Dependability Benchmarking Experiments Based on Unambiguosus Benchmark Setup Descriptions. In: IEEE Computer Society (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Dependable Systems (International Conference on Dependable Systemsand Networks San Francisco, CA June 22nd - 25th). 2003, S. 469-478.
5. Buchacker, Kerstin; Höxer, Hans-Jörg; Sieh, Volkmar: UMLinux als Sandbox. In: Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik/SecuMedia Verlags-GmbH (Hrsg.): IT-Sicherheit im verteilten Chaos (8. Deutscher IT-Sicherheitskongress des BSI Bonn - Bad Godesberg 13.-15. Mai 2003). 2003, S. 409-423.
6. Höxer, Hans-Jörg: System im System. In: Linux-Magazin 12/2003 (2003), S. 88-91
7. Tschäche, Oliver: Dependability Benchmarking of Linux based Systems. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings Informatik 2003, Beiträge des Schwerpunkts Sicherheit - Schutz und Zuverlässigkeit (Informatik 2003, Beiträge des Schwerpunkts Sicherheit - Schutz und Zuverlässigkeit Frankfurt 2003). 2003, S. 237-248.
8. Buchacker, Kerstin; Dal Cin, Mario; Höxer, Hans-Jörg; Sieh, Volkmar; Tschäche, Oliver; Waitz, Martin: Hardware Fault Injection with UMLinux. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of the 2003 International Conference on Dependable Systems and Networks (2003 International Conference on Dependable Systems and Networks San Francisco (CA) June 22-25, 2003). 2003, S. 670.
9. Höxer, Hans-Jörg; Waitz, Martin; Sieh, Volkmar: Advanced virtualization techniques for FAUmachine. In: Spenneberg, R. (Hrsg.): Proceedings of the 11th International Linux System Technology Conference (11th International Linux System Technology Conference Erlangen, Germany September 7-10). 2004, S. 1-12. - ISBN 3-86541-058-8.
10. Höxer, Hans-Jörg: Virtuelle PCs und Netzwerke mit FAUmachine. Vortrag: KNF-Kongress '04, Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule, Nürnberg, 21.11.2004.
11. Höxer, Hans-Jörg; Sieh, Volkmar; Waitz, Martin: Fast Simulation of Stuck-At and Coupling Memory Faults Using FAUmachine. In: n.b. (Hrsg.): In Supplement to Proc. HASE 2005: International Symposium on High Assurance Systems Engineering (Ninth IEEE International Symposium on High Assurance Systems Engineering Heidelberg, Germany 12-14 October 2005). 2005, S. 1-2.
12. Dörfler, C.; Sieh, Volkmar: Software-Tests mit der FAUmachine. In: Czornack, J.-T.; Stodden, D.; Trinitis, C.; Walter, M. (Hrsg.): Diskussionskreis Fehlertoleranz 2005 (Diskussionskreis Fehlertoleranz 2005 München 10.-11. Maerz 2005). Aachen : Shaker-Verlag, 2005.

4 Weitere Publikationen

1. Dal Cin, Mario; Kaaniche, Mohamed; Pataricza, Andras (Hrsg.): Dependable Computing EDCC-5. (5th European Dependable Computing Conference Budapest, Hungary April, 2005) Heidelberg : Springer, 2005 (LNCS Bd. 3463). - 472 Seiten.

2. König, Roman: Closure Systems and Implications. In: Ganter B.; Godin R.; Mephu Nguifo E. (Hrsg.): Proceedings ICFCA-2005 International Conference on Formal Concept Analysis (Supplementary Volume) (ICFCA-2005 International Conference on Formal Concept Analysis (Supplementary Volume) IUT Lens - Université d'Artois, France February 14-18, 2005). 2005, S. 7-14.

5 Studien- und Dilomarbeiten

5.1 Studienarbeiten

1. Marquardt, Holger: Design und Implementierung einer Komponente zur Analyse von Simulationsläufen
2. Merkel, Erik: Beschleunigter Datentransfer und erweiterte Konfigurationsmöglichkeiten für FAUBackup
3. Jordan, Tobias: Design und Implementierung eines seriellen Terminals für FAUmachine
4. Werth, Tobias: Design und Implementierung eines erweiterten, portablen GUIs für FAUmachine
5. Angermeier, Josef: Design und Implementierung eines Sound-Simulators für FAUmachine
6. Glanzmann, Thomas: Design und Implementierung eines EIDE-Subsystem-Simulators für FAUmachine
7. Dörfler, Christoph: Design und Implementierung von automatischen Testszenarien für die Komponenten der FAUmachine
8. Meier, Michael: Design und Implementierung eines EEPRO-100-Simulators für FAUmachine
9. Schirmeier, Horst: Design und Implementierung eines USB-System-Simulators für FAUmachine
10. Friedrich, Markus: Ein Tool-Framework für den XMI-basierten UML-Modell-Austausch
11. Kellermann, Christian: Klassifizierung von E-Mails durch einen Bloomfilter mit Gedächtnisfunktion
12. Kolbe, Mirko: Konzeption und Implementierung einer Komponente zum Einlesen von UML-SC und deren Transformationen in PN
13. Ruppert, Sascha: SChUML/Sim - Ein UML-Statechart-Simulator

5.2 Diplomarbeiten

1. Leuchsenring, Stefan: Design und Implementierung eines Floppy-Simulators für die FAUmachine
2. Sigwart, Stephan: Design und Implementierung eines Mustererkenners für FAUmachine zur Detektion und Lokalisierung von Bildschirmelementen
3. Dörfler, Christoph: Design und Implementierung eines graphischen Konfigurationsprogramms für die Komponenten der FAUmachine

4. Payer, Gernot: Design und Implementierung eines Linux-Kernelmoduls zur Beschleunigung der FAUmachine
5. Angermeier, Josef: FAUmachine-Erweiterung zur Aufhebung der Beschränkung des FAUmachine-Bios auf 64 KByte
6. Brandt, Thomas: Konzeption und Implementierung eines Web-basierten Tools zur Unterstützung von Projekten nach dem V-Modell
7. Dorn, Robert: Linux-Kernel mit 4GByte freiem virtuellen Adressraum für Anwendungen

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

Emeritus:

Prof. em. Dr. Fridolin Hofmann

Wiss. Mitarbeiter:

Dr.-Ing. Gunter Bolch
Dipl.-Inf. Meik Felser
Wasif Gilani
Dipl.-Inf. Rüdiger Kapitza
Dr. rer. nat. Katja Karmeier
Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder
Dr.-Ing. Claus-Uwe Linster
Dipl.-Inf. Daniel Lohmann
Dipl.-Inf. Fabian Scheler
Julio Sincero, M. Sc.
Dr.-Ing. Olaf Spinczyk
Dipl.-Inf. Christian Wawersich
Dipl.-Inf. Andreas Weißel

Externe Doktoranden:

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Friess
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Kubica

1 Einführung

Der Lehrstuhl für Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme) wurde 1972 eingerichtet. Lehrstuhlinhaber von 1972 bis 2003 war Prof. Dr. Fridolin Hofmann.

Im Mai 2002 wurde Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat zum neuen Lehrstuhlinhaber berufen.

Durch die einjährige Übergangszeit in der Prof. Hofmann und Prof. Schröder-Preikschat den Lehrstuhl in kollegialer Leitung führten, konnte ein idealer Übergang ohne Beeinträchtigung der Forschungsarbeiten und der Lehre erreicht werden.

1.1 Lehre:

- Systemprogrammierung
- Betriebssysteme
- Verteilte Systeme, Spezialvorlesungen aus den Bereichen Betriebssysteme
- Middleware
- Systementwurf, Modellierung und Leistungsbewertung
- Prozessautomatisierung
- Echtzeitsysteme

2 Forschungsschwerpunkte

Der Fokus der Arbeiten des Lehrstuhls lässt sich am besten mit dem Begriff *Operating Systems Engineering* charakterisieren. Der Begriff steht für die Kombination von Betriebssystemen und Software Engineering, vor allem für Entwurf und Entwicklung verteilter und eingebetteter Betriebssysteme.

Familien-basierter Softwareentwurf in Kombination mit aspektorientierter Programmierung und Merkmalsmodellierung *(Feature Modelling)* bilden die Basis für die Entwicklung hochgradig problem-spezifischer Lösungen sowohl für eingebettete Laufzeit- und Betriebssysteme als auch für Middleware.

Die Arbeiten umfassen auch grundlegende Fragen von Betriebssystemarchitekturen und die Entwicklung neuer, an heutige Rechner- und Anwendungsanforderungen angepasster Betriebssystemabstraktionen und -mechanismen. Daneben werden Fragen der Modellierung und Leistungsbewertung von Rechensystemen, Betriebssystemen, Verteilten Systemen und Fertigungssystemen mit analytischen, numerischen und simulativen Methoden behandelt.

Adaptierbare Betriebssystemarchitekturen und Betriebssystem-Familien sind seit vielen Jahren die zentralen Themenbereiche der Arbeitsgruppe. Ziel der Forschung ist, durch die Anpassbarkeit von Betriebssystem- und Kommunikationssystemsoftware sowohl an spezielle Anforderungen der Anwendung als auch an die jeweilige Hardwarearchitektur Synergieeffekte zwischen diesen Ebenen zu ermöglichen.

Ein Schwerpunkt der Lehrstuhlkompetenzen ist die Entwicklung von Methoden und Techniken zur Konstruktion der Softwareinfrastruktur für eingebette verteilte Systeme. Hierbei steht nicht eine bestimmte Betriebssystemarchitektur (wie z. B. Mikrokerne) im Mittelpunkt, sondern Verfahren und Werkzeuge, die die einfache Erzeugung einer Vielzahl verschiedener Betriebssysteme aus wiederverwendbaren, architekturunabhängigen Bausteinen (Komponenten) ermöglichen. Die Spanne des Einsatzbereichs kann von Betriebssystemen und Middleware für komplexe verteilte General-purpose Systeme bis hin zu eingebetteten, verteilten und parallelen Spezialsystemen und der Unterstützung für Echtzeit-Operationen von sicherheitskritischen Anwendungen gehen.

2.1 Gruppen

- ergoo (http://www4.informatik.uni-erlangen.de/DE/Research/ergoo/) - Erlangen Research Group on Distributed Objects and Operating Systems
- Ana-Gruppe (http://www4.informatik.uni-erlangen.de/DE/Research/ana/) - Analytische Modelle und Prozessautomatisierung ("Die Anas")

2.2 Kooperationsbeziehungen

- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) - Projektgruppe Adaptive Systemsoftware
- Sun Microsystems
- Siemens ADT
- 3SOFT GmbH, Erlangen
- pure-systems GmbH, Magdeburg
- methodpark Software AG
- Daimler Chrysler AG
- AUDI AG
- Universität Ulm, Abteilung Verteilte Systeme
- Universität Passau, Lehrstuhl für Rechnerkommunikation und Rechnernetze
- Duke University, Durham, North Carolina, USA
- Univ. Santa Catarina, Florianopolis, Brasilien
- University of Debrecen/Hungary, Institute of Informatics
- Technische Universität Tiflis, Georgien

3 Forschungsprojekte

3.1 Anwendungsanpassbare deterministische Ausführungsplattform für parallele/verteilte mechatronische Programme

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte: Guido Domnick

Stichwörter:

Mechatronik;eingebettete Systeme

Laufzeit: 1.7.2002 - 31.7.2005

Förderer: Kultusministerium Sachsen-Anhalt

Mitwirkende Institutionen:

Institut für Mechatronik und Antriebstechnik; Univ. Magdeburg
Institut für Elektrische Energiesysteme; Univ. Magdeburg

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Tel.: +49.9131.85.27278, Fax: +49.9131.85.28732,

E-Mail: wosch@informatik.uni-erlangen.de

Eine im LIST-Verbundprojekt (Landesinnovationsstrategie, LSA) betrachtete Werkzeugmaschine basiert auf einer Kombination von Magnetschwebe- und Direktantriebstechnik. Sie realisiert die feste oder angepasste kontinuierliche Positionierung von Werkstücken zu Bearbeitungssystemen (Fräsen, Bohren, Lasern usw.). Die Steuerungs- und Regelprogramme dieser Werkzeugmaschine werden über mehrere Rechner verteilt. Dabei muß die Kommunikation echtzeitfähig zwischen den Prozessen der Anwendungsprogramme bewerkstelligt werden. Das DAME-Vorhaben bildet ein Teilprojekt des LIST-Verbundprojektes. Die Aufgabe des DAME-Vorhabens ist es, eine portable deterministische Laufzeitplattform zu entwickeln. Die Interprozesskommunikation soll auf Basis von Fernaufrufen erfolgen. Die client- und server-seitigen Fernaufrufstümpfe sollen automatisch von einem Generator erzeugt werden. Hierzu soll die Stumpfgenerierung durch einen Aspektweber (PUMA) auf Basis von Aspektprogrammen erfolgen und nicht, wie sonst üblich, durch Stumpfgeneratoren wie sie etwa für CORBA oder DCOM bekannt sind.

3.2 AspectC++ - AOP mit C++

Projektleitung:

Dr.-Ing. Olaf Spinczyk

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Daniel Lohmann, Matthias Urban, Georg Blaschke, Rainer Sand, Reinhard Tartler

Stichwörter:

AOP; C++; aspektorientierte Programmierung.

Beginn: 1.10.2001

Kontakt:

Dr.-Ing. Olaf Spinczyk
Tel.: +49.9131.85.27906, Fax: +49.9131.85.28732,
E-Mail: spinczyk@informatik.uni-erlangen.de

AspectC++ ist eine aspektorientierte C++ Spracherweiterung. Das Ziel dieser Projekts ist neben dem Entwurf und der Definition der Sprach selbst auch die Implementierung eines AspectC++ Übersetzers. Dieser basiert auf einer Codetranformation von AspectC++ to C++. Weitere Informationen zu AspectC++ befinden sich auf der Homepage des Open Source Entwicklungsprojekts http://www.aspectc.org/ (englisch).

Auf Basis von AspectC++ erfolgt die Entwicklung der aspektorientierten Betriebssystemfamilie CiAO im Rahmen des gleichnamigen Projekts.

Publikationen

1. Spinczyk, Olaf; Lohmann, Daniel; Urban, Matthias: Advances in AOP with AspectC++. In: Fujita, Hamido; Mejri, Mohamed (Hrsg.): New Trends in Software Methodologies Tools and Techniques (SoMeT '05 Tokyo, Japan September 2005). Amsterdan Berlin Oxford Tokyo Washington,DC : IOS Press, 2005, S. 33-53. (Frontiers in Artificial Intelligence and Applications Bd. 129).
2. Lohmann, Daniel; Blaschke, Georg; Spinczyk, Olaf: Generic Advice: On the Combination of AOP with Generative Programming in AspectC++. In: Karsai, G.; Visser, E. (Hrsg.): Proceedings of the 3rd International Conference on Generative Programming and Component Engineering (GPCE '04) (Generative Programming and Component Engineering (GPCE '04) Vancouver, Canada October 2004). New York : Springer Verlag, 2004, S. 55-74. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 3286).
3. Spinczyk, Olaf; Gal, Andreas; Schröder-Preikschat, Wolfgang: AspectC++: An Aspect-Oriented Extension to C++. In: - (Hrsg.): Proc. of the 40th Intern. Conf. on Technology of Object-Oriented Languages and Systems (TOOLS Pacific 2002 Sydney, Australia Feb. 18-21, 2002).
4. Lohmann, Daniel; Spinczyk, Olaf: On Typesafe Aspect Implementations in C++.

In: Gschwind, F.; Assmann, U.; Nierstrasz, O. (Hrsg.): Proceedings of Software Composition 2005 (Software Composition 2005 Edingburgh, UK 04/2005). Bd. 3628. Berlin : Springer, 2005, S. 135-149. (Lecture Notes in Computer Science, Nr. 3628) .

5. Mahrenholz, Daniel; Spinczyk, Olaf; Gal, Andreas; Schröder-Preikschat, Wolfgang: An Aspect-Oriented Implementation of Interrupt Synchronization in the PURE Operating System Family. In: - (Hrsg.): Proc. of the 5th ECOOP Workshop on Object Orientation and Operating Systems (- Malaga, Spain June 11, 2002). - : -, 2002, S. -. - ISBN 84-699-8733-X.
6. Gal, Andreas; Schröder-Preikschat, Wolfgang; Spinczyk, Olaf: On Aspect-Orientation in Distributed Real-time Dependable Systems. In: - (Hrsg.): Proc. of the 7th IEEE Intern. Workshop on Object-oriented Real-time Dependable Systems (WORDS 2002 San Diego, USA Jan. 7-9, 2002).
7. Mahrenholz, Daniel; Spinczyk, Olaf; Schröder-Preikschat, Wolfgang: Program Instrumentation for Debugging and Monitoring with AspectC++. In: - (Hrsg.): Proc. of the 5th IEEE Intern. Symp. on Object-Oriented Real-time Distributed Computing (- Washington, USA April 29-May 1, 2002).
8. Spinczyk, Olaf; Lohmann, Daniel; Urban, Matthias: AspectC++: An AOP Extension for C++. In: Software Developer's Journal (2005), Nr. 5, S. 68-76.
9. Gal, Andreas; Schröder-Preikschat, Wolfgang; Spinczyk, Olaf: AspectC++: Language Proposal and Prototype Implementation. In: - (Hrsg.): - (Proc. of the OOPSLA 2001 Workshop on Advanced Separation of Concerns in Object-oriented Systems Tampa, USA Oct. 14, 2001). Tampa, Florida.

3.3 AspectIX

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Hauck, Franz J. (Universität Ulm), Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Rüdiger Kapitza, Dipl.-Inf. Hans P. Reiser, Dipl.-Inf. Andreas Schmied

Stichwörter:

Middleware; Fehlertoleranz; Autonomie; Verteilte Objekte; Codetransformation

Laufzeit: 1.9.1997 - 31.3.2006

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft, SUN Microsystems, Siemens ATD, 3Soft, IBM Zürich Research Lab

AspectIX ist eine Middleware-Architektur, die es Entwicklern ermöglicht, adaptierbare verteilte Anwendungen zu schreiben. Adaptierbarkeit wird auf der Basis von verteilten Objekten erreicht. Diese Objekte können sich an die Anforderungen ihrer Benutzer anpassen. Diese Anforderungen werden in Form von *Aspektkonfigurationen* spezifiziert. Jeder Aspekt steht für nichtfunktionale Eigenschaften des Objekts, z.B. die Aktualität von Ergebnisse oder der Grad

der Fehlertoleranz. Der *AspectIX* Object Request Broker (ORB) wird automatisch rekonfiguriert je nachdem welche Anforderungen von den jeweiligen Objekten an den ORB gestellt werden.

AspectIX basiert auf einem fragmentierten Objektmodell wie es auch in Globe (http://www.cs.vu.nl/~steen/globe/) und SOS (http://www-sor.inria.fr/) projects/sos/ benutzt wird. Ein fragmentiertes Objektmodell erlaubt intelligente Fragmente auf der Seite des Benutzers eines verteilten Objekts. Solche Fragmente ermöglichen es erst die Benutzeranforderungen geeignet zu implementieren. *AspectIX* ist dabei vollständig interoperabel zu CORBA.

Aktuelle Teilprojekte

Aufbauend auf der grundlegenden Middleware-Architektur wird eine sich selbstorganisierende Ablaufplattform entwickelt, die eigenständig Aufgaben der Ressourcenverwaltung, dynamischen Erzeugung, Migration und auch Partitionierung von Diensten übernehmen kann. Hierbei werden zum einen die autonome Anpassung an Last, Anwendungskontext und Hardwaregegebenheiten, zum anderen auch auch Fragen bezüglich der Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit berücksichtigt werden.

Zur Unterstützung von Fehlertoleranz wird ein Rahmenwerk für die Entwicklung von fehlertoleranten verteilten Diensten erstellt, welches mit einer adaptierbaren Replikationsschicht verschiedene Mechanismen von einfachen Master-/Slave-Techniken bis hin zu byzantinischer Fehlertoleranz bereitstellt. Dabei können die Mechanismen für einzelne Dienste bedarfsgerecht ausgewählt und auch zur Laufzeit rekonfiguriert werden.

Mit flexiblen Codetransformationstechniken wird die Anwendungsentwicklung von autonomen verteilten Anwendungen unterstützt; wesentliche Forschungspunkte sind dabei die Wiederverwendbarkeit und Komponierbarkeit von Transformationsbeschreibungen.

Förderung

AspectIX war Teil des OVEST (http://www4.informatik.uni-erlangen.de/) Projects/OVEST/ Projekts und wurde von der Bayerischen Forschungsstiftung und einigen Industriepartnern gefördert (SUN Microsystems, Siemens ATD, 3Soft). *AspectIX* wurde auch durch einen dedizierten IBM Partnership Award unterstützt. Zur Zeit wird *AspectIX* als DFG-Projekt finanziert.

Publikationen

1. Reiser, Hans P.; Hauck, Franz J.; Kapitza, Rüdiger; Schmied, Andreas I.: Integrating Fragmented Objects into a CORBA Environment. In: Net.ObjectDays (Hrsg.): Net Object Days - Tagungsband (Net.ObjectDays 2003 Erfurt 22.-25.09.2003). Erfurt : tranSIT GmbH, 2003, S. /. - ISBN 3-9808628-2-8.
2. Kapitza, Rüdiger; Hauck, Franz J.: DLS: a CORBA service for dynamic loading of code. In: Meersmann, Robert; Tahir, Zahir; Schmidt, Douglas C. (Hrsg.): On The Move to Meaningful Internet Systems 2003: CoopIS, DOA, and ODBASE (OTM Confederated International Conferences Sicily Nov 3-7, 2003). 2003, S. 1333-1350.

3. Reiser, Hans P.; Martin Steckermeier; Hauck, Franz J.: IDLflex: A flexible and generic compiler for CORBA IDL. In: Net.Object Days (Hrsg.): Tagungsband Net.Object Days (Net.Object Days Erfurt 13.-13.10.2001). 2001, S. 151-160. - ISBN 3-00-008419-3.
4. Hauck, Franz J.; Becker, Ulrich; Martin Geier; Rastofer, Uwe; Erich Meier; Martin Stekkermeier: AspectIX: A quality-aware object-based middleware architecture. In: Kluver (Hrsg.): Proc. of the 3rd IFIP Int. Conf on Distrib. Appl. and Interoperable Sys. (DAIS) (3rd IFIP Int. Conf. on Distrib. Appl. and Interoperable Sys. Krakow, Polen 17.-19.10.2001).
5. Hauck, Franz J.; Meier, Erich; Becker, Ulrich; Geier, Martin; Rastofer, Uwe; Steckermeier, Martin: A middleware architecture for scalable, QoS-aware and self-organizing global services. In: Linnhoff-Popien, Claudia; Hegering, Heinz-Gerd (Hrsg.): Trends in distributed systems: towards a universal service market (Int. IFIP/GI Working Conference, USM 2000 München 12-14.9.2000). Berlin et al. : Springer, 2000, S. 214-229. (LNCS Bd. 1890) - ISBN 3-540-41024-4.
6. Geier, Martin; Steckermeier, Martin; Becker, Ulrich; Hauck, Franz J.; Meier, Erich; Rastofer, Uwe: Support for mobility and replication in the AspectIX architecture. In: Demeyer, Serge; Bosch, Jan (Hrsg.): Object-Oriented Technology, ECOOP'98 Workshop Reader (ECOOP'98 Brüssel 20-24.7.1998). New York : Springer, 1998, S. 325-326. - ISBN 3-540-65460-7.

3.4 Aspektorientierte Echtzeitverarbeitung inhomogener Datenströme

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte: Dr. Frank Behrens

Stichwörter: Echtzeitverarbeitung; Aspektorientierung

Laufzeit: 1.1.2003 - 31.12.2005

Förderer: Kultusministerium Sachsen-Anhalt

Mitwirkende Institutionen:

Institut für Simulation und Graphik; Univ. Magdeburg

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Tel.: +49.9131.85.27278, Fax: +49.9131.85.28732,

E-Mail: wosch@informatik.uni-erlangen.de

Das Ziel des Vorhabens ist die anwendungsangepasste Entwicklung eingebetteter, echtzeitfähiger Anwendungs- und Systemsoftware. Schwerpunkt dabei bilden Techniken der aspektorientierten Programmierung, die Anwendung finden sollen in einem Szenarium, das durch die Notwendigkeit der echtzeitfähigen Verarbeitung kontinuierlicher Datenströme charakterisiert ist. Dabei ist eine auf bildgebenden Verfahren beruhende Analyse von Augenbewegungen vorgesehen. Der Einsatz des Gesamtsystems soll helfen, Aufschlüsse über Zustände und Zustandsän-

derungen von biologischen Systemen (z.B. Mensch) zu liefern und die Steuerung von technischen Systemen (z.B. eye mouse) zu ermöglichen. An Das Gesamtsystem werden hohe Echtzeitanforderungen gestellt. In diesem Szenarium wird sich Rechtzeitigkeit als Aspekt und damit als typischer cross-cutting concern quer durch die Anwendungs- und Systemsoftware ziehen müssen, der dann dabei jedoch selbst wiederum modular aufgebaut sein und getrennt vom Komponentencode in Form ggf. mehrerer Aspektprogramme vorliegen muss.

3.5 CiAO - CiAO is Aspect-Oriented

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Daniel Lohmann, Dr.-Ing. Olaf Spinczyk, Syed Wasif Gilani,
Dipl.-Inf. Fabian Scheler

Stichwörter: Betriebssystem; AOP; Produktlinie; Merkmalsmodellierung

Beginn: 1.3.2004

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

Dr.-Ing. Olaf Spinczyk
Tel.: +49.9131.85.27906, Fax: +49.9131.85.28732,
E-Mail: spinczyk@informatik.uni-erlangen.de

Das CiAO Projekt verfolgt die Entwicklung einer feingranularen Betriebssystem-Produktlinie für eingebettete und tief-eingebettete Systeme. Durch die gezielte Anwendung von Aspekttechniken soll dabei ein bislang unerreichtes Maß an Granularität und Konfigurierbarkeit möglich werden.

Bei der Entwicklung von Software-Produktlinien für hochgradig anwendungsangepasste Betriebssysteme schränken *querschneidende Belange (crosscutting concerns)* die maximal erreichbare Modularisierbarkeit und damit auch die Anwendungsanpassbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Wartbarkeit deutlich ein. Die *aspektorientierte Programmierung (AOP)* hat sich als erfolgreiche Technik für den Umgang mit querschneidenden Belangen erwiesen. Für die Forschung im Bereich der Betriebssysteme ergeben sich damit neue interessante Möglichkeiten insbesondere zur automatisierten, werkzeuggestützten Maßschneiderung von Systemfunktionen bzw. -komponenten, ohne dabei Wiederverwendbarkeit aufgeben zu müssen.

Im Rahmen dieses Vorhaben werden zwei Hauptziele verfolgt:

- Anwendung und Evaluation von Techniken der aspektorientierten Softwareentwicklung im Kontext des Baus von Betriebssystem-Produktlinien *(product lines)* zur Unterstützung tief eingebetteter Anwendungen.

- Untersuchung ob es mit Hilfe von diesen Techniken möglich ist, Betriebssystembausteine *architekturtransparent* zu entwickeln, um so aus identischem Komponentencode wahlweise z.B. ein mikrokernbasiertes oder monolithisches System generieren zu können.

Publikationen

1. Lohmann, Daniel; Scheler, Fabian; Tartler, Reinhard; Spinczyk, Olaf; Schröder-Preikschat, Wolfgang: A Quantitative Analysis of Aspects in the eCOS Kernel. In: European Chapter of ACM SIGOPS (Veranst.): Proceedings of the EuroSys 2006 Conference (EuroSys 2006 Leuven, Belgium April 18-21, 2006). Belgium : ACM Press, 2006, S. 191-204. - ISBN 1-59593-322-0.
2. Schröder-Preikschat, Wolfgang; Lohmann, Daniel; Gilani, Wasif; Scheler, Fabian; Spinczyk, Olaf: Static and dynamic weaving in System Software with AspectC++. In: Coady, Yvonne; Gray, Jeff; Klefstad, Raymond (Hrsg.): Proceeding of the HICSS '06 Mini-Track on Adaptive and Evolvable Software Systems (HICSS-AESS '06 Hawaii January 2006).
3. Lohmann, Daniel; Schröder-Preikschat, Wolfgang; Spinczyk, Olaf: The design of application-tailorable operating system product lines. In: Barthe, Gilles; Gregoire, Benjamin; Huisman, Marieke; Lanet, Jean-Louis (Hrsg.): Proceedings of the International Workshop on Construction and Analysis of Safe, Secure and Interoperable Smart Devices (CASSIS '05 Nice, France March 2005). Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2006.
4. Lohmann, Daniel; Spinczyk, Olaf; Schröder-Preikschat, Wolfgang: On the Configuration of Non-Functional Properties in Operating System Product Lines. In: Coady, Yvonne; Eide, Eric; Lorenz, David H.; Spinczyk, Olaf (Hrsg.): Proceedings of the 4th AOSD Workshop on Aspects, Components and Patterns for Infrastructure Software (AOSD-ACP4IS '05) (The 4th AOSD Workshop on Aspects, Components, and Patterns for Infrastructure Software (ACP4IS) Chicago 14.03.2005). Boston : Northeastern University, 2005, S. 19-25. (NU-CCIS-05-03).
5. Lohmann, Daniel; Schröder-Preikschat, Wolfgang; Spinczyk, Olaf: Functional and Non-Functional Properties in a Family of Embedded Operating Systems. In: Tsai, Wei-Tek; Banatre, Jean-Pierre; Kikuno, Tohru (Veranst.): Proceedings of the 10th IEEE International Workshop on Object-oriented Real-time Dependable Systems (10th IEEE International Workshop on Object-oriented Real-time Dependable Systems Sedona, Arizona, USA 2.-4.2.2002). Sedona : IEEE Press, 2005, S. 413-421.
6. Spinczyk, Olaf; Lohmann, Daniel: Using AOP to Develop Architecture-Neutral Operating System Components. In: ACM Press (Hrsg.): Proceedings of the 11th ACM SIGOPS European Workshop (SIGOPS-EW '04) (11th ACM SIGOPS Eurpean Workshop Leuven, Belgium Sep. 2004). 2004, S. 188-192.
7. Lohmann, Daniel; Schröder-Preikschat, Wolfgang; Spinczyk, Olaf: On the Design and Development of a Customizable Embedded Operating System. In: Becker, Leandro Buss; Kaiser, Jörg (Veranst.): In Proceedings of the International Workshop on Dependable Embedded Systems (23rd Symposium on Reliable Distributed Systems (SRDS 2004) Florianopolis, Brazil October 2004). 2004, S. 1-6.
8. Lohmann, Daniel; Gilani, Wasif; Spinczyk, Olaf: On Adapable Aspect-Oriented Operating Systems. In: Gal, Andreas; Schöttner, Michael; Spinczyk, Olaf (Hrsg.): Proceedings

of the 2004 ECOOP Workshop on Programming Languages and Operating Systems (ECOOP-PLOS 2004) (2004 ECOOP Workshop on Programming Languages and Operating Systems (ECOOP-PLOS 2004) Olso, Norway 15.7.2004). 2004, S. 1-5.

9. Lohmann, Daniel; Spinczyk, Olaf: Architecture-Neutral Operating System Components. In: ACM SIGOPS (Veranst.): Work-in-Progress Session (19th ACM Symposium on Operating Systems Principles (SOSP03) Bolton Landing, NY, USA 19.-22.10.2003). 2003, S. 1.

3.6 D2AL

Projektleitung:

Dr.-Ing. Ulrich Becker

Beteiligte:

Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder, Prof. Dr.-Ing. Franz J. Hauck (Univ. Ulm)

Stichwörter:

Verteilungskonfiguration; verteilte Anwendungen; Migration; UML

Beginn: 1.1.1998

Im Projekt D2AL wird ein Ansatz zur Entwicklung verteilter objektorientierter Anwendungen entwickelt. Ein wichtiger Aspekt bei verteilten Anwendung ist die konkrete Verteilung, d.h. die Zuordnung von Objekten zu Ablauforten: Die konkrete Verteilung hat wesentlichen Einfluss auf Anwendungseigenschaften wie Performanz und Ausfallsicherheit.

Der im Projekt verfolgte Ansatz ermöglicht es dem Software-Entwickler, die erforderliche Verteilung explizit mit der Verteilungskonfigurationssprache D2AL zu spezifizieren. Die Beschreibung der Verteilung erfolgt separat vom Quellcode der Anwendung, so dass eine Änderung der Verteilung ohne Eingriff in den Quellcode möglich ist und die Implementierung weitgehend frei von verteilungsspezifischem Code bleibt. Des weiteren ermöglicht D2AL die Formulierung der Verteilungsanforderungen auf abstrakter Ebene: Unter Bezugnahme auf das UML-Modell der Anwendung beschreibt der Entwickler, welche grundsätzlichen Einschränkungen bezüglich der Platzierbarkeit von Objekten existieren, und welche Objekte gemeinsam platziert werden sollten.

Die Umsetzung erfolgt durch eine Kombination von Präprozessor und Laufzeitsystem: Ein Präprozessor nimmt eine Instrumentierung des Quellcodes vor, durch den verteilungsrelvante Ereignisse abgefangen und an das Laufzeitsystem weitergereicht werden. Das Laufzeitsystem ermittelt eine konkrete Verteilung und setzt diese in entsprechende Migrationsanweisungen um.

Publikationen

1. Becker, Ulrich; Hauck, Franz J.: D2AL: A design-based aspect language for distribution control. In: Demeyer, Serge; Bosch, Jan (Hrsg.): Object-Oriented Technology, ECOOP'98 Workshop Reader (ECOOP'98 Brüssel 20-24.7.1998). New York : Springer, 1998, S. 420-421. (LNCS Bd. 1543) - ISBN 3-540-65460-7.

2. Becker, Ulrich: Nauru: A concept for the management of object distribution. Erlangen : FAU. 2002 (TR-I4-02-01). - Interner Bericht. 19 Seiten.

3.7 Das JX Betriebssystem

Projektleitung:

Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Christian Wawersich
Dipl.-Inf. Meik Felser
Dr.-Ing. Michael Golm

Stichwörter:

Java, Betriebsystem, OS, operating system, components, objektorientiert, typesafe, typsicher

Beginn: 1.1.1999

Kontakt:

Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder
Tel.: +49.9131.85.28028, Fax: +49.9131.85.28732,
E-Mail: Juergen.Kleinoeder@informatik.uni-erlangen.de

JX ist ein, auf Flexibilität und Robustheit ausgerichtetes, Java-Betriebssystem.

In der JX Architektur sind Anwendungen in gekapselte Domains gegliedert, die Javacode ausführen und für grundlegende Systemdienste auf den JX Kern zurückgreifen können. Der Kern ist für den Systemstart, Kontextwechsel und grundlegendes Domainmanagement verantwortlich. Der Javacode ist in Komponenten organisiert, welche in die Domains geladen und, nach einer Überprüfung durch den Bytecode Verifier, in Maschinencode übersetzt werden.

In den bekannten Betriebssystemen, ebenso wie in den traditionellen Mikrokernsystemen, basiert der Schutz einzelner Komponenten (Prozesse) auf separaten Adressräumen, welche von einer MMU bereitgestellt werden. In JX basiert der Schutz auf der Typsicherheit des Java-Bytecodes.

Aktuelle Teilprojekte

Ausgehend von JX soll eine Java Laufzeitumgebung entwickelt werden, welche harte Echtzeitanforderungen erfüllt. Dabei werden besonders die dynamischen Aspekte der Sprache Java berücksichtigt, die eine Vorhersage von zeitlichen Abläufe erschwären bzw. unmöglich machen.

Aufbauend auf der flexiblen Architektur von JX soll ein Rahmenwerk zur Unterstützung von verteilten Systemen aus ressourcenbeschränkten Knoten erstellt werden. Besondere Beachtung fällt dabei auf die Integration von Knoten unterschiedlicher Größe und Architektur in das Sys-

tem. Schränken die vorhandenen Ressourcen die Funktionalität eines Knoten ein, so sollen Kooperationen mit größeren Knoten Abhilfe schaffen. Dieses Konzept soll sowohl für Anwendungen als auch für Betriebssystemdienste angewendet werden.

Publikationen

1. Golm, Michael; Felser, Meik; Wawersich, Christian; Kleinöder, Jürgen: The JX Operating System. In: USENIX Association (Hrsg.): General Track 2002 USENIX Annual Technical Conference (2002 USENIX Annual Technical Conference Monterey, CA 10-15 June 2002). 1. Aufl. 2002, S. pp. 45-58. - ISBN 1-880446-00-6.
2. Golm, Michael; Bellosa, Frank; Kleinöder, Jürgen: Beyond Address Spaces - Flexibility, Performance, Protection, and Resource Management in the Type-Safe JX Operating System. In: Hotos (Hrsg.): HotOS 2001 (The 8th Workshop on Hot Topics in Operating Systems Elmau/Oberbayern, Germany 20-23 May 2001).
3. Golm, Michael; Wawersich, Christian; Felser, Meik; Kleinöder, Jürgen: Understanding the Performance of the Java Operating System JX using Visualization Techniques. In: ACM (Hrsg.): Proceedings of the Joint ACM Java Grande - ISCOPE 2002 Conference (JGI 02 Seattle, WA 3-5. 11. 2002). New York : ACM Press, 2002, S. 230. - ISBN 1-58113-599-8.
4. Felser, Meik; Golm, Michael; Wawersich, Christian; Kleinöder, Jürgen: Execution Time Limitation of Interrupt Handlers in a Java Operating System. In: ACM (Hrsg.): Tenth ACM SIGOPS European Workshop (Tenth ACM SIGOPS European Workshop Saint-Emilion, France 22-25 Sept. 2002).
5. Wawersich, Christian; Felser, Meik; Golm, Michael; Kleinöder, Jürgen: The Role of IPC in the Component-Based Operating System JX. In: Gutierrez, Dario; Spinczyk, Olaf; Gal, Andreas; Paniti, Netinant (Hrsg.): Proceedings of the 5th ECOOP Workshop on Object-Orientation and Operating Systems (The 5th ECOOP Workshop on Object-Orientation and Operating Systems Malaga 11 Juni 2002). 1. Aufl. Malaga, Spain : SERVITEC, 2002, S. pp. 43-48. - ISBN 84-699-8733-X.
6. Golm, Michael; Felser, Meik; Wawersich, Christian; Kleinöder, Jürgen: A Java Operating System as the Foundation of a Secure Network Operating System. Erlangen : FAU. 2002 (TR-I4-02-05). - Interner Bericht.
7. Golm, Michael; Wawersich, Christian; Felser, Meik; Kleinöder, Jürgen: ActiveStorage: A Storage Server with Mobile Code Engine. Erlangen : Universität Erlangen-Nürnberg. 2001 (TR-I4-01-02). - Interner Bericht. 3 Seiten.
8. Golm, Michael; Kleinöder, Jürgen: Ubiquitous Computing and the Need for a New Operating System Architecture. Erlangen : Universiät Erlangen-Nürnberg. 2001 (TR-I4-01-09). - Interner Bericht. 4 Seiten.
9. Wawersich, Christian; Felser, Meik; Kleinöder, Jürgen: On Objectifying Untyped Memory in Java Operating Systems. Irvine : University of California. 2004 (TR-ICS-04-22). - Diskussionspapier. 4 Seiten (Proceedings of the First ECOOP Workshop on Programming Languages and Operating Systems) .

3.8 Dynamic Priority Scheduling

Projektleitung:

Dr.-Ing. Gunter Bolch

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Lassaad Essafi (Siemens AG), Prof. Dr. Hermann de Meer (Univ. Passau)

Stichwörter:

Priority; Scheduling; QoS; Internet; Differentiated Services; Call Centers

Laufzeit: 1.1.2000 - 31.12.2005

Kontakt:

Dr.-Ing. Gunter Bolch
Tel.: +49.9131.85.7903, Fax: +49.9131.85.28732,
E-Mail: bolch@informatik.uni-erlangen.de

Zur Erhöhung der Dienstgüte (Quality of Service, QoS) und zu Unterscheidung unterschiedlicher "Traffic Classes" des Internets wurden die Differentiated Services Architekturen (DiffServ) des Internets eingeführt (absolute, relative und proportional DiffServ) bei denen die einzelnen Pakete unterschiedlichen Klassen (Traffic Classes, z.B. E-Commerce, Video, Videoconferenzen, Voice, Multimedia, Data,...) zugeordnet werden. Dies wird im Header des Paketes gekennzeichnet. Die Pakete werden dann an den einzelnen Stationen des Internets je nach Klassenzugehörigkeit unterschiedlich behandelt. Wichtige QoS Parameter der Stationen sind die Wartezeit (Queueing Delay) und die Verlustrate (Loss Rate). Die DiffServ-Architekturen unterscheiden sich durch ihre Anforderungen an das Internet bezüglich der QoS-Parameter.

Bei der Proportional Diffserv-Architektur sollen die mittleren Wartezeiten (Queueing Delay) der einzelnen Klassen nach Möglichkeit ein fest vorgegebenes Verhältnis haben (z.B. könnte gefordert werden, dass die mittlere Wartezeit der nächstniedrigeren Klasse doppelt so lang sein soll). In der Literatur wurde durch Simulation gezeigt, dass dies dadurch erreicht werden kann, dass der Packet-Scheduler nach zeitabhängigen Prioritäten arbeitet. Dies konnten wir durch analytische Ergebnisse bestätigen und es wurde außerdem gezeigt, dass das vorgegebene Verhältnis nur im Hochlastbereich erreicht wird. Deshalb wurde ein verbesserter Scheduler entwickelt, der die Bedingungen auch im mittleren Lastbereich erfüllt (Der untere Lastbereich ist uninteressant, da es hier zu fast keinen Wartezeiten kommt). Dazu werden die Parameter der zeitabhängigen Prioritäten an die aktuelle Auslastung angepasst. Bei nur zwei Klassen konnten diese Parameter explizit berechnet werden, für mehrere Klassen wurde ein iteratives Verfahren entwickelt, das allerdings nur approximative Werte liefert. Genauere Werte konnten durch Optimierung mit z.B. Genetischen Algorithmen (GA) erreicht werden. Da die Optimierung sehr zeitaufwendig ist, kann sie nicht im online-Betrieb eingesetzt werden. Man berechnet die Parameter offline und legt sie in einer Lookup-Table ab aus der man dann online für die aktuelle Last die Schedulingparameter ermitteln kann.

Für die Zeitäbhängigkeit der Prioritäten wurde ein einfacher linearer Verlauf angenommen. Vermutungen, dass sich durch andere Zeitabhängigkeiten bessere Ergebnisse erzielen lassen, konnten nicht bestätigt werden. Die bisherigen Untersuchungen wurden unter der Annahme eines Poisson-basierten Internetverkehrs durchgeführt. Zahlreiche Untersuchungen in den letzten Jahren haben aber gezeigt, dass dieser Verkehr selbstähnlichen (self similar) Charakter hat. Die laufenden Untersuchungen konzentrieren sich daher darauf festzustellen, ob die unter der Annahme eines Poissonverkehrs gefundenen Parameter auch für selbstähnlichen Verkehr verwendet werden können. Dazu wird der Network Simulator (ns-2), der an der Universität von Southern California entwikkelt wurde, verwendet. Dieser wurde im um einen Baustein zur Berücksichtigung von Prioritäten und einen zusätzlichen Auswertebaustein erweitert.

Weitere Untersuchungen in diesem Bereich befassen sich mit der Ermittlung optimaler Schedulingparameter bei nichtexponentiell verteiltem Internetverkehr. Dies kann nur mithilfe der Simulation geschehen und ist sehr zeitaufwendig. Da dies aber offline geschieht und die Einstellung der Schedulingparameter online über eine Lookuptable erfolgt, ist dies ein realistischer Ansatz. Desweiteren sollen bei der Ermittlung der Schedulingparameter nicht nur Mittelwerte des Queueing Delays berücksichtigt werden sondern auch höhere Momente und insbesondere Varianzen. Neuere Untersuchungen haben ergeben, dass sich bei Call Centern ganz ähnliche Fragestellungen ergeben und dass auch hier zur Lösung zeitabhängige Prioritäten eingesetzt werden können.

Publikationen

1. Anders, Annamaria; Bolch, Gunter; Essafi, Lassaad: An Adaptive Waiting Time Priority Scheduler for the Proportional Differentiation Model. Erlangen : Universität Erlangen-Nürnberg. 2000 (TR-I4-00-06). - Interner Bericht. 14 Seiten.
2. Essafi, Lassaad; Bolch, Gunter; de Meer, Hermann: Dynamic Priority Scheduling for Proportional Delay Differentiated Services. Erlangen : FAU. 2001 (TR-I4-01-03). - Interner Bericht. 20 Seiten.
3. Bolch, Gunter; Essafi, Lassaad: Time Dependent Priorities in Call Centers. In: Begain, Khalid; Bolch, Gunter; de Meer, Hermann (Hrsg.): 11th International Conference on Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications (ASMTA'04 Magdeburg 13.-16.06.2004). 2004, S. 116 - 122.
4. Andres, Annamaria; Bolch, Gunter; Essafi, Lassaad: An Adaptive Waiting Time Priority Scheduler for the Proportional Differentiation Model. In: Society of Modelling and Simulation - SCS (Veranst.): Proceedings of the High Performance Computing Symposium (High Performance Computing Symposium Seattle, USA April 22nd - 26th). 2001, S. 322-330.
5. Bolch, Gunter; Essafi, Lassaad; de Meer, Hermann: Dynamic Priority Scheduling for Proportional Delay Differentiated Services. In: Haverkort, Boudewyn (Hrsg.): Proceedings of the 2001 Aachen International Multiconference on Measurement, Modelling and Evaluation of Computer and Communication Systems (International Multiconference on Measurement, Modelling and Evaluation of Computer and Communication Systems Aachen, Germany September 11-14, 2001). 2001, S. 258-265.
6. Bolch, Gunter; Essafi, Lassaad; de Meer, Hermann: Performance Evaluation of Priority based Schedulers. In: Wolfinger, Bernd (Hrsg.): Bericht 242 des Fachbereichs Informa-

tik der Universität Hamburg (2. MMB-Workshop: Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen Hamburg 19./20. September 2002). 2002, S. 77-84.

7. Essafi, Lassaad; Bolch, Gunter: Performance Evaluation of Priority based Schedulers in the Internet. In: Al-Dabass, David (Hrsg.): 17th European Simulation Multiconference (ESM 2003 Nottingham/UK June 9 -11, 2003). Nottingham : SCS-European Publishing House, 2003, S. 15 - 33. - ISBN 3-936150-25-7.

Ein UnivIS Testprojekt

Projektleitung:
Dipl.-WirtschIng., Dipl. Forstwirtin Marion Bär
Beteiligte:
Dr.-Ing. Claus-Uwe Linster
externe Doktroanden
Beginn: 1.1.2005
Kontakt:
Dr.-Ing. Jörg Barner
Tel.: +49 9131 85-27292, Fax: +49 9131 85-28732, E-Mail: barner@informatik.uni-erlangen.de

Publikationen

1. Weißel, Andreas; Scherl, Holger; Janda, Philipp; Bellosa, Frank: Revisiting Log-Structured File Systems for Low-Power Portable Storage. In: Min, Sang Lyul (Veranst.): Proceedings of the International Workshop on Software Support for Portable Storage (International Workshop on Software Support for Portable Storage (IWSSPS) 2005 San Francisco, CA, USA 07.03.2005). 2005, S. 15-22.
2. Kapitza, Rüdiger; Reiser, Hans P.; Hauck, Franz J.: Stable, time-bound references in context of dynamically changing environments. In: IEEE (Veranst.): MDC'05: Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems - Workshops (ICDCS 2005 Workshops) (ICDCS Columbus, Ohio 10.06.2005). 2005.

3.9 MOSEL - MOdelling, Specification and Evaluation Language

Projektleitung:

Dr.-Ing. Gunter Bolch

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Jörg Barner, Prof. Dr. Khalid Begain (Univ. Glamorgan, Wales), Prof. Dr.-Ing. Helmut Herold (FH Nürnberg)

Stichwörter:

stochastische Modellierung; leichtgewichtige formale Methode; Performance; Zuverlässigkeit; Systementwicklung

Beginn: 1.6.1996

Mitwirkende Institutionen:

School of Computing, University of Glamorgan

Kontakt:

Dipl.-Inf. Jörg Barner
Tel.: +49.9131.85.7297, Fax: +49.9131.85.28732,
E-Mail: barner@immd4.informatik.uni-erlangen.de

MOSEL ist eine **formale Sprache** zur Modellierung von Systemen, die sich als *Diskretes Ereignissystem* (discrete event system) auffassen lassen, wie z.B. viele Kommunikationssysteme, Fertigungssysteme, in Automobile eingebettete Systeme. Die Modellbildung basiert auf den folgenden Abstraktionen: Die von uns betrachteten Systeme bestehen in der Regel aus mehreren Komponenten, die in *asynchroner* Weise *nebeneinander* ablaufen. Zur Erfüllung der gemeinsamen Aufgabe müssen die Systemkomponenten miteinander *kommunizieren*, was durch *synchronen* gemeinsamen Zustandsübergang der Kommunikationspartner erreicht wird. Ein zentrales Konzept ist die Integration von stochastischer Zeitinformation bei der Modellierung: die Verweildauern der Systemkomponenten in ihren Zuständen werden durch Zufallsvariablen beschrieben. Die Parameter der den Zufallsvariablen zugeordeneten kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden in der **MOSEL**-Spezifikation angegeben. Die mit **MOSEL** erstellten Modelle können mit numerischen und simulativen Methoden auf ihre nichtfunktionalen, quantitativen Eigenschaften, wie z.B. Durchsatz, Ausfallwahrscheinlichkeit, zu erwartende mittlere Dienstgüte (QoS-level, performability) untersucht werden. Die Stärke von **MOSEL** liegt in der leicht verständlichen Syntax; die Dynamik des modellierten Systems wird durch einen Satz von Regeln in sehr kompakter und übersichtlicher Weise beschrieben. Identische Komponenten eines Systems müssen nur einmal modelliert werden, wodurch auch die kompakte Darstellung komplexerer Systeme ermöglicht wird. Die Sprache bildet das Kernstück einer **Modellierungsumgebung**, mit der für die erstellten Modelle in benutzerfreundlicher, unkomplizierter Weise Lösungen für unterschiedliche Sätze von Eingangsparametern berechnet werden können. Die Modellierungsumgebung beinhaltet eine Komponente, mit der sich die gewonnenen Lösungen in graphischer Form darstellen und weiterverarbeiten lassen.

Seit der Veröffentlichung der Monographie "Practical Performance Modeling. Application of the **MOSEL** Language" (Kluwer Academic Publishers, 443 Seiten) im Jahre 2001, in welcher die erste Version von **MOSEL** anhand zahlreicher Praxisbeispiele beschrieben wird, sind sowohl die Sprache als auch die zugehörige Modellierungsumgebung grundlegend überarbeitet und wesentlich erweitert worden.

Im Berichtszeitraum wurde das Projekt in den folgenden Bereichen vorangetrieben:

- Die Version 2.0 der Sprache und Modellierungsumgebung entstand im Rahmen der Diplomarbeit von Björn (DA (http://www4.informatik.uni-erlangen.de/Projects/MOSEL/Download/03thesis.pdf),) welche die Integration des Petri-Netz basierten Analysewerkzeuges TimeNet (http://pdv.cs.tu-berlin.de/~timenet) zum Ziel hatte.

- Eine weitere Steigerung der Ausdrucksfähigkeit erfuhr die Sprache im Rahmen der Studienarbeit von Patrick Wüchner (SA Wüchner (http://www4.informatik.uni-erlangen.de/Research/MOSEL/Download/wuechner03sa.pdf):) Ab der Version 2.2 von **MOSEL** stehen nun eine Reihe von nicht-exponentiellen Verteilungen zur Modellierung der Verweildauern des Systems in seinen Zuständen zur Verfügung. Die mit **MOSEL**-2.2 erstellten Modelle lassen sich mit der Simulationskomponente des Petri-Netz basierten Werkzeuges SPNP 6.1 (http://www.ee.duke.edu/~kst/software_packages.html) bewerten.
- Die neue **MOSEL**-Version wurde im Juni 2003 in einem Tutorium im Rahmen der 17. European Simulation Multiconference in Nottingham vorgestellt.
- Im konzeptionellen, methodologischen Bereich konzentriert sich die Forschung von Jörg Barner auf die Entwicklung einer formal definierten Semantik, die den **MOSEL** Spezifikationen zugrundeliegt. Es wurde ein operationelles semantisches Modell für **MOSEL** mit echter Nebenläufigkeit entwickelt und gezeigt, wie das semantische Modell mit einer Klasse von zeitkontuierlichen Stochastischen Prozessen, den sogenannten Generalisierten Semi-Markov Prozessen, korreliert. Zusammen mit der an die aktuelle Sprachversion angepassten formal definierten Syntax und der erweiterten Modellierungsumgebung kann **MOSEL** nunmehr als vollständig formale Methode bezeichnet werden.
- Aufgrund der leichtverständlichen Syntax ist **MOSEL** auch für Softwareentwickler interessant, die in den frühen Phasen des Systementwurfs Vorhersagen über die zu erwartenden nichtfunktionalen Eigenschaften der geplanten Systeme gewinnen möchten und mit MOSEL eine wertvolle Hilfe bei zu fällenden Designentscheidungen and die Hand bekommen.
- Um zu untersuchen, inwieweit die Modellierung und Bewertung von realen Systemen möglich ist, wurden detaillierte Modelle von WLAN-Netzwerken in **MOSEL** modelliert, die sich mit noch vertretbarem Zeitaufwand simulativ lösen ließen.
- Patrick Wüchner hat Ende 2003 eine Diplomarbeit mit dem Titel "Performance Modeling of Mobile Networks using MOSEL-2" begonnen, die er zum Teil in der Arbeitsgruppe von Prof. Begain an der University of Glamorgan, Wales anfertigt. Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden auch die Sprache und Modellierungsumgebung weiterentwickelt, so ist z.B. geplant, **MOSEL** um Konstrukte zur Spezifikation allgemeiner Verteilungen für die Verweilzeiten zu erweitern, die von einem in die Modellierungsumgebung integrierten Präprozessor in äquivalente, aus mehreren exponentiell verteilten Phasen bestehende Ersatzdarstellung überführt werden. Dadurch können **MOSEL**-Modelle mit generell verteilten Verweilzeiten auch mittels numerischer Verfahren analysiert werden. Die so erweiterte **MOSEL**-Version soll zur Zuverlässigkeits- und Leistungsbewertung von Mobilfunksystemen der dritten und vierten Generation eingesetzt werden.

Publikationen

1. Barner, Jörg: Performance and reliability modelling with MOSEL-2.Vortrag: Tutorial Session, ASMTA-Track of the 17th European Simulation Multiconference: Foundations for Successful Modelling & Simulation (ESM'03)., Nottingham Trent University, Nottingham, England, 9.6.2003.
2. Beutel, Björn: Integration des Petrinetz-Analysators TimeNET in die Modellanalyseumgebung MOSEL. Erlangen, FAU, Dipl.-Arb., 2003. - 110 Seiten.
3. Wüchner, Patrick: Erweiterung der Schnittstelle zwischen den Modellierungssprachen MOSEL und CSPL um Simulationskonstrukte. Erlangen, FAU, Stud-Arb., 2003. - 97 Seiten.
4. Barner, Jörg; Bolch, Gunter: MOSEL-2: Modeling, Specification and Evaluation Language, Revision 2. In: Sanders, William (Hrsg.): Proceedngs of the 13th International Conference on Modeling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation (Performance TOOLS 2003 Urbana-Champaign, Illinois, 2 - 5.9 2003). 2003, S. 222-230.
5. Wüchner, Patrick; Al-Begain, Khalid; Barner, Jörg; Bolch, Gunter: Modelling A Single Gsm/Gprs Cell With Delay Tolerant Voice Calls Using Mosel-2. In: United Kingdom Simulation Society (Veranst.): Proc. UKSIM 2004 (United Kingdom Simulation Society Conference 2004 St Catherine's College, Oxford, England 29.-31.03 2004). 2004, S. 4-18.
6. Bolch, Gunter; Sztrik, Janos; Zreikat, Aymen: Performance Modeling of Non-homogeneous Unreliable Multi-Server Systems Using MOSEL. In: Computers and Mathematics with Applications 46 (2003), S. 293-312.

3.10 PEPSY- Performance Evaluation and Prediction System

Projektleitung:

Dr.-Ing. Gunter Bolch

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Peter Bazan

Stichwörter:

Leistungsbewertung, Warteschlangennetze, Performance Evaluation, Modellierung

Laufzeit: 1.1.1995 - 31.12.2005

Kontakt:

Dipl.-Inf. Peter Bazan
Tel.: +49.9131.85.7409, Fax: +49.9131.85.28732,
E-Mail: Peter.Bazan@informatik.uni-erlangen.de

Aufgrund des ständig wachsenden Bekanntheitsgrades ist die Zahl der Installationen des am Lehrstuhl entwickelten Warteschlangenanalysetools PE PSY (Performance Evaluation and Prediction SYstem) weiter angestiegen. Weltweit gibt es derzeit ca. 50 Installationen. PEPSY besitzt eine komfortable graphische Benutzerschnittstelle XPEPSY, die es ermöglicht, das zu analysierende Netz in einfacher Weise einzugeben. Daneben existiert eine einfache menuegesteuerte Standardschnittstelle, die auf jedem Rechner mit einem C-Compiler anwendbar ist.

(http://www4.informatik.uni-erlangen.de/Projects/PEPSY/en/pepsy.html).

Die Arbeiten an einer leistungsfähigen PC-Version von PEPSY (WinPEPSY) wurden fortgesetzt. Als Analyseverfahren dienen u.a. die Mittelwertanalyse (MVA), und die Mariemethode. Zur Validierung und zur Analyse von Nichtproduktformnetzen wurde die Simulationskomponente von PEPSY in WinPEPSY integriert. Außerdem wurde zur Analyse von offenen Produktformnetzen die Jacksonmethode und für offene Nichtproduktformnetzen eine Dekompositionsmethode implementiert. Hervorzuheben ist die Möglichkeit, die Ergebnisse tabellarisch oder in graphischer Form sehr übersichtlich darzustellen und in einfacher Weise auch umfangreiche Experimente für ein gegebenes Warteschlangennetz durchzuführen.

(http://www7.informatik.uni-erlangen.de/~prbazan/pepsy).

In einer Kooperation mit dem Lehrstuhl 7 (Rechnernetze und Kommunikationssysteme) wird WinPEPSY um Analysemethoden für Warteschlangennetze mit allgemeinen Verteilungen erweitert. Dabei soll auf die Modellierung durch Phasentypverteilungen verzichtet werden, um dadurch das Problem der Zustandsraumexplosion zu vermeiden. Die Methode der zusätzlichen Variablen erlaubt die Analyse solcher Wartesysteme, allerdings nur mit jeweils einer aktiven allgemeinen Verteilung. Daher sollen neue zustandsbasierte Analysemethoden, basierend auf der Methode der zusätzlichen Variablen, entwickelt werden, die es erlauben auch Wartesysteme mit mehreren beliebigen Verteilungen der Bedienzeiten und Zwischenankunftszeiten zu analysieren. Die gefundenen Algorithmen sollen dann zur Analyse von Nichtproduktformnetzen als Alternative zur Simulation oder der schon implementierten approximativen Verfahren in PEPSY integriert werden. Ein Schwerpunkt soll dabei auf heavy-taile-Verteilungen und die determini! stische Verteilung gelegt werden. Damit soll es möglich sein, den Einfluss von Verfahren und Systemen zur Geheimhaltung, zur Authentifizierung, Gewährleistung der Integrität, sowie zur Anonymisierung auf die Leistung (Durchsatz und Verzögerung) durch Wartesysteme zu untersuchen.

Publikationen

1. Bolch, Gunter; Greiner, Stefan; de Meer, Herrmann; Trivedi, Kishor: Queueing Networks and Markov Chains - Modeling and Performance Evaluation with Computer Science Applications. New York : Wiley, 1998. - 726 Seiten. ISBN 0-471-19366-6
2. Bazan, Peter; Bolch, Gunter; German, Reinhard: WinPEPSY-QNS Performance Evaluation and Prediction System for Queueing Networks. In: Begain, Khalid und de Meer, Hermann; Bolch, Gunter (Hrsg.): 11th International Conference on Analytical and Stochastical Modelling Techniques and Applictions (ASMTA'04 Magdeburg 13. - 16.06.04). 2004, S. 110 -115.

3. Bolch, Gunter; Kuki, Attila; Sztrik, Janos: Solving Queueing Problems with PEPSY-QNS.. Debrecen : University of Debrecen, Institute of Mathematics and Informatics. 2000 (2000/16). - Interner Bericht. 8 Seiten.
4. Bolch, Gunter; Kuki, Attila; Sztrik, Janos: Solving Queueing Problems by the Help of WINPEPSY. In: University of Debrecen (Veranst.): Proceedings of Informatics in the Hungarian Higher Education (Informatics in the Hungarian Higher Education Debrecen, Hungary). 2002, S. 47-51.

3.11 Power Management

Projektleitung:

Dr.-Ing. Frank Bellosa

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Andreas Weißel

Beginn: 1.1.2001

Eine Steigerung der Rechenleistung bei gleichzeitiger Miniaturisierung wird in kommenden Rechnergenerationen nur möglich sein, wenn ein sinnvoller Umgang mit den vorhandenen Energieressourcen und eine Ableitung der entstehenden Wärme gewährleistet werden kann.

Der eines Rechners kann auf drei Ebenen beeinflusst werden: Verlustarme Hardwarekomponenten können den unabhängig von der eingesetzten Software reduzieren. Ferner kann das Betriebssystem die Hardwarekomponenten in dem jeweils für das Gesamtsystem optimalen Betriebsmodus fahren. Schließlich steigern verlustoptimierte Algorithmen der Daten- und Signalverarbeitung sowie energiearme Kommunikationsprotokolle die Energieeffizienz der Hardware.

Die Maßnahmen der verlustoptimierten Hardware- wie auch der Algorithmen- und Protokollentwicklung zielen auf eine lokale Beeinflussung des s auf Ebene einzelner Hardware- oder Softwarekomponenten ab. Hierbei bleiben die dynamisch variierenden energiespezifischen Eigenschaften und Anforderungen der Applikationen sowie des Gesamtsystems verborgen und können daher nicht berücksichtigt werden.

Einzig das Betriebssystem kennt alle strukturellen Eigenschaften der Hardware wie auch der laufenden Anwendungen. Damit werden Energiesparpotentiale ausgeschöpft, die mit Hardwaremaßnahmen allein nicht genutzt werden können. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem bislang wenig erforschten Gebiet der Betriebssystemstrategien zur Ermittlung, Steuerung und Optimierung des s der wesentlichen Verbraucher in einem Rechnersystem: des Prozessors, des Speichers und der Ein-/Ausgabegeräte. Die entwickelten Verfahren werden mit realistischen Szenarien an mobilen Systemen, Arbeitsplatzrechnern und Servern evaluiert.

Energieabrechnung und -limitierung, Temperaturregelung

Grundlage für jegliche Betriebsmittelverwaltung ist eine genaue Ermittlung der Betriebsmittelnutzung. Die Ermittlung des Energieverbrauchs eines Systems oder eines einzelnen Aktivitätsträgers zur Laufzeit (ohne die Möglichkeit einer direkten Messung) basierte in bisherigen Ansätzen auf der verbrauchten Rechenzeit. Im Rahmen einer Studienarbeit [Kellner03] konnte gezeigt werden, dass moderne Prozessoren einen stark variierenden Stromverbrauch besitzen, je nachdem auf welche funktionalen Einheiten des Prozessors die ausgeführten Instruktionen zugreifen. Somit ist die verbrauchte Prozessorzeit nicht mehr als Basis einer Energieabschätzung geeignet. In den Vorarbeiten konnte erstmals gezeigt werden, dass durch die Nutzung von eingebetteten Ereigniszählern eine genaue Zuordnung von Aktivität in der Hardware zu Energiequanten möglich ist. So kann jeder Rechen- und Speicheroperation eine spezifische Energiemenge zugeordnet werden. Durch die Aufsummierung der Ereignisse und der zugehörigen Energiequanten wird auf diese Art präzise und ohne aufwendige Messtechnik der Energieverbrauch eines Prozesses zur Laufzeit in extrem kurzen Intervallen gemessen. Verschiedenen Ereignissen eines Pentium 4 Prozessors werden mit Hilfe eines linearen Optimierungsmodells, das mit hochauflösenden Messungen des Stromverbrauchs einer Vielzahl von Testprogrammen parametrisiert wurde, Energiegewichte zugeordnet. Zur Laufzeit werden diese Ereignisse vom Prozessor gezählt; durch Linearkombination der gewichteten Zählerwerte wird vom Betriebssystem der Energieverbrauch des Prozessors bestimmt.

Durch immer leistungsfähigere Rechensysteme bei immer höherer Integration stellt die erzeugt Temperatur bzw. Abwärme zunehmend ein Problem dar. Steigende Taktraten erhöhen die Leistungsaufnahme von Prozessoren, so dass immer leistungsfähigere und aufwändigere Kühlsysteme notwendig werden. Am Lehrstuhl wurde ein Temperaturmodell eines Prozessors mit Kühlkörper entwickelt, das die Aufnahme elektrischer Energie und die Abgabe von Wärmeenergie durch Konvektion berücksichtigt. Ausgehend vom Stromverbrauch wird die Temperatur des Prozessors bestimmt; die Konstanten des Modells wurden mit Hilfe von Testprogrammen und gemessenen Werten der Temperatursensoren des Systems ermittelt. Es konnte gezeigt werden, dass das Betriebssystem ohne direkte Messung und mit geringem Overhead zur Laufzeit den Strom- und Energieverbrauch und mit diesen Informationen die Temperatur des Prozessors ermitteln kann.

Zur Bestimmung und Verwaltung des Ressourcenverbrauchs von Aktivitätsträgern in einem System wir üblicherweise auf die Abstraktion von Prozessen zurückgegriffen, die ursprünglich nur die Funktion einer isolierten Ablaufumgebung mit eigenem Adressraum wahrgenommen hatten. Allerdings eignen sich Prozesse nur bedingt als Abstraktion für einen Aktivitätsträger, der Ressourcen des Systems verbraucht:

- An derselben Aktivität können mehrere Prozesse beteiligt sein.
- Ein Prozess kann im Zeitablauf unterschiedlichen Aktivitäten zugeordnet werden (z.B. in der Rolle eines Diensteerbringers (Servers) für verschiedene Klienten).

- Durch eine Aktivität können Ressourcen im Betriebssystemkern verbraucht werden. Beispielsweise wird der Ressourcenverbrauch beim Empfangen von Netzwerkpaketen (Rechenzeit, Speicherbedarf usw.) in modernen Betriebssystemen üblicherweise nicht der Aktivität angerechnet, der diese Pakete zugestellt werden.

In der Literatur existieren bereits Vorschläge für eine neue Betriebssystemabstraktion *Resource Container*, die eine Aktivität im System repräsentiert und der ein oder mehrere Prozesse zugeordnet werden, wobei diese Zuordnung dynamisch zur Laufzeit geändert werden kann. Im Rahmen einer Diplomarbeit [Waitz03] wurde eine Erweiterung dieses Konzepts entworfen und in einen Linux-Betriebssystemkern integriert. Diese *Energy Container* verwalten neben der Rechenzeit den Energieverbrauch einzelner Aktivitäten. Die Container stehen in einer hierarchischen Beziehung, die Wurzel repräsentiert dabei das gesamte System.

Es besteht die Möglichkeit, den Energieverbrauch pro Zeiteinheit einzelner Aktivitätsträger im System zu limitieren. Die verfügbare Energie wird periodisch aufgefrischt; diese Zeitspanne wird als Epoche bezeichnet. Erreicht der Container eines Prozesses sein Energielimit, wird der Prozess bis zum Ende der Epoche unterbrochen. Ein Prozess kann sein verfügbares Energiekontingent beliebig unter die von ihm erzeugten Kinder-Prozesse aufteilen. Mit der Möglichkeit, den Energieverbrauch des Gesamtsystems zu beschränken, konnte eine dynamische Temperaturregelung implementiert werden. Ein vom Benutzer vorgegebenes Temperaturlimit wird vom Betriebssystem dynamisch in einen Maximal-Stromverbrauch umgerechnet, der durch Setzen des Containers auf ein entsprechendes Energielimit erzwungen wird.

Die Arbeiten wurden auf dem "Workshop on Compilers and Operating Systems for Low Power" im September 2003 in New Orleans, Louisana, USA vorgestellt.

Der Ansatz wurde dahingehend erweitert, dass Informationen zum Ressourcenverbrauch, Energie- und Temperaturschätzung sowie -limitierung, transparent über Rechnergrenzen in einem verteilten System verwaltet werden. Damit ist eine gezielte Temperaturregelung einzelner räumlicher Bereiche innerhalb eines Rechnernetzwerkes möglich. Fällt beispielsweise ein Kühlaggregat aus, so sind davon die Rechner in dessen Nähe unmittelbar betroffen. Durch Definition einer Temperaturobergrenze in diesem Bereich des Netzwerks kann eine Überhitzung der betroffenen Rechner verhindert werden.

Die Ergebnisse wurden auf dem "Workshop for Temperature Aware Computing" im Juni 2004 in München vorgestellt.

Anwendungsspezifische Energieverwaltung

Existierende Verfahren zum Energiesparen, die auf Betriebssystemebene implementiert sind, bewirken häufig eine Verschlechterung der Performance (z.B. Zugriffszeit einer Festplatte, deren Laufwerksmotor erst aktiviert werden muss oder reduzierte Prozessor-Taktrate). Unter Performance wird hier (allgemein) die Anwendungsgeschwindigkeit, die Warte- bzw. Antwortzeit (Bedienbarkeit) bei interaktiven Anwendungen oder andere Qualitätsmaße verstanden, z.B. die Bildrate bei der Wiedergabe einer Videosequenz. Normalerweise wird versucht, eine Ober-

grenze für diese Geschwindigkeitseinbußen einzuhalten. Verschiedene Anwendungen (bzw. Benutzer dieser Anwendungen) besitzen allerdings unterschiedliche Anforderungen an die Performance von Geräten und tolerieren u.U. wesentlich höhere Geschwindigkeitsverluste.

Am Lehrstuhl wurde ein adaptiver Algorithmus für Linux implementiert, der die Betriebszustände einer Funk-Netzwertkarte (WLAN) abfragen und setzen kann. Der WLAN-Standard 802.11 sieht einen Energiesparmodus vor, der die Karte deaktiviert und periodisch mit der Basisstation synchronisiert. Diese periodischen Synchronisationen werden als "beacons" (Barken) bezeichnet. Die Basisstation speichert eingehende Nachrichten zwischen und informiert in diesem Fall das adressierte Gerät bei der Synchronisation. Dieses verlässt daraufhin den Energiesparmodus und fordert die Nachrichten an. Abhängig von der Länge der beacon-Intervalle werden eingehende Nachrichten verzögert. Je nach Anwendung bzw. Benutzer ergeben sich unterschiedliche Geschwindigkeitsanforderungen an die Netzwerkkommunikation und damit an die beacon-Periode.

Verschiedene, für mobile Geräte typische Anwendungsprofile (Webbrowser, Zugriffe auf ein NFS-Dateisystem, SSH, FTP-Transfer, Streaming von Audio- bzw. Videodaten) und deren Anforderungen an die Geschwindigkeit der Funk-Netzwerkkarte wurden identifiziert. Mit diesen Informationen wurde ein Energiesparverfahren implementiert, das zur Laufzeit abhängig von den aktiven Anwendungen das beacon-Intervall einstellt, das die höchsten Energieeinsparungen erreicht und gleichzeitig die tolerierbaren Geschwindigkeitseinbußen einhält. Die Einstellungen zu den identifizierten Anwendungsprofilen sind dabei konfigurierbar.

Im Betriebssystem wird der Ressourcenverbrauch der Funk-Netzwerkkarte, die Zahl und Größe der versendeten und empfangenen Pakete, erfasst. Daraus werden verschiedene Nutzungscharakteristiken über einem Zeitfenster berechnet (Durchschnitt, Standardabweichung usw.). Typische Werte dieser Charakteristiken für die verschiedenen Anwendungsprofile werden automatisch identifiziert und zur Laufzeit mit den beobachteten Werten verglichen. Wird eine Übereinstimmung festgestellt, d.h. ein Anwendungsprofil erkannt, wird die Länge des beacon-Intervalls auf den vom Benutzer vorgesehenen, noch tolerierbaren Wert gesetzt. Es konnte gezeigt werden, dass eine zuverlässige Klassifikation des gerade aktiven Anwendungsprofils möglich ist. Damit werden Energieeinsparungen erreicht, ohne die Anforderungen des Benutzers an die Bedienbarkeit bzw. die Geschwindigkeit der Anwendung zu verletzen.

Die Ergebnisse wurden auf der "International Conference on Architecture of Computing Systems (ARCS'04)" im März 2004 in Augsburg vorgestellt. Der Ansatz wurde mit Klassifikations- und Regressionsbäumen, einem Verfahren aus dem "Machine Learning" verfeinert und auf andere Systemkomponenten (Prozessor und Festplatte) erweitert. Das System lässt sich so trainieren, dass abhängig vom Anwendungsszenario automatisch zwischen verschiedenen spezialisierten Energiesparalgorithmen gewechselt wird.

Energieerfassung und -regelung von Sensorknoten

Im Bereich von eingebetteten, batteriebetriebenen Systemen, wie sie beispielsweise in Sensornetzwerken zu finden sind, stellt der Energieverbrauch eine Beschränkung dar, die mehr und mehr an Bedeutung gewinnt. Im Rahmen einer Diplomarbeit [Kellner06] wurde untersucht, wie

der Energieverbrauch auf Plattformen mit minimalen Ressourcen zur Laufzeit erfasst und geregelt werden kann. Anhand einer prototypischen Implementierung auf einem "BTnode"-Sensorknoten wurden verschiedene Methoden zur zeit- und ereignisbasierten Energieerfassung und energie-gewahren Rekonfiguration untersucht.

Die Ergebnisse wurden auf dem ersten "GI/ITG Workshop on Non-Functional Properties of Embedded Systems" im Rahmen der Konferenz "on Measurement, Modeling, and Evaluation of Computer and Communication Systems" (MMB) 2006 in Nürnberg vorgestellt.

Publikationen

1. Weißel, Andreas; Bellosa, Frank: Process Cruise Control: Event-Driven Clock Scaling for Dynamic Power Management. In: ACM Press (Hrsg.): Proceedings of (International Conference on Compilers, Architecture and Synthesis for Embedded Systems (CASES 2002) Grenoble 8.10.2002). 2002, S. 238-246.
2. Weißel, Andreas; Beutel, Björn; Bellosa, Frank: Cooperative I/O - A Novel I/O Semantics for Energy-Aware Applications. In: USENIX (Veranst.): Proceedings of the (Fifth Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI '02) Boston, MA 8.12.2002). 2002, S. 1-300.
3. Weißel, Andreas; Faerber, Matthias; Bellosa, Frank: Application Characterization for Wireless Network Power Management. In: Müller-Schloer, Christian; Ungerer, Theo; Bauer, Bernhard (Hrsg.): Organic and Pervasive Computing - ARCS 2004 (International Conference on Architecture of Computing Systems Augsburg 24.03.2004). 1. Aufl. Berlin : Springer, 2004, S. 231-245. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 2981) - ISBN 3-540-21238-8.
4. Bellosa, Frank; Simon Kellner; Waitz, Martin; Weißel, Andreas: Event-Driven Energy Accounting for Dynamic Thermal Management. In: Diana Marculescu; J. Ramanujam (Veranst.): Proceedings of the Fourth Workshop on Compilers and Operating Systems for Low Power (COLP'03) (Fourth Workshop on Compilers and Operating Systems for Low Power (COLP'03) New Orleans, Louisiana, USA 27.09.2003). 2003, S. 1-10.
5. Weißel, Andreas; Bellosa, Frank: Dynamic Thermal Management for Distributed Systems. In: Skadron, Kevin; Stan, Mircea (Veranst.): Proceedings of the First Workshop on Temperature-Aware Computer Systems (First Workshop on Temperature-Aware Computer Systems (TACS-1) München 20.06.2004). 2004, S. 1-11.
6. Weißel, Andreas; Scherl, Holger; Janda, Philipp; Bellosa, Frank: Revisiting Log-Structured File Systems for Low-Power Portable Storage. In: Min, Sang Lyul (Veranst.): Proceedings of the International Workshop on Software Support for Portable Storage (International Workshop on Software Support for Portable Storage (IWSSPS) 2005 San Francisco, CA, USA 07.03.2005). 2005, S. 15-22.
7. Weißel, Andreas; Kellner, Simon: Energy-Aware Reconfiguration of Sensor Nodes. In: Schröder-Preikschat, Wolfgang (Veranst.): Proceedings of the First GI/ITG Workshop on Non-Functional Properties of Embedded Systems (NFPES) (First GI/ITG Workshop on Non-Functional Properties of Embedded Systems (NFPES) Nürnberg 27.03.2006). 2006.

3.12 Queueing Networks and Markov Chains

Projektleitung:

Dr.-Ing. Gunter Bolch

Beteiligte:

Prof. Kishor Trivedi, Duke University, Prof. Hermann de Meer, Universität Passau, Dr. Stefan Greiner, Daimler Chrysler, Prof. Dr. Helena Szczerbicka, Universität Hannover, Dr.-Ing. Jörg Barner

Stichwörter:

Queueing Systems, Queueing Networks, Markov Chains, Simulation, Performance and Reliability Evaluation, Modeling, Computer Systems, Communication Systems, Manufacturing Systems

Laufzeit: 1.1.2002 - 31.3.2006

Förderer: John Wiley & Sons

Im Rahmen dieses Buchprojektes wird die 2. Auflage des Buches: "**Queueing Networks and Markov Chains - Modeling and Performance Evaluation with Computer Science Applications**", von dem inzwischen mehr als 2200 Exemplare verkauft worden sind, vorbereitet. Wesentliche Neuerungen sind neben einer kompletten Überarbeitung, ein ausführliches Kapitel über Simulation und eine Aktualisierung des Toolskapitels, das jetzt neben den Tools PEPSY, SHARPE, SPNP and MOSEL jetzt auch die beiden wichtigen Simulationstools OPNET und Network-Simulator ns-2 enthält. Darüberhinaus werden neue aktuelle Anwendungen z.B. aus dem Bereich Internet, Mobilfunk, Batchsysteme und Retrialsysteme und ein Kapitel über Nicht-Markov'sche Systeme aufgenommen.

Publikationen

1. Bolch, Gunter; Greiner, Stefan; de Meer, Hermann; Trivedi, Kishor: Queueing Networks and Markov Chains - Modeling and Performance Evaluation with Computer Science Applications. 2. Aufl. Hoboken : John Wiley & Sons, 2006. - 896 Seiten. ISBN 978-0-471-56525-3.
2. Begain, Khalid; Bolch, Gunter; Herold, Helmut: Practical Performance Modeling - Application of the MOSEL Language. Boston : Kluwer Academic Publishers, 2001 (The Kluwer International Series in Engineering and Computer Science Bd. 588). - 409 Seiten. ISBN 0-7923-7951-9.
3. Barner, Jörg; Bolch, Gunter: MOSEL-2: Modeling, Specification and Evaluation Language, Revision 2. In: Sanders, William (Hrsg.): Proceedngs of the 13th International Conference on Modeling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation (Performance TOOLS 2003 Urbana-Champaign, Illinois, 2 - 5.9 2003). 2003, S. 222-230.

4. Bazan, Peter; Bolch, Gunter; German, Reinhard: WinPEPSY-QNS Performance Evaluation and Prediction System for Queueing Networks. In: Begain, Khalid und de Meer, Hermann; Bolch, Gunter (Hrsg.): 11th International Conference on Analytical and Stochastical Modelling Techniques and Applictions (ASMTA'04 Magdeburg 13. - 16.06.04). 2004, S. 110 -115.

Projektunabhängige Publikationen

1. Barner, Jörg: A Lightweight Formal Method for the Prediction of Non-Functional System Properties. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität, Diss., 2005 (Arbeitsberichte des Instituts für Informatik Bd. 38, Nr. 4). - 177 Seiten. ISSN 1611-4205.
2. Frieß, Wolfgang; Krüger, Andreas; Kubica, Stefan; Schröder-Preikschat, Wolfgang: Konfigurationsprüfung für Standardsoftware mit Hilfe von Merkmalmodellen. In: VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (Hrsg.): VDI-Berichte (12. Internationaler Kongress Elektronik im Kraftfahrzeug Baden-Baden 6./7. Oktober 2005). Bd. 1907. Düsseldorf : VDI, 2005, S. 587-596.
3. Gilani, Wasif; Spinczyk, Olaf: Dynamic Aspect Weaver Family for Family-based Adaptable Systems. In: Hirschfeld, Robert; Kowalczyk, Ryszard; Polze, Andreas; Weske, Mathias (Hrsg.): NODe 2005 Conference Proceedings (Net.ObjectDays 2005 Erfurt. Germany September 2005). Bonn : Gesellschaft für Informatik, 2005, S. 94-109. (Lecture Notes in Informatics Bd. P-69) - ISBN 3-88579-398-9.
4. Hauck, Franz J.; Kapitza, Rüdiger; Schmied, Andreas I.: A Flexible and Extensible Object Middleware: CORBA and Beyond. In: Murphy, Amy L. (Hrsg.): Di Nitto, Elisabetta (Veranst.): SEM 2005 (Fifth International Workshop on Software Engineering and Middleware (SEM 2005) Lisbon, Portugal 5-6.9.2005). 2005, S. 8.
5. Kapitza, Rüdiger; Hauck, Franz J.: EDAS: Providing an Environment for Decentralized Adaptive Services. In: Curry, Edward (Veranst.): ACM Digital Library (2nd International Middleware Doctoral Symposium 2005 (MDS2005) Grenoble, France 28.11.2005). 2005.
6. Kapitza, Rüdiger; Kirstein, Michael; Schmidt, Holger; Hauck, Franz J.: FORMI: An RMI Extension for Adaptive Applications. In: Cerqueira, Renato; Wang, Nanbor (Veranst.): ACM Digital Library (The 4th Workshop on Adaptive and Reflective Middleware Grenoble, France 28.11.2005). 2005, S. 0. ("ACM International Conference Proceeding Series" (AICPS)).
7. Kapitza, Rüdiger; Schmidt, Holger; Hauck, Franz J.: Platform-Independent Object Migration in CORBA. In: Meersman, Robert; Tari, Zahir (Hrsg.): On the Move to Meaningful Internet Systems 2005: CoopIS, DOA, and ODBASE (International Symposium on Distributed Objects and Applications (DOA) Agia Napa, Cyprus 31.10-4.11.2005). 2005, S. 20.
8. Kubica, Stefan; Kölzow, Thorsten; Schröder-Preikschat, Wolfgang: Modellbasierte Software-Entwicklung in der Automobilindustrie mit Hilfe von Software-Produktlinien. In: OBJEKTspektrum (2005), Nr. 5, S. 84-88.
9. Merkel, Andreas; Weißel, Andreas; Bellosa, Frank: Event-Driven Thermal Management in SMP Systems. In: Skadron, Kevin; Brooks, David (Veranst.): Proceedings of the Second Workshop on Temperature-Aware Computer Systems (TACS'05) (Second Workshop on Temperature-Aware Computer Systems (TACS'05) Madison 05.06.2005).

2005.

10. Schnitzer, Bernd: Sicherheitsbewertung verteilter komponentenbasierter Programme. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität, Diss., 2005 (Arbeitsberichte des Instituts für Informatik Bd. 38, Nr. 2). - 204 Seiten. ISSN 1611-4205.
11. Schröder-Preikschat, Wolfgang: Echtzeitbetriebssysteme. In: Liggesmeyer, Peter; Rombach, Dieter (Hrsg.): Software Engineering eingebetteter Systeme. München : Elsevier GmbH, 2005, S. 343-376. - ISBN 3-8274-1533-0.
12. Spinczyk, Olaf; Lohmann, Daniel; Urban, Matthias: AspectC++: aspektowe rozszerzenie C++. In: Software Developer's Journal (2005), Nr. 6, S. 64-70.
13. Spinczyk, Olaf; Lohmann, Daniel; Urban, Matthias: AspectC++: extension de la Programmation Orientée Aspect pur C++. In: Software Developer's Journal (2005), Nr. 6, S. 70-78.

4 Studien- und Diplomarbeiten, Master-Theses

4.1 Studienarbeiten

1. Gernoth, Michael: Algorithmische Raumvergabe für Lehrveranstaltungen unter Beachtung mehrerer Randbedingungen
2. Tartler, Reinhard: Analyse des Betriebsmittelbedarfs von AspectC++ Programmen
3. Janda, Philipp: Reorganisation in energiebewußten Dateisystemen (Energy-Aware Reorganization in Log-Structured File Systems)
4. Sand, Rainer: Eine AspectC++ Entwicklungsumgebung auf Basis von Eclipse
5. Bartlang, Udo: Entwurf und Implementierung einer Protokollinstanz für die Varianten des Paxos-Algorithmus
6. Fruth, Florian E. J.: Run-Time Energy Characterization of the Intel PXA (Charakterisierung der Leistungsaufnahme von mobilen Geräten im laufenden Betrieb)
7. Michl, Markus: Entwicklung und Implementierung einer Echtzeitkommunikation für kooperierende Industrieroboter
8. Lörner, Marc: Entwurf und Implementierung eines CAN-Bus Treibers für das Java-Betriebssystem JX
9. Wu, Bin: Erweiterung eines Supply-Chain-Planungswerkzeugs für Produktionssysteme in der Elektronikindustrie
10. Gabriel, Stefan: Evaluierung und Implementierung einer echtzeitfähigen Speicherbereinigung für das Betriebssystem JX
11. Stilkerich, Michael: Portable Ausführung von Altanwendungen durch Laufzeitkompilierung zu Java Bytecode
12. Bauer, Frank: Skalierbare Betriebssystemkomponenten zur Unterstützung graphischer Anwendungsprogramme

4.2 Diplomarbeiten

1. Dumitrescu, Mihai: Analyse von Methoden und deren prototypische Implementierung einer Positionsbestimmung in der Fahrzeug-Navigation unter Echtzeitbedingungen
2. Weinlein, Thomas: Application-Specific Energy Management in Operating Systems (Anwendungsspezifische Energieverwaltung in Betriebssystemen)
3. Scheler, Fabian: Aspekte im ECOS-Betriebssystem
4. Meixner, Daniel: Beitrag zur automatischen Generierung von Arbeitsanweisungen aus grafisch erstellbaren Montagevorranggraphen auf XML-Basis
5. Holm, Timo: Design und Implementierung einer Architektur zur verteilten, adaptiven Ressourcenverwaltung
6. Schmidt, Holger: Design und Implementierung eines Migrationsdienstes für die AspectIX Plattform
7. Blaschke, Georg: Eine skalierbare Speicher- und Objektverwaltung für eingebettete Betriebssysteme
8. Hausner, Christian: Entwicklung und Implementierung einer Organic Computing Plattform zum Betrieb von dezentralen Diensten
9. Cheng, Chu: Entwicklung eines web-basierten Client-Server-Systems zur Simulation von Fertigungssystemen in der Elektronikproduktion
10. Meckl, Gerald: Entwicklung eines Planungssystems mit integriertem javabasierten Simulationskern und beispielhafter Anwendung auf medizinische Geräte
11. Pullmann, Marc: Entwurf und Implementierung eines Kommunikationsservers und einer Bedienoberfläche für ein Laufzeitsystem unter einer Echtzeiterweiterung für Embedded Linux
12. Rößler, Marc: Entwicklung eines drahtlosen Sensordatenübertragungssystem von EKG-Signalen in Chip-on-Board-Technik mit Mikrocontrollersteuerung
13. Bente, Nils: Entwurf und Implementierung eines Programmsystems zur Analyse und Prognose der Ergebnisse von Turnieren am Beispiel der Fußballweltmeisterschaft
14. Domaschka, Jörg: Design and implementation of a framework for decentralized adaptive services (Entwurf und Realisierung eines Frameworks zur Entwicklung von dezentralen, adaptiven Diensten)
15. Schauer, Martin: Entwurf und Implementierung eines leichtgewichtigen Komponentenmodells für eingebettete Systeme
16. Beyaz, Serkan: Evaluierung von Web-Service-Techniken zur Integration von Anwendungsschnittstellen in Universitätsinformationssystemen
17. Gernler, Alexander von: Konzeption und Implementierung einer Middleware zur Manipulation von Netzwerkdiensten und -verbindungen in einem hochverfügbaren Gateway-Cluster
18. Langner, Stefan: Migration der Datenhaltung des Simulationssystems SIMIT in ein relationales Datenbanksystem
19. Rether, Wolfgang: Modellierung und Bewertung eines Verfahrens zur parallelen Softwareaktualisierung vernetzter Steuergeräte im Automobil

20. Venus, Verena: Transforming a Feature Extraction Algorithm into an Anytime Algorithm (Umwandlung eines Merkmalserkennungsalgorithmuses in einen Anytime Algorithmus)
21. Danel, Michael: WCET-Analyse für ein Java Echtzeitbetriebssystem

4.3 Master-Theses

1. Tonka, Merlin: Design and Implementation of a Software Component for the Configuration of Field Busses with the example of CANopen

Lehrstuhl für Informatik 5 (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. Heinrich Niemann (bis 30.09.2005)
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger (ab 01.10.2005)

Professor:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger (bis 30.09.2005)

Emeritus:

Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann (ab 01.10.2005)

Sekretariat:

Iris Koppe
Kristina Müller
Silvia Zettelmaier

Sekretariat SFB 603:

Martina Montel-Kandy

Leitung Bildverarbeitung:

Dipl.-Inf. Jochen Schmidt (bis 30.09.2005)
Dipl.-Inf. Benjamin Deutsch (ab 01.10.2005)

Bildverarbeitung:

Ing. Radim Chrastek
Dipl.-Ing. Christian Derichs
Dipl.-Inf. Christoph Gräßl
Dipl.-Inf. Marcin Grzegorzek
Dipl.-Inf. Ingo Scholz
Dipl.-Inf. Florian Vogt
Dipl.-Math. (FH) Stefan Wenhardt
Dipl.-Inf. Timo Zinßer

Leitung Medizinische Bildverarbeitung:

Dipl.-Inf. Marcus Prümmer

Medizinische Bildverarbeitung:

Dipl. -Inf. Rüdiger Block
Dipl. -Inf. Anja Borsdorf
Dipl. -Inf. Volker Daum
Dipl. -Inf. Dieter Hahn
Dipl.-Inf. Volker Daum
Jingfeng Han, M. Sc.
Dipl.-Ing. Kurt Höller
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hoppe
Dipl.-Inf. Florian Jäger
Dipl. Med-Inf. Jochen Penne
Dipl.-Inf. Holger Scherl

Leitung Sprachverarbeitung:

Dr.-Ing. Elmar Nöth

Sprachverarbeitung:

Dr. phil. Anton Batliner
Dipl.-Math. Silvia Dennerlein
Dipl.-Inf. Christian Hacker
Dipl.-Inf. Tino Haderlein
Dipl.Inf. Florian Hönig
Dipl.-Inf. Axel Horndasch
Dipl.-Inf. Michael Levit
Dipl.-Inf. Andreas Maier
Dipl.-Inf. Stefan Steidl
Dipl.-Inf. Viktor Zeissler

Lehrbeauftragte:

Dr.-Ing. Thomas Wittenberg

Nichtwiss. Personal:

Walter Fentze
Iris Koppe
Martina Montel-Kandy
Kristina Müller
Friedrich Popp

1 Einführung

Der Lehrstuhl für Mustererkennung (LME) ist Teil des Instituts für Informatik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Von 1975, dem Gründungsjahr des Lehrstuhls, bis September 2005 war Prof. Dr.-Ing. H. Niemann Lehrstuhlinhaber des LME. Im Oktober 2005 hat Prof. Dr.-Ing. J. Hornegger die Leitung des Lehrstuhls übernommen.

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 Muster. Die automatische Transformation der gewonnenen Muster in symbolische Beschreibungen bildet den Kern der Mustererkennung. Ein Beispiel hierfür sind automatische Sprachdialogsysteme, bei denen ein Benutzer an ein System per natürlicher gesprochener Sprache Fragen stellt: Mit einem Mikrophon (Sensor) werden die Schallwellen (Umwelteindrücke) aufgenommen. Die Auswertung des Sprachsignals mit Hilfe von Methoden der Mustererkennung liefert dem System die notwendigen Informationen, um die Frage des Benutzers beantworten zu können. 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 werden dabei in die drei Bereiche

- Medizinische Bildverarbeitung
- Rechnersehen
- Sprachverarbeitung

gegliedert, wobei der Anwendungsschwerpunkt im Bereich der Medizin liegt.

1.1 Sprachverarbeitung

Neben der automatischen Merkmalberechnung und der darauf aufbauenden Spracherkennung beschäftigt sich der Lehrstuhl mit den folgenden Aufgabengebieten der Spracherkennung: Erkennung und Verarbeitung von unbekannten Wörtern, Automatische Prosodieanalyse, sowie Erstellung von automatischen Dialogsystemen. Weiterer Schwerpunkt ist seit einigen Jahren die automatische Erkennung von emotionalen Benutzerzuständen mit Hilfe akustischer und linguistischer Merkmale. Neu hinzugekommen sind die Erkennung solcher Benutzerzustände anhand physiologischer Parameter sowie die multimodale Erkennung des Aufmerksamkeitsfokus von Benutzern bei der Mensch-Maschine-Interaktion.

1.2 Rechnersehen

Der Bereich Rechnersehen bearbeitet die Objektverfolgung, Objekterkennung und Objektrekonstruktion aus Kameradaten. Ein zentrales, darauf aufbauendes Thema ist die aktive Sensordatenauswahl. Dabei werden die informationstheoretisch optimalen Kameraaktionen für diese

Probleme a priori geschätzt. Ein weiterer Punkt ist die plenoptische Modellierung von Objekten und die Integration dieser Daten in reale Aufnahmen mit dem Ziel der Erweiterten Realität. In der Objekterkennung werden aktuell erscheinungsbasierte, statistische Klassifikatoren mit Farb- und Kontextmodellierung untersucht.

1.3 Medizinische Bildverarbeitung

Die Forschungsarbeiten im Bereich der Medizinischen Bildverarbeitung beschäftigen sich mit Fragestellungen der Bildregistrierung, Rekonstruktion, Segmentierung und Bildanalyse. Im Rahmen des SFB 539 wird ein Verfahren zur Früherkennung von Glaukomerkrankungen weiterentwickelt. Hierbei wird die Segmentierung des optischen Sehnervenkopfes ebenso untersucht wie die segmentierungsfreie Klassifikation. Erweiterte Rekonstruktionsalgorithmen zur 3D/4D Herzrekonstruktion unter Verwendung von C-Arm CT werden untersucht und entwickelt. Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 603 besteht ein Ziel darin, Augmented Reality während minimal-invasiv durchgeführter Eingriffe in der Bauchhöhle bereitzustellen. Weiterhin werden neuartige bildgebende Verfahren sowie exakte Rekonstruktionsalgorithmen in der Computertomographie (CT) entwickelt und deren Realisierung mittels unterschiedlichen Hardwarearchitekturen untersucht. Eine weitere Problemstellung ist die Detektion und Segmentierung von Lymphknoten in Ganzkörper Magnetresonanzaufnahmen und Kantenerhaltende Rauschreduktion in der CT auf Basis von Korrelationsanalysen.

1.4 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
- schnelle Bildverarbeitung auf Standardgrafikkarten
- Diskrete Tomographie
- Sprachsteuerung interventioneller Werkzeuge
- 3D Objekterkennung
- Objektverfolgung
- Aktive Sensordatenverarbeitung
- 3D Rekonstruktion und Kamerakalibrierung
- Plenoptische Modellierung
- Erweiterte Realität
- Autonome, mobile Systeme
- Mimik- und Gestik

- Sprachverarbeitung
- Prosodie
- Dialog
- Benutzerzustandserkennung (von Ärger über Müdigkeit bis Zögern)

1.5 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

- Mobiles System MOBSY mit aktivem Stereokamera-Kopf http://www5.informatik.uni-erlangen.de/~mobsy/
- Drehteller und Schwenkarm zur Bildaufnahme
- Smartkom-Zelle http://www5.informatik.uni-erlangen.de/SmartKom/page.html
- Head-Mounted Display mit integriertem Stereokamera-System
- Pan-Tilt Einheiten

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.

1.6 Kooperationsbeziehungen

- Charité Universitätsmedizin Berlin: Klinik und Hochschulambulanz für Radiologie und Nuklearmedizin
  http://www.medizin.fu-berlin.de/radio/
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
  http://www.dfki.de/web/index.de.html
- Harvard University, USA: Department of Radiology at Brigham and Women's Hospital
  http://brighamrad.harvard.edu/index.html
- ITC-irst, Trento, Italia: Sistemi sensoriali interattivi (Interactive Sensory System Division)
  http://ssi.itc.it/
- LIMSI-CNRS, Orsay, France: Groupe Traitement du Langage Parlé (Spoken Language Processing Group)
  http://www.limsi.fr/Scientifique/tlp/
- LMU München: Institut für Phonetik und Sprachliche Kommunikation
  http://www.phonetik.uni-muenchen.de/
- Queen's University Belfast, UK: School of Psychology
  http://www.psych.qub.ac.uk/

- Stanford University, USA: Radiological Sciences Laboratory
  http://rsl.stanford.edu/
- Szegedi Tudományegyetem, Magyarország (University of Szeged, Hungary): Képfeldolgozás és Számítógépes Grafika Tanszék (Department of Image Processing and Computer Graphics)
  http://www.inf.u-szeged.hu/tanszekek/kepfeldolgozasesszg/starten.xml
- TU München: Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation
  http://www.mmk.ei.tum.de/
- Universität Bielefeld: Angewandte Informatik http://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/ai/ , Neuroinformatik
  http://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/ni/
- Universität Bonn: Institut für Numerische Simulation
  http://www.ins.uni-bonn.de/
- Universität des Saarlandes: Lehrstuhl für Sprachsignalverarbeitung
  http://www.lsv.uni-saarland.de/index.htm
- Universität Jena: Lehrstuhl Digitale Bildverarbeitung
  http://www.inf-cv.uni-jena.de/
- Universität Koblenz-Landau: Institut für Computervisualistik
  http://www.uni-koblenz.de/FB4/Institutes/ICV
- Universität Mannheim: Bildverarbeitung, Mustererkennung und Computergrafik
  http://www.cvgpr.uni-mannheim.de/
- Universität Marburg: Diskrete Mathematik und Optimierung
  http://www.mathematik.uni-marburg.de/forschung/arbeitsgebiete_mathe/diskret.php
- Universitätsklinikum Erlangen:
  Nuklearmedizinische Klinik
  http://www.nuklearmedizin.klinikum.uni-erlangen.de/ ,
  Radiologisches Institut
  http://www.idr.med.uni-erlangen.de/ ,
  Medizinische Klinik 1
  http://www.medizin1.klinikum.uni-erlangen.de/ und
  Medizinische Klinik 2
  http://www.medizin2.klinikum.uni-erlangen.de/,
  Phoniatrische und Pädaudiologische Abteilung
  http://www.phoniatrie.klinikum.uni-erlangen.de/
- Universität Würzburg: Abteilung für Neuroradiologie,
  http://www.neuroradiologie.uni-wuerzburg.de/
- University of Utah, USA: Utah Center for Advanced Imaging Research
  http://www.ucair.med.utah.edu/

1.7 Wissenschaftliche Tagungen

- Vision, Modeling, and Visualization 2005
  http://www.vmv2005.uni-erlangen.de/

1.8 Veröffentlichungsreihen

Die Veröffentlichungen des Lehrstuhls befinden sich auf der lehrstuhleigenen Homepage unter http://www5.informatik.uni-erlangen.de/literature/German/Literature.html

2 Forschungsprojekte

2.1 Aktive 3-D Rekonstruktion

Projektleitung:

Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

Beteiligte:

Dipl.-Math. (FH) Stefan Wenhardt

Stichwörter: 3-D Rekonstruktion; Aktives Sehen; Rechnersehen

Beginn: 1.1.2004

Die 3-D Rekonstruktion befasst sich mit der Berechnung der 3-D Geometrie eines Objekts. Diese Geometrie kann in weiteren Anwendungen wie z. B. dem bildbasierten Rendering oder der Erzeugung von erweiterter Realität (Augmented Reality) genutzt werden. Dabei werden die Informationen für die aktive Rekonstruktion aus Kamerabildern gewonnen - das Wort "aktiv" bedeutet nicht, dass es sich hierbei um aktive Sensoren, wie z. B. Lasersensoren oder strukturiertes Licht, handelt. Vielmehr werden die Kameras aktiv gesteuert, d. h. für die 3-D Rekonstruktion werden Kameraparameter gesucht, die den zu erwartenden Fehler der Rekonstruktion minimieren.

In den bisherigen Arbeiten wurde der Einfluss der Kameraparameter (Translation, Rotation und Brennweite) in Stereoaufnahmen untersucht. Grundlage dieses Ansatzes ist das Fehlermodell: Die Koordinaten der 2-D Bildpunkte, die von einem bestimmten 3-D Objektpunkt stammen, sind verrauscht. Bei der Triangulation ergibt sich durch dieses Rauschen eine Abweichung zum tatsächlichen 3-D Punkt, in Abhängigkeit der bei der Stereoaufnahme verwendeten Kameraparameter. Diese Vorgehensweise wird jedoch bei drei oder mehr Bildern sehr komplex und rechenaufwändig, da die Kameraparameter aller Kameras gleichzeitig optimiert werden müssen. Somit lässt sich dieser Ansatz nicht für eine effiziente Optimierung der Kameraparameter bei der 3-D Rekonstruktion nutzen.

Statt die Kameraparameter aller Kameras gleichzeitig zu optimieren wurde deshalb ein iterativer Algorithmus entwickelt, der die beste Parameterkonfiguration für die jeweils nächste Kamera ermittelt. Der Ansatz verwendet hierzu ein erweitertes Kalman Filter. Das Kalman Fil-

ter liefert aufgrund der bereits aufgenommenen Bilder eine probabilistische Schätzung der Lage der 3-D Punkte in Form einer mehrdimensionalen Normalverteilung. Der Erwartungswert dieser Normalverteilung ist der beste lineare Schätzwert - im Sinne des mittleren quadratischen Fehlers - für die 3-D Koordinaten der Punkte. Die Kovarianzmatrix ist ein Maß für die Unsicherheit der Schätzung.

Mittels des Kalman Filters lässt sich zudem vorhersagen, wie sich die Integration eines neuen Bildes mit bestimmten Kameraparametern auf die Kovarianzmatrix auswirken wird, ohne tatsächlich das Bild aufnehmen zu müssen. Man kann also aufgrund der bisherigen Schätzung diejenige nächste Konfiguration von Kameraparametern bestimmen, die die stärkste Reduktion der Unsicherheit bewirkt. Hat man diese gefunden, wird tatsächlich ein entsprechendes Bild aufgenommen und die Schätzung mittels Kalman Filter aktualisiert.

Der beschriebene Ansatz wurde realisiert und mit realen Daten getestet. In den Experimenten sind jedoch zusätzlich zwei weitere Restriktionen zu beachten:

- Zur Positionierung der Kameras wurde ein Roboterarm verwendet. Das Bewegungsmodell dieses Arms muss berücksichtigt werden, um nur die Positionen zu analysieren, die tatsächlich erreichbar sind.
- Verdeckungen von Objektregionen durch das Objekt selbst müssen berücksichtigt werden. Die Selbstverdeckung kann sonst ein Bild für die 3D-Rekonstruktion unbrauchbar machen. Die Modellierung von Selbstverdeckungen ist noch nicht in den Ansatz integriert und bildet einen Schwerpunkt im zukünftigen Fortgang des Projekts.

Die Kameraparameter, die mit dem erweiterten Kalman Filter errechnet wurden, stimmen bei Stereoanordnungen und einfachen Objekten mit den vorherigen Untersuchungen zu Stereoaufnahmen überein und entsprechen somit den Erwartungen. Der Algorithmus stellt somit eine Erweiterung des Ansatzes für Stereoaufnahmen dar und ermöglicht darüber hinaus die effiziente Berechnung optimaler Kameraparameter für die nächste Ansicht.

Publikationen

1. Wenhardt, Stefan; Denzler, Joachim; Niemann, Heinrich: On Minimizing Errors in 3-D-Reconstruction for Stereo Camera Systems. In: Geppener, V.V.; Gurevich, I.B.; Ivanova, S.E.; Nemirko, A.P.; Niemann, Heinrich; Puzankov, D.V.; Trusova, Yu.O.; Zhuravlev, Yu.I. (Hrsg.): 7th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis 2004: New Information Technologies (7th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis 2004: New Information Technologies St. Petersburg, Russia). St. Petersburg : SPbETU, 2004, S. 562-565.

2.2 Detektion von Lymphknoten in Ganzkörper Magnetresonanzaufnahmen

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Beteiligte: Dipl.-Inf. Florian Jäger, Prof. Dr. med. Frank Wacker, Dr. med. Bernd Frericks

Stichwörter: MRT; nichtstarre Registrierung; Segmentierung;

Beginn: 1.7.2005

Mitwirkende Institutionen:

Charité Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin Franklin, Klinik für Nuklearmedizin und Radiologie

Kontakt:

Dipl.-Inf. Florian Jäger
Tel.: +49.9131.85.27894, Fax: +49.9131.303811,
E-Mail: jaeger@informatik.uni-erlangen.de

Maligne Lymphome stellen die siebt häufigste Todesursache in der westlichen Welt dar. Die Therapie der Patienten sowie die Prognose hängen entscheidend vom Ausbreitungsmuster der Erkrankung ab, was die wiederholte bildgebende Diagnostik des gesamten Körpers erfordert. Zukünftig wird vermehrt die Ganzkörper-Magnetresonanztomographie an Bedeutung gewinnen, weil damit Aufnahmen ohne Repositionierung während der Akquisition möglich sind. Allerdings umfasst ein typischer Datensatz einer solchen Ganzkörper MRT im Durchschnitt ein Volumen von 512x410x1400 Voxel. Derartige Datensätze können in der klinischen Routine ohne rechnergestützte Hilfe nicht mehr vollständig einer zeitnahen und zuverlässigen Evaluierung unterzogen werden, insbesondere wenn diese mit vorangegangenen Untersuchungen verglichen werden müssen. Das Projekt befasst sich mit der Entwicklung effizienter Methodiken zur rechnergestützten Auswertung großer medizinischer Datensätzen sowie zeitlicher Sequenzen. Durch das Hervorheben medizinisch relevanter Bereiche in den Bilddaten wird der Mediziner bei der Diagnostik unterstützt und somit eine höhere Effektivität und Kosteneffizienz im klinischen Alltag erreicht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Behandlung von Lymphompatienten, wobei eine Verallgemeinerung der entwickelten Verfahren möglich sein soll.

Die Bearbeitung dieses Projekts erfordert eine sehr enge interdisziplinäre Zusammenarbeit von Informatikern und Medizinern. Die beteiligten Gruppen sind einerseits der Lehrstuhl für Mustererkennung (Informatik 5), der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, sowie die Radiologie und Nuklearmedizin der Charité, Campus Benjamin-Franklin, Berlin. Der Aufgabenbereich des Lehrstuhls bezieht sich auf die Entwicklung neuer effizienter Methodiken zur Bearbeitung von großen medizinischen Datensätzen, wobei diese auf die Anwendbarkeit im klinischen Umfeld und die Validität von den beteiligten Medizinern untersucht werden.

Strukturell kann das Projekt in zwei nahezu disjunkte Ansätze untergliedert werden: Zunächst wird die Detektion von Lymphomen in MRT Aufnahmen einer Untersuchung betrachtet. In der zweiten Phase wird dann die Lokalisation von Knoten in zeitlichen Sequenzen von MRT Aufnahmen bearbeitet.

Detektion von Lymphknoten in einer Studie

Die Detektion von Lymphknoten innerhalb einer MRT Studie basiert auf der Untersuchung mehrerer Wichtungen von MRT Datensätzen. Bei den in Frage kommenden Sequenzen handelt es sich primär um solche, die bei Routineuntersuchungen verwendet werden, z.B. T1-gewichtet, T2-gewichtet, FLAIR oder TIRM Sequenzen. Bei der Auswahl spielt die benötigte Akquisitionszeit eine wichtige Rolle. Erste Experimente zeigten, dass vor allem T1-gewichtete und TIRM Aufnahmen für die Segmentierungs- und Lokalisationsalgorithmen vielversprechend sind. Um beide Datensätze vergleichen zu können werden diese in einem initialen Vorverarbeitungsschritt registriert. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die beiden Volumina bereits nahezu perfekt zueinander ausgerichtet sind, da sich der Akquisitionszeitpunkt nur marginal unterscheidet. Trotz allem wird, um kleinere Bewegungen des Patienten auszugleichen, eine nicht-starre Registrierung der Daten vorgenommen. Da hierbei zwar Datensätze der gleichen Modalität, aber unterschiedlicher Wichtungen betrachtet werden, wird auf multi-modale Ansätze zurückgegriffen. Allerdings muss dabei die Plausibilität der Ergebnisse (z.B. die Stärke der Deformation) im Auge behalten werden, um das Problem der Detektion nicht weiter zu erschweren. Zur Lokalisation der Lymphknoten werden ausschliesslich statistische Methoden verwendet. Dies hat zwei Vorteile: Erstens liefern diese im Allgemeinen Wahrscheinlichkeiten über das Vorhandensein von Lymphknoten, was sich direkt mit dem Projektziel deckt, Zweitens sind diese oftmals generischer einsetzbar und damit die entwickelten Methodiken weitgehend von der Anwendung unabhängig. Hierbei werden verschiedene Klassen von Ansätzen betrachtet. Diese basieren einerseits auf der Clusterbildung der Datensätze durch eine Klassifikation der Voxel eines Datensatzes (z.B. mittels Fuzzy C-Means oder Markov Zufallsfelder basierter Methoden) und andererseits der Vorverarbeitung mit statistischen Methoden durch beispielsweise probabilistische Differenzbildung und probabilistische Grauwertadaption.

Detektion von Lymphknoten in zeitlichen Sequenzen

Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts ist die Detektion von Lymphomen in zeitlichen Sequenzen von Ganzkörper MRT Aufnahmen. Hier erweist sich eine automatische Vorverarbeitung für den Mediziner als sehr wünschenswert, da er andernfalls Datensätze mehrerer Zeitpunkte sichten muss, was in der Regel sehr zeitintensiv ist. Da die einzelnen Volumina zu verschiedenen Zeitpunkten akquiriert wurden, werden diese zunächst starr transformiert, so dass sie weit möglichst deckungsgleich sind. Darauffolgend wird eine nicht-starre Registrierung durchgeführt. Als Ergebnis erhält man ein Vektorfeld, welches die Deformation zwischen den Datensätzen charakterisiert, so dass diese bezüglich eines Abstandsmaßes ideal zueinander passen. Damit beschreibt dieses Deformationsfeld auch die Volumenänderung von sich entwickelnden Strukturen, wie beispielsweise Läsionen. Wachsende Strukturen sind als mathematische Quelle und schrumpfende als Senke erkennbar. Zusammen mit den Informationen über die Position von Lymphknoten, welche durch die Lokalisation in Datensätzen eines Zeitpunktes bestimmt wur-

den, werden die Veränderungen innerhalb des Deformationsfeldes zur Detektion verwendet. Um Informationen aus Differenzbildern zugänglich zu machen müssen die Datensätze ebenso nicht-starr Registriert werden. Allerdings wird dabei eine weit stärkere Regularisierung des Deformationsfeldes benötigt, als im Falle der Detektion innerhalb einer Studie.

Präsentation der Ergebnisse

Das Ziel des Projektes ist nicht das Treffen einer endgültigen medizinischen Aussage, sondern der Verweis auf für die Diagnose interessante Bereiche innerhalb der Datensätze um die benötigte Zeit der Sichtung zu reduzieren. Hierfür werden die Ergebnisse der Lokalisation mit Hilfe einer Wahrscheinlichkeitskarte dem Anwender zugänglich gemacht. Dieser kann die Darstellung durch die Wahl eines Konfidenzintervalls seinen Ansprüchen anpassen.

2.3 Erscheinungsbasierte, statistische Objekterkennung

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Marcin Grzegorzek

Stichwörter:

Objekterkennung; Objektlokalisation; Objektklassifikation; statistische Modellierung; Wavelets; Farbmodellierung, Kontextmodellierung

Laufzeit: 1.6.1999 - 30.6.2006

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

Dipl.-Inf. Marcin Grzegorzek
Tel.: +49.9131.85.27275, Fax: +49.9131.303811,
E-Mail: grzegorz@informatik.uni-erlangen.de

Ziel dieses Projekts, das im Rahmen des Graduiertenkollegs "Dreidimensionale Bildanalyse und -synthese" durchgeführt wird, ist die Klassifikation und Lokalisation von dreidimensionalen Objekten in Bildern. Dazu wird ein erscheinungsbasierter Ansatz eingesetzt. Dementsprechend wird kein vorhergehender Segmentierungsprozess benötigt, der geometrische Merkmale wie Kanten oder Ecken detektiert, sondern die Merkmale werden direkt aus den Intensitäten der Bildpunkte bestimmt. Dieser Ansatz verwendet 2-D lokale Merkmale, die von Grauwertbildern mit Hilfe der Wavelet Multi-Skalen-Analyse berechnet werden. Statistische Modellierung der Merkmale mit Hilfe von Dichtefunktionen macht den Ansatz robust gegenüber Beleuchtungsschwankungen und Rauschen.

Bei praktisch relevanten Anwendungen sind die Objekte oft partiell verdeckt oder können sich vor beliebigem Hintergrund befinden. Deshalb wird auch der Hintergrund explizit modelliert

und in der Erkennungsphase für jeden Merkmalsvektor entschieden, ob er zum Objekt oder zum Hintergrund gehört.

Auch mehrere Objekte können im Bild auftreten, die lokalisiert und klassifiziert werden sollen. Im Allgemeinen ist die Anzahl der Objekte, die sich im Bild befinden, unbekannt. Auf Basis eines Abbruchkriteriums wird entschieden, wann die Suche nach Objekten beendet werden soll. Ein robustes Kriterium wurde bereits experimentell bestimmt.

Um Objektklassen zu trainieren, werden mehrere Bilder von Objekten in bekannten Lagen und Orientierungen gebraucht. Üblicherweise werden die Objekte auf einem Drehteller gestellt, um einen bekannten Winkel gedreht und von einer Kamera, die auf einem Roboterarm montiert ist, aufgenommen. Bei größeren oder sich bewegenden Objekten ist der Einsatz vom Drehteller nicht möglich. In diesem Falle wird der Aufnahmeprozess mit einer handgeführten Kamera durchgeführt. Die unbekannten Lagen und Orientierungen von den Objekten, die für das Training benötigt werden, werden mit Hilfe eines "Struktur aus Bewegung" Algorithmus rekonstruiert.

Zur Evaluierung des Objekterkennungssystems entstand eine neue umfangreiche Stichprobe 3D-REAL-ENV. Bei über 30000 Trainingsbildern und 8000 Testbildern mit einem realen heterogenen Hintergrund von 10 Objekten kann man verschiedene Erkennungsalgorithmen objektiv vergleichen. Da die Beleuchtung in den Testbildern anders als in der Trainingsphase ist, konnte auch die Beleuchtungsunabhängigkeit des Systems nachgewiesen werden.

In der letzten Zeit wurde die Objektfarbe bei der Berechnung der Merkmale berücksichtigt. 6-D lokale Merkmalsvektoren werden von Farbbildern berechnet, wobei die Wavelet Multi-Skalen-Analyse separat für den roten, grünen, und blauen Kanal durchgeführt wird. Bei Testbildern mit heterogenem Hintergrund stieg die Klassifikationsrate von 55.4% (Grauwertmodellierung) auf 87.3% (Farbmodellierung). Die Lokalisationsrate verbesserte sich von 69.0% (Grauwertmodellierung) auf 77.1% (Farbmodellierung)

Publikationen

1. Grzegorzek, Marcin; Niemann, Heinrich: Statistical Object Recognition Including Color Modeling. In: Kamel, Mohamed; Campilho, Aurelio (Hrsg.): Proceedings of the 2nd International Conference on Image Analysis and Recognition (2nd International Conference on Image Analysis and Recognition Toronto 28-30.09.2005). Berlin : Springer, 2005, S. 481-489. - ISBN 10 3-540-29069-9.
2. Reinhold, Michael; Grzegorzek, Marcin; Denzler, Joachim; Niemann, Heinrich: Appearance-Based Recognition of 3-D Objects by Cluttered Background and Occlusions. In: Pattern Recognition 38 (2005), Nr. 5, S. 739-753.
3. Grzegorzek, Marcin; Scholz, Ingo; Reinhold, Michael; Niemann, Heinrich: Fast Training for Object Recognition with Structure-from-Motion. In: Pattern Recognition and Image Analysis: Advanced in Mathematical Theory and Applications 15 (2005), Nr. 1, S. 183-186.

2.4 Exakte Bildrekonstruktion aus Kegelstrahlprojektionen für Spezialtrajektorien

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger, Dr. Günter Lauritsch (Siemens Med. Solutions), Prof. Dr. Frederic Noo (UCAIR)

Beteiligte: Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hoppe, Dipl.-Inf. Frank Dennerlein

Stichwörter: exakte Bildrekonstruktion; Kegelstrahl-Computertomographie; Kreis und Kreisbogen; Kreis und Linie; geometrische Kalibrierung

Beginn: 1.3.2005

Förderer: Siemens Medical Solutions

Mitwirkende Institutionen: University of Utah, Utah Center for Advanced Imaging Research (UCAIR)

Kontakt:

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hoppe
Tel.: +49.9131.85.28977, Fax: +49.9131.85.28990,
E-Mail: hoppe@informatik.uni-erlangen.de

Im Jahr 2005 wurde ein weiteres Projekt auf dem Gebiet der dreidimensionalen Rekonstruktion aus zweidimensionalen Bildfolgen auf den Weg gebracht. Das Projekt beschäftigt sich mit der Rekonstruktion eines Volumens aus einer Sequenz von Röntgenbildern. Ziel des Forschungsprojekts ist die Entwicklung, Verbesserung und Evaluierung von Verfahren zur exakten Bildrekonstruktion aus Kegelstrahlprojektionen für Spezialtrajektorien. Neben der Auswahl und Untersuchung neuartiger Abtastbahnen steht die Entwicklung von Strategien zur korrekten Handhabung realer Daten und zur Minimierung von Rekonstruktionsartefakten im Vordergrund. Hierfür wurden zwei Verfahren für die geometrische Kalibrierung einer C-Bogen Anlage für eine Abtastbahn bestehend aus zwei Teilkreisen entworfen, implementiert und an realen Daten gestestet. In enger Zusammenarbeit mit der Forschungseinrichtung UCAIR der University of Utah wurde ein Algorithmus zur Rekonstruktion mit einer Abtastbahn bestehend aus einem Teilkreis und einer Linie implementiert. Die Implementierung erfolgte im Rahmen eines zweimonatigen Forschungsaufenthalts von Frank Dennerlein und Stefan Hoppe an der University of Utah und wurde dort von Professor Frederic Noo betreut. Ergebnisse mit simulierten Daten zeigen die Überlegenheit des Verfahrens gegenüber einem Feldkamp Algorithmus hinsichtlich entstehender Kegelstrahlartefakte. Im Anschluss wurde das Verfahren auf die Abtastbahn bestehend aus zwei Teilkreisen übertragen und zunächst an simulierten Daten gestestet. Im Dezember 2005 konnte ein erster Prototyp fertiggestellt werden, der mit Hilfe der geometrischen Informationen aus dem Kalibrierungsschritt in der Lage ist reale Daten zu verarbeiten. Hierfür wurde eine Reihe realer Projektionsdaten verschiedener Phantomkörper mit einem Siemens AXIOM Artis dBA C-Bogen System akquiriert und Referenzrekonstruktionen mit

einem aktuellen Feldkamp-basierten Rekonstruktionsalgorithmus durchgeführt. Das Projekt wird von unserem industriellen Partner Siemens Medical Solutions finanziell unterstützt. Darüber hinaus stellt Siemens Medical Solutions den Zugang zu den neuesten Röntgenanlagen zur Verfügung und ermöglicht so die Entwicklung unter realen Bedingungen. Das Ziel ist der Einsatz des Verfahrens im klinischen Umfeld.

2.5 HUMAINE (Human-Machine-Interaction Network on Emotion)

Projektleitung:

Dr.-Ing. Elmar Nöth

Beteiligte:

Dr. phil. Anton Batliner, Dipl.-Inf. Stefan Steidl, Dipl.-Inf. Christian Hacker, Dipl.-Inf. Florian Hönig

Stichwörter:

Emotionserkennung; Mensch-Maschine-Interaktion

Laufzeit: 1.1.2004 - 31.12.2007

Förderer: EU

Mitwirkende Institutionen:

http://emotion-research.net/Members/

Kontakt:

Dr.-Ing. Elmar Nöth
Tel.: +49.9131.85.27888, Fax: +49.9131.303811,
E-Mail: noeth@informatik.uni-erlangen.de

HUMAINE (Human-Machine-Interaction Network on Emotion) ist ein NoE (Network of Excellence) im europäischen Rahmenprogramm FP6 und läuft vom 1.1.2004 bis zum 31.12.2007; Vertrags-Nr. 507422. HUMAINE will in der Europäischen Union die Grundlagen für die Entwicklung von Systemen schaffen, die menschliche emotionale oder emotions-ähnliche Zustände und Prozesse erkennen, modellieren und/oder beeinflussen können - sog. "emotionale Systeme". Solche Systeme sind grundlegend für die zukünftige Mensch-Maschine-Kommunikation; allerdings sind ihre Grundlagen noch nicht genügend erforscht. Einer der Gründe dafür ist sicherlich, dass das einschlägige Wissen auf unterschiedliche Disziplinen verteilt ist (Psychologie, Künstliche Intelligenz, Robotik, Spracherkennung, Bildverarbeitung, usw.). In HUMAINE kooperieren Experten aus all diesen Disziplinen. Sechs unterschiedliche thematische Gebiete werden bearbeitet: Emotionstheorie, Signale und Zeichen, emotionale Interaktion, Emotion in Kognition und Aktion, Emotion in Kommunikation und Überzeugung sowie Benutzerfreundlichkeit emotionaler Systeme. Gemeinsame Arbeitsprojekte werden auf Workshops sowie in Plenartreffen abgesprochen; darunter fällt auch die notwendige Infrastruk-

tur (Korpora, die kulturelle und geschlechtsspezifische Unterschiede widerspiegeln, ein ethisches Rahmenwerk sowie ein Web-Portal). Ein Ziel ist das Verfassen eines Handbuches sowie Empfehlungen zur Methodik.

Die FAU Erlangen-Nürnberg ist Partner im Teilprojekt WP4 (Signale und Zeichen) sowie in WP5 (Korpora). Im ersten Jahr konzentrierten sich die Aktivitäten auf das initiale Plenartreffen, eine Sommerschule über Korpora sowie Workshops über Theorie, Signale und Zeichen sowie Korpora. Gegen Ende 2004 wurden sog. "Exemplars" genauer definiert und beschrieben. Darunter ist ein beispielhaftes Vorgehen zu verstehen, mit dem gezeigt wird, auf welche Weise ein Problem gelöst werden kann, und wie eine interdisziplinäre Herangehensweise auszusehen hat. Die spezielle Form eines solchen Exemplars ist nicht vorgegeben; es kann sich dabei um einen Demonstrator handeln, um ein Korpus, um ein experimentelles Design oder um spezifische Methoden. Der Beitrag unseres Instituts zu diesen "Exemplars" bestand 2005 in einer so genannten "forced co-operation" Initiative CEICES (Combining Efforts for Improving automatic Classification of Emotional user States): Wir stellen ein annotiertes emotionales Korpus zur Verfügung (Sprachdaten, phonetisches Lexikon, handkorrigierte Segmentierung, Emotionslabels) und definieren Training- und Test-Stichprobe. Alle teilnehmenden HUMAINE-Partner stellen allen anderen Partnern ihre eigenen extrahierten Merkmale zur Verfügung. Ziel ist es, mit dieser Kooperation eine Verbesserung der Erkennungsraten sowie einen Einblick in die Relevanz unterschiedlicher Merkmale und Merkmalstypen zu erreichen.

Publikationen

1. Batliner, Anton; Hacker, Christian; Steidl, Stefan; Nöth, Elmar; D'Arcy, S.; Russell, M.; Wong, M.: "You stupid tin box" - children interacting with the AIBO robot: A cross-linguistic emotional speech corpus. In: ELRA (Hrsg.): Proceedings of the 4th International Conference of Language Resources and Evaluation LREC 2004 (LREC Lisbon). 2004, S. 171-174.
2. Steidl, Stefan; Levit, Michael; Batliner, Anton; Nöth, Elmar; Niemann, Heinrich: "Of All Things the Measure is Man" - Classification of Emotions and Inter-Labeler Consistency. In: IEEE (Veranst.): Proceedings of ICASSP 2005 - International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2005 - International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A. March 18-23, 2005). Bd. 1. 3833 S. Texas Ave., Ste. 221 Bryan, TX 77802-4015 : Conference Management Services, Inc., 2005, S. 317-320. - ISBN 0-7803-8874-7.
3. Batliner, Anton; Steidl, Stefan; Hacker, Christian; Nöth, Elmar; Niemann, Heinrich: Tales of Tuning - Prototyping for Automatic Classification of Emotional User States. In: ISCA (Hrsg.): Proceedings of the 9th European Conference on Speech Communication and Technology (9th European Conference on Speech Communication and Technology - Interspeech 2005 Lisbon 4-8.9.2005). Bonn : ISCA, 2005, S. 489-492. - ISBN 1018-4074.
4. Batliner, Anton; Steidl, Stefan; Hacker, Christian; Nöth, Elmar: Private Emotions vs. Social Interaction - towards New Dimensions in Research on Emotion. In: Carberry, Sandra; de Rosis, Fiorella (Hrsg.): Adapting the Interaction Style to Affective Factors (Workshop on Adapting the Interaction Style to Affective Factors, 10th International Conference on User Modelling Edinburgh 25.7.2005). 2005, (8 pages, no pagination).

2.6 Koronarangiographie unter Verwendung von C-Arm CT

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Beteiligte: Dipl.-Inf. Marcus Prümmer

Stichwörter: nicht starre Registrierung; Koronarangiographie

Laufzeit: 1.10.2003 - 30.9.2006

Kontakt:

Dipl.-Inf. Marcus Prümmer
Tel.: +49.9131.85.27826, Fax: +49.9131.303811,
E-Mail: pruemmer@informatik.uni-erlangen.de

Unter Koronarangiographie versteht man die Durchleuchtung von Herzkranzgefäßen oder Herzkammern mittels Röntgenstrahlung. Häufig wird ein Angiogramm des Herzens aufgenommen, um zu entscheiden, ob eine weitere Behandlung notwendig ist. Beispielsweise kann eine Gefäßverengung dazu führen, dass einzelne Herzkranzgefäße nur wenig oder nicht mehr mit Blut versorgt werden. Während der Behandlung wird ein Katheder (dünner flexibler Schlauch) in eine Arterie am Arm oder in der Leiste eingesetzt und bis zur erkrankten Gefäßposition durchgeschoben. Blutgefäße des Herzens werden dann durch Einspritzen von Kontrastmittel durch den Katheder besser sichtbar gemacht. Eine Folge von Niedrigkontrastaufnahmen (Fluoroscopes) wird zur Visualisierung ständig während des minimal-invasiven Eingriffes aufgenommen. Eine 3-D Visualisierung der Herzkammern oder der Kranzgefäße wäre dabei wünschenswert. Dazu bedarf es einer 3-D Rekonstruktion unter Verwendung von Röntgenaufnahmen des sich bewegenden Herzens.

Die Vision dieses Projektes ist es, eine rein datengetriebene 3-D Rekonstruktion aus Aufnahmen herkömmlicher C-Arm Systeme zu ermöglichen. Mit C-Arm CT Systemen können mehrere EKG getriggerte Angiogramme aufgenommen werden. Dies erlaubt eine Selektion der aufgenommenen Röntgenbilder (für jeden Projektionswinkel), die jeweils das schlagende Herz möglichst nahe zu einer festgelegten Herzphase darstellen. Herzschlagvariabilität kann jedoch zu einer weniger optimalen Triggerung multipler C-Arm CT Durchläufe führen, was zu einer Erniedrigung der zeitlichen Auflösung führen kann, was wiederum starke Bewegungsartefakte in der 3D Rekonstruktion hervorrufen kann.

Deshalb müssen zusätzlich Bewegungskorrekturen in den aufgenommenen Röntgenaufnahmen und/oder 3D Rekonstruktionen vorgenommen werden. Die folgenden im Jahr 2005 entwickelten Teilprojekte beschäftigen sich mit verschiedenen Ansätzen zur Bewegungskorrektur um die Bildqualität für Koronarangiographie für C-Arm CT Systeme zu verbessern. Zur Erhöhung der zeitlichen Auflösung einer 3D Koronarangiographie wurden verschiedene nicht-starre Registrierungsverfahren entwickelt und getestet.

Sinogramm Interpolation

In diesem Ansatz wird ein Variationsansatz verwendet, um fehlende Sinogrammdaten zu interpolieren. Fehlende Sinogrammdaten können entstehen, wenn für einzelne Projektionswinkel keine Aufnahme existiert, die das Herz in der gewünschten Herzphase zeigt. Die Idee zur Interpolation kommt vom sogenannten Video-Impainting, wo mehrere Schlüsselbilder einer Bildsequenz gegeben sind und dazwischenliegende Bilder interpoliert werden. Mittels Diffusion wird zwischen beobachteten Röntgenbildern die fehlende Sinogramminformation interpoliert. Da hohe Frequenzen entlang einer Detektorzeile mit Objektstrukturen (z.B. Knochen, Blutgefäße) korrespondieren, wird nur entlang einer sichtbaren sinnogrammförmigen Kontourlinie geglättet (diffundiert) um somit Objektstrukturen zu erhalten. Da wichtige Objektinformation im gesamten 2-D bzw. 3-D Sinogramm enthalten ist, wird vorzugsweise der komplette Sinogramminhalt berücksichtigt.

2-D - 2-D nicht-starre Registrierung von Angiogrammen

Mittels nichtstarrer 2-D - 2-D Registrierung wird versucht die projektive Herz- und Sinogrammbewegung zu berechnen um fehlende Sinogrammdaten für einzelne Projektionswinkel zwischen aufgenommenen Projektionsdaten desselben Winkels zu interpolieren. Dazu wird ein dichtes Deformationsfeld zwischen einzelnen Projektionsbildern berechnet.

3-D - 3-D nicht-starre Registrierung

Da die Herzbewegung nicht mittels einer affinen Abbildung beschrieben werden kann, wird die Bewegung zwischen 3-D rekonstruierten Bildern mittels nicht-starrer 3-D - 3-D Registrierung berechnet. Für die Registrierung werden State-of-the-Art Algorithmen verwendet, wobei der Hauptfokus auf der Bildqualität des rekonstruierten Bildes unter Anwendung des berechneten Deformationsfeldes liegt.

Multi-modale 2-D - 3-D nicht-starre Registrierung

Die Idee dieses Ansatzes beruht auf der nicht-starren Registrierung eines initial rekonstruierten 3D Bildes einer definierten Herzphase mit einer Sequenz aus aufgenommenen Röntgenbildern einer anderen Herzphase. Das berechnete Deformationsfeld des Herzens wird bei der Rekonstruktion berücksichtigt. Hierzu wurde speziell ein multi-modaler 2D-3D nicht-starrer Registrierungsalgorithmus entwickelt und bisher an dynamischen Herzphantomdaten evaluiert.

Publikationen

1. Prümmer, Marcus; Han, Jingfeng; Hornegger, Joachim: 2D-3D Non-rigid Registration using Iterative Reconstruction. In: Greiner, Günther; Hornegger, Joachim; Niemann, Heinrich; Stamminger, Marc (Hrsg.): Vision Modeling and Visualization (Workshop Vision Modeling and Visualization in Erlangen 2005 Erlangen 16.-18. November 2005). Erlangen : Akademische Verlagsgesellschaft Aka GmbH, Berlin, 2005, S. 187-194. - ISBN 3-89838-068-8.

2. Prümmer, Marcus; Köstler, Harald; Hornegger, Joachim; Rüde, Ulrich: A full multigrid technique to accelerate an ART scheme for tomographic image reconstruction.
In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.): Frontiers in Simulation (Simulationstechnique 18th Symposium in Erlangen 2005 Erlangen 12.-15. September 2005). Erlangen : SCS Publishing House e.V., 2005, S. 632-637. - ISBN 3-936150-41-9.

2.7 Lautbildungsstörungen bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

Projektleitung:

PD Dr. med Maria Schuster, PD Dr. med. Dr. med. dent. Emeka Nkenke,
Dr.-Ing. Elmar Nöth

Beteiligte: Dipl.-Inf. Andreas Maier, Dipl.-Inf. Tino Haderlein,
Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne

Stichwörter: Phoniatrie und Pädaudiologie; Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie; medizinische Bildverarbeitung; automatische Sprachanalyse

Laufzeit: 1.1.2005 - 1.8.2006

Förderer: Johannes-und-Frieda-Marohn-Stiftung

Kontakt:

Dipl.-Inf. Andreas Maier
Tel.: +49.9131.85.27825,
E-Mail: andreas.maier@informatik.uni-erlangen.de

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten stellen eine der häufigsten Fehlbildungen im Gesichtsbereich dar. Auch nach erfolgreicher operativer Behandlung bleiben morphologische Veränderungen der oberen Atmungs- und Sprechorgane zurück und führen zu Lautbildungsstörungen. Die Diagnostik der Lautbildungsstörungen erfolgt derzeit lediglich subjektiv oder erfasst nur Teilbereiche. Eine neue und für den Patienten nicht belastende Möglichkeit der objektiven und umfassenden Diagnostik der verschiedenen Lautbildungsstörungen stellt der Einsatz eines automatischen Spracherkennungssystems dar, welches sich bereits bei der Diagnostik anderer Störungen der lautsprachlichen Kommunikation bewährt hat. Hiermit sollen Lautbildungsstörungen erkannt, unterschieden und quantifiziert werden. Morphologische Besonderheiten des Nasenresonanzraumes, die bei dieser Patientengruppe Einfluss auf die Nasalität und damit die Sprachverständlichkeit haben, sollen mittels einer dreidimensionalen Rekonstruktion anhand von Endoskopiebildern vollständig und quantitativ erfasst werden. Damit lassen sich kostenintensive und belastende radiologische Untersuchungen zur Verlaufskontrolle oder zur Planung von operativen Eingriffen vermeiden. Diese Analysen von Funktion und Morphologie sollen die Grundlage für einen Ansatz zu Klärung der ursächlichen Zusammenhänge der Lautbildungsstörungen liefern.

2.8 Registrierung von funktionellen (CT, MRT) und morphologischen (PET, SPECT) Datensätzen

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger, PD Dr. med. Wolfgang Römer,
Prof. Dr. med. Torsten Kuwert, Prof. Dr. med. Werner Bautz

Beteiligte: Jingfeng Han, M. Sc.

Stichwörter: Multimodale Registrierung

Laufzeit: 1.11.2004 - 31.12.2006

Die Registrierung von funktionellen (CT, MRT) und morphologischen Daten ist immer noch eine der großen Herausforderungen in der medizinischen Bildverarbeitung. Die Vereinigung der komplementären Daten aus zwei unterschiedlichen Modalitäten liefert wertvolle Informationen für Ärzte in der Tumordiagnose. Die grundlegende Aufgabe dieses Projektes ist die Entwicklung von neuartigen und robusten Registrierungsmethoden und ihre effiziente Implementierung in automatischen Registrierungssystemen. Zusätzlich müssen diese natürlich auch ausreichend in einem klinischen Umfeld evaluiert werden. Im Folgenden wird der Fortschritt dieses Projektes sowie seine Motivationen, die eingesetzten Methoden und die erzielten Resultate kurz zusammengefasst.

Die starre Registrierung

beinhaltet ein Volumen bezüglich eines anderen so zu drehen, und zu verschieben, dass eine möglichst gute Registrierung erzielt wird. Die daraus resultierende globale Transformation verändert dabei nichts an der zugrundeliegenden Anatomie. Die Anwendung der starren Registrierungstechniken zur Registrierung multimodaler Bilddaten hat im klinischen Umfeld eine weite Verbreitung erfahren. Auch in der Registrierung von PET/CT oder SPECT/CT Daten die eine nicht-starre Registrierung erfordert, ist üblicherweise ein starrer Vorregistrierungsschritt notwendig.

In vielen Fällen sind die Bilddaten aus einer Modalität nur Subvolumen/-bilder der Daten der anderen Modalität, und entsprechen folglich nur einem Teil dieser Daten, zum Beispiel einem einzelnen Organ. Bereits existierende gradientenbasierte starre Registrierungsverfahren sind üblicherweise nur in der Lage vollständige Datensätze miteinander zu registrieren. Um sie erfolgreich für Subvolumenregistrierung anwenden zu können ist deshalb eine grobe manuelle Vorregistrierung notwendig. Um diese aufwendige Benutzerinteraktion zu eliminieren wurde ein stochastischer Algorithmus entwickelt der die optimale Transformation selbst bei einer schlechten Initialisierung finden kann. Mit den entsprechenden Ähnlichkeitsmaßen lässt sich dieser Ansatz sowohl auf mono- also auch auf multimodale Daten anwenden.

Weiterhin wurde eine starre Registrierungsmethode basierend auf auffallenden Bildmerkmalen entwickelt und implementiert. Eine solche auffallende Bildregion bietet zwei Arten von Informationen: Sie beschreibt die Einzigartigkeit des zugrundeliegenden Bildinhaltes durch ihre Helligkeitswerte und sie enthält geometrische Informationen über den Mittelpunkt und die Aus-

maße der Region. In diesem Projekt haben wir die Verwendung solcher auffallenden Bildregionen in ein hybrides Registrierungsframework für starre Körper integriert. Die Methode besteht aus drei Schritten: Ein automatische Extraktion von auffälligen Bildmerkmalen, eine robuste Schätzung von Korrespondenzen zwischen diesen Regionen und eine Subpixelverfeinerung die auch einen Schritt zum entfernen von Ausreißern beinhaltet. Zusätzlich wurde auch die Robustheit des Algorithmus in Bezug auf Bildüberlappungen, fehlende Information und Bildartefakte gezeigt.

Die nicht-starre Registrierung

erlaubt die Deformation einer anatomischen Struktur so, dass sie mit einer entsprechenden Struktur in einem weiteren Datensatz übereinstimmt. Dieser Prozess ist dafür gedacht einen Vergleich zwischen Anatomien zu ermöglichen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten, von unterschiedlichen Patienten oder mit unterschiedlichen Modalitäten aufgenommen wurden. Für dieses Teilprojekt sind die entsprechenden nicht-starren, multimodalen Registrierungsmethoden wichtig für die Fusion von funktionellen und morphologischen Bilddaten.

Ein wichtiges Kriterium für die Registrierung von funktionellen und morphologischen Modalitäten ist die korrekte Zuordnung von besonderen Merkmalen, die sich meist durch deutliche Kanten auszeichnen. Die manuelle Annotierung solcher zueinander korrespondierenden Kanten in multimodalen Bilddaten ist jedoch sehr aufwendig und ungenau. Deshalb wurde versucht die Kantendetektion und die nicht-starre Registrierung gleichzeitig durchzuführen. Dazu wurden beide Vorgänge in eine gemeinsame, mathematische Formulierung basierend auf der Ambrosio-Tortorelli Approximation des Mumford-Shah Modells zur Segmentierung eingebettet. Um zu garantieren, dass die errechnete Transformation bijektiv ist wird nicht eine, sondern parallel zwei entgegengesetzte Transformationen berechnet. Dabei sorgt ein Konsistenzfunktional das die Transformationen einschränkt dafür, dass beide die inverse Transformation der jeweils anderen sind. Die Optimierung wird mittels eines Gradientenfluss Algorithmus durchgeführt der für glatte Transformationen sorgt. Eine multilevel Implementierung sichert schließlich eine gute Effizienz des Algorithmus. Vorläufige medizinische Auswertungen auf T1 und T2 MRT Daten lieferten ermutigende Resultate.

Die Multimodale Bildfusion muss bestimmte Bedingungen für die Transformation die sie errechnet aufstellen, um zu vermeiden, dass degenerierte Abbildungen auftreten. Wir haben dieses Problem der Notwendigkeit von Nebenbedingungen durch die Einbringung von medizinischem Wissen behandelt: Anatomische Fixpunkte, wie die Basis der Blase oder die Konturen der Nieren und der Leber können von einem Arzt in beiden Datensätzen identifiziert und markiert werden. Unser Algorithmus zur Bildregistrierung verwendet dann ein intensitätsbasiertes Abstandsmaß und errechnet die entsprechende Abbildung mit einem Variationsansatz in den sich die erwähnten Merkmalskorrespondenzen als Randbedingungen einbringen lassen. Um diesen Ansatz im klinischen Umfeld zu evaluieren wurden CT und PET Daten von 42 Melanompatienten manuell mit einem kommerziellen Programm registriert. Die Resultate dieser manuellen Registrierung wurden dann mit den Ergebnissen unserer Algorithmen verglichen. Die neue Registrierungsmethode erzielte dabei gute Fusionsergebnisse Die erzielte Bildqualität

war bei einer visuellen Beurteilung einem existierenden, kommerziellen Fusionspaket überlegen.

Dank der Installation des SPECT/Spiral CT hybrid Scanners in der nuklearmedizinischen Klinik hat dieses Projekt Zugriff auf eine riesige Menge registrierter SEPCT/CT Volumendatensätze. Diese nahezu registrierten Volumendatensätze werden als Trainingsdaten zur Erstellung einer Abbildung von SPECT auf CT Volumen genutzt. Es wurde eine lernfähige Methode entwickelt die diese Trainingsdaten nutzt um die softwarebasierte Bildregistrierung zu verbessern. Hierzu werden Trainingsdatensätzen benutzt um eine a priori Wahrscheinlichkeit für die Korrespondenzen Intensitätswerten in der nicht-starren Registrierung zu bestimmen. In den von uns durchgeführten Experimenten war unsere lernfähige Methode in der Lage die lokale Fehlregistrierung einiger anatomischer Strukturen in der Registrierung von SPECT/CT Ganzkörperdatensätzen zu beheben.

Publikationen

1. Han, Jingfeng; Hornegger, Joachim; Kuwert, Torsten; Bautz, Werner; Römer, Wolfgang: Feature Constrained Non-rigid Image Registration. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.): Frontiers in Simulation (18th Symposium on Simulationstechnique, Erlangen 2005 Erlangen 12.-15. September 2005). Erlangen : SCS Publishing House e.V., 2005, S. 638-643. - ISBN 3-936150-41-9.
2. Römer, Wolfgang; Hornegger, Joachim; Han, Jingfeng; Bautz, Werner; Kuwert, Torsten: Non-rigid Fusion of Morphological and Functional Images Using Anatomical Fix Points and Contours - A New Approach to Overcome the Current Drawbacks of Retrospective Image Fusion. In: The Radiological Society of North America (Veranst.): RSNA2004 (RSNA2004). Chicago, USA : RSNA, 2005, S. 356.
3. Han, Jingfeng; Qiao, Min; Hornegger, Joachim; Kuwert, Torsten; Bautz, Werner; Römer, Wolfgang: Partial Image Data Registration using Stochastic Optimization. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.): Frontiers in Simulation (18th Symposium on Simulationstechnique, Erlangen 2005 Erlangen 12.-15. September 2005). Erlangen : SCS Publishing House e.V., 2005, S. 644-645. - ISBN 3-936150-41-9.

2.9 Schlaganfallrisikoindexberechnung

Projektleitung:

Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

Beteiligte: Ing. Radim Chrastek, Dipl.-Inf. Rüdiger Bock

Beginn: 1.1.1998

Mitwirkende Institutionen: Augenklinik mit Poliklinik

Kontakt:

Dipl.-Inf. Rüdiger Bock
E-Mail: ruediger.bock@informatik.uni-erlangen.de

Das Ziel dieses Projektes ist die Erkennung eines nahenden Schlaganfalles. Ein Forschungsteam der Universitäten Wisconsin-Madison und North Carolina hat belegt, dass eine Verengung der Arterien des Augenhintergrundnetzes mit einem bevorstehenden Hirninfarkt verbunden ist. Als Maßzahl für arterielle Verengung in der Retina und gleichzeitig als Gefährdungsindex wurde von unseren medizinischen Partnern (Augenklinik Erlangen) vorgeschlagen, die gewichteten durchschnittlichen Durchmesser der Arterien durch die gewichteten durchschnittlichen Durchmesser der Venen zu dividieren. Im Gegensatz zu dem US-Forschungsteam, das den Gefährdungsindex halbautomatisch ermittelt, soll der Gefährdungsindex im Rahmen dieses Projektes automatisch berechnet werden.

Der Algorithmus besteht aus 6 Modulen: Einlesen und Vorverarbeiten des Bildes, Papillen- und Makulasegmentierung (Papille bezeichnet die Stelle, an der der Sehnnerv das Auge verlässt; die Makula bezeichnet die Stelle des schärfsten Sehens), Segmentierung des Gefäßbaumes, Klassifikation der Gefäße in Arterien und Venen, Vermessung der Gefäßdurchmesser und Berechnung des Gefährdungsindex. Nachdem das Netzhautfoto eingelesen wird, werden die Gefäße durch die sog. Isolinie (in Analogie zur Geographie) grob segmentiert. Sie werden dann für die Papillensegmentierung verwendet. Die Papillen- und Makulasegmentierung dient zur Bestimmung der Vermessungszonen und zur Ausblendung der Bereiche, in denen die Gefäße nicht segmentiert werden sollen. Die Papille wird aufgrund der Helligkeitsunterschiede und der Konvergenz des Gefäßbaumes ermittelt. Die Makula wird mit Hilfe des anatomischen Wissens ermittelt. Sie liegt 2 bis 3 Papillenradien temporal (d.h. Richtung Schläfen) von der Papillengrenze. Dann wird der gesamte Gefäßbaum segmentiert. Die Segmentierung basiert auf Isoliniendetektion, Parallelverlauf des Gefäßrandes, Kontrasten und anatomischen Eigenschaften (z.B.: Arterien kreuzen nie andere Arterien; Venen kreuzen nie andere Venen). Für die Klassifikation der Gefäße in Arterien und Venen wird der Kontrast im roten Kanal und die Information aus dem Gefäßbaum genutzt. Falls sich 2 Gefäße kreuzen, ist das dunklere Gefäß fast immer die Vene. Für die Berechnung des Gefährdungsindex werden die 6 größten Arterien und die 6 größten Venen herangezogen. Die Segmentierung des gesamten Gefäßbaumes wird demnächst abgeschlossen werden. Die Entwicklung der anderen Module ist abgeschlossen.

2.10 Segmentierung und Multi-Modale 3D Registrierung mit CT, SPECT und Ultraschall

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Dieter Hahn

Stichwörter: Segmentierung, Registrierung

Laufzeit: 1.1.2005 - 31.12.2005

Mitwirkende Institutionen: Nuklearmedizinische Klinik mit Poliklinik
Professur für Pränataldiagnostik und Perinatalmedizin

Kontakt:

Dipl.-Inf. Dieter Hahn
Tel.: +49.9131.85.27894, Fax: +49.9131.303811,

E-Mail: dieter.hahn@informatik.uni-erlangen.de

Als Aufgabenstellungen im Jahr 2005 haben sich unter anderem die Segmentierung und Registrierung multi-modaler Volumendaten ergeben. Im Rahmen des Segmentierungsprojekts lautet die Zielstellung, Schilddrüsendaten in 3D Ultraschallbildern (US) zu klassifizieren. Wegen der schlechten Bildqualität, bedingt durch verrauschte Bildsignale, ist dieser Ansatz ohne eine adäquate Vorverarbeitung nicht zu bewältigen. Daher konzentrierten sich die anfänglichen Arbeiten darauf, verschiedene rauschunterdrückende Filteroperationen zu finden, um einerseits die Bildqualität zu verbessern und andererseits die vorhandene Information nicht zu verlieren. Beim Ansatz der Segmentierung mit Level Sets kommt es dabei vor allem auf die Kantenerhaltung an. Eine quantitative Analyse geeigneter Filter ließ hierbei einen klaren Vorteil auf Seiten des anisotropen, kantenverstärkenden Diffusionsfilters erkennen. Auf Basis der vorverarbeiteten Daten wird schließlich versucht, eine geeignete Segmentierungsmethode für die möglichst vollautomatische Klassifikation der Schilddrüse zu implementieren. Die hiermit zusätzlich zu den Intensitäten gewonnene Information wird im zweiten Projekt eingesetzt: der multi-modalen Registrierung von CT (Computed Tomography), SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) und US. Die 3D Ultraschallbildgebung ist im Vergleich zu CT oder SPECT ein relativ kostengünstiges Verfahren, das zunehmend in den Kliniken eingesetzt wird. Derzeit liegt ein Hauptanwendungsgebiet in der Pränataldiagnostik, die Technik ist jedoch vielseitig für die Aufnahme morphologisch begrenzter Regionen geeignet. Im Projekt: „Dreidimensionalen Subtraktions-Ultraschallbildgebung und -verarbeitung zur verbesserten Diagnostik von Schilddrüsenkrankheiten und insbesondere von Schilddrüsenkrebs" ist ein entsprechender DFG Antrag formuliert, der einen Bearbeitungszeitraum von drei Jahren vorsieht. Bisher symptomatische Knoten der Schilddrüse kommen in Deutschland bei etwa 23 % der Bevölkerung vor. Nur ein kleiner Teil hiervon ist behandlungsbedürftig, insbesondere ist die Inzidenz von Schilddrüsen-

krebs mit etwa 3: 100.000 im Vergleich zu dieser Zahl außerordentlich gering. Viele dieser sogenannten Inzidentalome werden nach Ausschluss einer klinisch relevanten Autonomie oder einer im Hinblick auf den Nachweis von Malignität ergebnislosen Feinnadelbiopsie longitudinal über mehrere Jahre hinweg mit Ultraschall (US) kontrolliert. Dieser wird in der Regel in zweidimensionaler (2D) Technik durchgeführt und als 2D-Bild dokumentiert. Die Reproduzierbarkeit von Befunden des 2D-US ist bekanntlich eingeschränkt. Dieses gilt insbesondere für das Vermögen dieser Technik, Veränderungen von Volumen und Echotextur von Schilddrüsenknoten longitudinal über mehrere Jahre hinweg zu erfassen. Eine größere Genauigkeit ist von 3D-US zu erwarten, da mit dieser Technik 3D-Datensätze der thyreoidalen Echotextur generiert, analysiert und dokumentiert werden können. Ein Ziel besteht deshalb in der Registrierung zeitlich versetzter 3D-US Aufnahmen mit einer initialen SPECT-CT Aufnahme. Dadurch lassen sich quantitative Rückschlüsse über morphologische Veränderungen ziehen. Es wird in diesem Projekt vor allem Wert auf die Zusammenarbeit des Lehrstuhls für Mustererkennung (Prof. Dr.-Ing. J. Hornegger) mit klinischen Instituten gelegt. Dazu zählen unter anderem die Nuklearmedizinische Klinik mit Poliklinik (Prof. Dr. med. T. Kuwert) und die Abteilung Spezial-Ambulanz für Pränatale Diagnostik m. spez. Ultraschall (Prof. Dr. med. R. Schild) der Frauenklinik (Prof. Dr. med. W. Beckmann) an der Universität Erlangen-Nürnberg.

2.11 SFB 539, A4: Automatisches Glaukom-Screening

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann, Prof. Dr. Georg Michelson,
PD Dr.rer.nat. Berthold Lausen, Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Beteiligte:

Ing. Radim Chrastek, Dr. med. Victor Derhartunian, Dipl.-Inf. Werner Adler,
Dipl.-Inf. Rüdiger Bock

Stichwörter:

Glaukom; optischer Sehnervenkopf; Segmentierung; morphologische Operationen;
Hugh-Transformation; aktive Konturen

Laufzeit: 1.7.2003 - 30.6.2006

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Der Lehrstuhl für Mustererkennung befasst sich im Rahmen des SFB 539 (http://www.sfb539.forschung.uni-erlangen.de) (Teilprojekt A.4, Automatisches Glaukom -Screening (http://www.imbe.med.uni-erlangen.de/~teilpa4/)) mit der Segmentierung des optischen Sehnervenkopfes für eine Glaukomfrüherkennung. Der Sehnervenkopf (der Austritt des Sehnervs aus dem Auge) wird mit dem Heidelberg Retina Tomograph (HRT) aufgenommen. Hierbei handelt es sich um ein Gerät, welches auf dem Prinzip eines konfokalen Mikroskops basiert. Anschließend werden verschiedene Oberflächen- und Volumenparameter (Merkmale) berechnet, die zur Glaukomklassifizierung dienen. Bis jetzt mussten hierfür die Grenzen des optischen

Sehnervenkopfes (sog. Elschnigscher Skleraring) von einem Augenarzt aufwändig manuell markiert werden. Es wurden zwei Verfahren für die Segmentierung des optischen Sehnervenkopfes entwickelt.

Das erste Verfahren verwendet die HRT-Reflektivitätsbilder, d.h. Bilder, die durch Mittelwertbildung aus den Schichtbildern berechnet werden. Dieses Verfahren basiert auf morphologischen Operationen, Hough -Transformation und aktiven Konturen. Da die HRT-Bilder Beleuchtungsunterschiede aufweisen, werden sie durch Korrekturkoeffizienten verbessert. Die Korrekturkoeffizienten werden aus der approximierten Hintergrundbeleuchtung geschätzt. In den nächsten Schritten werden die Lage und der Radius des optischen Sehnervenkopfes geschätzt. Der optische Sehnervenkopf gehört zusammen mit den Gefäßen zu den dunkelsten Stellen im Bild. Sie werden durch einfache Binarisierung extrahiert. Die Regionen des optischen Sehnervenkopfes werden dann anhand der geometrischen Eigenschaften von den Gefäßen getrennt. Außerdem werden relevante anatomische Strukturen des optischen Sehnervenkopfes segmentiert (sog. parapapilläre Atrophie und neuroretinaler Randsaum). Anhand der gewonnenen Informationen werden dann die genauen Grenzen des optischen Sehnervenkopfes mittels der aktiven Konturen ermittelt. Das Verfahren wurde durch Klassifikationsraten von verschiedenen Klassifikatoren anhand der Fallkontrollstudie mit von einem erfahrenen Augenarzt eingezeichneten Grenzen des optischen Sehnervenkopfes validiert. Folgende Ergebnisse hinsichtlich der Glaukomdiagnose (normal/glaukomatös) wurden erzielt: linear discriminant analysis mit **27.7%** der geschätzten Fehlerrate für automatische Segmentierung (*aut*) und **26.8%** der geschätzten Fehlerrate für manuelle Einzeichnung (*man*), classification trees mit **25.2%** (*aut*) und **22.0%** (*man*) und bootstrap aggregation mit **22.2%** (*aut*) und **13.4%** (*man*).

Die oben aufgeführten Fehlerraten zeigen, dass die Ergebnisse des Algorithmus mit denen eines Augenarztes vergleichbar sind, er aber trotzdem noch verbessert werden muss. Diese Verbesserungen wurden durch die Fusion von HRT - Bildern und Farbfotos erzielt. Die beiden Bildmodalitäten beinhalten komplementäre Informationen des optischen Sehnervenkopfes. Die Segmentierung in HRT - Bildern wird durch Information aus den Farbphotos gesteuert. Zum einen werden die segmentierten Gefäße in Farbfotos zur Eliminierung von Fehlern der aktiven Kontur verwendet. Zum anderen wird der Suchraum der aktiven Konturen durch die Kontur des optischen Sehnervenkopfes, die in den Farbphotos segmentiert wurde, beschränkt. Dieses multimodale Verfahren brachte eine qualitative Verbesserung der Erkennungsrate von ursprünglich ca. 74% (für das monomodale Verfahren) auf 89%. Die quantitative Evaluation wird noch durchgeführt werden.

2.12 SFB 603, B2: Optimierungsansatz für die Integration von Kamerabildern bei der Klassifikation

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

Beteiligte:

Dipl.-Ing. Christian Derichs, Dipl.-Inf. Benjamin Deutsch

Stichwörter:

Optimierung; Sensordatenfusion; Objektverfolgung; Objektklassifikation

Laufzeit: 1.1.1998 - 31.12.2006

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

Dipl.-Inf. Benjamin Deutsch
Tel.: +49.9131.85.27891, Fax: +49.9131.303811,
E-Mail: deutsch@informatik.uni-erlangen.de

Das langfristige Ziel des Teilprojektes B2 (http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/B2/tpB2_home_g.html) des Sonderforschungsbereiches 603 (http://sfb-603.uni-erlangen.de/) ist die Entwicklung von optimierungsbasierten Verfahren für die Integration von Kamerabildern bei der Klassifikation, Lokalisation und Verfolgung von Objekten. Die Darstellung des Wissens über das System basiert dabei immer auf einem probabilistischen Ansatz, welcher durch die Fusion aller zur Verfügung stehenden Informationsquellen generiert und ständig erneuert wird. Entscheidend für die Güte von Schätzungen bezüglich Objektklasse, -lage und -position ist dabei das aktive Vorgehen bei der Sensordatenakquisition.

In der Vergangenheit wurde der Großteil der Arbeit in die theoretische Optimierung der Methoden zur aktiven Ansichtenauswahl sowie zur aktiven Objektverfolgung investiert. Obwohl identische informationstheoretische Ansätze verwendet werden, wurden beide Bereiche des Teilprojektes B2 hauptsächlich unabhängig voneinander optimiert. Mit der zunehmenden Integration von Objektverfolgung und -klassifikation in ein gemeinsames System ist nun auch der wechselseitige Informationsaustausch und damit die gegenseitige Unsicherheitsreduktion der beiden Teilbereiche ermöglicht worden.

Hinsichtlich der praktischen Anwendung in einem gemeinsamen Demosystem musste vor allem auf dem Gebiet der Ansichtenplanung die vereinfachende Einschränkung von eindimensionalen Sensorbewegungen um das Objekt aufgehoben werden. Im vergangenen Jahr wurde dazu die Möglichkeit geschaffen, Sensoren nicht mehr nur auf einer Kreisbahn, sondern auf einer Halbkugel auf das Objekt auszurichten. Auf diese Weise kann jede in der Objektverfolgung mögliche Ansicht so verarbeitet werden, dass sie von der Ansichtenplanung genutzt werden kann. Die Herausforderung bestand dabei darin, geplante aber unmögliche Kamerabewegungen unter die Halbkugelebene möglichst geschickt aufzufangen. Die Belegung solcher Aktionen mit harten

Straftermen während des Reinforcement Learnings erwies sich dabei als suboptimal, da so eine ungerechtfertigte Bevorzugung bestimmter Ansichtenpositionen erzielt wurde. Das Problem konnte allerdings durch die systematische, eindeutige Zuordnung von ausführbaren Aktionen zu jeder unmöglichen Aktion behoben werden. Durch eine darauf adaptierte Modifizierung der Wissensrepräsentation kann das System nun gänzlich ohne illegale Aktionen beschrieben werden.

Ein weiterer Arbeitspunkt ergab sich aus der Forderung, die Ansichtenplanung nicht nur einzusetzen, um auf einem vorgegebenen Objektmodell mit wenigen Ansichten eine hohe Klassifikationsrate zu erzielen, sondern gleichzeitig dieses Modell optimal zu verbessern. Bezüglich dieses Anspruchs, aktives Lernen zu ermöglichen, wurde zuletzt ein Verfahren implementiert, welches Merkmale mittels linearer Regression an Positionen schätzt, zu denen keine Sensoraufnahme existiert. Die lokale Beschränkung hinsichtlich der Stützstellen für diese Approximation geschieht durch deren gaussförmig abfallende Gewichtung mit zunehmendem Abstand vom Evaluationspunkt. Auf diese Weise kann angegeben werden, an welchen Positionen eine erhöhte Klassenunsicherheit bzw. ein maximales Potential zur Unsicherheitsreduktion vorliegt. Durch primäres Anfahren solcher Ansichten konnte gezeigt werden, dass sich die Güte des zugrundeliegenden Modells vergleichsweise schnell erhöhen lässt.

In der Objektverfolgung wurden die Arbeiten bei der Mehrschritt-Aktionsplanung weiter fortgeführt. Durch die in realen Umgebungen entstehenden, variablen Kosten einer Kameraaktion ist es nicht mehr ausreichend, nur den Informationsgewinn einer einzigen zukünftigen Aktion zu betrachten. Stattdessen muss eine Folge von Aktionen betrachtet werden. Ausgehend von der bereits erfolgten Erweiterung des bisherigen, auf dem *Kalman Filter* basierenden Ansatz zur Bewertung einer Folge von Aktionen, konnte die Recheneffizienz im vergangenen Jahr deutlich erhöht werden.

Bislang wurde bei einer Folge von t Aktionen ein Sichtbarkeitsbaum aufgespannt, in dem sämtliche 2^t möglichen Folgen der Sichtbarkeit des Objektes in den Kameras evaluiert wurden. Durch die Fusion der beiden auftretenden Zwischenergebnisse (mit und ohne Objektverlust in der Kamera) zu einer einzigen Normalverteilung kollabiert dieser Sichtbarkeitsbaum zu einer Sichtbarkeitsliste mit t Knoten. Dadurch wird die Rechenzeit linear in der Anzahl der Kameras und die Berechnung kann in Echtzeit durchgeführt werden. Durch diese Linearisierung kann in Verbindung mit dem im vergangenen Jahr untersuchten *Sequentiellen Kalman Filter* die optimale Aktionsfolge für alle beteiligten Kameras gemeinsam bestimmt werden, was bislang nicht möglich war.

Weitere Arbeiten wurden im Bereich der optimalen Auswahl von Merkmalen in der Objektverfolgung durchgeführt. Dadurch wurde die bisher verwendete, auf Intensitätsgradienten basierende Objektverfolgung mit nur 10 Bildpunkten stabil möglich. Tiefergehende quantitative Evaluierungen, sowie eine Beschleunigung der Suche nach optimal auszuwählenden Merkmalen, sind jedoch noch in Arbeit.

Die projektübergreifende Anwendbarkeit der im Teilprojekt B2 entwickelten Methoden wurde in vergangenen Jahr durch die Kooperation mit A1 (http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/A1/tpA1_home_g.html) deutlich. Hier konnte das Reinforcement Learning

durch eine Anpassung der Belohnungsfunktion auch für die Aufgabe der Objektrekonstruktion eingesetzt werden. Wiederum wurde die Anzahl der benötigten Ansichten, um eine zuverlässige Rekonstruktion zu generieren, deutlich reduziert. Sowohl ein zufälliges Vorgehen in der Ansichtenauswahl als auch die manuelle Kameraführung konnten diesbezüglich nicht an die erzielten Werte heranreichen.

Publikationen

1. Derichs, Christian; Deinzer, Frank; Niemann, Heinrich: Cost Integration in Multi-step Viewpoint Selection for Object Recognition. In: Perner, Petra; Imiya, Atsushi (Hrsg.): Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition (4th International Conference, MLDM 2005 Leipzig 9-11.7.2005). Heidelberg : Springer, 2005, S. 415-425. - ISBN 3-540-26923-1.
2. Deutsch, Benjamin; Niemann, Heinrich; Denzler, Joachim: Multi-Step Active Object Tracking with Entropy Based Optimal Actions Using the Sequential Kalman Filter. In: IEEE (Veranst.): International Conference on Image Processing - ICIP'05 (IEEE International Conference on Image Processing, 2005 Genua, Italien 11.09.-14.09.2005). Bd. 3. 2005, S. 105-108. - ISBN 0-7803-9135-7.
3. Deutsch, Benjamin; Deinzer, Frank; Zobel, Matthias; Denzler, Joachim: Active Sensing Strategies for Robotic Platforms, with an Application in Vision-Based Gripping. In: Araújo, H.; Vieira, A.; Braz, J.; Encarnação, B.; Carvalho, M. (Hrsg.): INSTICC (Veranst.): Proceedings of the 1st International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (1st International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics Setúbal). Bd. 2. Setúbal, : INSTICC Press, 2004, S. 169-176.

2.13 SFB 603, B6: Rechnergestützte Endoskopie des Bauchraums

Projektleitung:

Prof. Dr. med. Werner Hohenberger, Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger,
Prof. Dr. Günther Greiner, OA PD Dr. med. Thomas Horbach,
Dr. med. Sophie Krüger

Beteiligte: Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne, Dipl.-Inf. Marco Winter

Stichwörter: Endoskopie; Minimal-invasive Operation; 3-D-Visualisierung; Lichtfeld; Registrierung; Bildverbesserung

Laufzeit: 1.1.2000 - 31.12.2006

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Mitwirkende Institutionen:

Chirurgische Universitätsklinik Erlangen
Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung Erlangen

Kontakt:

Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne
Tel.: +49.9131.85.25246, Fax: +49.9131.303811,
E-Mail: penne@informatik.uni-erlangen.de

Im Teilprojekt B6 "Computerunterstützte Endoskopie des Bauchraumes" des Sonderforschungsbereiches 603 besteht das Ziel darin, Augmented Reality während minimal-invasiv durchgeführter Eingriffe in der Bauchhöhle bereitzustellen. Nach der Integration eines optischen Trackingsystems zur Lagebestimmung des Endoskopes in das Gesamtsystem, wurden von Seiten der Mustererkennung zwei maßgebliche Ziele verfolgt: die Evaluation des Systems unter realistischen OP-Bedingungen und die Untersuchung verschiedener Ansätze zur Berechnung bzw. Akquirierung von Tiefeninformation.

Lichtfelder wurden sowohl im Labor als auch im OP rekonstruiert. Im Labor wurden Lichtfelder eines Silikonmodells der Leber und Gallenblase erstellt; Im OP wurden Lichtfelder während einer minimal-invasiv durchgeführten Gallenblasenentfernung rekonstruiert. Insgesamt wurden im Rahmen des Teilprojekts 50 Lichtfelder generiert. Grundlegende Idee zur Lichtfeldevaluation war der Vergleich von Bildpaaren. Erfahrenen Operateuren wurden Bildpaare gezeigt: Ein mit einem Endoskop aufgenommenes Bild und ein künstlich generiertes Bild, das aus dem zugehörigen Lichtfeld mit derselben Kameraposition berechnet wurde. Für die Berechnung des Lichtfeld-Bildes durften die drei am besten dafür geeigneten Bilder nicht verwendet werden, so dass das Bild aus Bildern benachbarter Kamerapositionen interpoliert werden musste. Die Qualität des Lichtfeld-Bildes hing somit stark von den berechneten Kameraparametern und der Tiefeninformation ab. Die Operateure konnten zur Evaluation Noten von 1 (kein Unterschied zwischen den Bildern sichtbar) bis 4 (große Unterschiede sichtbar; Lichtfeld-Bild nicht geeignet um damit arbeiten zu können) vergeben. Als Durchschnittsnote für die Lichtfeld-Bilder ergab

sich dabei der Wert 2,9. Das heißt, ein Unterschied ist bemerkbar, allerdings kann mit den Lichtfeld-Bildern gearbeitet werden. Der Durchschnittswert für die Labor-Lichtfelder betrug 2,5; der Durchschnittswert der OP-Lichtfelder war 3,3. Beim Vergleich zweier bewegter Ansichten (eine endoskopisch aufgenommene Bildfolge und eine generierte Videosequenz, die aus einem Lichtfeld berechnet wurde) verbesserte sich die Durchschnittsnote der Lichtfelder auf 1,9. Das zeigte die Ebenbürtigkeit der Lichtfeldvisualisierung gegenüber den realen Bildströmen aus dem Endoskop.

Ein weiterer wichtiger Punkt war, verschiedene Möglichkeiten zur Tiefendatenakquisition zu untersuchen. Die Benutzung eines Stereo-Endoskopes zur Berechnung von Tiefeninformationen aus korrespondierenden Bildpaaren lieferte nur schlechte Ergebnisse. Obwohl die Anzahl der gefundenen Punkt-Korrespondenzen in entsprechenden Bild-Paaren ausreichend groß war, konnte auf Grund der kleinen Stereo-Basis des Endoskopes keine hinreichend exakte Tiefeninformation berechnet werden. Es wurde gezeigt, dass bei einer Stereo-Basis von etwa 5 cm die Tiefenwerte entsprechend genau berechnet werden können; allerdings ist diese Basis ungeeignet für den Einsatz bei minimal-invasiven Eingriffen.

Aus den in einer anatomischen Datenbank gespeicherten segmentierten CT-Daten wurden 3-D-Modelle in Form von Oberflächennetzen erzeugt. Diese wurden anschließend in ihrer Komplexität reduziert und geglättet. Für die Visualisierung wurden Rendermodule realisiert, welche sowohl die Dreiecksnetze der 3-D-Modelle als auch deren zugrundeliegende CT-Datensätze mittels Volumenvisualisierung darstellen können. Darauf aufbauend wurde die angestrebte erweiterte 3-D-Lichtfeld-Visualisierung implementiert. Diese erlaubt die fusionierte Darstellung des aufgenommenen Lichtfelds des Operationsgebiets zusammen mit präoperativ gewonnenen CT-Daten bzw. 3-D-Modellen. Auf diese Weise wurde ein wichtiger Schritt in Richtung Augmented Reality vollzogen. Desweiteren wurden Untersuchungen bezüglich der sinnvollen Aufbereitung dieser fusionierten Darstellung durchgeführt. Ergebnis dieser Forschung war zum Einen eine komplexe Überblendtechnik, die es u.a. erlaubt, vom Lichtfeld verdeckte Bereiche der CT-Daten semi-transparent darzustellen. Andererseits wurde eine sog. Abstandsvisualisierung realisiert, welche die räumlichen Abstände zwischen Lichtfeld und CT-Daten mittels einer Farbkodierung visuell darstellt. Frei definierbare Farbtabellen erlauben dabei eine Anpassung der Visualisierung an konkrete Anwendungsszenarien.

Publikationen

1. Vogt, Florian; Krüger, Sophie; Winter, Marco; Niemann, Heinrich; Hohenberger, Werner; Greiner, Günther; Schick, Christoph: Erweiterte Realität und 3-D Visualisierung für minimal-invasive Operationen durch Einsatz eines optischen Trackingsystems.
   In: Meinzer, H.-P.; Handels, H.; Horsch, A.; Tolxdorff, T. (Hrsg.): Proceedings Bildverarbeitung für die Medizin (Bildverarbeitung für die Medizin Heidelberg 13.-15.3.2005). Berlin : Springer, 2005, S. 217-221. - ISBN 3-540-25052-2.
2. Winter, Marco; Greiner, Günther; Vogt, Florian; Niemann, Heinrich; Krüger, Sophie: Visualizing distances between light field and geometry using projective texture mapping. In: Greiner, Günther; Hornegger, Joachim; Niemann, Heinrich; Stamminger, Marc (Hrsg.): Proceedings of the Workshop Vision, Modeling, and Visualization (Workshop Vision, Modeling, and Visualization Erlangen 16.-18.11.2005). St. Augustin : Infix, 2005, S. 257-264. - ISBN 3-540-25052-2.

2.14 SFB 603, C2: Analyse, Codierung und Verarbeitung von Lichtfeldern zur Gewinnung realistischer Modelldaten

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann, Prof. Dr. Günther Greiner

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Ingo Scholz, Dipl.-Inf. Christian Vogelgsang

Stichwörter:

SFB 603, bildbasierte Modellierung; und Verarbeitung von Lichtf...,

Laufzeit: 1.1.1998 - 31.12.2006

Förderer: DFG

Mitwirkende Institutionen: Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung Erlangen

Kontakt:

Dipl.-Inf. Ingo Scholz
Tel.: +49.9131.85.27275, Fax: +49.9131.303811,
E-Mail: scholz@informatik.uni-erlangen.de

Das Teilprojekt C2 (http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/C2/tpC2_home_g.html) des Sonderforschungsbereichs 603 (http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/sfb603_g.html) bearbeitet zusammen mit dem Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung (http://www9.informatik.uni-erlangen.de/) (LGDV) das Thema der "Analyse, Modellierung und Verarbeitung von Lichtfeldern zur Gewinnung realistischer Modelldaten". Die in diesem Teilprojekt zentrale Datenstruktur des Lichtfelds erlaubt es, durch sog. bildbasierte Modellierung beliebige Ansichten einer realen Szene zu generieren, deren Aussehen durch eine Sammlung an Bilddaten bekannt ist. Die benötigten Informationen über Parameter und Positionen der verwendeten Kamera werden über Verfahren der "Struktur aus Bewegung" (Structure from Motion) direkt aus den Bilddaten ermittelt, bei denen es sich im Allgemeinen um einen Bildstrom einer handgeführten Kamera handelt. Weitere Daten können beispielsweise Bilder einer auf einem Roboterarm montierten Kamera sein. Das Teilprojekt C2 wird bereits seit 1998 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (http://www.dfg.de/) (DFG) gefördert.

Die bei Lichtfeldern übliche Betrachtung von ausschließlich statischen Szenen wurde in den letzten Jahren immer mehr auch auf bewegte Szenen erweitert. Die bereits in 2003 begonnenen Arbeiten zur Rekonstruktion von Lichtfeldern aus Szenen, die bewegte, aber in sich starre Objekte enthalten, wurden auch 2005 fortgesetzt. Nach der Trennung von Merkmalen in "Hintergrund" und "bewegtes Objekt" können nun die beiden unabhängig voneinander berechneten 3-D-Rekonstruktionen mit ausreichender Genauigkeit registriert werden. Daraus lässt sich nun die Eigenbewegung des Objekts berechnen. Ähnliche Objektpositionen werden mittels einer Vektorquantisierung jeweils einem Zeitschritt zugeordnet. Die Visualisierung der so entstehen-

den *dynamischen Lichtfelder* erfolgt durch sog. *Vertrauenskarten* (Confidence Maps), die das Ausblenden des bewegten Objekts zu nicht sichtbaren Zeitschritten erlauben.

Ein neu entwickeltes Verfahren zur Evaluation der Lichtfeldqualität über die Berechnung des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) ermöglicht einen objektiven Vergleich verschiedener Verfahren zur Lichtfeldrekonstruktion. Es wurde bereits für Untersuchungen zur Berechnung intrinsischer Kameraparameter und für den Vergleich verschiedener Verfahren zur Berechnung von Tiefeninformation eingesetzt. Dabei wurden auch die erstmals zur Lichtfeldvisualisierung eingesetzten *lokalen Proxies*, also nur für jede Ansicht lokal gültige Dreiecksnetze, mit herkömmlichen Tiefenkarten verglichen. Des Weiteren wurde das SNR dazu genutzt, die Tiefenkarten eines vorhandenen Lichtfeldes über die Rückkopplung aus der Lichtfeldsynthese zu optimieren.

Die Anwendbarkeit der entwickelten Verfahren wurde außerdem in mehreren Kooperationen mit anderen Projekten gezeigt. In Zusammenarbeit mit dem Graduiertenkolleg "Dreidimensionale Bildanalyse und -synthese" (http://www9.informatik.uni-erlangen.de/Research/gk244/index.html) wurden 3-D-Rekonstruktionsalgorithmen zum schnellen Training für die Objekterkennung eingesetzt. Im Teilprojekt A7 (http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/A7/tpA7_home_g.html) des Sonderforschungsbereichs 603 wurden diese Algorithmen für die 3-D-Rekonstruktion von mittels flexibler Endoskope aufgenommenen Bildfolgen eingesetzt.

Publikationen

1. Scholz, Ingo; Vogelgsang, Christian; Denzler, Joachim; Niemann, Heinrich: Dynamic Light Field Reconstruction and Rendering for Multiple Moving Objects. In: Katsushi Ikeuchi (Hrsg.): Proceedings of the Ninth IAPR Conference on Machine Vision Applications (IAPR Conference on Machine Vision Applications Tsukuba Science City, Japan 16-18.5.2005). Tokyo, Japan : IAPR MVA Conference Committee, 2005, S. 184-188. - ISBN 4-901122-04-5.
2. Niemann, Heinrich; Scholz, Ingo: Evaluating the Quality of Light Fields Computed from Hand-held Camera Images. In: Pattern Recognition Letters 26 (2005), Nr. 3, S. 239-249.
3. Scholz, Ingo; Denzler, Joachim; Niemann, Heinrich: Calibration of Real Scenes for the Reconstruction of Dynamic Light Fields. In: IEICE Transactions on Information & Systems E87-D (2004), Nr. 1, S. 42-49.

2.15 SmartWeb

Projektleitung:

Dr.-Ing. Elmar Nöth

Beteiligte:

Dr. phil. Anton Batliner, Dipl.-Inf. Christian Hacker, Dipl.-Inf. Florian Hönig, Dipl.-Inf. Axel Horndasch

Stichwörter:

Spracherkennung; OOV-Verarbeitung; Biosignale; Benutzerzustandsklassifikation; multimodale Informationsquellen

Laufzeit: 1.4.2004 - 31.3.2007

Förderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Kontakt:

Dr.-Ing. Elmar Nöth
Tel.: +49.9131.85.27888, Fax: +49.9131.303811,
E-Mail: noeth@informatik.uni-erlangen.de

Leitinnovation SmartWeb

Das Ziel des BMBF-geförderten Projekts *SmartWeb* (http://www.smartweb-projekt.de) ist der intelligente, multimodale, mobile Zugriff auf das Semantische Web. An der Umsetzung dieser Vision arbeiten seit Mitte 2004 vierzehn Konsortialpartner unter der Führung des Deutschen Forschungsinstituts für künstliche Intelligenz (DFKI). Neben einer Reihe von Universitäten und Forschungseinrichtungen sind auch kleinere und mittlere Unternehmen sowie die Großindustrie beteiligt. Die Planungen sehen eine Laufzeit von ca. drei Jahren bis 2007 vor.

Ein großes Teilprojekt in SmartWeb bildet das *Semantische Web*. Dieses *Internet der nächsten Generation* basiert auf der inhaltlichen Beschreibung digitaler Dokumente mit standardisierten Vokabularien, die eine maschinell verarbeitbare Semantik haben. In SmartWeb wird vor allem angestrebt, die maschinenlesbaren Inhalte des World Wide Web auch maschinell verarbeitbar zu machen. Die Arbeitspakete, die am *Lehrstuhl für Mustererkennung (Informatik 5)* bearbeitet werden, sind Teil des zweiten Teilprojekts, das sich mit dem multimodalen, mobilen Zugang zu den Inhalten des Semantischen Webs beschäftigt. Das Architekturmodell von SmartWeb sieht dabei ein Client-Server-Szenario vor, bei dem die Benutzereingaben von einem Endgerät (PDA, Smartphone o.Ä.) zu einem Server geschickt werden, auf dem die Dialogverarbeitung stattfindet. Einen Teil des Dialog-Servers bildet ein multimodaler Erkenner (MME), der neben einem Spracherkenner weitere Software-Module zur Verarbeitung der verschiedenen Eingabemodalitäten (u.a. Sprach-, Videosignale) umfasst. Drei der Module werden am *Lehrstuhl für Mustererkennung (LME)* entwickelt: die Detektion und Verarbeitung von Out-Of-Vocabulary-Wörtern (OOV-Wörtern, also Wörter, die nicht im Erkennungsvokabular sind) bei der Spracherkennung

(in enger Zusammenarbeit mit der Firma Sympalog), die Klassifikation des Benutzerzustands auf der Basis von Sprach-, Video- und Biosignalen und die Klassifikation des Benutzerfokus mit Hilfe multimodaler Informationsquellen.

Nach der Integration einer ersten Version des OOV-Moduls in das SmartWeb-System im Jahre 2005 werden zur CeBIT 2006 auch die Einzelkomponenten zur Bestimmung des Benutzerfokus (Klassifikation von On-View/Off-View, On-Talk/Off-Talk) eingebunden. Die Ergebnisse der Arbeiten zur Benutzerzustandsklassifikation werden im Rahmen der Messe als separates Demonstrationssystem vorgestellt. Gemeinsam mit den Partnern aus der Industrie werden mögliche Szenarien, vor allem zum Einsatz der Verarbeitung von Biosignalen im Auto und beim Motorradfahren, evaluiert.

Erkennung und Verarbeitung von Out-Of-Vocabulary Wörtern

Die in Absprache mit dem Projektpartner Sympalog erarbeitete Architektur des OOV-Moduls wurde im Rahmen der Integrationsarbeiten für den ersten SmartWeb-Demonstrator im Juni 2005 umgesetzt: Neben einem Worterkenner, dessen Sprachmodell auch Klassen für unbekannte Wörter enthält, wurde ein Monophonerkenner zur Generierung von Lauthypothesen für OOV-Bereiche herangezogen. Komplettiert wurde die erste Version des OOV-Moduls für das deutsche SmartWeb-System im September durch eine Komponente zur automatischen Umsetzung der Lauthypothesen in Buchstabenfolgen (Sound-to-letter-Problem).

Die Komponente zur Umsetzung der Lauthypothesen basiert auf einem neu entwickelten Ansatz zur Konvertierung von Symbolketten verschiedener Alphabete. Der Ansatz sieht eine vollautomatische Zuordnung einer Menge korrespondierender Zeichenketten (z.B. orthographisch und lautschriftlich vorliegende Lexikoneinträge) zu einem Trainingskorpus vor. Auf Basis der erlernten statistischen Parameter erzeugt ein Programm für eine (unbekannte) Symbolfolge eine Reihe von Hypothesen im gewünschten Zielalphabet. Das Gesamtsystem mit dem Namen MASSIVE (Mapping Arbitrary Symbol Sets Is Very Easy) kann neben der in SmartWeb benötigten Umwandlung von Lauthypothesen zum Beispiel auch zur Phonetisierung eingesetzt werden (Letter-to-sound-Problem). Bei Training und Tests mit dem deutschen Celex-Lexikon des Max-Planck-Instituts für Psycholinguistik in Nijmegen wurden sowohl beim Sound-to-letter- als auch beim Letter-to-sound-Problem über 94% der Wörter korrekt konvertiert.

2.15.1 Benutzerzustandsklassifikation

Für eine effiziente Interaktion zwischen SmartWeb und dem Benutzer kann es für das System von Vorteil sein, Informationen über den psychischen Zustand des Benutzers zu besitzen (etwa gestresst vs. entspannt oder ärgerlich vs. zufrieden). Besonders augenfällig wird dies im Auto- und Motorradszenario, wo das System idealerweise in der Lage sein sollte, in kritischen Situationen die Interaktion mit dem Fahrer durch eine Einschränkung des Informationsflusses anzupassen.

Sprache, Mimik und Gestik des Benutzers lassen häufig Rückschlüsse auf dessen Zustand zu, unterliegen jedoch meist einer mehr oder weniger starken Maskierung. Einen relativ direkten und unverfälschten Zugang zum Benutzerzustand können physiologische Parameter wie Haut-

leitwert, Puls usw. bieten. Für entsprechende Messungen existieren mobile Systeme, und es besteht die Hoffnung, dass sich wenigstens einige der Sensoren in Zukunft in die Kleidung, das Lenkrad oder ein mobiles Endgerät integrieren lassen. Mit dem Ziel, einen automatischen Klassifikator von Stress anhand physiologischer Signale zu erstellen, wurden im Jahr 2005 eine geeignete Stichprobe gesammelt und Untersuchungen zur Merkmalsauswahl und Klassifikation durchgeführt. Auf der CeBIT 2006 wird dieser Klassifikator in einem Live-System demonstriert.

Multimodale Erkennung des Benutzerfokus

Im SmartWeb-Projekt kann der Benutzer gesprochene Anfragen an das System stellen. Mit einem mobilen Endgerät (z.B. dem T-Mobile MDA Pro) ist er dabei ortsungebunden: die Anfrage ("Wo ist das nächste italienische Restaurant?") wird an einen Server geschickt und dort analysiert. Dabei soll das System automatisch erkennen, ob es überhaupt angesprochen war. Vielleicht galten die gesprochenen Worte ja einer menschlichen Begleitung, vielleicht war es ein Selbstgespräch? Mit dem Mikrofon und der Kamera am MDA-Pro kann man alle notwendigen Informationen erhalten und der Benutzer muss keine lästige Push-To-Talk-Taste drücken. Wird ein Gesicht im Kamerabild detektiert, klassifiziert das System den Fokus der Aufmerksamkeit anhand der Blickrichtung: On-View, wenn der Benutzer direkt auf das Display schaut, oder Off-View, wenn der Benutzer nicht auf das Gerät, sondern beispielsweise zu einem Gesprächspartner blickt. Analog wird für ein Sprachsignal bewertet, ob der Benutzer direkt mit dem System spricht (On-Talk) oder mit sich selbst bzw. einem Dritten (Off-Talk).

Im Berichtszeitraum wurde ein Demonstrator implementiert, der auf der CeBIT 2006 vorgestellt wird. Für die Off-View-Detektion wurde der Viola-Jones-Algorithmus zur Gesichtsdetektion untersucht. Die Off-Talk-Erkennung basiert auf einer wortweisen Klassifikation mit 99 prosodischen Merkmalen. On-Talk und gelesener Off-Talk lassen sich besonders gut durch Dauermerkmale unterscheiden; On-Talk und der restliche Off-Talk, wie etwa Selbstgespräch oder Beiseitesprechen, durch Energiemerkmale. Die verschiedenen Off-Talk-Sprechregister unterscheiden sich auch durch Pausenmerkmale. Insgesamt ergibt sich für die On-Talk/Off-Talk-Klassifikation eine klassenweise gemittelte Erkennungsrate von 72%.

2.16 Techniken der Hardware-Beschleunigung für die 3D Bildrekonstruktion aus Projektionen in Kegelstrahlgeometrie

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger, Dr.-Ing. Markus Kowarschik

Beteiligte: Dipl.-Inf. Holger Scherl

Stichwörter: Computertomographie; 3D-Rekonstruktion; Hardwarenahe Programmierung; Parallele Algorithmen; Performanzanalyse

Laufzeit: 1.11.2004 - 31.10.2007

Förderer: Siemens Medical Solutions (Components Division)

Kontakt:

Dipl.-Inf. Holger Scherl
Tel.: +49.9131.85.28977, Fax: +49.9131.85.28990,
E-Mail: scherl@informatik.uni-erlangen.de

Im Rahmen einer Kooperation des Lehrstuhls für Mustererkennung und Siemens Medical Solutions (Geschäftsgebiet Components) werden seit November 2004 neuartige bildgebende Verfahren in der Computertomographie (CT) und deren Realisierung mittels unterschiedlichen Hardwarearchitekturen untersucht. Im besonderen Interesse stehen Algorithmen für die 3D-Rekonstruktion in der Spiral-CT und in C-Bogen-CT-Systemen inklusive notwendiger Vor- und Nachverarbeitungsschritte.

Ein Schwerpunkt innerhalb des Projekts ist die Erforschung von Rekonstruktionsverfahren, die in zukünftigen Generationen von CT-Systemen eingesetzt werden können und eine deutliche Verbesserung der Bildqualität mit sich bringen. Es wurden neben iterativen Verfahren insbesondere exakte gefilterte Rückprojektionsalgorithmen untersucht.

Neben der Erforschung von Rekonstruktionsalgorithmen ist die Realisierung solcher Verfahren auf unterschiedlichen Hardwarearchitekturen ein weiterer Forschungsschwerpunkt des Projekts. Die Rekonstruktionsverfahren in der CT erfordern einerseits aufgrund der zu verarbeiteten Menge von Projektionsdaten und andererseits aufgrund der Größe und Anzahl der zu berechnenden Schnittbilder eine extrem hohe Rechenleistung des eingesetzten Rekonstruktionssystems. Die vorherrschenden Anforderungen an die Rechenzeit in Produktivsystemen erfordern nach dem heutigen Stand der Technik weiterhin den Einsatz skalierbarer Hardwarekomponenten. Im Fokus dieses Projekts steht die parallele Umsetzung von verschiedenen Rekonstruktionsalgorithmen auf Multiprozessorsystemen, Grafikbeschleunigerkarten, Spezialprozessoren (wie beispielsweise die Cell Broadband Engine Architecture), sowie rekonfigurierbarer Beschleunigerhardware, die auf Field Programmable Gate Array (FPGA) Technologie basiert.

2.17 Untersuchung und Bewertung der Ersatzstimme Laryngektomierter (SVcheck)

Projektleitung:

Prof. Dr. med. Frank Rosanowski

Beteiligte: Prof. Dr.med., Dr.rer.nat. Ulrich Eysholdt, Dr.-Ing. Elmar Nöth, Dipl.-Inf. Tino Haderlein

Stichwörter: Laryngektomie; Ersatzstimme; automatische Sprachverarbeitung

Laufzeit: 1.4.2005 - 31.3.2007

Förderer: Deutsche Krebshilfe

Kontakt:

Dr.-Ing. Elmar Nöth
Tel.: +49.9131.85.27888, Fax: +49.9131.303811,
E-Mail: noeth@informatik.uni-erlangen.de

Die Anbahnung einer tracheoösophagealen Ersatzstimme (TE-Stimme) ist eine Möglichkeit, Patienten nach einer totalen Laryngektomie, d.h. Kehlkopfentfernung, die Fähigkeit zu sprechen zurück zu geben.

Ein Ventil zwischen Luft- und Speiseröhre erlaubt es, den Luftstrom aus der Lunge umzuleiten und Gewebeschwingungen in der Speiseröhre zur Ersatzstimmgebung zu nutzen. Die Betroffenen durchlaufen eine Therapie, in der wiederholt evaluiert werden muss, ob und wie sich ihre Ersatzstimme hinsichtlich Kriterien wie Lautstärke, Verständlichkeit oder Prosodiefähigkeit entwickelt hat. Da die Beurteilung subjektiv erfolgt und das Verfahren für Arzt und Patienten aufwändig ist, erscheint eine Automatisierung und Objektivierung in diesem Bereich sinnvoll.

In unserer Arbeit untersuchen wir, wie gut tracheoösophageale Sprache von einem automatischen Spracherkennungssystem erkannt wird und ob die Ermittlung der Qualität einer Ersatzstimme zumindest teilweise automatisiert erfolgen kann. Dazu müssen die Bewertungen der Maschine und einer Vergleichsgruppe von Experten korrelieren. Die Selbstbewertung der Patienten (SF-36, V-RQOL, VHI, Trierer Skalen) wird ebenfalls Eingang in die Berechnung eines kompakten Globalmaßes finden, welches automatisch erstellt wird und eine Aussage über die Qualität der Ersatzstimme trifft.

Die im Projekt erhobenen und analysierten Daten umfassen kontinuierliche Sprache, die sowohl mit einem Nahbesprechungsmikrofon als auch über das Telefon aufgenommen werden.

Bisher konnten wir zeigen, dass die von menschlichen Experten vergebene Verständlichkeitsnote für die TE-Aufnahmen sehr gut mit der von einem Spracherkennungssystem errechneten Wortakkuratheit korreliert (r=-0,84). Ähnlich gute Korrelationen ergaben sich zwischen automatisch berechneten prosodischen Merkmalen und dem Kriterium "Übereinstimmung von Atem- und Sinneinheiten".

Publikationen

1. Schuster, Maria; Nöth, Elmar; Haderlein, Tino; Steidl, Stefan; Batliner, Anton; Rosanowski, Frank: Can you Understand him? Let's Look at his Word Accuracy - Automatic Evaluation of Tracheoesophageal Speech. In: IEEE (Veranst.): Proceedings of ICASSP 2005 - International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2005 - International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Philadelphia (USA) 18.-23.3.2005). 2005, S. 61-64. - ISBN 0-7803-8874-7.

2.18 Visual Active Memory Processes and Interactive Retrieval (VAMPIRE)

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann, Prof. Dr.-Ing. Joachim Denzler

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Timo Zinßer, Dipl.-Inf. Christoph Gräßl, Dipl.-Inf. Jochen Schmidt

Stichwörter:

Aktive Speicherprozesse; Kognitives Sehen; Rechnersehen; Erweiterte Realität; Objektverfogung; Objekterkennung; Bildbasierte Modellierung

Laufzeit: 1.5.2002 - 30.4.2005

Förderer: EU 5. Rahmenprogramm

Mitwirkende Institutionen:

Bielefeld I Applied Computer Science, Bielefeld II Neuroinformatics, TU Graz, Surrey

Kontakt:

Dipl.-Inf. Timo Zinßer
E-Mail: zinsser@informatik.uni-erlangen.de

Im Rahmen des EU-Projekts VAMPIRE (http://www5.informatik.uni-erlangen.de/vampire) (Visual Active Memory Processes and Interactive Retrieval) wird seit Juni 2002 Forschung im Bereich der automatischen Analyse von Videosequenzen durchgeführt. Im Vordergrund stehen dabei die Erkennung von Objekten und Bewegungsabläufen, sowie das Lernen neuer Objekt- und Bewegungsmodelle. Neben dem Lehrstuhl für Mustererkennung sind auch die Universität Bielefeld, die Technische Universität Graz und die University of Surrey am Projekt beteiligt.

Ein Schwerpunkt der Arbeit des Lehrstuhls für Mustererkennung innerhalb des Projekts VAMPIRE liegt in den Bereichen *3-D Rekonstruktion* und *bildbasierte Objektmodelle*. Insbesondere auf dem Gebiet der bildbasierten Objektmodelle besteht mit dem Teilprojekt C2 des SFB 603 (http://sfb-603.uni-erlangen.de) eine enge Zusammenarbeit. Um die Erzeugung der Objektmodelle noch robuster und effizienter zu gestalten, wurde ein *Struktur-aus-Bewegung* Verfahren implementiert, das selbst Bildsequenzen mit mehr als 200 Bildern innerhalb weniger Sekunden

verarbeitet. Die Eingabedaten für dieses Verfahren stammen von dem ebenfalls in VAMPIRE entwickelten Punktverfolger, der auf dem *Kanade-Lucas-Tomasi Tracker* basiert. Bisher durchgeführte Optimierungen erlauben bei der Verwendung einer digitalen VGA-Kamera das Verfolgen von 250 Merkmalen mit 30 Bildern pro Sekunde. Anwendungsspezifische Verbesserungen für eine von der TU Graz entwickelte Hochgeschwindigkeitskamera erhöhten die Bildrate bei der Verfolgung von zehn Merkmalen von 30 Bildern pro Sekunde auf 200 Bilder pro Sekunde.

Die Rekonstruktion von 3-D Punkten mittels Struktur-aus-Bewegung erlaubt es nicht, die Koordinaten der Punkte und der Kameras eindeutig zu bestimmen, da eine globale Skalierung der gesamten Szene die Eingabedaten nicht verändert. Wenn zwei Rekonstruktionen miteinander verglichen werden sollen, muss also neben der relativen Lage der Rekonstruktionen zueinander auch der relative Skalierungsfaktor ermittelt werden. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des Projekts VAMPIRE der bekannte Registrierungsalgorithmus ICP (*Iterative Closest Point*) um die Möglichkeit zur Schätzung dieses Skalierungsfaktors erweitert.

Neben der 3-D Rekonstruktion sind die *Objektverfolgung* und *Objekterkennung* ein weiterer Schwerpunkt im Projekt VAMPIRE, der vom Lehrstuhl für Mustererkennung untersucht wird. Bei der Objektverfolgung muss zwischen *datengetriebenen* und *modellbasierten* Verfahren unterschieden werden. Datengetriebene Verfahren besitzen die Eigenschaft, dass sie ohne a priori Wissen (beispielsweise Geometrieinformationen) über das zu verfolgende Objekt arbeiten können. Dies hat den Vorteil, dass sofort nach der Detektion einer Bewegung in einer Szene die Verfolgung eines unbekannten Objektes starten kann. Nachteilig ist allerdings, dass bei starken externen Rotationen das Objekt verloren wird, weil kein Wissen vorhanden ist, wie das Objekt aus einer anderen Ansicht aussieht. Diesen Nachteil kompensieren Ansätze, die sehr robust gegenüber Erscheinungsänderungen sind, bzw. modellbasierte Verfahren, die während eines Trainings signifikante Informationen über das Objekt sammeln. Nachdem ein Objekt mit Hilfe eines Klassifikationsverfahrens erkannt wurde, kann von einem datengetriebenen auf ein modellbasiertes Verfahren umgeschaltet werden.

Sowohl bei der datengetriebenen als auch bei der modellbasierten Objektverfolgung wurden vorhandene Verfahren weiter verbessert und neue Verfahren entwickelt. Als Grundlage für neue Verfahren zur datengetriebenen Objektverfolgung diente ein Verfahren, welches auf Farbhistogrammmerkmalen und dem CONDENSATION Algorithmus basiert. Die Erweiterung dieses Verfahrens auf mehrere Kameras ermöglicht die robuste Schätzung der 3-D Position eines verfolgten Objekts mit einem datengetriebenen Verfahren. Durch die wahrscheinlichkeitsbasierte Schätzung der 3-D Position toleriert das Verfahren eine temporäre Verdeckung des Objekts in einer Kamera. Eine andere Erweiterung, bei der der oben beschriebene Punktverfolger integriert wurde, macht das Verfahren robuster bei der Verfolgung von Objekten vor einem ähnlich gefärbten Hintergrund. Auch zur modellbasierten Objektverfolgung mit 3-D Objektmodellen wurde ein neues Verfahren entwickelt. Die Kombination von SIFT-Merkmalen zur Initialisierung der Lageschätzung mit dem Punktverfolger zur effizienten Verfolgung der SIFT-Merkmale erlaubt eine vollständige 3-D Lageschätzung des verfolgten Objekts in Echtzeit.

3 Weitere Veröffentlichungen und Vorträge

1. Bajramovic, Ferid; Gräßl, Christoph; Denzler, Joachim: Efficient Combination of Histograms for Real-Time Tracking Using Mean-Shift and Trust-Region Optimization. In: Kropatsch, Walter; Sablatnig, Robert; Hanbury, Allan (Hrsg.): Pattern Recognition, 27th DAGM Symposium (27th Annual meeting of the German Association for Pattern Recognition Wien 31.8.-02.09.2005). Berlin : Springer, 2005, S. 254-261. - ISBN 3-540-28703-5.
2. Batliner, Anton: Automatic classification of emotional states: purpose, possibilities, prospects.Vortrag: Invited talks, Università Degli Studi di Bari, Bari, 07.06, 09.06.2005.
3. Batliner, Anton: Emotion, Interaktion, und Erkennungsraten.Vortrag: Austrian Research Institute for Artificial Intelligence (OFAI), Wien, 07.10.2005.
4. Batliner, Anton: Labelling Emotional User States and some Ideas w.r.t. Physiological Data.Vortrag: HUMAINE Physiology-Meeting, Universität Augsburg, Augsburg, 11.10.2005.
5. Batliner, Anton: Private emotions vs social interaction - Towards new dimensions in Research on emotions.Vortrag: ADAPTING THE INTERACTION STYLE TO AFFECTIVE FACTORS, Workshop in conjunction with User Modeling 05, Edinburgh, 25.07.2005.
6. Batliner, Anton; Möbius, Bernd: Prosodic Models, Automatic Speech Understanding, and Speech Synthesis: Towards the Common Ground? In: Barry, William J.; Dommelen, Wim A. van (Hrsg.): The Integration of Phonetic Knowledge in Speech Technology. Dordrecht : Springer, 2005, S. 21-44. - ISBN 1-4020-2635-8.
7. Batliner, Anton: Tales of Tuning - Prototyping for Automatic Classification of Emotional User States.Vortrag: Interspeech 2005, ISCA, Lissabon, 05.09.2005.
8. Batliner, Anton; Blomberg, Mats; D'Arcy, Shona; Elenius, Daniel; Giuliani, Diego; Gerosa, Matteo; Hacker, Christian; Russell, Martin; Steidl, Stefan; Wong, Michael: The PF-STAR Children's Speech Corpus. In: ISCA (Hrsg.): Proceedings of the 9th European Conference on Speech Communication and Technology (9th European Conference on Speech Communication and Technology - Interspeech 2005 Lisbon 4-8.9.2005). Bonn : ISCA, 2005, S. 2761-2764. - ISBN 1018-4074.
9. Batliner, Anton: The PF-STAR Children's Speech Corpus.Vortrag: Interspeech 2005, 07.09.2005.
10. Dennerlein, Frank; Katsevich, Alexander; Lauritsch, Günter; Hornegger, Joachim: Exact and efficient cone-beam reconstruction algorithm for a short-scan circle combined with various lines. In: The International Society for Oprical Engineering (Veranst.): Proc. SPIE (Medical Imaging San Diego 17.2.2005). Bd. 5747. 2005, S. 388-399.
11. Derichs, Christian: Cost Integration in Multi-step Viewpoint Selection for Object Recognition.Vortrag: Machine Learning and Data Mining 2005, Renaissance Hotel, Leipzig, 11.07.2005.
12. Deutsch, Benjamin; Gräßl, Christoph; Bajramovic, Ferid; Denzler, Joachim: A Comparative Evaluation of Template and Histogram Based 2D Tracking Algorithms. In: Kropatsch, Walter; Sablatnig, Robert; Hanbury, Allan (Hrsg.): Pattern Recognition, 27th DAGM Symposium (27th Annual meeting of the German Association for Pattern Recognition Wien 31.8.-02.09.2005). Berlin : Springer, 2005, S. 269-276. - ISBN 3-540-28703-5.

13. Deutsch, Benjamin: A Comparative Evaluation of Template and Histogram Based 2D Tracking Algorithms.Vortrag: 27th Annual meeting of the German Association for Pattern Recognition, Wien, 01.09.2005.
14. Deutsch, Benjamin: Multi-Step Active Object Tracking with Entropy Based Optimal Actions Using the Sequential Kalman Filter.Vortrag: IEEE International Conference on Image Processing, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Genua, Italien, 14.09.2005.
15. Deutsch, Benjamin: Teilprojekt B2 "Optimierungsansatz für die Integration von Kamerabildern bei der Klassifikation".Vortrag: SFB-Kolloquium, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Pommersfelden, 07.07.2005.
16. Frank, Carmen; Nöth, Elmar: Sprechen: Ein Hindernis in der modernen Mensch-Maschine-Kommunikation? In: DEGA (Veranst.): Fortschritte der Akustik - Proc. DAGA 05 (DAGA 05 München 14.-17.3.2005). München : DEGA, 2005, S. 729-730.
17. Greiner, Günther; Hornegger, Joachim; Niemann, Heinrich; Stamminger, Marc (Hrsg.): Vision, Modeling, and Visualization 2005, Proc. of the International Workshop, Erlangen, Germany. (Vision, Modeling, and Visualization 2005) Berlin : Akademische Verlagsgesellschaft, 2005. - ISBN 3-89838-068-X.
18. Grzegorzek, Marcin: Appearance-Based Statistical Object Recognition.Vortrag: Erasumus-Sokrates Austausch "Teaching Staff Mobility", Silesian University of Technology, Gliwice, 25.04.2005.
19. Grzegorzek, Marcin: Erscheinungsbasierte, statistische Objekterkennung mit Farb- und Kontextmodellierung.Vortrag: Einladung des Forschungsinstituts für Optronik und Mustererkennung, FGAN-Forschungsinstitut für Optronik und Mustererkennung, Ettlingen, 10.10.2005.
20. Grzegorzek, Marcin; Reinhold, Michael; Niemann, Heinrich: Feature Extraction with Wavelet Transformation for Statistical Object Recognition. In: Kurzynski, Marek; Puchala, Edward; Wozniak, Michal; Zolnierek, Andrzej (Hrsg.): Proceedings of the 4th International Conference on Computer Recognition Systems (4th International Conference on Computer Recognition Systems Rydzyna 22-25.05.2005). Berlin : Springer, 2005, S. 161-168. - ISBN 10 3-540-25054-9.
21. Grzegorzek, Marcin: Feature Extraction with Wavelet Transformation for Statistical Object Recognition.Vortrag: 4th International Conference on Computer Recognition Systems, Wroclaw University of Technology, Rydzyna, 23.05.2005.
22. Grzegorzek, Marcin: Statistical Object Recognition Including Color Modeling.Vortrag: 2nd International Conference on Image Analysis and Recognition, University of Waterloo, Toronto, 29.09.2005.
23. Gräßl, Christoph; Zinßer, Timo; Scholz, Ingo; Niemann, Heinrich: 3-D Object Tracking with the Adaptive Hyperplane Approach Using SIFT Models for Initialization. In: Ikeuchi, Katsushi (Hrsg.): Proceedings of the Ninth IAPR Conference on Machine Vision Applications (IAPR Conference on Machine Vision Applications Tsukuba Science City, Japan 16-18.5.2005). Tokyo, Japan : IAPR MVA Conference Committee, 2005, S. 5-8. - ISBN 4-901122-04-5.
24. Gräßl, Christoph: 3-D Object Tracking with the Adaptive Hyperplane Approach Using SIFT Models for Initialization.Vortrag: IAPR Conference on Machine Vision Applications, Tsukuba Science City, Japan, 16.05.2005.

25. Görz, Günther; Hornegger, Joachim: Sprach- und Bilderkennung. In: Bruns, Kai; Meyer-Wegener, Klaus (Hrsg.): Taschenbuch der Medieninformatik. München : Carl Hanser, 2005, S. 194-219.

26. Hacker, Christian; Batliner, Anton; Steidl, Stefan; Nöth, Elmar; Niemann, Heinrich; Cincarek, Tobias: Assessment of Non-Native Children's Pronunciation: Human Marking and Automatic Scoring. In: Kokkinakis, G.; Fakotakis, N.; Dermatas, E.; Potapova, R. (Hrsg.): SPEECOM 2005 Proceedings, 10th International Conference on SPEECH and COMPUTER (10th International Conference on Speech and Computer (SPECOM 2005) Patras, Greece 17.10.2005 - 19.10.2005). Bd. 1. Moscow, Patras : Moskow State Linguistics University, 2005, S. 123 - 126. - ISBN 5-7452-0110-x.

27. Hacker, Christian: Assessment of Non-Native Children's Pronunciation: Human Marking and Automatic Scoring.Vortrag: 10th International Conference on Speech and Computer, SPECOM 2005, University of Patras, Patras, Greece, 17.10.2005.

28. Hacker, Christian; Cincarek, Tobias; Gruhn, Rainer; Steidl, Stefan; Nöth, Elmar; Niemann, Heinrich: Pronunciation Feature Extraction. In: Kropatsch, Walter; Sablatnig, Robert; Hanbury, Allan (Hrsg.): Pattern Recognition, 27th DAGM Symposium (27th Annual meeting of the German Association for Pattern Recognition (DAGM 2005) Wien 31.08.2005 - 02.09.2005). Berlin : Springer, 2005, S. 141-148. - ISBN 3-540-28703-5.

29. Haderlein, Tino: Menschliche und automatische Verständlichkeitsbewertung bei tracheoösophagealen Ersatzstimmen.Vortrag: 31. Deutschen Jahrestagung für Akustik DAGA 2005, Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), München, 15.03.2005.

30. Haderlein, Tino; Steidl, Stefan; Nöth, Elmar; Schuster, Maria: Menschliche und automatische Verständlichkeitsbewertung bei tracheoösophagealen Ersatzstimmen. In: Fastl, Hugo; Fruhmann, Markus (Hrsg.): Fortschritte der Akustik: Plenarvorträge und Fachbeiträge der 31. Deutschen Jahrestagung für Akustik DAGA 2005, München (31. Deutsche Jahrestagung für Akustik, DAGA '05 München 14.-17.3.2005). Berlin : Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., 2005, S. 243-244. - ISBN 3-9808659-1-6.

31. Haderlein, Tino; Nöth, Elmar; Herbordt, Wolfgang; Kellermann, Walter; Niemann, Heinrich: Using Artificially Reverberated Training Data in Distant-Talking ASR. In: Václav Matousek; Pavel Mautner; Tomás Pavelka (Hrsg.): Text, Speech and Dialogue; 8th International Conference TSD 2005 (8th International Conference on Text, Speech and Dialogue (TSD 2005) Karlovy Vary, Czech Republic 12.-16.9.2005). Berlin : Springer, 2005, S. 226-233. - ISBN 3-540-28789-2.

32. Haderlein, Tino: Using Artificially Reverberated Training Data in Distant-Talking ASR.Vortrag: 8th International Conference on Text, Speech and Dialogue (TSD 2005), University of West Bohemia in Pilsen, Czech Republic, Karlovy Vary, Czech Republic, 13.09.2005.

33. Hahn, Dieter; Hornegger, Joachim; Bautz, Werner; Kuwert, Torsten; Römer, Wolfgang: Unbiased Rigid Registration Using Transfer Functions. In: International Society for Optical Engineering (Veranst.): Proceedings of the SPIE Medical Imaging (SPIE International Symposium - Medical Imaging San Diego 12-17.02.2005). 2005, S. 151-162.

34. Hahn, Dieter: Unbiased Rigid Registration using Transfer Functions.Vortrag: SPIE International Symposium - Medical Imaging 2005, San Diego, 14.02.2005.

35. Hamberger, Maik; Moser, Michael; Nöth, Elmar; Levit, Michael; Deventer, Rainer: Der Einsatz unterschiedlicher Klassifikationssysteme zur Rutschungserkennung. In: Lehrstuhl für Angewandte Geologie (Veranst.): Berichte zur 15. Tagung für Ingenieurgeologie 2005 (Tagung für Ingenieurgeologie 2005 Erlangen). 2005, S. 179-185.

36. Horndasch, Axel; Gallwitz, Florian; Haas, Jürgen; Nöth, Elmar: Der mixed-initiative Ansatz als Basis für benutzerfreundliche Sprachdialogsysteme. In: Künstliche Intelligenz 19 (2005), Nr. 3, S. 38-41.

37. Horndasch, Axel: eMotion and Speech - Von der Theorie zur Praxis.Vortrag: Future Talk, CeBIT 2005, future parc, Hannover, 11.03.2005

38. Hornegger, Joachim: Bildregistrierung.Vortrag: Informatik Kolloquium der Technischen Universität Darmstadt, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, 02.06.2005.

39. Hornegger, Joachim: Bildtechnik.Vortrag: 27. Sitzung der Kompetenzinitiative Medizin und Pharma, Forchheim, 26.01.2005.

40. Hornegger, Joachim: Bildverarbeitung in der Medizin.Vortrag: Informationstechnologien in den bayerischen Universitätskliniken, Erlangen, 01.04.2005.

41. Hornegger, Joachim: Computed Tomography in the Presence of Unknown Motion.Vortrag: 1st Bavarian Russian Workshop, München, 14.10.2005.

42. Hornegger, Joachim: Registration and Segmentation.Vortrag: Jahrestagung der Gesellschaft für Biomedizinische Technik, Nürnberg, 15.09.2005.

43. Hornegger, Joachim: Registrierung funktioneller und morphologischer Volumendatensätze.Vortrag: Faszination Technik, Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen II, Erlangen-Tennenlohe, 06.01.2005.

44. Hornegger, Joachim: Registrierung funktioneller und morphologischer Volumendatensätze.Vortrag: Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, Bonn, 22.09.2005.

45. Hornegger, Joachim: Registrierung funktioneller und morphologischer Volumendatensätze.Vortrag: Bayerischer Radiologenkongress, Amberg, 15.10.2005.

46. Hornegger, Joachim: Technical Devices: Can They Learn? Vortrag: Symposium Kognitive Technische Systeme, Nürnberg, 12.09.2005.

47. Hornegger, Joachim: Von der Rekonstruktion bis zur Registrierung.Vortrag: SoftMed-Innovationsforum Medizinische Bildverarbeitung, Erlangen, 08.12.2005.

48. Hönig, Florian; Stemmer, Georg; Hacker, Christian; Brugnara, Fabio: Revising Perceptual Linear Prediction (PLP). In: ISCA (Veranst.): Proceedings of the 9th European Conference on Speech Communication and Technology (9th European Conference on Speech Communication and Technology - Interspeech 2005 Lisbon 4-8.9.2005). Bonn : ISCA, 2005, S. 2997-3000. - ISBN 1018-4074.

49. Jäger, Florian; Hornegger, Joachim; Hahn, Eckhart Georg: Formbasierte Segmentierung des Bronchialbaumes. In: Meinzer, Hans-Peter; Handels, Heinz; Horsch, Alexander; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.): Bildverarbeitung für die Medizin 2005 (Workshop Bildverarbeitung für die Medizin 2005 Heidelberg 13.-15. März 2005). Berlin : Springer, 2005, S. 108-112. - ISBN 3-540-25052-2.

50. Jäger, Florian: Formbasierte Segmentierung des Bronchialbaumes.Vortrag: Workshop Bildverarbeitung für die Medizin 2005, Heidelberg, 14.03.2005.

51. Lell, Michael; Hornegger, Joachim; Scherl, Holger; Prümmer, Marcus; Anders, Katharina; Baum, Ulrich; Bautz, Werner: CTA: Semiautomatische Quantifizierung von Karotisstenosen. In: Wolf, Karl-Jürgen (Hrsg.): RöFo - Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (86. Deutscher Röntgenkongress Berlin 4.-7.5 2005). Stuttgart : Georg Thieme Verlag KG, 2005, S. PO_139.

52. Maier, Andreas; Hacker, Christian; Steidl, Stefan; Nöth, Elmar: Helfen "Fallen" bei verrauschten Daten? - Spracherkennung mit TRAPs. In: Fastl, Hugo; Fruhmann, Markus (Hrsg.): Fortschritte der Akustik: Plenarvorträge und Fachbeiträge der 31. Deutschen Jahrestagung für Akustik DAGA 2005, München (31. Deutsche Jahrestagung für Akustik, DAGA ’05 München 14. bis 17. März 2005). Bd. 1, 1. Aufl. Berlin : Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., 2005, S. 315-316. - ISBN 3-9808659-1-6.

53. Maier, Andreas: Helfen "Fallen" bei verrauschten Daten? - Spracherkennung mit TRAPs.Vortrag: 31. Deutsche Jahrestagung fur Akustik, DAGA ’05, TU Muenchen, DEGA, München, 16.03.2005.

54. Maier, Andreas; Hacker, Christian; Steidl, Stefan; Nöth, Elmar; Niemann, Heinrich: Robust Parallel Speech Recognition in Multiple Energy Bands. In: Kropatsch, Walter G.; Sablatnig, Robert; Hanbury, Allan (Hrsg.): Pattern Recognition, 27th DAGM Synopsium, Vienna, Austria, August/September 2005, Proceedings (27th DAGM Synopsium, Vienna, Austria, August/September 2005 Wien 30. August - 2. September). Bd. 1, 1. Aufl. Berlin : Springer, 2005, S. 133-140. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 1, Nr. 3663) - ISBN 3-540-28703-5.

55. Maier, Andreas: Robust Parallel Speech Recognition in Multiple Energy Bands.Vortrag: Pattern Recognition 27th DAGM Synopsium Vienna, Austria, Tu Wien, Pattern Recognition and Image Processing (PRIP) Group, Wien, 31.08.2005.

56. Münzenmayer, Christian; Wilharm, Sylvia; Hornegger, Joachim; Wittenberg, Thomas: Illumination Invariant Color Texture Analysis based on Sum- and Difference-Histograms. In: Kropatsch, Walter G.; Sablatnig, Robert; Hanbury, Allan (Hrsg.): Pattern Recognition - Proceedings of the 27th DAGM Symposium (27th DAGM Symposium Wien 30.8.-2.9.2005). Berlin, Heidelberg : Springer, 2005, S. 17-24.

57. Niemann, Heinrich: Aufnahme und Nutzung von Lichtfeldern.Vortrag: Fakultät für Mathematik und Informatik, Universität Jena, Jena, 24.01.2005.

58. Niemann, Heinrich: Towards AR in Laparoscopic Surgery.Vortrag: Istituto di Scienza a Tecnologie dell’Informazione ‘‘A. Faedo’’ (ISTI, CNR), Pisa, 05.04.2005.

59. Nömayr, Anton; Römer, Wolfgang; Hothorn, Torsten; Pfahlberg, Annette; Hornegger, Joachim; Bautz, Werner; Kuwert, Torsten: Anatomical accuracy of lesion localization. In: Nuklearmedizin 44 (2005), Nr. 4, S. 149-155.

60. Nöth, Elmar: Analyse pathologischer Stimmen.Vortrag: Kolloquium des Lehrstuhls für Mustererkennung, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, 19.01.2005.Nöth, Elmar: Can you Understand him? Let’s Look at his Word Accuracy - Automatic Evaluation of Tracheoesophageal Speech.Vortrag: ICASSP 2005 - International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, ICASSP, Philadelphia (USA), 21.03.2005.

61. Nöth, Elmar: Das sprachgesteuerte ISA-Haus.Vortrag: Fortbildungsveranstaltung, Volkshochshule Erlangen, Erlangen, 17.11.2005.

62. Nöth, Elmar: Multimodale Erkennung in SmartWeb: Sprecheraktivität und On-Fokus/ Off-Fokus.Vortrag: Projektlenkungssitzung des BMBF-Verbundprojektes SmartWeb, European Media Lab, Heidelberg, 16.12.2005.

63. Nöth, Elmar: Noten für Benoter: Maße zur Inter-Labeller-Beurteilung.Vortrag: Kolloquium der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, 08.06.2005.

64. Nöth, Elmar: Phonetisches Wissen in der Sprachtechnologie.Vortrag: Kolloquium, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, 18.04.2005.

65. Nöth, Elmar: Pronunciation Feature Extraction.Vortrag: DAGM 2005, DAGM, Wien, 31.08.2005.

66. Nöth, Elmar: Spracherkennung mit offenem Wortschatz in Smartweb.Vortrag: Projektstandssitzung des BMBF-Verbundprojektes SmartWeb, Siemens AG, München, 14.06.2005.

67. Nöth, Elmar: Sprachgesteuerte 3D-Angiographie - Die Software folgt dem Arzt aufs Wort.Vortrag: Kolloquium, IMKAI, Wien, 29.08.2005.

68. Prümmer, Marcus: 2D-3D Non-rigid Registration using Iterative Reconstruction.Vortrag: Workshop Vision Modeling and Visualization in Erlangen 2005, Friedrich-Alexander University, Erlangen, 17.11.2005.

69. Prümmer, Marcus: A full multigrid technique to accelerate an ART scheme for tomographic image reconstruction.Vortrag: Simulationstechnique 18th Symposium in Erlangen 2005, Friedrich-Alexander University, Erlangen, 13.09.2005.

70. Prümmer, Marcus: Increasing Temporal Resolution for 3D Cardiac Angiography using Non-Rigid Registration.Vortrag: 4th world congress of Cellular and Molecular Biology., World Society of Cellular and Molecular Biology, Poitiers, 07.-12.2005.

71. Prümmer, Marcus; Nöth, Elmar; Hornegger, Joachim; Horndasch, Axel: Mensch-Maschine Interaktion für den interventionellen Einsatz. In: Meinzer, Hans-Peter; Handels, Heinz; Horsch, Alexander; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.): Bildverarbeitung für die Medizin 2005 (Workshop Bildverarbeitung für die Medizin 2005 Berlin 13.-15. März 2005). Berlin : Springer, 2005, S. 485-489. - ISBN 3-540-25052-2.

72. Rohlfing, Torsten; Denzler, Joachim; Gräßl, Christoph; Russakoff, Daniel; Maurer, Calvin: Markerless Real-Time 3D Target Region Tracking by Motion Backprojection from 2D Projection Images. In: IEEE Transactions on Medical Imaging 24 (2005), Nr. 11, S. 1455-1468.

73. Römer, Wolfgang; Hornegger, Joachim; Han, Jingfeng; Bautz, Werner; Kuwert, Torsten: Tumor Therapy Monitoring Based on Monomodal Image Fusion. In: The Radiological Society of North America (RSNA) (Veranst.): Proceedings of the Radiological Society of North America (RSNA 2004) (RSNA2004 Chicago, USA 28.11. - 3.12.2004). 2005, S. 355.

74. Scherl, Holger; Kowarschik, Markus; Hornegger, Joachim: Bit-Accurate Simulation of Convolution-Based Filtering on Reconfigurable Hardware. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.): Frontiers in Simulation (Simulationstechnique 18th Symposium in Erlangen 2005 Erlangen 12.-15. September 2005). Erlangen : SCS Publishing House e.V., 2005, S. 662-667. - ISBN 3-936150-41-9.

75. Schmidt, Jochen; Vogt, Florian; Niemann, Heinrich: Calibration-Free Hand-Eye Calibration: A Structure-from-Motion Approach. In: Kropatsch, W.G.; Sablatnig, R.; Hanbury, A. (Hrsg.): Pattern Recognition, 27th DAGM Symposium (Pattern Recognition, 27th DAGM Symposium Wien 30.8.-2.9.2005). Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2005, S. 67-74. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 3663) - ISBN 3-540-28703-5.

76. Scholz, Ingo: Analyse, Modellierung und Verarbeitung von Lichtfeldern.Vortrag: Berichtskolloquium des SFB 603, Sonderforschungsbereich 603, Universität Erlangen-Nürnberg, Pommersfelden, 07.07.2005.

77. Scholz, Ingo: Dynamic Light Field Reconstruction and Rendering for Multiple Moving Objects.Vortrag: Machine Vision Applications 2005, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba Science City, Japan, 16.05.2005.

78. Wenhardt, Stefan: Ansichtenauswahl für die 3D Rekonstruktion.Vortrag: Einladung zum Lehrstuhl für Digitale Bildverarbeitung (Prof. Denzler), Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Informatik, Jena, 24.11.2005.

79. Winter, Christian; Scholz, Ingo; Rupp, Stephan; Wittenberg, Thomas: Reconstruction of tubes from monocular fiberscopic images -- Application and first results. In: Greiner, Günther; Hornegger, Joachim; Niemann, Heinrich; Stamminger, Marc (Hrsg.): Vision, Modeling, and Visualization 2005 (10th International Fall Workshop Vision, Modeling, and Visualization Erlangen 16-18.11.2005). Berlin : Aka / IOS Press, Berlin, Amsterdam, 2005, S. 57-64. - ISBN 3-89838-068-8.

80. Zhuravlev, Y.; Gurevitch, I.; Puzankov, D.; Nemirko, A.; Niemann, Heinrich: Special Issue Proceedings of PRIA-7-2004, 7th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies, Part 1. In: Pattern Recognition and Image Analysis (PRIA) 15 (2005), Nr. 1, S. 1-271.

81. Zinßer, Timo; Gräßl, Christoph; Niemann, Heinrich: High-Speed Feature Point Tracking. In: Greiner, Günther; Hornegger, Joachim; Niemann, Heinrich; Stamminger, Marc (Hrsg.): Vision Modeling and Visualization (Workshop Vision Modeling and Visualization in Erlangen 2005 Erlangen 16.-18. November 2005). Erlangen : Akademische Verlagsgesellschaft Aka GmbH, Berlin, 2005, S. 49-56. - ISBN 3-89838-068-8.

82. Zinßer, Timo: High-Speed Feature Point Tracking.Vortrag: Konferenz - Workshop Vision Modeling and Visualization, DFG SFB 603 und andere, Erlangen, 16.11.2005.

83. Zinßer, Timo; Schmidt, Jochen; Niemann, Heinrich: Point Set Registration with Integrated Scale Estimation. In: Sadykhov, Rauf; Ablameiko, Serge; Doudkin, Alexander; Podenok, Leonid (Hrsg.): Proceedings of the Eighth International Conference on Pattern Recognition and Image Processing (Eighth International Conference on Pattern Recognition and Image Processing Minsk, Belarus 18.-20. Mai 2005). 2005, S. 116-119. - ISBN 985-6329-55-8.

84. Zinßer, Timo: Point Set Registration with Integrated Scale Estimation.Vortrag: Eighth International Conference on Pattern Recognition and Image Processing, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, International Association for Pattern Recognition, Minsk, Belarus, 18.05.2005.

4 Studien- und Diplomarbeiten, Master Theses

4.1 Studienarbeiten

1. Stocker, Thomas: Aufbau einer Dual-Energy Referenzdatenbank.
2. Herrmann, Eva: Automatische Optimierung von Prüfparametern.
3. Kollorz, Eva: Bewegungsschätzung der Koronarien in kardiographischen Bildsequenzen.
4. Gerhard, Friedericke: Development and Validation of a Software Algorithm for Analyzing Laser Speckle Interferometric Images.
5. Heßler, Andre: Entwicklung einer Englisch-Lernsoftware mit integrierter Spracherkennung.
6. Sünkel, Thomas: Evaluation und Optimierung von Lichtfeldern mittels Ansichtenvergleichs aus der Bildsynthese.
7. Mayer, Markus: Klassifikation von Emotionen mit linguistischen Merkmalen.
8. Euring, Matthias: Konzeption und Bewertung einer Kamerakalibrierung.
9. Gagesch, Gerlinde: Merkmalsextraktor für die Klassifikation von Leukozyten.
10. Bock, Rüdiger: Modellierung und Klassifikation von Retinaaufnahmen.
11. Eskofier, Björn: Non-Rigid Image Registration of Myocardial SPECT/CT Datasets.
12. Deuerling-Zheng, Yu: Non-Rigid Registration for Digital Subtraction Angiography in Cardiology.
13. Sickel, Konrad: Rapid 3-D Cone-Beam Reconstruction with the Simultaneous Algebraic Reconstruction Technique (SART) Using 2-D Texture Mapping Hardware.
14. Martin, Sandra: Reconstruction of the Human Ear Canal from Optical Coherence Tomography (OCT) Scans.
15. Maier, Andreas: Robuste Erkennung von verrauschten oder verhallten Daten durch parallele Erkennung in unterschiedlichen Energiebändern.
16. Swadzba, Agnes: Segmentierung des optischen Sehnervenkopfes mittels des Aktiven Form-Modells.
17. Zorn, Dominik: Vergleichende Klassifikation des Benutzerzustands "Müdigkeit" in Sprache.
18. Siller, Christian: Vergleich von Ähnlichkeitsmassen für eine multimodale Bildregistrierung unter Berücksichtigung anatomischer Merkmale.

4.2 Diplomarbeiten

1. Dennerlein, Frank: 3-D Bildrekonstruktion aus Kegelstrahl-Projektionsdaten einer Abtastbahn bestehend aus Kreis und Linie.
2. Maier, Andreas: Adaption bestehender Erkenner durch Nachschätzen der akustischen Modelle auf einer kleinen Trainings-Stichprobe des Anwendungsgebiets.
3. Heil, Tobias: Ansichtenplanung bei der aktiven 3-D Rekonstruktion.

4. Hahn, Dieter: A practical saliency region based hierarchical method for aligning 3D medical images.
5. Weber, Marco: Augmented Reality für Stereo-Endoskope.
6. Rehak, Markus: Automatische Segmentierung von 3-D-Computertomographie-Daten zur Charakterisierung von pillierten Rübensamen.
7. Deuerlin-Zheng, Yu: Computer-aided Detection and Evaluation of Brian Lesions in MR Images.
8. Poljak, Maria: Differenzbildgebung und -verarbeitung für die Katheternavigation in der Neuroradiologie.
9. Bauer, Elena: Digital Subtraction Imaging for Renal Perfusion.
10. Payer, Gunnar: Helical Cone-Beam Reconstruction using High-Performance Processors.
11. Kloeters, Christoph: Klassifikation der Modulationsart von analogen Funksignalen.
12. Hönig, Florian: Modifications of Perceptual Linear Prediction and the Mel-Frequency Cepstrum.
13. Borsdorf, Anja: Reduktion von Quantenrauschen in CT-Bildern durch Identifikation von Korrelationen.
14. Urzenska, Sylvia: Segmentierung von Metallimplantaten in 2D-Röntgenbildern.

4.3 Master Theses

1. Elter, Matthias: 3D Shape and Appearance Recovery from Image Sequences.
2. Vangara, Jaya Bhargavi: Adaption of ART Algorithms and Comparison with Cone-Beam Reconstruction for 3D C-Arm Imaging.
3. El Allali, Soufyane: Appearance Based Classification of Glaucoma in Retina Images.
4. Schmidt, Achim Florian: Catheter Localization in Coronary Biplane X-ray Imaging.
5. Prause, Andreas: Digital Image Processing and Corneal Surface Reconstruction for Videokeratoscopes.
6. Xie, Weigou: Efficient Restoration of Specular Reflection Areas in Endoscopic Images.
7. Friedl, Sven: Head-Tracking and Pose Estimation in medical applications.
8. Zhang, Peng: High Performance X-Ray Image Processing using Standard Graphics Cards.
9. Qiao, Min: Mono-modal Image Registration for Partial Volume Data.
10. Raghavendra, Eeratta: Quantification of Stenosed Blood Vessels in CTA Data Sets.
11. Dudam, Mithun Kumar: Tomosynthesis in Digital Mammography.

Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenbanksysteme)

Anschrift: Martensstraße 3, 91058 Erlangen

Tel.: +49.9131.85.27892 **Fax.:** +49.9131.85.28854

E-Mail: sekretariat@immd6.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:

Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener

Professoren:

Prof. Dr. Stefan Jablonski (bis 31.12.2005)
Prof. em. Dr. Hartmut Wedekind

Sekretariat:

Brigitte Knechtel

Wiss. Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. Michael Daum
Dipl.-Inf. Sebastian Dornstauber
Dipl.-Inf. Matthias Faerber
Dipl.-Inf. Florian Irmert
Dipl.-Inf. Udo Mayer
Dipl.-Inf. Marcus Meyerhöfer
Dipl.-Inf. Sascha Müller
Ilia Petrov, M.Sc.
Maciej Suchomski, M.Sc.

1 Einführung

Der Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenbanksysteme) wurde 1979 durch die Berufung von Prof. Dr. Hartmut Wedekind gegründet. Nach seiner Emeritierung Ende September 2000 führte er den Lehrstuhl kommissarisch weiter. 2001 wurde Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener zum neuen Lehrstuhlinhaber berufen. Er hatte bereits von 1990 bis 1993 die dem Lehrstuhl zugeordnete Professur für Informatik (Datenbanksysteme) inne, die von September 1994 bis Dezember 2005 durch Prof. Dr. Stefan Jablonski besetzt war.

Der Lehrstuhl beschäftigt sich sowohl mit der zielgerichteten Erforschung der Grundlagen von Datenbanksystemen als auch mit dem anwendungsgetriebenen Einsatz von Datenbanktechnologien. Aufbauend auf den Forschungsergebnissen erfolgt, zumeist gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Wirtschaft, die unmittelbare Umsetzung der entwickelten Konzepte im Rahmen von Projekten in der betrieblichen Praxis. Gemeinsam bilden Forschung und Projektgeschäft

die Grundlage für die zielgerichtete Ausbildung der Studierenden anhand neuester Datenbanktechnologien.

Datenbanksysteme haben inzwischen eine sehr große Bedeutung in allen Bereichen der Wirtschaft und der Verwaltung erlangt. Neben den oft eingesetzten relationalen Datenbanksystemen etablierter Hersteller entwickelt sich in den letzten Jahren, verstärkt durch die Fortschritte in anderen Bereichen der Informatik (Multimedia, Ubiquitous Computing, Peer-to-Peer-Technologien) ein zunehmender Bedarf an problemorientierten Datenbanksystemen. Gerade im Bereich der Spezialsysteme (eingebettete und autonome Systeme) sind herkömmliche Datenbank-Verwaltungssysteme aufgrund ihrer Größe und ihres Ressourcenbedarfs nicht einsetzbar. Ausgehend von dieser Erkenntnis erfolgt eine gezielte Schwerpunktbildung der Grundlagenforschung am Lehrstuhl.

Datenbanksysteme spielen aber auch eine gewichtige Rolle bei der Anwendungsintegration mit Hilfe von Prozessmodellierung und Datentransfer (z.B. im Gesundheitswesen). Zwischen Anwendungen und den von ihnen verwendeten Datenbanken müssen Daten ausgetauscht und konsistent gehalten werden. Dafür werden Prozesse definiert, die rechnergestützt ablaufen ("Workflow Management", "Prozessmanagement"), und die Daten müssen umgewandelt werden ("Datentransfer und -konvertierung"). Das wird viel zu häufig noch individuell programmiert; wir versuchen, durch Meta-Modellierung die Bedeutung der Daten besser zu erfassen und daraus die Konvertierungen automatisch zu erzeugen. Meta-Modellierung auf Basis von Repositoriumsystemen bildet am Lehrstuhl auch die Grundlage für das integrative Management großer IT-Architekturen und das semantische Wissensmanagement in großen Organisationen.

Die über Jahrzehnte gewonnene positive Erfahrung mit Projekten in der betrieblichen Praxis legt nahe, dass die enge Kooperation mit Partnern aus Industrie und Wirtschaft auch in Zukunft ein integraler Bestandteil der Forschung und Lehre am Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenbanksysteme) sein wird. Der Lehrstuhl ist daher jederzeit offen für herausfordernde Kooperationsangebote auf partnerschaftlicher Basis.

1.1 Lehre

Der Lehrstuhl bietet jedes Jahr die Pflicht-Lehrveranstaltung "Software-Systeme 2" im Grundstudium des Diplomstudiengangs Informatik an. Im Wechsel mit dem Lehrstuhl 10 wird auch die "Theoretische Informatik 1" vom Lehrstuhl bestritten. Im Hauptstudium der Informatik bietet der Lehrstuhl ein eigenes Fach an und trägt zur Hälfte das Fach "Medieninformatik" mit. Daneben beteiligt sich der Lehrstuhl intensiv an den Informatik-Angeboten für andere Studiengänge, hier insbesondere Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen, Computational Engineering und Linguistische Informatik.

1.2 Forschungsschwerpunkte

Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls im Bereich der Grundlagenforschung sind Multimedia-Datenbanken (RETAVIC), Datenstromsysteme und anwendungsgewahre Datenbanksysteme. Zentrale Themen der anwendungsbezogenen Forschung sind nichtfunktionale Eigenschaften von Software-Komponenten (Comaera), prozessbasierte Anwendungsintegration,

Wissensmanagement sowie das Management von IT-Architekturen.
Im Folgenden werden die Themen kurz vorgestellt.

1.2.1 Grundlagenforschung

Im **RETAVIC-Projekt** werden Konvertierungen von Multimedia-Daten in Echtzeit untersucht. Dazu wurde ein Videoformat namens LLV-1 definiert, das die verlustfreie Speicherung und den selektiven Abruf von Videodaten ermöglicht. Die verlustfreie Speicherung soll sicherstellen, dass der volle Informationsgehalt bei Bedarf zur Verfügung steht, was beispielsweise in medizinischen oder wissenschaftlichen Anwendungen unerlässlich ist. Der selektive Abruf - in der Literatur oft auch als "Skalierbarkeit" bezeichnet - ermöglicht die Konvertierung in Echtzeit insbesondere in Auslieferungsformate, die nicht den vollen Informationsgehalt benötigen, aber mit beschränkten Ressourcen im Netz oder im Endgerät auskommen müssen. Bei der Erzeugung von Videos in LLV-1 werden zusätzlich Metadaten erfasst, die zur Reduzierung des Konvertierungsaufwands beitragen und damit Echtzeitverarbeitung ermöglichen. Die Erzeugung von Auslieferungsformaten aus LLV-1 wird auf Basis eines Echtzeitbetriebssystems realisiert.

Neuere Forschungsaktivitäten des Lehrstuhls betreffen Datenstromsysteme, hier insbesondere die Optimierung der Anfragen und die Sicherheit, sowie anwendungsgewahre Datenbanksysteme, besonders im Hinblick auf eingebettete Systeme. **Datenstromsysteme** bieten eine schritthaltende Verarbeitung eingehender Daten (Messwerte, Börsendaten, Nachrichten, Bilder etc.), die sich der Anfrageverarbeitung von Datenbanken bedient. Dazu werden Operatoren definiert, die flexibel kombiniert und auch optimiert werden können. Damit kann man sehr leicht neue Auswertungen hinzufügen oder bestehende verändern. **Anwendungsgewahre Datenbanksysteme**, die man auch als "Datenbank-Baukästen" bezeichnet, enthalten nur die Konzepte der Datenbank-Technik, die man für eine bestimmte Anwendung oder eine Gruppe von Anwendungen braucht. Beispiele für solche Konzepte sind Transaktionsverarbeitung, Pufferverwaltung und Indexstrukturen. Ziel ist dabei, die Datenbank-Software klein zu halten und sie dadurch auch in Umgebungen einsetzbar zu machen, für die sie bisher nicht in Frage kamen, insbesondere eingebettete Systeme.

1.2.2 Anwendungsbezogene Forschung

Das Forschungsprojekt **Comaera** wurde zum 1. März 2005 am Lehrstuhl begonnen. Es behandelt die Konstruktion von Software mit einem komponentenbasierten Ansatz, wobei die nichtfunktionalen Eigenschaften einer Software-Komponente explizit mit einbezogen werden. Dadurch ist es möglich, Aussagen über quantifizierbare nichtfunktionale Eigenschaften (wie z.B. die Bildrate einer Videoübertragung oder die Anzahl gleichzeitig bedienbarer Clients) zu treffen. Idealerweise sollen dann die Eigenschaften einer komplexen, zusammengesetzten Komponente automatisch aus denen der Bestandteile ableitbar sein.

Die Forschung im Bereich der **prozessbasierten Anwendungsintegration** konzentriert sich auf die die Entwicklung selektiv einsetzbarer, angepasster Workflow-Management-Konzepte für verschiedene Anwendungsdomänen. Von zentraler Bedeutung ist dabei die Modellierung, Planung und Ausführung von (Geschäfts-, Konstruktions-) Prozessen. Charakteristisch ist in

diesem Forschungsfeld die enge Kooperation mit Partnern aus Industrie und Wirtschaft, die eine unmittelbare Rücckopplung mit dem Anwender erlaubt. Schwerpunkte der Projekttätigkeit am Lehrstuhl liegen in technischen Bereichen, wie Projekte u. a. mit der Siemens AG, der Deutschen Telekom AG und der Daimler-Chrysler AG belegen. In den letzten Jahren bildet sich zunehmend der medizinische Sektor als herausforderndes Einsatzgebiet für innovative Konzepte des Prozessmanagement heraus. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Beteiligung am Sonderforschungsbereich 539 "Glaukome einschließlich Pseudoexfoliationssyndrom (PEX)" der DFG mit dem Teilprojekt C.5 "Intelligente Vernetzung und Adaption von IT-Systemen zur Qualitätssteigerung der Behandlung von Glaukompatienten", das in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Medizinische Informatik durchgeführt wird. Die dort zu integrierenden Daten werden über ein prozessbasiertes Konzept zur Datenlogistik zusammengeführt und zielgruppenspezifisch für das medizinische Personal aufbereitet.

Das **semantische Wissensmanagement** beschäftigt sich mit der wichtigsten Ressource der Informationsgesellschaft: Wissen. Allerdings ist Wissen in einer derart großen und unstrukturierten Menge vorhanden, dass es schwierig ist, den Überblick zu behalten (z.B. im Internet). Gerade bei der Ausführung von sog. Wissensintensiven Geschäftsprozessen ist eine effiziente und angepasste Methode zur Wissensverwaltung notwendig. Ziel dieses Projektes ist es daher, ein Modell zu entwickeln, das den Anforderungen von Wissensintensiven Geschäftsprozessen genügt. Dabei kommen Techniken des Semantic Web und des Multidimensionalen Wissensmanagement zum Einsatz. Ein Validierung der entwickelten Konzepte erfolgt in einem gemeinsamen Pilotprojekt mit der Johanniter Unfallhilfe Bayern.

In mittleren und großen Unternehmen ist die eingesetzte IT-Infrastruktur oft organisch gewachsen und es existiert kein umfassendes IT-Architekturmodell. Für die IT-Abteilungen ergeben sich daraus unter anderem folgende Problemfelder: Mangelnde Transparenz der Zusammenhänge, komplexe Wartung, kaum Analysemöglichkeiten und fehlende Kommunikationsbasis. Eine technische Lösung der genannten Probleme soll das **integrative IT-Architekturmanagement** liefern. Notwendig ist dazu eine integrierte modellbasierte Sicht auf alle relevanten Aspekte einer Anwendungs- und Systemlandschaft. Die hohe Komplexität und Variabilität der abzubildenden Sachverhalte erfordert den Einsatz von spezialisierten Datenbanksystemen, den sog. Repositoriumsystemen.

2 Forschungsprojekte

2.1 Comaera

Projektleitung:

Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Marcus Meyerhöfer

Stichwörter:

Software-Komponenten; Performanz; Vorhersage; Komponenten-Repository

Beginn: 1.3.2005

Kontakt:

Dipl.-Inf. Marcus Meyerhöfer
Tel.:+49.85.27095, Fax:+49.85.28854
E-Mail: marcus.meyerhoefer@informatik.uni-erlangen.de

Das Forschungsprojekt Comaera wurde zum 1. März 2005 an der FAU Erlangen, Lehrstuhl Informatik 6 begonnen. Es ist ein Nachfolgeprojekt des COMQUAD-Projekts und verfolgt die dort entwickelten Ansätze und Ideen weiter. Es behandelt die Konstruktion von Software mit einem komponentenbasierten Ansatz, wobei im Gegensatz zu bereits existierenden Komponentenmodellen ein Modell entwickelt wird, das neben den funktionalen Eigenschaften einer Software-Komponente auch nichtfunktionale Eigenschaften explizit mit einbezieht. Dieses neuartige Komponentenmodell ermöglicht es, Aussagen über quantifizierbare nichtfunktionale Eigenschaften (wie z.B. die Bildrate einer Videoübertragung oder die Anzahl gleichzeitig bedienbarer Clients) treffen zu können. Idealerweise sollten diese Aussagen zusicherbar sein (was nur möglich ist, falls die eingesetzte Systemumgebung Zusicherungen ermöglicht; dies ist derzeit nicht der Fall und wird daher nicht eingehender untersucht) und die Eigenschaften einer komplexen, zusammengesetzten Komponente automatisch aus denen der Bestandteile ableitbar sein.

In diesem Projekt untersuchen wir unter anderem, wie Softwarekomponenten transparent und automatisch bzgl. ausgewählter quantitativer Eigenschaften vermessen werden können, wie die große Menge anfallender Messdaten verwaltet und analysiert und wie letztendlich die gewonnen Informationen zur Vorhersage von Eigenschaften einer Assembly von Komponenten verwendet werden kann. Hierzu wurde unter anderem eine Erweiterung eines Applikationsservers für Komponenten entworfen, mit dem deklarativ Messsensoren in eine komponentenbasierte Anwendung eingebracht werden können. Die durch das nicht-intrusive Verfahren mit geringem Overhead erhaltenen Messwerte werden in einem Komponentenrepository abgelegt. Eine darauf aufbauende Analyse mit statistischen Mitteln hat das Ziel, Komponenten mit Hilfe von charakteristischen Maßzahlen zu beschreiben. Ergänzt wird dieses System um einen an Software-

Komponenten angepassten Profiler, der die Ermittlung des Ressourcenbedarfs einer Komponente ermöglicht. Derzeit wird untersucht, wie die Leistungseigenschaften einer Komponente zukünftig in abstrakterer Form mittels Microbenchmarking auf der Java-Plattform ermittelt werden können, um Vorhersagen über das zu erwartende Laufzeitverhalten auf nicht gemessenen Rechnern/Plattformen treffen zu können. Zusätzlich beschäftigt sich das Projekt mit Möglichkeiten, die ermittelten Leistungswerte einer Softwarekomponente für die Vorhersage von Eigenschaften einer Komponenten-Assembly zu verwenden.

Publikationen

1. Meyerhöfer, Marcus; Volz, Bernhard: EJBMemProf - A Memory Profiling Framework for Enterprise Java Beans. In: Heinemann, George, T., Crnkovic, Ivica; Schmidt, Heinz, W.; Stafford, Judith, A.; Szyperski, Clemens; Walnann, Kurt (Hrsg.): Component-Based Software Engineering (CBSE) (8th International Symposium on Component-Based Software Engineering (CBSE2005) St. Louis, MO, USA 14.-15.05.2005). 2005, S. 17-32.
2. Meyerhöfer, Marcus; Lauterwald, Frank: Towards Platform-Independent Component Measurement. In: Weck, Wolfgang; Bosch, Jan; Reussner, Ralf; Szyperszki, Clemens (Hrsg.): WCOP 2005 (Tenth International Workshop on Component-Oriented Programming ,Glasgow, Scotland, July 2005).
3. Volz, Bernhard: Ein Speicherprofiler für Enterprise Java Beans. In: GI Gesellschaft für Informatik (Hrsg.): Lecture Notes in Informatics (LN) - Seminars (Informatiktage 2005 - Fachwissenschaftlicher Informatik-Kongress Schloss Birlinghoven, St. Augustin 8. - 9. April 2005). Bd. Vol. S-2. Bonn : GI Edition, 2005, S. 33 - 35. - ISBN 3-88579-436-5.

2.2 COMQUAD - Komponenten mit quantitativen Eigenschaften und Adaptivität

Projektleitung:

Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Marcus Meyerhöfer

Laufzeit: 1.10.2001 - 28.02.2005

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener
Tel.:+49.85.27892, Fax:+49.85.28854
E-Mail: kmw@informatik.uni-erlangen.de

Das Forschungsprojekt COMQUAD (COMponents with QUantitative properties and ADaptivity) wurde zum 1. Oktober 2001 an der TU Dresden begonnen. Es behandelt die Konstruktion von Software mit einem komponentenbasierten Ansatz, wobei im Gegensatz zu bereits existie-

renden Komponentenmodellen ein Modell entwickelt wird, das neben den funktionalen Eigenschaften einer Software-Komponente auch nichtfunktionale Eigenschaften explizit mit einbezieht. Dieses neuartige Komponentenmodell ermöglicht es, Aussagen sowohl über quantifizierbare nichtfunktionale Eigenschaften (wie z.B. die Bildrate einer Videoübertragung oder die Anzahl gleichzeitig bedienbarer Clients) als auch über abstraktere Eigenschaften (wie z.B. Sicherheitsaspekte) treffen zu können. Dabei sollen diese Aussagen zusicherbar und die Eigenschaften einer komplexen, zusammengesetzten Komponente automatisch aus denen der Bestandteile ableitbar sein. Der zweite wichtige Aspekt von COMQUAD ist die Entwicklung geeigneter Methoden zur dynamischen Adaption der Komponenten, so dass eine Anpassung an geänderte Anforderungen zur Laufzeit möglich ist, unabhängig davon, ob diese Änderungen vom Anwender selbst (z.B. Änderung des Benutzerprofils) oder von der Systemumgebung (Änderung der verfügbaren Bandbreite für die Kommunikation) veranlasst sind.

An COMQUAD sind insgesamt sechs verschiedene Lehrstühle beteiligt; der Lehrstuhl für Datenbanksysteme der Universität Erlangen-Nürnberg bearbeitet hauptsächlich die Problematik der Abbildung sowie der Durchsetzung von Anforderungen an eine Komponente. Hierzu wurde unter anderem eine Erweiterung eines Applikationsservers für Komponenten entworfen, mit dem deklarativ Messsensoren in eine komponentenbasierte Anwendung eingebracht werden können. Die durch das nicht-intrusive Verfahren mit geringem Overhead erhaltenen Messwerte werden in einem Komponentenrepository abgelegt. Eine darauf aufbauende Analyse mit statistischen Mitteln hat das Ziel, Komponenten mit Hilfe von charakteristischen Maßzahlen zu beschreiben. Ergänzt wird dieses System um einen an Software-Komponenten angepassten Profiler, der die Ermittlung des Ressourcenbedarfs einer Komponente ermöglicht. Im Jahr 2004 wurden Arbeiten begonnen, um die Leistungseigenschaften einer Komponente zukünftig in abstrakterer Form mittels Microbenchmarking auf der Java-Plattform zu ermitteln und Vorhersagen über das zu erwartende Laufzeitverhalten auf nicht gemessenen Rechnern/Plattformen treffen zu können. Zusätzlich beschäftigt sich das Projekt mit Möglichkeiten, die ermittelten Leistungswerte einer Softwarekomponente für die Vorhersage von Eigenschaften einer Komponenten-Assembly zu verwenden.

Ergebnisse der Arbeiten konnten im Jahr 2004 unter anderem in Barcelona bei "Software Composition 2004" sowie auf dem "International Symposium on Component-based Software Engineering" in Edinburgh präsentiert werden.

Publikationen

1. Meyerhöfer, Marcus; Zschaler, Steffen: Explicit Modelling of QoS - Dependencies. In: Jean-Michel Bruel (Hrsg.): Qos in CBSE 2003 (Workshop "QoS in CBSE 2003" at ADA Europe 2003 Toulouse, Frankreich 20.06.2003). Toulouse : Cepadues Edition, 2003, S. 57-66. - ISBN 2.85428.617.0.
2. Aigner, Ronald; Frank, Elke; Göbel, Steffen; Härtig, Hermann; Hußmann, Heinrich; Meißner, Klaus;; Meyer-Wegener, Klaus; Meyerhöfer, Marcus; Pfitzmann, Andreas; Pöhl, Christoph, Pohlack, Martin; Röttger, Simone; Schill, Andreas; Wehner, Frank; Zschaler, Steffen: Zwischenbericht der DFG-Forschergruppe 428 "Components with Quantitative Properties and Adaptivity" (COMQUAD). Dresden : TU Dresden. 2003 (Technical Report TUD-Fl03-10). - Interner Bericht. 35 Seiten.

3. Meyerhöfer, Marcus; Meyer-Wegener, Klaus: Estimating Non-functional Properties of Component-based Software Based on Resource Consumption. In: Electronic Notes in Theoretical Computer Science (ENTCS) (2004), Nr. 114, S. 25-45.
4. Meyerhöfer, Marcus; Neumann, Christoph: TESTEJB - A Measurement Framework for EJBs. In: Ivica Crnkovic (Hrsg.): Lecture Notes in Computer Science LNCS3054 (International Symposium on Component-based Software Engineering (CBSE7) Edinburgh, Schottland 14. - 15. Mai 2004). Heidelberg-Berlin : Springer, 2004, S. 294-301.
5. Meyerhöfer, Marcus; Meyer-Wegener, Klaus; Suchomski, Maciej: Open and Reconfigurable Multimedia Server Architecture. In: Czeslaw, Danilowicz (Hrsg.): Proc. 1st International Workshop on Multimedia Information Systems Technology (MMISTech'2004 in conjunction with the 4th National Conference Multimedia and Network Information Systems 2004 (MiSSI '04) Szklarska Poreba, Poland 17.09.2004). Wroclaw, Poland : Oficyna Wydawnizcza Politechniki Wroclawskiej, 2004, S. 213-222. - ISBN 83-7085-808-2.

2.3 FlexWCM - Flexible Konzepte für das Web-Content-Management

Projektleitung:

Prof. Dr. Stefan Jablonski

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Christian Meiler, Ilia Petrov, M.S.

Laufzeit: 1.3.2002 - 28.2.2005

Sich im Netz zu repräsentieren, ist inzwischen für ein Unternehmen obligatorisch geworden. Dabei wird oftmals unterschätzt, dass die gezeigten Inhalte und Strukturen gepflegt werden müssen. Web-Content-Management-Systeme haben sich inzwischen als Werkzeuge zur Beschaffung, Erzeugung, Aufbereitung, Verwaltung und Präsentation von Inhalten im World Wide Web etabliert.

Flexibilität spielt im Kontext von Web-Content-Management-Systemen eine entscheidende Rolle und tritt als Anforderung in zahlreichen Fragestellungen zu Tage. Im Folgenden findet sich eine Reihe von Themen, die in diesem Kontext untersucht werden.

- Verwaltung von Struktur, Inhalt, Darstellung und Programmlogik

Die Trennung von Struktur, Inhalt und Darstellung spielt eine zentrale Rolle im Web-Content-Management. Erst durch dieses Konzept wird Wiederverwendung und Arbeitsteilung ermöglicht. In einem prototypischen Web-Content-Management- Systeme wird untersucht, wie eine Integration von Programmlogik mittels orthogonaler Verarbeitung aller vier Bestandteile erfolgen kann.

- Web-Content-Management und Semantic Web

Die semantische Beschreibung von Inhalten ist insbesondere bei Suche und Verwendung von Inhalten von großer Bedeutung. Unter anderem mit RDF und RDF Schema existieren hier Standards. Web-Content-Management-Systeme werden sich der Herausforderung stellen müssen,

auch semantische Beschreibung zu integrieren. In einem Prototyp werden im Rahmen des Projekts verschiedene Ansätze untersucht und evaluiert.

- Flexible Prozessunterstützung - Workflow

Web-Content-Management ist ein arbeitsteiliger Prozess, an dem viele Gruppen (wie z.B. Redakteure, Entwickler, Grafiker, etc.) beteiligt sind. Diese Redaktionsprozesse müssen auf unterschiedlichen Ebenen von Web-Content-Management-Sytemen unterstützt werden. Im Rahmen des Projekts werden unterschiedliche Ansätze zur Prozessunterstützung untersucht und flexible Konzepte erarbeitet.

Publikationen

1. Jablonski, Stefan; Meiler, Christian; Petrov, Ilia: Repositories as Integration Enabler for the Web. In: Isias, P. (Hrsg.): Proceedings of IADIS International Conference WWW/ Internet 2002 (IADIS Intern. Conf. WWW/Internet 2002 Lissabon, Portugal 2002). 2002, S. 601-606.
2. Jablonski, Stefan; Meiler, Christian: Web-Content-Managementsysteme. In: Informatik Spektrum 25 (2002), Nr. 2, S. 101-119.
3. Jablonski, Stefan; Meiler, Christian; Petrov, Ilia: Web-Content-Managementsysteme: Trennung von Struktur, Inhalt, Darstellung und Programmlogik. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik (2004), Nr. 235, S. 85-93.

2.4 Grundlagen prozessorientierter Informationssysteme im Krankenhaus und im Versorgungsnetz

Projektleitung:

Prof. Dr. Stefan Jablonski

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Christian Meiler, Prof. Dr. med. Klaus Kuhn, Dr. Richard Lenz, Dipl.-Inf. Mario Bayer, Institut für Medizinische Informatik, FB Medizin und Klinikum, Phillips-Universität Marburg

Stichwörter:

Prozess; Gesundheitswesen; Referenzmodell, Architektur

Laufzeit: 1.3.2002 - 28.2.2005

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Die Informationsverarbeitung im Gesundheitswesen ist durch dezentrale autonome Teilsysteme in verschiedenen Institutionen und Organisationseinheiten gekennzeichnet, die jedoch nicht geeeignet sind, die in ihrer Natur organisationsübergreifenden Abläufe in ihrer Gesamtheit abzubilden. Eine bloße Kopplung bestehender autonomer Systeme über Schnittstellen reicht nicht aus. Gegenstand des Projekts ist die Erarbeitung von Anforderungen an ganzheitliche

Informationssysteme zur flexiblen Unterstützung abteilungsübergreifender Abläufe im Krankenhaus, unter Berücksichtigung der Ablaufoptimierung in Versorgungsnetzen. Dazu soll zunächst ein Referenzmodell zur Grundlage der Modellierung der Abläufe im Gesundheitswesen erarbeitet werden, das im Rahmen einer Prozessanalyse am Uniklinkikum Marburg angewendet werden soll. Aufbauend auf den Ergebnissen der Prozessanalyse soll eine Referenzarchitektur für prozessorientierte Informationssysteme im Gesundheitswesen erarbeitet werden. Dabei ist der mögliche Einsatz von Werkzeugen aus dem Bereich der verteilten Systeme, insbesondere aber auch der Einsatz eines Workflow-Management-Systems zu untersuchen. Durch eine prototypische Implementierung soll das Zusammenwirken von Methoden und Werkzeugen aufgezeigt werden.

Publikationen

1. Beyer, Mario; Kuhn, Klaus A.;; Meiler, Christian; Jablonski, Stefan; Lenz, Richard: IT-basierte Integration in medizinischen Versorgungsnetzen. In: Hasselbring, W.; Reichert, M. (Hrsg.): Tagungsband EAI-Workshop 2004 (Workshop Enterprise Application Integration (EAI 2004) Oldenburg). 2004, S. 91-97.
2. Jablonski, Stefan; Lay, Rainer; Meiler, Christian; Müller, Sascha: Process Based Data Logistics: A solution for Clinical Integration Problems. In: Rahm, E. (Hrsg.): Data Integration in the Life Sciences, LNBI 2994 (First International Workshop on Data Integration in the Life Sciences (DILS 2004)). LNBI : Springer Verlag, 2004, S. 31-46.
3. Beyer, M., Kuhn, K.A., Lenz, R.; Jablonski, Stefan; Meiler, Christian: Towards a Flexible, Process Oriented IT Architecture for an Integrated Healthcare Network. In: Hadda, H.; Omicini, A.; Wainwright, R. L.; Liebrock, L. M. (Hrsg.): Proceedings of the 2004 ACM Symposium on Applied Computing (SAC) (Special Track on "Computer Applications in Health Care" (COMPAHEC 2004) Nicosia, Zypern 14.-17.3.2004). 2004, S. 264-271. - ISBN 1-58113-812-1.
4. Meiler, Christian: Modellierung, Planung und Ausführung Klinischer Pfade. Eine integrierte modellbasierte Betrachtung evidenzbasierter, organisatorischer und betriebswirtschaftlicher Gesichtspunkte. Erlangen, Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2005. - 267 Seiten.

2.5 iArch - Integratives Architekturmanagement

Projektleitung:

Dipl.-Inf. Sascha Müller

Beteiligte:

Prof. Dr. Stefan Jablonski

Stichwörter: Integratives IT-Architekturmanagement, Meta-Modellmanagement

Laufzeit: 2.1.2005 - 31.12.2006

Kontakt:

Dipl.-Inf. Sascha Müller
Tel.: 09131.85.27800, Fax: 09131.85.28854,
E-Mail: sascha.mueller@informatik.uni-erlangen.de

In mittleren und großen Unternehmen ist die eingesetzte IT-Infrastruktur oft organisch gewachsen und es existiert kein umfassendes IT-Architekturmodell. Für die IT-Abteilungen ergeben sich daraus mehrere Problemfelder:

- Es ist nicht mehr nachvollziehbar, wie das Zusammenspiel zwischen den Geschäftsprozessen bzw. Arbeitsabläufen und der verwendeten Soft- und Hardware ist.
- Softwareentwicklung und -beschaffung sind mangels eines umfassenden Überblicks über die IT-Architektur nicht gezielt steuerbar.
- Eine strategische Migration der existierenden IT-Architektur zu einer anderen Architektur ist dadurch erschwert oder oft kaum möglich.
- Oftmals fehlt eine grafische Darstellung der IT-Landschaft als Kommunikationsmittel in einem Unternehmen.
- Analysen der IT-Landschaft im Bezug auf Redundanzen, Strukturprobleme oder Optimierungsmöglichkeiten sind nur schwerlich möglich.

Eine Lösung der genannten Probleme soll das integrative IT-Architekturmanagement liefern. Notwendig ist dazu eine integrierte Sicht auf alle relevanten Aspekte der IT-Anwendungs- und Systemlandschaft, welche die Vielzahl von Verbindung zwischen den Geschäftsprozessen einerseits und der verwendeten Soft- und Hardware andererseits schafft. Architekturmanagement darf dabei nicht nur auf die Software- und Hardwarelandschaft einer Organisation fokussieren, sondern muss vielmehr als integraler Bestandteil der Aufbau- und Ablauforganisation behandelt werden.

Publikationen

1. Müller, Sascha; Kuhn, Walter; Meiler Christian; Petrov, Ilia; Jablonski, Stefan: Integratives IT-Architekturmanagement. In: Handbuch der Software-Architektur. Heidelberg : dpunkt Verlag, 2006, S. 187-209. - ISBN 3-89864-372-7.

2.6 Integration Repository Manager (iRM)

Projektleitung:

Prof. Dr. Stefan Jablonski

Beteiligte:

Ilia Petrov, M.Sc.

Stichwörter:

Repositorium-Systeme, Metadaten, Meta-Modellierung, Anfrageausführung

Laufzeit: 7.9.2003 - 1.5.2005

Dieses Projekt führt die Forschungsarbeiten des Projektes "Repositorien, Metadaten und semantische Integration" fort.

Integration ist eine der größten Herausforderungen vor der heutigen Informatik. Eine der wichtigsten Folgen im Bereich der Datenbanksysteme ist die Anwendungsevolution bzw. die Schema-Evolution. Ziel dieses Projektes ist es zu erforschen, ob und zu welchem Grad den Einsatz von Meta-Daten und Repositorien einen Lösungsbeitrag leisten kann.

Im Rahmen des Projektes wird ein prototypisches repositorium-basiertes System aufgebaut, das aus zwei Teilmodulen besteht. Das erste Modul - iRM/RMS - ist ein OMG-MOF basiertes Repositorium. Die folgenden Aspekte sind dabei von besonderem Interesse: Definition beliebiger Meta-Schemata und deren Einsatz (Import, Konsistenzprüfung); erweiterbare Datenbankataloge; Konsistenzprüfung und Konsistenzbewahrung über Meta-Ebenen hinweg; Sicherung struktureller Einschränkungen.

Das zweite Teilmodul - iRM/mSQL - ist eine mSQL- Ausführungsumgebung (mSQL Engine). mSQL ist eine Spracherweiterung der traditionellen SQL, die die Funktionalität des zugrunde liegenden Repositorium-Systems auf Anfragesprache-Ebene zur Verfügung stellt. Die folgenden Aspekte sind dabei von besonderem Interesse: Vollständige Definition von mSQL; Anfrageoptimierung von mSQL-Anfragen; Anfrageausführung von mSQL-Anfragen.

Publikationen

1. Jablonski, Stefan; Petrov, Ilia; Meiler, Christian; Mayer, Udo: Metadata Repositories as Infrastructure for Database Oriented Applications. In: Eder, J.; Welzer, T. (Hrsg.): CaiSE ’03 (The 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering Klagenfurt/Velden, Austria 16.-20.06.2003). Aachen : Technical University of Aachen, 2003, S. 53-56. - ISBN 86-435-0549-8.
2. Jablonski, Stefan; Petrov, Ilia: An OMG MOF based Reposiory System with Quering Capability - the iRM Project. In: Kotsis, G., Bressan, S., Tanair, D., Ibrahim, I. K. (Veranst.): Proceedings of the 6th Internat. Conference iiWAS September 2004 (6th Internation Conference iiWAS Jakarta, Indonesien Sept. 2004). 2004, S. 153-159.
3. Jablonski, Stefan; Petrov, Ilia: Domain-Specific Meta-Model Extensions and Meta-Data Management in Repository Systems. In: Kotsis, G., Bressan, S., Tanair, D., Ibrahim, I. K. (Veranst.): Proceedings of the 6th Internat. Conference iiWAS (iiWAS 2004 Jakarta, Indonesien Sept. 2004). 2004, S. 133-143.
4. Jablonski, Stefan; Petrov, Ilia; Holze, Marc; Nemes, Gabor; Schneider, Marcus: iRM: An OMG MOF Based Repository System with Querying Capabilities. In: Atzeni, P., Chu, W. W., Lu, H., Zhou, S., Ling, T.W. (Hrsg.): Proceedings of the 23rd Internat. ER Conference (23rd Internat. ER Conference Shanghai, China 6.-13.11. 2004). Shanghai : Verlag unbekannt, 2004, S. 850-852.
5. Jablonski, Stefan; Petrov, Ilia: Towards a Language for Quering OMG MOF-based Re-

pository Systems. In: Gogola, M., Whittle, J. (Hrsg.): 7th Internat. Conference on the UML (Workshop in Software Model Engineering Lissabon, Portugal Oktober 2004). 2004, S. 1-8.

6. Jablonski, Stefan; Petrov, Ilia; Holze, Marc: Towards Implementing Consistency in OMG MOF-based Repository Systems. In: Meersman, R., Tari, Z., Corsaro, A. (Veranst.): Proceedings of the OTM 2004 Conference (CoopIS 2004 Agia Napa, Zypern 25. -29.10.2004). 2004, S. 19-21.
7. Petrov, Ilia: Meta-data, Meta-Modelling and Query Procesing in Meta-data-Repository Systems. Erlangen, Universität Erlangen-Nürnberg, Diss.

2.7 MARRAKESCH

Projektleitung:

Dipl.-Inf. Wolfgang Hümmer

Beteiligte:

Dennis Kalemba, Ulrich Grießer, Stefan Baas, Stefan Meiler, Michael Schrumpf, Thomas Thiel

Stichwörter:

Vertragsverhandlungen; B2B; Matching; Dialog; konfigurierbare Güter; Stücklisten

Beginn: 1.6.2001

Ziel des Projektes ist es, ein formales Modell für die Aushandlung komplexer Verträge zu spezifizieren. Der allgemeine Ablauf einer Geschäftstransaktion besteht aus drei Phasen, einer lose gekoppelten Informationsphase, einer enger gekoppelten Verhandlungsphase und der abschließenden Abwicklung des Geschäfts. MARRAKESCH soll insbesondere die ersten beiden Phasen unterstützen. Wesentliche Aspekte, die das Projekt untersucht, sind:

- Formale Spezifikation der Verträge

Um die Verarbeitung von Verträgen automatisierbar zu machen, ist ein Formalismus erforderlich, der es einerseits dem Rechner ermöglicht, den Inhalt zu "verstehen", andererseits den Variantenraum nicht zu sehr einengt. Auf Grund der Ausrichtung in den B2B-Bereich verwendet Marrakesch dazu erweiterte Stücklisten. D.h. sowohl Anbieter als auch Nachfrager drücken ihr Angebot bzw. ihre Nachfrage in Form einer erweiterten Stückliste aus.

- Finden kompatibler Vertragsangebote und Vertragsnachfragen

Aus einer Menge von Vertragsangeboten und -nachfragen müssen zueinander passende Paare gefunden werden. Ist ein solches Paar gefunden, kann von der Informationsphase in die Verhandlungsphase übergegangen werden. Das Finden eines Paares gestaltet sich als ein komplexes Matching-Verfahren auf den Stücklistenstrukturen, das im Rahmen des Projekts genauer untersucht wird.

- Aushandlung eines für beide Seiten annehmbaren Vertrages

Wurde ein kompatibles Vertragspaar gefunden, müssen die noch bestehenden Freiheitsgrade im gemeinsamen Dialog eliminiert werden, d.h. aus Vertragsangebot und -nachfrage muss durch Verhandlung ein gemeinsamer Vertrag gefunden werden. Kommt ein solcher Vertrag zustande, kann die letzte Phase beginnen. Ansonsten ist die Verhandlung gescheitert.

Publikationen

1. Hümmer, Wolfgang; Lehner, Wolfgang; Wedekind, Hartmut: Contracting in the Days of eBusiness. In: SIGMOD Record 31 (2002), Nr. 1, S. 31-36.
2. Dietrich, A.; Hümmer, Wolfgang; Meiler, Christian: A Meta Model based Configuration Approach for mass-customizable Products and Services. In: xx (Hrsg.): Proceedings of the 4th Workshop on Information Systems for Mass Customization (SMC 2004) (4th Workshop on Information Systems for Mass Customization (SMC 2004) Madeira, Portugal 29.03.04).
3. Hümmer, Wolfgang: Vertragsverhandlungen um konfigurierbare Produkte im elektronischen Handel. Erlangen, Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2004.
4. Hümmer, Wolfgang; Meiler, Christian; Müller, Sascha; Dietrich, Andreas: Data Model an Personalized Configuration Systems for Mass Customization - A Two Step Approach for Integrating Technical and Organisational Issues. In: xx (Veranst.): Proceedings of International Conference on Economic, technical and Orgaisational aspects of Product Configuration Systems (International Conference on Economic, Technical and Organisational aspects of Product Configuration Systems Kopenhagen 28.-29.06.2004). 2004, S. 35-44.

2.8 RETAVIC - Real-Time Audio-Video Conversion

Projektleitung:

Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener

Beteiligte:

Maciej Suchomski, M.Sc.

Stichwörter:

Echtzeit; Konvertierung; Video; Audio; Multimedia-Datenbank; MMDB; Multimedia Datenbankverwaltungssysteme; MMDBVS; Media Server; Multimedia Server; MMS; Formatunabhängigkeit, QoS

Beginn: 1.2.2002

Mitwirkende Institutionen:

MMIS Group

Kontakt:

Maciej Suchomski, M.Sc.
Tel.: 09131.85.27901, Fax: 09131.85.28854
E-Mail: maciej.suchomski@informatik.uni-erlangen.de

Das Ziel des RETAVIC-Projekts ist es, Audio- und Video-Konvertierung in Echtzeit zu realisieren, um die Funktionalität verfügbarer (oder auch neu zu entwickelnder) Multimedia-Server (MMS) und Multimedia-Datenbankverwaltungssysteme (MMDBVS) zu erweitern. Sie können dann den Endbenutzern Audio-Video-Inhalte im jeweils gewünschten Format zur Verfügung zu stellen, ohne dass diese auf die interne Speicherung Bezug nehmen müssten. Damit wird Datenunabhängigkeit gewährleistet, was bedeutet, dass das Format des ausgelieferten AV-Objekts während der Ausgabe "on the fly" erzeugt wird, abhängig von den Wünschen des Endbenutzers in Bezug auf bestimmte Charakteristiken, die auch von der Ressourcenverfügbarkeit abhängen können (z.B. Geräte, Netzverbindung, verwendete Anwendungen).

Die Konvertierung der Inhalte soll in Echtzeit erfolgen, um Verzögerungen und Speicherplatzbedarf gering zu halten. Die zeitsynchrone und kontinuierliche Struktur der Inhalte kommt diesem Ansatz entgegen. Dabei ist die Dienstgüte (Quality of Service, QoS) zu planen und auch zu kontrollieren, was nur möglich ist, wenn die gesamte Server-Software in einer geeigneten Systemumgebung abläuft. Bis heute können nur Echtzeitsysteme Dienste anbieten, die es erlauben, Prozesse mit der geforderten Ausführungsqualität zu gewährleisten. Die zu entwerfenden (und evtl. zu implementierenden) Audio-Video-Konverter müssen in einer Echtzeitumgebung (real-time environment, RTE) ablaufen, d.h. auf einem Echtzeit-Betriebssystem. Dazu müssen die sehr komplexen Algorithmen der Audio- und Videoverarbeitung an diese Umgebung angepasst werden.

Im Jahr 2005 erfolgten verschiedene konzeptionelle Erweiterungen des im Jahr 2004 entwickelten "MultiMonster"-Prototyps. Ziel war der Ausbau der neuen autonomen Klientapplikation, basierend auf Java, JMF und Java RMI, die Entwicklung eines Plugins für RTP/RTSP Protokolle und die Erweiterung des Meta-Daten-Managements um Elemente zur verbesserten Benutzer-, Gruppen- und Zugriffskontrolle.

Die erste Implementierung eines Konverters in DROPS, der sog. LLV1-Dekoder für Videobearbeitung, wurde 2005 erfolgreich fertig gestellt. Seite Mitte 2005 erfolgt die Implementierungen von zwei weiteren Media-Konvertern in DROPS, welche die Überlagerung einer auf Meta-Data basierende Videokompression von Videodaten nach dem XVID-Standard (konform zum MPEG-4 Video Simple Profile) mit einer Audiokompression nach dem FAAC-Standard (konform zum MPEG-4 Audiostandard) erlauben.

Die Forschungsarbeiten an der RETAVIC-Architektur wurden erfolgreich auf dem bekannten ACM NOSSDAV Workshop veröffentlicht. Arbeiten im Bereich der Datenunabhängigkeit von Audiodaten wurden fortgesetzt; der Standard MPEG4-SLS, welcher im Oktober vor dem MPEG-Audio Arbeitskreis vorgestellt wurde, wurde ausgewählt, um näher untersucht zu werden mit der Zielsetzung, es als internes Audiospeicherformat zu verwenden.

Anschließend an die LLV1-Entwicklung wurde ein Artikel geschrieben, welcher bei der SPIE Optics East Konferenz 2005 (Multimediasysteme und Anwendungen VIII) präsentiert wurde.

Die wesentlichen Beiträge des RETAVIC-Projekts der letzten Jahre kann wie folgend zusammengefasst werden: In 2002: die Festlegung der Hauptarbeitspakete basiert auf der bestehenden Forschung (einschließlich die Betrachtung und Charakterisierung der existierenden MMS und MMDBMS, die Analyse sowie die Klassifikation der verfügbaren AV-Konverter und AV-Formate; die Spezifikation des Konverter-Modells basierend auf dem Konverter-Verhalten, das Design und die Implementierung von Echtzeit-Konvertern, Leistungseinschätzung in RTE und abschließend die Spezifikation einer API für die Konsumentenseite (Mediaplayer)) als auch ein Vorschlag zur allgemeinen Klassifikation der AV-Konvertierung (8. MMIS Workshop);

In 2003 - Entwicklung von Benchmark-Test für Audio-/Videoumwandlung (AVCOB) zur Verhaltensanalyse von Konvertern, der Vergleich von Videokompressionsstandards inkl. MPEG-4 und H.263 (9. MMIS Workshop ’03), der Vergleich von Videoformaten inkl. MPEG-4-System und AVI (11. MMIS Workshop ’04), Erweiterung des p-Domain-Bitrate Kontrollalgorithmus für den MPEG-4 konformen Video-Kodierer XviD - besonders wichtig für Echtzeit (ACM Multimedia ’03 - USA)

In 2004 - Entwicklung des MultiMonster-Multimediaservers als Prototyp (13. MMIS Workshop ’04), kooperative Organisation der internationalen MMIS-Technologiewerkstatt in Zusammenarbeit mit der polnischen Technischen Universität Wroclaw (MiSSI Konferenz ’04, Polen), die erste Skizze der Architektur für die Echtzeitkonvertierung für gespeicherte MM-Daten basierende auf der Diplomarbeit von Michael Militzer „MPEG-4 Umwandlungs- und Echtzeitvideoqualitätsoptimierungen für Multimediadatenbanksysteme", die Entwicklung der internen Video-Speicherformats für MMDBMS, genannt Layered Lossless Video - LLV1 (13. MMIS Workshop ’05).

Publikationen

1. Märcz, Andreas: Scheduling periodic media converters. In: WCET Analysis Workshop, Delft /NL.
2. Hamann, Claude-Joachim; Märcz, Andreas; Meyer-Wegener, Klaus: Buffer Optimization in Realtime Media Servers Using Jitter-constrained Periodic Streams. Dresden : TU Dresden. 2001. - Interner Bericht.
3. Meyer-Wegener, Klaus; Suchomski, Maciej; Militzer, Michael: Improved p-domain rate control and perceived quality optimizations for MPEG-4 real-time video applications. In: Rowe, L. A.; Vin, H. M.; Plagemann, T.; Shenoy, P. J.; Smith,, J. R. (Hrsg.): Proceedings of the 11th ACM International Conference of Multimedia (ACM MM’03) (ACM MM’03 Berkeley, California, USA 2.-8.11.2003). xx : ACM Press, 2003, S. 402-411. - ISBN 1-58113-722-2.
4. Lehner, Wolfgang; Märcz, Andreas; Meyer-Wegener, Klaus; Schmidt, Sven; Suchomski, Maciej: Quality-of-Service Based Delivery of Multimedia Database Objects without Compromising Format Independence. In: Knowledge Systems Institute (Hrsg.): Proceedings of the Ninth International Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS 2003, Miami, Florida, USA 24. - 26.09.2003). 2003, S. 90 - 93.
5. Märcz, Andreas; Meyer-Wegener, Klaus; Suchomski, Maciej: Multimedia Conversion with the Focus on Continuous Media. In: van Bommel, Patrick (Hrsg.): Transformation of Knowledge, Information and Data: Theory and Applications. London, U.K., Hershey,

PA, USA : Information Science Publishing INFOSCI, 2004, S. 235-256. - ISBN 1-59140-527-0.

6. Meyerhöfer, Marcus; Meyer-Wegener, Klaus; Suchomski, Maciej: Open and Reconfigurable Multimedia Server Architecture. In: Czeslaw, Danilowicz (Hrsg.): Proc. 1st International Workshop on Multimedia Information Systems Technology (MMISTech'2004 in conjunction with the 4th National Conference Multimedia and Network Information Systems 2004 (MiSSI '04) Szklarska Poreba, Poland 17.09.2004). Wroclaw, Poland : Oficyna Wydawnizcza Politechniki Wroclawskiej, 2004, S. 213-222. - ISBN 83-7085-808-2.
7. Meyer-Wegener, Klaus; Militzer, Michael; Suchomski, Maciej: LLV1: Layered Losless Video Format Supporting Multimeda Servers During Realtime Delivery. In: xx (Hrsg.): xx (Veranst.): Proceedings of SPIE Volume: 6015 Multimedia Systems and Applications VIII (SPIE Optics East 2005 - Multimeda Systems and Applications VIII Boston, Massachusetts, USA 24./26.10.2005). 2005, S. 60151A.1-A.10.
8. Suchomski, Maciej; Meyer-Wegener, Klaus; Militzer, Michael: RETAVIC: Using Meta-Data for Real-Time Video Encoding in Multimedia Servers. In: xxx (Hrsg.): ACM (Veranst.): Proceedings of the International workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video (International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV'05) Stevenson, Washington, USA 13.06./14.06.2005). xx : ACM Press, 2005, S. 81-86.

2.9 SFB 539, Teilprojekt C5: Intelligente Vernetzung und Adaption von IT-Systemen zur Qualitätssteigerung

Projektleitung:

Prof. Dr. Stefan Jablonski, Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Frederic Gerdsen, Dipl.-Inf. Rainer Lay, Dipl.-Inf. Sascha Müller

Stichwörter:

Datenlogistik; Integration; Prozessorientierung

Laufzeit: 1.7.2003 - 30.6.2006

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Mitwirkende Institutionen:

Augenklinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Medizinische Informatik

SFB 539 (Glaukome einschließlich Pseudoexfoliationssyndrom (PEX))

hier: Teilprojekt C5: Intelligente Vernetzung und Adaption von IT-Systemen zur Qualitätssteigerung der Behandlung von Glaukompatienten

Projektbeschreibung (Teilprojekt C5)

Ausgangslage

Für eine effektive und erfolgreiche Behandlung von Glaukompatienten ist eine regelmäßige Kontrolle vieler Faktoren (Augeninnendruck, Medikation, Allergien, Form und Grad des Glaukoms, etc.) unter Berücksichtigung des individuellen Patientenkontexts (Krankheitsverlauf, Behandlungshistorie etc.) unerlässlich. Viele dieser Informationen werden inzwischen elektronisch verwaltet. Eine effektive Forschung im Bereich der Glaukome ist nur möglich, wenn sich die dabei verwendeten medizinischen Daten in einem konsistenten, aufeinander abgestimmten Zustand befinden. Viele dieser Daten werden aus erhobenen Patientendaten abgeleitet. Aufgrund der großen Menge der anfallenden Daten sowohl zur direkten Patientenversorgung als auch zur Unterstützung der Forschung und wegen der dabei einzuhaltenden Konsistenzanforderungen ist die elektronische Verwaltung dieser Daten notwendig. Folgende Vorteile verspricht man sich aufgrund einer solchen Verwaltung:

- Qualitätssteigerung bei der Behandlung der Patienten
- Erweiterung und Ausbreitung der Forschungstätigkeit
- Möglichkeiten erweiterter Analysen, Auswertungen, Benchmarking-Verfahren

Szenarien

Datenlogistik zur Verbesserung der Datengrundlage für statistische Auswertungen (Teilprojekt C1)

Um der statistischen Fragestellung nachzugehen, welche Auswirkungen der Verlust von Nervenfasern auf das Gesichtsfeld von Patienten hat, werden aus Sicht der Statistik Daten aus folgenden Systemen benötigt: Neben ausgewählten anamnestischen Daten aus dem Glaukomregister müssen Gesichtsfelddaten, die über das System "Octopus" erhoben werden, in die Statistikdatenbank eingespielt werden. Zusätzlich sind Rohdaten notwendig, die durch multifokale Elektroretinographie (multifokales ERG) und durch multifokal visuell evozierte kortikale Potentiale (multifokales VEP) erhoben werden. Hierbei sind auch Bilddaten in größeren Mengen der Statistikdatenbank zuzuführen. Als wichtige Voraussetzung aus Sicht der Statistik ist zu nennen, dass unbearbeitete und uninterpretierte Rohdaten aus den oben genannten Systemen geliefert werden müssen, um eine unverfälschte Statistik zu ermöglichen. Die Daten sollten eben auf Grund dieser Anforderung möglichst direkt nach der Erhebung in die Statistikdatenbank übermittelt werden (Teilprojekt Z), s. http://www6.informatik.uni-erlangen.de/DE/research/projects/SFB539/images/intdalog-1.png. Unter Beachtung des Datenschutzes sind die Daten anonymisiert zu übermitteln und über eine eigene globale Patientenidentifikationsnummer zusammenzuführen. Diese darf keinen direkten Rückschluss auf die Identität der Patienten ermöglichen.

Im Rahmen der Selbst-Tonometrie werden die Augeninnendruckwerte für das linke und rechte Auge vom Patienten selbst erhoben und an die Augenklinik - ergänzt um die Blutdruckwerte und die Herzfrequenz - übermittelt (siehe http://www6.informatik.uni-erlangen.de/DE/research/projects/SFB539/images/intdalog-2.png. Wie in der Abbildung dargestellt müssen in diesem konkreten Kontext die Daten aus dem Dialogsystem in das Glaukomregister überführt werden. Dieser wird anschließend in den patientenspezifischen Kontext gesetzt, d.h. mit den

bisherigen Werten und der Anamnese des jeweiligen Patienten über eine globale Patientenidentifikationsnummer zusammengeführt. Dieser in den patientenspezifischen Kontext gesetzte Messbericht muss nach medizinisch und klinisch motivierten Regeln geprüft und - wenn notwendig - dem behandelnden Arzt vorgelegt werden. Zu diesem Zweck können z.B. weitere Hintergrundinformationen für den behandelnden Arzt hinzugefügt werden, wie sie beispielsweise für die Ophthalmologie unter www.onjoph.com zu finden sind.

Bausteine des Gesamtsystems IntDaLog

Die Abbildung http://www6.informatik.uni-erlangen.de/DE/research/projects/SFB539/images/intdalog-3.png vermittelt einen Gesamtüberblick über die zu bearbeitenden Themengebiete. Der Pfeil Dateneingabe symbolisiert dabei die verschiedenen Formen der Datenerhebung. Beispielsweise können hier die Telefoneingabe der medizinischen Daten aus der Selbst-Tonometrie durch den Patienten oder die Erfassung von Operationsergebnissen über eine web-basierte Oberfläche durch den Arzt aufgeführt werden. Der Pfeil Datenpräsentation symbolisiert die unterschiedlichen Ausgabemechanismen, die Information z.B. mit den Patienten (Patienteninformationssystem) oder dem Arzt kommunizieren. Das im Zentrum der Abbildung dargestellte Basissystem zur intelligenten Datenlogistik (IntDaLog) ermöglicht es, dem Arzt die Datenflüsse nach medizinischen und klinischen Regeln prozessorientiert zu selektieren und somit gezielt (z.B. passend zu einem Behandlungsschritt, passend für den Patienten) zur Verfügung zu stellen. Der untere Teil der Abbildung deutet die technische Integration des Systems in bestehende Lösungen an.

Methode

1. Erfassen der klinischen Abläufe

Zunächst werden im klassischen Sinn die relevanten medizinischen Abläufe u.a. des Untersuchungsgebiets "Diagnostik und konservative Therapie von Glaukompatienten" untersucht. Daraus ergibt sich ein prozessorientiertes Ablaufmodell, aus dem abzulesen ist, welches IT-System wann welche Daten produziert (d.h. "generiert", beispielsweise durch Benutzereingabe) bzw. konsumiert (d.h. verwendet, beispielsweise in Auswertungen). Dieses Modell gibt die bevorzugte Verarbeitungssituation der medizinischen Anwendung wieder. Durch die prozessorientierte Vorgehensweise kann sichergestellt werden, dass die gefundenen Abläufe optimiert gestaltet worden sind.

2. Ableiten der notwendigen Datenver- und -entsorgung der involvierten IT-Systeme

Die prozessorientierte Modellierung der Vorgänge zur Behandlung von Glaukompatienten soll allerdings nicht der Entwicklung eines klassischen medizinischen Workflows dienen, sondern als Ausgangspunkt der intelligenten Datenlogistik dienen. Ausgehend von einem optimierten Prozessmodell wird kontrolliert, welche IT-Systeme mit welchen Daten (aus anderen IT-Systemen) versorgt werden müssen, um eine qualitativ hochwertige Behandlung von Glaukompatienten zu ermöglichen. Zusammengenommen spezifizieren diese Anforderungen die Aufgabenstellung für das intelligente Datenlogistiksystem IntDaLog. Diese Aufgaben sind ihrerseits als Datenlogistik-Prozesse zu formulieren. Alle notwendigen Informationen hinsichtlich der

Datenver- und -entsorgung, also insbesondere Schnittstellenbeschreibungen und Datenfluss, werden dabei in einem zentralen Repositorium beschrieben.

Vorteile der sekundären Prozessunterstützung

Sie ermöglicht den medizinischen Anwendern weiterhin größtmögliche Freiheit und Flexibilität bei der Arbeitsgestaltung. Die eigentlichen medizinischen Prozesse werden durch die Datenlogistik nicht direkt gesteuert. Diese Flexibilität kann durch die konventionelle Anwendung von Workflow-Konzepten in medizinischen Anwendungen nicht erreicht werden.

Aufgrund der aus Anwendersicht im Hintergrund ablaufenden intelligenten Datenlogistik, d.h. der intelligenten Ent- und Versorgung von IT-Systemen mit relevanten Daten, trägt der Ansatz zur Qualitätssteigerung in medizinischen Anwendungsprozessen bei.

Die Anwender können - wie bisher - die gewohnten IT-Systeme benutzen. Sie müssen nicht noch ein weiteres IT-System bedienen.

Publikationen

1. Jablonski, Stefan; Petrov, Ilia; Meiler, Christian; Mayer, Udo: Metadata Repositories as Infrastructure for Database Oriented Applications. In: Eder, J.; Welzer, T. (Hrsg.): CaiSE ’03 (The 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering Klagenfurt/Velden, Austria 16.-20.06.2003). Aachen : Technical University of Aachen, 2003, S. 53-56. - ISBN 86-435-0549-8.
2. Müller, Sascha; Lay, Rainer; Meiler, Christian; Jablonski, Stefan: Integration in der medizinischen Anwendung: Prozessbasierte Datenlogistik. In: Hasselbring, W.; Reichert, M. (Hrsg.): Tagungsband EAI-Workshop 2004 (Workshop Enterprise Application Integration (EAI 2004) Oldenburg 2004). 2004, S. 99-105.
3. Jablonski, Stefan; Lay, Rainer; Meiler, Christian; Müller, Sascha; Hümmer, Wolfgang: Process Based Data Logistics in Clinical Environments. In: Chamoni, P.; Deiters, W.; Gronau, N.; Kutsche, R. D., Loos, P.; Müller-Merbach, H.; Rieger, B.; Sandkuhl, K. (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2004. (Knowledge Supply and Information Logistics in Enterprises and Networked Organizations Essen 2004). Bd. 2. 2004, S. 230-243.
4. Jablonski, Stefan; Lay, Rainer; Meiler, Christian; Müller, Sascha: Process Based Data Logistics: A solution for Clinical Integration Problems. In: Rahm, E. (Hrsg.): Data Integration in the Life Sciences, LNBI 2994 (First International Workshop on Data Integration in the Life Sciences (DILS 2004)). LNBI : Springer Verlag, 2004, S. 31-46.
5. Müller, Sascha; Gerdsen, Frederic; Prokosch, Hans-Ulrich; Jablonski, Stefan: Standardisierte Kommunikation medizinischer Befunddaten aus einem Glaukom-Screening-Programm in eine elektronische Krankenakte mittels SCIPHOX/CDA. In: Klar, R., Köcke, W., Kuhn, K., Lax, H. Weiland, S., Zaiß, a.; Online-Artikel (Hrsg.): Tagungsband zu GMDS 2005 (GMDS 50. Jahrestagung 2005 Freiburg xx). xx : xx, 2005, S. 121-123.
6. Gerdsen, Frederic; Jablonski, Stefan; Müller, Sascha; Prokosch, Hans-Ulrich; Bader, Elisabeth; Poljak, Maria: Standardized Exchange of Medical Data between two Different Screening-Programs and an Electronic Health Record using CDA/SCIPHOX. In: J. Qual. Life Res. Vol. 3 (2005), Nr. Issue 2, S. 141-144.

7. Jablonski, Stefan; Lay, Rainer; Müller, Sascha; Meiler, Christian: Clinical pathways for glaucoma research and patient care. Erlangen : Universität Erlangen-Nürnberg. 2004. - Interner Bericht. 1 Seiten.
8. Jablonski, Stefan; Lay, Rainer; Müller, Sascha; Meiler, Christian; Faerber, Matthias; Derhartunian, Victor; Michelson, Georg: Building a Generic Platform for Medical Screening Applications based on Domain Specific Modeling and Process Orientation. In: Ludäscher, B. and Raschid, L. (Hrsg.): Proceedings 2005 (Second International Workshop on Data Integration in the Life Sciences San Diego 2005). Heidelberg : LNBI: Springer Verlag, 2005, S. 257-265.
9. Jablonski, Stefan; Lay, Rainer; Meiler, Christian; Müller, Sascha; Hümmer, Wolfgang: Data Logistics as a Means of Integration in Healthcare Applications. In: xx (Hrsg.): Proceedings of the 2005 ACM Symposium on Applied Computing (SAC) (Special Track on "Computer Appplications in Health Care"). xxx : xxx, 2005, S. 236-241.
10. Gerdsen, Frederic; Müller, Sascha; Bader. E.; Poljak, M.; Jablonski, Stefan; Prokosch, Hans-Ulrich: Einsatz von CDA/SCIPHOX zur standardisierten Kommunikation medizinischer Befunddaten zwischen einem Schlaganfall-/Glaukom-Screening-Programm und einer elektronischen Gesundheitsakte (EGA). In: xx (Hrsg.): Proceedings of Telemed 2005 (Telemed 2005 Berlin 2005). Berlin : xx, 2005, S. 124-137.
11. Jablonski, Stefan; Lay, Rainer; Meiler, Christian; Müller, Sascha: Process Oriented Knowledge Management to Support Clinical Pathway Execution. In: Althoff, Klaus-Dieter, Dengel Andreas; Bergmann, Ralph; Nicj, Makus; Berghofer, Thomas (Hrsg.): VM 2005: Professional Knowldege Management Experience and Visions (Veranst.): Proceedings of the Workshop Current Aspects of Knowledge Management in Medicine (KMMM05) (Current Aspects of Knowledge Management in Medicine (KMMM05) Kaiserslautern 2005). Kaiserslautern : DFKI GmbH, 2005, S. 305-308. - ISBN 3-00-016020-5.
12. Gerdsen, Frederic; Müller, Sascha; Jablonski, Stefan; Prokosch, Hans-Ulrich: Standardized Exchange of Medical Databetween a Research Database, an Electronic Patient Record and an Exlektronic Health Record using CDA/SCIPHOX. In: xx; xx (Hrsg.): American Medical Informatics Association's Annual Smposium (AMIA 2005 Washington, D.C., USA).

2.10 SKM - Semantical Knowledge Management

Projektleitung:

Dipl.-Inf. Udo Mayer

Beteiligte: Prof. Dr. Stefan Jablonski,; Ehlers, Torsten; Benker, Alexander; Nagy, Robert; Vilinski, Andreas

Stichwörter:

Semantic Web; OWL; Knowledge Management; Content Management

Beginn: 1.3.2005

Kontakt:

Dipl.-Inf. Udo Mayer
Tel.:+49.85.27899, Fax:+49.85.28854
E-Mail: udo.mayer@informatik.uni-erlangen.de

Wissen ist die wichtigste Ressource in der Informationsgesellschaft. Es wird vor allem über das Internet publiziert. Allerdings ist dieser Rohstoff in einer derart großen Menge vorhanden, dass es schwierig ist, den Überblick zu behalten.

Das Forschungsprojekt SKM beschäftigt sich mit innovativen Konzepten zum Wissensmanagement, um der Informationsflut des Internet zu begegnen. Dabei kommen Ansätze des Multidimensionalen Wissensmanagement sowie Techniken des Semantic Web zum Einsatz.

"The Semantic Web is an extension of the current web in which information is given a well-defined meaning, enabling computers and people to cooperate better". Soweit einer der Gründerväter des Internet, Tim Berners-Lee. Das Semantic Web versucht also, die Inhalte im Netz mit Bedeutung zu versehen. Dadurch wird es möglich, dass auch Maschinen Inhalte bewerten können.

Unter dem Begriff Knowledge Management versteht man im Allgemeinen Ansätze zur Verwaltung von Wissen. Wie dies geschieht, dazu gibt es verschiedene Konzepte. Im Rahmen dieses Projekts wird das Mulitdimensionale Modell verwendet. Es gliedert den Wissensraum in verschiedene Dimensionen, welche weiter strukturiert sind. Dadurch entsteht ein n-dimensionaler Würfel (vgl. Data Warehouse).

Publikationen

1. Mayer, Udo; Müller, Sascha; Schlundt, M.; Jablonski, Stefan: Semantisches Wissensmanagement für Verwaltungsprozesse und -informationen. In: Schweighofer E.; Liebwald D.; Augender S.; Menzel T.; (Hrsg.): "Effizienz von e-Lösungen in Staat und Gesellschaft" (Proceedings of IRIS05) (Internationales Rechtsinformatik Symposium Salzburg 2005 Salzburg 2005). Salzburg : Richard Boorberg Verlag, 2005, S. 197-202. - ISBN 3-415-03615-4.

3 Studien- und Diplomarbeiten; Bachelor- und Master Theses

3.1 Studienarbeiten

1. Schmidt, Michael, Werner: Analyse und Bewertung von Repositorien-Systemen und prototypische Implementierung eines IT-Architekturmanagementsystems.
2. Shoshak, Azita: Analyse und Vergleich grundlegender Konzepte von IT-Architekturbeschreibungssprachen.
3. Wittmann, René: A real-time implementation of a QoS-aware decoder for the LLV1-format
4. Krug, Barbara: Empirische Analyse der Akeptanz von IT-Architekturmanagementkonzepten in der betrieblichen Praxis.
5. Entine, Vladimir: Entwicklung und Realisierung eines generischen Konzepts zur Abbildung von Projektplänen auf Prozessmodellen.
6. Vilinski, Vladimir: Entwurf, Implementierung und Vergleich verschiedener Datenbank Speicher-Schemata im Rahmen von iRM/RMS.
7. Götz, Manuel: Entwurf und Realisierung eines interceptor-basierten Mechanismus für das Profiling von komponentenbasierten Anwendungen.
8. Philipp, Christian: Evaluierung von Code Coverage Techniken zur Bewertung von Messungen nichtfunktionaler Eigenschaften an Software-Komponenten.
9. Poljak, Maria: Konzeption und Implementierung einer Komponente zum Transfer medizinischer Daten aus dem Erlanger Glaukomregister in eine elektronische Krankenakte.
10. Müller, Stefanie: Konzeption und Implementierung einer anwendungsübergreifenden Logginkomponente.
11. Benker, Alexander: Semantischer Export einer multidimensionalen Wissensbasis mittels OWL.
12. Zhou, Yimin: Technische Grundlagen von XML-basierten Datenbanksystemen (dargestellt am Beispiel der Open Source XML-Datenbank Apache Xindice).
13. Beer, Nataliya: Signaturbasierte Suchverfahren für ein Komponentenrepository

3.2 Diplomarbeiten

1. Kachel, Kai: Anforderungsanalyse und Umsetzung klinischer Forschungsprozesse.
2. Meier, Jörg: A Security Framework for Data Stream Management Systems (Ein Sicherheits-Rahmenwerk für Datenstrom-Verwaltungssysteme).
3. Thiel, Thomas: Ein modular erweiterbarer Monitor für ein verteiltes Bilddatenbanksystem zur externen Langzeitarchivierung digitaler Röntgenbilder.
4. Sippel, Bernd: Evaluation und Integration von Standards zum Datenaustausch im medizinischen Umfeld.
5. Alif, Aloui: Konzeption und Realisierung einer Persistenz- und Sicherungsinfrastruktur für Prozessmanagementsysteme.
6. Iseler, Marc: Konzept und Implementierung einer Web-Anwendung zur Verwaltung und

Auswertung von ISO/IEC-15504-kompatiblen Prozessbewertungen.

7. Horn, Heiko: Konzept und Implementierung einer Datenbank mit Internetportalzugang für Vereine mit regionaler Verwaltung.
8. Schlundt, Jörg: Prozessorientiertes methodengestütztes Qualitätsmanagement.
9. Dornstauder, Sebastian: Einsatz von Modellen in der prozessorientierten Softwareentwicklung am Beispiel der modellbasierten Generierung von Projektmanagementplänen.
10. Meiler, Stefan: Modellierung, Analyse und konstruktive Abbildung von Anwendungsfällen auf eine repositoriumsbasierte IT-Architektur in der betrieblichen Praxis.
11. Lauterwald, Frank: Plattformunabhängige Performancevorhersage von Java-Softwarekomponenten auf Basis von Microbenchmarking.
12. Velke, Holger: Query Optimization between Data Stream Management Systems and Sensor Network Query Systems (Anfrageoptimierung zwischen Datenstrom-Verwaltungs- und Sensornetz-Anfragesystemen).
13. Burger, Michael: Realisierung und Erweiterung des nebenläufigen Web-Content-Management-Systems, um Dokumente gemeinsam zu nutzen und zu bearbeiten mit spez. Unterstützung für Gruppenentscheidungsmodell (e-Dokument).
14. Ehlers, Thorsten: Rekonstruktion, Analyse und Erweiterung konzeptioneller Methoden zur Strukturierung von Wissen im Knowledge Management.
15. Daum, Michael: Vorhersage nicht-funktionaler Eigenschaften komponentenbasierter Softwaresysteme.

3.3 Bachelor Theses

1. Kohlwig, Markus: Analytische Betrachtung des multidimensionalen Wissensmanagements.
2. Eversberg, Pascal: Entwurf und Realisierung eines Komponenten-Teststands zur Durchführung vonMessungen an EJB-Komponenten.

Professur für Informatik (Datenbanksysteme)

Anschrift: Martensstraße 3, 91058 Erlangen

Tel.: +49.09131.85.27885 **Fax.:** +49.9131.85.28854

E-Mail: stefan.jablonski@informatik.uni-erlangen.de

Forschungsprojekte und Publikationen sind im Teilbereich "Lehrstuhl für Informatik 6" eingegliedert.

Chair of Computer Science 7
(Computer Networks and Comunication Systems)

Address: Martensstr. 3, 91058 Erlangen

Phone: +49.9131.85.27411 **Fax.:** +49.9131.85.27409

E-Mail: sekretariat@i7.informatik.uni-erlangen.de

Head:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Professors:

Prof. a.D. Dr.-Ing. Ulrich Herzog
Hon. Prof. Hansjörg Fromm

Secretary:

Erika Hladky
Gerti Pastore

Scientific Coworkers:

Abdalkarim Awad, M. Sc.
Dipl.-Inf. Matthias Beyer
Dipl.-Inf. Isabel Dietrich
Dr.-Ing. Falko Dressler
Dr.-Ing.Winfried Dulz
Dipl.-Inf. Gerhard Fuchs
Dr.-Ing. Armin Heindl
Dipl.-Inf. Kai-Steffen Jens Hielscher
Dr.-Ing. Richard Hofmann
Dr.-Ing. Ulrich Klehmet
Dipl.-Inf. Kemal Köker´
Thomas Halva Labella, M. Sc.
Dipl.-Ing. Sebastien Truchat

Technical/Adminstrative staff:

Armin Cieslik
Chris Moog
Karlheinz Schramm

External Lecturer

Dr.-Ing Uwe Hehn

1 Introduction

Our research can be divided into the areas quality-of-service (QoS)-oriented system design and autonomic networking. In QoS-oriented system design we focus on the systematic design of networked and embedded systems. The vision is to provide model-based tool support over the whole engineering cycle in a seamless way to yield systems optimized with respect to QoS issues. Quality-of-service is understood as an umbrella covering various aspects such as traditional performance measures (e.g., throughput of a network, system response time, loss rate, etc.) and dependability measures (e.g., reliability of a network, availability of a server system, etc.) but also real time, energy efficiency, security, and economics.

For the QoS-oriented system design, modeling in its various aspects plays a key role and is complemented by measurements and tests. Models are used for system specification (the group is experienced in using SDL, MSC, and UML and related tools), stochastic analysis and simulation (experience exists in using queuing networks, stochastic Petri nets, UML models, and several simulation tools), real-time analysis, HW/SW co-design (synthesis and optimization starting from high-level models such as SDL and graph models) and modular software engineering for mobile and reconfigurable components (driven by UML models). Test cases are also generated from high-level models and provide information about the functional and QoS-related system behavior. Measurements are performed for selected experimental networks (e.g., a cluster-based Web-server, a soccer robot team, a WLAN, a sensor network) and are used to validate and calibrate the models.

The autonomic networking research primarily focuses on autonomous sensor/actuator networks that consist of a large number of small and cheap sensor nodes and a team of mobile robots. Sensor nodes contain a sensing unit, a processor, energy supply, and a wireless communication adapter; sensor networks can be used to collect, process, and communicate measurement data. Such systems provide many design challenges on several abstraction layers, including medium access control, ad-hoc routing, self-organization, large-scale distributed information processing in the presence of severe resource restrictions, dynamic topologies and frequent failures. Mobile robots extend the possibilities of stationary sensor networks by the abilities of locomotion and real interaction with the environment. Important research questions in both stationary as well as mobile sensor networks are QoS aspects such as energy efficiency, performance, dependability, and security. We also investigate how concepts from cellular and molecular biology (e.g., cellular signaling pathways) can be applied in autonomous sensor/actuator networks. Finally, we work on new concepts for network monitoring and intrusion detection in the area of network security.

2 Focus of research

The group is organized into three teams which focus on the following research areas:

2.1 Quality-of-Service (Coordination: Armin Heindl)

Methods for the measurement, simulation, and analysis are developed and investigated in experimental network scenarios. A GPS-based measurement infrastructure has been developed for highly precise and high-volume measurements. Simulation models are built either with com-

mercial UML tools or with WinPEPSY, a tool allowing for queuing network models. Special emphasis is given on innovative analysis methods for models with a large state space and with general distributions (non-Markovian models), analysis of large queuing networks by traffic-based decomposition and matrix-analytic techniques, as well as deterministic analysis based on network calculus (for providing QoS guarantees).

Research issues include:

- GPS-based measurement infrastructure for a Web cluster
- online and offline clock synchronization
- UML simulation models
- analysis of queuing networks by traffic-based decomposition and matrix-analytic methods
- correlated input modeling by Markovian arrival processes
- WinPEPSY: a modeling tool based on queuing networks
- analysis of large non-Markovian models by iterative rate adjustments
- network calculus and optimization
- performance impact factors in WLANs
- QoS of mechanisms for distributing traffic control messages

2.2 Design and Test of Communication Systems (Coordination: Winfried Dulz)

Methods are investigated for the design and test of communication systems based on formal description techniques (SDL and MSC) and object-oriented modeling and implementation languages (UML and Java). For the software engineering of interoperative systems (reconfigurable mobile components) a modular approach driven by UML patterns is applied. For testing, a new approach has been developed. Starting from scenario descriptions (MSC or UML sequence diagrams), a Markov chain is automatically derived from which it is possible to derive test cases (using ETSI TTCN-3). Thus, the models used for system specification can also be used for performing the tests and can thus give empirical evidence whether an implementation satisfies its implementation. The scenario approach allows for testing most likely usages of the system and can also provide a measure of test coverage.

Research issues include:

- statistical testing based on scenario descriptions
- enhancement of statistical scenario-based testing for QoS testing using UML
- tool development for statistical sceanario-based testing
- [cooperation with UB Med]
- modular software development for reconfigurable mobile systems driven by UML patterns
- software development in a mobile commerce scenario

2.3 Autonomic Networking (Coordination: Falko Dressler)

Self-organization methods and corresponding programming, control, and validation techniques are investigated in the autonomic networking group. Particularly, bio-inspired networking methods are evaluated and adapted. All these methods are used to build system architectures consisting of wireless sensor networks (WSN) and sensor/actuator networks (SANET), e.g. teams of mobile robots. In our lab, we build a robot-assisted sensor network consisting of several larger mobile robots connected to sensor nodes. The network will be used for exploration, surveillance as well as human communication assistance. Simultaneously, we are developing a comprehensive simulation model including MAC, ad hoc routing, end-to-end communication, and task allocation. We extend this model using robot simulators to match physical parameters of the environment to get more precise mobility models of the robot systems. The simulation model is used to assess the system behavior and its main characteristics such as energy consumption, QoS, and predictability. Finally, network security issues are investigated related to network monitoring and analysis and secured communication in ad hoc networks.

Research issues include:

- wireless sensor networks (WSN)
- secor/actuator networks (SANET)
- self-organization mechanisms
- task allocation, localization and navigation
- profiling and re-configuration
- energy-efficient operation, QoS, and resource utilization
- network security
- simulation techniques for large-scale ad hoc networks
- bio-inspired methodologies for communication and self-organization

2.4 Funded research projects

- Mo.S.I.S. (Modular Software Engineering for Ineroperative Systems), funded by Fraunhofer Institute for Integrated Circuits (IIS).
- Q.E.D. (QoS Enhanced Development Using UML2.0 and TTCN-3) funded by Fraunhofer IInstitute for Integrated Circuits (IIS).
- Bio-inspired Task Allocation Algorithms for SN-MRS Systems, funded by DAAD

2.5 Visiting scholars

- Dr.-Ing. habil. Peter Eschenbacher (Fraunhofer Arbeitsgruppe für Technologien der Logistik-Dienstleistungswirtschaft, Nürnberg)
- Prof. Marco Gribaudo (Università di Torino)
- Prof. Miklos Telek, Department of Telecommunications, TU Budapest
- Prof. Dr. Jan Tretmans, Radboud University Nijmegen
- Dr.-Ing. Matthias Unbehaun (BMW AG München)

2.6 Research-relevant technical equipment

The group has a PC cluster which can operate as a distributed Web server for both static or dynamic content or as an e-commerce system (a bookshop as specified by the TPC-W benchmark) and which has a measurement infrastructure for recording one-way delays, resource usages, and other relevant events. The infrastructure consists of a roof-mounted GPS antenna, several GPS receiver cards, additional hardware to distribute the PPS pulse, and modifications in the operating system kernels. It is possible to conduct measurements with high data volume and microsecond precision. A WLAN has the same measurement infrastructure. A robot assisted sensor network is available and consists of three Robertino robots and a number of sensor motes. The group also develops a soccer robot configuration close to the RoboCup F180 rules which includes an adapted measurement infrastructure.

2.7 Cooperation partners

- BMW, Science and Traffic Policy, München
- Siemens Medical Solutions, Forchheim
- Fraunhofer Institut Integrierte Schaltungen (several departments, Erlangen Tennenlohe)
- Prozeßdatenverarbeitung und Robotik (TU Berlin, Prof. G. Hommel)
- Performability Engineering Research Group (University of Illinois, Prof. W. Sanders)
- Computer Systems and Networks Group (University of Turin, Prof. G. Balbo, Dr. M. Gribaudo)
- Computer Networks and Internet Group (University of Tübingen, Prof. G. Carle)
- Dept. of Cellular and Molecular Physiology (University of Erlangen, Dr. B. Krüger)

2.8 Conferences and Workshops

The group has organized the following workshop in 2005

- GI/ITG KuVS Fachgespräch Energiebewusste Systeme und Methoden Erlangen, Germany October 2005

We are also preparing the "13th GI/ITG Conference on Measurement, Modeling, and Evaluation of Computer and Communication Systems" with the associated workshops

- ITG FA 6.2 Workshop on Model-Based Testing
- GI/ITG Workshop on Non-Functional Properties of Embedded Systems

which will take place in March 2006.

3 Research projects

Analysis Methods for non-Markovian Models

3.1 Analysis Methods for non-Markovian Models

Project manager:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Project participants:

Dipl.-Inf. Peter Bazan

Keywords:

Non-Markovian models; stochastic petri nets; queueing networks; performance analysis; approximation algorithms

Start: 1.11.2001

Sponsored by:

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Traditional approaches to solve non-Markovian models use phase-type expansions, apply the method of supplementary variables or construct an embedded Markov chain. All three approaches have also been investigated in the context of queuing networks and stochastic Petri nets. The phase-type expansion approach suffers from the enlargement of the state space, whereas the method of supplementary variables and the embedded Markov chain construction require basically that non-exponentially timed activities are not concurrent. If they are concurrent this will result in multidimensional differential equations that are hard to solve.

To avoid these problems more efficient techniques for the performance evaluation of computer networks like web servers or networks of embedded systems have to be developed. In such systems activity durations with large variances (file transfers) as well as deterministic durations (security aspects) arise. We have created two new approaches to approximately evaluate the performance models of these systems; the first one is based on the method of supplementary variables and the second one deals with phase-type expansions. We are currently enhancing these approaches and it is planned to combine them for the solution of large non-Markovian models.

In cooperation with department 4 (Distributed Systems and Operating Systems) the tool WinPEPSY for performance evaluation and prediction of queueing systems was developed. It contains well known analysis methods for open and closed product form and non-product form networks (mean value analysis, Jackson-method, decomposition methods, simulation) and the new state-based analysis methods are integrated.

In a cooperation with the Telecommunications Laboratory, Communications, Electronics and Information Engineering Division of the National Technical University of Athens simulation models for embedded network processors have been developed. The goal is to enhance the

above mentioned methods, so that even performance measures for these large models can be derived.

Publications

1. German, Reinhard: Cascaded Deterministic and Stochastic Petri Nets. In: unbekannt (Hrsg.): Proc. 3. Int. Meeting on the Numerical Solution of Markov Chains (3. Int. Meeting on the Numerical Solution of Markov Chains. Zaragoza September 1999). 1999, S. 111-130.
2. Freiheit, J. ; Zimmermann, A. ; German, Reinhard ; Hommel, G.: Petri Net Modeling and Performability Evaluation with TimeNET 3.0. In: unbekannt (Hrsg.): Proc. Int. Conf. on Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation. (Int. Conf. on Modelling Techniques and Tools for Computer Performance Evaluation. Schaumburg, Illinois, USA März 2000). Heidelberg : Springer, 2000, S. 188-202. (LNCS Bd. 1786)
3. German, Reinhard: Iterative Analysis of Markov Regenerative Models. In: Journal of Performance Evaluation (2001), Nr. 44, S. 51-72
4. Bazan, Peter ; German, Reinhard: An iterative approximate analysis method for non-Markovian models based on supplementary variables. In: n.b. (Hrsg.): Proc. of in 12th GI/ITG Conference on Measuring, Modelling and Evaluation of Computer and Communication Systems (MMB & PGTS 04 (12th GI/ITG Conference on Measuring, Modelling and Evaluation of Computer and Communication Systems (MMB & PGTS 04 Dresden September 2004). 2004.
5. Bazan, Peter ; Bolch, Gunter ; German, Reinhard: WinPEPSY-QNS Performance Evaluation and Prediction System for Queueing Networks. In: Begain, Khalid ; de Meer, Hermann ; Bolch, Gunter (Hrsg.): Proc. of 11th International Conference on Analytical and Stochastical Modelling Techniques and Applications (11th International Conference on Analytical and Stochastical Modelling Techniques and Applications Magdeburg 13. -16.06.04). 2004, S. 110 -115.
6. Bazan, Peter ; German, Reinhard: Approximate Analysis of Stochastic Models by Self-Correcting Aggregation. In: IEEE (Hrsg.): Proceeding of the Second International Conference on the Quantitative Evaluation of Systems 2005 (Second International Conference on the Quantitative Evaluation of Systems (QEST 2005) Torino, Italy 19-22 September). 2005, S. 134-143. - ISBN 0-7695-2427-3

3.2 BioNeting - Bio-inspired Networking

Project manager:

Dr.-Ing. Falko Dressler

Project participants:

Dipl.-Inf. Gerhard Fuchs
M.Sc. Thomas Halva Labella

Keywords:

bio-inspired networking; self-organization; organic computing; autonomic networking

Start: 1.5.2004

Participating institutions:

Dept. of Cellular and Molecular Physiology, University of Erlangen (Dr. Bettina Krüger)

Contact:

Dr.-Ing. Falko Dressler
Tel.: +49.9131.85.27914, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: Falko.Dressler@informatik.uni-erlangen.de

Besides to classical research area of bioinformatics, the turn to nature for solutions to technological questions has brought us many unforeseen great concepts. This encouraging course seems to hold on for many aspects in technology. Many efforts were made in the area of computer technology employing mechanisms known from biological systems. The most known examples are evolutionary algorithms and the artificial immune system. One application is in network security, e.g. for the search for viruses and worms, where the immune system was used as an inspiration.

In contrast, the focus of our group lays on trying to map the cellular and molecular biology to networking architectures. Recently, it was shown that the known approaches to study effects in computer networking, especially methods to analyze the behavior of large scale networks suffer from many presumptions. We try to study this behavior by analyzing the internal functioning of network components as well as there interactions in comparison with cellular systems and the associated intra and extra cellular signaling pathways.

The main focus of this work is to show the similarities of computer networks and cellular systems. Based on the knowledge about cellular metabolism, new concepts for the behavior patterns of routers, monitor systems, and firewalls can be deduced and the efficiency of individual sub-systems can be increased. Focusing on examples of hot topics in the computer society, i.e. network security, potential solutions motivated by cellular behavior are currently studied and, hopefully, will soon bring new results in these areas.

Independently from these examinations, we try to show the power of our novel approach by introducing the basic mechanisms and interactions as well as a self-evident application. Doing this, we must keep in mind that the deeper the parallels between biology and technology, the more important it is to map the corresponding elements correctly.

Publikationen

1. Dressler, Falko: Bio-inspired mechanisms for efficient and adaptive network security mechanisms. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of Dagstuhl Seminar 04411 on Service Management and Self-Organization in IP-based Networks (Dagstuhl Seminar 04411 on Service Management and Self-Organization in IP-based Networks Schloss Dagstuhl, Wadern Oktober). 2004.
2. Dressler, Falko: Bio-inspirierte effiziente Datenkommunikation in mobilen Netzen. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of Systemsoftware für Pervasive Computing: Fachgespräch der GI/ITG-Fachgruppe Kommunikation und Verteilte Systeme (Syssoft04) (Systemsoftware für Pervasive Computing: Fachgespräch der GI/ITG-Fachgruppe Kommunikation und Verteilte Systeme (Syssoft04) Stuttgart, Germany Oktober). 2004.
3. Dressler, Falko ; Krüger, Bettina: Cell biology as a key to computer networking. In: n.b. (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics 2004 (GCB'04) (German Conference on Bioinformatics 2004 (GCB'04) Bielefeld, Germany Oktober). 2004.
4. Krüger, Bettina ; Dressler, Falko: Molecular Processes as a Basis for Autonomous Networking. In: IPSI BgD Transactions on Advanced Research: Issues in Computer Science and Engineering 1 (2005), S. 43-50
5. Dressler, Falko ; Krüger, Bettina ; Fuchs, Gerhard ; German, Reinhard: Self-Organization in Sensor Networks using Bio-Inspired Mechanisms. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 18th ACM/GI/ITG International Conference on Architecture of Computing Systems - System Aspects in Organic and Pervasive Computing (ARCS'05) (18th ACM/GI/ITG International Conference on Architecture of Computing Systems - System Aspects in Organic and Pervasive Computing (ARCS'05): Workshop Self-Organization and Emergence Innsbruck, Austria March 2005). 2005.
6. Dressler, Falko: Locality Driven Congestion Control in Self-Organizing Wireless Sensor Networks. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 3rd International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2005): International Workshop on Software Architectures for Self-Organization, and Software Techniques for Embedded and Pervasive Systems (SASO+STEPS 2005) (3rd International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2005): International Workshop on Software Architectures for Self-Organization, and Software Techniques for Embedded and Pervasive Systems (SASO+STEPS 2005) Munich, Germany May 2005). 2005.
7. Dressler, Falko: Efficient and Scalable Communication in Autonomous Networking using Bio-inspired Mechanisms - An Overview. In: Informatica - An International Journal of Computing and Informatics vol. 29 (2005), Nr. 2, S. 183-188
8. Dressler, Falko: Self-Organization in Ad Hoc Networks: Overview and Classification. Erlangen-Nürnberg : Friedrich-Alexander-Universität. 2006 (02/06). - Interner Bericht

3.3 Energy-Efficient System-Level Co-design for Real-Time Distributed Embedded Systems

Project manager:

Dr.-Ing. Richard Hofmann

Project participants:

Amjad Muhsen, M. Sc.

Keywords:

rapid prototyping; tabu search; genetic algorithms; optimization; monitoring

Laufzeit: 2.4.2002 - 30.11.2005

Sponsored by:

Deutscher Akademischer Austauschdienst

Contact:

Dr.-Ing. Richard Hofmann
Tel.: +49.9131.85.27026, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: richard.hofmann@informatik.uni-erlangen.de

To keep pace with the development in IC technology, to meet aggressive power constraints, and to cope with the complexity of current and future embedded systems, system-level automated co-design tools and methodologies are essential. Our energy-efficient methodology and tool for system-level co-design of real-time distributed embedded systems (EE-Corsair) receives the informal system specifications and end up with a final HW/SW design.

Our approach transforms firstly the informal specifications into formal specification. For that purpose, SDL/MSC, which is widely used in telecommunication industry, is used. The specification is then captured in a *system model*. Formal specification and models are necessary to enable co-design automation.

The subsequent co-synthesis step operates on the generated *formal* system model and the design space is thoroughly explored to optimize the allocation/binding. This design space search engine is carried out based on the theory of evolutionary algorithms. Extra allocation/binding refinement step is suggested to deal with stringent constraints. The integrated library of pre-modelled components is enhanced by a set of features to make its use efficient in HW/SW co-design. To sharply reduce the power consumption, voltage scaling schemes are integrated in the co-synthesis process as a solid part of the optimization process. Dynamic voltage scaling (DVS) is applied here to reduce the consumed dynamic power and dynamic V_{th} scaling is applied by adapting the bias voltage V_{bb} to reduce the static power. Static power consumption has major effect on the total consumed power in future technologies. In our case, the scheduling problem is considered as a 2-D process: Time and voltage scheduling. The time schedule is prepared firstly in a way to enhance the efficiency of voltage scaling techniques applied later on.

The output of the co-synthesis phase is the allocated components accompanied with the mapping of the system-level tasks to these components. The time schedule is also produced in the form of Gantt chart. The voltage schedule gives the required voltage level(s) needed to execute each task. Other generated information is: the utilization of each allocated component, the cost of the system, and power/energy consumption.

Publikationen

1. Muhsen, Amjad ; Hofmann, Richard: Characterizing Power Consumption and Delay of Functional/Library Components for Hardware/Software Co-design of Embedded Systems. In: Hardt, W. ; Shing, M. (Hrsg.): 15th IEEE International Workshop on Rapid System Ptototyping 2004 (RSP ´2004) (International Workshop on Rapid System Ptototyping 2004 (RSP ´2004) Geneva, Switzerland June 28-30, 2004). Los Alamitos, CA : IEEE, 2004, S. 45-52. - ISBN 0-7695-2159-2
2. Muhsen, Amjad ; Hofmann, Richard: Energy-aware Co-synthesis and Efficient Design Space Exploration for Time-constrained Embedded Systems. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of the 3rd WSEAS Int.Conf. on Information Security, Hardware/Software Codesign and Computer Networks (3rd WSEAS Int.Conf. on Information Security, Hardware/ Software Codesign and Computer Networks Copacabana, Rio de Janeiro, Brasilien 12-15 October). 2004.
3. Muhsen, Amjad ; Hofmann, Richard: Power Modeling, Estimation, and Optimization for Automated Co-design of Real-Time Embedded Systems. In: Macii, Enrico ; Paliouras, Vassilis ; Koufopavlou, Odysseas (Hrsg.): Integrated Circuit and System Design (14th International Workshop, PATMOS 2004 Santorini, Greece September 15-17, 2004). Heidelberg : Springer, 2004, S. 643-651. (LNCS Bd. 3254) - ISBN 3-540-23095-5
4. Muhsen, Amjad ; Hofmann, Richard: Building a Library of Pre-characterized Components for Hardware/Software Co-design of Embedded Systems. Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2003 (07/03). - Interner Bericht
5. Muhsen, Amjad ; Hofmann, Richard: Automated and Energy-Efficient Co-Synthesis for Distributed Embedded Systems. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of the 7th International Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS 2005) (7th International Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS 2005) Iasi, Romania 14-15 July). 2005, S. 777-781.
6. Muhsen, Amjad ; Hofmann, Richard: Efficient Voltage Scheduling and Energy-aware Co-synthesis for Real-time Embedded Systems. In: n.b. (Hrsg.): Proc. of Tenth Asia-Pacific Computer Systems Architecture Conference (ACSAC 05) (Tenth Asia-Pacific Computer Systems Architecture Conference (ACSAC 05) Singapore October 24 - 26). 2005.
7. Muhsen, Amjad ; Hofmann, Richard: Near Optimal and Energy-Efficient Scheduling for Hard Real-Time Embedded Systems. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of The 2005 IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC' 2005) (The 2005 IFIP International Conference on Embedded And Ubiquitous Computing (EUC'2005) Nagasaki, Japan 6-9 December 2005). 2005, S. 234-244.
8. Muhsen, Amjad ; Hofmann, Richard: Power-Aware Scheduling for Hard Real-Time Embedded Systems Using Voltage-Scaling Enabled Architectures. In: n.b. (Hrsg.): Fif-

teenth International Workshop on Power and Timing Modeling, Optimization and Simulation (PATMOS'05) (Fifteenth International Workshop on Power and Timing Modeling, Optimization and Simulation (PATMOS'05) Leuven, Belgium 21-23 September 2005). 2005.

9. Al-Jarrah, Omar ; Muhsen, Amjad: Reducing the Control Latency in Distributed Shared-Memory Multiprocessor Systems Using Fuzzy Logic Prediction. In: International Journal of Modelling & Simulation 25 (2005), Nr. 1, S. 12-23

3.4 HISTORY - HIgh Speed neTwork mOnitoRing and analYsis

Project manager:

Dr.-Ing. Falko Dressler

Project participants:

Dipl. Inf. Ali Fessi (Tübingen) , Dipl. Inf. Andreas Klenk (Tübingen), Dipl. Inf. Gerhard Münz (Tübingen), Dipl.-Inf. Isabel Dietrich

Keywords:

network monitoring; accounting; performance measurements; intrusion detection; anonymization; configuration signaling

Start: 1.9.2003

Sponsored by:

EU (European Commission)
BMBF

Participating institutions:

Computer Networks and Internet, University of Tübingen
(Prof. Dr.-Ing. Georg Carle)

Contact:

Dr.-Ing. Falko Dressler
Tel.: +49.9131.85.27914, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: Falko.Dressler@informatik.uni-erlangen.de

The aim of this project is to build an architecture, methods, and tools for distributed network analysis. The HISTORY analysis environment makes it possible to collect information about network traffic and its behavior in distributed high-speed network environments. The employment of standardized protocols (IETF IPFIX, PSAMP, and NSIS) results in an extensible architecture. A main objective is to develop methodologies for handling high amounts of statistics and packet data even with cheap low-end components. Visualization techniques and anonymization methods round off the big picture of a visionary environment for all network monitoring and analyzing challenges. Developed tools will be available under an open source license.

Research Goals and Objectives

- Cooperative autonomous entities with distributed functioning
- Emergent behavior through adaptive self-organization
- Operation in high-speed networks while utilizing standard PC components
- Wide application range from accounting and charging up to traffic engineering and intrusion detection
- Anonymization techniques for wide applicability

Publikationen

1. Dressler, Falko ; Gerhard Münz ; Georg Carle: CATS - Cooperating Autonomous Detection Systems. In: n.b. (Hrsg.): 1st IFIP TC6 WG6.6 International Workshop on Autonomic Communication (WAC 2004) (1st IFIP TC6 WG6.6 International Workshop on Autonomic Communication (WAC 2004) Berlin, Germany Oktober). 2004.
2. Dressler, Falko ; Carle, Georg: HISTORY - High Speed Network Monitoring and Analysis. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 24th IEEE Conference on Computer Communications (IEEE INFOCOM 2005) (24th IEEE Conference on Computer Communications (IEEE INFOCOM 2005) Miami, FL, USA March 2005). 2005.
3. Carle, Georg ; Dressler, Falko ; Schäfer, Günter: Netzwerksicherheit - Verteilte Angriffserkennung im Internet. In: n.b. (Hrsg.): 14. GI/ITG Fachtagung Kommunikation in Verteilten Systemen (KiVS'05) (14. GI/ITG Fachtagung Kommunikation in Verteilten Systemen (KiVS'05) Kaiserslautern, Germany March 2005). 2005.
4. Foell, Uwe ; Fan, Changpeng ; Carle, Georg ; Dressler, Falko ; Roshandel, Mehran: Service-Oriented Accounting and Charging for 3G and B3G Mobile Environments. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 9th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM 2005) (9th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM 2005) Nice, France May 2005). 2005.
5. Dressler, Falko ; Klenk, Andreas ; Kappler, Cornelia ; Fessi, Ali ; Carle, Georg: Path-coupled Signaling for Dynamic Metering Configuration in IP-based Networks. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of IFIP 2005 Networking and Electronic Commerce Research Conference (NAEC 2005) (IFIP 2005 Networking and Electronic Commerce Research Conference (NAEC 2005) Riva Del Garda, Italy October 6-9, 2005). 2005, S. 388-399.
6. Dressler, Falko: Adaptive network monitoring for self-organizing network security mechanisms. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of IFIP International Conference on Telecommunication Systems, Modeling and Analysis 2005 (ICTSM2005) (IFIP International Conference on Telecommunication Systems, Modeling and Analysis 2005 (ICTSM2005) Dallas, TX, USA November 2005). 2005, S. 67-75.
7. Dressler, Falko ; Dietrich, Isabel: Simulative Analysis of Adaptive Network Monitoring Methodologies for Attack Detection. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of IEEE EUROCON 2005 - The International Conference on "Computer as a Tool (IEEE EUROCON 2005 - The International Conference on "Computer as a Tool Belgrade, Serbia and Montenegro November 2005). 2005, S. 624-627.
8. Dressler, Falko: Adaptive Re-Configuration of Network Monitoring Applications. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of Dagstuhl Seminar 06011: Perspectives Workshop: Au-

tonomic Networking (Dagstuhl Seminar 06011: Perspectives Workshop: Autonomic Networking Schloss Dagstuhl, Wadern, Germany January 2006). 2006.

9. Dressler, Falko ; Chaskar, Hemant: Security Architectures for Wired and Wireless Networks: Threats and Countermeasures. In: n.b. (Hrsg.): Proc. of 1st IEEE/ACM International Conference on Communication System Software and Middleware (IEEE COMSWARE 2006) (1st IEEE/ACM International Conference on Communication System Software and Middleware (IEEE COMSWARE 2006) New Dehli, India January 2006). 2006.
10. Münz, Gerhard ; Antony, Albert ; Dressler, Falko ; Carle, Georg: Using Netconf for Configuring Monitoring Probes. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 10th IFIP/IEEE Network Operations & Management Symposium (NOMS 2006) (10th IFIP/IEEE Network Operations & Management Symposium (NOMS 2006) Vancouver, Canada April 2006). 2006.
11. Dressler, Falko: Policy-based traffic generation for IP-based networks. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 25th IEEE Conference on Computer Communications (IEEE INFOCOM 2006) (25th IEEE Conference on Computer Communications (IEEE INFOCOM 2006) Barcelona, Spain April 2006). 2006.

3.5 Integrated Modeling Platforms for Computer Infrastructures

Project manager:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Project participants:

Dipl.-Inf. (FH) Stefan Schreieck, Dipl.-Inf. Kai-Steffen Jens Hielscher

Start: 1.1.2005

Contact:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Tel.: +49.9131.85.27916, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: reinhard.german@informatik.uni-erlangen.de

Performance models may provide reliable answers concerning the quality of service of computer systems. Design decisions in the model building process represent a crucial step, which also affect the applicability of available evaluation algorithms. Analytical techniques are usually much faster than simulations, but there exist many system variations and growing models become complicated soon. But what must a model look like to get trustworthy answers, what are the key parts of a certain computer system which must be modeled and where are the limits of particular models? This is the starting point for our project. We want to provide a framework which shows a practicable way of how to start with modeling a certain infrastructure, which might exhibit some performance problems. It is a main goal to investigate the influence of the different components in the system on the accuracy of the modeling results. Besides, we want to compare different modeling approaches in view of their outcomes. In the end, this will demonstrate the limits of simple analytical or simulative models. The objects being modeled are part

of the infrastructure of our cooperation partner, the University of Applied Sciences in Kempten: on the one hand a web-server and on the other hand a distributed web-service, i.e., an online portal which consists of a web-server, an application-server and a database-server. Because these systems are real productive systems, we are convinced to meet the requirements of many other teams using comparable infrastructures in a commercial way. We get real data from these systems which deliver the information to parameterize and validate the models. In addition, we evaluate, respectively develop, some tools for gathering the required numbers about the computers. At the moment we investigate a straightforward solution for measuring delays on the network with only one PC without further time synchronisation.

3.6 Mo.S.I.S. (Modular Software-engineering for Interoperative Systems)

Project manager:

Dr.-Ing. Winfried Dulz

Project participants:

Dipl.-Ing. Sébastien Truchat

Keywords:

interoperability; reconfiguration; software-engineering; mobile computing; mobile services; design pattern

Start: 1.10.2001

Sponsored by:

Fraunhofer Gesellschaft IIS-A

Contact:

Dipl.-Ing. Sébastien Truchat
Tel.: +49.9131.85.27697, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: sebastien.truchat@informatik.uni-erlangen.de

An important goal of the CCIOS cooperation (Competence Centre for Interoperative Systems, Fraunhofer institute IIS-A) is to elaborate a universal hardware-independent developing strategy for adaptive/reconfigurable interoperative systems and especially for mobile devices. In order to provide a faster and more efficient engineering process, two major fields of interest arise: Optimised software engineering through the use and improvement of modern and mostly platform independent engineering methods and tools Conception and realisation of new applications and service-provider scenarios, in particular within the pilot project HORN (Home and Office Replenishment Nuremberg), which is an initiative of the Fraunhofer Institute ATL, Nuremberg We therefore concentrate our research work on a development strategy that covers all phases from the design phase up to the implementation, even for lightweight devices. Our new technique will allow rapid software prototyping to obtain an open reconfigurable mobile device. In the same way, the infrastructure installed for mobile services will be dynamically reusable for new services. Our concept aims on platform independence by using dedicated

design patterns. A global service or application has to be separated into collaborating and exchangeable software modules to enable modular reconfiguration over wireless networks. Platform interoperability is reached via a profile based generic reconfiguration mechanism, permitting the (re-)use of existing local infrastructures to reconfigure various mobile terminals. Software interoperability can be reached by the use of light-weight data oriented interfaces rather than through a middleware approach.

Publikationen

1. Truchat, Sébastien: Interoperative Systeme - Eine Studie über vorhandene Plattformen. Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2002 (04). - Interner Bericht
2. Truchat, Sébastien: Interoperative Systems for Replenishment. In: Ferscha, A. ; Hörtner, H. ; Kotsis, G. (Hrsg.): Advances in PervasiveComputing (Pervasive 2004 Linz 18.-23.April). Wien : Oesterreichische Computer Gesellschaft, 2004, S. 161-166. (books@ocg.at Bd. 176) - ISBN 3-85403-176-9
3. Truchat, Sébastien ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; Pflaum, Alexander: Towards Cost Efficient Mobile Services. In: Kotsis, G. ; Taniar, D. ; Ibrahim, I. K. (Hrsg.): The 2nd International Conference on Advances in Mobile Multimedia (MOMM2004) (The 2nd International Conference on Advances in Mobile Multimedia (MOMM2004) Bali, Indonesia Sept. 22-24, 2004). Bali : Oesterreichische Computer Gesellschaft, 2004, S. 179-188. (books@ocg.at Bd. 184) - ISBN 3-85403-184-X
4. Truchat, Sébastien ; Pflaum, Alexander: Reconfigurable consumer direct logistics systems. In: Müller, Paul ; Gotzhein, Reinhard ; Schmitt, Jens B. (Hrsg.): Kommunikation in Verteilten Systemen (KiVS) (Kommunikation in Verteilten Systemen (KiVS) Kaiserslautern 28.2.-3.3.2005). Bonn : Gesellschaft für Informatik, 2005, S. 104-111. (GI-Edition Lecture Notes in Informatics Bd. P-61) - ISBN 3-88579-390-3
5. Fuchs, Gerhard ; Truchat, Sébastien ; Dressler, Falko: Profilbasierte Rekonfiguration kleiner Endgeräte - Roboter unterstützte Sensornetzwerke. Hagen : Fernuniversität in Hagen Fachbereich Informatik. 2005 (324-5/2005). - Interner Bericht (2. GI/ITG KuVS Fachgespräch Ortsbezogene Anwendungen und Dienste)
6. Truchat, Sébastien: Systembeschreibung zu Rekonfigurierbaren mobilen autonomen Diensten - Rekonfigurierbare Navigationssoftware. Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2005 (01/05). - Interner Bericht
7. Truchat, Sébastien: Erste Systembeschreibung zur Diplomarbeit: Mobile autonome Dienste und ihr Profiling. Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2004 (02). - Interner Bericht
8. Fuchs, Gerhard ; Truchat, Sébastien ; Dressler, Falko: Distributed Software Management in Sensor Networks using Profiling Techniques. In: n.b. (Hrsg.): Proc. of 1st IEEE/ACM International Conference on Communication System Software and Middleware (IEEE COMSWARE 2006): 1st International Workshop on Software for Sensor Networks (SensorWare 2006) (1st IEEE/ACM International Conference on Communication System Software and Middleware (IEEE COMSWARE 2006): 1st International Workshop on Software for Sensor Networks (SensorWare 2006) New Dehli, India January 2006). 2006.

3.7 Modeling of External and Internal Impact Factors on the Performance of Wireless Local Area Networks

Project manager:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German, Dr.-Ing. Armin Heindl

Project participants:

Prof. Dr.-Ing. Günter Hommel, Dipl.-Inf. Kai-Steffen Jens Hielscher

Keywords:

WLANs; modeling; measurements; simulation; RT-UML

Start: 1.8.2000 - 31.3.2005

Sponsored by:

DFG

Contact:

Dr.-Ing. Armin Heindl
Tel.: +49.9131.85.27099, Fax:.+49.9131.85.27409,
E-Mail: armin.heindl@informatik.uni-erlangen.de

As in tethered local networks (LANs), communication protocols (on different protocol layers) and traffic load have a significant impact on the performance of wireless LANs. Additionally, the wireless channel - especially in the context of mobility of the stations - heavily affects the design and performance of WLANs. This project merges these external and internal impact factors into an integrated simulation model. Key submodels encompass Markovian models for autocorrelated traffic generation and autocorrelated packet losses as well as detailed non-Markovian protocol models (IEEE 802.11, TCP/IP) and random waypoint mobility models. The developed models can be validated by measurements with our software monitor with high-resolution timestamping. Similarly, measurements for lowly loaded and traffic-controlled systems serve to determine model parameters (input modeling).

Model building is based on UML-statecharts extended with timing (an implementation of real-time UML) as provided by the commercial tool AnyLogic (by XJ technologies). This tool also allows for discrete-continuous (hybrid) simulation (as required for mobility modeling). The measurement infrastructure has been successfully applied in a web cluster project and been adapted to the WLAN environment. A dedicated graphical user interface provides access to the netfilter framework of Linux and thus a flexible data collection. Several student workers participated in model building and the implementation of the software monitor leading to various student theses.

Publikationen

1. Heindl, Armin: Inverse Characterization of Hyperexponential MAP(2)s. In: Al-Begain, Khalid ; Bolch (Hrsg.): 11th International Conference on Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications (Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications (ASMTA 2004) Magdeburg, Germany 13-16 June 2004). 2004, S. 183-189.
2. Resch, Christian ; Heindl, Armin ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; German, Reinhard: Measurement-based modeling of end-to-end delays in WLANs with ns-2. In: Hülsemann, Frank ; Kowarschik, Markus ; Rüde, Ulrich (Hrsg.): Proc. 18th Symposium on Simulation Techniques (ASIM) (ASIM Erlangen, Germany September 2005). 2005, S. 254-259.

3.8 Network Calculus and Optimization

Project manager:

Dr.-Ing. Ulrich Klehmet, Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Keywords:

deterministic queueing; QoS guarantees; min-plus algebra; optimization

Start: 1.3.2004

Contact:

Dr.-Ing. Ulrich Klehmet
Tel.: +49.9131.85.27009, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: ulrich.klehmet@informatik.uni-erlangen.de

Network Calculus (NC) is a novel system theory for deterministic queueing systems. To this day it is a big challenge to give assured information about performance-guarantees of telecommunication systems by mathematical methods. This refers to both the design of future systems and analysis on the one hand and evaluation of existing systems on the other hand. For systems constrained to hard real-time conditions special timed quality requests are an inherent aspect of system functionality, e.g. like timeliness of especial events. Therefore the classical performance evaluation based on stochastic methods and resulting in (stochastic) expectation values - i.e. mean values - has to be extended by a mathematical tool producing guaranteed boundings for worst case scenarios. The aim for example is to get lower and upper bounds for end-to-end delays of nodes or collections of nodes within a network, for traffic backlog and for output limitations. By means of these performance-analytic bounding values - characterizing worst-case behaviour of traffic flows - it is possible to dimension the corresponding buffer(s), to make sure not exceeding a special burst etc.

The NC is a tool for evaluation and estimation of network performance. As well as performance evaluation - the improvement of performance is important. At this it means, based on the analytical (NC-) formulas we wish to optimize e.g. a network parameter whereas other parameters

are constrained to special limit values. Such as it might be intended to minimize the (maximal) packet delay taking into account limits of arrival and/or service conditions.

So we want to use the Network Calculus for estimation and optimization concerning QoS guarantees in packet switched communication systems.

Publikationen

1. Klehmet, Ulrich: Introduction to Network Calculus. In: Al-Begain, Khalid ; Bolch, Gunter ; Telek, Miklos (Hrsg.): Proceedings of the 12th International Conference Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications (ASMTA 2005) (12th International Conference Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications (ASMTA 2005) Riga, Latvia June 1-4, 2005). 2005, S. 89.

3.9 Q.E.D (QoS Enhanced Development Using UML2.0 and TTCN-3)

Project manager:

Dr.-Ing. Winfried Dulz

Project participants:

Dipl.-Inf. Matthias Beyer

Keywords:

software testing; automatic test generation; Markov chain usage model; UML2.0; TTCN-3; QoS

Start: 1.7.2002

Sponsored by:

Fraunhofer Gesellschaft IIS-A

Contact:

Dipl.-Inf. Matthias Beyer
Tel.: +49.9131.85.27627, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: matthias.beyer@informatik.uni-erlangen.de

Research work in this project deals with the automatic generation of a TTCN-3 compliant test system intended to validate functional and performance requirements of a given system under test. Moreover, our testing methodology that is based on a Markov Chain usage model also provides additional statistical metrics such as the estimated reliability. The complete process relies on the UML 2.0 and the SPT-Profile which is a real-time extension for the UML.

Starting with a use case specification and scenario descriptions a protocol state machine is derived as the basic test model. By adding an operational profile the resulting model supports statistical analysis (e.g. the average test case length) as well as the statistical generation of test cases. Given some supplementary information, i.e. the data types and test data, the complete test

suite can be generated in TTCN-3, a standardized testing language. After executing the test suite, automatic analysis of the test verdicts will provide major metrics such as the reliability estimation for the system under test.

For automation and for convenient application, all steps are implemented in XSLT stylesheets or in Java. The tool chain is based on the standardized interchange format for the UML called XML Metadata Interchange.

Publikationen

1. Beyer, Matthias ; Dulz, Winfried: Scenario-based Statistical Testing of Quality of Service Requirements. In: Leue, Stefan ; Systä, Tarja Johanna (Hrsg.): Scenarios: Models, Transformations and Tools (International Workshop Scenarios: Models, Transformations and Tools Schloss Dagstuhl 5.-10.9.2003). Heidelberg : Springer, 2005, S. 152-173. Bd. LNCS, Nr. 3466 - ISBN 3-540-26189-3
2. Beyer, Matthias ; Dulz, Winfried ; Hielscher, Kai-Steffen Jens: Performance Issues in Statistical Testing. In: German, Reinhard ; Heindl, Armin (Hrsg.): Proceedings of 13th GI/ITG Conference on Measurement, Modeling, and Evaluation of Computer and Communication Systems (MMB 2006) (13th GI/ITG Conference on Measurement, Modeling, and Evaluation of Computer and Communication Systems (MMB 2006) Erlangen, Germany March 27-29, 2006). Berlin : VDE Verlag GmbH, 2006, S. 191-207. - ISBN 3-8007-2945-8

3.10 Quality of Service of Networked Embedded Systems

Project manager:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Project participants:

Dipl.-Inf. Kemal Köker

quality of service; distributed embedded systems; real-time operating systems; embedded linux

Start: 1.6.2002

Contact:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Tel.: +49.9131.85.27916, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: reinhard.german@informatik.uni-erlangen.de

Research activities in the area of "networked embedded systems in dynamic environments" aim at an investigation of the performance and real-time characteristics of such distributed systems. For this purpose, several system components with their internal behaviour (like operating system, application program, runtime system) and the communication units are examined more closely. The test scenario was specified as a variant of the RoboCup Small Size League (F180). The system consists of individual soccer robots, a global vision system for the playfield, as well

as a computer system which acts as a communication base using WLAN and Ethernet. For the investigation, an adequate measurement infrastructure is necessary, which can monitor response time and utilization of the system. It is required to adjust the already existing measurement infrastructure of a web cluster at the group for embedded systems. Simulation models (evaluated by means of tools like AnyLogic, OPNET, ns-2) and analytic queueing models (using e.g., WinPEPSY) can then be build based on the measurements. Based on this measurement environment and the developed models, it is possible to validate and calibrate close-to-reality models, which allow to assess and interpret such systems. This work will answer the question "which components must the model contain to describe the system adequately".

The work of the previous year can be summarized in four parts. In the first part, the self-built-robot has been redesigned including a microcontroller-circuit, which communicates via the RS-232-Interface of the PC/104-board. The microcontroller enables the robots of each team to act very precisely in the dynamic environment of a soccer game, for instance.

In the second part, the operating system of the PC/104-board has been patched with RTAI to analyze the performance of the real-time-application-interface for Linux. To evaluate the systems response in real time, signal edges have been generated and the latency was monitored using a very highly-precise time-measuring instrument. Monitoring systems delivered a variation of the systems response time when calling a single-shot-task and periodic-tasks and if the system load increases i.e. by executing classic tasks like gcc and pingflood.

In the third part, an existing event-tracing-tool for the Linux-Kernel was modified for tracing real-time events by using the RTAI-Patch for Linux. Now its possible to analyze the latency of the response time on the system software level by tracking the real-time system calls.

In the fourth part, the software of the existing soccer-playing robot has been adapted, so this player now can act more autonomously by using its on-board-sensors (proximity-sensors and cmos camera). The robot is not provided with any kind of information from the systems outside.

3.11 ROSES - RObot assisted SEnsor networkS

Project manager:

Dr.-Ing. Falko Dressler, Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Project participants:

Dipl.-Inf. Gerhard Fuchs, Dipl.-Inf. Isabel Dietrich, M.Sc. Thomas Halva Labella

Keywords:

sensor networks; autonomous systems; self-organization; energy-aware operation; task allocation; localization; mobile ad hoc networks

Start: 1.10.2004

Sponsored by: DAAD

Contact:

Dr.-Ing. Falko Dressler
Tel.: +49.9131.85.27914, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: Falko.Dressler@informatik.uni-erlangen.de

The development and the control of self-organizing, self-configuring, self-healing, self-managing, and adaptive communication systems and networks are primary research aspects of the autonomic networking team. The employed embedded systems, e.g. sensor motes and mobile robots, are getting smaller, more mobile, and more energy aware. Novel mechanisms in operating systems, in the communication infrastructure, and in applications provide enormous energy savings. Sensor motes are used e.g. for the collection, the processing, and the communication of measurement data. Another research aspect of our group is the combination of mobile robot systems with stationary sensor networks. Such mobility enhancements as well as the limited resources in typical sensor networks lead to new problems, challenges, and solution spaces in terms of efficient data management and communication. In addition to engineering methods we investigate in bio-inspired methodologies learnt from cell and molecular biology to address these issues.

Research Goals

- Energy efficient operation, communication, and navigation
- Sensor assisted localization and navigation
- Quality of service aware communication in heterogeneous mobile networks with dynamic topology
- Optimized task allocation and communication based on application and energy constraints
- Secure communication and data management in mobile sensor networks

Solution Space

- Novel models for energy and application aware communication
- Combination of different localization techniques for optimized high-precision navigation
- Bio-inspired communication methods for information exchange and task allocation
- Integration of mobile robots and stationary sensor nodes to autonomous mobile sensor/actuator networks

Publikationen

1. Dressler, Falko: Bio-inspirierte effiziente Datenkommunikation in mobilen Netzen. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of Systemsoftware für Pervasive Computing: Fachgespräch der GI/ITG-Fachgruppe Kommunikation und Verteilte Systeme (Syssoft04) (Systemsoftware für Pervasive Computing: Fachgespräch der GI/ITG-Fachgruppe Kommunikation und Verteilte Systeme (Syssoft04) Stuttgart, Germany Oktober). 2004.
2. Dressler, Falko ; Krüger, Bettina ; Fuchs, Gerhard ; German, Reinhard: Self-Organization in Sensor Networks using Bio-Inspired Mechanisms. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 18th ACM/GI/ITG International Conference on Architecture of Computing Systems - System Aspects in Organic and Pervasive Computing (ARCS'05) (18th ACM/GI/ITG International Conference on Architecture of Computing Systems - System Aspects in Organic and Pervasive Computing (ARCS'05): Workshop Self-Organization and Emergence Innsbruck, Austria March 2005). 2005.
3. Dressler, Falko: Sensor-Based Localization-Assistance for Mobile Nodes. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 4. GI/ITG KuVS Fachgespräch Drahtlose Sensornetze (4. GI/ITG KuVS Fachgespräch Drahtlose Sensornetze Zurich, Switzerland March 2005). 2005, S. 102-106.
4. Dressler, Falko: Locality Driven Congestion Control in Self-Organizing Wireless Sensor Networks. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 3rd International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2005): International Workshop on Software Architectures for Self-Organization, and Software Techniques for Embedded and Pervasive Systems (SASO+STEPS 2005) (3rd International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2005): International Workshop on Software Architectures for Self-Organization, and Software Techniques for Embedded and Pervasive Systems (SASO+STEPS 2005) Munich, Germany May 2005). 2005.
5. Dressler, Falko ; Fuchs, Gerhard: Energy-aware Operation and Task Allocation of Autonomous Robots. In: Kozlowski, K. (Hrsg.): Proceedings of 5th IEEE International Workshop on Robot Motion and Control (IEEE RoMoCo'05) (5th IEEE International Workshop on Robot Motion and Control (IEEE RoMoCo'05) Dymaczewo, Poland June 23-25, 2005). 2005, S. 163-168.
6. Dressler, Falko: Reliable and Semi-reliable Communication with Authentication in Mobile Ad Hoc Networks. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 2nd IEEE International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems (IEEE MASS 2005): International Workshop on Wireless and Sensor Networks Security (WSNS'05) (2nd IEEE International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems (IEEE MASS 2005): International Workshop on Wireless and Sensor Networks Security (WSNS'05) Washington, DC, USA November 2005). 2005.

7. Fuchs, Gerhard ; Truchat, Sébastien ; Dressler, Falko: Distributed Software Management in Sensor Networks using Profiling Techniques. In: n.b. (Hrsg.): Proc. of 1st IEEE/ACM International Conference on Communication System Software and Middleware (IEEE COMSWARE 2006): 1st International Workshop on Software for Sensor Networks (SensorWare 2006) (1st IEEE/ACM International Conference on Communication System Software and Middleware (IEEE COMSWARE 2006): 1st International Workshop on Software for Sensor Networks (SensorWare 2006) New Dehli, India January 2006). 2006.
8. Dressler, Falko: Self-Organization in Autonomous Sensor/Actuator Networks. In: n.b. (Hrsg.): Proc. of 19th IEEE/ACM/GI/ITG International Conference on Architecture of Computing Systems - System Aspects in Organic Computing (ARCS'06) (19th IEEE/ACM/GI/ITG International Conference on Architecture of Computing Systems - System Aspects in Organic Computing (ARCS'06) Frankfurt, Germany March 2006). 2006.
9. Labella, Thomas Halva ; Fuchs, Gerhard ; Dressler, Falko: A Simulation Model for Self-organised Management of Sensor/Actuator Networks. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of GI/ITG KuVS Fachgespräch Selbstorganisierende, Adaptive, Kontextsensitive verteilte Systeme (SAKS) (GI/ITG KuVS Fachgespräch Selbstorganisierende, Adaptive, Kontextsensitive verteilte Systeme (SAKS) Kassel, Germany March, 2006). 2006.
10. Dressler, Falko: Self-Organization in Ad Hoc Networks: Overview and Classification. Erlangen-Nürnberg : Friedrich-Alexander-Universität. 2006 (02/06). - Interner Bericht
11. Yao, Zheng ; Lu, Zengyu ; Marquardt, Holger ; Fuchs, Gerhard ; Truchat, Sébastien ; Dressler, Falko: On-demand Software Management in Sensor Networks using Profiling Techniques. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of Second ACM International Workshop on Multi-hop Ad Hoc Networks: from theory to reality 2006 (ACM REALMAN 2006) (Second ACM International Workshop on Multi-hop Ad Hoc Networks: from theory to reality 2006 (ACM REALMAN 2006) Demo Session Florence, Italy May 2006). 2006, S. 113-115.

3.12 Sensitivity Analysis of Queueing Networks

Project manager:

Dr.-Ing. Armin Heindl

Project participants:

Prof. Dr. Miklos Telek, Prof. Dr. Evgenia Smirni, Qi Zhang

Keywords:

queueing networks; sensitivity analysis; matrix-analytic techniques; traffic-based decomposition; Markovian arrival processes

Start: 1.1.2004

Participating institutions:

TU Budapest, Hungary, College of William and Mary, VA, USA

Contact:

Dr.-Ing.Armin Heindl
Tel.: +49.9131.85.27099, Fax +49.9131.85.27409,
E-Mail: armin.heindl@informatik.uni-erlangen.de

Analytical models are particularly well suited for studying the impact of various parameters on system performance. Such studies require numerous evaluations of the model. Simulation models may lead to prohibitively long run times and the approximate nature of corresponding numerical results aggravates their interpretation in the context of sensitivity analysis.

In this research effort, matrix-analytic techniques from queueing theory are combined to establish a framework for the analysis of (large) queueing networks. In a divide-and-conquer fashion, the network is evaluated (possibly iteratively) on a node-by-node basis, while queue output traffic is characterized and directed to downstream queues as input traffic (traffic-based decomposition). Dedicated procedures for the key step of output characterization have been developed as well as new techniques for the analysis of multi-class queueing systems.

Sensitivity analysis indispensibly requires compact models to describe correlated arrival and service processes (i.e., correlated workload), in which single input parameters (like correlation coefficients of the interarrival process or higher moments of service times) can be modified independently of others. Such correlated input models have been provided in form of low-order Markovian Arrival Processes (MAPs), which moreover may also be applied efficiently in simulations.

From sensitivity analysis, new insight for network and traffic engineering could be derived in the context of cooperations with the College of William and Mary, VA, USA and the TU Budapest, Hungary. Prof. Miklos Telek visited our research group in 2005.

Publikationen

1. Heindl, Armin ; Zhang, Q. ; Smirni, E.: ETAQA Truncation Models for the MAP/MAP/1 Departure Process. In: IEEE (Hrsg.): Proceeding of the First International Conference on the Quantitative Evaluation of Systems 2004 (QEST 2004 Enschede, the Netherlands 27-30 September 2004). 2004, S. 100-109. - ISBN 0-7695-2185-1.
2. Heindl, Armin: Inverse Characterization of Hyperexponential MAP(2)s. In: Al-Begain, Khalid ; Bolch (Hrsg.): 11th International Conference on Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications (Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications (ASMTA 2004) Magdeburg, Germany 13-16 June 2004). 2004, S. 183-189.
3. Heindl, Armin: Sensitivity Analysis for MAP/MAP/1 Queues. In: Buchholz, Peter ; Lehnert, Ralf ; Pioro, Michal (Hrsg.): 12th GI/ITG Conference on Measuring, Modelling and Evaluation of Computer and Communication Systems (MMB) together with 3rd Polish-German Teletraffic Symposium (PGTS) (MMB & PGTS 2004 Dresden, Germany September 12-15, 2004). Berlin : VDE Verlag GmbH, 2004, S. 235-244. - ISBN 3-8007-2851-6.
4. Zhang, Q. ; Heindl, Armin ; Smirni, E.: Characterizing the BMAP/MAP/1 departure process via the ETAQA truncation. In: Stochastic Models 21(2-3) (2005), S. 821-846.
5. Zhang, Q. ; Heindl, Armin ; Smirni, E.: Models of the Departure Process of a BMAP/MAP/1 Queue. In: n.b. (Hrsg.): Proc. 7th Workshop on Mathematical Performance Modeling and Analysis (MAMA) (7th Workshop on Mathematical Performance Modeling and Analysis (MAMA) Banff, Canada June 2005). 2005.

3.13 Telematics Services in Hybrid Networks

Project manager:

Dr.-Ing. Armin Heindl

Project participants:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Keywords: telematics; car information systems; GSM; DAB; simulation

Start: 1.1.2004

Sponsored by: BMW AG (Munich)

Participating institutions:

Science of Traffic Policy, Traffic Technology (EW-1, BMW)

Contact:

Dr.-Ing.Armin Heindl
Tel.: +49.9131.85.27099, Fax +49.9131.85.27409,
E-Mail: armin.heindl@informatik.uni-erlangen.de

Traffic- or media-related information may be delivered to (and from) cars and/or drivers in many different ways and via various communication or distribution systems. This cooperation with partner BMW AG focuses on a hybrid network in which different classes of messages with specific quality-of-service (QoS) requirements are transmitted to cars either via a broadcast or a point-to-point channel, more specifically either via the DAB system (Digital Audio Broadcasting) or via GSM (Global System for Mobile Communications). For example, urgent traffic control messages need to be received with tightly bounded delays, whereas some media streams are more sensitive to jitter (i.e., variability of interarrival times). On the other hand, only a limited capacity of the DAB broadcasting caroussel might be contracted for a fixed cost, while overflow traffic must be delivered by GSM services causing additional expenses.

Detailed simulation models as well as compact analytical models are developed to determine the minimal cost for meeting the QoS requirements in such hybrid networks.

Publikationen

1. Hu, Jing ; German, Reinhard ; Heindl, Armin ; Kates, Ronald ; Unbehaun, Matthias: Traffic modelling and cost optimization for transmitting traffic messages over a hybrid broadcast and cellular network. In: n.b. (Hrsg.): Proc. 8th Int. IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) (8th Int. IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) Vienna, Austria September 2005). 2005.

3.14 Web Cluster Laboratory

Project manager:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German

Project participants:

Dipl.-Inf. Kai-Steffen Jens Hielscher

Keywords:

web cluster; measurement infrastructure; performance evaluation; distributed web server; GPS; bookshop; UML model; simulation; time synchronization; one-way delays; autocorellation, input modeling

Start: 1.10.2001

Contact:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard German
Tel.: +49.9131.85.27916, Fax: +49.9131.85.27409,
E-Mail: reinhard.german@informatik.uni-erlangen.de

The hardware in our Web Cluster Laboratory is composed of commidity PC hardware and equippped with additional measurement infrastructure for performance evaluation. PCs with cheap off-the-shelf components are interconnected using a fast-/gigabit ethernet switch. We use Open Source solutions for the operating systems and all other software needed. The system is

used as a distributed web server serving both static and dynamic content. The dynamic generation of web pages includes on-demand generation of HTML pages from XML documents using XSL, and a full-featured e-commerce system, which consists of an Enterprise Java Beans implementation of a bookshop as specified by the TPC-W benchmark.

The measurement infrastructure is composed of several GPS receiver cards connected to a roof-mounted GPS antenna. For time synchronization, we use a combination of NTP and the PPS API, where our GPS receivers generate precise pulses merking the start of every second. We use additional hardware to connect the PPS pulse to every node of the cluster. A kernel buffer is used to record time stamps for relevant events inside the kernel during the measurement process. Buffering the kernel time stamps enables us to conduct measurements with high data volume and microsecond precision.

Additionally, we record time stamps for important events in user-space processes and measure the ressource utilization.

The use of an external clock for measuring the interrupt lantency for every PPS pulse and correcting the time stamps used by NTP afterwards has been evaluated and an external clock device using FPGAs for every node of the cluster is currently beeing developed.

As an additional method for time stamping in a distributed system, we have implemented an offline synchronization mechanism in which the unsynchronized local clocks of the cluster nodes are used to time stamp both events relevant for our analyses and the arrival of PPS pulses. Since the precise frequency and offset from UTC is known for the PPS pulses, the time stamps for the events can be related to UTC after the measurement in an offline synchronization process.

We use both httperf and SURGE as load generators for our web server. SURGE generates traffic patterns similar to real user behaviour with heavy-tailed distributions and self-similar traffic as observed empirically in recent studies of the internet.

We built a simulation model of the Web cluster which includes relevant aspects of the hardware, operating and communication systems as well as the application layer as it is required for a realistic performance evaluation of such systems. We formulated the model in UML taking into account both architectural and behavioral aspects and applied detailed system-level measurements at low loads for determining the basic parameters. These are mainly one-way delays which implicitly include other system behavior like interrupt latencies and show random behavior. We applied advanced input modeling techniques including multi-modal distributions, multiple phases, and Bézier curves for unconventional shapes to adequately represent all quantities. We also proposed a new model based on differences between successive delays for the autocorrelations observed in the measurements.

The UML simulation model explicitly represents higher level dynamics which significantly affect the behavior at higher loads including buffering, resource contention, and transport control. The model predicts well the quantiles of the overall delay for HTTP responses.

Publikationen

1. Hielscher, Kai-Steffen Jens ; German, Reinhard: A Low-Cost Infrastructure for High Precision High Volume Performance Measurements of Web Clusters. In: Peter Kemper ; William H. Sanders (Hrsg.): TOOLS 2003, Computer Performance Evaluations, Modelling Techniques and Tools, 13th International Conference, Proceedings (TOOLS 2003, Computer Performance Evaluations, Modelling Techniques and Tools, 13th International Conference, Urbana, IL, USA September 2-5,2003). Heidelberg : Springer, 2003, S. 11-28. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 2794) - ISBN 3-540-40814-2.
2. Hielscher, Kai-Steffen Jens ; German, Reinhard: Aufbau eines Labors zur Leistungsmessung an cluster-basierten Webservern. In: n.b. (Hrsg.): 2. ITG-Workshop IP Netzmanagement, IP Netzplanung und Optimierung. (2. ITG-Workshop IP Netzmanagement, IP Netzplanung und Optimierung. Würzburg Juli 2001). 2001.
3. Hielscher, Kai-Steffen Jens: Aufbau eines clusterbasierten Webservers zur Leistungsanalyse. Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Dipl-Arb., 2001. - 96 Seiten.
4. Truchat, Sébastien ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; Pflaum, Alexander: Towards Cost Efficient Mobile Services. In: Kotsis, G. ; Taniar, D. ; Ibrahim, I. K. (Hrsg.): The 2nd International Conference on Advances in Mobile Multimedia (MOMM2004) (The 2nd International Conference on Advances in Mobile Multimedia (MOMM2004) Bali, Indonesia Sept. 22-24, 2004). Bali : Oesterreichische Computer Gesellschaft, 2004, S. 179-188. (books@ocg.at Bd. 184) - ISBN 3-85403-184-X.
5. Dietrich, Isabel ; Hielscher, Kai-Steffen Jens ; German, Reinhard: A Measurement-Based Simulation Model of a Web Cluster. In: Krüger, Jörg ; Lisounkin, Alexei ; Schreck, Gerhard (Hrsg.): Industrial Simulation Conference 2005 (3rd International Industrial Simulation Conference 2005 (ISC'2005) Berlin, Germany June 9-11, 2005). Ghent, Belgium : EUROSIS-ETI, 2005, S. 88-92. - ISBN 90-77381-18-X.
6. Hielscher, Kai-Steffen Jens ; Schreieck, Stefan ; German, Reinhard: Analyse und Modellierung einer produktiven verteilten Webanwendung. In: Wolfinger, Bernd ; Heidtmann, Klaus (Hrsg.): Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen (3. GI/ITG-Workshop MMBnet 2005 Hamburg 8.-9. September). Bd. 263. Hamburg : Fachbereich Informatik, 2005, S. 99-110.

4 Projektunabhängige Publikationen

1. Dressler, Falko ; Kleinöder, Jürgen (Hrsg.): GI/ITG Fachgespräche "Energiebewusste Systeme und Methoden" und "Systemsoftware für Pervasive Computing". (GI/ITG Fachgespräche "Energiebewusste Systeme und Methoden" und "Systemsoftware für Pervasive Computing" Erlangen October 2005) 2005.
2. Dressler, Falko ; Hilgers, Ursula ; Holleczek, Peter: Voz sobre IP: desafio e solução (Voice over IP in the German Research Network: Challenges and Solutions). In: RTI - Redes, Telecom e Instalacoes (Brasilian Telecommunications Magazine) 321.39(05) (2005), S. 62-73.

3. Fuchs, Gerhard ; Dressler, Falko: Echtzeitaspekte bei der Aufgabenverteilung in selbstorganisierenden autonomen Systemen. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of Echtzeitaspekte bei der Koordinierung autonomer Systeme: Fachtagung der GI-Fachgruppe Echtzeitsysteme und PEARL (PEARL 2005) (Echtzeitaspekte bei der Koordinierung autonomer Systeme: Fachtagung der GI-Fachgruppe Echtzeitsysteme und PEARL (PEARL 2005) Boppard, Germany December 2005). 2005, S. 11-19.
4. Klenk, Andreas ; Schlicker, Philipp ; Kühne, Ralph ; Fessi, Ali ; Fan, Changpeng ; Dressler, Falko ; Carle, Georg: Path Coupled Accounting Mechanisms for "All IP Networks". In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 6th IEE International Conference on 3G & Beyond (3G 2005) (th IEE International Conference on 3G & Beyond (3G 2005) London, UK November 2005). 2005.
5. Kühne, Ralph ; Reimer, Uve ; Schläger, Morton ; Dressler, Falko ; Fan, Changpeng ; Fessi, Ali ; Klenk, Andreas ; Carle, Georg: Architecture for a Service-oriented and Convergent Charging in 3G Mobile Networks and Beyond. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of 6th IEE International Conference on 3G & Beyond (3G 2005) (6th IEE International Conference on 3G & Beyond (3G 2005) London, UK November 2005). 2005.
6. Lucas, Nestor ; Codrea, Cosmin ; Hirth, Thomas ; Gutierrez, Javier ; Dressler, Falko: RoBM2: Measurement of Battery Capacity in Mobile Robot Systems. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of GI/ITG KuVS Fachgespräch Energiebewusste Systeme und Methoden (GI/ITG KuVS Fachgespräch Energiebewusste Systeme und Methoden Erlangen, Germany October 2005). 2005, S. 13-18.
7. Weiß, Steffen ; Weissmann, Oliver ; Dressler, Falko: A Comprehensive and Comparative Metric for Information Security. In: n.b. (Hrsg.): Proceedings of IFIP International Conference on Telecommunication Systems, Modeling and Analysis 2005 (ICTSM2005) (IFIP International Conference on Telecommunication Systems, Modeling and Analysis 2005 (ICTSM2005) Dallas, TX, USA November 2005). 2005, S. 1-10.
8. van de Liefvoort, A: ; Heindl, Armin: Approximating matrix-exponential distributions by global randomization. In: Stochastic Models 21(2-3) (2005), S. 669-693.

5 Studien- und Diplomarbeiten, Bachelor- und Master Theses

5.1 Studienarbeiten

1. Gross, Karsten: Analytische Untersuchung des Einflusses von Hintergrundverkehr auf die Dienstgüteeigenschaften eines Paketstroms.
2. Frunzke, Thorsten: Anbindung von Sensorknoten an mobile Roboter.
3. Lampert, Ronny: Implementierung einer IPFIX/PSAMP Probe.
4. Sommer, Christoph: Implementation of a Netflow Concentrator.
5. Ipek, Mesut: Implementierung einer generischen Schnittstelle zu den Sensoren und Aktoren eines mobilen autonomen Roboters.
6. Lasch, Mario: Implementierung einer netfilter-basierten Packet-Logging Infrastruktur.
7. Hofmann, Ingo: Konzeption und Implementierung eines Analyse- und Archivierungssystems für MDI/DCP Datenströme des digitalen Rundfunksystems Drm - Digital Radio Mondiale.
8. Resch, Christian: MessungsbasierteModellierung von drahtlosen lokalen Netzen.
9. Limmer, Tobias: Multiparty security on low-power mobile devices.
10. Hirth, Thomas: Batteriemanagement und Batteriemonitoring in mobilen Roboterplattformen.
11. Calim, Hakan: Programmierung einer Steuerungssoftware für ein Präsentationssystem.
12. Biegel, Matthias: Protokoll-Engineering mit der UML am Beispiel von HiperLAN/2.
13. Nebel, Richard: Steuerung verteilter Verkehrsgeneratoren.
14. Shi, Jie: Statistische Auswertung von Testergebnissen.
15. Dodenhoff, Johannes: Vergleichende Bewertung verschiedener Zeitsynchronisationsverfahren.

5.2 Diplomarbeiten

1. Keppler, Klaus: Entwurf, Entwicklung und Implementierung eines Kommunikationsmodells auf Ethernet-Basis mit Standardkomponenten für ein medizinisches Lasersystem unter Berücksichtigung von Echtzeitaspekten.
2. Zhou, Yimin: Evaluierung der Eignung des OSEK-COM-Standards für nicht-CAN-basierte Kommunikation .
3. Wunderlich, Patrick: Instrumentierung und Leistungsmessung an einer E-Commerce-Applikation .
4. Weiß, Steffen: Metric for IT-Security of an Organization.
5. Wagner, Isabel: Modellieren des Informatik-7-Webclusters mit UML Statecharts, Teil II.
6. Chen, Jing: Modellierung und Effizienzbetrachtungen von Monitornetzen für Netzwerksicherheitslösungen.

7. Weiß, Werner: Parallele Erzeugung symbolischer Repräsentation von Zustandsgraphen auf der Basis von "Zero-Suppressed" Multi-terminalen Binären Entscheidungsdiagrammen.
8. Lochschmied, Alexander: Signaling Pathways in Secured Network Environments.
9. Weckesser, Dorothee: Simulation kostenoptimierter Telematikdienste.
10. Sushanskyy, Oleg: Statistische Testfallgenerierung aus UML2.0 Interaktionsdiagrammen.
11. Biegel, Matthias: Statistisches Testen von DECT-Modulen .
12. Li, Jingyuan: Test Suite-Erzeugung aus UML2.0-Modellen.
13. Beyersdorf, Jörg: Untersuchung zur Realisierung der Sprachkommunikation mit VoIP über das P2P-Netz JXTA unter Verwendung mobiler Endgeräte basierend auf J2ME MIDP 2.0 Technologie.
14. Dai, Lingling: Verteilte Dienstgütemessung in Multicast-Netzen.

5.3 Master Theses

1. Liu, Kai: Architectures and Performance Analysis with Electronic System Level (ESL) Design.
2. Wu, Hao: Experimental Evaluation of Ad Hoc Routing Mechanisms in Sensor Networks.
3. Chen, Feng: Simulation of Wireless Sensor Nodes Using S-MAC.

Lehrstuhl für Informatik 8 (Künstliche Intelligenz)

Anschrift: Am Weichselgarten 9, 91058 Erlangen-Tennenlohe

Tel.: +49.9131.85.29906 **Fax.:** +49.9131.85.29905

E-Mail: hstoyan@informatik.uni-erlangen.de

Leitung:

Prof. Dr. Herbert Stoyan

Professoren:

Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
apl. Prof. Dr. Volker Strehl

Sekretariat:

Helga Kühn

Wiss. Mitarbeiter:

Dr. rer. nat. Rüdiger Inhetveen
Yuliya Lierler, M.S.
Dr.-Ing. Bernd Ludwig
Dipl.-Inf. Stefan Mandl
Peter Reiß, M.A.
Dipl.-Ing. Bernhard Schiemann
Dipl.-Inf. Sebastian Schmidt
Iman Thabet, M.A.

1 Einführung

Der Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz (KI) wurde 1990 mit der Berufung von Prof. Dr. H. Stoyan neu eingerichtet. Prof. Dr.-Ing. G. Görz wurde zum 1. 4. 1991 auf die C3-Professur berufen. Weiterhin gehört seit 1997 apl. Prof. Dr. Volker Strehl dem Lehrstuhl an.

Der Lehrstuhl verfügt über vier Planstellen für wissenschaftliche Mitarbeiter, eine Techniker- und eine Sekretärinnenstelle; diese werden ergänzt durch eine wechselnde Anzahl an drittmittelgeförderten Projektmitarbeitern. Bis zur Abwicklung des Bayerischen Forschungszentrums für wissensbasierte Systeme (FORWISS) war dem Lehrstuhl die Forschungsgruppe “Wissenserwerb” zugeordnet.

2 Forschungsschwerpunkte

Mit der Einrichtung des Lehrstuhls wurden als Forschungsschwerpunkte festgelegt: KI-Programmiersprachen und -methoden, Wissensrepräsentation und -verarbeitung sowie die Verarbeitung natürlicher Sprache. Durch die internationale Entwicklung ist das erste Thema inzwischen in eine Randlage geraten. Dennoch haben unsere Arbeiten zur Erweiterung der Logikprogrammierung und verteilten Realisierung von separaten Ableitungsverwaltungssystemen ("Reason Maintenance") dazu beigetragen, eine aktuelle Lücke zu schließen.

Inzwischen ist, nicht zuletzt durch die gewonnenen Erkenntnisse im Bereich des Wissenserwerbs, ein neuer Arbeitsschwerpunkt hinzugekommen: Anwendungen der Künstlichen Intelligenz. Als neues Thema wurde die Analyse gesprochener Sprache mit dem - im Herbst 2000 abgeschlossenen - BMBF-Verbundprojekt Verbmobil aufgenommen, das in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Mustererkennung bearbeitet wurde, sowie die maschinelle Interpretation von Texten. Anwendungen auf Software Engineering (insbesondere Vorbereitung der Spezifikation und Wartung) und Mathematik (Wissenspräsentation und Beweisunterstützung) sind Themen aktiver Projektforschung; Ingenieurwissenschaften, Medizin und Geschichte werden als weitere Anwendungsfelder erschlossen. Eine besondere Rolle spielt dabei die Integration von Methoden und Verfahren der angewandten Logik, Wissensrepräsentation und -verarbeitung in multimediale Systeme und digitale Bibliotheken.

Wissensrepräsentation, -präsentation und -verarbeitung gewinnen zunehmend an Bedeutung bei der Inhaltsmodellierung multimedialer Daten sowie der Entwicklung von Werkzeugen zur Erstellung digitaler Dokumente. Das wichtigste Anwendungsgebiet ist hier die technische Dokumentation in den Ingenieurwissenschaften; als ergänzende Anwendungsfelder werden Medizin, Geschichte, Kartographie und Digitale Bibliotheken erschlossen. Als weiterer Arbeitsschwerpunkt sind Methoden des Wissenserwerbs, die Erarbeitung von Wissensrekonstruktionen und die Definition von Normsprachen hinzugekommen. Die Sprachverarbeitung als dritter Schwerpunkt erfährt neue Herausforderungen im Kontext robuster Dialogsysteme. Die Grundlagenforschung zu Dialogen zielt auf die Entwicklung eines flexiblen adaptiven Dialogmoduls, der zusammen mit einer beschreibungslogischen Anwendungsmodellierung für verschiedenartige Sprachdialogsysteme und Assistenzsysteme eingesetzt werden soll.

Forschungsschwerpunkte in Stichworten: Wissenserwerb, Anforderungsanalyse; Dokumentenverwaltung; Wissensentdeckung in Datenbanken; KI-Programmiersprachen; Expertensysteme, Assistenzsysteme; Hypermedia-Informationssysteme; Anwendung von KI-Methoden in verteilten Systemen; Wissensrepräsentation und -verarbeitung; Verarbeitung natürlicher Sprache und Dialogsysteme, Assistenzsysteme.

2.1 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

Der Lehrstuhl betreibt einen in das Institutsnetzwerk integrierten Sun-Server, sowie eine Reihe von vernetzten Arbeitsplatzrechnern (Sun-Workstations und PCs) als Grundausstattung für jeden Wissenschaftlerarbeitsplatz und einen kleinen Rechnerpool für die Lehre und studentische Arbeiten. Dies wird ergänzt durch einige Drucker und Scanner; zur Beschaffung von Spezialgeräten bestand bisher noch keine Notwendigkeit. Gelegentlich anfallende besondere

Anforderungen (Parallelrechner, Grossformatscanner) wurden durch im Institut oder über das Wissenschaftsnetz (WIN) verfügbare Ressourcen abgedeckt oder über Aufträge an Dritte befriedigt.

2.2 Kooperationsbeziehungen

Der Lehrstuhl unterhält eine Reihe von Forschungskooperationen zu in- und ausländischen Universitäten und Forschungsinstituten, von denen nur einige hervorgehoben seien: Universität Hamburg, DFKI Saarbrücken, INSA und ULP Strasbourg, Univ. Paris 7 und 8, ITC-irst Trento, Stanford University - CSLI, RISC Linz, Univ. Marne-la-Vallee, Univ. Wien, Netzwerk Algebraic Combinatorics in Europe.

Dies wird ergänzt durch Kooperationen mit der Wirtschaft, darunter Siemens AG, Erlangen und München; Temic AG, Ulm; Daimler-Chrysler Forschungszentrum, Ulm; Loewe AG, Kulmbach; Unilever AG.

Angehörige des Lehrstuhls sind in den Vorständen des Sprachenzentrums, des Forums "Neue Medien in der Lehre" der FAU, in verschiedenen Interdisziplinären Zentren der FAU (Lehr- und Lernforschung, Lexikographie, Dialektforschung, Mittelalterzentrum), der Virtuellen Hochschule Bayern und im Fakultätentag Informatik tätig.

3 Forschungsprojekte

3.1 Abgasanlagen-Informations- und Tutor-System (AgITuS)

Projektleitung:

Prof. Dr. Herbert Stoyan

Beteiligte:

Dipl.-Phys. Markus Hormeß
Dipl.-Inf. Raymond Bimazubute
Barbara Grille, M.A.

Stichwörter:

Wissensmanagement; Sicherung von Expertenwissen

Beginn: 1.1.1999

Förderer: Audi AG, Ingolstadt

Die AUDI AG (Ingolstadt) und die FORWISS-Forschungsgruppe Wissenserwerb entwickeln seit 1999 ein technisches Abgasanlagen-Informations- und Tutor-System (AgITuS), das neuen Mitarbeitern die Einarbeitung in ihr neues Aufgabengebiet erleichtern soll. Vorhandenes Expertenwissen in einer Abteilung wird zusammen mit den notwendigen technischen Dokumenten in einem Informationssystem zusammengefasst. Dazu baut das Projektteam der Forschungsgruppe Wissenserwerb um Prof. Stoyan ein Hypertext-System auf, mit dem neue Mitarbeiter

via Intranet einfach und schnell auf die relevanten Informationen zugreifen können. Unterstützt werden sie dabei von einem Tutor-System und einer Suchmaschine. Erfahrene Mitarbeiter werden durch AgITuS bei der Einarbeitung neuer Mitarbeiter entlastet und können ihre Kernkompetenz ausbauen. Indem Projektabläufe, Dokumentation und Fachsprache vereinheitlicht werden, liefert AgITuS zudem einen Beitrag zur Qualitätssicherung.

Machbarkeit und Rentabilität des Projekts AgITuS wurden von den FORWISS-Wissenschaftlern zunächst in einer Vorstudie untersucht. Für die Entwicklung des Informations- und Tutor-Systems sind in der ersten Phase mehrere Personenjahre veranschlagt. In einer zweiten Projektphase soll ein Checklisten- und Kritiksystem entwickelt werden. Mit intelligenten Checklisten sollen Mitarbeiter bei der Konstruktion von Abgasanlagen unterstützt und gegebenenfalls auf mögliche Fehlentscheidungen hingewiesen werden. Die Arbeiten in dem Projekt AgITuS wurden auch im Jahr 2001 erfolgreich fortgesetzt und auf weitere Abteilungen von Audi ausgedehnt.

Außerdem wurde im Jahr 2001 die Spin-Off-Firma COGNEON GmbH gegründet, die in enger Kooperation mit der FORWISS-Forschungsgruppe Wissenserwerb Dienstleistungen auf dem Gebiet der Wissenssicherung von Experten anbietet und die Projekte mit Audi fortführt.

Publikationen

1. Hausdorf, Carsten; Stoyan, Herbert: Integrierte Wissensnutzung und Wissenslieferung bei der Verwendung eines Informationssystems. In: Jakobs, E.-M.; Knorr, D. (Hrsg.): Tagungsband des PROWITEC-Kolloquiums (Textproduktion und Medium Wien 2000). 2000.
2. Grille, Barbara; Stoyan, Herbert; Gaede, Bernd; Müller, Michael: Die effiziente Erstellung hypertexbasierter Informations- und Tutorsysteme aus Experteninterviews. In: Hans-Peter Schnurr; Steffen Staab; Rudi Studer; Gerd Stumme; York Sure (Hrsg.): Professionelles Wissensmanagement, Erfahrungen und Visionen (WM 2001 Baden-Baden 2001). Aachen : Shaker, 2001, S. 364-378. - ISBN 3-8265-8611-5.
3. Hausdorf, Carsten; Müller, Michael: Kaskadierter Wissenserwerb beim Wissensmanagement. In: Gronau, N (Hrsg.): Wissensmanagement: Systeme - Anwendungen - Technologien (2. Oldenburger Forum für Wissensmanagement Oldenburg 2001). 2001.
4. Bimazubute, Raymond; Stoyan, Herbert; Müller, Michael: Toolgestützte Nachbereitung von Experteninterviews für den Aufbau hypertextbasierter Wissenssysteme. In: Hans-Peter Schnurr; Steffen Staab; Rudi Studer; Gerd Stumme; York Sure (Hrsg.): Professionelles Wissensmanagement, Erfahrungen und Visionen (WM 2001 Baden-Baden 2001). Aachen : Shaker, 2001, S. 351-363. - ISBN 3-8265-8611-5.
5. Farnschläder, Frank; Stoyan, Herbert; Müller, Michael: Von der Wissensquantität zur Wissensqualität. In: n/a (Hrsg.): Qualität und Zuverlässigkeit (QZ). n/a : Carl Hanser, 2001.

3.2 Agentenbasiertes Tracking und Tracing der betrieblichen Leistungserstellung entlang der Wertschöpfungskette

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Prof. Dr. Freimut Bodendorf

Beteiligte: Dipl.-Kfm. Roland Zimmermann, Dipl.-Ing. Bernhard Schiemann, Dipl.-Inf. Stefan Winkler, Dipl.-Kfm. Robert Butscher, Dipl.-Inf. Alexander Huber

Stichwörter:

Agentensysteme; Planung; Supply Chain

Laufzeit: 1.7.2000 - 30.6.2006

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Tel.:+49.9131.85.28701, Fax: +49.9131.85.28986,
E-Mail: goerz@informatik.uni-erlangen.de

Der Einsatz intelligenter Softwareagenten für die Fortschrittsverfolgung der zwischenbetrieblichen Leistungserstellung sowohl während der Produktion (Tracking) als auch nach Abschluss der Produktion (Tracing) in einem elektronisch gekoppelten Unternehmensverbund ermöglicht die kosten- und zeitsparende dezentrale Sammlung von Produktionsfortschrittsmeldungen.

Mit Hilfe konfigurierbarer Agentenkomponenten wird die Erstellung domänenspezifischer Agentensysteme erleichtert. Das Projekt fokussiert auf die Analyse unterschiedlicher Tracking- und Tracing-Szenarien innerhalb einer Supply Chain, auf die Bewertung möglicher Einsatzoptionen agentenbasierter Systeme sowie auf die Konzeption und die prototypische Realisierung deliberativer Softwareagenten, die die Tracking- bzw. Tracing-Recherche planen und durchführen. Dabei sollen wiederverwendbare Bausteine identifiziert und implementiert werden. Weiterhin soll eine Ontologie für die Domäne “Supply Chains” entwickelt werden. Für die Rechercheplanung werden unterschiedliche Planungsverfahren evaluiert. Diese müssen dann ggf. für die Anwendung des Tracking und Tracing angepasst werden.

Publikationen

1. Görz, Günther; Bodendorf, Freimut; Huber, Alexander; Hofmann, Oliver; Zimmermann, Roland: Tracking-und-Tracing-Mechanismen zur Unterstützung dezentraler Planung und Regelung. In: DFG (Hrsg.): Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien (2. Kolloquium des "SPP Agenten" Ilmenau 11/2000).
2. Görz, Günther; Bodendorf, Freimut; Hofmann, O.; Huber, Alexander; Zimmermann, Roland: Agent-Based Tracking and Tracing for Controlling Fulfillment Processes in Supply Chains. In: Urban, Ch. (Hrsg.): Proceedings 2nd Workshop on Agent-Based

Simulation (2nd Workshop on Agent-Based Simulation Passau April 2-4, 2001). Ghent [u.a.] : SCS-Europe, 2001, S. 36-41. - ISBN 1-56555-215-6.

3. Görz, Günther; Bodendorf, Freimut; Huber, Alexander; Butscher, Robert; Zimmermann, Roland: Auftragsüberwachung in Supply-Chains mithilfe eines Multiagentensystems. In: DFG (Hrsg.): Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien (4. Kolloquium des SPP "Agenten" Bonn 11/2001).
4. Huber, Alexander; Görz, Günther: Generisches Agentenmodell für deliberative Agenten. In: DFG (Hrsg.): Intelligente Soft-wareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien (3. Kolloquium SPP "Agenten" Bremen 2001).

3.3 Algebraic Combinatorics in Europe (ACE)

Projektleitung:

Christian Krattenthaler (Lyon)

Stichwörter:

Algebraic Combinatorics

Laufzeit: 1.9.2002 - 31.8.2005

Förderer: Europäische Kommission

Kontakt:

apl. Prof. Dr. Volker Strehl
Tel.:+49.9131.85.28712, Fax: +49.9131.85.28986,
E-Mail: strehl@informatik.uni-erlangen.de

Algebraic Combinatorics is concerned with the study of combinatorial problems. On the one hand, these problems arise from other branches of mathematics, on the other hand, techniques from other parts of mathematics are used to solve them. The main objective of Algebraic Combinatorics is the development of algebraic theories for the solution of such problems. The implied interactions with other fields are mutually beneficial and concern particularly Coxeter Groups, Group Representations, Commutative Algebra, Algebraic Geometry, Topology, Computer Science, and Statistical Mechanics.

3.4 ChuChu

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Günther Görz

Beteiligte: Dr.-Ing. Bernd Ludwig, Peter Reiß, M.A., Dipl.-Ing. Bernhard Schiemann

Stichwörter: Dialogverarbeitung; Sprachverarbeitung; Raummikrophon; Spracherkennung; Benutzermodellierung; Assistent

Beginn: 1.1.2001

Kontakt:

Dr.-Ing. Bernd Ludwig
Tel.: +49.9131.85.29909, Fax: +49.9131.85.29905,
E-Mail: bernd.ludwig@informatik.uni-erlangen.de

ChuChu ist ein internes Projekt des Lehrstuhls. Es dient als Labor- und Forschungsplattform für verschiedene Forschungsfragen auf dem Gebiet der natürlichsprachlichen Dialogsysteme:

- Spracherkennung
- Raummikrophone in Dialogsystemen
- Benutzermodellierung
- Assistenzsysteme
- Fehlerdiagnose
- Dialogführung
- Dialogstruktur
- Planung
- Textgenerierung

Publikationen

1. Görz, Günther; Bücher, Kerstin; Forkl, Yves; Klarner, Martin; Ludwig, Bernd: Speech Dialogue Systems -- A "Pragmatics-First'' Approach to Rational Interaction. In: Menzel, Wolfgang (Hrsg.): Natural Language Processing between Linguistic Inquiry and System Engineering. Festschrift für Walther von Hahn. Hamburg :., 2002.
2. Görz, Günther; Huber, Alexander; Ludwig, Bernd; Reiß, Peter: Combining the Practical Syllogism and Planning in Dialogue. In: Kruijff-Korbayová, Ivana; Kosny, Claudia (Hrsg.): DiaBruck Proceedings: 7th Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue. (DiaBruck Proceedings: 7th Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue, Saarbrücken). 2003, S. 35-42.
3. Görz, Günther: CONALD: A Configurable Plan-Based Dialogue System.Vortrag: Natural Language and Speech Colloquium (NLaSp), Stanford University, Linguistics Department, School of Humanities and Sciences, 13.10.2004.

3.5 Intelligente Textsuche für CE-Geräte mit eingeschränkter Rechen- und Speicherkapazität (INTCER)

Projektleitung:

Dr.-Ing. Bernd Ludwig

Beteiligte: Iman Thabet, M.A., Dipl.-Ing. Bernhard Schiemann

Stichwörter: Dialogsystem; Textgenerierung; Textmining; Klassifikation

Laufzeit: 1.7.2004 - 31.3.2007

Förderer: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie

Mitwirkende Institutionen: Loewe Opta GmbH, Lehrstuhl für Mustererkennung

Kontakt:

Dr.-Ing. Bernd Ludwig
Tel.: +49.9131.85.29909, Fax: +49.9131.85.29905,
E-Mail: bernd.ludwig@informatik.uni-erlangen.de

Die Datenbestände von CE-Geräten (Consumer Electronic: Fernseher, Stereoanlagen) und die darin enthaltene Informationsmenge steigen kontinuierlich an. Neben den elektronisch verfügbaren und in die Geräte eingebauten Bedieninformationen werden weitere gesendete Informationen empfangen und in den Geräten gespeichert. Dazu gehören z.B. Teletext, TeleWeb und EPG-Daten (Electronic Program Guide).

Ein Suchen in diesen Daten mit Hilfe von Fernbedienungen ist sehr aufwändig, kompliziert und nicht leicht handzuhaben. Tastaturunterstützungen werden sich deshalb durchsetzen. Sichtbar ist dieser Trend am Einzug von SMS-Eingabehilfen auf Fernbedienungen und Bluetooth-Tastaturen. Diese werden neben der Eingabe am PC auch zur Eingabe am Fernseher benutzt werden.

Sinnvoll sind solche Eingabegeräte nur verwendbar, wenn auch intelligente Nutzerführungen im CE-Gerät zur Verfügung stehen, die die Anforderungswünsche adaptiv und unterstützend umsetzen. Ideal wäre hier eine Spracheingabe - deshalb ist die Spracherkennung mit Mikrophonarrays auch ein Thema im Projekt. Ein erster Schritt in diese Richtung ist die textbasierte Eingabe umgangssprachlicher Formulierungen zur natürlichsprachlichen Interaktion mit dem System.

Publikationen

1. Ludwig, Bernd; Mandl, Stefan; von Mammen, Sebastian: What's on tonight - User-centered and Situation-aware Proposals for TV Programmes. In: Edmonds, Ernest; Riecken, Doug (Hrsg.): Proceedings of IUI 2006 (International Conference on Intelligent User Interfaces 2006 Syndey 28.01.2006-01.02.2006). 2006, S. to appear.

3.6 KDA - Knowledge Discovery Assistant

Projektleitung:

Prof. Dr. Herbert Stoyan

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Oliver Hogl

Stichwörter:

Intelligentes Data Mining; Entdeckung von Wissen in Datenbanken; Natürlichsprachliche Benutzerschnittstelle; Interessantheit

Beginn: 1.1.1997

Der KDA ist ein wissensbasiertes Assistenzsystem zur Entdeckung interessanter Aussagen in großen Datenbeständen. Die bestehenden Komponenten wurden im Berichtszeitraum in einem Gesamtsystem mit Client/Server-Architektur integriert. Die grafische Benutzeroberfläche wurde reimplementiert und in ihrer Funktionalität erweitert. Darüber hinaus wurden Komponenten für die Generierung von hochstrukturierten Berichten in den Formaten HTML und RTF entwickelt. Im Rahmen einer Diplomarbeit entstand eine Komponente zur Abbildung von Fragen in der Sprache des Endbenutzers auf Data-Mining-Anfragen. Das System wurde in Studien mit dem Qualitätsmanagement der Tiroler Landeskrankenanstalten Ges.m.b.H. (TILAK) getestet.

Publikationen

1. Müller, Michael: Interessantheit bei der Entdeckung von Wissen in Datenbanken. In: Künstliche Intelligenz (1999), Nr. 3, S. 40-42.
2. Stühlinger, W.; Hogl, Oliver; Stoyan, Herbert; Müller, Michael: Intelligent Data Mining for Medical Quality Management. In: Lavrac, N.; Miksch, S. (Hrsg.): The Fifth Workshop on Intelligent Data Analysis in Medicine and Pharmacology (IDAMAP-2000), Workshop Notes of the 14th EuropeanConference on Artificial Intelligence (ECAI-2000 Berlin 2000). 2000, S. 55-57.
3. Hogl, Oliver; Stoyan, Herbert; Müller, Michael: The Knowledge Discovery Assistant: Making Data Mining Available for Business Users. In: Grunopulos, D.; Rastogi, R. (Hrsg.): Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD Workshop on Research Issues in Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD-2000 Dallas (Texas) 2000). 2000, S. 96-105.
4. Hogl, Oliver; Müller, Michael; Stoyan, Herbert; Stühlinger, W.: On Supporting Medical Quality with Intelligent Data Mining. In: n/a (Hrsg.): Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences (Hawaii International Conference on System Sciences Maui (Hawaii) 03.06.2001).
5. Hogl, Oliver; Müller, Michael; Stoyan, Herbert; Stühlinger, W.: Using Questions and Interests to Guide Data Mining for Medical Quality Management. In: Topics in Health Information Management (2001), Nr. August, S. 36-50.

3.7 mappae: Kognitive Karten des Mittelalters

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Günther Görz, Prof. Dr. Hartmut Kugler

Stichwörter:

Kartografiegeschichte, Mittelalter, Digitalisierung

Beginn: 1.1.2001

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Tel.:+49.9131.85.28701, Fax: +49.9131.85.28986,
E-Mail: goerz@informatik.uni-erlangen.de

Die kosmographische und universalgeographische Überlieferung des Spätmittelalters (13.-16. Jh.) zielt auf Orientierung im Sinne einer 'Weltanschauung'. Die Mappaemundi, eine Frucht der christlichen Enzyklopädik, sind in erster Linie kognitive Karten. Ihre graphischen Muster und ihre Text-Bild-Kombinationen enthalten Paramenter der Ars memorativa und scholastischer Summenwerke, auch visualisieren sie die Handlungsräume narrativ dargestellter Geschichte und Geschichten. Sie bleiben nicht unverändert, sondern variieren je nach Wissensstand und Interessenbildung, verändern sich auch im Wissenstransfer, besonders signifikant im Aufeinandertreffen christlich-mittelalterlicher und arabisch-jüdischer Konventionen des Kartographierens. Der Bestand und das Veränderungspotential des Text-Bild-Materials konnte bislang nicht zureichend erfasst werden. Das ist erst mit der elektronischen Datenverarbeitung möglich geworden. Ziel des Vorhabens ist der Aufbau einer multimedialen Datenbank, die repräsentative mittelalterliche und frühneuzeitliche Weltkarten zusammenfasst und als Grundlage für die Ausarbeitung der dargestellten kognitiven Beziehungen und deren Wandel dient. Im Kern besteht sie aus hochauflösenden digitalen Bildern, die durch zugeordnete Metadaten erschlossen sind, sowie einem vergleichenden Stellenkatalog. Er umfasst alle Positionen, die auf den Mappaemundi des 13.-16. Jhs. (von der Hereford- und Ebstorfkarte bis zum Behaim-Globus) mit Bildern, Legenden und Bild-Textkombinationen verzeichnet sind. Über den Stellenkatalog soll dann eine kognitiv orientierte Beschreibungsebene eingerichtet werden, in der Objektbeschreibungen unter Beachtung der diachronen Dimension verknüpft werden können.

Publikationen

1. 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.
2. Görz, Günther: Kognitive Karten des Mittelalters.Vortrag: Arbeitstagung der Graduiertenkollegs Erlangen (Kulturtransfer) und Lecce, Deutsches Historisches Institut, Rom, 2.4.2004.

3.8 ProfiL: Ein Produktionssystem für interaktive Lernsoftware

Projektleitung:

Prof. Dr. Herbert Stoyan

Beteiligte: Dipl.-Inf. Bernd Gaede

Stichwörter:

courseware generator; learning objects; automating instructional design; XML; Java

Beginn: 1.6.1998

Das Projekt ProfiL hat die Entwicklung effizienter Werkzeuge zum Ziel, mit denen didaktisch konzipierte Courseware schnell und mit geringen Kosten von Lehrpersonal einer Domäne entwickelt werden kann. Zum Einsatz kommen dabei die XML-Sprache IMDL (Instructional Material Description Language) für die Spezifikation von Lernmaterialien und ein Generator für Java-Courseware.

Im Projekt wird versucht, Einflussgrößen auf und Gestaltungsparameter von Lernsoftware zu identifizieren, zu analysieren und zu zeigen, wie diese mit IMDL formuliert werden können. Die Beschreibung der Einflussgrößen im Sinne unabhängiger Variablen erfolgt feingranular, kann aber durch Spracherweiterungen synthetisiert werden. Gestaltungsparameter werden in analoger Weise beschrieben. Eine einfache Regelsprache dient zur Explizierung der entsprechenden Abhängigkeiten zwischen Einflussgrößen und Gestaltungsparametern. Die Aggregation von Regeln expliziert dann lerntheoretische und mediendidaktische Aspekte als präskriptive Gestaltungsanweisungen und macht diese im Sinne einer Validierung überprüfbar. Durch die Anwendung solcher Regelmengen auf IMDL-Basisspezifikationen durch den ProfiL-Interpreter entstehen vollständige Lernsoftwarespezifikationen. Diese werden durch den ProfiL-Generator in Java-Lernsoftware überführt.

Publikationen

1. Gaede, Bernd; Schneeberger, Josef: "Generierung multimedialer Produktpräsentationen". In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 40 (1998).
2. Gaede, Bernd: "Profil: Production of interactive educational material". In: - (Hrsg.): Proceedings of the 7th BOBCATSSS Symposium ("Learning Society, Learning Organisation, Lifelong Learning " Bratislava Januar 1999).
3. Gaede, Bernd: "Courseware and User Interfaces Crossing Cultural Borders". In: - (Hrsg.): Proceedings of the 8th BOBCATSSS Symposium ("Access 2000 - intellectual property vs. the right to knowledge" Krakau Januar 2000).
4. Gaede, Bernd: "Die Instructional Material Description Language und das Produktionssystem für interaktive Lernsoftware ProfiL - Eine Metaspezifikationssprache und ein Generator für Lernsoftware". In: GI-Fachgruppe 1.1.5/7.0.1 (Veranst.): Tagungsbeitrag zum 10. Arbeitstreffen der GI-Fachgruppe 1.1.5/7.0.1 ("Intelligente Lehr-/Lernsysteme" Hamburg 1./2. Dezember 2000).

5. Gaede, Bernd: "Konventionalisierung multimedialer Softwaregestaltung durch Automatisierung". In: Jakobs, Eva-Maria; Knorr, Dagmar (Hrsg.): Tagungsband des PROWITEC-Kolloquiums in der Reihe: "Textproduktion und Medium". ("Textproduzieren in elektronischen Medien - Strategien und Kompetenzen" Wien 2000).

3.9 SigmaStar

Projektleitung:

Prof. Dr. Bettina Harriehausen-Mühlbauer

Beteiligte: Dr.-Ing. Bernd Ludwig

Stichwörter: Sprachverarbeitung; Dialogsystem; Textgenerierung; Textmining; Klassifikation

Laufzeit: 1.5.2005 - 30.4.2006

Förderer: Zentrum für Forschung und Entwicklung der FH Darmstadt

Mitwirkende Institutionen: Fachhochschule Darmstadt

Kontakt:

Dr.-Ing. Bernd Ludwig
Tel.: +49.9131.85.29909, Fax: +49.9131.85.29905,
E-Mail: bernd.ludwig@informatik.uni-erlangen.de

Sigma Star befasst sich mit der Integration von Sprachverarbeitungsalgorithmen und e-learning-Anwendungen. Im ersten Abschnitt des Projekts wird ein Spiel zum Vokabellernen auf einem Java-fähigen Handy entwickelt. Während des Spiels geht es darum, immer wieder ins Spielgeschehen eingebettete Vokabeltests zu bestehen, um schließlich das Spiel gewinnen zu können. Die Vokabeltests sind sehr komplex und nutzen die Möglichkeiten voll aus, die von einer automatischen morphologischen Formenanalyse und einem digitalen Thesaurus geboten werden.

Publikationen

1. Ott, Heike; Prados, Francisco; Ludwig, Bernd; Harriehausen-Mühlbauer, Bettina: Language e-Learning with role-based mobile phone games. In: Jantke, Klaus P. (Hrsg.): LIT 2005 - 13. Leipziger Informatik-Tage (Lepiziger Informatik-Tage 2005 Leipzig 21.-23.9.2005). Leipzig : Springer, 2005, S. 12-18. (GI-Lecture Notes in Informatics).
2. Harriehausen-Mühlbauer, Bettina; Prados, Francisco; Ludwig, Bernd; Ott Heike: Mobile Phone Games for Language e-Learning. In: Sosnin, P. (Hrsg.): Interactive Systems And Technologies - The Problems of Human - Computer Interaction (Interactive Systems And Technologies - The Problems of Human - Computer Interaction Ulyanovsk 2005). 2005, S. 154-158. - ISBN 5-89146-670-8.

3.10 SIPaDIM (Forschungsverbund FORSIP: Verbundprojekt Adaptives Dialogmanagement)

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Günther Görz, Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

Beteiligte:

Peter Reiß, M.A., Dipl.-Inf. Bernd Ludwig

Laufzeit: 1.6.2002 - 31.5.200**5**

Förderer: Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst

Mitwirkende Institutionen: Lehrstuhl für Mustererkennung,
Lehrstuhl für Multimediakommunikation und Signalverarbeitung

Im Rahmen des Forschungsverbunds soll ein Dialogsystem für gesprochene natürliche Sprache weiterentwickelt werden, das in Hinblick auf die Komplexität der verarbeitbaren Dialoge und der Benutzermodellierung über den Stand heutiger Systeme hinausreicht. Hierbei soll das Dialogsystem die Funktion eines Moderators einnehmen, das die Kommunikation zwischen Benutzer und Technik, z.B. einem technischen Gerät, koordiniert. Wissenschaftliche Ziele der Untersuchungen sind: Der Schwerpunkt der Forschungsarbeit liegt in der Situierung der Dialogführung. Damit ist die Frage gemeint, wie man das benötigte Hintergrundwissen für eine Applikation konfigurieren kann, damit das Dialogsystem in einer konkreten Situation den Informationsaustausch zwischen dem Benutzer und dem technischen System moderieren kann? Das Thema der Individualisierung spielt eine wichtige Rolle bei der Frage, wie sich das Kommunikationsverhalten des Systems beschreiben lässt, so dass die Dialogführung an unterschiedliche, stereotype Benutzerrollen adaptiert werden kann. Parallel dazu geht es um Personalisierung: Wie lässt sich das Dialogsystem durch Einbezug von Benutzermodellen so steuern, dass die Anpassung des technischen Systems an individuelle Benutzer situationsbezogen möglich wird?

Publikationen

1. Görz, Günther; Bücher, Kerstin; Ludwig, Bernd; Schweinberger, Frank-Peter; Thabet, Iman: Combining a Lexical Taxonomy with Domain Ontologies in the Erlangen Dialogue System. In: Smith, Barry (Hrsg.): KI - 2003 Workshop 11 - Reference Ontologies vs. Applications Ontologies, Proceedings. (KI - 2003 Workshop 11 - Reference Ontologies vs. Applications Ontologies, Hamburg).
2. Görz, Günther; Huber, Alexander; Ludwig, Bernd; Reiß, Peter: Combining the Practical Syllogism and Planning in Dialogue. In: Kruijff-Korbayová, Ivana; Kosny, Claudia (Hrsg.): DiaBruck Proceedings: 7th Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue. (DiaBruck Proceedings: 7th Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue, Saarbrücken). 2003, S. 35-42.
3. Görz, Günther: Speech Dialogue Systems - A Pragmatics-Guided Approach to Rational Interaction. In: Milutinovic, Veljko (Hrsg.): Proceedings of the IPSI - 2003 Conference. (IPSI - 2003 Conference, Montenegro).

4. Thabet, Iman; Ludwig, Bernd; Schweinberger, Frank-Peter; Bücher, Kerstin; Görz, Günther: Using EuroWordNet within the Speech Operated System EMBASSI.
In: Kunze, Claudia (Hrsg.): Proceedings of the GermaNet Workshop: Anwendungen des deutschen Wortnetzes in Theorie und Praxis (GermaNet Workshop: Anwendungen des deutschen Wortnetzes in Theorie und Praxis Tübingen).

3.11 Sprachverarbeitung und Dialogsysteme

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Günther Görz

Beteiligte:

Iman Thabet, M.A., Dipl.-Inf. Martin Klarner, Peter Reiß, M.A., Yuliya Lierler, M.S., Dr.-Ing. Bernd Ludwig

Stichwörter:

Sprachverarbeitung; Parsing; Semantikkonstruktion; Pragmatik; Inferenz; Dialog

Beginn: 1.4.1991

Mitwirkende Institutionen: FORWISS, FG Wissensverarbeitung

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Günther Görz
Tel.:+49.9131.85.28701, Fax: +49.9131.85.28986,
E-Mail: goerz@informatik.uni-erlangen.de

Einen Schwerpunkt der Grundlagenforschung bilden die Arbeiten in der Sprachverarbeitung, die mit einer aktuellen Fokussierung auf Dialogsysteme in enger Kooperation mit dem Lehrstuhl für Mustererkennung (früher: FORWISS (http://www.forwiss.de), FG Wissensverarbeitung (http://www.forwiss.uni-erlangen.de/fg-we/)) durchgeführt werden (weitere Informationen (http://www8.informatik.uni-erlangen.de/IMMD8/staff/Goerz/dialog.html)). Derzeit wird an der Modellierung von Diskurs- und Domänenwissen für verschiedene Anwendungen mithilfe der Beschreibungslogik gearbeitet sowie an Problemen der Benutzerzielverwaltung und Planung auf der Dialog- und Anwendungsebene. Daraus resultieren Ressourcen und Komponenten für Dialogsysteme, insbesondere Beiträge zu einem konfigurierbaren Dialogmanager, die u.a. auch in industrienahen Kooperationsprojekten wie EMBASSI (http://www.embassi.de) (s.d.) eingesetzt werden.

Bei der grammatischen Analyse wird ein “Chunk”-Parsing-Ansatz verfolgt, der darauf zielt, minimale Konstituenten in einer Spracheingabe zu identifizieren, welche semantische Einheiten bilden. Ein solches Vorgehen erweist sich wegen der Unvollständigkeit und ungrammatischen Struktur spontansprachlicher Äußerungen und aus der durch die Spracherkennung bedingten Mehrdeutigkeit als vielversprechend. Zur Chunkanalyse wird ein Chartparser verwendet, der durch Verwendung einer speziellen Grammatik Chunks liefert.

Diese neu entwickelte Grammatik, die auch von der in Entwicklung befindlichen Komponente zur Sprachgenerierung verwendet wird, enthält Regeln zur Komposition von lexikalischen Elementen und Konstituenten zu Chunks. Mithilfe der grammatischen Funktionen (Dependenz) werden die Chunks bis hinauf zur Satzebene miteinander verbunden. In dieser zweiten Analysephase wird dann unter Zuhilfenahme semantischer Angaben (Valenzen, thematische Rollen) versucht, die diskurs-semantische Repräsentation eines natürlich-sprachlichen Dialogschritts zu konstruieren. Die Implementation der dabei erforderlichen Zugriffe auf das Domänenmodell ist realisiert; die Abbildung der linguistischen Konzepte auf Konzepte der Applikationsebene sind Gegenstand kontinuierlicher Erweiterungen.

Ein weiterer Gegenstand der aktuellen Projektarbeit ist das Grundformenlexikon, das gleichermaßen für Analyse und Generierung verwendet wird. Aus der online verfügbaren lexikalischen Datenbank GermaNet werden für das Lexikon Wortsemantik und syntaktische Informationen (Kasusrahmen) extrahiert. Zusätzlich werden aber auch morphologische Informationen (Flexion, Derivation und Komposition) benötigt, die eine morphologische Komponente bereitstellt. Die Lexikoneinträge müssen um weitere semantische Angaben (Valenzen, thematische Rollen) ergänzt werden, wofür ein eigenes Werkzeug bereitsteht.

Publikationen

1. Ludwig, Bernd; Görz, Günther; Niemann, Heinrich: Combining Expression and Content in Domains for Dialog Managers. In: - (Hrsg.): Proceedings of the International Description Logics Workshop DL-98 (- Trento 6.-8.6.1998). 1998.
2. Ludwig, Bernd; Görz, Günther; Niemann, Heinrich: User Models, Dialog Structure, and Intentions in Spoken Dialog. In: - (Hrsg.): Proceedings of KONVENS-98 (- Bonn 5-7.10.1998). 1998.
3. Ludwig, Bernd; Görz, Günther; Niemann, Heinrich: A Computational Approach to the Semantics of Function Words in Dialogue Context. In: - (Hrsg.): Proceedings of VexTAL ((Venezia per il Trattamento Automatico delle Lingue) - Nov. 1999). 1999.
4. Ludwig, Bernd; Klarner, Martin; Görz, Günther: Content and Context in Dialogue Systems. In: - (Hrsg.): Proceedings of the 3rd Bellagio Workshop on Human-Computer Conversation (Bellagio, 2000 Sheffield). 2000.
5. Ludwig, Bernd; Görz, Günther; Niemann, Heinrich: An Inference-Based Approach to the Interpretation of Discourse. In: ----- (Hrsg.): Journal of Language and Computation, Special Issue (First Workshop on Inference in Computational Semantics, ICoS-1, Amsterdam 15.8.1999). Bd. 2. 2000, S. 241-258.
6. Bücher, Kerstin; Forkl, Yves; Görz, Günther; Klarner, Martin; Ludwig, Bernd: Discourse and Application Modeling for Dialogue Systems. In: Haarslev, V.; Möller, R.; Lutz, C.; Görz, Günther (Hrsg.): Proceedings KI-2001 Workshop on Applications of Description Logics (KI-2001 Workshop on Applications of Description Logics Wien 18.9.2001). Aachen : Sunsite, 2001, S. 1-10. (CEUR Proceedings Bd. 44).
7. Görz, Günther; Bücher, Kerstin; Ludwig, Bernd; Schweinberger, Frank-Peter; Thabet, Iman: Combining a Lexical Taxonomy with Domain Ontologies in the Erlangen Dialogue System. In: Smith, Barry (Hrsg.): KI - 2003 Workshop 11 - Reference Ontologies vs. Applications Ontologies, Proceedings. (KI - 2003 Workshop 11 - Reference Ontologies vs. Applications Ontologies, Hamburg). 2003.

8. Görz, Günther; Huber, Alexander; Ludwig, Bernd; Reiß, Peter: Combining the Practical Syllogism and Planning in Dialogue. In: Kruijff-Korbayová, Ivana; Kosny, Claudia (Hrsg.): DiaBruck Proceedings: 7th Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue. (DiaBruck Proceedings: 7th Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue, Saarbrücken). 2003, S. 35-42.
9. Görz, Günther: Speech Dialogue Systems - A Pragmatics-Guided Approach to Rational Interaction. In: Milutinovic, Veljko (Hrsg.): Proceedings of the IPSI - 2003 Conference. (IPSI - 2003 Conference, Montenegro). 2003.
10. Görz, Günther: Sprachdialogsysteme - nach der pragmatischen Wende. In: Willée, G.; Schröder, B.; Schmitz, H.-C. (Hrsg.): Computerlinguistik - Was geht, was kommt? Festschrift für Winfried Lenders. St. Augustin : Gardez! Verlag, 2003, (Sprachwissenschaft, Computerlinguistik und Neue Medien Bd. 4), S. 87-94.

3.12 Trustee - Angebote, Verhandlungen und Abschlüsse für Kunden

Projektleitung:

Prof. Dr. Herbert Stoyan

Beteiligte: Dipl.-Inf. Sebastian Schmidt

Stichwörter: Internet Agenten, Anonymisierung, Beratung

Laufzeit: 1.6.2002 - 1.6.2005

Förderer: Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst

Im Projekt TRUSTEE werden Internetagenten der dritten Generation entwickelt. Sie sollen Einkäufern im Internet helfen, aus dem oft schwer überschaubaren Angebot im WWW für ihre Bedürfnisse passende Produkte zu finden und zu einem möglichst niedrigen Preis zu erwerben. Zudem soll ein Trustee (Agentensoftware und Endprodukt des Projektes) die Privatsphäre des Suchenden soweit wie möglich schützen. Die Personalisierung in E-Commerce ist ein bedeutender Trend, der leider auch Schattenseiten besitzt: Anbieter können zum Einen Informationen über Käufer nutzen, um überhöhte Preise für bestimmte Käufer zu berechnen, wie es schon im Fall des Online- Buchhändlers Amazon geschehen ist und öffentlich wurde. In der Regel ist dies für den Käufer jedoch nicht erkennbar. Zum Anderen sammeln Anbieter über ihre Kunden Daten und werten diese mit Techniken des Data-Mining aus. Anbieter können daraus resultierendes Wissen für den Kunden wünschenswert nutzen, um ihm beispielsweise maßgeschneiderte Produktvorschläge zu präsentieren. Sie sind aber auch durchaus in der Lage ihre Position auszunutzen, indem beispielsweise Kundenprofile mit anderen Unternehmen ausgetauscht werden, um den Kunden noch stärker auszuleuchten. Solches Verhalten ist zwar durch Datenschutzbestimmungen verboten, die praktische Kontrolle fällt aber schwer. Der Kunde ist in der momentanen Situation also nicht in der Lage, Daten die über ihn erhoben werden, zu kontrollieren. Dies soll der Trustee verhindern, indem er zwischen Kunde und Anbieter als Treuhänder auftritt. Er vermeidet, dass der Käufer manipulierbar wird, und nutzt die Personalisierungsstrategien der Anbieter, um dem Käufer möglichst gute Abschlüsse zu ermöglichen.

3.13 Wappen-Projekt

Projektleitung:

Prof. Dr. Herbert Stoyan

Beginn: 1.6.1998

Ziel des Wappen-Projektes ist eine formale Beschreibung aller europäischen historischen Wappen. Die Wappenbeschreibungsprache soll es ermöglichen sowohl nach einem Wappen zu suchen, als auch dieses mit Hilfe eines Wappengenerators graphisch darzustellen.

Bisher wurden etwa 300.000 Personen mit Quelleneingaben erfasst. Im Teilbestand der Siebmacherschen Wappen (ca. 120000 Personen) wurden Dubletten gesucht und eliminiert. Die Wappenbeschreibungssprache wurde weiterentwickelt. Die Zahl natürlichsprachlich erfasster Blasonierungen ist auf etwa 60000 angewachsen. Das Parsing und die semantische Analyse von natürlichsprachlichen Blasonierungen wurde für das Deutsche vorangetrieben. Der Chart-Parser wurde effizient (in PROLOG) reimplementiert. Ein Visualisierungs-Tool zur adäquaten Darstellung der Chart für das Debugging der Grammatik wurde implementiert. Das syntaktische Lexikon wurde auf ca. 10000 Wörter (entspricht ca. 50000 Wortformen) erweitert und deckt den Großteil der erfassten Blasonierungen ab. Der Aufbau eines semantischen Lexikons von Wappenbestandteilen wurde begonnen. Das Scannen und Speichern der Wappen im Siebmacher ist so gut wie abgeschlossen. Die Arbeiten werden in Kooperation mit einem ABM-Projekt des Vereins Herold durchgeführt, an dem 8 Personen beteiligt sind.

3.14 WebLib

Projektleitung:

Prof. Dr. Herbert Stoyan

Beginn: 1.7.1995

Das Projekt zur Erfassung von historischem Quellenmaterial wurde weitergeführt. Bisher wurden ca. 500 Quellen mit insgesamt etwa 190000 Seiten gescannt. Der elektronische Familien-Index wurde auf ca. 120 Quellen ausgeweitet.

3.15 WW-Person

Projektleitung:

Prof. Dr. Herbert Stoyan

Stichwörter:

Adel, Digitale Bibliothek, Datenbank, Personen, Europa

Beginn: 1.9.1994

Das Informationssystem zum europäischen höheren Adel ist inzwischen auf 400000 Personen angewachsen. Im Dezember wurde die 5.Auflage der CD produziert. Die Internetpräsentation wurde verschiedentlich als hervorragendes Angebot ausgezeichnet. Kopien der CD gehen in alle Welt.

Es wurde ein Buchgenerierungsprogramm entwickelt, mit dem Auszüge aus dem System im Stile der gängige Jahrbücher erzeugt werden können. Es ist geplant, auf diese Art in Zukunft das Handbuch des in Bayern immatrikulierten Adels" herzustellen. Desweiteren wird in Zusammenarbeit mit der Cronberg-Stiftung das Handbuch der Ganerbschaft Alten-Limpurg" aktualisiert generiert.

4 Weitere Publikationen

1. Döring, Sven; Ludwig, Bernd: Personalisierung und Situierung in der Mensch-Maschine-Interaktion. In: KI - Künstliche Intelligenz (2005), Nr. 3, S. 35-27.
2. Görz, Günther: CONALD: A Configurable Plan-Based Dialogue System.Vortrag: Graduiertenkolleg Wissensrepräsentation, Univ. Leipzig, Institut für Informatik, Leipzig, 18.1.2005.
3. Görz, Günther: Dialogische Logik und mathematischer Unterrichtsdiskurs.Vortrag: 4. Internationales Leibniz-ForumsAltdorf-Nürnberg, 30.6.--2.7.2005, Altdorf, 30.6.2005.
4. Görz, Günther; Ludwig, Bernd: Speech Dialogue Systems - A Pragmatics-Guided Approach to Rational Interaction. In: KI - Künstliche Intelligenz (2005), Nr. 3, S. 5-10.
5. Görz, Günther; Hornegger, Joachim: Sprach- und Bilderkennung. In: Bruns, Kai; Meyer-Wegener, Klaus (Hrsg.): Taschenbuch der Medieninformatik. 1. Aufl. Leipzig : Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2005, S. 194--219. - ISBN 3-446-40299-3.
6. Görz, Günther; Ludwig, Bernd: The Practical Use of Valencies in the Erlangen Speech Dialogue System CONALD.Vortrag: Valency:Valenz; Internationale Fachkonferenz, Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, 7.4.2005.
7. Lierler, Yuliya: Answer Set Programming via Satisfiability.Vortrag: Computer Science Department Colloquium, University of Potsdam, Potsdam, 07.2005.
8. Lierler, Yuliya: Cmodels -- SAT-based Disjunctive Answer Set Solver. In: Baral, Chitta; Leone, Nicola (Hrsg.): 8th Intl. Conference on Logic Programming and Nonmonotonic reasoning (Conference on Logic Programming and Nonmonotonic reasoning Diamante, Italy 2005). Berlin : Springer, 2005, S. 447-453. - ISBN 354028538.

9. Lierler, Yuliya: Cmodels for Tight Disjunctive Logic Programs. In: Wolf, Armin; Fruehwirth; Meister, Marc (Hrsg.): Ulmer Informatik-Berichte 2005-01 (19th Workshop on (Constraint) Logic Programming Ulm, Germany February 21-23, 2005). 2005, S. 163-166.

10. Lierler, Yuliya: Cmodels-3: SAT-based Disjunctive Answer Set Programming System.Vortrag: Dagstuhl Seminar on Nonmonotonic Reasoning, Answer Set Programming and Constraints, Dagstuhl Seminar, Dagstuhl, 04.2005.

11. Lierler, Yuliya: Disjunctive Answer Set Programming via Satisfiability. In: 3rd Intl. Workshop on Answer Set Programming: Advances in Theory and Implementation. Bath : University of Bath, 2005, S. 85-101.

12. Lierler, Yuliya: Satisfiability for Disjunctive Answer Set Programming.Vortrag: Computer Science Department Colloquium, University of Leipzig, Leipzig, 11.2005.

13. Ludwig, Bernd: Natürlichsprachliche Bedienung technischer Geräte. In: Wagner, Dorothea; Dreier, Thomas; Günther, Oliver; Hölldobler, Steffen; Löhr, Klaus-Peter; Molitor, Paul; Reischuk, Rüdiger; Saupe, Dietmar (Hrsg.): Ausgezeichnete Informatikdissertationen 2004. Bonn : GI-Verlag, 2005, (Lecture Notes in Informatics), S. 105-114. - ISBN 3-88579-409-8.

14. Mandl, Stefan; Stoyan, Herbert: Evolution of teams for the asynchronous pursuit domain. In: International Journal of Computer Systems Science & Engineering Volume 20 (2005), Nr. 4, S. 311-317.

15. Reiß, Peter; Ludwig, Bernd; Görz, Günther: Selbstreflexion in einem planbasierten Dialogsystem. In: Cremers, Armin B.; Manthey, Rainer; Martini, Peter; Steinhage, Volker (Hrsg.): Lecture Notes in Informatics P67 (35. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik Bonn 19.-22.09.2005). Bd. P67. 2005, S. 256-260. - ISBN 3-88579-396-2.

16. Schiemann, Bernhard; Eller, Martin; Makedonska, Kristina: Distributed Visualization of Multi Agent Systems. In: Berre Arne; Elms, Kim; Müller, Jörg P.; Fischer, Klaus (Hrsg.): Proceedings of AAMAS 2005 Workshop ATOP-2005 Agent-based Technologies and applications for enterperise interOPerability (AAMAS 2005 Workshop ATOP-2005 Utrecht 25-29 July 2005). Utrecht : Utrecht University, 2005, S. 37.

17. Schmidt, Sebastian; Stoyan, Herbert: Web-based Extraction of Technical Features of Products. In: Cremers, Armin B.; Manthey, Rainer; Martini, Peter; Steinhage, Volker (Hrsg.): Lecture Notes in Informatics P67 (35. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik Bonn 19.-22.09.2005). Bd. P67. 2005, S. 256-261. - ISBN 3-88579-396-2.

18. Stoyan, Herbert; Mandl, Stefan; Schmidt, Sebastian; Vogel, Mario: An Agent-Based Approach to Correctness in Databases. In: Härder, Theo; Lehner, Wolfgang (Bearb.): Data Management in a Connected World: Essays Dedicated to Hartmut Wedekind on the Occasion of His 70th Birthday. n.a. : Springer-Verlag GmbH, 2005, S. p. 37. - ISBN 3-540-26295-4.

5 Studien- und Diplomarbeiten

5.1 Studienarbeiten

1. Eslava, Alexander: Neuronale Informationsverarbeitung mit SDM (Sparse Distributed Memory): Klassenbibliothek zur Implementation des Kernsystems.
2. Miloi, Titus: Ähnlichkeitsbasierte Vorverarbeitung von Web-Seiten.
3. Clepce, Stefan: Konsistenz in Wissensbasen.
4. Vache, Peter Andreas: Wissensbasierte Generierung von Websites.

5.2 Diplomarbeiten

1. Brehm, Heinz Joachim: Automatische Fahrplandurchführung (Halt! - So geht das nicht!).
2. Prohaska, Christian: Erzeugung formaler Regeln in F-Logic aus kontrollierter deutscher Sprache.
3. von Mammen, Sebastian: Entwicklung eines Lernsystems für Gruppenpräferenzen.
4. Hofmann, Andrea: Vergleich und 3D-Darstellung von alten Landkarten durch Bildregistrierung.
5. Meyer, Stefan: Muss ich das wirklich nochmal machen?
6. Koutschan, Christoph: Rekonstruktion rationaler Sprachen aus rationalen erzeugenden Funktionen.
7. Löhr, Hans: Reversibilität von zellularen Automaten auf Gittern.
8. Mauerer, Wolfgang: Semantics and Simulation in Quantum Communication.

Lehrstuhl für Informatik 9 (Graphische Datenverarbeitung)

Anschrift: Am Weichselgarten 9, 91058 Erlangen-Tennenlohe

Tel.: +49.9131.85.29919 **Fax.:** +49.9131.85.29931

E-Mail: sekretariat@i9.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:

Prof. Dr. Günther Greiner

Professor:

Prof. Dr. Marc Stamminger

Sekretariat:

Maria Baroti

Wiss. Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. Frank Bauer
Dipl.-Inf. Michael Bauer
Dipl.-Ing. (FH) Marc Breithecker
Dipl.-Inf. Sebastian Buntin
Dipl.-Inf. Carsten Dachsbacher
Dipl.-Inf. Frank Enders
Dipl.-Inf. Manfred Ernst
Dipl.-Inf. Frank Firsching
Dipl.-Math. Matthias Franz
Dr. rer. nat. Roberto Grosso
Dipl.-Inf. Martin Meister
Dipl.-Inf. Dorit Merhof
Dipl.-Inf. Michael Schwarz
Dipl.-Inf. Markus Sonntag
Dipl.-Inf. Jochen Süßmuth
Dipl.-Inf. Marco Winter

1 Einführung

Die graphische Datenverarbeitung - und damit der Lehrstuhl - beschäftigt sich mit der Herstellung und Manipulation synthetischer Bilder, virtueller Welten und Computeranimationen mit Hilfe von Rechnern. Hierzu gehören insbesondere Verfahren zur Erstellung eines geeigneten rechnerinternen Szenenmodells (Modellierung), Verfahren zur graphischen Darstellung dieses Modells (Bildsynthese, Rendering) sowie die graphische Aufbereitung komplexer Datenmengen mit dem Ziel, den repräsentierten Inhalt interpretierbar darzustellen (wissenschaftliche Visualisierung).

2 Forschungsschwerpunkte

Das Forschungsthema der GDV gliedert sich in drei Hauptbereiche:

Geometrische Modellierung

- Flächenrekonstruktion
- Qualitätskontrolle
- Subdivision Verfahren
- 3D-Gitterverwaltung
- Registrierung
- Hierarchische Verfahren, Variationsansätze

Bildsynthese

- Bildbasierte Verfahren, Lichtfelder
- Punktbasiertes Rendering
- Bildsynthese in Virtual-Reality-Anwendungen
- Globale Beleuchtungs- und Schattenberechnung
- Ray Tracing
- Verteiltes und paralleles Rendering

Visualisierung

- Medizinische Visualisierung
- Registrierung und Segmentierung medizinischer Tomographiedaten
- Integration von Simulation und Visualisierung
- Interaktive Visualisierung von 3D-Daten
- Strömungsvisualisierung
- Virtual Reality

Diese drei Forschungsgebiete stehen nicht unabhängig nebeneinander sondern sind jeweils auf Ergebnisse der anderen angewiesen.

2.1 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

- PC-Cluster (4 Dual Xeon Rechner)
- SGI Onyx2 (Infinite Reality 2 Graphik, 2 Mips R10000 CPUs)
- Stereoskopisches Rückprojektionssystem incl. Tracking

2.2 Kooperationsbeziehungen

Es existieren Kooperationsbeziehungen zu den folgenden Firmen:

- BMW Group Forschung und Technik
- EADS Deutschland GmbH, München
- Fraunhofer IIS, Erlangen
- Fraunhofer IZFP, Fürth
- Institut für Vegetationskunde und Landschaftsökologie (IVL)
- Rupp + Hubrach KG, Bamberg
- Siemens AG, Medical Solutions, Erlangen
- Siemens AG, CO ME, Erlangen
- Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen

2.3 Wissenschaftliche Tagungen

- Vision, Modeling, and Visualization 2005 (http://www.vmv2005.uni-erlangen.de/)

3 Forschungsprojekte

3.1 Analogmodellierung und Visualisierung geologischer Strukturen

Projektleitung:

Prof. Dr. Günther Greiner, Prof. Dr. Gernold Zulauf

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Michael Bauer, Christoph Rezk-Salama, Dipl. Geol. Janet Zulauf, Dr.-Ing. Peter Hastreiter

Stichwörter: strukturelle Geologie; Visualisierung; Analogmodellierung; Deformation

Laufzeit: 1.1.2002 - 31.1.2005
Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

Dipl.-Inf. Michael Bauer
Tel.: +49.9131.85.29922, Fax: +49.9131.85.29931,
E-Mail: michael.bauer@informatik.uni-erlangen.de

Die Analogmodellierung in der strukturellen Geologie wird eingesetzt, um einen Einblick in den Deformationsprozeß natürlicher Gesteinsformationen und die hierbei auftretenden Strukturen zu gewinnen. Mithilfe einer am Institut für Geologie und Mineralogie entwickelten Apparatur sind erstmals alle axialen Deformationen von reiner Konstriktion bis zur reinen Verfla-

chung möglich. Die deformierten Modelle bestehen aus einer Matrix aus Plastilin, in die eine wenige Millimeter dünne Lage eingebettet ist, die mit einem Kontrastmittel angereichert ist. Die bei der Deformation gebildeten Strukturen und deren Entstehungsprozeß wurden mit einem CT-Scanner aufgenommen und können mithilfe der am Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung entwickelten Volumen-Visualisierungsverfahren dreidimensional dargestellt und analysiert werden. Hierbei wurde untersucht, unter welchen Umständen sich spezielle Boudins, Falten, Mullions und inverse Falten ausbilden. Wichtige Faktoren sind neben der Konstriktion unter anderem die Viskosität bzw. der Viskositätskontrast von Matrix und eingebetteter Lage. Durch den Einsatz der Computertomographie können die entstehenden dreidimensionalen Faltungsstrukturen im Plastilin im Gegensatz zu konventionellen Verfahren zerstörungsfrei und präzise erfaßt werden. Diese Eigenschaft ermöglicht auch eine mehrfache Deformation und Tomographie. Damit können neben der Erfassung der ausgebildeten Faltungsstrukturen auch die einzelnen Entstehungsphasen visualisiert und analysiert werden.

Publikationen

1. Zulauf Gernold; Zulauf Janet; Hastreiter, Peter; Tomandl, Bernd F.: A deformation apparatus for three-dimensional coaxial deformation and its application to rheologically stratified analogue material.. In: J. Struct. Geol. 25 (2002), S. 469-480.

3.2 BEO: Rationelle Energieverwendung in der Industrie - Prozeßwärme

Projektleitung:

Prof. Dr. rer. nat. Georg Müller, Prof. Dr. Günther Greiner, Prof. Dr. Ulrich Rüde

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Horst Hadler, Michael Kellner, Dr.-Ing. Thomas Jung, Dipl.-Ing. Jan Treibig, Dr. rer. nat. Roberto Grosso

Stichwörter: Kristallzüchtung; Parallelisierung; Industrieöfen

Laufzeit: 1.12.2001 - 30.6.2005

Förderer: Vorhaben 0327324A, Forschungszentrum Jülich GmbH

Mitwirkende Institutionen:

Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften VI, Lehrstuhl für Informatik 9 (Graphische Datenverarbeitung), Lehrstuhl für Informatik 10 (Systemsimulation)

Entwicklung und Einsatz von Softwareprogrammen zum Bau von energiesparender Industrieöfen für die Werkstoffherstellung und Kristallzüchtung. Ziel dieses Vorhabens ist es durch den Einsatz der Computersimulation die Konstruktion und den Betrieb von Hochtemperaturanlagen zur Herstellung und Veredelung von Werkstoffen zu verbessern und an die prozess-spezifischen thermischen Spezifikationen anzugleichen. Um dieses Ziel zu erreichen wird das Programm CrysVUn3D zur Simulation des Wärmetransportes durch Wärmeleitung und Wärmestrahlung in dreidimensionalen Ofengeometrien entwickelt.

Publikationen

1. Hadler, Horst; Kellner, Michael; Grosso, Roberto: A reflective component framework for a large scale simulation software. In: Topping, B.H.V.; Mota Soares, C.A. (Hrsg.): Proceedings of Fourth Conference on Engeneering Computational Structures (ECT2004 Lissabon 7-9 September 2004). Stirling, UK : Civil-Comp Press, 2004, S. 125-. - ISBN 0-948749-96-2.
2. Hadler, Horst; Kellner, Michael; Treibig, Jan; Jung, Thomas: Simulation Components in the Open Reflective Component Architecture. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.): Simulationstechnique 18th Symposium (ASIM Erlangen 12.9.2005 - 15.9.2005). Erlangen : SCS Publishing House, 2005, S. -. - ISBN 3-936150-41-9.

3.3 Bewertung und Optimierung der visuellen Wahrnehmung in der Fahrsimulation

Projektleitung:

Dr.-Ing. Alexander Huesmann, Prof. Dr. Marc Stamminger

Beteiligte:

Dipl.-Ing. (FH) Marc Breithecker

Stichwörter: Fahrsimulation; Bildverarbeitung; Datenbasenmodellierung; Visuelle Wahrnehmung

Laufzeit: 1.4.2004 - 31.3.2007

Förderer: BMW Group Forschung und Technik

Mitwirkende Institutionen:

BMW Group Forschung und Technik

Kontakt

Dipl.-Ing. (FH) Marc Breithecker
Tel.: +49.9131.85.29926, Fax: +49.9131.85.29931,
E-Mail: Marc.Breithecker@informatik.uni-erlangen.de

„The driver´s sense of speed can be considerably modified by manipulating the pattern of the visual field" -Denton-

Der Leistungsdruck auf Forschung und Entwicklung in der Automobilindustrie steigt. Der Wettbewerb fordert innovative Produkte in immer kürzerer Zeit und zu geringeren Kosten. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, werden große Teile des Entwicklungsprozesses zunehmend virtuell durchgeführt. Um die fehlende subjektive Komponente des virtuellen Entwicklungsprozesses auszugleichen, wird in der Automobilindustrie vermehrt das Werkzeug Fahrsimulation eingesetzt. Die Fahrsimulation ermöglicht es, in einer simulierten, reproduzierbaren Umgebung Informationen über das Zusammenspiel Fahrer/ Fahrzeug und die Interaktion

mit anderen Verkehrsteilnehmern zu sammeln und unterstützt damit die Entwicklung von z.B. Anzeige-Bedien-Konzepten, Fahrerassistenzsystemen und Cockpitergonomie.

Um die Ergebnisse der Fahrsimulation auf das Realfahrzeug übertragen zu können, ist es notwendig, dass das Fahrerverhalten im Simulator dem Verhalten im Realfahrzeug möglichst gut entspricht. Insbesondere im Bereich der visuellen Wahrnehmung besteht Optimierungspotenzial, welches es im Rahmen dieses Projektes zu erschließen gilt. Entwicklungsschwerpunkte hierbei sind die Bewertung und Optimierung der Geschwindigkeitswahrnehmung, der Entfernungsabschätzung sowie der Schilderkennung. Dazu werden Versuche durchgeführt um die Auswirkungen der potenziellen Maßnahmen zu quantifizieren. Durch die Literaturrecherche konnten bereits Kontrast und Zusammensetzung der Ortsfrequenzen als wesentliche Einflussgröße identifiziert werden. Zunächst müssen daher geeignete Methoden gefunden werden, um Kontrast und Frequenzspektrum in komplexen Szenen zu beschreiben bzw. zu bestimmen. Im zweiten Schritt werden dann die in der Szene verwendeten Texturen dahingehend optimiert, dass Sie für den Betrachter ein möglichst kontrastreiches Bild ergeben. Inwieweit dies während der laufenden Simulation durchgeführt werden kann, wird überprüft. Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt stellt die anwendungsorientierte Datenbasenmodellierung dar, also die Überprüfung und Änderung/ Ergänzung der Datenbaseninhalte nach fahrsimulationsrelevanten Kriterien. Untersuchungen und Lösungsansätze zum Themenschwerpunkt Schilderkennung folgen.

Publikationen

1. Breithecker, Marc; Huesmann, Alexander; Stamminger, Marc: Bewertung und Optimierung der visuellen Geschwindigkeitswahrnehmung in der Fahrsimulation. In: Moeller, Reinhard (Hrsg.): 9. Workshop Sichtsysteme - Visualisierung in der Simulationstechnik (9. Workshop Sichtsysteme Wuppertal November 2005). Aachen : Shaker Verlag, 2005, S. 35 ff.. - ISBN 3-8322-4580-4.

3.4 CROSSMOD - Cross-Modale Wahrnehmungsbasierte Interaktion und Darstellung

Projektleitung:

Prof. Dr. Marc Stamminger

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Michael Schwarz

Stichwörter: Virtual Reality; Wahrnehmung

Laufzeit: 1.12.2005 - 30.11.2008

Mitwirkende Institutionen:

INRIA - Institut National de Recherche en Informatique et Automatique,
University of Bristol, French National Center for Scientific Research, Paris

Vienna University of Technology, Wien, Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique, Paris, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Pisa

Untersucht wird die Cross-modale Wahrnehmung in der virtuellen Realität, d.h. wie sich Sehen und Hören in VR-Umgebungen gegenseitig beeinflussen. Ein Verständnis dieser Effekte soll eingesetzt werden, um VR-Anwendungen zu optimieren.

3.5 DFG GR 796/2-3: Simulation und Visualisierung des Brain Shift unter Einbindung multimodaler Daten

Projektleitung:

Prof. Dr. Günther Greiner, Prof. Dr. med. Rudolf Fahlbusch, Dr.-Ing. Peter Hastreiter, PD Dr. Christopher Nimsky

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Grzegorz Soza, Kreckel, Stefanie

Stichwörter: Brain Shift Simulation

Laufzeit: 1.4.2004 - 31.3.2005

Förderer: DFG GR 796/2-3

Mitwirkende Institutionen:

Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung, Neurozentrum, Neurochirurgische Klinik

Mit Brain Shift bezeichnet man Veränderungen des Gehirns in Lage und in Form, die während eines neurochirurgischen Eingriffes stattfinden. Durch das Phaenomen verliert computergestützte intraoperative Neuronavigation an ihrer Genauigkeit, was eine Operation erheblich erschwert. Der Brain Shift kann mit einem intraoperativen Update des Systems kompensiert werden. Aus diesem Grund sollen im Rahmen der Forschungsarbeiten dieses Projektes zuverlässige und robuste Verfahren entwickelt werden, die das Phänomen mit hoher Präzision voraussehen lassen, um eine bessere Planung und Durchführung einer Operation zu ermöglichen.

Dazu wird ein realistisches, physikalisch basiertes Modell des auftretendes Effektes erstellt. In diesem Modell wird sowohl Porösität des Hirngewebes, als auch seine Elastizität und Anisotropie berücksichtigt. Es werden auch andere physischen Faktoren, wie Druck, Schwerkraft und Flüsse im Hirn, in das Modell integriert. Dafür werden die aus der Kontinuumsmechanik stammenden Differentialgleichungen verwendet. Die Lösung der Gleichungen erfolgt mittels Finite Elementen Methoden, die auf ein hybrides, unstrukturiertes Volumengitter angewendet werden. Um die Effekte eines chirurgischen Eingriffes zu simulieren, wird auch Geweberesektion im entwickelten Modell realisiert.

Zusätzlich, um eine Beschleunigung zu erzielen, werden die verwendeten Algorithmen an eine parallele Implementierung angepasst.

Die Untersuchungen werden in enger Kooperation mit dem Neurozentrum an der Neurochirurgischen Klinik der Universität durchgeführt.

Publikationen

1. Soza, Grzegorz; Grosso, Roberto; Nimsky, Christopher; Greiner, Günther; Fahlbusch, Rudolf; Hastreiter, Peter: Combined Simulation and Registration for the Determination of the Mechanical Properties of Brain Tissue. In: Dt. Gesell. Computer und Roboterassistierte Chirurgie (Hrsg.): Proc. CURAC (CURAC (Dt. Gesell. Computer und Roboterassistierte Chirurgie) Munich, Germany 2004).
2. Soza, Grzegorz; Grosso, Roberto; Nimsky, Christopher; Fahlbusch, Rudolf; Greiner, Günther; Hastreiter, Peter: Estimating Mechanical Brain Tissue Properties with Simulation and Registration. In: Barillot, Christian; Haynor, David R.; Hellier, Pierre (Hrsg.): Proc. MICCAI (Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention Saint Malo, France 09.2004). Bd. 2. Saint Malo, France : Springer, 2004, S. 276-283. (Lecture Notes in Computer Science).
3. Soza, Grzegorz; Grosso, Roberto; Hastreiter, Peter; Labsik, Ulf; Nimsky, Christopher; Fahlbusch, Rudolf; Greiner, Günther: Fast and Adaptive Finite Element Approach for Modeling Brain Shift. In: Comput Aided Surg 8 (2004), Nr. 5, S. 241-246.
4. Merhof, Dorit; Hastreiter, Peter; Soza, Grzegorz; Stamminger, Marc; Nimsky, Christopher: Non-linear Integration of DTI-based Fiber Tracts into Standard 3D MR Data. In: Girod, Bernd; Magnor, Marcus; Seidel, Hans-Peter (Hrsg.): Vision, Modeling and Visualization 2004 Proceedings (Vision, Modeling and Visualization 2004 Stanford, USA 16.11.-18.11.2004). Stanford : infix, 2004, S. 371-378. - ISBN 3-89838-058-0.
5. Hastreiter, Peter; Engel, Klaus; Soza, Grzegorz; Wolf, Matthias; Ganslandt, Oliver; Fahlbusch, Rudolf; Greiner, Günther: Remote Computing Environment Compensating for Brain Shift. In: Computer Assisted Surgery (2004), S. in press.
6. Hastreiter, Peter; Rezk-Salama, Christof; Soza, Grzegorz; Greiner, Günther; Fahlbusch, Rudolf; Ganslandt, Oliver; Nimsky, Christopher: Strategies for Brain Shift Evaluation. In: Medical Image Analysis 8 (2004), Nr. 4, S. 447-464.
7. Soza, Grzegorz; Grosso, Roberto; Nimsky, Christopher; Hastreiter, Peter; Fahlbusch, Rudolf; Greiner, Günther: Determination of the Elasticity Parameters of Brain Tissue with Combined Simulation and Registration. In: Int J Medical Robotics and Computer Assisted Surgery 1 (2005), Nr. 3, S. 87-95.
8. Soza, Grzegorz; Grosso, Roberto; Nimsky, Christopher; Greiner, Günther; Hastreiter, Peter: High Performance Implementation for the Simulation of Brain Deformation. In: Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik (Veranst.): Proc. BVM (Bildverarbeitung für die Medizin). Berlin : Springer, 2005, S. 455-459.

3.6 Einsatz moderner Grafikhardware für Virtual Reality Anwendungen

Projektleitung:

Prof. Dr. Marc Stamminger

Laufzeit: 1.7.2003 - 31.3.2005

Kontakt:

Prof. Dr. Marc Stamminger
Tel.:+49.9131.85.29919, Fax:+49.9131.85.29931
E-Mail: marc.stamminger@informatik.uni-erlangen.de

In dem Projekt wird der Einsatz moderner Grafikhardware an einer Stereo-Projektionswand mit Trackingsystem untersucht. Moderne Grafikkarten bieten viele über die übliche Bildgehung hinausgehende Möglichkeiten, vor allem für virtual Reality Anwendungen. In dem Projekt wird zum Beispiel untersucht, wie man Unzulänglichkeiten des Projektionssystems (ungleichmäßige Helligkeitsverteilung, geringer dynamischer Bereich) von Seiten der Grafikausgabe korrigieren kann. Ebenso kann man mit Hilfe der Grafikkarten Kollisionsabfragen erstellen, mit denen Bewegungsplanung und Navigationsaufgaben sehr effizient gelöst werden können.

Publikationen

1. Winter, Marco; Stamminger, Marc: Depth-Buffer based Navigation. In: Girod, Bernd; Magnor, Marcus; Seidel, Hans-Peter (Hrsg.): Vision, Modeling and Visualization 2004 Proceedings (Vision, Modeling and Visualization 2004 Stanford, USA 16.11.-18.11.2004). Stanford : infix, 2004, S. 271-278. - ISBN 3-89838-058-0.
2. Hausner, Alexander; Stamminger, Marc: Tone Mapping in VR Environments. In: Alexa, Marc; Galin, Eric (Hrsg.): Eurographics 2004 - Short Presentations (Eurographics 2004 Grenoble 30.8.-3.9.2004). 2004, S. 1-4.

3.7 Fortgeschrittene 3D-Visualisierungstechniken

Projektleitung:

Prof. Dr. Marc Stamminger

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Michael Bauer

Stichwörter: Volumenvisualisierung

Laufzeit: 1.11.2005 - 30.4.2006

Förderer: Mercury Computer Systems

Zu untersuchen sind fortgeschrittene Visualisierungstechniken für Medizinische Anwendungen.

3.8 gridlib: Objekt-orientiertes Framework für Visualisierung in integrierten Simulationsumgebungen

Projektleitung:

Prof. Dr. Ulrich Rüde, Prof. Dr. Günther Greiner

Beteiligte

Frank Hülsemann, PhD, Dipl.-Inf. Frank Reck, Dipl.-Phys. Stefan Meinlschmidt, Benjamin Bergen, M.S.

Stichwörter: Framework; objekt-orientiertes Programmieren; paralleles Rechnen

Laufzeit: 1.6.2000 - 31.3.2005

Förderer: KONWIHR - Kompetenznetzwerk für Technisch-Wissenschaftliches Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Bayern

Mitwirkende Institutionen:

System Simulation Group, Uni Erlangen, Fluid Dynamics Department, Uni Erlangen

Kontakt:

Dipl.-Phys. Stefan Meinlschmidt
E-Mail: meinlschmidt@informatik.uni-erlangen.de

Das *gridlib* Projekt formuliert die Grundlage für weiterführende Projekte. Im Vordergrund steht dabei der Framework-Gedanke - einen Rahmen zu finden, in dem sich Aufgaben der Computersimulation lösen lassen. Dabei soll insbesondere der stetig wachsenden Datenmenge Rechnung getragen werden und durch ein klares Konzept die Integration verschiedenster Simulations-, Visualisierungs- und Renderingalgorithmen möglich sein.

Um den Anforderungen an große Projekte in Hinsicht auf technische Wartung, algorithmische Pflege, Verwendbarkeit in Lehre und Forschung und Einbindung extern entwickelter Module gerecht zu werden, ist die *gridlib* vollständig objekt-orientiert konzipiert. Die damit erreichbare Kapselung von Algorithmen und Daten fördert auch die transparente Nutzung paralleler Programmierkonzepte, modularen Aufbau und klare Interface-Bildung für externe Subsysteme mit prozeduraler Schnittstelle.

Das *gridlib* Projekt verfolgt dabei einen hybriden, adaptiven, hierarchischen unstrukturierten Ansatz eines Gitters. Die damit erreichbare Leistungsfähigkeit der Algorithmen im Bereich der Gitterverwaltung und der Visualisierung ist mit der numerischen Performance prozeduraler Subsysteme kombinierbar. Das objekt-orientierte Programmierkonzept ermöglicht dabei den sehr flexiblen Einsatz von algorithmischen Optimierungen im speziellen Fall.

Publikationen

1. Greiner, Günther; Kipfer, Peter; Labsik, Ulf; U. Tremel: An Object Oriented Approach for High Performance Simulation and Visualization on Adaptive Hybrid Grids. In: SIAM (Veranst.): Conference Proceedings (SIAM CSE Conference Washington). 2000, S. 123-130.
2. Kipfer, Peter: Interactive visualization of flows using LIC and video streaming techniques. In: Graduiertenkolleg FAU (Veranst.): Conference Proceedings (Vision, Modelling and Visualization Erlangen). 2000, S. 303-310.
3. Labsik, Ulf; Kipfer, Peter; Greiner, Günther: Visualizing the Structure and Quality Properties of Tetrahedral Meshes. Erlangen : FAU. 2000 (2). - Interner Bericht.
4. Kipfer, Peter; Greiner, Günther: Parallel rendering within the integrated simulation and visualization framework gridlib. In: T. Ertl, B. Girod, G. Greiner, H. Niemann, H.-P. Seidel (Hrsg.): VMV 2001 Conference Proceedings (VMV 2001 Stuttgart). 2001, S. 177-184.
5. Labsik, Ulf; Kipfer, Peter; Meinlschmidt, Stefan; Greiner, Günther: Progressive Isosurface Extraction from Tetrahedral Meshes. In: H. Suzuki, A. Rockwood, L. Kobbelt (Hrsg.): Pacific Graphics ’01 Proceedings (Pacific Graphics 2001 Tokyo, Japan 16-18 October 2001). 2001, S. 244-253.
6. Kipfer, Peter; Hülsemann, Frank; Meinlschmidt, Stefan; Bergen, Benjamin; Greiner, Günther; Rüde, Ulrich: gridlib: A parallel, object-oriented framework for hierarchical-hybrid grid structure in technical simulation and scientific visualizations. In: A. Bode; Durst, Franz; W. Hanke; S. Wagner (Hrsg.): Transactions of the First Joint HLRB and KONWIHR Result and Reviewing Workshop (High Performance Computing in Science and Engineering 2000 - 2002 München). München : Springer, 2002, S. 489-501.
7. Hülsemann, Frank; Kipfer, Peter; Rüde, Ulrich; Greiner, Günther: gridlib: Flexible and efficient grid management for Simulation and Visualization. In: Peter M. A. Sloot; C. J. Kenneth Tan; Jack J. Dongarra; Alfons G. Hoekstra (Hrsg.): Computational Science - ICCS 2002 (ICCS 2002 Amsterdam April 2002). Berlin : Springer, 2002, S. 652-661. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 2331) .
8. Meinlschmidt, Stefan; Kipfer, Peter; Labsik, Ulf; Greiner, Günther: Client-Server-Visualisierung zwischen Supercomputer und PC mit gridlib. In: Thomas Schulze; Stefan Schlechtweg; Volkmar Hinz (Hrsg.): Proc. of Simulation und Visualisierung 2003 (Simulation und Visualisierung 2003 Magdeburg 6./7.3.2003). 2003, S. 431-439.
9. Kipfer, Peter; Reck, Frank; Greiner, Günther: Local exact particle tracing on unstructured grids. In: Computer Graphics Forum 22 (2003), Nr. 2, S. accepted for publication.
10. Hülsemann, Frank; Meinlschmidt, Stefan; Bergen, Benjamin; Greiner, Günther; Rüde, Ulrich: gridlib -- A parallel, object-oriented framework for hierarchical-hybrid grid structures in technical simulation and scientific visualization. In: Wagner, S; Hanke, Werner; Bode, A.; Durst, Franz (Hrsg.): KONWIHR (Veranst.): High Performance Computing in Science and Engineering (Second Joint HLRB and KONWIHR Result and Reviewing Workshop München 2./3.3.2004). Heidelberg : Springer, 2004, S. 37-50. - ISBN 3-540-44326-6.

3.9 Interaktive Darstellung von Kaustiken

Projektleitung:

Prof. Dr. Marc Stamminger

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Manfred Ernst, Henrik Wann Jensen

Stichwörter: Kaustiken; Grafikhardware

Laufzeit: 1.10.2004 - 30.6.2005

Förderer: BaCaTec - Bayerisch-Kalifornisches Hochschulzentrum

Mitwirkende Institutionen:

University of California, San Diego

Kontakt:

Dipl.-Inf. Manfred Ernst
Tel.:+49.9131.691590, Fax:+49.9131.691599,
E-Mail: manfred.ernst@informatik.uni-erlangen.de

Ziel des Projektes ist eine verbesserte Darstellungsmöglichkeit für Kaustiken mit moderner Grafikhardware. Dabei werden Kaustik-Volumen berechnet und ihr Beitrag zur Beleuchtung einer Szene mit programmierbaren Grafikkarten effizient ausgewertet.

Publikationen

1. Ernst, Manfred; Akenine-Möller, Tomas; Jensen, Henrik Wann: Interactive rendering of caustics using interpolated warped volumes. In: ACM (Hrsg.): Proceedings Graphics Interface (Graphics Interface Victoria, Britisch Columbia, Kanada). Waterloo : Canadian Human-Computer Communications Society, 2005, S. 87--96.

3.10 Interaktive Darstellung von Landschaften

Projektleitung:

Prof. Dr. Marc Stamminger

Beteiligte: Dipl.-Inf. Carsten Dachsbacher

Stichwörter: Grafikhardware; prozedurale Modelle; Visualisierung

Beginn: 1.11.2002

In diesem Projekt soll die interaktive und realistische Darstellung virtueller Landschaften mithilfe von moderner Grafikhardware untersucht werden. Sie umfasst die prozedurale Generierung und das Rendering von Terrain und Bewuchs. Um einen plausiblen visuellen Eindruck zu erzielen, müssen atmosphärische Gegebenheiten berücksichtigt und spezielle Beleuchtungsver-

fahren untersucht werden.

Die hohe Leistung moderner Grafikhardware ermöglicht immer komplexere Modelle, dennoch sind Level-of-Detail Verfahren nicht verzichtbar und werden, vor allem im Hinblick auf die hohe geometrische Komplexität des Bewuchses, untersucht. Die flexible Programmierbarkeit modernder GPUs erlaubt den Einsatz neuer und aufwändiger Beleuchtungsverfahren, die globale Aspekte berücksichtigen können. Das Rendering kann dabei, aufgrund der Floating Point Genauigkeit der Hardware in High-Dynamic Range erfolgen.

Ein weiterer Einsatz für programmierbare Grafikhardware ist die Simulation physikalischer Phänomene, wie z.B. die Bewegung einer Wasseroberfläche, die durch Einwirkung von Wind entsteht.

Publikationen

1. Dachsbacher, Carsten; Vogelgsang, Christian; Stamminger, Marc: Sequential Point Trees. In: ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH 2003) 22 (2003), Nr. 03, S. 657-662.
2. Dachsbacher, Carsten; Stamminger, Marc: Translucent Shadow Maps. In: Eurographics (Hrsg.): Rendering Techniques 2003 (Eurographics Symposium on Rendering Leuven, Belgien 25.-27.6.2003). 2003, S. 197-201,311.
3. Zwicker, Matthias; Räsänen, Jussi; Botsch, Mario; Dachsbacher, Carsten; Pauly, Mark: Perspective Accurate Splatting. In: Heidrich Wolfgang; Balakrishnan, Ravin (Hrsg.): GI '04: Proceedings of the 2004 conference on Graphics interface (Graphics Interface 2004 London, Ontario, Canada 17.-19. 5. 2004). London, Ontario, Canada : Canadian Human-Computer Communications Society, 2004, S. 247-254. (GI '04: Proceedings of the 2004 conference on Graphics interface) - ISBN 1-56881-227-2.
4. Stamminger, Marc; Drettakis, George; Dachsbacher, Carsten: Perspective Shadow Maps. In: Kirmse, Andrew (Hrsg.): Game Programming Gems 4. Hingham : Charles River Media, 2004, S. 399-410. - ISBN 1-58450-295-9.
5. Dachsbacher, Carsten; Stamminger, Marc: Rendering Procedural Terrain by Geometry Image Warping. In: Keller, A.; Jensen, H. W. (Hrsg.): Rendering Techniques 2004 (Eurographics Symposium on Rendering 2004 (EGSR 2004) Norkoeping). / : Eurographics Association, 2004, S. 103-110. (Rendering Techniques 2004 (Proceedings of Eurographics Symposium on Rendering)) - ISBN 3-905673-12-6.

3.11 Interaktive Visualisierung Prozeduraler Modelle

Projektleitung:

Prof. Dr. Marc Stamminger

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Carsten Dachsbacher, Dipl.-Inf. Sebastian Buntin

Stichwörter: Visualisierung; Prozedurale Modelle; Grafikhardware

Laufzeit: 1.1.2005 - 31.12.2007

Kontakt:

Prof. Dr. Marc Stamminger
Tel.:+49.9131.85.29919, Fax:+49.9131.85.29931
E-Mail: marc.stamminger@informatik.uni-erlangen.de

Komplexe 3D-Modelle virtueller Objekte lassen sich oftmals nur in prozeduraler Form beschreiben, das heißt als Programm, das Geometrie und Oberflächeneigenschaften des Objektes in variablem Detailgrad, zu bestimmten Zeitpunkten einer Animation oder in unterschiedlichen Ausprägungen erzeugt. Ein Beispiel ist eine Prozedur, die das geometrisches Modell eines Baumes einer bestimmten Gattung mit vorgegebenem Alter generiert, und die ebenso beschreibt, wie die Blätter des Baumes eingehendes Licht reflektieren. Bisher werden solche Modelle in Standarddarstellungen umgewandelt (Dreiecksnetze, Texturen, vereinfachte Reflexionsmodelle) und dann mit Standardtechniken visualisiert. Dieser Umweg kostet Rechenzeit und Speicher, und es gehen viele Optimierungsmöglichkeiten für eine interaktive Visualisierung verloren. In diesem Projekt werden Verfahren untersucht, unterschiedliche bekannte prozedurale Modelle erst zur Laufzeit auszuwerten und dann direkt zu visualisieren. Dazu werden die Möglichkeiten moderner programmierbarer Grafikhardware ausgenützt. Diese stellen enorme Rechenleistung zur Verfügung, die parallele Fließbandarchitektur macht jedoch spezielle Auswerte- und Visualisierungsalgorithmen nötig. In dem Projekt werden solche Algorithmen für einige klassische prozedurale Modelle wie fraktale Höhenfelder und L-Systeme entwickelt.

Publikationen

1. Sußner, Gerd; Stamminger, Marc; Greiner, Günther: Bidirectional Sqrt(3)-Subdivision. Informatik 9 : Universitaet Erlangen. 2005 (2). - Interner Bericht. 8 Seiten.
2. Dachsbacher, Carsten; Stamminger, Marc: Cached Procedural Textures for Terrain Rendering. In: Engel, Wolfgang (Hrsg.): Shader X4. 1. Aufl. -- : Charles River Media, 2005, S. 7.3. - ISBN 1584504250.
3. Dachsbacher, Carsten; Meyer, Martin; Stamminger, Marc: Heightfield Synthesis by Non-Parametric Sampling. In: Greiner, Günther; Hornegger, Joachim; Niemann, Heinrich; Stamminger, Marc (Hrsg.): VISION, MODELING, AND VISUALIZATION 2005 (VISION, MODELING, AND VISUALIZATION 2005 Erlangen 16.-18. November 2005). Erlangen : Akademische Verlagsgesellschaft Aka, 2005, S. 297-302.

4. Dachsbacher, Carsten: Interactive Rendering of Indirect Illumination on GPUs.Vortrag: Institut National de Recherche en Informatique, Sophia-Antipolis/Frankreich, 16.11..2005.
5. Stamminger, Marc; Drettakis, George; Dachsbacher, Carsten: Perspektivische Shadow Maps. In: Kirmse, Andrew (Hrsg.): Spiele-Programmierung Gems 4. -- : Hanser Verlag, 2005.
6. Dachsbacher, Carsten; Stamminger, Marc: Reflective Shadow Maps. In: Engel, Wolfgang (Hrsg.): Shader X4. 1. Aufl. -- : Charles River Media, 2005, S. 2.15. - ISBN 1584504250.
7. Dachsbacher, Carsten; Stamminger, Marc: Reflective Shadow Maps. In: ACM, SIGGRAPH (Hrsg.): Proceedings of ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games 2005 (2005 ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games Washington DC 3.-6. April 2005). 2005, S. 203-231.

3.12 Interaktive Visualisierung zerebraler Gefäße mit moderner PC Grafikhardware

Projektleitung:

Prof. Dr. Günther Greiner, Prof. Dr. med. Rudolf Fahlbusch

Beteiligte:

Dr.-Ing. Peter Hastreiter, MSc. CE. Fernando Vega Higuera, PD Dr. Christopher Nimsky, PD Dr. med. Ramin Naraghi

Stichwörter: Volumenvisualisierung, Grafikhardware, Transferfunktionen

Laufzeit: 1.2.2002 - 31.10.2005

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Mitwirkende Institutionen:

Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung, Neurozentrum, Neurochirurgische Klinik

Kontakt:

MSc. CE. Fernando Vega Higuera

Die computergestützte Darstellung von Bilddaten unterschiedlicher Modalitäten (z.B.: CT, MR) ist ein wichtiges Hilfsmittel in der modernen Neurochirurgie. Dabei spielen Verfahren der dreidimensionalen Visualisierung eine große Rolle, da mit ihnen die räumlichen Verhältnisse intuitiv und realitätsnah dargestellt werden können.

Ein Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich der Analyse und intraoperativen Darstellung von zerebralen Gefäßerkrankungen. In diesem Zusammenhang wird vor allem an der interaktiven und aussagekräftigen Volumenvisualisierung von CT-Daten gearbeitet, um intrakranielle Aneurysmen zu analysieren. Neben der Lokalisation spielt für die Therapie insbesondere die

Beschaffenheit des Aneurysmenhalses sowie der Bezug des Aneurysmas zu den versorgenden und abgehenden Arterien eine entscheidende Rolle. Daraus lassen sich Konsequenzen für eine Ausschaltung mit einem Clip oder eine konservative, interventionelle, endovaskuläre Embolisation ableiten. Neben der interaktiven Darstellung ist vor allem auch die Detektion sowie Quantifizierung der Gefäßmissbildung in kritischen Bereichen, wie der Schädelbasis von Interesse. Im Hinblick auf die intraoperative Anwendung ist die aussagekräftige Darstellung und deren Überblendung mit dem realen Operationsfeld von Bedeutung. Dazu werden neue Verfahren für die Zuweisung von Farb- und Opazitätswerten mit Hilfe von zweidimensionalen Transferfunktionen aber auch neue hardwarebeschleunigte Methoden zur qualitativ hochwertigen Visualisierung entwickelt und untersucht.

Publikationen

1. Vega Higuera, Fernando; Hastreiter, Peter; Tomandl, Bernd F.; Nimsky, Christopher; Greiner, Günther: 3D Visualization of Intracranial Aneurysms with Multidimensional Transfer Functions. In: Wittenberg, Thomas; Hastreiter, Peter; Hoppe, Ulrich; Handels; Horsch; Meinzer (Hrsg.): Algorithmen, Systeme, Anwendungen. Proceedings des Workshops (Bildverarbeitung für die Medizin Erlangen 9-11.03.2003). Bd. 1. Erlangen : Springer, 2003, S. 46-50.
2. Vega Higuera, Fernando; N. Sauber; Tomandl, Bernd F.; Nimsky, Christopher; Greiner, Günther; Hastreiter, Peter: Enhanced 3D-Visualization of Intracranial Aneurysms Involving the Skull Base. In: Ellis; Randy; Peters; Terry (Hrsg.): Proceedings of Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention MICCAI 2003 Montreal 15-18.11.2003). Montreal : Springer, 2003, S. 256-262. Bd. 2 - ISBN 3-540-20464-4.
3. Vega Higuera, Fernando; Naraghi, Ramin; Nimsky, Christopher; Fahlbusch, Rudolf; Greiner, Günther; Hastreiter, Peter: Standardized 3D Documentation for Neurosurgery. In: Comput Aided Surg 8 (2003), Nr. 6, S. 274-282.
4. Hastreiter, Peter; Vega Higuera, Fernando; Tomandl, Bernd F.; Fahlbusch, Rudolf; Naraghi, Ramin: Advanced and Standardized Evaluation of Neurovascular Compression Syndromes. In: SPIE (Veranst.): Proc. Medical Imaging (Medical Imaging San Diego). 2004, S. 267-274.
5. Vega Higuera, Fernando; Sauber, Natascha; Tomandl, Bernd F.; Nimsky, Christopher; Greiner, Günther; Hastreiter, Peter: Automatic Adjustment of Bidimensional Transfer Functions for Direct Volume Visualization of Intracranial Aneurysms. In: SPIE Press (Hrsg.): Medical Imaging 2004: Visualization, Image-Guided Procedures, and Display (SPIE Medical Imaging 2004 San Diego (CA) USA 14-19 February 2004). Bd. 5367, 1. Aufl. San Diego : SPIE Press, 2004, S. 275-284. (Proceedings of SPIE Bd. 5367) - ISBN 0-8194-5280-7.
6. Vega Higuera, Fernando; Naraghi, Ramin; Nimsky, Christopher; Fahlbusch, Rudolf; Greiner, Günther; Hastreiter, Peter: Standardized 3D Documentation for Neurosurgery. In: Computer Aided Surgery 8 (2004), Nr. 6, S. 274-282.
7. Naraghi, Ramin; Hastreiter, Peter; Tomandl, Bernd F.; Bonk, Agatha; Huk, Walter; Fahlbusch, Rudolf: Three-dimensional visualization of neurovascular relationships in the posterior fossa: technique and clinical application. In: J. Neurosurg. 100 (2004), Nr. 6, S. 1025-35

8. Vega Higuera, Fernando; Hastreiter, Peter; Naraghi, Ramin; Fahlbusch, Rudolf; Greiner, Günther: Smooth Volume Rendering of Labeled Medical Data on Consumer Graphics Hardware. In: SPIE (Veranst.): Medical Imaging (Medical Imaging San Diego Februar 2005).

3.13 Optimierte Triangulierung von Punktwolken für audiologische Zwecke

Projektleitung:

Prof. Dr. Günther Greiner

Beteiligte:

Dipl.-Math. Gerd Sußner, Süßmuth, Jochen, Wiedenbrüg, Cornelia

Stichwörter: Punktwolken; Rekonstruktion

Laufzeit: 1.11.2004 - 30.8.2005

Förderer: Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen

Kontakt:

Dipl.-Math. Gerd Sußner
E-Mail: sussner@informatik.uni-erlangen.de

Für die individuelle Fertigung von Hörgeräten ist es notwendig, die Geometrie des Gehörgangs individuell zu erfassen. Hierfür werden Ohrabdrücke diskret abgetastet. Die daraus gewonnenen Punktwolken sollen effizient und unter Einhaltung von Fehlertoleranzen und weiteren Parametern optimal trianguliert werden. Dies ist Grundlage für die Einzelanfertingung der Hörgeräteschalen mittel Rapid-Prototyping.

3.14 Registriermethoden für 2D-Projektionen zur virtuellen Computertomographie in der Materialprüfung

Projektleitung:

Prof. Dr. Marc Stamminger, Dr. Randolf Hanke

Beteiligte: Dipl.-Math. Matthias Franz

Laufzeit: 1.10.2004 - 1.10.2007

Mitwirkende Institutionen: Fraunhofer IIS

Die Computertomographie (CT) wird in der Medizin seit Jahren erfolgreich eingesetzt. Immer häufiger findet sie auch in der Industrie z.B. für Maßhaltigkeitsprüfungen ihre Anwendung. Die zu durchleuchtenden Objekte bestehen hier oft aus Metall, sind also hochabsorbierend. Die für die Absorption verantwortlichen Wechselwirkungen führen aber auch zu Artefakten in den Rekonstruktionen, was komplexe Korrekturverfahren notwendig macht.

Die Iterative Artefaktreduzierung, ein neues und sehr effektives Verfahren, benutzt als einen wichtigen Input die Weglängen der Röntgenstrahlen im Prüfling. Diese Weglängen werden z.Z. in einer zeitaufwendigen Nachbearbeitung der Projektionsdaten gewonnen, so dass mit den Korrekturen erst deutlich nach dem Aufnahmeende begonnen werden kann.

Im Fall von den Maßhaltigkeitsprüfungen ist aber schon vor Beginn der Aufnahme ein CAD-Modell des Prüflings vorhanden. Ziel dieses Projektes ist es jetzt, dieses Wissen auch zu nutzen, indem die Orientierung des Prüflings mittels einer 3D-2D-Registrierung nach nur wenigen Projektionen hinreichend genau bestimmt wird. Nun kann man mit dem CAD-Modell eine virtuelle CT starten. Aus dieser lassen sich die durchstrahlten Weglängen bestimmen, ohne dass dafür noch eine langwierige Nachbearbeitung notwendig ist. Jetzt kann man mit den Korrekturen schon während der Aufnahme beginnen und damit die Zeitspanne vom Start der CT-Aufnahme bis zum korrigierten Volumen deutlich verkürzen.

3.15 SFB603 - TP A2: Hybride Flächendarstellung zur interaktiven Manipulation von CAD-Daten

Projektleitung.

Prof. Dr. Günther Greiner

Beteiligte:

Dipl.-Math. Gerd Sußner

Stichwörter:

CAD; NURBS; Dreiecksnetze; interaktive Flächenmodellierung; Optimierung; hierarchische Flächen

Laufzeit: 1.1.2004 - 31.12.2009
Förderer: Sonderforschungsbereich 603

Im Konstruktionsprozess wird zunächst in einem CAD-System die Geometrie eines Bauteils modelliert. Anschließend wird mit einem Visualisierungstool die Qualität der Flächen begutachtet. Die Visualisierungstools benötigen in der Regel jedoch eine diskrete Darstellungsform der Flächen (z.B. Dreiecksnetze), welche aus der mathematischen Beschreibung der Flächen erzeugt werden. Modifikationen der Flächen aufgrund der Visualisierung finden wieder im CAD-System statt. Diese Iterations-Schleife ist sehr umständlich und zeitaufwändig, da oft zwischen den verschiedenen Systemen gewechselt werden muss.

Eine andere Möglichkeit wäre, direkt das Dreiecksnetz zu modifizieren und die Fläche in das CAD-System rückzuführen. Die Umwandlung von einer Darstellung in die andere ist jedoch nicht verlustfrei und somit für mehrere Durchgänge nicht praktikabel.

Ein neuer Ansatz besteht nun darin, die beiden Darstellungen fest miteinander zu koppeln, d.h. eine Änderung an einer Darstellung erzwingt eine Änderung an der anderen. Somit hat man Modellierung und Visualisierung vereint.

Publikationen

1. Sußner, Gerd; Greiner, Günther; Augustiniack, Stefan: Interactive examination of surface quality on car bodies. In: Computer-Aided Design 36 (2004), Nr. 5, S. 425-436.
2. Wagner, Marc; Labsik, Ulf; Greiner, Günther: Repairing Non-Manifold Triangle Meshes using Simulated Annealing. In: Tel Aviv University (Veranst.): Proc. of The 4th Israeal-Korea Bi-National Conference on Geometric Modeling and Computer Graphics (The 4th Israeal-Korea Bi-National Conference on Geometric Modeling and Computer Graphics Tel Aviv 12.-14.2.2003). 2003, S. 88-93.
3. Dyn, Nira; Hormann, Kai; Levin, David; Kim, Sun-Jeong: Optimizing 3D Triangulations Using Discrete Curvature Analysis. In: Lyche, Tom; Schumaker, Larry L. (Hrsg.): Mathematical Methods for Curves and Surfaces: Oslo 2000. Nashville : Vanderbilt University Press, 2001, (Innovations in Applied Mathematics), S. 135-146. - ISBN 0-8265-1378-6.
4. Floater, Michael S.; Hormann, Kai; Reimers, Martin: Parameterization of Manifold Triangulations. In: Chui, Charles K.; Schumaker, Larry L.; Stöckler, Joachim (Hrsg.): Approximation Theory X: Abstract and Classical Analysis. Nashville : Vanderbilt University Press, 2002, (Innovations in Applied Mathematics), S. 197-209. - ISBN 0-8265-1415-4.
5. Floater, Michael S.; Hormann, Kai: Parameterization of Triangulations and Unorganized Points. In: Iske, Armin; Quak, Ewald; Floater, Michael S. (Hrsg.): Tutorials on Multiresolution in Geometric Modelling. Berlin : Springer, 2002, (Mathematics and Visualization), S. 287-316. - ISBN 3-540-43639-1.
6. Schulz, Christian; Sußner, Gerd; Greiner, Günther: G1-continuous Surface Reconstruction With Trimmed B-Spline Surfaces. In: Schumaker, Larry (Hrsg.): Mathematical Methods for Curves and Surfaces (Mathematical Methods for Curves and Surfaces Tromsö 01.-06.07.2004). tba : tba, 2005, S. tba.
7. Sußner, Gerd; Stamminger, Marc; Greiner, Günther: Bidirectional Sqrt(3)-Subdivision. Informatik 9 : Universitaet Erlangen. 2005 (2). - Interner Bericht. 8 Seiten.
8. Sußner, Gerd; Dachsbacher, Carsten; Greiner, Günther: Hexagonal LOD for Interactive Terrain Rendering. In: Greiner, Günther; Hornegger, Joachim; Niemann, Heinrich; Stamminger, Marc (Hrsg.): Vision Modeling and Visualization 2005 (Vision Modeling and Visualization 2005 Erlangen 16.-18. November 2005). Erlangen : Akademische Verlagsgesellschaft, 2005, S. 437-444.

3.16 SFB603 - TP B6: Rechnergestützte Endoskopie des Bauchraums

Projektleitung:

Prof. Dr. med. Werner Hohenberger, PD Dr. med. Christoph Schick, Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann, Prof. Dr. Günther Greiner

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Florian Vogt, Dipl.-Inf. Christian Vogelgsang, Dr. med. Sophie Krüger

Stichwörter: minimalinvasive Chirurgie; virtuelle Endoskopie; Lichtfeld

Laufzeit: 1.1.2000 - 31.12.2009

Förderer: Sonderforschungsbereich 603

Mitwirkende Institutionen:

Chirurgische Universitätsklinik Erlangen, Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung)

Kontakt:

Dipl.-Inf. Marco Winter
Tel.: +49.9131.85.25254, Fax:+49.9131.85.25249,
E-Mail: marco.winter@informatik.uni-erlangen.de

Im Teilprojekt B6 ist das langfristige Ziel, zur Unterstützung des Chirurgen bei endoskopischen Operationen eine durch CT/MR-Daten erweiterte dreidimensionale Visualisierung des Operationsgebietes in Form eines Lichtfeldes bereitzustellen und Beeinträchtigungen sowohl im Live-Bild als auch in der Visualisierung zu reduzieren. Dies ermöglicht den Schritt von der herkömmlichen Chirurgie zur "Computer Assisted Surgery" (CAS) im Bereich der Endoskopie von Körperhöhlen.

Publikationen

1. Winter, Marco; Greiner, Günther; Vogt, Florian; Niemann, Heinrich; Krüger, Sophie: Visualizing distances between light field and geometry using projective texture mapping. In: Greiner, Günther; Hornegger, Joachim; Niemann, Heinrich; Stamminger, Marc (Hrsg.): Vision, Modeling and Visualization 2005 Proceedings (Vision, Modeling and Visualization 2005 Erlangen 16.11.-18.11.2005). Erlangen : infix, Aka GmbH, 2005, S. 257-264. - ISBN 3-89838-068-8.

3.17 SFB603 - TP C2: Analyse, Codierung und Verarbeitung von Lichtfeldern zur Gewinnung realistischer Modelldaten

Projektleitung:

Prof. Dr. Günther Greiner, Prof. Dr.-Ing. Heinrich Niemann, Prof. Dr.-Ing. Joachim Denzler

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Christian Vogelgsang, Dipl.-Inf. Ingo Scholz, Dipl.-Inf. Martin Meister

Stichwörter: Lichtfelder; Lumigraph; Rendering; Hardware-beschleunigt; bildbasiert

Laufzeit: 1.1.1998 - 31.12.2009

Förderer: Sonderforschungsbereich 603

Mitwirkende Institutionen: Lehrstuhl für Mustererkennung (Informatik 5)

Kontakt:

Dipl.-Inf. Christian Vogelgsang
E-Mail: vogelgsang@informatik.uni-erlangen.de

Computergraphik und Bildverarbeitung beginnen seit einigen Jahren verstärkt zusammenzuwachsen. Das belegen zahlreiche international anerkannte Konferenzen auf beiden Gebieten, in denen sich Themen aus dem Bereich "Image Based Rendering" oder "Computer Vision for Computer Graphics" etabliert haben. Diese greift das Teilprojekt C2 mit dem langfristigen Ziel auf, automatisch eine effiziente Repräsentation realer Szenen zum Zwecke der Analyse und Visualisierung zu ermitteln. Das Projekt teilt sich grob in zwei Abschnitte auf. Zunächst wird aus den Videosequenzen eine bildbasierte Repräsentation ermittelt. Dieses Aufgabenfeld "Lichtfeld- und Geometrierekonstruktion" bearbeitet der Lehrstuhl für Mustererkennung und kümmert sich dabei verstärkt um die Berechnung der intrinsischen und extrinsischen Kameraparameter aus einem unkalibrierten Bildstrom und um die Erstellung eines hierarchischen geometrischen Szenenmodells unterschiedlicher Auflösungsstufen, das es ermöglicht, die Visualisierungsqualität je nach Bedarf anzupassen. Bei der Modellierung wird neben der bisher üblichen Interpolation von neuen Szenenansichten auch ihre Extrapolation berücksichtigt. Des weiteren werden erste Arbeiten begonnen, die sich mit der Anwendung der bildbasierten Modellierung für die Analyse befassen sowie einer Erweiterung auf dynamische Lichtfelder. Im zweiten Abschnitt des Projektes wird die ermittelte Modellinformation verwendet, um neue Ansichten der Szene zu generieren. Diese Forschung im Bereich der Visualisierung wird vom Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung durchgeführt. Dort sollen neue Verfahren entwickelt werden, die mit Hilfe von 3-D-Hardware auch komplexe Darstellungen in Echtzeit erzeugen können. Als wesentliches Merkmal des Gesamtsystems sollen die visualisierten Daten in den Analyseprozess rückgeführt werden, um die Aufnahmeposition neuer Ansichten sicher zu schätzen, die bisherigen Kalibrierparameter zu verbessern und die neu gewonnenen Daten in ein verfeinertes Szenenmodell fließen zu lassen, das auch für diese Anforderung hierarchisch strukturiert sein muss.

Publikationen

1. Vogelgsang, Christian; Heigl, Benno; Greiner, Günther; Niemann, Heinrich: Automatic Image-Based Scene Model Acquistion and Visualization. In: Bernd Girod; Greiner, Günther; Niemann, Heinrich; Hans-Peter Seidel (Hrsg.): Proceedings (Vision Modeling and Visualization 2000 Saarbrücken 22-24.11.2000). 1. Aufl. Berlin : Akad. Verl.-Ges. 2000, 2000, S. 189-198. - ISBN 3-89838-019-X.
2. Vogelgsang, Christian: Free Form Lightfields. Erlangen : Uni Erlangen. 2001 (3). - Interner Bericht. 8 Seiten.
3. Vogelgsang, Christian; Greiner, Günther: Interactive Range Map Rendering with Depth Interval Texture Slicing. In: T. Ertl; B. Girod; Greiner, Günther; Niemann, Heinrich; H.-P. Seidel (Hrsg.): Proceedings of Vision, Modeling, and Visualization 2003 (Vision, Modeling, and Visualization 2003 München 19-21.11.2003). Berlin : infix, 2003, S. 477-484. - ISBN 3-89838-048-3.
4. Dachsbacher, Carsten; Vogelgsang, Christian; Stamminger, Marc: Sequential Point Trees. In: ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH 2003) 22 (2003), Nr. 03, S. 657-662.
5. Hartmut Schirmacher; Vogelgsang, Christian; Hans-Peter Seidel; Greiner, Günther: Efficient Free Form Light Field Rendering. In: Thomas Ertl; Bernd Girod; Greiner, Günther; Niemann, Heinrich; Hans-Peter Seidel (Hrsg.): Proceedings (Vision Modeling and Visualization 2001 Stuttgart 21-23.11.2001). Bd. 1, 1. Aufl. Berlin : AKA, 2001, S. 249-256. - ISBN 3-89838-028-9.
6. Vogelgsang, Christian; Scholz, Ingo; Greiner, Günther; Niemann, Heinrich: lgf3 - A Versatile Framework for Vision and Image-Based Rendering Applications. In: Greiner, Günther; Niemann, Heinrich; Ertl; Girod; Seidel, Hans-Peter (Hrsg.): Proceedings of Vision, Modeling, and Visualization 2002 (Vision, Modeling, and Visualization 2002 Erlangen 20-22.11.2002). Berlin : Infix, 2002, S. 257-264. - ISBN 3-89838-034-3.
7. Vogelgsang, Christian; Greiner, Günther: LGF3 - A versatile framework for image-based modeling and rendering. In: ACM SIGGRAPH (Veranst.): SIGGRAPH 2004 Sketches and Applications (SIGGRAPH 2004 Los Angeles 8.8.2004-12.8.2004). Los Angeles : ACM Press, 2004, S. DVD ROM.
8. Kück, Hendrik; Heidrich, Wolfgang; Vogelgsang, Christian: Shape from Contours and multiple Stereo - a hierarchical mesh-based approach. In: IEEE (Veranst.): Proceedings of First Canadian Conference on Computer and Robot VisionPro (First Canadian Conference on Computer and Robot Vision London, Ontario, Canada 17.-19.5.2004). London, Ontario, Canada : IEEE Press, 2004, S. 76-83.
9. Scholz, Ingo; Vogelgsang, Christian; Denzler, Joachim; Niemann, Heinrich: Dynamic Light Field Reconstruction and Rendering for Multiple Moving Objects. In: Ikeuchi (Hrsg.): Proceedings of Machine Vision Applications (Machine Vision Applications Tsukuba, Japan Mai 2005). 2005, S. 184-188.
10. Vogelgsang, Christian: The lgf3 Project: A Versatile Implementation Framework for Image-Based Modeling and Renderin. Erlangen, Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2005.

3.18 SFB603 - TP C7:Adaptive Verfahren zur Berechnung und Visualisierung von mechatronischen Sensoren und Aktoren

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Lerch, Prof. Dr. Günther Greiner, Dr.-techn. Manfred Kaltenbacher, Dr. rer. nat. Roberto Grosso

Beteiligte:

Dipl.-Ing. Gerhard Link, Dipl.-Inf. Frank Reck

Stichwörter:

Finite-Element-Methode; gekoppelte Feldprobleme; automatisches Zeitschrittintervall; Skalar- und Vektordaten

Laufzeit: 1.1.2001 - 31.12.2009

Förderer: Sonderforschungsbereich 603

Das Ziel dieses Teilprojektes ist die Entwicklung eines computerunterstützen Arbeitsplatzes für die Analyse, den Entwurf und die Optimierung von mechatronischen Sensoren und Aktoren (z.B. kapazitive mikromechanische Ultraschallwandler, piezoelektrische Stapelaktoren zur Betätigung von Einspritzventilen, geregelte kapazitive Beschleunigungssensoren) durch die Anwendung von Mehrgitterverfahren zur numerischen Berechnung der gekoppelten Feldprobleme sowie der interaktiven Visualisierung der multimodalen Simulationsdatensätze mit hierarischen Methoden.

Als Ergebnis der Simulation von solchen Mehrfeldproblemen fallen sowohl Skalar- als auch Vektordaten an, die entweder für ein einzelnes den Simulationsraum (Gitter) unterteilendes Volumenelement oder dessen Eckpunkte definiert sind. Neben statischen Simulationen deren Daten den Zustand für einen einzigen Zeitpunkt beschreiben, erfolgen auch Simulationen über einen Zeitraum hinweg, wobei dann zu nicht notwendigerweise äquidistant verteilten Zeitpunkten das gerade aktuelle Gitter abgespeichert wird.

Für die Visualisierung von diesen Datensätzen ergeben sich hieraus eine ganze Reihe von Herausforderungen, zum einen sind die verschiedenartigen Daten mit unterschiedlichen Methoden gleichzeitig darzustellen, zum anderen die Algorithmen in ihrem Ressourcenbedarf (Zeitbedarf und Speicherverbrauch) minimal zu halten um eine interaktive Visualisierung auch von größeren Datensätzen zu realisieren. Besonders reizvoll ist es aus Sicht der Computergraphik, die sich neu erschließenden Möglichkeiten einer programmierbaren Graphikpipeline hierfür sinnvoll einzubinden.

Publikationen

1. Reck, Frank; Greiner, Günther: Fast and Accurate Integration of Vector Fields in Unstructured Grids. In: Informationstechnik und Technische Informatik 6 (2002), Nr. B 7922, S. 331-338.

2. Reck, Frank; Rezk-Salama, Christof; Grosso, Roberto; Greiner, Günther: Hadware-Accelerated Visualization of Curvilinear Vector Fields. In: Greiner, Günther; Niemann, Heinrich; Ertl, Thomas; Girod, Sabine; Seidel, Hans-Peter (Hrsg.): Visoion, Modeling, and Visualization (VMV 2002 Erlangen 20-22 November). Bd. 1, 1. Aufl. Erlangen : infix, 2002, S. 187-192. - ISBN 3-89838-034-3.
3. Kipfer, Peter; Reck, Frank; Greiner, Günther: Local exact particle tracing on unstructured grids. In: Computer Graphics Forum 22 (2003), Nr. 2, S. accepted for publication.
4. Reck, Frank; Dachsbacher, Carsten; Grosso, Roberto; Greiner, Günther; Stamminger, Marc: Realtime Isosurface Extraction with Graphics Hardware. In: Alexa, Marc; Galin, Eric (Hrsg.): Eurographics 2004, Short Presentations and Interactive Demos (Eurographics 2004 Grenoble 30.8.04 - 3.9.04). Grenoble : INRIA and Eurographics Association, 2004, S. 33-36. (Eurographics 2004, Short Presentations and Interactive Demos).

3.19 SFB603 - TP C9: Rekonstruktion und Visualisierung neuronaler Bahnen

Projektleitung:

Dr.-Ing. Peter Hastreiter, Prof. Dr. med. Rudolf Fahlbusch, PD Dr. Christopher Nimsky, Prof. Dr. Marc Stamminger

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Dorit Merhof, Dipl.-Inf. Frank Enders

Stichwörter: Visualisierung; Diffusionstensor; Pyramidenbahn

Beginn: 1.1.2004

Förderer: Sonderforschungsbereich 603

Mitwirkende Institutionen: Neurozentrum, Neurochirurgie

Neuronale Bahnen sind Strukturen, die wichtigen sensorischen, motorischen oder anderen integrativen Funktionen zugeordnet sind. Damit nach einer Gehirnoperation im Falle pathologischer Veränderungen (Tumor) keine neurologischen Defizite auftreten, dürfen diese Nervenbahnen nicht verletzt werden. Im Gegensatz zu Nervensträngen im peripheren System, die mit anderem Gewebe ummantelt sind, unterscheiden sich die Bahnen im Gehirn nur schwach von der grauen Hirnmasse. Zur Differenzierung neuronaler Bahnen wird deshalb Diffusions-Tensor (DT) MRT verwendet, mit dem das Diffusionsverhalten von Wassermolekülen im Gewebe gemessen wird. Ziel des Projekts ist es, neue Ansätze zur genauen Rekonstruktion der Bahnen aus diesen Tensorvolumina zu entwickeln, was eine genaue Analyse der Tensordaten sowie Techniken zur Filterung und Registrierung erfordert. Auf diese Weise sollen chirurgische Eingriffe in Zukunft besser planbar und das chirurgische Risiko gemindert werden.

Publikationen

1. Merhof, Dorit; Hastreiter, Peter; Soza, Grzegorz; Stamminger, Marc; Nimsky, Christopher: Non-linear Integration of DTI-based Fiber Tracts into Standard 3D MR Data. In: Girod, Bernd; Magnor, Marcus; Seidel, Hans-Peter (Hrsg.): Vision, Modeling and Visualization 2004 Proceedings (Vision, Modeling and Visualization 2004 Stanford, USA 16.11.-18.11.2004). Stanford : infix, 2004, S. 371-378. - ISBN 3-89838-058-0.
2. Merhof, Dorit; Hastreiter, Peter; Nimsky, Christopher; Fahlbusch, Rudolf; Greiner, Günther: Directional Volume Growing for the Extraction of White Matter Tracts from Diffusion Tensor Data. In: Galloway, Robert L., Jr.; Cleary, Kevin R. (Hrsg.): Visualization, Image-Guided Procedures, and Display (SPIE Medical Imaging San Diego Februar 2005). San Diego : SPIE, 2005, S. 165-172. Bd. 6, Nr. 21 - ISBN 0-8194-5718-3.
3. Enders, Frank; Merhof, Dorit; Hastreiter, Peter; Stamminger, Marc; Nimsky, Christopher: Enhanced Visualization of Diffusion Tensor Data for Neurosurgery. In: Meinzer, Hans-Peter; Handels, Heinz; Horsch, Alexander; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.): Bildverarbeitung für die Medizin 2005 (BVM Heidelberg 13. - 15. Maerz 2005). Heidelberg : Springer, 2005, S. .. (Informatik aktuell) - ISBN 3-540-25052-2.
4. Enders, Frank; Iserhardt-Bauer, Sabine; Hastreiter, Peter; Nimsky, Christopher; Ertl, Thomas: Hardware-accelerated Glyph Based Visualization of Major White Matter Tracts for Analysis of Brain Tumors. In: Galloway, Robert L., Jr.; Cleary, Kevin R. (Hrsg.): Visualization, Image-Guided Procedures, and Display (SPIE Medical Imaging San Diego Februar 2005). San Diego : SPIE, 2005, S. 504-511. Bd. 6, Nr. 21 - ISBN 0-8194-5718-3.
5. Merhof, Dorit; Enders, Frank; Vega Higuera, Fernando; Hastreiter, Peter; Nimsky, Christopher; Stamminger, Marc: Integrated Visualization of Diffusion Tensor Fiber Tracts and Anatomical Data. In: Schulze, Thomas; Horton, Graham; Preim, Bernhard; Schlechtweg, Stefan (Hrsg.): Simulation und Visualisierung 2005 (Simulation und Visualisierung 2005 Magdeburg 3.-4. Maerz 2005). Erlangen : SCS Publishing House e.V., 2005, S. 153-164. - ISBN 3-936150-40-0.
6. Nimsky, Christopher; Ganslandt, Oliver; Hastreiter, Peter; Wang, Ruopeng; Brenner, Thomas; Sorensen, Gregory; Fahlbusch, Rudolf: Intraoperative diffusion-tensor MR imaging: shifting of white matter tracts during neurosurgical procedures - initial experience. In: Radiology 234 (2005), Nr. 1, S. 218-25.
7. Nimsky, Christopher; Ganslandt, Oliver; Hastreiter, Peter; Wang, Ruopeng; Brenner, Thomas; Sorensen, Gregory; Fahlbusch, Rudolf: Preoperative and intraoperative diffusion tensor imaging-based fiber tracking in glioma surgery. In: Neurosurgery 56 (2005), Nr. 1, S. 130-7.
8. Merhof, Dorit; Sonntag, Markus; Enders, Frank; Hastreiter, Peter; Fahlbusch, Rudolf; Nimsky, Christopher; Greiner, Günther: Visualization of Diffusion Tensor Data using Evenly Spaced Streamlines. In: Greiner, Günther; Hornegger, Joachim; Niemann, Heinrich; Stamminger, Marc (Hrsg.): Vision, Modeling and Visualization 2005 Proceedings (Vision, Modeling and Visualization 2005 Erlangen 16.11.-18.11.2005). Erlangen : infix, Aka GmbH, 2005, S. 257-264. - ISBN 3-89838-068-8.
9. Nimsky, Christopher; Ganslandt, Oliver; Enders, Frank; Merhof, Dorit; Fahlbusch, Rudolf: Visualization strategies for major white matter tracts identified by diffusion tensor imaging for intraoperative use. In: Lemke, Heinz; Inamura, Kiyonari; Doi, Kunio; Vannier, Michael; Farman, Allan (Hrsg.): Computer Assisted Radiology and Surgery (Com-

puter Assisted Radiology and Surgery Berlin 22.-25.06.2005). Berlin : Elsevier, 2005, S. 793-797. (International Congress Series Bd. 1281) - ISBN 0-444-51872-X.

10. Enders, Frank; Sauber, Natascha; Merhof, Dorit; Hastreiter, Peter; Nimsky, Christopher; Stamminger, Marc: Visualization of White Matter Tracts with Wrapped Streamlines. In: IEEE (Veranst.): Proc. IEEE Visualization 2005 (IEEE Visualization 2005 Minneapolis 23.-28.10.05). 2005, S. 51-58.
11. Enders, Frank: Angewandte Bildverarbeitung in der Neurochirurgie.Vortrag: Seminar Medizinische Visualisierung, Uni Stuttgart, Stuttgart, 13.04.2005.
12. Enders, Frank: DTI-Visualisierung der Pyramidenbahn durch Umhüllende.Vortrag: 6. Treffen AK MedVis, Berlin, 24.9.2005.

3.20 Verteiltes Ray Tracing

Projektleitung:

Prof. Dr. Günther Greiner

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Manfred Ernst

Stichwörter: ray tracing; photorealismus; rendering

Beginn: 1.10.2003

Kontakt:

Dipl.-Inf. Manfred Ernst
Tel.: +49.9131.691590, Fax: +49.9131.691599,
E-Mail: manfred.ernst@informatik.uni-erlangen.de

Die Leistungsfähigkeit moderner CPUs hat ein wachsendes Interesse an Ray Tracing basierten Verfahren ausgelöst. Im Rahmen dieses Projekts werden Methoden entwickelt, die das Potenzial der Hardware voll ausschöpfen und die Berechnungen auf mehrere Computer in einem Netzwerk verteilen. Ferner wird untersucht, wie sich programmierbare Grafikkarten einsetzen lassen, um rechenintensive Aufgaben zu übernehmen.

Auf einem abstrakten Ray Tracing System aufbauend, sollen dann effiziente Lösungen für verschiedene wissenschaftliche und industrielle Problemstellungen gefunden werden. Dazu zählen beispielsweise die photorealistische Bildsynthese, das Entkernen großer Dreiecksnetze oder die Simulation physikalischer Prozesse, die sich auf Ray Tracing abbilden lassen.

Publikationen

1. Ernst, Manfred; Vogelgsang, Christian; Greiner, Günther: Stack Implementation on Programmable Graphics Hardware. In: Girod, Bernd; Magnor, Marcus; Seidel, Hans-Peter (Hrsg.): Vision Modeling and Visualization 2004 (Vision Modeling and Visualization 2004 Stanford, USA 16.11.2004 - 18.11.2004). Berlin : Akademische Verlagsgesellschaft Aka, 2004, S. 255-262. - ISBN 3898380580.

3.21 Visualisierung antiker Geometrien

Projektleitung:

Prof. Dr. Günther Greiner
Dr. phil. Martin Boss

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Martin Meister
Dr. phil. Martin Boss

Stichwörter: Visualisierung, Rekonstruktion,

Laufzeit: 1.1.2000 - 31.12.2005

Mitwirkende Institutionen:

Antikensammlung der Universität Erlangen-Nürnberg

In einer Kooperation mit der Antikensammlung Erlangen wurden am Lehrstuhl für Computergrafik Modelle von archäologischen Artefakten und Gebäuden visuallisiert. Zum Zwecke der Evaluierung verschiedener Techniken der Computergrafik in einer Anwendung für ein virtuelles Museum wurden antike Vasen analysiert (CT-Scans, Lichtfelder, Rekonstruktion aus Scherbenfragmenten, Schnittanalyse). Weiterhin wurden die Möglichkeiten der Darstellung antiker Gebäudekomplexgeometrien mittels handelsüblicher Computerspiele untersucht und auf der Landesausstellung für Archäologie als Installation einem breiten Publikum vorgestellt sowie auf der Tagung CAA 2003 der Forschung vorgetragen.

Publikationen

1. Meister, Martin; Boss, Martin: On using State of the art Computer Game Engines to visualize Archaeological Structures in interactive Teaching and Research. In: Magistrate of the city Vienna (Veranst.): CAA 2003 "Enter the Past" (The E-way into the Four Dimensions of Cultural Heritage Vienna (Wien) April 2003). Oxford, England : Archaeopress, 2004, S. 505-509. - ISBN 1841715921.
2. Hormann, Kai; Labsik, Ulf; Meister, Martin; Greiner, Günther: Hierarchical Extraction of Iso-Surfaces with Semi-Regular Meshes. In: Lee, Kunwoo; Patrikalakis, Nicholas M. (Hrsg.): Proceedings of the Seventh ACM Symposium on Solid Modeling and Applications (7th ACM Symposium on Solid Modeling and Applications 2002 Saarbrücken 17.-21. Juni). New York : ACM Press, 2002, S. 53-58. - ISBN 1-58113-506-8.
3. Labsik, Ulf; Hormann, Kai; Meister, Martin; Greiner, Günther: Hierarchical Iso-Surface Extraction. In: Journal of Computing and Information Science in Engineering 2 (2002), Nr. 4, S. 323-329.

3.22 Visualisierung in Geographie und Landschaftsbiologie

Projektleitung:

Prof. Dr. Günther Greiner, Prof. Dr. Marc Stamminger

Beteiligte: Dipl.-Inf. Sebastian Buntin, Dipl.-Inf. Martin Meister, Johannes Rauh

Stichwörter: Geographie, Visualisierung, Vegetation, Terrain, Oberflächenmodelle, Strahlungssimulation

Laufzeit: 1.10.2004 - 31.12.2005

Förderer: Institut für Vegetationskunde - und Landschaftsökologie (IVL)

In einer Kooperation mit dem Institut für Vegetation- und Landschaftskunde (IVL) arbeitet der Lehrstuhl für Computergrafik an mehreren Teilprojekten. Die Visualisierung von Vegetation und deren Änderung in einem Terrainmodell werden implementiert. Dabei werden virtuelle Pflanzenmodelle und Vegetationsgradienten über mehrere Jahre hinweg auf moderner Grafikhardware simuliert. Weiterhin wird die direkte Sonneneinstrahlung auf die Oberfläche von Bayern anhand von Beleuchtungsmodellen der Computergrafik ausgewertet. In einem dritten Teilprojekt werden spezielle Fragestellungen der Raster zu Vektorkonversion beantwortet.

Publikationen

1. Meister, Martin; Rauh, Johannes; Greiner, Günther; Suck, Reiner: QSolar - A Tool to Generate Maps of Direct Sun Radiation. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.): Fontiers in Simulation (Simulationstechnique 18th Symposium (ASIM) Erlangen 12.9.2005 - 15.9.2005). Erlangen : SCS Publishing House, 2005, S. 670-675. - ISBN 3-936150-41-9.

3.23 Visualisierung von Tiefseekorallen und Kaltwasserriff-Modellierung

Projektleitung:

Prof. Dr. André Freiwald, Prof. Dr. Günther Greiner

Beteiligte: Dipl.-Inf. Martin Meister

Stichwörter: Tiefseekorallen, Riffbildung, Sedimentation

Laufzeit: 30.6.2003 - 31.12.2005

Mitwirkende Institutionen: Institut für Paläontologie, Universität Erlangen

Kontakt:

Dipl.-Inf. Martin Meister
Tel.: +49.85.25254, Fax: +49.85.25249,
E-Mail: meister@informatik.uni-erlangen.de

Kaltwasser-Korallenriffe sind ein moderner Forschungsschwerpunkt der Paläontologie. Kalt-

wasserriff-Habitate werden zur Zeit umfassend kartografiert und sind schwere menschlichen Eingriffen z. B. durch die Fischerei-Industrie ausgesetzt. Mit Hilfe von CT-Scans können Proben aus der Tiefsee zerstörungsfrei untersucht werden. Durch Analyse der Wachstumsstruktur können Baupläne extrahiert und in mathematische Modelle gefasst werden. Diese sollen in einer Datenbank zur Klassifikation der Morphotypen weiterer Proben als Referenz dienen. Mittels der erhaltenen Modelle können Korallenkolonien und Riffe erzeugt werden. Daran lassen sich Faktoren der Korallenhabitate, wie die Tote Zone, Sedimentbildung und Einflüsse weiterer Umweltfaktoren experimentell erforschen.

Publikationen

1. Meister, Martin; Freiwald, André: Modelling Lophelia Colonies. In: Erlanger Geologische Abhandlungen (2003), Nr. 4, S. 61-62.

3.24 Volumenvisualisierung für Industrie-CT-Scanner

Projektleitung:

Dipl.-Inf. Stefan Röttger

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Michael Bauer, Dipl.-Inf. Martin Meister, Dipl.-Inf. Oliver Scholz, Dr.-Ing. Randolf Hanke

Stichwörter: Materialprüfung; Qualitätskontrolle; Volumenvisualisierung; CT-Scanner

Beginn: 1.11.2003

Mitwirkende Institutionen: Fraunhofer Institut (Institut für Integrierte Schaltungen)

Industrie-CT-Scanner haben als Einsatzgebiet u.a. die Materialprüfung und Genauigkeitsanalyse. Die zu prüfenden Objekte bzw. Gussteile sind normalerweise aus Materialien die bei der Rekonstruktion im CT-Scanner schwere Artefakte hervorrufen (z.B. Aluminiumdruckguss). Diese Artefakte müssen sowohl bei der Rekonstruktion als auch bei der Visualisierung herausgerechnet werden, wobei hardwarebeschleunigte Verfahren auf Standard-PC-Hardware zum Einsatz kommen. Diese Verfahren lassen sich auch zur Untersuchung von fossilen Objekten verwenden. Desweiteren eignen sich Industrie-Scanner zum Erzeugen von hochauflösenden Oberflächenmodellen. Die Verschmelzung und Registrierung der CT-Daten mit optischen Daten ist Gegenstand aktueller Forschung im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut.

Publikationen

1. Röttger, Stefan; Bauer, Michael; Stamminger, Marc: Spatialized Transfer Functions. In: IEEE (Hrsg.): Proc. EuroVis '05 (EuroVis 2005 Leeds June 2005). 2005, S. to appear.

4 Weitere Publikationen

1. Borsdorf, Anja; Dachsbacher, Carsten; Stamminger, Marc: Progressive Radiosity auf programmierbarer Grafikhardware. In: ----- (Hrsg.): Workshop Hardware for Visual Computing (Workshop Hardware for Visual Computing Tübingen 29.04.2005).
2. Dachsbacher, Carsten: 4K-Intros in a Nutshell, Postmortem: Parsec (Grafikkolloquium TU München).Vortrag: Grafikkolloquium TU München, Technische Universität München, München, 21.06..2005.
3. Dachsbacher, Carsten: 4K-Intros in a Nutshell, Postmortem: Parsec (Informatik-Kolloquium Universität Ulm).Vortrag: Informatik-Kolloquium Universität Ulm, Universität Ulm, Ulm, 05.06..2005.

5 Studien- und Diplomarbeiten

5.1 Studienarbeiten

1. Eisenacher, Christian: Bildregistrierung medizinisc her Daten implementiert in der Graphikhardware.
2. Dietze, Christoph: Dynamische Environment Maps.
3. Renz, Sigrid: Echtzeit-Rendering von Wolken mit Scatteringberechnung
4. Ketzer, Martin: Erzeugung von Roentgenbildern aus CAD Modellen
5. Pleines, Matthias: Bildbasierte Darstellung von Menschenmengen
6. Uhrmann, Franz: Implementierung moderner Volume-Rendering Algorithmen
7. Thomas, Zeman: Landschaftsdarstellung mit verschachtelten regulären Gittern.
8. Plettke, Raoul: Interaktives Raytracing für komplexe Außenszenen
9. Kemmer, Thomas: Natürliche Beleuchtung in virtuellen Szenen
10. Bickel, Bettina: Pre-Integrated Transfer Functions for Tagged Volumes.
11. Ketzer, Martin: Rekonstruktion von Röntgenbildern aus CAD-Daten.
12. Eisenacher, Christian: Rigide Registrierung von Medizinischen Volumendaten auf einem Grafikprozessor
13. Lankes, Franz: Echtzeit Rendering von Soft Shadows.
14. Meyer, Martin: Synthese von Höhenfeldern
15. Rauh, Johannes: Virtuelle Sonnenstunden über Bayern.

5.2 Diplomarbeiten

1. Eckert, Florian: Fortgeschrittene Techniken zur Verbesserung und Evaluierung von Diffusionstensor-basierten Trackingverfahren.
2. Sauber, Natascha: Gruppierung neuronaler Bahnen auf der Basis von Diffusionstensor-Bildgebung.
3. Bickel, Bettina: High Quality Rendering of Tagged Volumes.

4. Süßmuth, Jochen: Optimierte Triangulierung von Punktwolken für audiologische Zwecke.
5. Borsdorf, Anja: Radiosity mit Grafikhardware.
6. Michael, Schwarz: Rekonstruktion für Computertomographen mit Grafikhardware.
7. Sonntag, Markus Walter: Streamline-Visualisierung neuronaler Bahnen.
8. Wilharm, Sylvia: 3D-Flächeninterpolation anhand von Segmentgrenzen aus geschichteten Ultraschallmessungen in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie.
9. van Putten, Raoul: Einsatz von Zoomfunktionen in graphischen Benutzungsoberflächen
10. Wittmann, Stefan: Integration der VR-Technologie in die Software-Umgebung des Produktentwicklers anhand eines PDM-Systems.
11. Kroworsch, Wolfgang: Konstruktion elliptischer Kurven hohen Ranges.

Professur für Informatik (Graphische Datenverarbeitung und Visualisierung)

Anschrift: Am Weichselgarten 9, 91058 Erlangen-Tennenlohe

Tel.: +49.9131.85.29919 **Fax.:** +49.9131.85.29931

E-Mail: sekretariat@i9.informatik.uni-erlangen.de

Die Professur für Graphische Datenverarbeitung und Visualisierung ist am Lehrstuhl Graphische Datenverarbeitung angesiedelt und wurde im Oktober 2002 mit Prof. Marc Stamminger besetzt.

Die Forschungsarbeiten der Professur betreffen die computerbasierte Visualisierung virtueller Welten. Die Visualisierung umfasst dabei sowohl die realitätsnahe Darstellung als auch die Sichtbarmachung komplexer (geometrischer) Information. Ein wesentlicher Schwerpunkt sind dabei Methoden der virtuellen Realität, wobei der Benutzer z.B. durch Verwendung großer Stereo-Projektionsflächen ein größerer Eindruck der Immersion vermittelt wird. Methoden der virtuellen Realität stellen hohe Anforderung an Geschwindigkeit und Qualität der Darstellungen, bieten aber auch weitgehende Möglichkeiten der Interaktion des Benutzers mit der virtuellen Welt.

Forschungsprojekte und Publikationen sind im Teilbereich "Lehrstuhl für Informatik 9" eingegliedert.

Forschungsschwerpunkte

- Hardware-unterstützte Computergrafik und Visualisierung
- medizinische Visualisierung
- virtuelle Realität
- globale Beleuchtungsberechnung

Lehrstuhl für Informatik 10 (Systemsimulation)

Anschrift: Cauerstraße 6, 91058 Erlangen

Tel.: +49.9131.85.28923 **Fax.:** +49.9131.85.28928

E-Mail: contact@immd10.informatik.uni-erlangen.de

Leitung:

Prof. Dr. Ulrich Rüde

Professor:

Prof. Dr. Christoph Pflaum

Sekretariat:

Heike Strohm

Wiss. Mitarbeiter:

Benjamin Bergen, M.S. (bis 07.2005)
Uwe Fabricius (bis 07.2005)
Dipl.-Inf. Christoph Freundl
Dipl.-Math. Jochen Härdtlein
Dipl.-Math. Britta Heubeck
Frank Hülsemann, PhD (bis 11.2005)
Klaus Iglberger, M. Sc.
Dipl.-Inf. Harald Köstler
Dipl.-Inf. Christian Möller (ab 12.2005)
Dipl.-Phys. Thomas Pohl (bis 06.2005)
Dipl.-Inf. Nils Thürey
Dipl.-Ing. Jan Treibig

Nichtwiss. Mitarbeiter:

Dipl. -Ing. Frank Deserno
Gabriele Fleig

Ehemalige Mitarbeiter:

PD Dr. Graham Horton
Dipl. Math. Matthias Hümmer
El Mostafa Kalmoun, Ph.D.
Dr.-Ing. Markus Kowarschik
Dr.-Ing. Marcus Mohr
Dipl.-Inf. Harald Schmidt

1 Einführung

Der Lehrstuhl für Systemsimulation (LSS) beschäftigt sich mit der Verwendung von modernen Rechenanlagen als Simulationswerkzeug. Besonderes Interesse gilt der Umsetzung eines Modells in ein möglichst effizientes Computerprogramm und der Frage, welche Modelle eine effiziente Umsetzung erlauben.

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.

2 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 Soft-

ware-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.

2.1 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.

2.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

Seit November 2004 betreibt der Lehrstuhl für Systemsimulation seinen eigenen Rechnerverbund mit 52 Prozessoren für parallele numerische Simulationen. Der Rechnerverbund besteht aus neun Doppelprozessor- und acht Vierprozessormaschinen sowie einem eigenen Dateiserver. In allen Maschinen kommen AMD Opteron Prozessoren mit 2.2 GHz Taktfrequenz und 1 MB Level 2 Cache zum Einsatz. Die Vierprozessorknoten verfügen über 16 GByte und die Doppelprozessorknoten über 4 GB Hauptspeicher (DDR 333). Zwischen den Vierprozessorrechnern kommt ein Infiniband-Netz mit einer Bandbreite von 10 GBit/s zum Einsatz, während die Doppelprozessorrechner mit Gigabit-Ethernet vernetzt sind.

Insbesondere die akkumulierte Hauptspeichergröße von 128 GByte, die verhältnismäßig schnelle Netzverbindung und die hohe Bandbreite der einzelnen Prozessoren zum lokalen Speicher in den Vierfachmaschinen machen den Rechnerverbund zu einer attraktiven Plattform für speicherintensive Berechnungen.

2.3 Kooperationsbeziehungen

- Australian National University, Canberra, Mathematics (Dr. Stals)
- LAS-CAD GmbH, München
- Lawrence Livermore National Laboratory (Dr. Quinlan, Dr. Falgout)
- Los Alamos National Laboratory (Dr. Bergen)
- Paul Scherer Institut, Villingen (Dr. Adelmann)
- Ovidius Universität Constanta (Prof. Popa)
- Ruhr Universität Bochum, Anorganische Chemie (Dr. Schmid)
- Technion Israel Institute of Technology, Computer Science (Prof. Yavneh)
- Technische Universität München (Prof. Bode, Prof. Bungartz, Prof. Rank)
- Universität Münster, Institut für Biomagnetismus und Biosignalanalyse (Dr. Wolters)
- Universität zu Köln, Mathematisches Institut (Dr. Wienands)
- University of Colorado, Boulder, Mathematics (Prof. McCormick, Prof. Manteuffel)
- University of Houston, Computer Science (Prof. Garbey)
- University of Kentucky, Computer Science (Prof. Douglas)
- University of Utah, Computer Science (Prof. Johnson)

2.4 Wissenschaftliche Tagungen

- SIAM Conference on Computational Science & Engineering, Orlando, 12.02. - 15.02.2005
- Tagung *Computational Engineering*, TU Darmstadt, 23./24.02.2005
- Workshop *Grundlagen und Methoden der Modellbildung und Simulation* der Arbeitsgemeinschaft Simulation ASIM, Wuppertal, 09.03. - 11.03.2005
- The 2nd Russian-German Advanced Research Workshop, Stuttgart, 14.03. - 16.03.2005
- 12th Copper Mountain Conference on Multigrid Methods, Copper Mountain, 03.04. - 08.04.2005
- International Workshop on Parallel Numerics PARNUM 2005, Portoroz, 20.04. - 23.04.2005
- International Conference on Computational Science ICCS 2005, Atlanta, 22.05. - 25.05.2005
- 1st Erlangen International High-End Computing Symposium, Erlangen, 16.06.2005
- 21st Biennial Conference on Numerical Analysis NA05, Dundee, 28.06. - 01.07.2005

- Workshop *Parallel/High-Performance Object-Oriented Scientific Computing*, European Conference on Object Oriented Programming ECOOP 2005, Glasgow, 25.07. - 29.07.2005
- The Second International Conference for Mesoscopic Methods in Engineering and Science ICMMES 2005, Hong Kong, 26.07. - 29.07.2005
- ASIM Jahrestagung / Symposium Simulationstechnik, ASIM 2005, Erlangen, 12.09. - 15.09.2005
- 8th European Multigrid Conference, Scheveningen The Hague, 27.09. - 30.09.2005
- Scalable Approaches to High Performance and High Productivity Computing ScalPerf 2005, Bertinoro, 09.10. - 13.10.2005
- Super Computing 2005, Seattle, 12.11. - 18.11.2005

3 Forschungsprojekte

3.1 BEO: Rationelle Energieverwendung in der Industrie - Prozeßwärme

Projektleitung:

Prof. Dr. rer. nat. Georg Müller

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Horst Hadler, Dipl.-Ing. Jan Treibig, Dr.-Ing. Thomas Jung,
Michael Kellner

Stichwörter: Kristallzüchtung; Parallelisierung; Industrieöfen

Laufzeit: 1.12.2001 - 30.6.2005

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Im Rahmen des BEO-Projekts wird ein Programmpaket geschaffen, um Hochtemperaturprozesse in 3D zu simulieren. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf objektorientiertem Softwaredesign, um die Erweiterung und Weiterentwicklung des Pakets in der Zukunft sicherzustellen. Im ersten Schritt werden Wärmeleitung und Wärmestrahlung simuliert. Für die Wärmeleitung kommt ein Finite Elemente Verfahren auf unstrukturierten Gittern zum Einsatz. Um den enormen Rechenanforderungen in der globalen 3D Simulation gerecht zu werden, gibt es die Option, parallel auf Architekturen mit verteiltem Speicher zu rechnen.

Ziel ist es, ein benutzerfreundliches und dennoch aktuelle numerische und algorithmische Verfahren nutzendes Softwarepaket für den Konstrukteur in der Industrie zu schaffen.

Publikationen

1. Hadler, Horst; Treibig, Jan; Kellner, Michael; Jung, Thomas: Simulation Components in the Open Reflective Component Architecture. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.): Simulationstechnique. 18th Symposium in Erlangen, September 2005 (18th Symposium Simulationstechnique ASIM2005 Erlangen 12.9. - 15.9. 2005). Erlangen: SCS Europe, 2005, S. 410--415. - ISBN 3-936150-41-9.

3.2 Datenlokale Iterationsverfahren zur effizienten Lösung partieller Differentialgleichungen

Projektleitung:

Prof. Dr. Ulrich Rüde, Prof. Dr. Arndt Bode

Beteiligte:

Dr. Wolfgang Karl, Dipl.-Inf. Markus Kowarschik, Dr. Carsten Trinitis, Dr. Josef Weidendorfer, Dipl.-Ing. Jan Treibig

Stichwörter: Cache-optimierte Verfahren, Mehrgitter

Laufzeit: 1.6.2000 - 30.4.2006

Förderer: DFG

Mitwirkende Institutionen:

Lehr- und Forschungseinheit Informatik X, Technische Universität München

Die Geschwindigkeit, mit der moderne Rechnerarchitekturen arithmetische Operationen durchführen können, übertrifft bei weitem die Geschwindigkeit, mit der die benötigten Daten vom Speicher dem Prozessor zugeführt werden können. Es wird häufig versucht, dieses Problem durch die Verwendung von schnellen Zwischenspeichern (*Caches*) zu umgehen. Um allerdings die Cache-Hierarchien möglichst effizient auszunutzen, müssen die numerischen Algorithmen an die Architektur angepasst werden. Das Ziel des Projektes ist es, Implementierungstechniken für numerische Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen zu entwickeln, die die Speicherhierarchien bestmöglich ausnutzen.

Publikationen

1. Weiß, Christian; Karl, Wolfgang; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich: Memory Characteristics of Iterative Methods. In: ACM/IEEE (Veranst.) Proceedings of the ACM/IEEE Supercomputing Conference (Supercomputing 1999 Portland November 1999). 1999, S. 1-30.
2. Douglas, C.C.; Hu, J.; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich; Weiß, C.: Cache Optimization For Structured and Unstructured Grid Multigrid. In: Electronic Transactions on Numerical Analysis 10 (2000), S. 21-40.
3. Weiß, Christian; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich; Karl, Wolfgang: Cache-aware Multigrid Methods for Solving Poisson's Equation in Two Dimensions. In: Computing 64 (2000), Nr. 4, S. 381-399.
4. Kowarschik, Markus; Christian Weiß; Rüde, Ulrich: Data Layout Optimizations for Variable Coefficient Multigrid. In: Peter M. A. Sloot; C.J. Kenneth Tan; Jack J. Dongarra; Alfons G. Hoekstra (Hrsg.) Computational Science - ICCS 2002 (ICCS 2002 Amsterdam April 2002). Berlin : Springer, 2002, S. 642-651. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 2331).

5. Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich; Thürey, Nils; Christian Weiß: Performance Optimization of 3D Multigrid on Hierarchical Memory Architectures. In: Juha Fagerholm; Juha Haataja; Jari Järvinen; Mikko Lyly; Peter Raback; Ville Savolainen (Hrsg.) Applied Parallel Computing (PARA 2002 Espoo Juni 2002). Berlin : Springer, 2002, S. 307-316. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 2367).
6. Pohl, Thomas; Kowarschik, Markus; Wilke, Jens; Iglberger, Klaus; Rüde, Ulrich: Optimization and Profiling of the Cache Performance of Parallel Lattice Boltzmann Codes. In: Parallel Processing Letters 13 (2003), Nr. 4, S. 549-560.
7. Kowarschik, Markus: Data Locality Optimizations for Iterative Numerical Algorithms and Cellular Automata on Hierarchical Memory Architectures. Erlangen, FAU, Diss., 2004 (Advances in Simulation Bd. 13). - 221 Seiten.
8. D. Quinlan; M. Schordan; B. Miller; Kowarschik, Markus: Parallel Object-Oriented Framework Optimization. In: Concurrency and Computation: Practice and Experience 16 (2004), Nr. 2-3, S. 293-302.
9. Kowarschik, Markus; Christadler, Iris; Rüde, Ulrich: Towards Cache-Optimized Multigrid Using Patch-Adaptive Relaxation. Erlangen : FAU. 2004 (04-8). - Interner Bericht. 10 Seiten.
10. Kowarschik, Markus; Christadler, Iris; Rüde, Ulrich: Towards Cache-Optimized Multigrid Using Patch-Adaptive Relaxaton. In: Dongarra, J.; Madsen, K.; Wasniewski, J. (Hrsg.) PARA 2004 Proceedings (PARA'04 WORKSHOP ON STATE-OF-THE-ART IN SCIENTIFIC COMPUTING Kopenhagen 20. - 23. Juni 2004). Berlin/Heidelberg : Springer, 2006, S. 901--910. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 3732) - ISBN 3-540-29067-2.
11. Treibig, Jan; Hausmann, Simon; Rüde, Ulrich: Performance analysis of the Lattice Boltzmann Method on x86-64 Architectures. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.) 18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Proceedings (18th Symposium Simulationstechnique ASIM 200 Erlangen 12.9. - 15.9.2005). Erlangen : SCS Publishing House, 2005, S. 736--741. - ISBN 3-936150-41-9.

3.3 FreeWiHR - Simulation von Metallschäumen

Projektleitung:

Dr.-Ing. Carolin Körner, Prof. Dr. Ulrich Rüde

Beteiligte:

Dipl.-Phys. Markus Oechsner, Dipl.-Phys. Thomas Pohl, Dipl.-Inf. Nils Thürey

Stichwörter:

Metallschaum, Lattice-Boltzmann, Strömungssimulation, Freie Oberflächen

Beginn: 1.1.2003

Förderer: KONWIHR

Die erfolgreiche Herstellung neuer Materialien setzt in den meisten Fällen die Beherrschung sehr komplexer technologischer Prozesse voraus. Ein besonders hilfreiches Mittel bildet hierbei die numerische Simulation. Sie dient sowohl zum Studium der Prozesskontrolle als auch zur Erhöhung des Prozessverständnisses. Dabei gewinnt in den letzten Jahren die Methode der Zellularen Automaten (ZA) zunehmend an Bedeutung. Zellulare Automaten stellen eine ideale Methode dar, um physikalische Phänomene zu modellieren, die bei der Herstellung von Werkstoffen auftreten. Dazu zählen unter anderem die Ausbildung von Kornstrukturen oder von Dendriten bei einer Erstarrung. Spezialformen der ZA, wie die Lattice Gas oder Lattice Boltzmann Methode (LBM) eignen sich in hervorragender Weise zur Modellierung von Prozessen, bei denen Strömungen in komplexen, veränderlichen Geometrien auftreten. Dies sind nun genau die Situationen, die bei der Herstellung von Metallschaum oder von Verbundwerkstoffen durch Infiltration von Faser- oder Pulverpreforms auftreten. Zur Modellierung müssen sowohl beim Schaum als auch bei den Verbundwerkstoffen freie Oberflächen beschrieben werden. Für die Beschreibung freier Oberflächen im Rahmen der LBM in zwei Raumdimensionen wurde in den letzten drei Jahren am Lehrstuhl WTM erfolgreich ein Algorithmus entwickelt und implementiert.

Diese erfolgversprechenden Ansätze sollen als Grundlage einer optimierten, auf drei Raumdimensionen erweiterten Modellierung übertragen werden. Allerdings führt die Erweiterung auf drei Raumdimensionen auf einen um den Faktor 1000 - 10000 höheren Rechenaufwand, der nur mit Hilfe von Höchstleistungsrechnern (HLR) in realistischen Zeiten zu bewältigen ist.

Ziel des geplanten Projektes ist es daher, in einem Verbund der Lehrstühle Werkstoffkunde und Technologie der Metalle (WTM) und Informatik 10 (LSS) die Übertragung des Modells auf den HLR herzustellen. Am Lehrstuhl WTM soll dabei der Schwerpunkt auf der Entwicklung numerischer 3D-Verfahren für die Modellierung von komplexen dreidimensionalen Problemen mit freien Oberflächen auf der Grundlage der LBM liegen.

Am Lehrstuhl für Systemsimulation sollen Datenstrukturen untersucht und entwickelt werden, die zum einen an die komplizierten physikalischen Strukturen, z. B. Hohlräume in Metallschäumen, angepasst sind und zum anderen die vorgegebene Hardware optimal ausnutzen (verschiedene Kommunikationsarten, Lastbalancierung, Cache-Hierarchien).

Publikationen

1. De Sterck, H.; Markel, R.S.; Pohl, Thomas; Rüde, Ulrich: A lightweight Java taskspaces framework for scientific computing on computational grids. In: ACM (Veranst.) Proceedings of the 2003 ACM Symposium on Applied Computing (ACM Symposium on Applied Computing Melbourne(USA)). 2003, S. 1024-1030.
2. Wilke, Jens; Pohl, Thomas; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich: Cache Performance Optimizations for Parallel Lattice Boltzmann Codes. In: Kosch, H.; Böszörményi, L.; Hellwagner, H. (Hrsg.) Euro-Par 2003. Parallel Processing. Berlin : Springer, 2003, S. 441-450. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 2790).
3. Wilke, Jens; Pohl, Thomas; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich: Cache Performance Optimizations for Parallel Lattice Boltzmann Codes in 2D. Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2003 (03-3). - Interner Bericht.
4. Pohl, Thomas; Kowarschik, Markus; Wilke, Jens; Iglberger, Klaus; Rüde, Ulrich: Optimization and Profiling of the Cache Performance of Parallel Lattice Boltzmann Codes. In: Parallel Processing Letters 13 (2003), Nr. 4, S. 549-560.
5. Pohl, Thomas; Kowarschik, Markus; Wilke, Jens; Iglberger, Klaus; Rüde, Ulrich: Optimization and Profiling of the Cache Performance of Parallel Lattice Boltzmann Codes in 2D and 3D. Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2003 (03-8). - Interner Bericht.
6. Thürey, Nils; Pohl, Thomas; Körner, Carolin; Rüde, Ulrich: Simulation von Metallschaum mittels der Lattice-Boltzmann Methode. In: Konwihr Quartl 35 (2003), S. 4-8.
7. Pohl, Thomas; Thürey, Nils; Deserno, Frank; Rüde, Ulrich; Lammers, Peter; Wellein, Gerhard; Zeiser, Thomas: Performance Evaluation of Parallel Large-Scale Lattice Boltzmann Applications on Three Supercomputing Architectures. In: IEEE/ACM (Veranst.) Proceedings of the IEEE/ACM SC2004 Conference (Supercomputing Conference '04 Pittsburgh 06.11.2004 / 12.11.2004). 2004, S. 1-13. - ISBN 0-7695-2153-3.
8. Körner, Carolin; Pohl, Thomas; Rüde, Ulrich; Thürey, Nils; Hofmann, Torsten: FreeWiHR --- LBM with Free Surfaces. Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 2004 (04-6). - Interner Bericht. 15 Seiten.

3.4 Lattice Boltzmann Methoden in der Nanotechnologie

Projektleitung:

Prof. Dr. Ulrich Rüde, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Nils Thürey, Dr.-Ing. Hans-Joachim Schmid, Klaus Iglberger, M. Sc.
Dipl.-Inf. Christoph Freundl

Stichwörter:

Computational Fluid Dynamics; Lattice-Boltzmann Methoden; Nanotechnologie; Festkörper-Interaktion; Mehrkörpersysteme

Laufzeit: 1.10.2004 - 31.12.2005

Förderer:

Internes Projekt

Kontakt:

Dipl.-Inf. Nils Thürey
Tel.: +49.9131.85.28691, Fax: +49.9131.85.28928,
E-Mail: nils.thuerey@informatik.uni-erlangen.de

Die Produktion von Nano-Partikeln mit spezifischen Eigenschaften ist von grundlegender Bedeutung für viele Anwendungen. Zur Verbesserung des Verständnisses des Verhaltens solcher Aggregate in Suspensionen (wie z.B. Mobilität, Dispergierbarkeit) benutzen wir die Lattice Boltzmann Methode. Auf diesem Weg können fundamentale Parameter einzelner Aggregate wie die Widerstandskraft berechnet werden. Weiterhin können komplexere Probleme wie das Auseinanderbrechen in Scherströmungen oder die weitere Agglomeration simuliert werden.

Unser Ansatz erfordert Randbedingungen für bewegte Objekte in der Strömungssimulation, um die Wechselwirkung zwischen Fluid und Objekt korrekt zu berechnen. Das Verhalten der Primärpartikel im Aggregat kann mithilfe einer Festkörper-Physik-Simulation berechnet werden. Momentan arbeiten wir daran, auch Aggregat-Wechselwirkungen durch Potentiale mit längeren Reichweiten mit der Strömungssimulation gekoppelt zu berechnen. Weiterhin ist eine Parallelisierung der Implementierung in Arbeit, um Problemstellungen wie Abscheidungsprozesse mit einer größeren Anzahl Aggregate auf Cluster- oder Supercomputern zu simulieren.

Publikationen

1. Iglberger, Klaus; Thürey, Nils; Rüde, Ulrich; Schmid, Hans-Joachim; Peukert, Wolfgang: Simulation of moving Nano-Particles with the Lattice Boltzmann Method in 3D. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.) 18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Proceedings (18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Erlangen 12.9. -15.9.2005). Erlangen : SCS Publishing House, 2005, S. 39--44. - ISBN 3-936150-41-0.

2. Feichtinger, Christian; Thürey, Nils; Rüde, Ulrich; Binder, Christian; Schmid, H.J.; Peukert, Wolfgang: Drag Force Simulation of Particle Agglomerates with the Lattice Boltzmann Method. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.) 18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Proceedings (18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Erlangen 12.9. -15.9.2005). Erlangen : SCS Publishing House, 2005, S. 45-50. - ISBN 3-936150-41-9.

3.5 Lattice-Boltzmann Simulation und Visualisierung von Strömungen mit freien Oberflächen

Projektleitung:

Prof. Dr. Ulrich Rüde

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Nils Thürey

Stichwörter:

Computational Fluid Dynamics; Lattice-Boltzmann Methoden; Freie Oberflächen; Animation physikalischer Phänomene

Laufzeit: 14.2.2004 - 31.12.2005

Förderer:

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

Dipl.-Inf. Nils Thürey
Tel.: +49.9131.85.28691, Fax: +49.9131.85.28928,
E-Mail: nils.thuerey@informatik.uni-erlangen.de

Flüssigkeiten mit freien Oberflächen sind nicht nur in alltäglichen Situationen wie dem Einschenken eines Glases von Bedeutung, sondern auch für Produktionsprozesse wie Gießen und Aufschäumen. In diesem Projekt wird der Algorithmus zur Simulation von freien Oberflächen des FreeWIHR-Projekts mit dem Ziel verwendet, ihn für weitere Anwendungen anzupassen und zu optimieren.

Eine dieser Anwendungen ist die Computergrafik, bei der die Animation von Flüssigkeiten aufgrund ihrer Komplexität zur Zeit ein wichtiges Thema ist. Wir waren in der Lage zu zeigen, dass mit der Lattice-Boltzmann-Methode ansprechende Visualisierungen effizient erzeugt werden können. Weiterhin kann die visuelle Qualität mit Level-Set-Methoden noch verbessert werden.

Dank eines Stipendiums von Google wurde der am LSS enwickelte Löser mittlerweile in das Open-Source 3D-Programm Blender integriert.

Publikationen

1. Thürey, Nils; Pohl, Thomas; Körner, Carolin; Rüde, Ulrich: Simulation von Metallschaum mittels der Lattice-Boltzmann Methode. In: Konwihr Quartl 35 (2003), S. 4-8.
2. Thürey, Nils; Rüde, Ulrich: Free Surface Lattice-Boltzmann fluid simulations with and without level sets. In: MPI for Computer Science; Max Planck Center for Visual Computing and Communication (Hrsg.) Stanford University (Veranst.) VMV 04 Proceedings (Workshop on Vision, Modelling, and Visualization VMV ' Stanford 16.11.2004 - 18.11.2004). Amsterdam : IOS Press, 2004, S. 199-208.
3. Pohl, Thomas; Thürey, Nils; Deserno, Frank; Rüde, Ulrich; Lammers, Peter; Wellein, Gerhard; Zeiser, Thomas: Performance Evaluation of Parallel Large-Scale Lattice Boltzmann Applications on Three Supercomputing Architectures. Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2004 (04-2). - Interner Bericht. 14 Seiten.
4. Pohl, Thomas; Thürey, Nils; Deserno, Frank; Rüde, Ulrich; Lammers, Peter; Wellein, Gerhard; Zeiser, Thomas: Performance Evaluation of Parallel Large-Scale Lattice Boltzmann Applications on Three Supercomputing Architectures. In: IEEE/ACM (Veranst.) Proceedings of the IEEE/ACM SC2004 Conference (Supercomputing Conference '04 Pittsburgh 06.11.2004 / 12.11.2004). 2004, S. 1-13. - ISBN 0-7695-2153-3.
5. Körner, Carolin; Pohl, Thomas; Rüde, Ulrich; Thürey, Nils; Hofmann, Torsten: FreeWIHR: Lattice Boltzmann Methods with Free Surfaces and their Application in Material Technology. In: Bode, Arndt; Durst, Franz (Hrsg.) High Performance Computing in Science and Engineering, Garching 2004 (KONWIHR Results Workshop Garching 14.10.-15.10.2004). Berlin/Heidelberg : Springer, 2005, S. 225-236. - ISBN 3-540-26145-1.
6. Thürey, Nils; Rüde, Ulrich; Körner, Carolin: Interactive Free Surface Fluids with the Lattice Boltzmann Method. Erlangen : FAU. 2005 (05-4). - Interner Bericht. 10 Seiten
7. Körner, Carolin; Thies, Michael; Hofmann, Thomas; Thürey, Nils; Rüde, Ulrich: Lattice Boltzmann Model for Free Surface Flow for Modeling Foaming. In: Journal of Statistical Physics 121 (2005), Nr. 1/2, S. 179-196.
8. Körner, Carolin; Pohl, Thomas; Rüde, Ulrich; Thürey, Nils; Zeiser, Thomas: Parallel Lattice Boltzmann Methods for CFD Applications. In: Bruaset, Are Magnus; Tveito, Aslak (Hrsg.) Numerical Solution of Partial Differential Equations on Parallel Computers. New York : Springer, 2005, (Lecture Notes in Computer Science and Engineering Bd. 51), S. 439--465. - ISBN 3-540-29076-1.
9. Thürey, Nils; Rüde, Ulrich: Turbulent Free Surface Flows with the Lattice Boltzmann Method on adaptively coarsened grids. Erlangen : FAU. 2005 (05-7). - Interner Bericht. 30 Seiten.
10. Thürey, Nils; Rüde, Ulrich; Stamminger, Marc: Animation of Large Scale Open Water Phenomena. Erlangen : FAU. 2006 (06-3). - Interner Bericht. 8 Seiten.

3.6 Mehrgitterverfahren in der Bildverarbeitung

Projektleitung:

Prof. Dr. Ulrich Rüde

Beteiligte:

El Mostafa Kalmoun, Ph.D., Dipl.-Inf. Harald Köstler

Stichwörter:

Optical Flow; Mehrgitterverfahren

Laufzeit: 1.1.2002

Förderer: Internes Projekt

Kontakt:

Prof. Dr. Ulrich Rüde
Tel.: +49.9131.85.28924, Fax: +49.9131.85.28928
E-Mail: Ulrich.Ruede@informatik.uni-erlangen.de

In der Bildverarbeitung werden zunehmend partielle Differentialgleichungen zur Modellierung eingesetzt. Das hiesige Projekt befasst sich mit der Weiterentwicklung von Gradienten-basierten Verfahren, insbesondere mit dem *Optical Flow* Ansatz. Bei dieser Technik wird die Transformation eines Bildes in ein anderes als ein Strömungsvorgang aufgefasst. Anwendungsbeispiele sind die Komprimierung von Videodaten, die Analyse räumlicher Szenarien sowie die Bearbeitung medizinischer Bilder, etwa bei der Bildregistrierung. Der wesentliche Schritt besteht in der Berechnung der Projektion des räumlichen Strömungsfeldes auf die Bildflächen.

Der Ansatz von Horn und Schunk führt auf ein gekoppeltes System von Reaktions-Diffusionsgleichungen. Das von den beiden Autoren entwickelte Lösungsverfahren basiert aus Sicht der Mehrgittertheorie auf einer punktweisen Glättung der gekoppelten Gleichungen. Solche Verfahren konvergieren langsam, wenn die Diffusionsterme das System dominieren. In diesen Fällen können Mehrgitterverfahren gewinnbringend eingesetzt werden. Im Rahmen des Projektes wird ein Programmpaket entwickelt, das es durch eine parallele Verarbeitung auch ermöglicht, mit größeren realen medizinischen Datensätzen umzugehen.

Publikationen

1. Kalmoun, El Mostafa; Rüde, Ulrich: A variational multigrid for computing the optical flow. In: Thomas Ertl; Bernd Girod; Greiner, Günther; Niemann, Heinrich; Hans-Peter Seidel; Eckehard Steinbach; Rüdiger Westermann (Hrsg.) Vision Modeling and Visualization 2003. Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft, 2003, S. 577-584.
2. Kalmoun, El Mostafa; Rüde, Ulrich: A variational multigrid for computing the optical flow. Erlangen: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2003 (03-4). - Interner Bericht. 9 Seiten.

3. Kalmoun, El Mostafa; Köstler, Harald; Rüde, Ulrich: Parallel multigrid computation of the 3D optical flow. Erlangen: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2004 (04-4). - Interner Bericht. 9 Seiten.
4. Köstler, Harald; Christadler, Iris; Rüde, Ulrich: Robust and efficient multigrid techniques for the optical flow problem using different regularizers. Erlangen : FAU. 2005 (05-6). - Interner Bericht. 6 Seiten.
5. Prümmer, Markus; Köstler, Harald; Rüde, Ulrich; Hornegger, Joachim: A full multigrid technique to accelerate an ART scheme for tomographic image reconstruction. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.) 18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Proceedings (18th Symposium Simulationstechnique ASIM 200 Erlangen 12.9. -15.9.2005). Erlangen: SCS Publishing House, 2005, S. 632--637. - ISBN 3-936150-41-9.
6. Popa, Constantin; Zdunek, Rafal: Regularized ART with Gibbs Priors for Tomographic Image Reconstruction. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.) 18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Proceedings (18th Symposium Simulationstechnique ASIM 200 Erlangen 12.9. -15.9.2005). E : SCS Publishing House, 2005, S. 656--661. - ISBN 3-936150-41-9.
7. Bautu, Andrei; Bautu, Elena; Popa, Constantin: Tikhonov Regularization in Image Reconstruction with Kaczmarz Extended Algorithm. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.) 18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Proceedings (18th Symposium Simulationstechnique ASIM 200 Erlangen 12.9. -15.9.2005). Erlangen: SCS Publishing House, 2005, S. 650--655. - ISBN 3-936150-41-9.

3.7 ParExPDE II - Effiziente objekt-orientierte Mehrgitterverfahren und Anwendungen

Projektleitung:

Prof. Dr. Ulrich Rüde, Prof. Dr. Christoph Pflaum

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Christoph Freundl

Stichwörter: partielle Differentialgleichung; Expression Templates; Parallelisierung; Hochleistungsrechnen

Beginn: 1.11.2003
Kontakt:

Dipl.-Inf. Christoph Freundl
Tel.: +49.9131.85.28676, Fax: +49.9131.85.28928
E-Mail: Christoph.Freundl@informatik.uni-erlangen.de

Im Rahmen des von KONWIHR geförderten Projektes **Par-EXPDE** entstand eine Bibliothek für die numerische Behandlung von partiellen Differentialgleichungen. Diese Bibliothek zeichnet sich durch ihre Benutzerfreundlichkeit aus, während die mit ihr erstellten Programme dank

der Verwendung sog. *Expression Templates* sehr effizient bzgl. der Ausführungsgeschwindigkeit sind. Desweiteren ermöglicht sie eine für den Anwender transparente Parallelisierung für die Benutzung auf Hochleistungsrechnern oder Clustern von Workstations.

Ziel des Projektes ist die weitergehende Entwicklung der Bibliothek im Hinblick auf Anwendungen in den Bereichen:

- Simulation von Festkörperlasern
- Berechnung bioelektrischer Felder
- Simulation von Nanopartikeln

Publikationen

1. Freundl, Christoph; Bergen, Benjamin; Hülsemann, Frank; Rüde, Ulrich: Expression Templates and Advanced PDE Software Design on the Hitachi SR8000. Erlangen : Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 2004 (04-7). - Interner Bericht. 14 Seiten.
2. Freundl, Christoph; Bergen, Benjamin; Hülsemann, Frank; Rüde, Ulrich: ParEXPDE: Expression Templates and Advanced PDE Software Design on the Hitachi SR8000. In: Bode, A.; Durst, Franz (Hrsg.) High Performance Computing in Science and Engineering, Garching 2004 (KONWIHR Results Workshop Garching 14.10.-15.10.2004). Berlin/Heidelberg : Springer, 2005, S. 167-179. - ISBN 3-540-26145-1.
3. Freundl, Christoph; Köstler, Harald: Using ParExPDE for the numerical solution of bioelectric field problems. In: Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Rüde, Ulrich (Hrsg.) 18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Proceedings (18th Symposium Simulationstechnique ASIM 2005 Erlangen 12.9. -15.9.2005). Erlangen : SCS Publishing House, 2005, S. 89--94. - ISBN 3-936150-41-9.

3.8 Verbesserung der Zuverlässigkeit von Computersimulationen bei der Vorhersage von Umweltrisiken

Projektleitung:

Marc Garbey

Beteiligte: Yuri Vassilevski, Rainer Keller, Frank Hülsemann, PhD

Stichwörter:
Grid computing; parallele Mehrgitterverfahren; Reaktion-Konvektion-Diffusion

Laufzeit: 1.8.2004 - 31.7.2006

Förderer: NATO

Kontakt:

Frank Hülsemann, PhD
Tel.: +49.9131.85.28691, Fax: +49.9131.85.28928,
E-Mail: Frank.Huelsemann@informatik.uni-erlangen.de

Dieses Projekt beschäftigt sich mit einem Spezialfall des Grid Computing, nämlich der numerischen Simulation auf Clustern von Clustern. Jeder beteiligte Rechner für sich ist mehr oder minder homogen, insgesamt ist der Verbund jedoch heterogen, sowohl in der Rechnerarchitektur als auch in der Vernetzung. Insbesondere die erheblichen Unterschiede zwischen den internen Netzen und der besonders langsamen Verbindung zwischen den Clustern müssen im Programmentwurf und in der Implementierung berücksichtigt werden, um die gebündelte Rechenleistung für eine Anwendung nutzbar zu machen.

Ähnlich wie im Dime-Projekt, wo Verfahren und Programmiertechniken für tiefe Speicherhierarchien untersucht werden, sind auch hier die Zugriffszeiten auf Informationen nicht homogen, sondern verhältnismäßig schnell innerhalb eines Verbundes und im Vergleich dazu (sehr) langsam zwischen den Verbünden. Es ist daher offensichtlich, dass Verfahren, die für homogene Parallelrechner entworfen wurden, angepasst werden müssen, um den Unterschieden in der Vernetzung Rechnung zu tragen. Die Unterschiede in der Rechenleistung können durch eine geeignete Partitionierung (Lastverteilung) leicht berücksichtigt werden.

Das Projekt umfasst sowohl Programmentwurf als auch -implementierung. Der Entwurf geeigneter Algorithmen konzentriert sich auf die Beschleunigung von Gebietszerlegungsverfahren durch Extrapolationstechniken. Bei der Implementierung kommt die vom Stuttgarter Partner entwickelte MPI-Variante PACX-MPI zum Einsatz. Das Projekt betreibt einen Verbund von Parallelrechnern in Houston, Stuttgart und Erlangen und hat erste Programmläufe erfolgreich durchgeführt.

4 Weitere Publikationen

1. Fabricius, Uwe; Freundl, Christoph; Köstler, Harald; Rüde, Ulrich: High Performance Computing Education for Students in Computational Engineering. In: Sunderam, Vaidy S.; Van Albada, Geert D.; Sloot, Peter M.A.; Dongarra, Jack J. (Hrsg.) Computational Science - ICCS 2005 (Fifth International Conference on Computational Science Atlanta 22.-25. Mai 2005). Bd. 2. 2005, S. 27-35. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 3515) - ISBN 3-540-26043-9.
2. Hülsemann, Frank; Kowarschik, Markus; Mohr, Marcus; Rüde, Ulrich: Parallel Geometric Multigrid. In: Bruaset, Are Magnus; Tveito, Aslak (Hrsg.) Numerical Solution of Partial Differential Equations on Parallel Computers. New York : Springer, 2005, (Lecture Notes in Computer Science and Engineering Bd. 51), S. 165--208. - ISBN 3-540-29076-1.
3. Kireev, I.V.; Rüde, Ulrich; Shaidurov, V.V.: Completely splitting method for the Stokes problem. In: Krause, Egon; Shokin, Yurii I.; Resch, Michael; Shokina, Nina (Hrsg.) Computational Science and High Performance Computing (Russian-German Advanced Research Workshop Novosibirsk 30.9. -- 2.10.2003). Berlin : Springer, 2005, S. 47--75. (Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design Bd. 88) - ISBN 3-540-24120-5.
4. Köstler, Harald: An accurate multigrid solver for computing singular solutions of elliptic problems. In: The Center for Applied Scientific Computing-Lawrence; Livermore National Laboratory; Los Alamos National Laboratory; Front Range Scientific Computations, Inc. (Veranst.) Abstracts Of the 12th Copper Mountain Conference on Multigrid

Methods (12th Copper Mountain Conference on Multigrid Method Copper Mountain 3.4.2005 - 8.4.2005). 2005, S. 1-11.

5. Mohr, Marcus; Popa, Constantin; Rüde, Ulrich: A Kovarik Type-Algorithm without Matrix Inversion for the Numerical Solution of Symmetric Least-Squares Problems.. Erlangen: FAU. 2005 (05-2). - Interner Bericht. 10 Seiten.

5 Studien- und Diplomarbeiten

5.1 Studienarbeiten

1. Feichtinger, Christian: Drag Force Simulations of Particle Agglomerates with the Lattice-Boltzmann Method.
2. Pullmann, Marc: Implementierung und Optimierung eines Simulationssystems für nichtlineare Differentialgleichungssysteme im Zustandsraum.
3. Stürmer, Markus: Optimierung des Red-Black-Gauss-Seidel-Verfahrens auf ausgewählten x86-Prozessoren.
4. Münch, Patrick: Optischer Fluss für Videosequenzen.
5. Möller, Christian Michael: Paralleler optischer Fluss in 3D.
6. Bergler, Silke: Parallelisierung der Gitterkomponente im ORCAN Framework.
7. Forkel, Stephan: Vergleich direkter Lösungsverfahren für dünnbesetzte lineare Gleichungssysteme aus der Feldsimulation.

5.2 Diplomarbeiten

1. Möller, Christian: Behandlung von Potentialsingularitäten bei der EEG/MEG-basierten Rekonstruktion dipolarer Stromquellen in Finite-Elemente-Volumenleitermodellen des menschlichen Kopfes.

6 Bachelor- und Master Theses

6.1 Bachelor Theses

1. Döbert, Alexander: Blockstrukturierte Gitter.
2. Dreweke, Alexander: Implementierung und Optimierung des Lattice-Boltzmann-Verfahrens für das DSM-System Jackal .
3. Hausmann, Simon: Optimization and Performance Analysis of the Lattice Boltzmann Method on x86-64 based Architectures.

6.2 Master Theses

1. Iglberger, Klaus: Lattice-Boltzmann Simulation of Flow around moving Particles.
2. Pote, Raghavendra: Numerical Solution of Drift Diffusion Equations for a Semiconductor Laser.
3. Mys, Ruslana: Time dependent Simulation of Lasers by Gauss-Modes.

Professur für Informatik (Numerische Simulation mit Höchstleistungsrechnern)

Anschrift: Cauerstrasse 6, 91058 Erlangen

Tel.: +49.9131.85.28923 **Fax.:** +49.9131.85.28928

E-Mail: contact@immd10.informatik.uni-erlangen.de

1 Einführung

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 die numerische Simulation von Teilchenbeschleunigern und numerische Simulationen im Bereich der Photonik, wie zum Beispiel die Simulation von Lasern.

Laser werden in vielen technischen Anwendungen benötigt. Die Simulation von Lasern ist sehr komplex, so dass es es zur Zeit noch kein Simulationsprogramm gibt, welches das zeitliche und dreidimensionale Verhalten von Lasern simulieren kann. Deshalb ist es notwendig, neue Verfahren zur Simulation von Lasern zu entwickeln, die eine genaue Analyse und damit eine Optimierung der Qualität von Lasern ermöglichen.

2 Forschungsschwerpunkte

- Lasersimulation
- Simulation von Teilchenbeschleunigern
- Hochleistungsrechnen

2.1 Kooperationsbeziehungen

- Infineon, München (Dr. Steinle)
- LAS-CAD GmbH, München
- Lawrence Berkeley National Laboratory (Dr. Ryan)
- Lawrence Livermore National Laboratory (Dr. Falgout)
- Paul Scherer Institut, Villingen (Dr. Adelmann)

3 Forschungsprojekte

3.1 Expression Templates für partielle Differentialgleichungen

Projektleitung:

Prof. Dr. Christoph Pflaum

Beteiligte:

Dipl. Math. Jochen Härdtlein

Stichwörter:

Template, partielle Differentialgleichungen

Laufzeit: 1.3.2003 - 1.3.2006

Förderer: DFG

Kontakt:

Prof. Dr. Christoph Pflaum
Tel.: +49.9131.85.28692, Fax: +49.9131.85.28928,
E-Mail: pflaum@informatik.uni-erlangen.de

Expression Templates (ET) sind eine Programmiertechnik in der Sprache C++, die es durch sehr effizientes Überladen von Operatoren ermöglicht, eine sehr performante und benutzerfreundliche Bibliothek zu implementieren. Im Rahmen eines DFG-Projektes wurden unter anderem die sogenannten Fast ET entwickelt, die noch bestehende Performance-Probleme von ET auf Höchstleistungsrechnern lösen. Dabei wird die Auswertung und Speicherung der Konstrukte auf die Template-Typen beschränkt, was jedoch dazu führt, dass der Benutzer eine Template-Nummerierung seiner Variablen durchführen muss. Diese Implementierung führt dazu, dass man mathematische Anwendungen immer noch sehr schnell und einfach programmieren kann, die Performance aber der des vergleichbaren C-Codes entspricht.

Als Anwendung von(Fast)ET wurde eine C++-Bibliothek geschrieben, welche die lokalen Steifigkeitsmatrizen berechnet, die bei der Finite Elemente Methode entstehen. COLSAMM (Computation of Local Stiffness and Mass Matrices) bietet eine Benutzerschnittstelle, die eine direkte Implementierung von der schwachen Form einer PDE bietet. Es können ein- bis dreidimensionale Probleme berechnet werden, ebenso verschiedene Randbedingungen. Weiter bietet COLSAMM die Möglichkeit, eigene Finite Elemente selbst zu programmieren und somit ohne große Änderungen z.B. höher-gradige Basis-Funktionen oder isoparametrische Elemente zu realisieren.

Zur weiteren Benutzung von ETs soll eine generelle Problemlösung für allgemeinere PDEs angegangen werden. Wir interessieren uns in diesem Rahmen für komplexere Finite Elemente, für vektorwertige Ansätze und für Systeme von PDEs.

3.2 Numerische Simulation von Halbleiterlasern mit Hilfe von Finiten Elementen

Projektleitung:

Prof. Dr. Christoph Pflaum

Beteiligte:

Dipl.-Math. Britta Heubeck, Dr. Steinle (Infineon)

Stichwörter:

Numerische Simulation; Halbleiterlaser; DFB-Laser; Finite Elemente

Laufzeit: 25.8.2004 - 30.6.2007

Förderer:

Infineon

Die Schwierigkeit bei der numerischen Simulation von DFB-Lasern ist, dass einerseits die Reflexionseigenschaften der Struktur genau berücksichtigt werden müssen und andererseits solche Laser eine im Verhältnis zur Wellenlänge relativ große Resonatorgeometrie aufweisen. Daher ist eine direkte Anwendung der Finite Elemente Methode nicht möglich. Aus diesem Grund wurde eine Finite Elemente Methode entwickelt, welche insbesondere auf Laser mit langen Geometrien und bei inneren Reflexionen anwendbar ist. Die nodalen Basisfunktionen werden dabei mit geeigneten Sinus- und Cosinusfunktionen multipliziert, so dass eine größere Genauigkeit trotz einer geringeren Anzahl von Gitterpunkten erreicht wird. Mittels dieser Simulation lassen sich Laser-typische Effekte wie "spatial hole burning" und "frequency chirping" nachweisen.

3.3 Numerische Simulation von Lasern

Projektleitung:

Prof. Dr. Christoph Pflaum

Stichwörter:

Laser; numerische Simulation

Laufzeit: 1.1.2004 - 1.1.2007

Förderer:

Bayerisch-Kalifornisches Hochschulzentrum

Laser werden in vielen industriellen Anwendungen benötigt. Um optimale Laser herzustellen, ist deren Simulation sehr wichtig. Hierbei ist insbesondere die Simulation der optischen Welle in einem Laser entscheidend. Im Falle von Festkörperlasern ist es zusätzlich notwendig, die Temperatur und die Spannungen in einem Laser zu simulieren und im Falle von Halbleiterla-

sern zusätzlich die Elektronendichte. Ziel des Projektes ist die Entwicklung neuer Techniken zur Simulation von Lasern. Hierbei soll zunächst das zeitabhängige Verhalten von Lasern genauer untersucht werden.

Publikationen

1. Altmann, Konrad; Pflaum, Christoph; Seider, David: Modeling and Computation of Laser Cavity Eigenmodes. In: Sennaroglu, A.; Fujimoto, J.G.; Pollock, C.R. (Hrsg.) SPIE (Veranst.) Solid State Lasers and Amplifiers (Conference Photonics Europe Strasbourg 27.04.2004 / 29.04.2004). Bellingham, Washington, USA : SPIE, 2004, S. 204 - 211. (Proceedings of SPIE, Nr. 5460) - ISBN 0-8194-5382-X.
2. Pflaum, Christoph; Seider, D.; Altmann, K.: Three-Dimensional Finite Element Computation of Laser Cavity Eigenmodes. In: Applied Optics-LPE 43 (2004), Nr. 9, S. 1892--1901.

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. Francesca Saglietti

Sekretariat:

Ingeborg Rentsch / Helga Hahndel (ab 15.9.2005)

Wiss. Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. Norbert Oster
Dipl.-Inf. Martin Jung
Dipl.-Inf. Johannes Drexler
Dipl.-Math. Jens Palluch

Externe Doktoranden:

Dipl.-Inf. Karl.-L. Heinrich
Dipl.-Math. Annette Merkel

Nichtwiss. Personal:

Dipl.-Ing. (FH) Gerd Schober

1 Einführung

Der Lehrstuhl für Software Engineering befasst sich schwerpunktmäßig mit der ingenieurmäßigen Entwicklung und dem Zuverlässigkeitsnachweis komplexer Softwaresysteme hoher Qualität unter Berücksichtigung der einzusetzenden Arbeits- und Zeitressourcen.

Auch dieses Jahr war geprägt vom weiteren Ausbau des Lehrangebots und der industriellen Kooperationen sowie von der Erprobung der in der Forschung entwickelten Verfahren zur Unterstützung der modernen Softwareentwicklung.

Lehre

Das Lehrangebot, das sich an die Studiengänge *Informatik, Wirtschaftsinformatik, Computational Engineering, Maschinenbau, Informations- und Kommunikationstechnik, Mechatronik, Elektrotechnik und Computerlinguistik* richtet, wurde im Jahr 2005 auf das Informatik-Grundstudium erweitert. Zu diesem Zweck wurde am Lehrstuhl unter dem Namen "Softwaresysteme 3" eine neue Lehrveranstaltung konzipiert, die erstmalig die Studenten auf die besonderen Probleme der Programmierung im Großen aufmerksam macht und eine Auswahl softwaretechnischer Vorgehensweisen zu deren Überwindung ausführlich erläutert und beispielhaft illustriert.

2 Forschungsschwerpunkte

Der Forschungsschwerpunkt "Erstellung und Qualitätsnachweis zuverlässiger komplexer Software" umfasst die Vermeidung logischer Fehler bei Programmkonzeption und -realisierung sowie die Bewertung der erzielten Softwarezuverlässigkeit.

Neben dem Einsatz (semi)formaler Notationen zur Darstellung und zur Analyse von Problemen und ihrer softwarebasierten Lösungen wird am Lehrstuhl für Software Engineering vor allem die Praktikabilität neuer, besonders rigoroser Testverfahren durch gezielte Reduzierung des bisher damit verbundenen Aufwands erhöht. Dabei handelt es sich sowohl um white- und grey-box-Testansätze, die die frühe Fehlererkennung verfolgen, als auch um zufallsbasierte black-box-Testverfahren zur Schätzung der Restfehlerhäufigkeit aufgrund statistischer Stichprobentheorie.

Darüber hinaus umfasst die Forschungstätigkeit auch folgende Teilgebiete:

- Auswirkung des Erstellungsprozesses auf die Softwarequalität,
- Objektorientierte Entwurfs- und Analyseverfahren,
- Softwareverifikation und -Validierung,
- Quantitative Bewertung der Softwarezuverlässigkeit,
- Wiederverwendung vorgefertigter Softwarebausteine,
- Fehlertolerierende Softwarearchitekturen,
- Softwarezertifizierung für sicherheitsrelevante Anwendungen (*safety*),
- Erzielung und Nachweis von Informationssicherheit (*security*),
- Menschliche Faktoren bei Erstellung und Bedienung komplexer Software.

2.1 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

- Analysatoren für klassische und zeitbehaftete Petri Netze,
- Model Checker,
- Theorem Prover,
- Bug Tracker,
- Instrumentierer des Programmcodes zu Testzwecken.

2.2 Kooperationsbeziehungen

Industrielle Kooperationen

Die bereits bestehenden industriellen Kontakte mit den *Siemens-Bereichen Transportation Systems, Automation & Drives* und *Medical Solutions* sowie mit *afra GmbH, Omninet GmbH und Infoteam Software GmbH* wurden intensiviert und um neue Kooperationen mit *Siemens Audiologische Technik* und mit *Continental TEMIC* ergänzt.

Die softwaretechnischen Fragestellungen, deren wissenschaftliche Untersuchungen anhand industrieller Anwendungen praxisnah umgesetzt wurden, betrafen u. a. folgende Themenkomplexe: automatische Testfallgenerierung, Verfolgbarkeit und Prüfbarkeit nichtfunktionaler Anforderungen sowie Verfahren zur Zuverlässigkeitsbewertung.

Wissenschaftliche Kooperationen

Die langjährigen wissenschaftlichen Kooperationen auf nationaler und internationaler Ebene konnten erfolgreich fortgesetzt, die Zusammenarbeit auf regionaler Ebene um neue Kooperationen mit fränkischen Arbeitskreisen und Industriepartnern erweitert werden.

Internationale Kooperationen: Auch dieses Jahr beteiligte sich der Lehrstuhl für Software Engineering in seiner koordinierenden Rolle im Rahmen des "European Workshop on Industrial Computer Systems" (EWICS) und des "European Network of Clubs for Reliability and Safety of Software-Based Systems" (ENCRESS) an der Ausrichtung der jährlich stattfindenden SAFECOMP-Tagungsreihe (24th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security), die im September 2005 zahlreiche Teilnehmer aus Forschung und Industrie nach Fredrikstad zusammenbrachte.

Darüber hinaus kooperierte der Lehrstuhl für Software Engineering auch an der Gestaltung des "Diversity Day", der - organisiert vom European Workshop on Industrial Computer Systems (EWICS TC7) in Zusammenarbeit mit dem Centre for Software Reliability (CSR) - im Januar 2005 an der City University in London stattfand. Anläßlich dieses Workshops hatte der Lehrstuhl Gelegenheit, neue Forschungsergebnisse unter dem Titel *Diversity Supporting Component Re-usage in a New Application Context* zu präsentieren.

Auch anlässlich des Symposiums "Critical Infrastructure Protection" (CIP Europe 2005), das im Rahmen der Jahrestagung 2005 der Gesellschaft für Informatik an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn stattfand, war der Lehrstuhl für Software Engineering mit einem eingeladenen Vortrag zum Thema *Convergence of Security, Safety and Critical Information Infrastructure Protection* präsent.

Schließlich war es dem Lehrstuhl für Software Engineering eine Ehre, die Gastgeberrolle bei dem Summer Meeting des European Workshop on Industrial Computer Systems, Technical Committee on Reliability, Safety and Security (EWICS TC7) zu spielen, als dieser internationale Verein im Juli 2005 in Erlangen zusammentraf. Bei diesem Anlass wurde die Funktion der Lehrstuhlleitung als stellvertretende EWICS-Vorsitzende bestätigt.

Nationale Kooperationen: Höhepunkt der Tätigkeit im Leitungsgremium des GI-Fachbereichs *Sicherheit - Schutz und Zuverlässigkeit* war 2005 die Organisation der zweiten Jahrestagung zum Thema Sicherheit, die im April 2005 in Regensburg stattfand und an der sich der Lehrstuhl - über die organisatorische Mitgestaltung hinaus - auch mit einem eigenen fachlichen Beitrag aktiv beteiligte.

Darüber hinaus wurde im Oktober 2005 eine Mitgliederversammlung der vom Lehrstuhl aus koordinierten GI-Fachgruppe ENCRESS ("European Network of Clubs in Reliability and Safety of Software-Intensive Systems") nach Erlangen einberufen, anläßlich derer die Sprecherfunktion der Lehrstuhlleitung erneuert wurde. Auch die Ausrichtung der Herbstsitzung des Leitungsgremiums des GI-Fachbereichs "Sicherheit", die im November 2005 in Erlangen stattfand, durfte der Lehrstuhl für Software Engineering als lokaler Gastgeber unterstützen.

Schließlich war der Lehrstuhl auch an der Mitgestaltung der Tagung "Software Engineering 2005" beteiligt, die an der Universität Duisburg-Essen, im März 2005 in Essen stattfand.

Regionale Kooperationen: Auf regionaler Ebene wurde der Lehrstuhl eingeladen, zum Thema *Statistisches Testen hochzuverlässiger Software* anlässlich eines Treffens der ASQF-Fachgruppe "Software-Test" vorzutragen.

2.3 Kooperationspartner:

- afra GmbH
- Continental TEMIC
- infoteam Software GmbH
- OmniNet GmbH
- Rhode & Schwarz GmbH
- Siemens AG Medical Solutions
- Siemens AG Automation & Drives
- Siemens AG Transportation Systems
- Siemens AG Audiology
- Siemens AG Postal Automation
- Volkswagen AG

3 Forschungsprojekte

3.1 Automatische datenflussorientierte Testfallerzeugung für objektorientierte Softwaresysteme mittels evolutionärer Verfahren

Projektleitung:

Prof. Dr. Francesca Saglietti

Beteiligte: Dipl.-Inf. Norbert Oster

Stichwörter: Testen; Automatische Testfallerzeugung; Datenfluss; Evolutionäre Verfahren; Genetische Algorithmen

Beginn: 1.8.2002

Kontakt:

Dipl.-Inf. Norbert Oster
Tel.: +49.9131.85.28747, Fax: +49.9131.85.28746
E-Mail: oster@informatik.uni-erlangen.de

Die Zunahme der Komplexität moderner Softwaresysteme stellt trotz deutlich verbesserter Entwicklungsmethoden heute noch das Haupthindernis auf dem Weg zur fehlerfreien Programmerstellung dar. Größe und Budget heutiger Projekte verbieten meist eine vollständige formale Verifikation, die selbst in realisierbaren Fällen nur die logische Domäne der Programme und nicht

ihr reales Umfeld einbezieht, weshalb dem Testen als Qualitätssicherungsmaßnahme vor der Freigabe der Software ein hoher Stellenwert eingeräumt wird. Um die Chancen der Fehlererkennung während der Testphase zu erhöhen, werden Testfälle nach unterschiedlichen Strategien ausgewählt: Während funktionales Testen die Eingaben aus den spezifizierten Anforderungen herleitet, streben strukturelle Tests eine möglichst vollständige Ausführung des Codes an. Bedingt durch die Komplexität der Kontrollstrukturen ist die Ermittlung geeigneter Testdaten zur Erfüllung datenflussorientierter Überdeckungskriterien besonders zeitaufwändig. Selbst wenn Testdaten zufällig generiert werden, müssen sie darüber hinaus meist manuell auf Korrektheit überprüft werden, so dass ihre Anzahl entscheidend zu Buche schlägt.

Ziel des laufenden Projekts ist es, die Generierung adäquater Mengen datenflussorientierter Testfälle zu automatisieren und unterschiedliche Verfahren hinsichtlich ihrer Eignung nach verschiedenen Kriterien (Güte, Aufwand) zu untersuchen. Als geeignete Such- und Optimierungsalgorithmen haben sich Evolutionäre Verfahren in unterschiedlichen Anwendungen erwiesen. Bisherige Arbeiten empfehlen bereits Genetische Algorithmen, jedoch wurde ihre Anwendbarkeit lediglich auf einfache Kontrollflusskriterien (etwa nach erzielten Anweisungs- oder Verzweigungsüberdeckungsmaßen) untersucht. Auch hat man bisher entweder eigene Programmiersprachen definiert oder bestehende soweit eingeschränkt, dass die Verfahren nicht mehr ohne weiteres auf reale Projekte übertragbar sind.

Von den geplanten Teilaufgaben wurden bisher folgende abgeschlossen:

- **Dynamische Analyse der Testausführung:** Um die während der Ausführung eines Testfalls tatsächlich überdeckten Definitions- / Benutzungspaare (sogenannter def / use Paare) zu ermitteln, wurde ein Werkzeug zur Überwachung der dynamischen Ausführung eines Java-Programms entwickelt. Dieses Werkzeug instrumentiert den Quellcode des Testobjekts so, dass während eines einzelnen Testlaufs alle dazu relevanten Datenflussinformationen protokolliert werden. Die Ergebnisse wurden anlässlich der internationalen Tagung PSAM7/ESREL'04 publiziert.
- **Globale Optimierung von Testdatensätzen:** Aufbauend auf der dynamischen Bewertung der von einem Testdatensatz erzielten Überdeckung wurde ein Verfahren entwickelt, um optimale Testdatensätze mittels klassischer und evolutionärer Suchstrategien zu generieren. Dabei werden Testdatensätze nach ihrem zu minimierenden Umfang sowie der zu maximierenden Anzahl der von ihnen überdeckten Datenflusspaare bewertet. Die erzielte globale Optimierung erfordert keine detaillierte Kenntnis der Kontrollflussstruktur des Testobjekts. Zur Generierung der Testdatensätze wurden unterschiedliche selbstadaptive Evolutionäre Verfahren sowie genetische Operatoren eingesetzt und vergleichend bewertet. Die verschiedenen Kombinationen wurden in einem parallelisierten, verteilten Werkzeug realisiert und getestet. Einzelheiten wurden von der GI-Fachgruppe TAV (Test, Analyse und Verifikation von Software) veröffentlicht.
- **Statische Analyse des Testobjekts:** Zur Bewertung der relativen Güte der vom Evolutionären Verfahren ermittelten Ergebnisse wird zusätzlich zu den tatsächlich erreichten Überdeckungsmaßen (siehe dynamische Analyse) die Kenntnis der

maximal erzielbaren Überdeckung benötigt, das heißt der Gesamtanzahl der von Tests auszuführenden Knoten, Kanten und Teilpfade des Kontrollflussgraphen. Zu diesem Zweck wurde ein statischer Analysator realisiert, welcher darüber hinaus auch die jeweiligen Definitionen und Benutzungen (sowie alle sie verbindenden DU-Teilpfade) jeder Variablen im datenflussannotierten Kontrollflussgraphen lokalisiert. Ergänzt um die Ergebnisse der dynamischen Analyse kann zum einen ein besseres Abbruchkriterium für die globale Optimierung definiert werden, zum anderen wird die im folgenden beschriebene lokale Optimierung unterstützt.

- **Bestimmung des Fehleraufdeckungspotentials der automatisch generierten Testfälle:** Zusätzlich zur Bewertung der relativen Güte einer Testfallmenge im Sinne der Überdeckung (siehe statische Analyse) wurde im vorliegenden Projekt auch eine Schätzung der Qualität automatisch generierter Testfälle durch Betrachtung ihres Fehleraufdeckungspotentials angestrebt. Dazu wurde ein Back-to-back-Testverfahren nach dem Prinzip des Mutationstestens umgesetzt. Dabei werden repräsentative Fehler in das ursprüngliche Programm injiziert und das Verhalten der modifizierten Variante bei der Ausführung der generierten Testfälle mit dem der unveränderten Fassung verglichen. Der Anteil der verfälschten Programme, bei denen eine Abweichung im Verhalten aufgedeckt werden konnte, ist ein Indikator für das Fehleraufdeckungspotential der Testfallmenge. Die Ergebnisse der letzten beiden Teilaufgaben wurden anlässlich der internationalen Tagung SOQUA 2005 publiziert.

Das weitere Vorgehen dieses Forschungsvorhabens verfolgt folgende Zielsetzungen:

- Erweiterung des Leistungsumfangs der automatischen Generierung
- Lokale Optimierung zusätzlich erforderlicher Testdaten

Publikationen

1. Oster, Norbert; Dorn, Robert-Daniel: A Data Flow Approach to Testing Object-Oriented Java-Programs. In: Spitzer, Cornelia; Schmocker, Ulrich; Dang, Vinh N. (Hrsg.): Probabilistic Safety Assessment and Managment (PSAM7 - ESREL'04 Berlin 14.-18. Juni 2004). Bd. 2. London : Springer-Verlag, 2004, S. 1114-1119. - ISBN 1-85233-827-X.
2. Oster, Norbert: Automatische Generierung optimaler datenflussorientierter Testdaten mittels evolutionärer Verfahren. In: Doberkat, Ernst-Erich (Univ. Dortmund); Kelter, Udo (Univ. Siegen) (Hrsg.): Softwaretechnik-Trends (21. Treffen der Fachgruppe TAV [Test, Analyse und Verifikation von Software] Berlin). 2004, S. -. (Softwaretechnik-Trends Bd. 24, Nr. 3.)
3. Oster, Norbert: Automated Generation and Evaluation of Dataflow-Based Test Data for Object-Oriented Software. In: Reussner, Ralf; Mayer, Johannes; et al (Hrsg.): Quality of Software Architectures and Software Quality: First International Conference on the Quality of Software Architectures, QoSA 2005, and Second International Workshop on Software Quality, SOQUA 2005 (Second International Workshop on Software Quality (SOQUA 2005) Erfurt (D) 22. September 2005). Bd. LNCS 3712. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag GmbH, 2005, S. 212-226. - ISBN 3-540-29033-8.

3.2 Entwicklung einer Methode zur Ermittlung, Beschreibung und Sicherstellung von Schutzzielen auf Komponentenebene

Projektleitung:

Prof. Dr. Francesca Saglietti

Beteiligte: Dipl.-Math. Jens Palluch

Stichwörter: komponentenbasierte Software; Schutzziele; Informationssicherheit

Laufzeit: 1.12.2003 - 30.10.2005

Die zunehmende Vernetzung heutiger Softwaresysteme setzt diese einer zunehmenden Anzahl potentieller Bedrohungsquellen aus, die relevante Daten in Folge von Systemschwachstellen gefährden können. Dadurch können typische Schutzziele wie z.B. Informationsvertraulichkeit, Datenintegrität und Dienstverfügbarkeit beeinträchtigt werden.

Die Schwachstellen eines Softwaresystems können dadurch entstehen, dass

- die einzuhaltenden Schutzziele auf Applikationsebene nicht vollständig und eindeutig beschrieben werden,
- der Beitrag der einzelnen Komponenten des Softwaresystems zur Einhaltung der Schutzziele nicht explizit festgelegt wird,
- die Umsetzung angemessener Schutzmechanismen auf Komponentenebene nur unzureichend erfolgt.

Von großer Bedeutung ist daher ein Gesamtkonzept, das von der Beschreibung der einzuhaltenden Schutzziele auf Applikationsebene bis hin zur automatischen Generierung geeigneter Mechanismen zur Sicherstellung der Schutzziele auf Komponentenebene reicht und im Einzelnen folgende Schritte vorsieht:

- Spezifikation der Schutzziele auf Applikationsebene
- Verfeinerung der Schutzziele von der Applikationsebene auf die Komponentenebene
- Verifikation der Angemessenheit der Schutzziele auf Komponentenebene
- Automatische Generierung geeigneter Schutzmechanismen auf Komponentenebene.

Eine vorausgehende Recherche konnte die wesentlichen Einschränkungen bisheriger Forschungsprojekte auf verwandten Gebieten ermitteln, die mehrheitlich keine durchgängige Softwareentwicklung als Schwerpunkt haben. In einem ersten Schritt wurde ein Kriterienkatalog erstellt, anhand dessen eine Reihe formaler Spezifikationssprachen hinsichtlich ihrer Ausdruckskraft bezüglich unterschiedlicher Security-Anforderungsarten vergleichend bewertet wurden.

Darauf aufbauend wurde die Anwendbarkeit der Object Constraint Language (OCL) zur Beschreibung von Schutzzielen untersucht, wobei ein Bedarf nach geeigneten Erweiterungen der OCL festgestellt wurde, etwa um zeitliche Aspekte, zur gezielten Formulierung notwendiger Nutzungseinschränkungen in Betracht zu ziehen.

3.3 Erkennung selten auftretender Softwarefehler durch Last-Tests von Kommunikationssystemen

Projektleitung:

Prof. Dr. Francesca Saglietti

Beteiligte: Dipl.-Math. Annette Merkel

Stichwörter: Kommunikationsnetze; Lasttests

Beginn: 1.8.2003

Kontakt:

Dipl.-Math. Annette Merkel
Fax: +49.9131.85.28746

Das Testen der Software von Kommunikationssystemen ist eine sehr komplexe Aufgabe.

Besonders schwer erkennbar sind dabei Softwarefehler, welche nur unter seltenen Bedingungen auftreten. Einerseits ist damit zu rechnen, dass derartige Fehler in relativ kleinen Netzen selten auftreten; andererseits ist das Testen großer Netze, in denen diese Fehler häufiger auftreten, mit sehr hohen Kosten verbunden.

Um die Erkennbarkeit derartiger Fehler vor Inbetriebnahme dennoch zu erhöhen, werden systematische Methoden benötigt, welche die Reproduzierbarkeit realistischer Fehlerszenarien im Test - auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte - zu optimieren erlauben. Angesichts dieses Bedarfs wird auf der Basis aktueller industrieller Erfahrungen der Einfluss von Last-Tests auf die Erkennbarkeit von konkurrierenden Zugriffen (sog. race conditions) in Kommunikationssystemen untersucht.

Ziel des laufenden Projekts ist es, zu analysieren, wie die Erkennbarkeit von Fehlern dieser Fehlerklasse während des Lasttests optimiert werden kann. Dabei werden Kommunikationssysteme aus dem Bereich der Vermittlungstechnik und aus dem Bereich der optischen Übertragungstechnik betrachtet. Aus den Untersuchungen soll eine systematische Vorgehensweise zur Unterstützung industrieller Systementwickler bei der Qualitätssicherung komplexer Kommunikationssysteme mit hohen Zuverlässigkeitsanforderungen hergeleitet werden.

Im Berichtszeitraum befasste sich das Projekt mit der speziellen Fehlerklasse “konkurrierende Zugriffe”, die unter seltenen Umständen dazu führen kann, dass zwei Prozesse zeitgleich auf das gleiche Datenfeld zugreifen. Das Auftreten dieser speziellen Fehlerart wurde sowohl analytisch als auch simulativ untersucht. Darüber hinaus wurde der Einfluss relevanter Parameter, wie etwa die Anzahl der Threads bzw. die Dauer der Schreibzugriffe, analysiert. Dabei zeigte sich, dass ab einer bestimmten Last die Ergebnisse der Simulation von den analytischen Ergebnissen abweichen. Die Ursache dieser Abweichung ist vermutlich in den Threading-Mechanismen des der Simulation zugrunde liegenden Betriebssystems zu suchen. Diese Fragestellung ist Gegenstand derzeitiger Forschungstätigkeiten.

3.4 Erzielung und Bewertung software-ergonomischer Merkmale in den frühen Spezifikations- und Entwurfsphasen

Projektleitung:

Prof. Dr. Francesca Saglietti

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Karl.-L. Heinrich

Stichwörter:

Software-Ergonomie

Beginn: 1.1.2004

Kontakt:

Dipl.-Inf. Karl.-L. Heinrich
E-Mail: Karl-L.Heinrich@web.de

Ob ein Computerprogramm ergonomischen Ansprüchen genügt, stellt man in aller Regel erst nach Fertigstellung der zu prüfenden Software fest, also zu einem Zeitpunkt, an dem die Kosten für potentielle Modifikationen bereits enorm angewachsen sind. Das Forschungsvorhaben befasst sich mit dem wesentlich kostengünstigeren Ansatz, in den Spezifikations- und Entwurfsphasen software-ergonomische Belange zu berücksichtigen.

Es wird untersucht, inwieweit sich allgemeingültige Grundsätze software-ergonomischer Gestaltung in UML-Diagrammen oder ähnlichen Notationen niederschlagen und wie sie anhand derselben bewertet werden können.

Basierend auf den Empfehlungen der DIN EN ISO 9241-10 und im Rahmen einer umfassenden Literaturrecherche wurden rund 160 software-ergonomische Merkmale (SWEM) identifiziert, die im Sinne der Norm allgemeingültig, also unabhängig von

- Benutzerkreis,
- Anwendung,
- Arbeitsplatz und
- eingesetzten Dialogtechniken

sind.

Für jedes SWEM wurde eine Zuordnung zu den sieben Grundsätzen der ISO 9241-10, zur Messbarkeit (absolut / relativ / nur qualitativ) und Erfassbarkeit (automatisch / manuell), sowie zu den Ebenen des Kommunikationsmodells nach Herczeg und den Komponenten des Seeheim-Modells vorgenommen. Außerdem wurde jedes SWEM der frühesten Software-Entwicklungsphase zugeordnet, in der es bereits identifiziert werden kann. Schließlich wurde auf andere, in Zusammenhang stehende SWEM, etwa Erweiterungen oder Verfeinerungen, verwiesen. Durch die Darstellung dieser Abhängigkeiten konnte eine zusätzliche Strukturierung in Form einer Hierarchisierung der SWEM erreicht werden.

Eine Untersuchung ergab, dass ein Großteil der SWEM nur im Rahmen einer Inspektion der Spezifikations- und Design-Dokumente durch den menschlichen Betrachter validierbar ist. Beispiele hierfür sind das SWEM „Verwendung der Terminologie des Benutzers", „Vermeidung von Störinformationen in den Ausgaben der Applikation" bzw. „Kontextsensitivität der spezifizierten Fehlermeldungen".

Ein Teil der SWEM lässt sich dagegen anhand von Patterns in entsprechend um Zusicherungen erweiterten UML-Diagrammen automatisch feststellen. Die Forderung nach prompten Eingaberückmeldungen kann beispielsweise durch entsprechende Zusicherungen in Sequenzdiagrammen modelliert und somit automatisch überprüft werden. Die Vollständigkeit der Systemreaktionen (einschl. Fehlermeldung) kann durch explizite Modellierung aller möglichen Benutzereingaben unter Verwendung einer geeigneten Äquivalenzklassenzerlegung des Eingaberaums, erzielt werden.

Künftige Arbeitsschritte umfassen die Entwicklung weiterer UML-Konstrukte als Indikatoren für SWEM in UML-Diagrammen. Es besteht die Vermutung, dass sich unterschiedliche SWEM durch gemeinsame Indikatoren nachweisen lassen. Zudem ist geplant, den Einsatz so genannter Bediendiagramme zur Darstellung der Präsentations- und der Dialogkomponente von Benutzungsschnittstellen auf Basis von Zustands- oder Aktivitätsdiagrammen zu untersuchen.

3.5 Integrationstest komponentenbasierter Software

Projektleitung:

Prof. Dr. Francesca Saglietti

Beteiligte:

Maryna Didkovska, M.Sc., Dipl.-Inf. Norbert Oster, Dipl.-Inf. Martin Jung

Stichwörter:

Integrationstest; komponentenbasiert; Schnittstellenüberdeckung

Laufzeit: 1.12.2003 - 31.1.2006

Infolge des damit verbundenen Einsparungspotentials an Entwicklungskosten wächst die wirtschaftliche Attraktivität komponentenbasierter Softwaresysteme. Durch das ihnen zugrunde liegende Bausteinprinzip vereinfacht sich zwar ihre Erstellung mittels vorgefertigter Softwareteile; allerdings sind zum Zuverlässigkeitsnachweis des integrierten Systems Verfahren zum systematischen Testen der Komponentenschnittstellen erforderlich, für die noch Forschungsbedarf besteht. Dieses Vorhaben soll deshalb die Integrationsphase systematisch unterstützen.

Zu diesem Zwecke befasste sich das Projekt mit der Definition unterschiedlicher Testkriterien zur Bewertung des während der Integrationstestphase erzielten Grades an Schnittstellenüberdeckung. In Zusammenhang mit dieser Fragestellung wurde eine Reihe unterschiedlicher, zwischen den Komponenten bestehender Kopplungsarten identifiziert, auf Basis derer entsprechende Teststrategien definiert wurden. Ihre Realisierbarkeit in der Praxis hängt im Wesentlichen von der Komplexität der Interaktion zwischen den jeweiligen Komponenten ab.

Teilprojekt A: „Entwicklung eines Testsystems für den Integrationstest"

Um die Güte eines Integrationstests beurteilen zu können, sind geeignete Testkriterien notwendig. In diesem Teilprojekt wurden verschiedene Integrationstestkriterien auf der Basis des Überdeckungsgrads der Schnittstelle zwischen Softwarekomponenten formal definiert. Die ein Kriterium erfüllende Testauswahl lässt sich mittels einschränkender Bedingungen aus der Gesamtheit der möglichen Abläufe beschreiben. Dazu wurde ein Verfahren entwickelt, welches mittels einer Analyse des modellierten und zu integrierenden Systems, entsprechende formale Einschränkungen in OCL oder CTL generiert. Die Erfüllung der Kriterien kann somit anschließend automatisiert überprüft werden.

Teilprojekt B: „Ermittlung des Testaufwands beim Integrationstest"

Die Auswahl geeigneter Integrationstestverfahren hängt im Wesentlichen von dem dazu erforderlichen Testaufwand ab. Ein Verfahren zur Bestimmung des mit unterschiedlichen Integrationsteststrategien verbundenen Aufwands wurde entwickelt. Zu diesem Zweck wurde für ausgewählte Überdeckungskriterien anhand der zugrunde liegenden UML-Diagramme der jeweiligen komponentenbasierten Anwendung der maximal erforderliche Aufwand etwa in Form von Anzahl und Länge zu testender Teilabläufe ermittelt. Das Vorgehen wurde in ein Werkzeug umgesetzt, das im Einzelfall die Auswahl der optimalen Teststrategie automatisch unterstützt.

Künftige Arbeitsschritte dieses Gesamtprojektes betreffen die quantitative Erfassung und Visualisierung der während der Testphase bereits überdeckten Schnittstellenelemente anhand entsprechender Entwurfsdiagramme, sowie darüber hinaus die automatische Generierung noch erforderlicher Testfälle.

3.6 Softwarezuverlässigkeitsbewertung unter Berücksichtigung der mit vorgefertigten Komponenten gewonnenen Betriebserfahrung

Projektleitung:

Prof. Dr. Francesca Saglietti

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Martin Jung, Reiter, Herbert

Stichwörter:

Software-Zuverlässigkeit; Operationsprofile; Komponenten

Beginn: 1.5.2003

In Anwendungsbereichen, in denen an bestehende Software hohe Zuverlässigkeitsanforderungen gestellt werden, ist der Nachweis eines gewissen Grades an Softwarezuverlässigkeit unabdingbar und teilweise auch vorgeschrieben. Entscheidend ist dabei nicht die Anzahl der in der Software enthaltenen Fehler, sondern ihr Auftreten während der Laufzeit. Die Zuverlässigkeitsbewertung erfolgt deshalb auf Basis einer dem Betriebsprofil möglichst entsprechenden Testphase.

Teilprojekt A: „Protokollierung und Visualisierung von Methodenaufrufen einer Software-Komponente"

Zu diesem Zweck befasste sich das Projekt zunächst mit der Erfassung der im Einsatz gewonnenen Betriebserfahrung und ihrer Visualisierung zum Zweck der Herleitung und Dokumentation entsprechender Operationsprofile.

In diesem Teilprojekt wurde ein Werkzeug erstellt, um zu einer vordefinierten Java-Komponente, d.h. einer Menge ausgewählter Klassen wie z.B. einem Package, alle externen Methodenaufrufe mittels eines Wrappers zur Laufzeit zu protokollieren. Die ermittelten Protokollinformationen werden visualisiert, indem sie nach verschiedenen Kriterien gefiltert und anschließend z.B. als endlicher Zustandsautomat grafisch dargestellt werden.

Die auf diese Weise umgesetzte Protokollierung der Aufrufe zur Laufzeit wird im Zuge künftiger Forschungsaktivitäten dahingehend untersucht, inwieweit eine objektive Entscheidung bezüglich des Bedarfs an Nachtesten vorgegebener, in einem neuen Kontext wiederzuverwendender Funktionalitäten systematisch herbeigeführt werden kann.

Teilprojekt B: „Gestaltung des Testprozesses zum Zwecke der Zuverlässigkeitsbewertung unter Berücksichtigung des zu erwartenden Betriebsprofils"

Zunächst wurde ein Verfahren zur Erfassung der künftig zu erwartenden Software-Beanspruchung entwickelt und an einem realen, medizinischen System zur Kalibrierung von Hörgeräten umgesetzt. Anhand dieser Information kann der Testprozess dadurch dem künftigen Einsatz angepasst werden, dass die Testfälle mit einer betrieblich repräsentativen Häufigkeit ausgewählt werden. Damit lassen sich die Testergebnisse mittels Zuverlässigkeitswachstumsmodelle unmittelbar in Kenngrößen zur Schätzung der operationalen Zuverlässigkeit übertragen. Dies wurde auch für die betrachtete Anwendung durchgeführt, indem eine geeignete Auswahl an Wachstumsmodellen ermittelt wurde, so dass mittels ihrer Kombination der Zuverlässigkeitsschätzwert verbessert werden konnte.

Darüber hinaus ist im Rahmen dieses Projektes geplant, auch die Übertragbarkeit gewonnener Betriebserfahrung auf neue Anwendungskontexte zwecks Ermittlung künftiger Zuverlässigkeitskenngrößen zu untersuchen.

Publikationen

1. Saglietti, Francesca: Certification and Licensing of Pre-Developed Components for Safety-Relevant Applications. In: Colnaric, M.; Halang, W. A.; Wegrzyn, M. (Hrsg.): Real-Time Programming 2004 (WRTP 2004) (28th IFAC / IFIP Workshop on Real-Time Programming (WRTP 2004) and International Workshop on Software Systems (IWSS 2004), Istanbul (Turkey), 6 - 8 September 2004). Oxford : Elsevier for International Federation of Automatic Control (IFAC), 2005, S. 13 - 18. - ISBN 0-08-044582-9.
2. Saglietti, Francesca: Licensing Reliable Embedded Software for Safety-Critical Applications. In: Real-Time Systems, The International Journal of Time-Critical Computing Systems 28 (2004), Nr. 2/3, S. 217-236.

3.7 Testautomatisierung für ein Prozeßvisualisierungssystem für Schienenfahrzeuge

Projektleitung:

Dipl.-Inf. Norbert Oster

Beteiligte:

Mario Peter Kunze

Stichwörter:

Testautomatisierung; Regressionstest; HMI

Laufzeit: 4.10.2004 - 4.7.2005

Bei der Steuerung moderner Schienenfahrzeuge haben softwareintensive Systeme zur Prozessvisualisierung (sogenannte Human Machine Interface Systems) große Bedeutung erlangt. Die zunehmende Komplexität der Systeme sowie der Nachweis der Einhaltung von Normen zur funktionalen Sicherheit (z.B. EN 50128/50129, IEC 61508) erfordern eine möglichst weitgehende Automatisierung der Testphase.

Anhand eines Beispiels aus der industriellen Praxis wurde ein Framework entwickelt, das sowohl die systematische Generierung von Testfällen als auch ihre Wiederverwendung nach etwaigen Änderungen unterstützt. Dazu wurde ein repräsentatives HMI-System im Hinblick auf die Automatisierbarkeit der Testfallerzeugung und des Regressionstestens untersucht. Insbesondere wurden Anforderungen an ein Testautomatisierungssystem zur Erreichung oben genannter Ziele formuliert.

Anschließend wurden derzeit am Markt verfügbare Werkzeuge im Hinblick auf die zuvor aufgestellten Anforderungskriterien vergleichend bewertet. Ein auf diese Weise identifiziertes Werkzeug wurde in die Entwicklungsumgebung des vorgegebenen HMI-Systems integriert und um notwendige Funktionalitäten ergänzt. Adäquate Metriken zur quantitativen Erfassung der jeweils erzielten Testabdeckung wurden ermittelt und am Beispiel demonstriert.

3.8 Toolgestützte Integration vorgefertigter Softwarekomponenten auf Basis einer erweiterten Beschreibungssprache

Projektleitung:

Prof. Dr. Francesca Saglietti

Beteiligte:

Dipl.-Inf. Martin Jung

Stichwörter:

Softwarekomponenten; Integration; Schnittstellen; Wiederverwendung; Bausteine

Laufzeit: 1.12.2002 - 31.1.2006

Die Tendenz zu schneller und kostengünstiger Erstellung von Software zunehmender Komplexität erhöht die Attraktivität wieder verwendbarer Softwareteile. Allerdings können größere Softwaresysteme nur unter der Annahme fehlerfreier Integration bestehender Komponenten kostengünstig und einfach aus Bausteinen zusammengesetzt werden. Infolge der momentan noch unzureichenden Ausdruckskraft von Beschreibungssprachen für Komponenten ist dies aber noch nicht gewährleistet.

In den derzeit üblichen Beschreibungen von Komponenten finden sich Informationen syntaktischer Natur über die Komponentenschnittstellen, aber kaum Informationen über die Semantik angebotener Dienste oder den bisher beobachteten Anwendungskontext der Komponenten. Durch diesen Mangel an wesentlicher Information ist es nicht möglich, bei der Komponentenintegration Inkompatibilitäten aufzudecken oder rechtzeitig zu beherrschen, die sich aus Unstimmigkeiten unter den Komponenten oder zwischen den Komponenten und dem neuen Anwendungskontext ergeben.

Ziel des laufenden Vorhabens ist es deshalb, eine erweiterte Beschreibungssprache für komponentenbasierte Softwaresysteme zu entwickeln, mit deren Hilfe es möglich ist, die Komponenten und den geplanten Anwendungskontext so zu beschreiben, dass eine weitgehend automatische und fehlerfreie Integration möglich ist.

Von den geplanten Teilaufgaben wurden folgende bisher abgeschlossen:

Klassifikation möglicher Inkonsistenzen: Um die Art und den Umfang der Informationen zu ermitteln, die in die erweiterte Beschreibungssprache aufgenommen werden müssen, wurde zunächst untersucht, welche Arten von Inkonsistenzen an den Schnittstellen von Komponenten bei der Integration auftreten können, die Ergebnisse wurden im Rahmen der internationalen Tagung PSAM7/ESREL'04 publiziert.

Erstellung der erweiterten Beschreibungssprache: Die ermittelten Inkonsistenzklassen wurden hinsichtlich der zu ihrer Erkennung und Beherrschung notwendigen Informationen analysiert. Die Sprache UML 2.0 wurde in folgendem Sinne erweitert:

- Die Beschreibung einer Komponente erfolgt an Hand der Funktionen, die diese Komponente an ihrer Schnittstelle anbietet bzw. von außen benötigt, sowie an Hand ihres internen Verhaltens.
- Zur Sicherstellung anzustrebender Eigenschaften der geplanten Anwendung werden die zulässigen Abläufe durch entsprechende Einschränkungen, zum Beispiel hinsichtlich Komponentenzustände oder hinsichtlich Nachrichtenflüsse zwischen den Komponenten, beschrieben.

Ein Werkzeug wurde implementiert, um gegebene Beschreibungen von Komponenten auf Konformität zum definierten Profil zu prüfen.

Beherrschung von Inkonsistenzen im integrierten System: Für eine vorgegebene Menge von Komponenten und eine zu implementierende Anwendung wurde die automatische Erkennung vorliegender Inkonsistenzen in ein Werkzeug umgesetzt. Dazu wurden pro Komponente Wrappers generiert, die je nach erkannter Inkonsistenzart unterschiedliche Beherrschungsmaßnahmen einleiten können, darunter z.B. dynamische Konversion von Parametern an den Schnittstellen oder Verzögerungen vorübergehend nicht zugelassener Nachrichten.

Teilprojekt A: „Verfolgbarkeit und Prüfbarkeit nichtfunktionaler Anforderungen in komponentenbasierten Softwaresystemen "

In diesem Teilprojekt wurde untersucht, inwieweit sich ausgewählte nichtfunktionale Anforderungen von der Anwendungsebene auf die Komponentenebene übertragen und überprüfen lassen. Die entwickelte Vorgehensweise wurde exemplarisch für eine reale Anwendung aus der Automobilindustrie umgesetzt und angewandt.

Teilprojekt B: „Formale Erfassung und Auswertung funktionaler und nichtfunktionaler Metadaten mittels eines Repositories"

Zum Zwecke einer möglichst vollständigen Erfassung bestehender Komponenten wurde in diesem Teilprojekt ein Konzept zur Beschreibung funktionaler (z.B. Prozeduren und Parameter) und nicht-funktionaler Informationen (z.B. Zeitverhalten, Betriebserfahrung, bestehende Testabdeckung) über Komponenten entwickelt und in die bestehende Komponentenbeschreibungssprache integriert. Passend zu den ermittelten Metadaten wurden Suchfunktionen implementiert, die in derartigen Komponenten-Repositories die gezielte Suche nach geeigneten wiederzuverwendenden Komponenten ermöglichen.

Teilprojekt C: „Konfiguration und Erstellung komponentenbasierter Softwaresysteme aus Repositories"

In diesem Teilprojekt wurde ein Verfahren entwickelt und implementiert, das die Konfiguration komponentenbasierter Softwaresysteme zu beschreiben und den für die Verknüpfung der Komponenten notwendigen Programmcode (sog. „Glue-code") daraus automatisch zu erzeugen erlaubt. Dabei wurden unter anderem unterschiedliche Verknüpfungsarten (z.B. Broker, direkte Verknüpfung oder Mischformen) untersucht und hinsichtlich daraus resultierender Systemeigenschaften, insbesondere Performance und Ausfallwahrscheinlichkeit, analysiert.

Aufbauend auf den Ergebnissen der bisherigen Teilprojekte bietet es sich an, in künftigen Pha-

sen dieses Projektes die Einbeziehung von Metadaten bezüglich der Aspekte der Informationssicherheit (security) zu untersuchen und geeignet umzusetzen.

Publikationen

1. Saglietti, Francesca; Jung, Martin: Classification, Analysis and Detection of Interface Inconsistencies in Safety-Relevant Component-based Systems. In: Spitzer, Cornelia; Schmocker, Ulrich; Dang, Vinh (Hrsg.): Probabilistic Safety Assessment and Management, Volume 4 (PSAM7 - ESREL'04 Berlin 14 - 18 June 2004). London : Springer-Verlag, 2004, S. 1864 - 1869. - ISBN 1-85233-827-X.
2. Jung, Martin; Saglietti, Francesca; Sauerborn, Verena: Beherrschung von Schnittstelleninkonsistenzen in komponentenbasierten Softwaresystemen. In: Federrath, Hannes (Hrsg.): Sicherheit - Schutz und Zuverlässigkeit (Sicherheit 2005 Regensburg 5. - 8. April 2005). Bonn : Gesellschaft für Informatik, 2005, S. 101 - 112. (Lecture Notes in Informatics Bd. P-62) - ISBN 3-88579-391-1.
3. Jung, Martin; Saglietti, Francesca: Supporting Component and Architectural Re-usage by Detection and Tolerance of Integration Faults. In: IEEE Computer Society (Hrsg.): High Assurance Systems Engineering (9th IEEE International Symposium on High Assurance Systems Engineering (HASE 2005) Heidelberg (D) 13 - 14 October 2005). Los Alamitos, California : IEEE Computer Society, 2005, S. 47-55. - ISBN 0-7695-2377-3.
4. Jung, Martin; Saglietti, Francesca: Tolerieren von Inkonsistenzen in komponentenbasierten Systemen. In: Bode, A. (Editor der Research Report Series); Czornack, Jan-Thomas; Stodden, Daniel; Trinitis, Carsten; Walter, Max (Hrsg.): Diskussionskreis Fehlertoleranz 2005 (28. Diskussionskreis Fehlertoleranz, München, 10. - 11. März 2005). München : Shaker Verlag, 2005, S. 53-59. (Research Report Series, Lehrstuhl für Rechnertechnik und Rechnerorganisation (LRR-TUM), Technische Universität München Bd. 31) - ISBN 3-8322-4427-1.

3.9 Verifikation komponentenbasierter Softwaresysteme unter Einbeziehung bewiesener Komponenteneigenschaften

Projektleitung:

Prof. Dr. Francesca Saglietti

Beteiligte: Dipl.-Inf. Johannes Drexler

Stichwörter: Verifikation; Software-Komponenten

Beginn: 1.7.2004

Die sehr hohe Komplexität heutiger Softwaresysteme führt dazu, dass ihre vollständige formale Verifikation kaum zu bewältigen ist. Für sicherheitskritische Systeme ist es allerdings nötig, zumindest einige für die Anwendung relevante Eigenschaften nachweisen zu können.

Softwarekomponenten sind in sich abgeschlossene Softwarebausteine mit einer definierten Schnittstelle. Solche Komponenten können zu einem Gesamtsystem integriert werden. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass die Komponenten wiederverwendet werden können;

eventuell können Komponenten von externen Anbietern hinzugekauft werden. Die Komplexität komponentenbasierter Systeme ist, sowohl durch die Wiederverwendung bewährter Komponenten als auch durch die höhere Verständlichkeit dank der Bausteinzerlegung, leichter zu bewältigen.

Dieser komponentenbasierte Ansatz bietet darüber hinaus auch die Möglichkeit, den Verifikationsaufwand zu verringern. Dazu müssen Komponenteneigenschaften, die anhand der Komponenten überprüft wurden, dokumentiert worden sein. Mittels einer Beschreibung des Systems sollen - von den Komponenteneigenschaften ausgehend - die Systemeigenschaften abgeleitet werden.

Für erwünschte, aber noch nicht ableitbare Systemeigenschaften sollen zusätzliche Komponenteneigenschaften ermittelt werden, aus denen sich erstere herleiten lassen. Mittels Wrappers sollen anschließend die erforderlichen Komponenteneigenschaften erzwungen werden.

Das Projekt beschäftigte sich zunächst mit einer Untersuchung bestehender Komponenten- und Systembeschreibungssprachen. Dabei wurde ermittelt, in wieweit es diese Sprachen ermöglichen, Aktoren und Sensoren, die durch Komponenten angesteuert werden sowie die Interaktionen zwischen diesen Aktoren und Sensoren zu beschreiben. Insbesondere wurde dabei ermittelt, welche Sprachen eine systemunabhängige Komponentenbeschreibung erlauben.

Ein formales Modell zur Beschreibung des Komponentenverhaltens wurde entwickelt, welches durch eine einfache Transformation auf eine Kripke-Struktur abgebildet werden kann. Dies ergibt eine formale Basis mit Schlussregeln zur Herleitung von Systemeigenschaften aus Komponenteneigenschaften.

Darauf aufbauend wurde untersucht, inwieweit mittels Model-Checker die Einhaltung relativer Zeitanforderungen überprüft werden kann. Zu diesem Zwecke wurde ein Verfahren entwickelt, das zu einer vorgegebenen relativen Zeitanforderung eine entsprechende Menge von Aussagen in der Computation Tree Logic (CTL) ermittelt, welche anschließend einzeln auf Gültigkeit überprüft werden. Auf diese Weise erhält man bereits während der Komponentenintegration allgemeingültige Aussagen darüber, unter welchen spezifischen Bedingungen die jeweils betrachteten, relativen Zeitanforderungen verletzt werden.

Teilprojekt A: „Bewertung und Vergleich von Verfahren zur Analyse der Aussagekraft von Model-Checking-Nachweisen"

Im Rahmen dieses Teilprojektes wurden mehrere Verfahren zur Analyse der Aussagekraft von Model-Checking-Nachweisen (u. a. Vacuity Detection, Model Checking Coverage, Witness Generation) untersucht. Ein Vergleich der ermittelten Verfahren, insbesondere in Hinblick auf die zugelassenen temporalen Logiken und auf die Aussagekraft der gelieferten Information, u. a. für eine eventuelle Fehlersuche, wurde durchgeführt. Um die Anwendung der untersuchten Verfahren zu erleichtern, wurde ein Werkzeug implementiert, das möglichst viele der identifizierten Verfahren mit Hilfe des Model Checkers NuSMV realisiert und die Ergebnisse weit möglichst visualisiert.

4 Weitere Publikationen und Vorträge

4.1 Publikationen

1. Palluch, Jens; Weiß, Steffen; Saglietti, Francesca: A Technique to Improve the Quality of Software Requirements in Natural Language. In: Colnaric, M.; Halang, W. A.; Wegrzyn, M. (Hrsg.): Real-Time Programming 2004 (WRTP 2004) (28th IFAC / IFIP Workshop on Real-Time Programming (WRTP 2004) and International Workshop on Software Systems (IWSS 2004), Istanbul (Turkey), 6 - 8 September 2004). Oxford : Elsevier for International Federation of Automatic Control (IFAC), 2005, S. 25 - 30. - ISBN 0-08-044582-9.
2. Saglietti, Francesca: Assessing Software Safety and Security for Critical Infrastructures. In: European CIIP Newsletter (ECN) 1 (2005), Nr. 2, S. 30 - 33.
3. Saglietti, Francesca: Convergence of Security, Safety and Critical Information Infrastructure Protection. In: Hämmerli, Bernhard M.; Wolthusen, Stephen D. (Hrsg.): Proc. of Critical Infrastructure Protection (CIP Europe 2005, Symposium im Rahmen der Jahrestagung 2005 der Gesellschaft für Informatik, Bonn, 19. September 2005). 2005, S. 61 - 68.

4.2 Vorträge

4. Jung, Martin: Beherrschung von Schnittstelleninkonsistenzen in komponentenbasierten Softwaresystemen.
   Vortrag: Sicherheit 2005 - 2. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik, Universität Regensburg, Regensburg, 7.4.2005.
5. Jung, Martin: Supporting Component and Architectural Re-usage by Detection and Tolerance of Integration Faults.
   Vortrag: Ninth IEEE International Symposium on High-Assurance Systems Engineering (HASE 2005), Heidelberg, 13.10.2005.
6. Jung, Martin: Tolerieren von Inkonsistenzen in komponentenbasierten Systemen.
   Vortrag: Diskussionskreis Fehlertoleranz, München, 11.03.2005.
7. Oster, Norbert: Automated Generation and Evaluation of Dataflow-Based Test Data for Object-Oriented Software.
   Vortrag: Second International Workshop on Software Quality (SOQUA 2005), Fair and Convention Center, Erfurt (D), 22.09.2005.
8. Saglietti, Francesca: Convergence of Security, Safety and Critical Information Infrastructure Protection.
   Vortrag: Symposium CIP Europe 2005 (Critical Infrastructure Protection) im Rahmen der Jahrestagung 2005 der Gesellschaft für Informatik, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn, 19.9.2005.
9. Saglietti, Francesca: Diversity Supporting Component Re-usage in a New Application Context.
   Vortrag: Diversity Day of the European Workshop on Industrial Computer Systems (EWICS TC7), Centre for Software Reliability, City University, London, 19.1.2005.
10. Saglietti, Francesca: Statistisches Testen hochzuverlässiger Software.
    Vortrag: Treffen der ASQF-Fachgruppe Software-Test, method park AG, Erlangen, 1.3.2005.

5 Studien- und Diplomarbeiten; Bachelor-Theses

5.1 Studienarbeiten

1. Brunner, Maximilian: Ermittlung des Testaufwands und Visualisierung der erzielten Überdeckung beim Integrationstest.
2. Zeng, Kun: Fehlerbeschreibungssprache und Fehlerinjektion für komponentenbasierte Softwaresysteme.
3. Habassi, Adel: Graphische Darstellung von Workflows.
4. Rössler, Wolfgang: Modellbasierte Programmgenerierung für Automatisierungssysteme.
5. Riedel, Carsten: Protokollierung und Visualisierung von Methodenaufrufen einer Software-Komponente.
6. Igel, Matthias: Schutzzielanalyse anhand editierbarer Komponentendiagramme.
7. Rommel, Sebastian: Statistische Prozesskontrolle in der Software-Entwicklung.
8. Kunze, Mario Peter: Testautomatisierung für ein Prozeßvisualisierungssystem für Schienenfahrzeuge.
9. Konrad, Andreas: Umsetzung eines SNMP-Gateway für ein Workflow-Managementsystem.

5.2 Diplomarbeiten

1. Wille, Christian: Automatische Anforderungsverfolgbarkeit zur Bewertung und Optimierung der Entwurfsqualität.
2. Claudia, Schieber: Bewertung und Vergleich von Verfahren zur Analyse der Aussagekraft von Model-Checking-Nachweisen.
3. Grzenkowski, Thomas: Entwicklung eines Testsystems für den Integrationstest.
4. Plettke, Raoul: Formale Beschreibung von Datenschutzmechanismen mit automatischer Codegenerierung.
5. Lüttmann, Holger: Generierung einer programmiersprachenunabhängigen Repräsentation des Daten- und Kontrollflusses.
6. Stauner, Tobias: Kombination von Zuverlässigkeitswachstumsmodellen und Unterstützung ihrer industriellen Einsetzbarkeit.
7. Polak, Benjamin: Statische Analyse des Datenflusses objekt-orientierter Java-Programme.
8. Al-Hilank, Samir: Modellierung von Softwareentwicklungsprozessen durch SPEM.

5.3 Bachelor Theses

1. Kessler, Lyudmyla: Verfolgbarkeit und Prüfbarkeit nichtfunktionaler Anforderungen in komponentenbasierten Softwaresystemen.

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

Anschrift: Am Weichselgarten 3, 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. rer. nat. Rolf Wanka

Sekretariat:

Margaret Formago, M.A.

Wiss. Mitarbeiter:

Ali Ahmadinia, M. Sc.
Dipl.-Inf. Josef Angermeier
Hritam Dutta, M. Sc.
Dipl.-Ing. Diana Göhringer
Dipl.-Ing. Frank Hannig
Dr.-Ing. Christian Haubelt
Dipl.-Inf. Sabine Helwig
Dipl.-Inf. Dmitrij Kissler
Dipl.-Ing. Dirk Koch
Dipl.-Ing. Alexey Kupriyanov
Dipl.-Ing. Mateusz Majer
Dipl.-Inf. Stefan Meyer
Dipl.-Inf. Thomas Schlichter
Dipl.-Ing. Thilo Streichert
Dipl.-Inf. Martin Streubühr
Dipl.-Ing. Daniel Ziener

Weitere Doktoranden:

Dipl.-Ing. Joachim Keinert
Dipl.-Phys. Bernhard Niemann
Dipl.-Ing. Daniel Ziener

Nichtwiss. Personal:

Edwin Aures
Dipl.-Phys. Andreas Bininda
Dipl.-Ing. (FH) Joachim Falk

Alumni:

Dr.-Ing. Marcus Bednara
Dr. rer. nat. Christophe Bobda
Dr.-Ing. Sanaz Mostaghim

1 Einführung

Der Lehrstuhl Hardware-Software-Co-Design wurde 2003 erstmalig durch die Berufung des jetzigen Lehrstuhlinhabers Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich besetzt. Professor Teich studierte Elektrotechnik in Kaiserslautern, wo er 1989 sein Diplom ablegte. Von 1989 bis 1993 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sonderforschungsbereich 124 "VLSI und Parallelität" der DFG und promovierte als solcher 1993 an der Technischen Fakultät der Universität des Saarlandes. Von 1994 bis 1995 erfolgte ein Forschungsaufenthalt an der University of California in Berkeley als Postdoktorand der DFG. Danach folgte eine Tätigkeit als Oberassistent am Institut für Technische Informatik und Kommunikationsnetze der ETH Zürich sowie ab 1996 nach abgeschlossener Habilitation als Privatdozent. Von 1998 bis 2002 leitete er als C 4-Professur das Gebiet Datentechnik im Fachbereich Elektrotechnik der Universität Paderborn, wo er auch in zwei Sonderforschungsbereichen mitarbeiten konnte. Ab 2003 baute er den neuen Lehrstuhl in Erlangen auf. Herr Teich ist Mitglied zahlreicher Programmausschüsse von Zeitschriften und Konferenzen, u. a. der Proceedings DATE (Design, Automation and Test in Europe) sowie Herausgeber mehrerer Bücher. Seit 2003 ist Herr Teich Sprecher des von ihm initiierten Schwerpunktprogramms "Rekonfigurierbare Rechensysteme" der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie seit 2004 gewählter Fachgutachter der Informatik für das Gebiet „Rechnerarchitekturen und Eingebettete Systeme". Zum 1.11.2004 wurde die Professur für Effiziente Algorithmen und Kombinatorische Optimierung am Lehrstuhl durch Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka besetzt.

2 Forschungsschwerpunkte

Die Arbeitsgebiete des Lehrstuhls umfassen alle Aspekte des systematischen Entwurfs (CAD) eingebetteter Systeme, speziell die Arbeitsgebiete Ablaufplanung (Scheduling), Platzierung, Verdrahtung sowie Lastverteilung. Untersucht werden insbesondere innovative und adaptive Rechnerstrukturen und Spezialprozessoren (ASIPs, RISPs) und deren Programmierung sowie die Entwicklung von Methoden und Werkzeugen wie Simulatoren, Compiler und Prototypen. Ferner: Diskrete Optimierungsmethoden, insbesondere lokale und globale Suchverfahren, lineare Programmierung, Mehrzieloptimierungsverfahren und deren Anwendung im Kontext der optimalen Auslegung technischer Systeme.

Gruppen:

2.1 System-Level Design Automation

Leitung: Christian Haubelt

Innerhalb der Arbeitsgruppe „System-Level Design Automation" werden die wesentlichen Themen zum automatischen Entwurf eingebetteter Hardware-Software-Systeme auf Systemebene

erforscht. Hierzu gehören u. a. die Bereiche Modellierung, Systemsynthese, Optimierung und die Verifikation eingebetteter Systeme. Eine der wesentlichen Zielsetzungen dieser Gruppe ist hierbei die Unterstützung neuer Entwurfsparadigmen, wie adaptive Applikationen und hardwarerekonfigurierbare Architekturen, für die es bis heute keine geschlossene Entwurfsmethodik gibt. Momentane Entwicklungen zeigen aber deutlich die Notwendigkeit, für formale Methoden auf einem hohen Abstraktionsniveau durch die es erst möglich wird, Produkte in annehmbarer Zeit beweisbar korrekt zu entwickeln. Hierbei spielt auch die Integration der Entwurfsmethodik in einen auf Programmiersprachen basierenden Entwurfsfluss eine große Rolle. Zurzeit werden zwei Projekte konkret innerhalb der Gruppe „System-Level Design Automation" bearbeitet, die die Kernaufgaben des automatischen Entwurfs eingebetteter Hardware-Software-Systeme abdecken.

2.2 Architecture and Compiler Design

Leitung: Frank Hannig

Mikroprozessoren sind heutzutage allgegenwärtig, sie werden in technischen Produkten eingesetzt, in denen man bis vor kurzem noch gar keine 'Computer' erwartet hat: Mobiletelefone, Haushaltsgeräte, Medizintechnik, Unterhaltungstechnik, Automobiltechnik und Gebäudeautomatisierung, um nur ein paar Anwendungsgebiete zu nennen.

Gegenüber herkömmlichen Computern (PC, Arbeitsplatzrechner, etc.) sind diese so genannten ‚eingebetteten' Systeme in hohem Maß auf eine bestimmte Klasse von Anwendungen spezialisiert. Die große Spezialisiertheit erfordert hinsichtlich mehrerer Kriterien optimierte Systeme. Zumeist haben eingebettete Systeme hohe Anforderungen an Rechenleistung, Kosten oder den Energieverbrauch. Neben den Fertigungskosten spielen die Entwicklungskosten und immer kürzer werdende Time-to-market-Zyklen eine wichtige Rolle.

Deshalb versuchen wir in der Arbeitsgruppe „Architecture and Compiler Design" den Zyklus beim Entwurf anwendungsspezifischer Prozessoren zu verkürzen. Hierzu werden folgende Forschungsfelder betrachtet: CAD-Werkzeuge zur Modellierung, Simulation und Generierung von Architekturen, und Compiler und Methoden zur Abbildung von Algorithmen auf diese Architekturen.

Es werden sowohl mikroprogrammierbare Prozessoren als auch dedizierte Hardware untersucht. Ziel beim Entwurf von mikroprogrammierbaren anwendungsspezifischen Prozessoren ist eine Architektur und Compiler Co-Generierung optimiert für eine ganze Klasse von Algorithmen (Benchmark). Viele Anwendungen, die einen hohen Datendurchsatz benötigen, können auch direkt in einem dediziert massiv parallelen System implementiert werden, d. h. ein höchstoptimiertes System (z. B. ein Coprozessor) realisiert genau eine Anwendung.

Aus den unterschiedlichen Zielarchitekturen (programmierbar oder dediziert) ergibt sich ein Trade-off zwischen Hardware-Software-Lösungen. Ein Lösungsansatz stellen hier re-konfigurierbare Architekturen dar. Rekonfigurierbare Rechenfelder und Prozessoren sind daher ein aktueller Bestandteil unserer Forschung.

2.3 Reconfigurable Computing

Leitung: Jürgen Teich

Ziel der Forschungsaktivitäten in der Gruppe „Reconfigurable Computing" ist die Erforschung von Grundlagen für den Entwurf von Rechensystemen, die die Fähigkeit besitzen, ihr Verhalten und ihre Struktur aus Effizienz- und Optimalitätsgründen an sich ändernde Anforderungen, Betriebs- und Umgebungsbedingungen dynamisch anzupassen, z.B. an neue Protokolle und Standards, andere physikalische Randbedingungen oder veränderliche Optimierungsziele. Aufgrund immer kürzer werdender Lebenszeiten von technischen Produkten werden solche Systeme mit der Fähigkeit der Rekonfigurierbarkeit auf unterschiedlichen Granularitätsebenen der Hardware immer wichtiger, denn nur sie sind in der Lage, für ein zur Entwurfszeit oft noch unklares Spektrum an unterschiedlichen Anforderungen jeweils optimale Lösungen zu bieten und hohe Redesignzeiten zu vermeiden. Auch lassen sich mit rekonfigurierbaren Lösungen, insbesondere in Verbindung mit geringen Stückzahlen, die Produktionskosten optimieren. Mit den erwarteten Erkenntnissen können in der Zukunft wiederum Ideen für neue Produkte, so z.B. selbstrekonfigurierende oder gar selbstheilende Rechensysteme, entstehen.

Als zentrale Problembereiche im Zusammenhang mit dem Entwurf rekonfigurierbarer Rechensysteme werden die Themenkomplexe Mechanismen und Effizienz der Rekonfiguration, Sprachen und Modelle, Entwurfsmethodik sowie Architekturen und Anwendungen untersucht.

Die Forschungsaktivitäten im Bereich „Rekonfigurierbare Rechensysteme" werden von der DFG im Rahmen des Schwerpunktprogramms SPP 1148 „Rekonfigurierbare Rechensysteme" durch die Finanzierung von zwei Projekten gefördert.

2.4 Assoziierte Projektgruppe Hardware-Software-Co-Design (am Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen (IIS))

Leitung: Marcus Bednara

Die Projektgruppe Hardware-Software-Co-Design ist der Abteilung Bildsensorik angegliedert, da hier ein weites Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten und Potenzialen intelligenter eingebetteter Systeme besteht.

Die Herausforderung der Zukunft liegt in der Beherrschung komplexer technischer Systeme, die gleichsam aus Hard- und Software-Komponenten bestehen. Die beim Systementwurf auftretenden Probleme sind seit langem bekannt, und es existieren leistungsfähige Verfahren zur Simulation und Synthese der Einzelkomponenten. Bisher fehlen jedoch Werkzeuge zur Verifikation des Gesamtsystems, zur automatischen Schnittstellensynthese und zur frühen Exploration von Entwurfsalternativen. Sollen Systeme darüber hinaus die inhärente Fähigkeit der „Intelligenz" besitzen, muss die Systemauslegung sogar dynamisch zur Laufzeit und vom System selbst durchführbar sein. Typische Beispiele findet man etwa bei: Intelligenten bildverarbeitenden Systemen, Contentbasierter Datenverarbeitung, Selbstlernenden und -heilenden Geräten.

Hauptanwendungsgebiete sind kommunizierende eingebettete Systeme aus den Bereichen Body-Area-Networks, Automobilelektronik und intelligente Kamerasysteme. Die kürzlich begonnenen Arbeiten sind im Folgenden beschrieben.

Wir untersuchen gemeinsam neuartige Implementierungen des Motion JPEG2000-Standards, insbesondere die parallele Implementierung von Entropie-Kodierern. Ziel ist es, eine leistungsfähige Realisierung auf der Basis eines Co-Designs mit Mikroprozessor und FPGA-Bausteinen zu erreichen, die eine Kodierrate von mindestens 25 Bildern pro Sekunde bei einer Auflösung von 1920 x 1080 Bildpunkten erreicht.

Des Weiteren gibt es gemeinsame Arbeiten im Bereich intelligenter Kamerasysteme (CogniCam). Ziel ist es hier, eingebettete Kamerasysteme zu untersuchen, die intelligent und adoptiv dynamische Aufgaben durchführen können. Die Intelligenz solcher Kamerasysteme soll speziell durch eine kombinierte aktive Steuerung bzw. Regelung von Dynamik, Bildauschnitt, Farbabgleich, Auflösung, Aufnahmegeschwindigkeit, Fokus, Helligkeit und Zoom erreicht werden.

Die speziellen Herausforderungen liegen dabei u. a. auch in einer höchsteffizienten Implementierung von Kamerasystemen mit diesen Eigenschaften.

Schließlich existiert eine weitere Kooperation im Bereich des Co-Designs mit der Entwurfssprache SystemC, und der Abteilung Digitaler IC-Entwurf. Hier wird untersucht, wie weit sich Enwurfsverfeinerungen innerhalb von SystemC darstellen lassen und komplexe Systeme modelliert und simuliert werden können.

2.5 Geförderte Forschungsvorhaben

- Bayerische Forschungsstiftung
  „SpecVer: Verifikationsgerechte Specifikation komplexer Systeme“
- DFG-Schwerpunktprogramm 1040 Eingebettete Systeme
  „Modelle und Methoden zur Synthese und Optimierung gemischt reaktiv/transformativer Systeme“
- DFG-Schwerpunktprogramm 1148 Rekonfigurierbare Rechensysteme
  „ReCoNets - Entwurfsmethodik für eingebettete Systeme bestehend aus kleinen Netzwerken hardwarerekonfigurierbarer Knoten und Verbindungen“
- DFG-Schwerpunktprogramm 1148 Rekonfigurierbare Rechensysteme
  „ReCoNodes - Optimierungsmethodik zur Steuerung hardwarerekonfigurierbarer Knoten“
- DFG-Projekt
  „Co-Design massiv parallel eingebetteter Prozessorarchitekturen“
- Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen, Erlangen
  „Multikriterielle Optimierung von digitalen Hardware/Software-Systemen“
- Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen, Erlangen
  „Untersuchungen und Arbeiten im Bereich SystemC Schulungen und IC-Design“

- IBM Deutschland Entwicklung GmbH, Böblingen,
  „Modellierung und Simulation des InfiniBand-Protokolls”
- IBM Deutschland Entwicklung GmbH, Böblingen,
  „Leistungsbewertung von InfiniBand-HCA-Modellen”
- Lucent Technologies Network Systems GmbH, Nürnberg
  „Automatische Generierung von Testfällen aus formalen Spezifikationen“
- Siemens AG Medical Solutions, Forchheim
  „Architekturmodellierung und Exploration von Algorithmen für die medizinische Bildverarbeitung“

2.6 Kooperationsbeziehungen

- DaimlerChrysler AG, Esslingen
- ETH Zürich, Institut für Technische Informatik und Kommunikationsnetze (Prof. Dr. L. Thiele)
- ETH Zürich, Institut für Technische Informatik und Kommunikationsnetze (Dr. E. Zitzler)
- Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), Erlangen
- IBM Deutschland Entwicklung GmbH, Böblingen
- Intel, Santa Clara
- Infineon AG, München
- Lucent Technologies GmbH, Nürnberg
- Siemens AG, Medical Solutions, Forchheim
- Technische Universität Braunschweig, Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze (Prof. Dr. R. Ernst)
- Technische Universität Braunschweig, Mathematik (Prof. Dr. S. Fekete)
- Technische Universität Chemnitz (Prof. Dr. W. Hardt)
- Technische Universität Dresden (Prof. Dr. R. Merker)
- Universität Karlsruhe, Forschungszentrum für Informatik (FZI) (Prof. Dr. J. Becker)
- University of Maryland, UMIACS (Prof. Dr. S. S. Bhattacharyya)
- Universität Paderborn (Prof. Dr. F. Meyer auf der Heide)
- Universität Paderborn (Prof. Dr. M. Platzner)
- Xilinx Inc., San Jose

3 Forschungsprojekte

3.1 Approximationsalgorithmen

Projektleitung:

Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka

Beginn: 1.11.2004

Man vermutet, dass NP-vollständige Probleme nicht in Polynomzeit gelöst werden können. Trotzdem müssen für Eingaben solcher Probleme zulässige Lösungen - unter Verzicht auf Optimalität, aber möglichst gut - berechnet werden, solange sie nur schnell erhalten werden. Beim Entwurf schneller und guter derartiger Approximationsalgorithmen für kombinatorische Optimierungsprobleme 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.

3.2 Co-Design massiv parallel eingebetteter Prozessorarchitekturen

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:

Dipl.-Ing. Frank Hannig, Dipl.-Ing. Alexey Kupriyanov, Hritam Dutta, M. Sc.
Dipl.-Inf. Dmitrij Kissler

Laufzeit: 1.1.2005 - 31.12.2006

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

Dipl.-Ing. Frank Hannig
Tel.: +49.9131.85.25153, Fax: +49.9131.85.25149,
E-Mail: hannig@informatik.uni-erlangen.de

Das Projekt beschäftigt sich mit der systematischen a) Abbildung, b) Evaluation und c) Exploration von massiv parallelen Prozessorarchitekturen, die für spezielle Anwendungen im Bereich von Eingebetteten Computern entwickelt werden. Die zu untersuchende Klasse von Computerarchitekturen besteht aus massiv parallel vernetzten Prozessorelementen, die durch heutige

Hardwaretechnologie in einem einzigen Chip (SoC - System on a Chip) integriert werden können.

Weitere Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar:

http://www12.informatik.uni-erlangen.de/research/comap/

3.3 Effiziente Nutzung von Ressourcen in parallelen Systemen

Projektleitung:

Prof. Dr. rer. nat. Rolf Wanka

Beginn: 1.11.2004

Parallele Sortieralgorithmen und zentralisierte und lokale Lastverteilungsverfahren verbessern die Ausnutzung der Möglichkeiten von Parallelrechnern erheblich. Insbesondere können sog. periodische und Diffusionslastbalancierungsmethoden erfolgreich als Hintergrundprozesse eingesetzt werden, um die Ausführung paraller Algorithmen zu beschleunigen, die irreguläre Kommunikationsmuster oder ein asymmetrisches dynamisches Lastverhalten haben. In diesem Forschungsbereich wollen wir effiziente Lastverteilungsalgorithmen entwerfen, analysieren und implementieren, insbesondere motiviert durch die Anforderungen aus dem Gebiet des Hardware/Software-Morphings und anderer dynamischer Systeme.

3.4 Entwurf anwendungsspezifischer Prozessoren

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:

Dipl.-Ing. Frank Hannig, Dipl.-Ing. Alexey Kupriyanov

Beginn: 1.10.1998

Kontakt:

Dipl.-Ing. Frank Hannig
Tel.: +49.9131.85.25153, Fax: +49.9131.85.25149,
E-Mail: hannig@informatik.uni-erlangen.de

Betrachtet werden die Probleme der Modellierung, Simulation und des systematischen Entwurfs anwendungsspezifischer Instruktionssatzprozessoren (engl. application-specific instruction-set processors, ASIPs). Dazu gehören beispielsweise digitale Signalprozessoren (DSPs) und Mikrocontrollerarchitekturen. Untersucht werden neuartige Simulationskonzepte sowie bessere Compilerverfahren zur Unterstützung dieser Klasse von Architekturen.

Im Rahmen dieses Projekts ist ein Entwurfssystem zur Computer-Architektur und Compiler Co-Generierung entstanden. Es beinhaltet komfortable Werkzeuge zur halbautomatischen Exploration optimaler Architektur-/Compiler-Entwürfe und zur schnellen, bitgenauen und zyklentreuen Simulation.

Ausgangspunkt eines Entwurfs ist das Werkzeug „ArchitectureComposer". Der Entwickler wählt aus einer Bibliothek Komponenten aus und komponiert seine Architektur graphisch, indem er instanziierte Komponenten miteinander verbindet. Die Bibliothek enthält viele für den Prozessorentwurf notwendige Basisblöcke, wie arithmetische Einheiten, Speicherbausteine, Registerbänke, Multiplexer u. a., und kann gegebenenfalls um weitere Module, wie Caches, spezielle Verbindungsnetzwerke, etc., erweitert werden. Alle Komponenten sind parametrisiert, so dass beispielsweise die Wortbreite der Einheiten individuell ausgewählt werden kann. Realistische Mikroprozessoren, u. a. ein MIPS-Prozessor und ein Digitaler Signalprozessor der Texas Instruments TMS320C6-Serie, konnten erfolgreich innerhalb von Stunden entworfen werden.

Um bereits entworfene Teilsysteme mehrfach instanziieren zu können, bietet „ArchitectureComposer" die Möglichkeit, hierarchischer Komponenten. Ferner existiert ein VHDL-Codegenerator, der die direkte Hardwaresynthese eines Mikroprozessors aus dessen graphischer Beschreibung mittels „ArchitectureComposer" ermöglicht. Derzeit wird ein entsprechender Generator für die Spezifikationssprache SystemC entwickelt.

Aus der graphischen Eingabe wird automatisch ein gemischtes Struktur-/Verhaltensmodell der Architektur, basierend auf dem Formalismus sog. „abstrakter Zustandsmaschinen" (ASM), generiert. Ebenfalls automatisch wird eine architekturspezifische Simulationsumgebung erzeugt, die in der Lage ist, die entworfene Prozessorarchitektur bit- und zyklengetreu zu simulieren. Um die bitgenaue Simulation der Ausführung von Instruktionen zu ermöglichen, wird eine Bibliothek von Operationen auf beliebigen Wortlängen und Zahlendarstellungen verwendet. Die Spezifikation des Anwendungsprogramms erfolgt derzeit in Assemblernotation der entsprechenden Zielarchitektur. Die Generierung eines Parsers für die Simulatoreingabe der Assemblerprogramme wird ebenfalls von der Simulationsumgebung unterstützt.

Gegenüber bekannten Simulatoren für Mikroprozessoren wird bei unserem Ansatz ein Simulator speziell für die eingegebene Architektur generiert. Dieser Simulator ermöglicht es, ein vorgegebenes Programm schrittweise abzuarbeiten. So können beliebige interne Signale im Prozessor während des Simulationsablaufs als Testpunkte ausgewählt und Datenwerte an diesen Punkten beobachtet werden. Dieser Ansatz ist flexibler als bei statischen Simulatoren, die meistens nur Speicher- und Registerwerte anzeigen können. Da sich das Verhalten von Prozessoren sehr kompakt mittels ASMs modellieren lässt, kann eine erhebliche Steigerung der Simulatorperformanz erzielt werden im Vergleich zu Modellierungsansätzen gleicher Simulationsgenauigkeit, die auf Hardwarebeschreibungssprachen basieren. Um die Simulatorperformanz nochmals erheblich zu steigern, wird derzeit die Generierung von in C++ compilierten Simulatoren untersucht. Hierbei kommen effiziente Graphpartitionierungs-Strategien zum Einsatz.

Bei modernen Mikroprozessoren können oft mehrere Instruktionen gleichzeitig auf mehreren funktionalen Einheiten abgearbeitet werden. Um diese parallele Abarbeitung zu unterstützen, muss ein Compiler in der Lage sein, bei der Übersetzung eines Hochsprachenprogramms in Maschinencode die Abhängigkeiten von Daten zu analysieren und parallelen Code zu generieren. Dazu braucht er Information über Maschineneigenschaften, welche direkt aus der eingegebenen Architektur extrahiert werden können. Wir setzen einen retargierbaren Compiler für ANSI C-Code ein, der zahlreiche Optimierungen auf dem Zwischencode unterstützt, u. a. Eli-

mination von redundantem Code, Propagation von Variablen und Schleifenentfaltung. In der Codegenerierungsphase wird aus der Information über die Anzahl funktionaler Einheiten und der Ressourcenbelegung während der Instruktionsabarbeitung ein Maschinenprogramm generiert, das der Simulator direkt verarbeiten kann.

Architekturänderungen mit entsprechenden Compileranpassungen können in einer Schleife zur Exploration von optimalen Architektur-/Compiler-Systemen untersucht werden. Für eine modifizierte Architektur wird der Compiler angepasst und eine Menge von Benchmarkprogrammen übersetzt und auf dem ebenfalls generierten Simulator simuliert. Dies erfolgt völlig automatisch. Als Ergebnis liefert der Simulator Statistiken über Ausführungszeiten, Codegrößen von Modulen und andere Optimierungsgrößen zurück. Interessant sind hier diejenigen Architektur-/Compiler-Systeme, die bezüglich Kosten der Architektur und Effizienz des durch den Compiler generierten Codes optimal sind für eine gegebene Menge von Benchmarkprogrammen. Geeignet zu instrumentieren sind hier die Möglichkeiten der Änderbarkeit der Architektur und die Art der Anwendung von Codeoptimierungsverfahren. Beide zusammen stellen den Suchraum dieses komplexen Optimierungsproblems dar.

Unsere zukünftigen Forschungen beschäftigen sich mit Erweiterungen des Projekts zur Modellierung, Simulation und des systematischen Entwurfs von so genannten rekonfigurierbaren Instruktionssatzprozessoren (engl. reconfigurable instruction-set processors, RISPs).

Weitere Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar:
http://www12.informatik.uni-erlangen.de/research/buildabong

3.5 Entwurf dedizierter massiv paralleler Systeme

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:

Dipl.-Ing. Frank Hannig, Hritam Dutta, M. Sc.

Beginn: 1.10.1998

Kontakt:

Dipl.-Ing. Frank Hannig
Tel.: +49.9131.85.25153, Fax: +49.9131.85.25149,
E-Mail: hannig@informatik.uni-erlangen.de

In diesem Projekt werden Verfahren zum Entwurf von feinkörnigen massiv parallelen VLSI Schaltungen untersucht. Das Projekt liegt im Bereich Abbildungsmethodik und hat zum Ziel, Entwurfsverfahren für algorithmisch spezialisierte, massiv parallele Systeme zu erforschen und diese in einem Entwurfssystem bereitzustellen. Obwohl die hier betrachteten Architekturen 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 heterogene Hardware-/Software-

Systeme oder in so genannte System-on-a-Chip (SoC) macht die Implementierung und Anwendung spezieller Entwurfsverfahren notwendig, die den Entwurf vom Algorithmus bis zur Schaltung automatisiert.

Die Anwendungsgebiete sind dabei charakterisiert durch die Notwendigkeit für höchste Rechenleistung bei gleichzeitigen Kosten-, Größen- und anderen physikalischen Beschränkungen. Dazu gehören insbesondere die Bereiche der digitalen Signalverarbeitung, der drahtlosen Kommunikation, der Kryptographie und Algorithmen der Systemtheorie.

Das Projekt wurde im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 376 "Massive Parallelität" an der Universität Paderborn gefördert. Hier konnte erstmals eine vollständig durchgängige Entwurfmethodik für die Abbildung von regelmäßigen Schleifenprogrammen bis hinunter zur lauffähigen Hardwareimplementierung entwickelt werden und in Form eines Entwurfssystems PARO (Piecewise Linear Algorithm and Architecture Research and Optimization) zu implementieren.

In der ersten Phase, dem Frontend, extrahiert PARO die inhärente Parallelität der zu implementierenden Algorithmen (gegeben in Form eines C-Programms) und überführt diese in einen parallelen Algorithmus. In den nächsten Verfeinerungsstufen wird der Algorithmus lokalisiert und homogenisiert. Diese Transformationen dienen dazu, das spätere Prozessorfeld, erstens möglichst homogen und somit skalierbar zu machen. Zweitens erreicht man dadurch, dass nur Kommunikation zwischen benachbarten Prozessoren stattfindet (Lokalität). Durch diese kurzen Kommunikationswege kann der resultierende Chip schneller arbeiten, gleichzeitig werden Kosten und Energieverbrauch reduziert.

In zahlreichen Anwendungen liegen die betrachteten Algorithmen als n-dimensionale Schleifenprogramme vor. In der Praxis können allerdings nur ein- bzw. zweidimensionale Prozessorfelder hergestellt werden. Hier werden Abbildungen benötigt, die festlegen, welche Berechnung zu welchem Zeitpunkt auf welchem Prozessor stattfindet. Bei der immensen Anzahl von Abbildungsmöglichkeiten ist die Herausforderung, effiziente Explorations-Algorithmen zu entwickeln, die wiederum optimale Abbildungen finden. Im Gegensatz zu bisherigen Arbeiten werden erstmals Fronten optimaler Raum-Zeit-Abbildungen gefunden. Als Optimierungsziele werden der Flächenaufwand als Maß für die Kosten, Latenz und Fließbandrate als Maß für die Performanz betrachtet. Darüber hinaus ist es uns gelungen, substantielle Ergebnisse hinsichtlich der Schätzung des Energieverbrauchs von regelmäßigen Schaltungen zu erzielen.

Ebenfalls kann es aus Kosten oder technologischen Gründen sein, dass die verfügbaren Hardware-Ressourcen beschränkt sind. Hier kommen effiziente Partitionierungsverfahren zum Einsatz. Durch substantielle Erweiterungen im Bereich der Abbildungsmethodik und durch Betrachtung von Partitionierungsverfahren für Algorithmen mit affinen Datenabhängigkeiten (gegenüber bisherigen Ansätzen mit stückweise konstanten Abhängigkeiten) konnten wesentlich effizientere Abbildungen erzielt werden.

Im Bereich der Hardwaresynthese haben wir die fundamentalen Probleme 'regelmäßige Platzierung' und die 'Randsteuerung' von Rechenfeldern untersucht. Ferner wurden im Bereich 'Interfaces' zur Peripherie Arbeiten durchgeführt. Diese Ergebnisse erlauben erstmals einen vollständig automatisierten Entwurf vom Algorithmus in C zur synthetisierbaren Schaltung in VHDL. Auf FPGAs kann die Schaltung sofort umgesetzt werden. Das entstandene Entwurfssystem PARO integriert die entstandenen Arbeiten vollständig.

Die laufenden Untersuchungen in diesem Projekt befassen sich u. a. mit neuen Zielarchitekturen. Es wird untersucht, inwieweit sich die Entwurfmethodik auch für die Abbildung regelmäßiger Algorithmen auf grobgranulare rekonfigurierbare Prozessorfelder eignet. Hierbei sind die Architekturparameter (Anzahl der Prozessorelemente, Speichergröße, E/A-Schnittstellen, etc.) in der Abbildungsmethodik zu berücksichtigen.

Des Weiteren wird die zugrunde liegende Algorithmenklasse gegenwärtig essentiell erweitert, so dass zukünftig auch Algorithmen mit dynamischen Datenabhängigkeiten behandelt werden können. Bei den Partitionierungsverfahren werden Methoden zur automatischen Generierung der Ansteuerung von Datenquellen und Speicher erforscht.

Weitere Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar:
http://www12.informatik.uni-erlangen.de/research/paro

3.6 EVOLIVO - EVOlutionary Learning by Intelligent Variation and choice of suitable Operator sets

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:

Dipl.-Ing. Christian Haubelt, Dr.-Ing. Sanaz Mostaghim

Laufzeit: 1.10.1998 - 31.3.2005

EVOLIVO - lautet der Name dieses Projekts, das unsere Forschung im Bereich Evolutionärer Algorithmen und Programme beschreibt. Dazu gehören die Probleme der Analyse, der Verbesserung und Online-Adaption von existierenden Selektions- und Rekombinationsverfahren sowie die Entwicklung problemspezifischer bzw. bereichsspezifischer Operatormengen und deren Anwendung auf Probleme von technischem Interesse, insbesondere auf dem Gebiet der automatischen Systemsynthese.

Aktuelle Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit multikriteriellen Optimierungsstrategien für unscharfe Zielgrößen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Zielgrößen für eine gefundene Lösung nicht exakt bekannt, sondern z. B. durch ein Intervall gegeben sind. Das Intervall beschreibt hierbei den minimalen bzw. maximalen Wert, den diese Zielgröße annehmen kann. Ein essentieller Begriff im Zusammenhang mit der multikriteriellen Optimierung ist die so genannte Dominanz, die aussagt, dass eine Lösung besser als eine andere Lösung ist. Im Fall von unscharfen Zielgrößen ist diese Dominanz nun aber nicht mehr definiert, was den Einsatz von multikriteriellen Optimierungsverfahren im Umfeld von unscharfen Zielgrößen einzuschränken scheint. Innerhalb des Projektes EVOLIVO gelang nun jedoch die Verallgemeinerung dieser Optimierungsverfahren durch die Definition von „Dominanzwahrscheinlichkeiten", die den unscharfen Zielgrößen Rechnung tragen. Diese Ergebnisse gehen weit über das Einsatzgebiet des Hardware-Software-Co-Designs hinaus.

Im letzten Jahr konnten diese multikriteriellen Optimierungsstrategien auf die automatische Entwurfsraumexploration erfolgreich angewendet werden. Hierbei kam die so genannte „Pareto-Front-Arithmetik" zur schnellen Entwurfsraumexploration zum Einsatz. Die Idee hierbei war, dass Optimierungsprobleme im Allgemeinen hierarchischer Struktur sind, d. h. das gesamte Optimierungsproblem lässt sich in Teilprobleme zerlegen. Bei der Kombination der gefundenen Teilergebnisse ergeben sich nun jedoch Probleme derart, dass das globale Optimum nicht aus den Optima der Teilergebnisse bestehen muss. Dies gilt nur unter der Bedingung, dass alle Zielgrößen monoton sind. Der Beitrag dieses Projektes bestand nun darin, dass gezeigt werden konnte, dass sich die Teilergebnisse sehr wohl kombinieren ließen, wobei das Ergebnis unscharfe Zielgrößen für das gesamte Optimierungsproblem darstellt. Mit Hilfe der oben beschriebenen Dominanzwahrscheinlichkeit gelang es nun, durch die Zerlegung des Problems das Gesamtproblem zu verkleinern und schnell eine gute Approximation der Gesamtlösung zu konstruieren.

Zukünftige Arbeiten beschäftigen sich mit der Integration von populationsbasierten Optimierungsverfahren in dynamischen Systemen. Untersucht werden soll hierbei die Einsatzfähigkeit dieser Verfahren zur Online-Optimierung. Das Einsatzgebiet dieser neuen Verfahren stellen vernetzte eingebettete Systeme dar. Neben Evolutionären Algorithmen sollen auch weiterhin neuere populationsbasierte Optimierungsstrategien, wie „Ant-Colony-Optimization" und „Particle-Swarm-Optimization", untersucht werden.

Weitere Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar:
http://www12.informatik.uni-erlangen.de/research/evolivo

3.7 MEAT - Multi-objective Exploration of Architecture Tradeoffs

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:

Dipl.-Ing. Thilo Streichert, Dipl.-Ing. Christian Haubelt, Dipl.-Ing. Dirk Koch

Laufzeit: 1.10.1998 - 31.3.2005

Zum Teil gefördert durch das Projekt „SPI - Modelle und Verfahren zur Synthese und Optimierung von gemischt reaktiv/transformativen eingebetteten Systemen" im DFG-Schwerpunktprogramm 1040 „Entwurf und Entwurfsmethodik eingebetteter Systeme".

Betrachtet werden die Probleme der Systemspezifikation, Entwurfsraumexploration, der automatischen Synthese eingebetteter Systeme. Bei der Systemspezifikation werden neue Modelle zur Spezifikation heterogener Applikationen untersucht, die sowohl kontrollflussdominante als auch datenflussdominate Anteile enthalten. Weiterhin müssen diese Modelle in der Lage sein, Ressourcenbeschränkungen sowie weitere Implementierungsbeschränkungen zu modellieren. Dies ist zwingend notwendig für automatisierte Verfahren zur Entwurfsraumexploration. Neuere Ansätze gehen über das bekannte statische Problem, bei dem ein Algorithmus und die Ressourcenbeschränkungen zur Entwurfszeit gegeben sind, weit hinaus. Vielmehr werden nun Pro-

bleme betrachtet, bei denen sowohl der Algorithmus (Adaption) als auch die Architektur (Rekonfiguration) zur Laufzeit geändert werden oder sich ändern können.

Systemsynthese ist das Problem der optimalen Abbildung eines Algorithmus auf eine heterogene Hardware-Software-Architektur. Dieses Problem geht über das bekannte Hardware-Software-Bipartitionierungsproblem hinaus. Insbesondere umfasst dieses (1) die Auswahl einer geeigneten Hardware-Software-Architektur (Allokation), (2) der Abbildung des gegebenen Algorithmus auf diese Architektur in Raum (Bindung) und Zeit (Ablaufplanung) sowie (3) der Entwurfsraumexploration. Die Allokation umfasst auf Systemebene im Allgemeinen Komponenten, wie softwareprogrammierbare Prozessoren, ASICs, FPGAs, Busse und Speicher.

Bei der Entwurfsraumexploration geht es um das systematische Finden von Pareto-optimalen (siehe Projekt EVOLIVO) Implementierungen, also Realisierungen, die die Spezifikation erfüllen. Andere existierende Ansätze betrachten oftmals lediglich die Abbildung eines Algorithmus auf eine statische Architektur-Plattform (z. B. CPU+FPGA) und berücksichtigen nicht die starke Abhängigkeit von Bindung und Ablaufplanung. Für die Entwurfsraumexploration werden populationsbasierte Optimierungsstrategien, wie z. B. Evolutionäre Algorithmen, verwendet. Aktuelle Erweiterungen zielen auf die Unterstützung hardwarerekonfigurierbarer Architekturen und adaptiver Applikationen. Dies bedeutet zum einen, dass Ressourcen nur zeitlich exklusiv zur Verfügung stehen und zum anderen, dass viele Eigenschaften einer Implementierung nicht mehr statisch bestimmbar sind, da diese im Allgemeinen von der momentan laufenden Applikation und somit der aktuellen Bindung abhängen.

Ein enormer Fortschritt gelang letztes Jahr innerhalb dieses Projektes auf dem Gebiet der Integration von formalen Verifikationstechniken in den Entwurfsfluss. Hier konnte der Einsatz von SAT-Techniken zur Suchraumreduktion und quantitativen Bewertung von Implementierungen während der Entwurfsraumexploration gezeigt und umgesetzt werden.

Weitere Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar:
http://www12.informatik.uni-erlangen.de/research/meat

3.8 ReCoNets - Entwurfsmethodik für eingebettete Systeme bestehend aus kleinen Netzwerken hardwarerekonfigurierbarer Knoten und -verbindungen

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte:

Dipl.-Ing. Christian Haubelt, Dipl.-Ing. Dirk Koch, Dipl.-Ing. Thilo Streichert

Laufzeit: 1.6.2003 - 31.5.2007

Förderer:

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Das Ziel des Projekts ist die Erforschung einer Entwurfsmethodik für eine Klasse neuartiger Rechnerarchitekturen, die sich durch die besonderen Eigenschaften der Vernetztheit und der Rekonfigurierbarkeit auf Hardwareebene auszeichnen und die für einen speziellen technischen Kontext entwickelt werden (eingebettetes System).

Die Rekonfigurierbarkeit ist hierbei nicht auf die einzelnen Hardwaremodule (Knoten des Netzwerks) beschränkt, sondern muss auch für die Knotenverbindungen gelten. Typische Anwendungsfelder für rekonfigurierbare Netzwerke sind die Automobilelektronik oder Body-Area-Netzwerke. Gerade im Bereich der Automobiltechnik ist zu erkennen, dass sich bis zu 100 Prozessoren die unterschiedlichsten Spezialaufgaben im Fahrzeug teilen. Die Systeme sind verteilt, da es günstiger ist, bestimmte Funktionen und Vorverarbeitungen vor Ort durchzuführen, also dezentral. In diesem Bereich hat man jedoch mittlerweile erkannt, dass die Systeme sehr teuer werden und die statische Auslegung der Einzelkomponenten und deren Verbindung über ein genormtes Busmedium (z.B. CAN-Bus in der Automobiltechnik) dazu führt, dass bestimmte Funktionalitäten nur so lange aufrecht erhalten werden können, wie der am Sensor oder Aktuator angeschlossene Knoten ordnungsgemäß funktioniert. Die Knoten sind ferner oft schlecht ausgelastet, da sie nicht in der Lage sind, Funktionen anderer Module - insbesondere wäre dies bei Ausfall eines Moduls wünschenswert - zu übernehmen.

Das Gleiche gilt für den aktuellen Forschungsbereich von Body-Area-Netzwerken. Hier soll es möglich sein, neue Sensoren und Aktuatoren sowie neue Funktionalitäten in ein funktionierendes System zu integrieren, ohne die Hardware komplett austauschen zu müssen.

In beiden Bereichen bietet es sich an, Konzepte zu überlegen, wie man solche komplexen eingebetteten Systeme hardwaremäßig auslegen sollte, damit die Eigenschaften *Flexibilität, Erweiterbarkeit, Spezialisiertheit, Ausfallsicherheit* und *Effizienz* gleichsam erfüllt sind. Software liefert zweifelsohne die beste Flexibilität, ist hingegen in vielen Anwendungsbereichen eingebetteter Systeme aufgrund von Geschwindigkeits- oder Energieverbrauchsanforderungen nicht einsetzbar. Die widersprüchlichen Eigenschaften von Flexibilität und Spezialisiertheit sowie Ausfallsicherheit sind hingegen durch den Einsatz von Rekonfigurierbarkeit in den Hard-

wareelementen möglich. Die von uns auf der Netzwerkebene (Makroebene) durchgeführten Untersuchungen betreffen folgende Problemstellungen:

Modellierung: Als Grundlage zur Analyse von Ausfallsicherheit und Fehlertoleranz sowie zum Verständnis der Optimierungs- und Syntheseschritte für ReCoNets setzen wir auf einem graphenbasierten Ansatz zur Modellierung von statischen Anwendungen und statischen Architekturen auf. Dieses Modell wird durch Einführung einer Graphenhierarchie so erweitert, dass auf der Anwendungsseite die zeitvariante Last eines Systems als Auswahlproblem von einem oder einer Teilmenge aller denkbar möglichen aktiven Prozesse modelliert wird. Aufgrund der Rekonfigurierbarkeit auf mehreren Ebenen (hier: Netzwerk (Makro) und Knoten (Mikroebene)) bietet es sich an, ebenfalls die Möglichkeit der Hierarchie zu untersuchen. Die Rekonfiguration eines Knotens werden beispielsweise so dargestellt werden, dass zeitlich ein alternativer, hierarchischer Knoten (Cluster) ausgewählt (aktiviert) wird.

Analyse:

Zeitvariante Allokationen und Bindungen: Für statische Architekturen bestimmt man die Allokation (welche Knoten sollte die beste Architektur für die gegebene Anwendung beinhalten?), die Bindung (welcher Prozess läuft auf welchem Knoten?) und die Ablaufplanung (wann bzw. in welcher Reihenfolge oder mit welcher Priorität läuft ein Prozess auf dem ihm zugewiesenen Knoten?) nur einmal zur Entwurfszeit. Da wir hier davon ausgehen, dass sowohl Leitungen (Kanten) als auch Knoten der Architektur im Betrieb des Systems ausfallen bzw. Leitungen und Knoten in das System zur Laufzeit hinzugefügt werden können, werden Allokation, Bindung und Ablaufplanung abhängig von der Laufzeit t definiert, so dass wir über die Zeit parametrisierte Allokationen, Bindungen und Ablaufplanungen erhalten. Fällt beispielsweise zum Zeitpunkt t ein allozierter Knoten aus, so wird zu diesem Zeitpunkt die Allokation geändert.

Analyse von Fehlertoleranz und Ausfallsicherheit eines ReCoNets: Darauf basierend beschäftigen wir uns mit Fragen der Ausfallsicherheit eines ReCoNets. Dazu betrachten wir die zwei Problemfälle einer Leitungsstörung bzw. eines Leitungsausfalls sowie eines Knotenausfalls. Falls eine Leitung ausfällt, sollen die Daten, die über diesen Knoten geroutet werden, einen anderen Weg nehmen, falls dies möglich ist. Statt einen wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansatz der sog. Zuverlässigkeit bzw. der sog. Fehlerwahrscheinlichkeit zu verwenden, zielen wir hier bei rekonfigurierbaren und repartitionierbaren Systemen beispielsweise auf die Frage, wie viele Knoten im System gleichzeitig ausgefallen sein dürfen, damit man die Funktionalität noch komplett durch Rerouting und Rekonfiguration der Knoten aufrecht erhalten kann. Wir erwarten, dieses Problem allein aus der Topologie des Spezifikationsgraphen analysieren und lösen zu können. Die Ausfallsicherheit eines Systems hängt daher von der Topologie des Spezifikationsgraphen ab und insbesondere den Möglichkeiten der Bindbarkeit von Prozessen auf Ressourcen. Dies wird formal analysiert, um erste Definitionen und Aussagen zur Ausfallsicherheit von rekonfigurierbaren Netzwerken zu machen.

Synthese und Optimierung: Aus Gründen der Ausfallsicherheit und Fehlertoleranz gibt es in ReCoNets keine zentralen Einheiten, die im Falle von Änderungen der Last oder der Architektur durch Ausfall oder Hinzufügen von Leitungen oder Knoten eine Rekonfiguration der Leitungen und Knoten einleiten. Wir sind daher mit dem Problem konfrontiert, bezüglich Erkennung und

Einleitung von Reaktionen (Rerouting und Repartitionierung) einen dezentralen Ansatz zu verfolgen.

Implementierung: Die Verfahren der Erkennung von Leitungs- und Knotenausfällen sowie erste Ergebnisse zu Rerouting und Online-Repartitionierung sollen gegen Ende 2004 auf einem zu entwerfenden Prototyp implementiert werden und die Machbarkeit und Vorteile von ReCoNets verdeutlichen. Dazu soll ein ReCoNet mit 4 Knoten, bestehend jeweils aus einem Altera-Excalibur-Board, auf dem sich ein FPGA (APEX) befindet, aufgebaut werden. Auf diesem FPGA lässt sich ein verfügbarer Mikroprozessorcore mit Namen NIOS inklusive peripherer Einheiten, wie Timer, UARTs und andere I/O-Schnittstellen, konfigurieren und benutzerspezifische Hardware als Co-Design hinzuzufügen und alsdann synthetisieren.

Weitere Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar:
http://www.reconets.de

3.9 ReCoNodes - Optimierungsmethodik zur Steuerung hardwarekonfigurierbarer Knoten

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte

Dr. rer. nat. Christophe Bobda, Ali Ahmadinia, M. Sc., Dipl.-Ing. Mateusz Majer

Laufzeit: 1.6.2003 - 31.5.2005

Förderer:

Deutsche Forschungsgemeinschaft

In diesem Projekt wird der bislang nur unzulänglich automatisierte Zugang zu rekonfigurierbaren Schaltungen, insbesondere FPGA-basierten Architekturen, erschlossen durch Bereitstellung von Modellen und Optimierungsmethoden im Zusammenhang mit der dynamischen Hardwarerekonfiguration. Diese Modelle und Methoden sollen schließlich in einer Art Betriebssystem für Hardwarefunktionen resultieren, das die Verwaltung der Ressourcen zur Laufzeit übernimmt. Konkreter Gegenstand unserer Untersuchungen sind Strategien und Methoden der mathematischen Optimierung für die optimale Steuerung und Nutzung neuester und künftiger Generationen von rekonfigurierbarer Hardware. Solche rekonfigurierbaren Chips werden bereits in verschiedensten technischen Zusammenhängen genutzt. Aufgrund praktischer Hindernisse (vor allem durch den hohen Rekonfigurationsaufwand) und theoretisch noch nicht voll entwickelter Methoden konnte das Potential rekonfigurierbarer Hardware bislang nur zu einem kleinen Teil verwirklicht werden. Es ist unser Ziel zu zeigen, dass die meisten dieser Schwierigkeiten bereits mit bestehender Technologie zu einem guten Teil überwunden werden können. Davon erwarten wir auch neue Impulse für Entwicklung und Einsatz neuer Chipgenerationen.

Modellierung: Die Anforderung von Ressourcen sowie die rekonfigurierbaren Ressourcen und Chips selbst müssen geeignet modelliert werden. Während bei Betriebssystemen für Mikropro-

zessoren die wichtigsten Einflussgrößen weitgehend bekannt sind, sind viele Eigenschaften im Bereich der Hardwareanforderungen alles andere als klar, etwa die Anzahl und Form angeforderter Ressourcen, die Ausführungszeit oder der erforderliche Rekonfigurationsaufwand. Dennoch reden wir hier in Analogie zum Task-Begriff in der Softwarewelt konsequent von Hardwaretasks bzw. Hardwareprozessen, um Anforderungen zu bezeichnen. Allerdings erweist es sich als zweckmäßig, zwischen Tasks und Modulen zu unterscheiden. Dabei stellt ein Modul eine Hardwarekonfiguration dar, auf der gewisse Tasks ausgeführt werden können; wie wir noch näher erläutern werden, machen es relativ hohe Rekonfigurationszeiten, aber u. U. relativ kurze Taskzeiten möglich und wünschenswert, bestehende Module auch nach Ende einer Task für mögliche weitere Tasks ohne zusätzlichen Rekonfigurationsaufwand bereit zu halten. Dies illustriert bereits, dass die vorhandenen Ressourcen der Hardware geeignet modelliert werden müssen. Eigenschaften, wie die Unterbrechbarkeit von Hardwaretasks, Rekonfigurationsaufwand, Kommunikationsmodelle, etc., werden geeignet formalisiert.

Optimierung: Basierend auf den obigen mathematischen Modellen geht es bei der Optimierung darum, die vorhandenen Ressourcen effizient zu verwalten. In der Welt von Softwarebetriebssystemen sind hier die zentralen Probleme der Allokation von Ressourcen sowie der zeitlichen Zuteilung von Ressourcen unter dem Begriff der Ablaufplanung, engl. Scheduling, bekannt. Prinzipiell gilt dies auch für die Ressourcen auf einem rekonfigurierbaren Chip. Die Frage stellt sich nur, welche Optimierungsalgorithmen und welche Optimierungsziele im Rahmen der dynamischen Hardwarerekonfiguration zu verfolgen sind. Hier sollen drei unterschiedliche Szenarien untersucht werden: Das erste Szenario betrifft die optimale Allokation und Ablaufplanung einer statisch gegebenen Menge von Hardwaretasks zur Entwurfszeit. Die beiden anderen Szenarien gehen von unbekannten zeitlichen Anforderungen aus, wobei das erste von sich schnell ändernden Anfragen ausgeht, während das zweite eher den Fall betrachten soll, bei konstanter Last die Auslastung der Ressourcen zu optimieren.

Implementierung: Die obigen Verfahren werden im Kontext realer Hardware untersucht. Dazu wird ein Testsystem implementiert, in dem die verschiedenen Online-, Offline- und Caching-Algorithmen zur Allokation und Ablaufplanung auf einem Host laufen, der ein kommerzielles FPGA ansteuert. Diese Plattform und die Implementierung der Algorithmen werden als Beweis und Verifikation der Modellannahmen und Rekonfigurationsoverheads dienen.

Anwendung: Schließlich werden die implementierten Algorithmen auf der eben beschriebenen Plattform getestet. Als Anwendungen betrachten wir Anforderungen, die im Zusammenhang mit der Einbettung rekonfigurierbarer Knoten in verteilten Steuerungssystemen entstehen, sog. ReCoNets. Als Anwendungsszenario untersuchen wir die Anforderungen an ReCoNodes, für die in einem Netzwerk neue Hardwaretasks generiert werden. Dies ist realistisch beispielsweise im Bereich der Automobilinnenraumelektronik, für den am Lehrstuhl bereits Vorarbeiten geleistet wurden.

Weitere Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar:
http://www.reconodes.de

3.10 SpecVer: Verifikationsgerechte Specifikation komplexer Systeme

Projektleitung:

Dr. Reynaldo Zavala

Beteiligte:

Dr.-Ing. Christian Haubelt

Laufzeit: 1.10.2005 - 30.9.2008

Förderer: Bayerische Forschungsstiftung

Kontakt:

Dr.-Ing. Christian Haubelt
Tel.: +49.9131.85.25154, Fax: +49.9131.85.25149,
E-Mail: christian.haubelt@informatik.uni-erlangen.de

SpecVer erforscht neue Methoden zum Entwurf komplexer Systeme am Beispiel der Telekommunikationstechnik. Im Unterschied zu bisherigen Systemen werden auf hohem Abstraktionsniveau einsetzende, für nachträgliche Änderungen offene Top-Down-Zugänge zur Spezifikation sowie zur engeren Verknüpfung von Spezifikation und Verifikation entwickelt. Dadurch wird die Produktivität und Fehlersicherheit dieser Entwurfsschritte nachhaltig erhöht ("first-time-right"). Die Ergebnisse lassen sich auf andere Bereiche z.B. Automotive, übertragen.
Weitere Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar:
http://www12.informatik.uni-erlangen.de/research/specver.

3.11 SystemCoDesigner: Entwurfsraumexploration für eingebettete Systeme

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte: Dr.-Ing. Christian Haubelt, Dipl.-Inf. Thomas Schlichter

Beginn: 1.4.2005

Kontakt:

Dr.-Ing. Christian Haubelt
Tel.: +49.9131.85.25154, Fax: +49.9131.85.25149,
E-Mail: christian.haubelt@informatik.uni-erlangen.de

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.

Weitere Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar http: //www12.informatik.uni-erlangen.de/research/scd/.

3.12 SysteMoC: Darstellung von Berechnungsmodellen in SystemC

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

Beteiligte: Dr.-Ing. Christian Haubelt, Dipl.-Ing. (FH) Joachim Falk, Dipl.-Ing. Joachim Keinert, Dipl.-Inf. Thomas Schlichter

Beginn: 1.4.2005

Kontakt:

Dr.-Ing. Christian Haubelt
Tel.: +49.9131.85.25154, Fax: +49.9131.85.25149,
E-Mail: christian.haubelt@informatik.uni-erlangen.de

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.

Weiter Informationen sind im WWW unter folgender URL verfügbar: http://www12.informatik.uni-erlangen.de/research/systemoc/.

4 Publikationen

1. Design Space Exploration of Actor Based Specifications on FPGA.Vortrag: Workshop on Distributed Embedded Systems, Lorentz Center, Lorentz Center Leiden, The Netherlands, 22.11.2005.
2. Ahmadinia, Ali; Bobda, Christophe; Ding, Ji; Fekete, Sándor; Majer, Mateusz; Teich, Jürgen; van der Veen, Jan: A Practical Approach for Circuit Routing on Dynamic Reconfigurable Devices. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 16th IEEE International Workshop on Rapid System Prototyping (16th IEEE International Workshop on Rapid System Prototyping (RSP) Montreal, Canada June 8-10, 2005). 2005, S. 84-90.
3. Ahmadinia, Ali; Bobda, Christophe; Fekete, Sándor; Hannig, Frank; Majer, Mateusz; Teich, Jürgen; van der Veen, Jan: Defragmenting the Module Layout of a Partially Reconfigurable Device. In: Dr. Plaks, Toomas P. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Engineering of Reconfigurable Systems and Algorithms (International Conference on Engineering of Reconfigurable Systems and Algorithms (ERSA) Las Vegas, NV, USA June 27-30, 2005). 2005, S. 92-101. - ISBN 1-932415-74-2.

4. Ahmadinia, Ali; Bobda, Christophe; Fekete, Sándor; Majer, Mateusz; Teich, Jürgen; van der Veen, Jan: DyNoC: A Dynamic Infrastructure for Communication in Dynamically Reconfigurable Devices. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Field-Programmable Logic and Applications (International Conference on Field-Programmable Logic and Applications (FPL) Tampere, Finland August 24-26, 2005). 2005, S. 153-158.
5. Ahmadinia, Ali; Bobda, Christophe; Haller, Thomas; Linarth, Andre; Majer, Mateusz; Teich, Jürgen: Increasing the Flexibility in FPGA-Based Reconfigurable Platforms: The Erlangen Slot Machine. In: IEEE (Hrsg.): IEEE 2005 Conference on Field-Programmable Technology (IEEE Conference on Field-Programmable Technology (FPT) Singapore December 11-14, 2005). 2005, S. 37-42.
6. Ahmadinia, Ali; Bobda, Christophe; Ding, Ji; Majer, Mateusz; Teich, Jürgen: Modular Video Streaming on a Reconfigurable Platform. In: IFIP (Hrsg.): IFIP VLSI-SOC 2005 (IFIP VLSI-SoC Perth, Australia October 17-19, 2005). 2005, S. 103-108.
7. Ahmadinia, Ali; Bobda, Christophe; Majer, Mateusz; Teich, Jürgen: Packet Routing in Dynamically Changing Networks on Chip. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 12th Reconfigurable Architectures Workshop (12th Reconfigurable Architectures Workshop (RAW) Denver, USA April 4-5, 2005). 2005, S. 154b.
8. Ahmadinia, Ali; Bobda, Christophe; Kurapati, Rajesham; Majer, Mateusz; Niyonkuru, Adronis: Partial Configuration Design and Implementation Challenges on Xilinx Virtex FPGAs. In: VDE (Hrsg.): System Aspects in Organic and Pervasive Computing - Workshop Proceedings - Dynamically Reconfigurable Systems, Self-Organization and Emergence (Dynamically Reconfigurable Systems, Self-Organization and Emergence Innsbruck, Austria March 14-17, 2005). 2005, S. 61 - 66.
9. Ahmadinia, Ali; Bobda, Christophe; Fekete, Sándor; Haller, Thomas; Linarth, André; Majer, Mateusz; Teich, Jürgen; van der Veen, Jan: The Erlangen Slot Machine: A Highly Flexible FPGA-Based Reconfigurable Platform. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 13th Annual IEEE Symposium on Field-Programmable Custom Computing Machines (FCCM'05) (13th Annual IEEE Symposium on Field-Programmable Custom Computing Machines Marriott at Napa Valley, California, USA April 17-20, 2005). 2005, S. 319-320.
10. Bhattacharyya, Shuvra; Teich, Jürgen: Analysis of Dataflow Programs with Interval-Limited Data-rates. In: Journal of VLSI Signal Processing Systems, to appear (2005).
11. Chillet, D. Ménard; O. Sentieys, Daniel; Dutta, Hritam; Hannig, Frank; Keryell, Ronan; Kupriyanov, Alexey; Merker, Renate; Pottier, Bernard; Schaffer, Rainer; Siegel, Sebastian; Teich, Jürgen: Co-Design of Massively Parallel Embedded Processor Architectures. In: Sassatelli, Gilles (Veranst.): Proceedings of the first ReCoSoC Workshop (First ReCoSoC Workshop Montpellier, France June 27-29, 2005).
12. Dinkel, Thomas; Haubelt, Christian; Heinkel, Ullrich; Schlichter, Thomas; Teich, Jürgen: Automatische Verification von ADeVA-Spezifikationen. In: GI Press (Hrsg.): ITG/GI/GMM Workshop für Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen (ITG/GI/GMM Workshop für Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen Munich, Germany April 06-07, 2005).

13. Dinkel, Thomas; Haubelt, Christian; Heinkel, Ullrich; Knäblein, Joachim; Schlichter, Thomas; Schock, Stefan; Teich, Jürgen: Comparison of Techniques for the Automatic Verification of ADeVA Specifications. In: DASS (Hrsg.): Dresdener Arbeitstagung Schaltungs- und Systementwurf (Dresdener Arbeitstagung Schaltungs- und Systementwurf (DASS) Dresden, Germany April 13-14, 2005).

14. Dutta, Hritam; Hannig, Frank; Ruckdeschel, Holger; Teich, Jürgen: Automatic FIR Filter Generation for FPGAs. In: Pimentel, Andy D. (Hrsg.): Vassiliadis, Stamatis (Veranst.): In Proceedings of the 5th International Workshop on Embedded Computer Systems, Architectures, Modeling, and Simulation (SAMOS 2005) (Embedded Computer Systems: Architectures, Modeling, and Simulation. Island of Samos, Greece 2005-07-18). Bd. 3553. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2005, S. 51-61. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS)) - ISBN 3-540-26969-X.

15. Dutta, Hritam; Hannig, Frank; Teich, Jürgen: Control Path Generation for Mapping Partitioned Dataflow-dominant Algorithms onto Array Architectures. Hardware-Software-Co-Design, Am Weichselgarten 3, D-91058 Erlangen : University of Erlangen-Nuremberg, Department of CS 12, Hardware-Software-Co-Design. 2005. - Interner Bericht.

16. Dutta, Hritam; Hannig, Frank; Teich, Jürgen: Mapping a Class of Dependence Algorithms to Coarse-grained Reconfigurable Arrays -- Architectural Parameters and Methodology. In: International Journal of Embedded Systems (IJES) (to appear) (2005).

17. Ernst, Rolf; Haubelt, Christian; Jersak, Marek; Richter, Kai; Strehl, Karsten; Teich, Jürgen; Thiele, Lothar; Ziegenbein, Dirk: SPI-Workbench - Modellierung, Analyse und Optimierung eingebetteter Systeme. In: GI Press (Hrsg.): INFORMATOK 2005 -- Informatik LIVE (INFORMATOK -- Informatik LIVE 2005-09-23). Bd. P-68. Bonn, Germany : Gesellschaft für Informatik, 2005, S. 693-697. (Lecture Notes in Informatics) - ISBN 3-88579-397-0.

18. Falk, Joachim; Haubelt, Christian; Teich, Jürgen: Representing Models of Computation in SystemC. In: GI Press (Hrsg.): ITG/GI/GMM Workshop für Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen (ITG/GI/GMM Workshop für Methoden und Beschreibungssprachen zur Modellierung und Verifikation von Schaltungen und Systemen Munich, Germany April 06-07, 2005).

19. Gamenik, Jürgen; Haubelt, Christian; Teich, Jürgen: Initial Population Construction for Convergence Improvement of MOEAs. In: CIMAT (Veranst.): Evolutionary Multi-Criterion Optimization (Evolutionary Multi-Criterion Optimization (EMO) Guanajuato, Mexico March 9 - 11, 2005). Bd. 3410. Berlin, Heidelberg, New York : Springer, 2005, S. 191-205. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS)) - ISBN 3-540-24983-4.

20. Grabbe, Cornelia; Haubelt, Christian; Otto, Stephan; Teich, Jürgen: A System-Level Approach to Hardware Reconfigurable Systems. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of Asia and South Pacific Design Automation Conference (Asia and South Pacific Design Automation Conference Shanghai, China January 18-21, 2005). 2005, S. 298-301.

21. Hannig, Frank; Teich, Jürgen: Output Serialization for FPGA-based and Coarse-grained Processor Arrays. In: Dr. Plaks, Toomas P. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Engineering of Reconfigurable Systems and Algorithms (International Conference on Engineering of Reconfigurable Systems and Algorithms (ERSA) Las Vegas, NV, USA 2005-06-28). 2005, S. 78-84. - ISBN 1-932415-74-2.

22. Hannig, Frank; Haubelt, Christian; Schlichter, Thomas; Teich, Jürgen: Using Symbolic Feasibility Tests during Design Space Exploration of Heterogeneous Multi-Processor Systems. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Application-specific Systems, Architectures, and Processors (16th IEEE International Conference on Application-specific Systems, Architectures, and Processors (ASAP) Island of Samos, Greece July 23-25, 2005). 2005, S. 9-14. - ISBN 0-7695-2407-9.

23. Haubelt, Christian: Automatic Model-Based Design Space Exploration for Embedded Systems - A System Level Approach. Berlin : Dr. Köster, 2005. Zugl.: Hardware-Software-Co-Design, Am Weichselgarten 3, D-91058 Erlangen, University of Erlangen-Nuremberg, Department of Computer Science 12, Diss., 2005. - ISBN 3-89574-572-3.

24. Haubelt, Christian; Streichert, Thilo; Teich, Jürgen: Distributed HW/SW-Partitioning for Embedded Reconfigurable Systems. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of Design, Automation and Test in Europe (Design, Automation and Test in Europe (DATE'05) Munich, Germany March 7-11, 2005). 2005, S. 894-895.

25. Haubelt, Christian; Schlichter, Thomas; Teich, Jürgen: Improving EA-based Design Space Exploration by Utilizing Symbolic Feasibility Tests. In: ACM (Hrsg.): Proceedings of Genetic and Evolutionary Computation Conference (Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO) Washington, DC, USA June 25-29, 2005). 2005, S. 1945-1952.

26. Haubelt, Christian; Helwig, Sabine; Teich, Jürgen: Modeling and Analysis of Indirect Communication in Particle Swarm Optimization. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 2005 IEEE Congress on Evolutionary Computation (IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC) Edinburgh, Scotland 2005-09-02). Bd. 2. 2005, S. 1246-1253.

27. Haubelt, Christian; Streichert, Thilo; Teich, Jürgen: Online Hardware/Software Partitioning in Networked Embedded Systems. In: IEEE (Hrsg.): Proceedings of the 10th Asia and South Pacific Design Automation Conference (Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC) Shanghai, China January 18-21, 2005). 2005, S. 298-301.

28. Haubelt, Christian; Streichert, Thilo; Teich, Jürgen: Verteilte HW/SW-Partitionierung für fehlertolerante rekonfigurierbare Netzwerke. In: GI Press (Hrsg.): Proceedings of 17. ITG/GI/GMM Workshop für Testmethoden und Zuverlässigkeit und Fehlertoleranz von Schaltungen und Systemen (17. ITG/GI/GMM Workshop für Testmethoden und Zuverlässigkeit und Fehlertoleranz von Schaltungen und Systemen Innsbruck, Austria February 27 - March 1, 2005). 2005, S. 50-54.

29. Haubelt, Christian; Keinert, Joachim; Teich, Jürgen: Windowed Synchronous Data Flow. Hardware-Software-Co-Design, Am Weichselgarten 3, D-91058 Erlangen : University of Erlangen-Nuremberg, Department of CS 12, Hardware-Software-Co-Design. 2005. - Interner Bericht.

30. Mostaghim, Sanaz; Teich, Jürgen: Quad-trees: A Data structure for storing Pareto-sets in Multi-objective Evolutionary Algorithms with Elitism. In: Evolutionary Multiobjective Optimization -- Theoretical Advances and Applications. London : Springer, 2005, (Advanced Information and Knowledge Processing), S. 81-104. - ISBN 1-85233-787-7.

31. Teich, Jürgen: Cognitronics.Vortrag: Workshop Cognitronics, Universität Erlangen-Nürnberg, Medizinische Klinik, 29.01.2005.

32. Teich, Jürgen: Design Space Exploration for Systems on FPGA.Vortrag: Xilinx Research Labs, San Jose, USA, 07.10.2005.
33. Teich, Jürgen; Ziener, Daniel: Evaluation of Watermarking methods for FPGA-based IP-cores. Hardware-Software-Co-Design, Am Weichselgarten 3, D-91058 Erlangen : University of Erlangen-Nuremberg, Department of CS 12, Hardware-Software-Co-Design. 2005. - Interner Bericht.
34. Teich, Jürgen: Leistungsbewertung von InfiniBand HCA-Modellen.Vortrag: SystemC-Summit, IBM Deutschland Entwicklung GmbH, Böblingen, 18.07.2005.
35. Teich, Jürgen: Model-Based System-Level Design Using SystemC.Vortrag: Akademischer Tag, IBM Deutschland Entwicklung GmbH, Böblingen, 18.03.2005.
36. Teich, Jürgen (Hrsg.): The Future of Reconfigurable Computing. (DATE'05 Friday Workshop, Conference Design Automation and Test in Europe Munich, Germany March 11, 2005) 2005.
37. Wanka, Rolf (Hrsg.): Abstract-Sammlung des 51ten Workshops über Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen und Komplexitätstheorie. (51. Workshop über Datenstrukturen, Effiziente Algorithmen und Komplexitätstheorie Erlangen 15.03.2005) 2005.
38. Wanka, Rolf: Kurzperiodisches paralleles Sortieren.Vortrag: Universität Erlangen-Nürnberg, Kolloquium des Instituts für Angewandte Mathematik, 30.05.2005.
39. Wanka, Rolf: Paralleles Sortieren - Klassiker, Überrraschungen, Motor.Vortrag: Öffentliche Antrittsvorlesung im Rahmen des Tags der Informatik 2005, Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, 29.04.2005.
40. Wanka, Rolf: The Spectra of Popular Hypercubic Networks.Vortrag: Workshop "Algorithmic Aspects of Large and Complex Networks", Schloß Dagstuhl, 07.09.2005.

5 Studien- und Diplomarbeiten; Master Theses

5.1 Studienarbeiten

1. Aßmus, Stefan: Analyse von FPGA-Bitfiles zur Identifikation von Netlist-Cores
2. Körber, Matthias: Design und Implementierung verteilter in Hardware beschleunigter RC5-Dechiffrierer.
3. Ruckdeschel, Holger: Entwicklung eines VHDL-Codegenerators für hierarchisch partitionierte FIR-Filter.
4. Bezergikov, Oleksandr: Entwicklung eines bibliotheksbasierten Komponenteneditors für den Entwurf von System-on-a-Chip-Lösungen.
5. Haller, Thomas: Entwurf und Entwicklung einer FPGA Platine für dynamische Rekonfiguration.
6. Strengert, Christian: Entwurf und Implementierung eines Netzwerkmanagementsystems zur Analyse von Hardware/Software-rekonfigurierbaren Netzwerken.
7. Streubühr, Martin: Generierung von Simulatonsmodellen für heterogene eingebettete Systeme.
8. Bunin, Grygoriy: Implementierung von Bildverarbeitungsalgorithmen für ein Hardware/Software-rekonfigurierbares Netzwerk.

9. Deyhle, Andreas: Implementierung einer Bibliothek von konfigurierbaren Datenfluss-Modulen in SystemC.
10. Wildermann, Stefan: Implementierung einer Sprachsteuerung für einen mobilen Roboter unter Verwendung eines Bluetooth-Headsets.
11. Mitzlaff, Martin: Instruktionssatzentwurf und Codegenerierung für schwachprogrammierbare Prozessoren.
12. Pongratz, Rene: Integration von Wireless LAN in ein Embedded System zur Multimedia-Datenübertragung.
13. Grembler, Jan: Kalibrierung einer omnidirektionalen Kamera eines mobilen Roboters.
14. Glaß, Michael: Mehrstufige Systemsynthese basierend auf der Kombination von Pareto-Front-Arithmetik und Evolutionären Algorithmen.
15. Gladigau, Jens: Modellierung und Simulation eines InfiniBand-Protokolls mit SystemC.
16. Schütz, Alexander: Modellierung und Simulation der Netzwerk- und Datensicherungsschicht des InfiniBand-Protokolls mit SystemC.
17. Schneider, Markus: Navigation und Kollisionsvermeidung eines mobilen Roboters mit Hilfe von Infrarotsensoren.
18. Lukasiewycz, Martin: Untersuchung von kombinierten BDD- und SAT-basierten Verfahren zur Erzeugung gültiger Implementierungen bei der Systemsynthese.

5.2 Diplomarbeiten

1. Schock, Stefan: Abbildung von ADeVA-Spezifikationen auf Esterel zur automatischen Verifikation.
2. Asemann, Peter: Entwurf und Implementierung einer Steuerungssoftware für einen embedded PowerPC auf einem rekonfigurierbaren FPGA-System.
3. Leipold, Markus: Hardware-Software-Co-Design eines InfiniBand-HCA mit SystemC.
4. Mühlbauer, Felix: Implementierung eines eingebetteten Hardware/Software Punktverfolgungs-Systems in FPGA.
5. Götze, Andreas: Implementierung eines Dynamischen und Kooperativen Gebietserkundungsverfahrens für die Robertinos auf der Erlangen Slot Machine.
6. Böhm, Niko: Konzeption und Implementierung von Hardware-Checkpointing und Hardware-Software-Morphing in einem verteilten eingebetteten System.
7. Dittrich, Steffen: Konzeption und Implementierung einer Infrastruktur für Betriebssystemdienste wie auch deren Analyse und Umsetzung.
8. Helwig, Sabine: Roboterschwarm-Optimierung.

5.3 Master Theses

1. Kurapati, Rajesham: Design and Implementation of Intrachip Network.
2. Sivalingam, Radhika: VLSI-Design and Implementation of a Coarse-Grained Reconfigurable Processing Element and Interconnection.

Informatik-Forschungsgruppe M (Medizinische Informatik)

Anschrift: Martensstraße 3, 91058 Erlangen

Tel.: +49.9131.85.25235 **Fax:** +49.9131.85.26754

E-Mail:martin.ross@imi.med.uni-erlangen.de

Leiter der Forschungsgruppe:

Prof. Dr. biol. hom. Hans-Ulrich Prokosch

Wiss. Mitarbeiter:

PD Dr. Thomas Bürkle
Corina Dumitru, M.D.
Dr. Thomas Ganslandt
Dipl.-Inf. Frederic Gerdsen
Dr. Hubert Seibold

Nichtwiss. Personal:

Siegfried Lüders

Sekretariat:

Martin Ross

1 Einführung

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 in diesen Aufgaben zu unterstützen. Die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte und des elektronischen Arztausweises führen zu einer zunehmenden Vernetzung mit vielen neuen Aufgabengebieten. Die Realisierung einer multimedialen elektronischen Patientenakte stellt immer noch eine große Herausforderung dar.

Am Lehrstuhl für Medizinische Informatik / Forschungsgruppe M bearbeiten wir in verschiedenen Arbeitsgruppen unterschiedliche Teilbereiche dieses Spektrums. Schwerpunkte unserer Forschungen liegen auf der Konzeption und Einführung Elektronischer Krankenakten, der Integration wissensverarbeitender Funktionen in Krankenhausinformationssysteme, der Modellierung und Abbildung von Arbeitsabläufen sowie der Visualisierung klinischer Behandlungspfade mit dem Ziel der Prozessoptimierung in der Medizin.

Wissensmanagement, Data-Warehouse-Anwendungen und Data Mining, die Konzeption von Bilddatenmanagementsystemen, die Entwicklung von Methoden und Verfahren zur Sektorübergreifenden Vernetzung bis hin zur Bereitstellung elektronischer Gesundheitsakten für den

Bürger sowie die Evaluation der Auswirkungen von EDV-Maßnahmen und elektronischen Informationsmedien auf die Beteiligten im Gesundheitssystem runden unser Forschungsprofil ab.

Der Leiter des Lehrstuhls für Medizinische Informatik, Professor Hans-Ulrich Prokosch, ist als Chief Information Officer (CIO) gleichzeitig für die operative Gestaltung und strategische Weiterentwicklung der Informationsverarbeitung im Universitätsklinikums Erlangen verantwortlich.

2 Forschungsschwerpunkte

- Krankenhausinformationssysteme
- Elektronische Patientenakten, Visualisierung Medizinischer Behandlungspfade
- Telematikanwendungen im Gesundheitswesen
- Prozessanalyse und Prozessmodellierung
- Medizinische Ontologien und Medizinische Wissensverarbeitung

2.1 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

Diverse IT-Werkzeuge und klinische Applikationen, unter anderem Aris Workflow-Management-Werkzeug, ICU-Data Patientendatenmanagementsystem, Cognos Data Warehouse, verschiedene Webapplikationen

Kooperationsbeziehungen

- Dozentenaustausch mit der Privaten Universität für Medizinische Informatik und Technik (UMIT, Innsbruck) im Rahmen des Erasmusprogramms
- Kooperation Hochschule für Technik und Informatik, Bern

3 Forschungsprojekte

3.1 Analyse der Einstellung von Patienten und Ärzten zum veränderten Patienten-Arzt-Verhältnis

Projektleitung:

Dr. Christine Birkmann

Laufzeit: 1.1.2005 - 31.12.2005

Kontakt:

Dr. Christine Birkmann
Tel.: +49.9131.85.26755, Fax: +49.9131.85.26754,
E-Mail: christine.birkmann@mik.imed.uni-erlangen.de

Internetnutzung in Gesundheitsfragen

1. Befragung der Bevölkerung von Erlangen

Basierend auf der Vorstellung von dem Patienten als Konsument von Gesundheitsdienstleistungen sollen der derzeitige Internet-Gebrauch, die Einstellungen und Bedürfnisse der deutschen Bevölkerung bzgl. der Nutzung von Internet-Technologien in Gesundheitsfragen erfasst werden. Dazu wurde eine Stichprobe der Erlanger Bevölkerung anhand eines spezifisch entwickelten Fragebogens befragt.

2. Befragung der Bevölkerung der Region Ingolstadt

Basierend auf der Vorstellung von dem Patienten als Konsument von Gesundheitsdienstleistungen sollen der derzeitige Internet-Gebrauch sowie die Einstellungen und Bedürfnisse der deutschen Bevölkerung bzgl. der Nutzung von Internet-Technologien in Gesundheitsfragen erfasst werden. Dazu wurde die Bevölkerung der Region Ingolstadt/Eichstätt/ Pfaffenhofen/Neuburg-Schrobenhausen anhand eines spezifisch entwickelten Fragebogens zu deren gesundheits-orientierter Internetnutzung befragt. Die Fragebögen wurden über einen Zeitraum von mehreren Wochen in den Arztpraxen der beschriebenen Region verteilt.

Hintergrund für die beiden Aktionen in Erlangen und der Region Ingolstadt ist die im Zusammenhang mit der elektronischen Vernetzung des Gesundheitswesens zunehmend selbstständigere und aktivere Rolle der Patienten, die zunehmend als kritische Konsumenten des Gesundheitswesens auftreten.

Eine ähnliche Befragung wird derzeit auch auf europäischer Ebene durchgeführt (s. Projektbeschreibung „WHO/European eHealth Consumer Trends Survey" auf dieser Website).

3.2 Analyse der Rahmenbedingungen zur Einführung einer sektorübergreifenden Elektronischen Patientenakte im Raum Erlangen

Projektleitung:

Frankewitsch, Thomas

Beteiligte: Söhnlein, Sven

Laufzeit: 1.3.2004 - 31.12.2005

Kontakt:

Martin Ross
Tel.: +49.9131.85.26720, Fax: +49.9131.85.26754,
E-Mail: martin.ross@imi.med.uni-erlangen.de

In verschiedenen Projekten zur sektorübergreifenden Vernetzung beschäftigen sich die deutschen Krankenhäuser zur Zeit mit der Fragestellung einer elektronischen Kommunikation mit niedergelassenen Ärzten bzw. mit dem Aufbau einer gemeinsamen EPA.

Neben der Frage, welche technologischen Voraussetzungen für eine solche Installation bei den Ärzten zu schaffen sind, ist die Frage der Einbindung in die jeweiligen Arbeitsabläufe innerhalb der Praxen der niedergelassenen Ärzte für die Akzeptanz eines solchen Systems von größter Bedeutung.

Im Rahmen dieses Projektes soll deshalb folgenden Fragestellungen nachgegangen werden:

1. Analyse der Anforderungen die entsprechende sektorübergreifende Projekte an die EDV-Infrastruktur in einer Arztpraxis stellen.

2. Analyse der Ist-Situation der EDV-Infrastruktur in ausgewählten Erlanger Arztpraxen

3. Analyse der heutigen Arbeitsabläufe in ausgewählten Erlanger Arztpraxen, um heraus zu finden, in welchen derzeitigen Arbeitsprozessen eine externe Kommunikation (z.B. Krankenhauseinweisung, Entgegennahme eines Arztbriefs aus einem Krankenhaus, Rückgriff auf Vorbefunde anderer Vorbehandler) gegeben ist und wie sich dort die Client-Software der EPA einbetten lässt.

Ziel des Projektes ist es, herauszufinden, ob die technische Infrastruktur und die heutigen Arbeitsprozesse in den Praxen niedergelassener Ärzte auf die Einführung einer solchen Elektronischen Patientenakte vorbereitet sind.

3.3 Aufgaben und Architekturen einrichtungsweiter Bilddatenmanagementsysteme in der Medizin

Projektleitung:

Dr. Thomas Kauer

Beteiligte: Dr. Christine Birkmann

Laufzeit: 1.6.2004 - 31.5.2006

Förderer: DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt:

Dr. Thomas Kauer
Tel.: +49.9131.85.36743, Fax: +49.9131.85.36799,
E-Mail: thomas.kauer@mik.imed.uni-erlangen.de

Medizinische Bilddatenmanagementsysteme werden noch überwiegend als radiologische Abteilungsinformationssysteme betrachtet. Aufbauend u. a. auf dem DFG-Workshop vom April 2004 ist das erste Ziel des Vorhabens die Modellierung der Abläufe in allen Bilddaten erzeugenden und nutzenden medizinischen Fächern innerhalb der einzelnen Abteilung und als Teil des klinikumsweiten Workflows am Beispiel der Radiologie, Pathologie und Endoskopie an den Universitätsklinika Mainz und Erlangen. Im Mittelpunkt steht das Verständnis der Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Nutzung bildgebender Verfahren zwischen den einzelnen Fachrichtungen.

Darauf aufbauend soll als zweites Ziel ein Anforderungskatalog zu Aufgaben und Architekturen einrichtungsweiter Bilddatenmanagementsysteme erarbeitet werden, der um die für alle Fächer geltenden Anforderungen der Bilddatenverwaltung und Datenspeicherung und -archivierung die fachrichtungsspezifischen der Bilddatenakquisition und -befundung gruppiert ist und der so möglichst verallgemeinerbar die Bedürfnisse der analysierten Fachabteilungen erfasst. So wird versucht, ein generisches Modell für die Nutzung von Bilddaten und die Anforderungen an Bilddatenmanagement-systeme abzubilden. Der Anforderungskatalog soll Klinika bei der Beschaffung und die Industrie bei der Entwicklung von Bilddatenmanagementsystemen unterstützen.

Als drittes Ziel soll ein webbasiertes Softwarewerkzeug entwickelt werden, in dem zu beantragende und bereits bestehende Installationen dokumentiert werden können. Die hierbei vorgesehenen Auswertemöglichkeiten und Plausibilitätsprüfungen werden eine wichtige Hilfe z. B. auch in Begutachtungsverfahren darstellen.

3.4 Evaluation der Funktionalität und Nutzung von Elektronischen Gesundheitsakten

Projektleitung:

Prof. Dr. biol. hom. Hans-Ulrich Prokosch

Beteiligte: Corina Dumitru, M.D.

Laufzeit: 1.7.2003 - 31.12.2005

Kontakt:

Corina Dumitru, M.D.
Tel.: +49.9131.85.26758, Fax: +49.9131.85.26754,
E-Mail: corina.dumitru@imi.med.uni-erlangen.de

In den letzten Jahren wurde der Zugang von Patienten zu ihren eigenen Krankenakten als eine Möglichkeit beschrieben, Patienten mehr Mitspracherecht in Ihrer Gesundheitsversorgung zu verleihen. Der Zugriff auf entsprechende Elektronische Patienten- oder Gesundheitsakten wird im Rahmen vieler eHealth-Initiativen als ein wesentlicher Meilenstein für die Gesundheitsversorgung im 21. Jahrhundert angesehen. Während einige Krankenhäuser (vor allem in den USA) begonnen haben, ihre Informationssysteme für Patienten zugänglich zu machen, wurden zusätzlich Internet-basierte Systeme zur direkten Bereitstellung Elektronischer Gesundheitsakten (EGA) für den mündigen Bürger geschaffen.

Laut Waegemann (Medical Records Institute, USA) gehen derartige Elektronische Gesundheitsakten insofern über elektronische Patientenakten hinaus, als die Patienten Schreib- und Lesezugriff auf diese Akten kontrollieren können und deren Inhalte in Zusammenarbeit mit Ihren Gesundheitsbetreuern pflegen. Abgesehen von diagnostischen und therapeutischen Daten über die Krankheiten eines Patienten kann eine EGA Gesundheitsdaten, z.B. Impfungen, Ess- und Trinkgewohnheiten oder Daten über Vorsorgeuntersuchungen, beinhalten.

Das Konzept einer solchen EGA wurde in der medizin-informatischen Fachliteratur unseres Wissens nach von Schoenberg und Safran erstmals vorgestellt. Vor allem in den USA wurden kommerzielle Web-Seiten über die eines solche EGA angeboten wird, seit den späten 1990er Jahren eingerichtet. Zwei amerikanische Forschungsgruppen untersuchten im Jahre 2000 diese EGA-Einführungen. Ihren Forschungen nach zeigten sich die seinerzeit zugänglichen persönlichen Elektronischen Gesundheitsakten als „nur begrenzt funktionsfähig" bzw. konnte der Stand der Technik „am besten als Beta-Version charakterisiert" werden. Die Autoren waren jedoch hinsichtlich der Zukunft persönlicher Elektronischer Gesundheitsakten zuversichtlich und sagten voraus, dass sich diese Programme hinsichtlich Bedienbarkeit und Funktionalität bedeutend verbessern würden, wenn die Branche aus den Kinderschuhen heraus sei und über mehr Erfahrung verfüge.

Aufsetzend auf diesen amerikanischen Forschungsarbeiten ist es das Ziel unseres Projektes, zunächst die in den amerikanischen Publikationen beschriebenen EGAs erneut zu analysieren und anschließend eine ähnliche Analyse der im deutschsprachigen Web erhältlichen Elektronischen Gesundheitsakten durchzuführen.

Publikationen

1. Dumitru, Corina; Richter, W.; Ganslandt, Thomas; Ückert, Frank; Prokosch, Hans-Ulrich: Web-based Personal Consumer Health Records: overview and a pilot evaluation study. In: Journal for quality of life research 2 (2004), Nr. 1 (Special issue), S. 44-47.
2. Dumitru, Corina; Ross, Martin; Prokosch, Hans-Ulrich: Web based personal health records in Germany: clinical utility and internet promotion. In: Journal for quality of life research 3 (2005), Nr. 2 (Supplement 1), S. 29-32.

3.5 Intelligente Vernetzung und Adaption von IT-Systemen zur Qualitätssteigerung der Behandlung von Glaukompatienten

Projektleitung:

Prof. Dr. biol. hom. Hans-Ulrich Prokosch

Beteiligte: Dipl.-Inf. Frederic Gerdsen

Laufzeit: 1.7.2003 - 30.6.2006

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft, SFB 539: Teilprojekt C5

Mitwirkende Institutionen: Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenbanksysteme) der Universität Erlangen-Nürnberg, Augenklinik des Universitätsklinikums Erlangen

Kontakt:

Prof. Dr. biol. hom. Hans-Ulrich Prokosch
Tel.:+49.9131.85.26721, Fax:+49.9131.85.26754,
E-Mail: ulli.prokosch@imi.med.uni-erlangen.de

Für eine effektive und erfolgreiche Behandlung von Glaukompatienten ist eine regelmäßige Kontrolle vieler Faktoren (Augeninnendruck, Medikation, Allergien, Form und Grad des Glaukoms) unter Berücksichtigung des individuellen Patientenkontexts (Krankheitsverlauf, Behandlungshistorie etc.) unerlässlich. Der Screening-/Diagnostik-/Therapie-Prozess kann sich dabei im Kontext des SFB 539 über verschiedene Phasen von Patientenkontakten erstrecken, beginnend mit dem Screening-Feldversuch (durchgeführt im Teilprojekt A.4) über die ambulante Diagnostik und Abklärung bis hin zur (ambulanten oder stationären) Therapie und der regelmäßigen Nachsorge.

Eine effektive Forschung ist nur möglich, wenn die dabei verwendeten medizinischen Daten aus dem unmittelbaren Prozess der Krankenversorgung abgeleitet werden, sich über Anwendungssystemgrenzen hinweg in einem konsistenten, aufeinander abgestimmten Zustand befinden und automatisch Bestandteil einer lebenslangen elektronischen Krankenakte werden. Im Rahmen einer immer dringlicher werdenden sektorübergreifenden Vernetzung muss gleichzeitig die Integration dieser Daten in institutionsübergreifende elektronische Patientenakten bis hin zur persönlichen Gesundheitsakte eines Bürgers berücksichtigt werden. Ziel des Teilprojekts C5 ist daher die Schaffung vernetzter, mit den verschiedenen Ausprägungsstufen elektronischer Akten integrierter und modular anpassbarer IT-Komponenten sowohl zur Unterstützung von

Diagnostik und Behandlung von Glaukompatienten als auch zur Unterstützung von Forschungsarbeiten. Zur Optimierung des Zusammenspiels der verschiedenen zu integrierenden IT-Komponenten und der klinischen Arbeitsprozesse ist eine prozessunterstützende Datenlogistik zu entwickeln.

Medizinische Daten können in diesem Kontext in verschiedenen Stufen des Patientenkontakts anfallen, werden zum Teil durch ärztliches Personal oder ärztliches Hilfspersonal erhoben und dokumentiert oder mittels signal-/bilderzeugender Modalitäten gewonnen (z.B. Screening im Feldversuch, Pulse-Air-Tonometer, Scanning Laser Tomograph (HRT), Frequency-Doubling-Perimeter (FDT), Non-Mydriatic-Funduskamera, ambulante Zweituntersuchung, automatische diagnostische Unterstützung durch statistische und bildverarbeitende Komponenten und Selbst-Tonometrie (durch Patienten) in der diagnostischen Kontrolle.

Das Datengut

- kann dabei z.B. zunächst in Relation zu Bürgern (Screening-Feldversuch) stehen, die noch keinen unmittelbaren Kontakt zum Erlanger Universitätsklinikum haben müssen,
- anschließend für eine Subpopulation (ausgewählte Bürger, die zur ambulanten Zweituntersuchung einbestellt werden) erhoben werden, die ambulante (bzw. später evtl. auch stationäre) Patienten in der Erlanger Augenklinik sind und
- im Rahmen einer kontinuierlichen Verlaufsbeobachtung (z.B. mittels der Selbst-Tonometrie) auch durch Patienten selbst dokumentiert werden.

Diese Daten müssen kommuniziert werden mit einem breiten Spektrum an Gesundheitsversorgern aus unterschiedlichen Sektoren des Gesundheitswesens bis hin zum Bürger/Patienten selbst.

Heute werden die Daten noch in vielen, nicht ausreichend miteinander verbundenen Einzelsystemen erhoben und in voneinander unabhängig konzipierten Datenbanken gehalten. Oftmals werden sie an einem Ort erhoben, verbleiben dort und werden nicht mit Daten verknüpft, die in anderen Phasen der Diagnostik/Therapie aus anderen Quellen erhoben werden. Eine optimale Diagnostik und Therapie durch die behandelnden Ärzte benötigt aber einen Einblick in alle über den Patienten vorhandene Informationen unabhängig von Ort und Zeitpunkt deren Entstehung.

Das im Sonderforschungsbereich entwickelte Glaukomregister soll ein Ort sein, an dem viele solcher dezentral aufgenommenen Daten zusammenfließen und aus dem wiederum Kommunikationsprozesse zu Komponenten der elektronischen Krankenakte bzw. sogar einer Elektronischen Gesundheitsakte angestoßen werden. Müssen heute die in verschiedenen Phasen und an verschiedenen Orten erhobenen Daten meist noch manuell und damit fehleranfällig von einem DV-Anwendungssystem in ein anderes übertragen werden, so ist es das Ziel dieses Teilprojektes, die Datenflüsse zwischen diesen zum Teil schon existierenden, zum Teil noch im Aufbau begriffenen DV-Anwendungen aufbauend auf einer intelligenten prozessgestützten Datenlogistik (IntDaLog) zu automatisieren. Dadurch wird eine Integration zwischen rein forschungsorientierten IT-Komponenten (u.a. das Screening im Feldversuch), den im Erlanger Universitätsklinikum zukünftig eingesetzten Modulen einer Elektronischen Krankenakte und den sektorübergreifend zu realisierenden Bausteinen einer Elektronischen Patienten- bzw. Gesundheitsakte realisiert.

Publikationen

1. Müller, Sascha; Gerdsen, Frederic; Prokosch, Hans-Ulrich; Jablonski, Stefan: Standardisierte Kommunikation medizinischer Befunddaten aus einem Glaukom-Screening-Programm in eine elektronische Krankenakte mittels SCIPHOX/CDA. In: GMDS e.V. (Hrsg.): GMDS e.V. (Veranst.): GMDS 50. Jahrestagung Freiburg 2005 (50. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (gmds) Freiburg 11.-13.09.2005). 1. Aufl. Freiburg : GMDS, 2005, S. 121-123.
2. Gerdsen, Frederic; Müller, Sascha; Bader, Elisabeth; Poljak, M.; Jablonski, Stefan; Prokosch, Hans-Ulrich: Standardized exchange of medical data between two different screening-programs and an electronic health record using SCIPHOX. In: Journal for quality of life research 3 (2005), Nr. 2 (Supplement 1), S. 141-144.
3. Gerdsen, Frederic; Baleanu, D.; Michelson, Georg; Prokosch, Hans-Ulrich: Integrated and networked information systems for glaucoma research and patient care. In: Journal for quality of life research 2,1 (2004), Nr. (special issue), S. 151-154.
4. Gerdsen, Frederic; Müller, Sascha; Bader, Elisabeth; Jablonski, Stefan; Prokosch, Hans-Ulrich: Einsatz von CDA/SCIPHOX zur standardisierten Kommunikation medizinischer Befunddaten zwischen einem Schlaganfall-/Glaukom-Screening-Programm und einer elektronischen Gesundheitsakte (EGA). In: Telemed (Veranst.): Telemed 2005 (Telemed 2005). Bd. 1, 1. Aufl. Berlin : Verlag des Veranstalters, 2005, S. 1-13.

3.6 Konzeption und Aufbau eines Internet-Portals für ein Forschungsnetz in der Medizin

Projektleitung:

Dr. Thomas Ganslandt

Beteiligte: Dipl.-Inf. Andreas Klein

Laufzeit: 1.10.2003 - 30.9.2008

Förderer: Netzwerk für seltene Erkrankungen: Epidermolysis Bullosa (EB); molekulare Pathomechanismen und neue Therapie-Strategien

Kontakt:

Dr. Thomas Ganslandt
Tel.: +49.9131.85.26753, Fax: 049.9131.85.26754,
E-Mail: thomas.ganslandt@imi.med.uni-erlangen.de

Dieses Netzwerk befasst sich mit den Ursachen, der Diagnose, der Prophylaxe und Behandlung der Epidermolysis Bullosa (EB), einer Gruppe von erblichen Hautkrankheiten, die durch traumainduzierte Blasenbildung der Haut und der Schleimhäute charakterisiert ist. Die chronische Hautfragilität bei Betroffenen hat einen hohen persönlichen, medizinischen und sozioökonomischen Einfluss auf das Leben der Patienten und ihrer Angehörigen.

Wegen der Seltenheit der EB ist die klinische Erfahrung vieler Ärzte gering und Informationen über Spezialisten, die für die Diagnostik- und Therapiefragen herangezogen werden können,

sind oft nicht vorhanden. Diese Konstellation führt dazu, dass viele Patienten erst nach langer Zeit eine kompetente Beratung und Behandlung erhalten. Ferner existiert z. Zt. noch keine kausale Therapie für die EB.

Die geplanten Forschungsvorhaben zielen einerseits auf ein besseres Angebot von klinischen und diagnostischen Aspekten der EB sowie auf eine vollständigere Dokumentation in Form von Patientenregister und Datenbank, andererseits auf besseres Verständnis der Krankheitsmechanismen als Voraussetzung für die Entwicklung von neuen Therapieansätzen. Diese Erkenntnisse werden durch klinische, molekular- und zellbiologische, strukturelle Analysen sowie mit Studien mit transgenen Mäusen oder Gentransfer in vitro erarbeitet. Von der geplanten Zusammenarbeit erwarten wir wichtige neue Kenntnisse über die Pathophysiologie der EB. Ein Verständnis der Schlüsselvorgänge der Pathogenese wird neue diagnostische und therapeutische Anwendungen liefern und einen Effekt bezüglich diagnostischer Dienstleistungen, Prognose, genetischer und präventiver Beratung, Pflege sowie Betreuung von EB Patienten haben.

Im Teilprojekts zur Bereitstellung einer Basis-Informationstechnologie liegt der Schwerpunkt auf der Konzeption und Realisierung einer zentralen Internet-basierten Datenbank sowie eines Internet-Portals für das Netzwerk. Der in der Datenbank zu speichernde klinische Kerndatensatz wird mit den Partnern des Forschungsnetzes und mit internationalen EB-Registern abgestimmt, sodass die hier gewonnenen Daten international vergleichbar sind.

Publikationen

1. Ganslandt, Thomas; Ruderich, Franz; Prokosch, Hans-Ulrich: Building a communication infrastructure for a multi-centric research network. In: Journal for quality of life research 2 (2004), Nr. 1 (Special issue), S. 125-127.

3.7 Pathifier: ein Werkzeug zur Visualisierung klinischer Behandlungsabläufe

Projektleitung:

Dr. Thomas Ganslandt

Beteiligte: Jantsch, Stefan; Mascher, Kerstin

Laufzeit: 1.1.2004 - 31.12.2006

Das Gesundheitswesen wird mit ständig wachsenden Anforderungen in Bezug auf Kosteneffizienz und Qualitätssteigerung konfrontiert. Im Zuge der Umsetzung von klinischen Leitlinien und Patientenpfaden nimmt die Analyse und Optimierung von klinischen Arbeitsabläufen hierbei einen zunehmenden Stellenwert ein.

In der stationären und ambulanten Versorgung wird routinemäßig eine Vielzahl von Datenelementen dokumentiert und digital erfasst, die jedoch mit den bisher zur Verfügung stehenden Auswertungswerkzeugen nur unzureichend für die Betrachtung von Workflow-Aspekten erschlossen werden konnten.

Ziel des "Pathifier"-Projekts ist die Konzeption, Implementierung und Routineeinführung eines

Werkzeugs zur Visualisierung von Patientendaten. Das System verwendet ein Zeitstrahl-Paradigma, mit dem eine Vielzahl von Datenelementen zu Behandlungsabläufen intuitiv grafisch dargestellt werden kann. Pathifier greift auf die im Rahmen der Routinedokumentation erfassten Datenelemente zurück, so dass für die Visualisierung keine zusätzliche Dokumentationsarbeit erforderlich ist. Nach Abschluß der Basisprogrammierung ist Pathifier in die Routinenutzung am Universitätsklinikum überführt worden und wird z.Zt. im laufenden Betrieb evaluiert. Weitere Ausbaustufen des Systems zielen auf die Integration eines DRG-Web-Groupers sowie die integrierte Visualisierung von Patientenpfaden.

Publikationen

1. Ganslandt, Thomas; Kunzmann, Udo, Dipl. Kaufmann (Univ.); Diesch, Katharina; Palffy, Peter; Prokosch, Hans-Ulrich: Semantic challenges in database federation: lessons learned. In: Studies in health technology and informatics 116 (2005), S. 551-556.
2. Ganslandt, Thomas; Jantsch, Stefan; Mascher, Kerstin; Prokosch, Hans-Ulrich: Digging for hidden gold: timeline-based visualization of heterogeneous clinical data. In: Journal for quality of life research 3 (2005), Nr. 2 (Supplement 1), S. 82-84.

3.8 Prozessmodellierung im Krankenhaus

Projektleitung:

PD Dr. Thomas Bürkle

Beteiligte: PD Dr. Thomas Bürkle

Beginn: 1.1.2005

Kontakt:

PD Dr. Thomas Bürkle
Tel.: 049.9131.85.26790, Fax: +49.9131.85.26754,
E-Mail: thomas.buerkle@imi.med.uni-erlangen.de

In diesem Projekt werden klinische Abläufe in der Poliklinik für Kieferorthopädie mit dem Werkzeug Aris abgebildet. Die Basis für diese Arbeit bildet das Qualitätsmanagement-Handbuch der Klinik. Die Poliklinik für Kieferorthopädie betreibt ein aktives Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9001 und hat das Qualitätsmanagement-Handbuch überwiegend prozessorientiert aufgebaut. Die bisherige Darstellung in einem einfachen Word Dokument bewirkt massive Probleme bei allfälligen Änderungen der Prozessabläufe.

In dem Projekt soll untersucht werden, inwieweit das vorliegende Qualitätsmanagement-Handbuch, exemplarisch auch für die Handbücher anderer Kliniken der Universitätsklinik Erlangen, mit den Werkzeugen des Prozessmanagement Tools Aris der Firma ids Scheer abgebildet und umgesetzt werden kann und ob sich daraus für Präsentation und Pflege des Qualitäts-management-Handbuches Vorteile ableiten lassen. Untersucht werden soll auch die Umsetzbarkeit der nicht prozessorientierten Anteile des Handbuches sowie die Verbindung zu Dokumenten der Poliklinik für Kieferorthopädie die bisher als Anhang geführt werden.

Es ist beabsichtigt, eine Präsentation im HTML Format für das Intranet der Universitätsklinik Erlangen zu erstellen.

Weitere Aufgaben im Bereich der Proezssmodellierung können sich anschliessen.

3.9 Verbesserung des Dokumentations- und Berichtswesens im Kontext der DRG-basierten Abrechnung

Projektleitung:

Prof. Dr. biol. hom. Hans-Ulrich Prokosch

Beteiligte: Dipl.-Inf. (FH) Katharina Diesch, Dr. Thomas Ganslandt

Laufzeit: 1.7.2003 - 28.2.2006

Kontakt:

Dr. Thomas Ganslandt
Tel.: +49.9131.85.26753, Fax: 049.9131.85.26754,
E-Mail: thomas.ganslandt@imi.med.uni-erlangen.de

Der Ruf nach der Beschaffung von Data Warehousesystemen wird in vielen deutschen Krankenhäusern angesichts der derzeitigen Neugestaltung der Krankenhausfinanzierung immer lauter. Auf dem Markt angeboten werden solche Systeme z. Zt. unter den Namen Management Informationssystem (MIS), Führungsinformationssystem (FIS), integriertes Managementinformationssystem, Business Warehousesystem (BW) und vielen anderen Namen. Technologisch basierend all diese Systeme auf ELT-Komponenten (die als Schnittstellen zur den Primärsystemen des Krankenhauses dienen, deren Daten im Data Warehouse zusammengeführt werden sollen), OLAP-Komponenten und Komponenten zur Präsentation und Verteilung der erzeugten Berichte an die jeweiligen Zielgruppen.

In den meisten Projekten zur Einführung eines Data Warehoussystems im Krankenhaus wird allerdings diesen technischen Komponenten eine viel zu hohe Bedeutung beigemessen. Den grundlegenden konzeptionellen Fragestellungen

- Wer benötigt zu welchem Zeitpunkt in welcher Form welche Informationen als Grundlage für welche Entscheidungen?
- Auf welchem Weg kommuniziert man strategische Entscheidungsinformationen am geeignetsten an die jeweiligen Entscheidungsträger?
- Wie können Auswertungen aus Data Warehousesystemen am effizientesten aufbereitet und in Zielvereinbarungsgesprächen zwischen der Krankenhausleitung und Klinikdirektoren eingesetzt werden?
- Welche Rahmenbedingungen müssen geschaffen werden, damit das Krankenhaus-Management die erzeugten Berichte effizient für die Festlegung zukünftiger Unternehmensziele und für die Entscheidung der zukünftigen strategischen Ausrichtung einsetzen kann?

- Welche Rahmenbedingungen müssen geschaffen werden, damit eine effiziente Informations- und Kommunikationskultur hinsichtlich entscheidungsrelevanter Informationen im Krankenhaus entsteht?

wird dabei sehr häufig in der Projektvorbereitung keinerlei oder nur sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dies obwohl in der einschlägigen Fachliteratur immer wieder darauf hingewiesen wird, dass das Scheitern von Data-Warehouse-Projekten in den wenigsten Fällen auf technologische Probleme zurückzuführen ist, sondern vielmehr die unklare Zielsetzung eines solchen Projektes dazu führt, dass das Potential eines derartigen Führungsinstruments nicht genutzt wird.

Ziel unseres Projektes ist es deshalb, den oben aufgeführten Fragestellungen in einem ausgewählten Analyse-/Berichtsumfeld (DRG-Controlling) nachzugehen und in Kooperation mit einigen Kliniken, dem Finanzdezernat und dem Vorstand des Universitätsklinikums Erlangen ein Konzept für ein modernes Analyse- und Berichtswesen im Krankenhaus zu erarbeiten.

3.10 WHO/European eHealth Consumer Trends Survey

Projektleitung:

Prof. Dr. biol. hom. Hans-Ulrich Prokosch

Beteiligte: Corina Dumitru, M.D.

Laufzeit: 1.6.2005 - 1.6.2008

Kontakt:

Corina Dumitru, M.D.
Tel.: +49.9131.85.26758, Fax: +49.9131.85.26754,
E-Mail: corina.dumitru@imi.med.uni-erlangen.de

Ziel der "WHO/European eHealth consumer trends survey" ist es, ausgehend vom Gedanken des Patienten als Konsumenten, die Einstellungen und Wünsche der Patienten bzgl. der Nutzung von Internet-Technologien für Gesundheitsfragen zu erfassen.

Hintergrund ist die im Zusammenhang mit der elektronischen Vernetzung des Gesundheitswesens zunehmend selbstständige und aktive Rolle der Patienten, die als kritische Konsumenten auftreten.

Diese Einstellungen sollen auf europäischer Ebene ebenso untersucht werden, wie dies bereits auf nationaler Ebene im Norwegian Centre for Telemedicine in den Jahren 2000 bis 2002 geschah.

Im Rahmen der eHealth Trends Survey wird erstmals die gesundheitsbezogene Internet-Nutzung in 7 europäischen Ländern systematisch verglichen. Das Ergebnis der Studie soll Aufschluss über den Internet-Gebrauch, die Einstellungen und die Bedürfnisse der gesundheitsorientierten Internet-Nutzer geben. Neben dem Vergleich zwischen den beteiligten Ländern soll auch die zeitliche Entwicklung der Einstellungen über 2 Jahre hinweg analysiert werden.

4 Weitere Publikationen

1. Frankewitsch, Thomas; Söhnlein, Sven; Müller, Marcel L.; Prokosch, Hans-Ulrich: Computed quality assessment of MPEG4-compressed DICOM video data. In: Studies in health technology and informatics 116 (2005), S. 447-452.
2. Müller, Marcel; Ückert, Frank; Bürkle, Thomas; Prokosch, Hans-Ulrich: Cross-institutional data exchange using the clinical document architecture (CDA). In: International journal of medical informatics 33 (2005), S. 245-256.
3. Prokosch, Hans-Ulrich: Prozessoptimierung durch moderne Krankenhaus-Informations- und Workflow-Systeme. In: Eberspächer J; Picot A; Braun G (Hrsg.): eHealth: Innovations- und Wachstumsmotor für Europa: Potenziale in einem vernetzten Gesundheitsmarkt. 1. Aufl. Berlin; Heidelberg : Springer, 2005, S. 221-238.
4. Schwarze, J.-Chr.; Tessmann, S; Sassenberg, Chr; Müller, Marcel L.; Prokosch, Hans-Ulrich; Ückert, Frank: Eine modulare Gesundheitsakte als Antwort auf Kommunikationsprobleme im Gesundheitswesen. In: Wirtschaftsinformatik 47 (2005), S. 187-195.
5. Sojer, Reinhold; Bürkle, Thomas; Criegee-Rieck, Manfred; Brune, Kay; Prokosch, Hans-Ulrich: Knowledge modelling and knowledge representation in hospital information systems to improve drug safety. In: Journal for quality of life research 3 (2005), Nr. 2 (Supplement 1), S. 165-170.
6. Zeiß, Daniel; Sojer, Reinhold; Seggewies, Christof; Prokosch, Hans-Ulrich: Multiple application wireless networking infrastructure in hospital environments. In: Journal for quality of life research 3 (2005), Nr. 2 (Supplement 1), S. 119-122.

5 Studien- und Diplomarbeiten

5.1 Studienarbeiten

1. Schaller, Christian: Implementierung des medizinischen Kommunikationsstandards POCT auf einem Embedded Linux Device.
2. Söhnlein, Sven: Methodenfindung zur objektiven Qualitätsabschätzung von MPEG-4-komprimierten DICOM-Filmen (DICOM).
3. Hertlein, Tino: Aufbau eines Werkzeuges zur elektronischen Unterstützung von Hausarbeiten und Recherchen.

5.2 Diplomarbeiten

1. Fischer, Wolfgang: Multimediale Dienste für Patienten im Klinikum unter Berücksichtigung vonf LAN-basiertem Video-on-Demand.
2. Jäger, Björn: Architekturmechanismen zur Erweiterbarkeit eines Frameworks für medizinische Applikationen.

Informatik-Sammlung Erlangen (ISER) des Rechenzentrums und der Informatik

Anschrift: Martensstraße 1 - 3, 91058 Erlangen

Tel.: +49.9131.85.28911 **Fax.:** +49.9131.302941

E-Mail: iser@uni-erlangen.de

Besichtigungen nur mit Führung nach vorheriger Absprache über E-Mail.

Leitung:

Dr. rer. nat. Franz Wolf

Vorstand:

Dr.-Ing. Gerhard Hergenröder
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Herzog
Dr.-Ing. Claus-Uwe Linster
Dr. rer. nat.Franz Wolf

Die Informatik-Sammlung ERlangen ist seit 1997 eine gemeinsame Einrichtung des Regionalen Rechenzentrums Erlangen und des Instituts für Informatik. Sie geht zurück auf das Informatik-Archiv von Prof. Dr. Wolfgang Händler, der schon früh Dokumente und Bauteile der Rechentechnik gesammelt hat und das Rechner - Museum von Dr. F. Wolf , der versucht hat, einige Geräte des Rechenzentrums vor dem Verschrotten zu retten. Die Sammlung verfügt heute über viele Objekte, die die rasante Entwicklung der Informatik charakterisieren und zum größten Teil einen Bezug zum Erlanger Umfeld haben.

.



Control Data 160-A Der Tisch ist der Rechner!

Die Sammlungsstücke reichen von einem Nachguss eines römischen Handabakus über eine Rekonstruktion der ersten Rechenmaschine von Wilhelm Schickard und dem ersten mechanischen Tischrechner im Mathematischen Praktikum der Universität zum ersten elektronischen Tischrechner und zum funktionsfähigen Kartenlocher und weiter von Teilen der ersten Anlage im Rechenzentrum zu den ersten PCs und Workstations an der Universität.

Die Sammlung wächst von Jahr zu Jahr, Universitätsinstitute und Privatsammler bieten Material an. Mögliche Ausstellungsflächen im Rechenzentrumsgebäude und im Informatikhochhaus sind voll ausgenutzt, die Lagerflächen sind voll, d.h. es ist kein Platz mehr für weitere größere Objekte vorhanden, eine Überarbeitung des Sammlungskonzepts steht deshalb an. Die ISER ist bis auf die Vitrinen in den Gängen nur über Führungen, die über eine E-Mail an iser@uni-erlangen.de vereinbart werden können, zugänglich. Im Berichtsjahr haben wieder viele Schulklassen und Studentengruppen die Sammlung besucht, aber auch sonstige Interessenten z.B. bei Führungen im Rahmen der Veranstaltungen des Collegium Alexandrinum.

Der Sammlungskatalog von ISER ist im Internet erfasst. Auch die ausgestellten Objekte können als virtuelle Ausstellung unter den verschiedenen Schwerpunkten im Internet betrachtet werden (www.iser.uni-erlangen.de).

Die Sammlung hatte im Berichtsjahr im Internet 78 Tausend Besucher, dabei ergaben sich viele Anfragen nach Handbüchern oder Einzelheiten zu den Sammlungsstücken. Eine Überarbeitung des Webauftritts der ISER aus strukturellen und programmtechnischen Gesichtspunkten ist in Arbeit und wird im nächsten Jahr zur Verfügung stehen.

Im Berichtsjahr konnte die SUN - Entwicklungslinie von der Sun 3 aus dem Jahr 1987 mit dem Motorola Prozessor MC68020 über die Sun 4 Linie mit dem SPARC-Prozessor (gefolgt vom SuperSPARC, MicroSPARC und HyperSPARC) bis zur Ultra 10 aus dem Jahr 1997 mit dem UltraSARC-Prozessor für die Ausstellung aufbereitet werden. Die Rechenleistung ist in diesen 10 Jahren um mehr als den Faktor 100 gewachsen.

Für die Apple-Entwicklungslinie wurden viele Geräte von der ZUV und Privatsammlern bereitgestellt und harren noch der Aufbereitung.

Drei weitere Neuzugänge im Berichtsjahr 2005 sollen hier kurz erwähnt werden:

Wir haben eine Neuauflage des „Gebildeten Affen“ von Anfang des letzten Jahrhunderts aus den USA erworben, er repräsentiert eine mechanisierte Einmaleins-Tabelle.



Consul-The educated Monkey **Einmaleinstabelle**

Der erste Rechner der Erlanger Informatik (damals noch IMMD) war Anfang der 70-er Jahre ein TR440 von CGK (Computer Gesellschaft Konstanz, ehemals Telefunken). Er wurde beim Umzug ins Informatik Hochhaus verschrottet; übrig geblieben ist nur eine Magnetplatte, aber eine mit einem Durchmesser von ca. 1 m. Die Universität Konstanz betrieb von 1975 bis 1985 ebenfalls eine TR440 mit einer ähnlichen Konfiguration. Im Berichtsjahr konnten wir die Zentraleinheit, zwei Kernspeicherschränke mit je 64 K Worten à 48 Bit sowie die Konsole dieses Rechners für die ISER an Land ziehen. Auch das RRZE war ab 1976 mit einem TR440 Dreifachprozessor ausgestattet. Dieser Rechner steht nach einem Umweg über Clausthal-Zellerfeld heute in einem Lager des Deutschen Museums in München. Eine Konsole eines solchen Mehrfachprozessors (im RZ Jargon auch als Raumschiffkonsole bezeichnet) haben wir von der Universität Düsseldorf erhalten. Ein adäquater Aufstellungsplatz wird noch gesucht. Diese TR440 Ausstellungsstücke repräsentieren einen wichtigen Abschnitt in der Geschichte des RRZE und des IMMD bzw. Instituts für Informatik.



Kernspeicher und Konsole des TR440

Anhang

Dissertationen am Institut für Informatik im Jahr 2005

Informatik 1

03.06.2005 Bauer, Matthias

Defending the Right to Communicate: Anonymity and Filter Traversal & Fair Validation of Database Replies

Informatik 4

15.06.2005 Schnitzer, Bernd

Sicherheitsbewertung verteilter komponentenbasierter Programmsysteme

14.10.2005 Barner, Jörg

A Lightweight Formal Method for the Prediction of Non-Functional System Properties

Informatik 5

14.01.2005 Stemmer, Georg

Modeling Variability in Speech Recogntion

22.04.2005 Levit, Michael

Spoken Language Understanding without Transcriptions in a Call Center Scenario

03.02.2005 Kasperl, Stefan

Qualitätsverbesserung durch referenzfreie Artefaktreduzierung und Oberflächennormierung in der industriellen 3-D-Computertomographie

14.09.2005 Deinzer, Frank

Optimale Ansichtenauswahl in der aktiven Objekterkennung

09.12.2005 Chrástek, Radim

Automated Retinal Image Analysis for Glaucoma Screening and Vessel Evaluation

Informatik 6

09.05.2005 Meiler, Christian

Modellierung, Planung und Ausführung Klinischer Pfade Eine integrierte modellbasierte Betrachtung evidenzbasierter, organisatorischer und betriebswirtschaftlicher Gesichtspunkte

05.12.2005 Petrov, Ilia

Meta-data, Meta-Modelling and Query Processing in Meta-data Repository Systems

Informatik 7

16.09.2005 Mohsen, Amjad

System-Level Energy-Aware Co-Synthesis for Distributed Embedded Real-Time Systems

Informatik 8

01.02.2005 Hausdorf, Carsten

Integratives, ganzheitliches Modell und Werkzeug zur wissenschaftlichen Textproduktion

12.05.2005 Klarner, Martin

Hybride, pragmatisch eingebettete Realisierung mittels Bottom-Up-Generierung in einem natürlichsprachlichen Dialogsystem

27.06.2005 Bimazubute, Raymond

Die Nachbereitung von Experteninterviews im expertenzentrierten Wissensmanagement

Informatik 9

22.02.2005 Vogelgsang, Christian (Informatik 9)

The lgf3 (lumigraph framework version 3) Project: A Versatile Implementation Framework for Image-Based Modeling and Rendering

27.07.2005 Soza, Grzegorz Piotr (Informatik 9)

Registration and Simulation for the Analysis of Intraoperative Brain Shift

Informatik 10

08.12.2005 Bergen, Benjamin (Informatik 10)

Hierarchical Hybrid Grids: Data Structures and Core Algorithms for Efficient Finite Element Simulations on Supercomputer

Informatik 12

06.06.2005 Haubelt, Christian

Automatic Model-Based Design Space Exploration for Embedded Systems: A System Level Approach

Arbeitsberichte des Instituts für Informatik 1999 - 2005

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. 2 **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:**
Uwe Rastofer:
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)