

- Bachelor Thesis: Design and Implementation of a Basic Software Layer for x86 NUMA Architectures. Bearbeiter: Michael Gruhn (beendet am 31.10.2011); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dipl.-Inf. Benjamin Oechlein
- Bachelor Thesis: Ein Miniaturquadroptor als Plattform für mobile, adaptive Sensornetzwerke. Bearbeiter: Peter Blank (beendet am 03.11.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Peter Ulbrich; Dipl.-Ing. Martin Hoffmann; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
- Studienarbeit: Increasing Reliability in Embedded Real Time Operating Systems With a Modular, Transparent Fault Tolerance Framework. Bearbeiter: Guilherme Bufolo (beendet am 10.11.2011); Betreuer: Dipl.-Ing. Martin Hoffmann; Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza; Dr.-Ing. Daniel Lohmann, Akad. Rat; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
- Bachelor Thesis: Efficient Fault Tolerance for Operating System Data Structures. Bearbeiter: Robby Zippel (beendet am 17.11.2011); Betreuer: Dipl.-Ing. Martin Hoffmann; Dipl.-Inf. Isabella Stilkerich; Dr.-Ing. Daniel Lohmann, Akad. Rat; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
- Bachelor Thesis: Entwicklung eines flexiblen Frameworks zur Erfassung von Metriken bei der Simulation von Sensornetzwerken. Bearbeiter: Lukas Florian (beendet am 12.12.2011); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza; Dipl.-Ing. Moritz Strübe
- Studien-/Bachelor-/Diplom-/Masterarbeit: Implementierung der CiAO-Speicherschutz-HAL für die Speicherschutzseinheit der Cortex-M3-Architektur. Bearbeiter: Tobias Sammet (beendet am 22.12.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Michael Stilkerich; Dipl.-Inf. Isabella Stilkerich

## 7 Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung)

**Anschrift:** Martensstraße 3, 91058 Erlangen

**Tel.:** +49 9131 85-27775

**Fax:** +49 9131 303811

**E-Mail:** info@i5.cs.fau.de

**Leitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Emeritus:**

Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. h.c. Heinrich Niemann

**Sekretariat:**

Iris Koppe

Kristina Müller

**Leitung Rechnersehen:**

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

**Rechnersehen:**

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

Dipl.-Phys. David Bernecker

Sergiu Dotenco, M. Sc.

Dipl.-Inf. Eva Eibenberger

Dipl.-Inf. Johannes Jordan

Andre Guilherme Linarth, M. Sc.

Philip Mewes, M. Sc.

Dipl.-Ing. Simon Placht

Dipl.-Inf. Christian Riess

Dipl.-Phys. Christoph Schmalz

**Leitung Medizinische Bildsegmentierung:**

Dipl.-Inf. Eva Kollorz

**Medizinische Bildsegmentierung:**

Jürgen Endres

Simone Gaffling, M. Sc.

Dipl.-Inf. Eva Kollorz

Dipl.-Inf. Arne Militzer

Firas Mualla, M. Sc.

Davide Piccini, M. Sc.

Dipl.-Inf. Eva Rothgang

Dipl.-Inf. Simon Schöll

Dipl.-Inf. Dime Vitanovski

Dipl.-Ing. Ingmar Voigt

**Leitung Medizinische Bildrekonstruktion:**

Dipl.-Inf. Hannes Hofmann

**Medizinische Bildrekonstruktion:**

Michal Cachovan, M. Sc.

Dipl.-Inf. Christoph Forman

Dipl.-Inf. Robert Grimm

Dipl.-Inf. Wilhelm Haas

Dipl.-Inf. Hannes Hofmann

Jana Hutter, M. Sc.

Dipl.-Ing. Michael Manhart  
Dipl.-Ing. Kerstin Müller  
Bharath Navalpakkam  
Dipl.-Ing. Maria Polyanskaya  
Dr.-Ing. Christopher Rohkohl  
Dipl.-Inf. Chris Schwemmer  
Klaus Sembritzki, M. Sc.  
Jian Wang, M. Sc.  
Haibo Wu, M. Sc.  
Qiao Yang, M. Sc.  
Zhicong Yu, M. Sc.

**Leitung Medizinische Bildregistrierung:**

Sebastian Bauer, M. Eng.

**Medizinische Bildregistrierung:**

Sebastian Bauer, M. Eng.  
Alexander Brost, M. Sc.  
Dipl.-Math. Jutta Eckl  
Dipl.-Inf. Sven Haase  
Dr.-Ing. Kurt Höller, MBA  
Dipl.-Inf. Martin Koch  
Jessica Magaraggia, M. Sc.  
Dipl.-Inf. Jakob Wasza

**Leitung Ophthalmologische Bildgebung:**

Dipl.-Inf. Markus Mayer

**Ophthalmologische Bildgebung:**

Attila Budai, M. Sc.  
Ahmed El-Rafei, M. Sc.  
Thomas Köhler, M. Sc.  
Dipl.-Inf. Martin Kraus  
Lenke Laurik  
Dipl.-Inf. Markus Mayer  
Ioannis Moupagiatzis, M. Sc.  
Dipl.-Inf. Jan Paulus

**Leitung Digitaler Sport:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

**Digitaler Sport:**

Dipl.-Ing. Jens Barth  
Dipl.-Ing. Gabriel Gomez  
Dipl.-Inf. Ulf Jensen  
Dipl.-Inf. Patrick Kugler

Dipl.-Phys. Heike Leutheuser  
Dipl.-Kfm. Stefan Meinzer  
Dipl.-Ing. Dominik Schuldhaus

**Leitung Sprachverarbeitung:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

**Sprachverarbeitung:**

Dr. phil. Anton Batliner  
Dr. rer. biol. hum. Tobias Bocklet  
Dr.-Ing. Tino Haderlein  
Dipl.-Inf. Florian Hönig  
Dipl.-Ing. Dirk Kolb  
Dipl.-Inf. Korbinian Riedhammer  
Dipl.-Ing. Fadi Sindran  
Dr.-Ing. Stefan Steidl

**Leitung Multikriterielle Optimierung:**

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

**Multikriterielle Optimierung:**

Dipl.-Betriebswirt Francesco di Paola  
Dipl.-Inf. Johannes Ostler  
PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

**Lehrbeauftragte:**

PD Dr. rer. nat. Björn Heismann  
Dr.-Ing. Markus Kowarschik  
Dipl.-Inf. Oliver Scholz  
Dr.-Ing. Stefan Steidl

**Nichtwiss. Personal:**

Sven Grünke  
Iris Koppe  
Kristina Müller  
Friedrich Popp  
Florian Schmidt

**Auszubildender:**

Florian Schmidt

Der Lehrstuhl für Mustererkennung (LME) ist Teil des Department Informatik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Von 1975, dem Gründungsjahr des Lehrstuhls, bis September 2005 war Prof. Dr.-Ing. 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 techni-

schen 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 Mikrofon (Sensor) werden die Schallwellen (Umweltein drücke) 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 vier Bereiche

- Rechnersehen
- Medizinische Bildverarbeitung
- Digitaler Sport
- Sprachverarbeitung

gegliedert, wobei der Anwendungsschwerpunkt im Bereich der Medizin liegt.

### **Rechnersehen**

Die Gruppe "Rechnersehen" beschäftigt sich mit grundlegenden Problemen bei der Erkennung von Strukturen in Bildern. Aktuelle Themenbereiche sind die Behandlung von Farbe und Reflexionsverhalten, die Erkennung von digitalen Bildfälschungen, multispektrale Bildgebung, Fahrerassistenzsysteme, 3D-Rekonstruktion auf Grundlage strukturierter Lights und Kapselendoskopie.

Unsere Arbeit ist eng verwandt mit den zentralen Themen im Rechnersehen, beispielsweise Bildsegmentierung und Objektverfolgung (Tracking). Die Methoden der Bildforensik sind stark von statistischen Ansätzen beeinflusst. Farb- und Reflexionsanalyse werden typischerweise als Vorverarbeitungsschritte für komplexe Rechnersehen-Anwendungen eingesetzt, beispielsweise zur Objektfindung und -erkennung.

### **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. Weiterhin werden neuartige bildgebende Verfahren sowie exakte Rekonstruktionsalgorithmen in der Computertomographie (CT) entwickelt und deren Realisierung mittels unterschiedlicher Hardwarearchitekturen untersucht. Erweiterte Algorithmen zur 3D/4D-Herzrekonstruktion unter Verwendung von C-Arm-CT werden untersucht und entwickelt. Eine weitere Problemstellung ist die Detektion und Segmentierung von Lymphknoten in Ganzkörper-Magnetresonanzaufnahmen und Kantenerhaltende Rauschreduktion in der CT auf Basis von Korrelationsanalysen.

### **Digitaler Sport**

Eingebettete Systeme sind in der Lage, ihren Benutzern in vielen Bereichen des Alltags wichtige und interessante Informationen bereitzustellen. Beispiele dafür finden sich in der Automobiltechnik, der Automation industrieller Abläufe, in medizinischen Implantaten und in vielen anderen Anwendungsgebieten. Speziell im Sportbereich sind Systeme zur Unterstützung, Leitung und Motivation von Athleten von großem Wert.

Es gibt bereits heute beispielsweise die Möglichkeit, die Pulsfrequenz und/oder die momentane Geschwindigkeit von Läufern zu messen und anzuzeigen. Im Rahmen der Forschung im Digitalen Sport werden solche und ähnliche Konzepte untersucht und verbessert. Zu diesem Zweck werden Möglichkeiten zur Integration von verschiedenen Sensoren in Sportbekleidung geprüft. Darüber hinaus werden die potentiellen Verarbeitungsalgorithmen für die gemessenen Signale einer genauen Betrachtung unterzogen. Methoden der Mustererkennung werden dann angewendet, um die Informationen, welche von Interesse sind, zu extrahieren. Denkbare Beispiele sind die Anzeige des Ermüdungszustandes oder die Bewertung der Qualität der Laufbewegung, um Langzeitschäden zu vermeiden.

### **Sprachverarbeitung**

Neben der automatischen Merkmalsberechnung und der darauf aufbauenden Spracherkennung beschäftigt sich der Lehrstuhl mit den folgenden Aufgabengebieten der Spracherkennung: Sprachdialogsysteme, Erkennung und Verarbeitung von unbekanntem Wörtern, Sprachbewertung sowie automatische Analyse und Klassifikation prosodischer Phänomene. 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. Auch im Bereich der medizinischen Sprachverarbeitung ist der Lehrstuhl vertreten. Analysen der Verständlichkeit oder Aussprachebewertungen bei diversen Stimm- und Sprechstörungen (Lippen-Kiefer-Gaumenspalte, Stottern, Dysarthrie, Ersatzstimme nach Kehlkopfentfernung)

wurden bereits erfolgreich demonstriert.

## **7.1 Forschungsschwerpunkte**

- nicht-starre Registrierung multimodaler Bilddaten
- monomodale Bildfusion zur Verlaufskontrolle bei der Tumor-Therapie
- Verfahren zur Schwächungskorrektur bei der SPECT-Rekonstruktion
- Rekonstruktion bewegter Objekte bei bekannter Projektionsgeometrie
- Berechnung und Visualisierung des Blutflusses in 3D-Angiogrammen
- Segmentierung von CT-Datensätzen
- schnelle Bildverarbeitung auf Standardgrafikkarten
- Diskrete Tomographie
- Sprachsteuerung interventioneller Werkzeuge
- Beleuchtungs- und Reflexionsanalyse
- Multispektrale Bildgebung
- Bildforensik
- Umgebungsanalyse für Fahrassistenzsysteme
- 3D-Rekonstruktion
- 3D-Navigation
- Aktive unterstützende Systeme im Sport
- Ermüdungserkennung
- Mimik- und Gestik
- Bewertung von pathologischer Sprache
- Aussprachebewertung
- Prosodie
- Dialog
- Benutzerzustandserkennung (von Ärger über Müdigkeit bis Zögern)

## 7.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

- Drehteller und Schwenkarm zur Bildaufnahme
- Head-Mounted Display mit integriertem Stereokamera-System
- Pan-Tilt-Einheiten
- Time-of-Flight-Kamera
- 3D-Monitore
- 3D-Oberflächen-Scanner
- Multispektrale Kamera
- Biosignalrekorder

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.

## 7.3 Kooperationsbeziehungen

- Bogazici University: Volumetric Analysis & Visualization Group  
<http://www.vavlab.ee.boun.edu.tr/>
- Charité Universitätsmedizin Berlin: Klinik und Hochschulambulanz für Radiologie und Nuklearmedizin <http://www.medizin.fu-berlin.de/radio/>
- Deutsche Krebshilfe <http://www.krebshilfe.de>
- 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.cvgrp.uni-mannheim.de/>
- Universität Marburg: Diskrete Mathematik und Optimierung [http://www.mathematik.uni-marburg.de/forschung/arbeitsgebiete\\_mathe/diskret.php](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 2 <http://www.medizin2.klinikum.uni-erlangen.de/>, Phoniatrie 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/>
- University of Houston: Computational Biomedicine Lab <http://cbl.uh.edu/>

### **Industriepartner:**

- adidas AG <http://www.adidas.com/de>
- Astrum IT <http://www.astrum-it.de>
- Chimaera GmbH <http://www.chimaera.de>
- Daimler <http://www.daimler.de>
- Unternehmensgruppe Dr.Hein GmbH <http://www.dr-hein.com/>
- Elektrobit <http://www.automotive.elektrobit.com>
- E&L medical systems <http://www.eundl.de/>
- Fraunhofer IIS <http://www.iis.fraunhofer.de/>
- Galerie im Treppenhaus <http://www.galerie-treppenhaus.de/>
- Giesecke & Devrient GmbH <http://www.gi-de.com/>
- IBM <http://www.ibm.com/de/>
- Intel <http://www.intel.de/>
- MEDAV GmbH <http://www.medav.de/>
- Polar <http://www.polar-deutschland.de/>
- Siemens Healthcare <http://www.medical.siemens.com>
- Siemens Forschung und Entwicklung <http://www.scr.siemens.com>
- Softgate <http://www.soft-gate.de>
- Sympalog <http://www.sympalog.de>
- SVOX <http://www.svox.com>

## 7.4 Veröffentlichungsreihen

Die Veröffentlichungen des Lehrstuhls befinden sich auf der lehrstuhleigenen Homepage unter <http://www5.informatik.uni-erlangen.de/publications/>

## 7.5 Forschungsprojekte

### 7.5.1 3D Bildgebung der Herzkammern mit C-Bogen CT

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Kerstin Müller

Dr. Günter Lauritsch

Dr.-Ing. Christopher Rohkohl

**Laufzeit:** 1.10.2010–30.9.2012

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Kerstin Müller

Tel.: +49 9131 85-28982

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: [kerstin.mueller@cs.fau.de](mailto:kerstin.mueller@cs.fau.de)

Eine 3D Bildgebung der Herzkammer direkt im Katheterlabor würde Therapien vorteilhaft unterstützen. Der Arbeitsfluss wäre einfach, da die klinische Information direkt am Therapiesystem generiert wird. Es entfallen Patientenumlagerungen zu anderen Modalitäten. Die Bildinformation gibt den aktuellen Status des Patienten wieder. Unser Fokus liegt auf dem linken Ventrikel.

Aufgrund der langen Aufnahmedauer der Projektionsbilder von etwa 5 Sekunden kann die Herzbewegung nicht vernachlässigt werden. Für die 3D/4D Darstellung von Koronararterien wurde bereits ein Verfahren entwickelt, das die Herzbewegung aus den Aufnahmedaten schätzt, und in der Bildrekonstruktion kompensiert. Dieses Verfahren funktioniert für dünn besetzte Systeme und kann für Herzkammern nicht angewendet werden.

In diesem Projekt sollen neue Verfahren entworfen werden für eine 3D/4D Darstellung von nicht dünn besetzten Objekten.

Die Untersuchungen gliedern sich in die folgenden Forschungsschwerpunkte:

- Analyse und Entwicklung von Algorithmen zur Bewegungsschätzung und Rekonstruktionsalgorithmen mit Kompensation der Bewegung.
- Analyse und Entwicklung von optimierten Aufnahme- und Kontrastprotokollen.
- Analyse und Entwicklung eines mathematischen 4D Herzmodells zur quantitativen Evaluierung.
- Analyse und Entwicklung von Modellen zur Beschreibung der Herzwandbewegung.
- Analyse und Entwicklung von Oberflächenmodellen.

### **Publikationen**

- Chen, Mingqing ; Zheng, Yefeng ; Müller, Kerstin ; Rohkohl, Christopher ; Lauritsch, Günter ; Boese, Jan ; Funka-Lea, Gareth ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Automatic Extraction of 3D Dynamic Left Ventricle Model From 2D Rotational Angiocardioqram . In: Fichtinger, Gabor ; Martel, Anne ; Peters, Terry (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2011 (14th International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2011 Toronto, Canada 18.-22.09.2011). Heidelberg, Berlin : Springer, 2011, S. 457-464. - ISBN 978-3-642-23625-9

### **7.5.2 3D Katheterlokalisierung zur Ablation im Herzen mittels biplanarer Fluoroskopie**

#### **Projektleitung:**

Dr. Norbert Strobel

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Martin Koch

Alexander Brost, M. Sc.

Dr. Norbert Strobel

**Laufzeit:** 1.7.2010–30.6.2013

#### **Förderer:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Siemens AG, Healthcare Sector

Zentralinstitut für Medizintechnik

#### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Martin Koch  
Tel.: +49 9131 85-27799  
Fax: +49 9131 303811  
E-Mail: martin.koch@cs.fau.de

Vorhofflimmern ist die häufigste Herzrhythmusstörung, an der allein in Deutschland rund eine Million Menschen leiden. Diese spezielle Herzrhythmusstörung ist mit einem erhöhten Schlaganfallrisiko, der Entwicklung von Herzinsuffizienz, sowie generell kardiovaskulärer Morbidität assoziiert.

Ein wirkungsvoller Ansatz in der Therapie des Vorhofflimmerns stellt die röntgengesützte Katheter Ablation dar. Hierzu wird aus einem prä-operativen Datensatz (z.B. CT, MR, CACT) ein dreidimensionales Überlagerungsbild berechnet, welches mit den intra-prozeduralen Röntgenbildern fusioniert wird.

Technisches Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Systems zur integrierten Planung, Navigation, und Kontrolle von elektrophysiologischen (EP) Untersuchungen und Ablationstherapien.

Das Forschungsprojekt besteht aus folgenden Teilprojekten:

- Katheterlokalisierung im Röntgenbild an biplanaren C-Bogensystemen,
- eine aussagekräftige Visualisierung zur Navigation und Kontrolle
- semi- oder vollautomatische 2D/3D Registrierungsverfahren eines 3D Volumendatensatzes zu biplanaren 2D Fluoroskopiebildern eines Patienten
- automatische Bewegungskorrekturverfahren, sowie
- die Integration und entsprechende Visualisierung externer Signale, z.B. Sensordaten, die an der Katheterspitze gewonnen werden.

## **Publikationen**

- Koch, Martin ; Langenkamp, Arne ; Kiraly, Atilla ; Brost, Alexander ; Strobel, Norbert ; Hornegger, Joachim: Navigation System with Contact Force Assessment to Guide Pulmonary Vein Isolation Procedures . In: SMIT Society (Hrsg.) : 23rd Conference of the Society for Medical Innovation and Technology (SMIT) (23rd Conference of the Society for Medical Innovation and Technology (SMIT) Tel Aviv, Israel September 13-16, 2011). 2011, S. 1-2.

- Bourier, Felix ; Heißenhuber, Frank ; Schneider, Hans-Jürgen ; Ganslmeier, Patrycja ; Fischer, Robert ; Brost, Alexander ; Koch, Martin ; Strobel, Norbert ; Hornegger, Joachim ; Kurzidim, Klaus: 3D-Funktionalität und Navigation durch einen Siemens-Prototypen in der biplanen Fluoroskopie zur Pulmonalvenenisolation . In: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (Hrsg.) : 77. Jahrestagung (Frühjahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie Mannheim 27.04. - 30.04.2011). 2011, S. 73.
- Brost, Alexander ; Bourier, Felix ; Kleinoeder, Andreas ; Raab, Jens ; Koch, Martin ; Stamminger, Marc ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert ; Kurzidim, Klaus: AFiT - Atrial Fibrillation Ablation Planning Tool . In: EUROGRAPHICS - European Association For Computer Graphics (Hrsg.) : VMV (Proceedings of the Vision, Modeling, and Visualization Workshop 2011, Berlin, Germany, 4-6 October, 2011 Berlin 4-6 October). 2011, S. 223-230.
- Brost, Alexander ; Wimmer, Andreas ; Liao, Rui ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert: Constrained 2-D/3-D Registration for Motion Compensation in AFib Ablation Procedures . In: Springer (Hrsg.) : Lecture Notes in Computer Science (Information Processing in Computer-Assisted Interventions Berlin 22.06. - 23.06.2011). Bd. 6689. Berlin / Heidelberg : Springer, 2011, S. 133-144. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 6689)
- Bourier, Felix ; Schneider, Hans-Jürgen ; Heissenhuber, Frank ; Ganslmeier, Patrycja ; Fischer, Robert ; Brost, Alexander ; Koch, Martin ; Strobel, Norbert ; Hornegger, Joachim ; Kurzidim, Klaus: Frühzeitige Registrierung eines 3D-Overlays des linken Atriums während linksatrialen Ablationen mittels Koronarsinuskatheter . In: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (Hrsg.) : 77. Jahrestagung (Frühjahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie Mannheim 27.04. - 30.04.2011). 2011, S. 188.
- Bourier, Felix ; Brost, Alexander ; Koch, Martin ; Kleinoeder, Andreas ; Kiraly, Atilla ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert ; Zorger, Niels ; Schneider, Hans-Juergen ; Kurzidim, Klaus: Guiding transseptal puncture by 3D-overlay of the left atrium and ascending aorta by a new softwareprototype . In: European Society of Cardiology (Hrsg.) : ESC Congress (ESC Congress 2011 Paris, France 27.08. - 32.08.2011). 2011, S. P3595.
- Manhart, Michael ; Zhu, Ying ; Vitanovski, Dime: Self-assessing image-based respiratory motion compensation for fluoroscopic coronary roadmapping . In: IEEE (Hrsg.) : Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 2011 IEEE International Symposium on (Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 2011 IEEE International Symposium on Chicago, IL 30.03.2011). 2011, S. 1065-1069.

- Bourier, Felix ; Schneider, Hans-Jürgen ; Ganslmeier, Patrycja ; Heißenhuber, Frank ; Fischer, Robert ; Brost, Alexander ; Koch, Martin ; Strobel, Norbert ; Hornegger, Joachim ; Kurzidim, Klaus: Unterstuetzung der transeptalen Punction durch vorherige Überlagerung eines 3D-Volumens von linkem Atrium und Aorta . In: Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (Hrsg.) : 77. Jahrestagung (Frühjahrestagung der Gesellschaft für Kardiologie Mannheim 27.04. - 30.04.2011). 2011, S. 228.

### 7.5.3 3D-Bildgebung der Koronargefäße mit C-Bogen CT

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Chris Schwemmer

Dr. rer. nat. Günter Lauritsch

Dr.-Ing. Christopher Rohkohl

**Laufzeit:** 1.11.2010–31.10.2012

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Chris Schwemmer

Tel.: +49 9131 85-28982

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: [chris.schwemmer@cs.fau.de](mailto:chris.schwemmer@cs.fau.de)

Die koronare Herzkrankheit ist die häufigste Todesursache in den Industrienationen. Ihre Hauptursache ist die teilweise oder vollständige Ischämie der Koronararterien. Die Beurteilung dieser Stenosen im Katheterlabor wird heute mittels C-Bogen-Fluoroskopie durchgeführt.

Eine vollständige 3D-Visualisierung kann die klinische Bewertung verbessern. Leider ist die 3D-Rekonstruktion des Koronarbaums aus C-Bogen-Daten ein mathematisch schlecht gestelltes Problem und daher schwierig zu lösen. Durch die lange Aufnahmedauer von ca. fünf Sekunden verunscharft die Herzbewegung die Bildergebnisse. Es gibt Vorarbeiten zur Schätzung und Korrektur der Bewegungen der Koronargefäße. Diese Methode liefert eine gute Darstellung der Morphologie des Koronargefäßbaums. Allerdings wird die Herzbewegung nur approximativ geschätzt, was z.B. zu Unsicherheiten in der quantitativen Bestimmung des Gefäßdurchmessers führt.

Das Ziel der Forschung in diesem Projekt ist die Optimierung der 3D-Rekonstruktion der Koronargefäße im Hinblick auf eine quantitative Repräsentation. Folgende Schwerpunkte werden dabei betrachtet:

- Analyse und Optimierung des Bewegungsmodells
- Analyse und Verbesserung der Referenzbilderzeugung aus EKG-gefensterten Daten
- Analyse und Entwicklung verschiedener Zielfunktionen zur Bewegungsschätzung
- Analyse und Entwicklung von Optimierungsmethoden zur Bewegungsschätzung

#### 7.5.4 Attenuation Correction for PET/MRI Scanners

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Bharath Navalpakkam

Prof. Dr. Gisela Anton

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert

**Laufzeit:** 1.10.2010–1.10.2013

**Förderer:**

IMPRS OPTIMM

**Mitwirkende Institutionen:**

Nuklearmedizinische Klinik, Uni Erlangen

**Kontakt:**

Bharath Navalpakkam

Tel.: +49 9131 85-36271

Fax: +49 9131-303811

E-Mail: bharath.navalpakkam@uk-erlangen.de

Recent advances in Multimodality Imaging have shown that a PET-MRI integration is indeed feasible. This fusion capability makes it now possible to image the functional metabolism (PET) in conjunction with soft tissue contrast (MRI). However, the attenuation correction for PET images still remains a problem at large. Existing approaches to tackle this issue relies on using the CT anatomical information and registering it in a non rigid manner onto the MRI data sets in order to generate linear attenuation maps. Another approach is to assign approximate attenuation coefficients to MRI brain images using a segmentation procedure. The problem though is that MRI conventional sequences fails to image the cortical bone which in turn results in a misclassification of the bone as air, both possessing different attenuation coefficients. But Ultra-Short-Echo sequence(UTE) has shown promising results in imaging the cortical bone. Our approach relies on investigating the feasibility of deriving an



MRI based attenuation correction mechanism based on UTE sequences and pattern recognition methods.

### **7.5.5 Automatische Sprachanalyse von Kindern und Jugendlichen mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten**

#### **Projektleitung:**

Prof.Dr.med., Dr.rer.nat. Ulrich Eysholdt

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

Dr.-Ing. Andreas Maier

#### **Beteiligte:**

Dr. rer. biol. hum. Tobias Bocklet

Magdalena Hagen

**Laufzeit:** 1.4.2010–31.3.2013

#### **Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Phoniatische und Pädaudiologische Abteilung in der Hals-Nasen-Ohren-Klinik

#### **Kontakt:**

Dr. rer. biol. hum. Tobias Bocklet

Tel.: +49 9131 85-27879

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: tobias.bocklet@cs.fau.de

Lautbildungsstörungen und morphologische Veränderungen der oberen Atmungs- und Sprechorgane gehören zu den häufigen Einschränkungen bei Kindern und Erwachsenen, die eine Lippen-Kiefer-Gaumenspalte haben oder hatten. Die Diagnostik der Lautbildungsstörungen erfolgt derzeit lediglich subjektiv oder erfasst nur einzelne Laute. Eine neue, für den Patienten nicht belastende Möglichkeit der objektiven und umfassenden Diagnostik der verschiedenen Lautbildungsstörungen, stellt der Einsatz der automatischen Sprachanalyse dar, welche sich bereits bei der Diagnostik anderer Störungen der lautsprachlichen Kommunikation bewährt hat. Hierbei werden verschiedene Lautbildungsstörungen erkannt, unterschieden und quantifiziert werden. Das angewendete Verfahren ist nicht beschränkt auf bestimmte Lautbildungsstörungen und wurde bisher zur Sigmatismusdetektion - und quantifizierung eingesetzt.

#### **Publikationen**

- Bocklet, Tobias ; Maier, Andreas ; Eysholdt, Ulrich ; Nöth, Elmar: Improvement of a Speech Recognizer for Standardized Medical Assessment of Children's

Speech by Integration of Prior Knowledge . In: IEEE (Hrsg.) : Proc. 2nd IEEE Workshop on Spoken Language Technologies (SLT 2010) (SLT 2010 Berkeley, California, USA 12.12.2010 - 15.12.2010). 2010, S. 247-252. - ISBN 978-1-4244-7902-3

- Bocklet, Tobias ; Schuster, Maria ; Nöth, Elmar ; Eysholdt, Ulrich: Sprachenunabhängige Verständlichkeitsanalyse bei Kindern mit orofazialen Spaltfehlbildungen auf Deutsch und Italienisch mittels akustischer Modellierung . In: Gross, Manfred ; am Zehnhoff-Dinnesen, Antoinette (Hrsg.) : Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2010 (27. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie Aachen, Germany 17.09. - 19.09.2010). Bd. 18. Warendorf : Darpe Industriedruck, 2010, S. 165-167.
- Bocklet, Tobias ; Maier, Andreas ; Riedhammer, Korbinian ; Nöth, Elmar: Towards a Language-independent Intelligibility Assessment of Children with Cleft Lip and Palate . In: WOCCI (Hrsg.) : Proceedings of WOCCI 2009 (Workshop on Child, Computer, and Interaction 2009 Cambridge, MA, USA 05.11.2009). Bd. 1, 1. Aufl. 2009, S. no pagination.

### 7.5.6 AUWL

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

**Beteiligte:**

Dr. phil. Anton Batliner

Dipl.-Inf. Florian Hönig

**Laufzeit:** 1.7.2010–31.12.2011

**Förderer:**

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

**Mitwirkende Institutionen:**

digitalpublishing

**Kontakt:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

Tel.: +49 9131 85-7888

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: noeth@cs.fau.de

AUWL (Automatisches webbasiertes Lerner-Feedback-System) ist der Nachfolger des Forschungsprojekts C-AuDiT, mit den Beteiligten digital publishing und FAU. Ziel ist die Entwicklung von Methoden für Aussprache- und Dialogtraining für das Fremdsprachenlernen am Beispiel von Englisch als Fremdsprache. Den Lernern

wird ein *dialogue of the day* präsentiert, bei dem man die unterschiedlichen Rollen einnehmen und üben kann, indem man z.B. die Äußerung eines Tutors nachspricht (*parroting*) oder mitspricht (*shadowing*). Die Aussprache der Lerner wird automatisch bewertet, und das Ergebnis an die Lerner zurückgemeldet.

Neben der Entwicklung neuer Methoden zur Aussprachebewertung liegt der zweite Forschungsschwerpunkt darauf, wie geeignetes feedback automatisch erstellt werden kann, das auf die speziellen Befürfnisse und Probleme des Lerners eingeht.

## Publikationen

- Hönig, Florian ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar: How Many Labellers Revisited - Naives, Experts, and Real Experts . In: Helmer Strik ; Catia Cucchiari ; Rodolfo Delmonte ; Rocco Tripodi (Hrsg.) : Proceedings of the ISCA Special Interest Group on Speech and Language Technology in Education (Speech and Language Technology in Education (SLaTE) Venice, Italy 24.-26.08.2011). 2011, S. no pagination.
- Maier, Andreas ; Hönig, Florian ; Steidl, Stefan ; Nöth, Elmar ; Horndasch, Stefanie ; Sauerhöfer, Elisabeth ; Kratz, Oliver ; Moll, Gunther: An automatic version of a reading disorder test . In: ACM Transactions on Speech and Language Processing (TSLP) 7 (2011), Nr. 4, S. 17:1-17:15
- Hönig, Florian ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar: Does it Groove or Does it Stumble - Automatic Classification of Alcoholic Intoxication Using Prosodic Features . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech) Florence, Italy 27.-31.08.2011). 2011, S. 3225-3228.

### 7.5.7 Bildforensik

#### **Projektleitung:**

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Christian Riess

Dipl.-Inf. Johannes Jordan

**Beginn:** 1.5.2009

#### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Christian Riess

Tel.: +49 9131 85-27891

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: christian.riess@cs.fau.de

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

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

## Publikationen

- Christlein, Vincent ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: A Study on Features for the Detection of Copy-Move Forgeries . In: Freiling, Felix (Hrsg.) : Sicherheit 2010 - Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit (Sicherheit 2010 Berlin 5.10.-7.10.2010). 1. Aufl. Heidelberg : Springer, 2010, S. 105-116. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Bd. P-170)
- Christlein, Vincent ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: On Rotation Invariance in Copy-Move Forgery Detection . In: IEEE (Veranst.) : Proceedings of the 2010 Second IEEE Workshop on (Workshop on Information Forensics and Security Seattle, USA 12.12.-15.12.2010). 2010, S. -.
- Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: Scene Illumination as an Indicator of Image Manipulation . In: Boehme, Rainer ; Fong, Philipp ; Safavi-Naini, Rei (Hrsg.) : Information Hiding, 6th International Workshop (Information Hiding, 6th International Workshop Calgary, Canada 28.6.-30.6.2010). Heidelberg : Springer, 2010, S. 66-80. (Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Bd. 6387)

### **7.5.8 BMBF Molekulare Bildgebung in der Medizin (MoBiMed) - Mechanism of targeting, Angiogenesis for diagnostics and and therapy**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Volker Daum

Dr.-Ing. Dieter Hahn

Prof. Dr. rer. nat. Olaf Prante

**Laufzeit:** 1.1.2009–31.12.2012

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Nuklearmedizinische Klinik, Universitätsklinikum Erlangen

Radiologische Klinik und Poliklinik Universitätsklinikum Heidelberg

Deutsches Krebsforschungszentrum

Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Münster

European Institute for Molecular Imaging (EIMI)

Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Tübingen

Das Projektkonsortium beschäftigt sich mit der Erforschung der Bildgebung in der Tumorangiogenese. Das Ziel der klinischen Partner ist die Entwicklung spezifischer Tumormarker die unter anderem in der molekularen Bildgebung genutzt werden können. Die Forschung wird dabei überwiegend an Kleintieren (Maus, Ratte) durchgeführt, zu deren Untersuchung unterschiedliche bildgebende Modalitäten verwendet werden um das Tumorwachstum zu bewerten.

Der Lehrstuhl für Mustererkennung ist in diesem Projekt mit der Entwicklung von Algorithmen und einer Softwareumgebung für die Kleintierbildgebung beschäftigt. Die Kleintierbildgebung stellt dabei besondere Ansprüche bedingt durch die geringe Größe der Tiere, an die die Standardalgorithmen angepasst werden müssen. Den Fokus dieser Arbeiten stellen dabei Registrierungs- und Segmentierungsalgorithmen dar.

Registrierungsalgorithmen erlauben es unterschiedliche Modalitäten miteinander zu kombinieren. Auf diese Weise kann auf einfache Weise die Spezifität eines Markers evaluiert werden. Gegenwärtig werden sowohl starre als auch nicht-starre Registrierungstechniken entwickelt. Bei der starren Registrierung wird dabei, schnell und robust eine Transformation bestehend aus einer globalen Rotation und Verschiebung berechnet. Die nichtstarre Registrierung berechnet dagegen eine Transformation die jeden Bildpixel individuell verschieben kann. Dies erlaubt einen direkten Pixelvergleich der registrierten Datensätze.

Im Bereich der Segmentierungstechniken konzentriert sich die Arbeit auf semi-automatische Methoden. Diese erlauben dem Benutzer eine grobe Spezifizierung der

gewünschten Region, die dann automatisch verfeinert wird. Ein Algorithmus dieser Art der bereits implementiert wurde ist der sogenannte Random Walk. Dieser wurde mit der Grafikkarte (GPU) hardwarebeschleunigt und erlaubt die Erstellung einer Segmentierung in weniger als 5 Sekunden.

Weitere Arbeiten sind vor allem im Bereich der Anpassung von existierenden Algorithmen an die Kleintierbildgebung geplant. Darüber hinaus sollen in Kooperation mit der Nuklearmedizinischen Klinik auch spezielle Workflows zur Evaluierung von PET Markern identifiziert werden. Für diese sollen dann spezialisierte Softwarewerkzeuge entwickelt werden.

### **Publikationen**

- Hahn, Dieter ; Daum, Volker ; Hornegger, Joachim: Automatic Parameter Selection for Multi-Modal Image Registration . In: IEEE Transactions on Medical Imaging 29 (2010), Nr. 5, S. 1140-1155
- Hahn, Dieter ; Daum, Volker ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: Data-Driven Density Estimation applied to SPECT Subtraction Imaging for Epilepsy Diagnosis . In: Wells, William ; Joshi, Sarang ; Pohl, Kilian (Veranst.) : Proceedings of the MICCAI Workshop on Probabilistic Models For Medical Image Analysis (Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2009, 12th International Conference London, UK 20.09.2009). 2009, S. 115-126.
- Daum, Volker ; Hahn, Dieter ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: PCA Regularized Nonrigid Registration for PET/MRI Attenuation Correction . In: Wells, William ; Joshi, Sarang ; Pohl, Kilian (Veranst.) : Proceedings of the MICCAI Workshop on Probabilistic Models For Medical Image Analysis (Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2009, 12th International Conference London, UK 20.09.2009). 2009, S. 127-138.

### **7.5.9 COSIR**

#### **Projektleitung:**

Dr. Gernot John

#### **Beteiligte:**

Simone Gaffling, M. Sc.

Dipl.-Inf. Simon Schöll

Björn Sommerfeldt

Firas Mualla, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.1.2011–31.12.2013

**Förderer:**

Bayerische Forschungsstiftung

**COSIR - Combination of Chemical-Optical Sensors and Image Recognition**

Die Überwachung von Zellkulturen wird bis jetzt meist durch einzelne Messungen durchgeführt, die in bestimmten Zeitabständen erfolgen. Zustände zwischen diesen bekannten Zeitpunkten müssen daraus abgeleitet werden. Zudem finden diese Messungen unter Eingriffnahme in die Zellkultur (z.B. Probenahme) statt, was bei empfindlichen Zellen zu ungewollten Effekten führen kann.

Das Ziel von COSIR ist es, ein System zur kontinuierlichen Überwachung von Zellkulturen zu entwickeln, das zudem ohne Probenahme und äußere Einflüsse Daten über das aktuelle Zellwachstum liefern kann.

Dieses System wird in kompakter Bauweise verschiedene optische und chemische Sensoren und Aufnahmesysteme enthalten. Die aufgenommenen Signale werden mit Hilfe von Bildverarbeitungsmethoden aufbereitet und ausgewertet, um automatisch quantitative (z.B. Zellenanzahl) als auch qualitative Werte (z.B. Sauerstoffgehalt) zu liefern.

Es soll universell einsetzbar sein, zur Expansion tierischer Zellen, Medienoptimierung oder Toxizitätstests. Der hauptsächliche Nutzen wird hierbei in der pharmazeutischen Entwicklung neuer Medikamente, der wissenschaftlichen Forschung, sowie in der Toxizitätsprüfung liegen.

**7.5.10 CT Rekonstruktion mit Compressed Sensing****Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Haibo Wu, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.3.2009–31.3.2013

**Förderer:**

Chinese Scholarship Council

**Kontakt:**

Haibo Wu, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85-28982

Fax: +49 9131 85-28982

E-Mail: haibo.wu@cs.fau.de

Computertomographie (CT) setzt den Patienten ionisierender Strahlung aus. Trotzdem ist die Methode weit verbreitet. Es gilt nun, Bilder von klinischer Relevanz mit möglichst geringer Strahlenbelastung zu erzeugen, um das Risiko einer Schädigung

zu minimieren. Ein Ansatz dazu ist weniger Projektionsbilder zu verwenden. In diesem Projekt werden Rekonstruktionsverfahren erforscht, die so wenige Projektionen wie möglich verwenden um eine schnellere Aufnahme zu ermöglichen und gleichzeitig die Dosis für den Patienten zu reduzieren.

### **7.5.11 Detektion von Lymphknoten in Ganzkörper Magnetresonanzaufnahmen**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dr.-Ing. Florian Jäger

Prof. Dr. med. Frank Wacker

Dr. med. Bernd Frericks

**Beginn:** 1.7.2005

**Mitwirkende Institutionen:**

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

**Kontakt:**

Dr.-Ing. Florian Jäger

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 automati-

sche 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. Darauf folgend 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 wurden, werden die Veränderungen innerhalb des Deformationsfeldes zur Detektion verwendet. Um Informationen aus Differenzbildern zugänglich zu machen müssen die Datensätze ebenso nicht-starre 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.

### **Publikationen**

- Jäger, Florian ; Nyúl, László ; Frericks, Bernd ; Wacker, Frank ; Hornegger, Joachim: Whole Body MRI Intersity Standardization . In: Horsch, Alexander ; Derserno, Thomas M. ; Handels, Heinz ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2007 (Bildverarbeitung für die Medizin 2007 München 25.-27. März 2007). Berlin : Springer, 2007, S. 459-463. - ISBN 103-540-71090-6

### **7.5.12 Entwicklung virtueller Umgebungen zum Training von menschlichem 3D-Stereosehen für Sportler**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

Prof. Dr. med. Georg Michelson

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Jan Paulus

Jie Tong

**Beginn:** 1.7.2010

**Förderer:**

Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT)

**Mitwirkende Institutionen:**

Lehrstuhl für Photonische Technologien (LPT), Augenklinik, Erlangen

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Jan Paulus

Tel.: +49 9131 85-25247

Fax: +49 9131303811

E-Mail: jan.paulus@cs.fau.de

Menschliches Sehen kann durch gezieltes Training in seiner Leistung gesteigert werden. In diesem Projekt soll speziell 3D-Stereosehen verbessert werden, da sich eine erhöhte 3D-Wahrnehmung für Athleten in einer erhöhten sportlichen Leistungsfähigkeit in Bezug auf Reaktion und Genauigkeit niederschlägt. Dafür werden virtuelle Umgebungen mit Hilfe von 3D-Displays und Projektionssystemen erzeugt. Zunächst wird die aktuelle Stereosehleistung der Sportler mittels der virtuellen Umgebung evaluiert. Anschließend werden darauf aufbauend geeignete Trainingsstrategien entwickelt, um die visuelle Performanz weiterzuverbessern.

### **7.5.13 Entwicklung von Algorithmen zur Korrektur von Atembewegungen in der MRT-basierten koronaren Herzbildgebung**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Michael Zenge Ph.D.

Arne Littmann Ph.D.

**Beteiligte:**

Davide Piccini, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.12.2008–30.11.2011

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Kontakt:**

Davide Piccini, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85-27874

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: [davide.piccini@cs.fau.de](mailto:davide.piccini@cs.fau.de)

Die EKG-getriggerte MR-Koronarangiographie wurde in den letzten Jahren hinsichtlich vieler Aspekte verbessert. Bei dieser Anwendung ist es erstrebenswert, die Bildgebung unter freier Atmung durchzuführen. Erstens ist dies angenehm für den Patienten, weil damit keine langen und wiederholten Atemanhaltezyklen erforderlich sind - somit wird die Untersuchung von Kindern und Patienten möglich, die Schwierigkeiten haben, die Luft auch nur kurz anzuhalten. Zweitens muss damit die Akquisitionszeit nicht auf ein zeitliches Atemanhalte-Fenster beschränkt werden und lässt sich somit merklich ausdehnen. Zudem werden Aufnahmen unter freier Atmung im Vergleich zu Messungen unter Anhalten des Atems als klinisch relevanter angesehen, weil mit letzteren nicht vollständig verstandene Änderungen des Blutflusses und -druckes im Bereich des Herzens einhergehen können.

Gut etabliert ist der Einsatz von stabförmigen Navigatoren, die typischerweise auf der Kuppe des rechten Zwerchfells positioniert werden und eine prospektive Verfolgung der Atembewegung in Echtzeit und in Richtung des Hauptbewegungsmusters, d.h. der Superior-Inferior-Richtung (SI-Richtung), liefern. Bei dieser Methode wird ein Akzeptanzfenster für die Atembewegung definiert, so dass außerhalb dieses Fensters akquirierte Daten verworfen und im darauffolgenden R-R-Intervall erneut gemessen werden. Bei diesem Ansatz, bei dem man üblicherweise einen linearen Zusammenhang zwischen den Verschiebungen von Zwerchfell und Herz mit einem festen, patientenunabhängigen Korrekturfaktor annimmt, muss man einen sehr kleinen Akzeptanzbereich - typischerweise 5mm - verwenden, was zu einer reduzierten Scan-Effizienz von 30-50 Messzeiten führt.

Obwohl Navigator-gesteuerte Techniken prinzipiell effizient sind, was die Minimierung von durch Atembewegung erzeugten Artefakten angeht, gibt es eine Anzahl von möglichen Fehlerquellen. Erstens kann die Korrelation zwischen der gemessenen Navigator-Position und der aktuellen Position des Herzens beeinträchtigt sein durch Hysteresis-Effekte, eine ungenaue Navigatorpositionierung und den zeitlichen Abstand zwischen Navigator- und Bildaufnahme. Zweitens können irreguläre Atemmuster die Aufnahme-Effizienz merklich verschlechtern, was zu einer Verlängerung der Messzeit führt. Drittens ist eine ausgedehnte Aufnahme von Navigator-Scouts vor der eigentlichen Bildaufnahme erforderlich.

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung von Algorithmen für die Bewegungserfassung und -korrektur, die direkt in die Bildaufnahme integriert werden können und die Limitationen des bisherigen Gold-Standards überwinden. Damit soll eine Verkürzung und Vereinfachung der Planungsphase vor der eigentlichen Messung und eine Maximierung der Aufnahme-Effizienz möglich werden.

#### **7.5.14 Entwicklung von bildgeführten chirurgischen Methoden**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dr. Rainer Graumann

**Beteiligte:**

Jessica Magaraggia, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.10.2011–31.10.2014

**Förderer:**

Siemens XP

**Kontakt:**

Jessica Magaraggia, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85-27882

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: [jessica.magaraggia@cs.fau.de](mailto:jessica.magaraggia@cs.fau.de)

Bei operativen Eingriffen in den Bereichen Unfallchirurgie und Orthopädie werden häufig Röntgen- und CT-basierte Bildgebungsmodalitäten angewendet, um die Chirurgen während des Eingriffs zu unterstützen. Insbesondere bei der Platzierung eines orthopädischen Implantats, sind mehrere Aufnahmen notwendig, um die korrekte Position von Implantaten und zugehörigen Schrauben zu bestimmen. Sogar kleine Fehler der Positionierung können sich negativ auf das Ergebnis des Eingriffs auswirken. Wenn Röntgenaufnahmen benutzt werden, sind keine Informationen über die Tiefe von der Platzierung verfügbar. Eine 3D-Aufnahme benötigt Zeit, um die Bilder aufzunehmen und das Volumen zu rekonstruieren. Jede Aufnahme bedeutet eine zusätzliche Strahlendosis für Patient und Chirurg.

Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines intuitiven und präzisen Systems für die Einbringung von Implantaten und zugehörigen Fixierungselementen, z.B. Schrauben. Das System unterstützt den Chirurgen während der Positionierung. In Echtzeit sollen Position und Richtung von Instrumenten bestimmt und angezeigt werden, sowie die Abweichung zwischen IST und SOLL und Richtung des Instrumentes. Das System soll einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Strahlendosis von Patient und Chirurg leisten und soll die Qualität der Prozedur verbessern. Des Weiteren sollte die Bewegungsfreiheit des Chirurgen nicht eingeschränkt werden.

#### **7.5.15 Exakte Segmentierung von Koronararterien aus 3D C-Arm CT Daten**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Maria Polyanskaya  
Dr. Günter Lauritsch  
**Laufzeit:** 15.10.2009–14.10.2011

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Maria Polyanskaya  
Tel.: +49 9131 85-27894  
Fax: +49 9131 303811  
E-Mail: maria.polyanskaya@cs.fau.de

Das Projektziel ist die Entwicklung und Bewertung einer Methode zur Segmentierung von Koronararterien aus C-Arm CT Daten.

Kardiologische Eingriffe profitieren in hohem Maße von dreidimensionaler Bildgebung zur Orientierung während eines Eingriffes. Mit C-Arm Angiographiesystemen können solche Datensätze auch während einer Operation erstellt werden. Die Segmentierung der Koronararterien aus diesen Daten ist ein wichtiger Schritt in der Planung und Behandlung von Stenosen der Arterien. Dies macht die Segmentierung der Koronararterien zu einem relevanten Problem.

Das Projekt wird in Kooperation mit der Siemens AG, Healthcare Sector bearbeitet.

#### **7.5.16 Explizite Modellierung des Reflexionsvermögens von Haut für eine verbesserte Hautsegmentierung und Beleuchtungsfarbenschätzung**

**Projektleitung:**

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Eva Eibenberger

**Laufzeit:** 1.8.2009–31.12.2012

**Förderer:**

International Max-Planck Research School (IMPRS)

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Eva Eibenberger  
Tel.: +49 9131 85-27891  
Fax: +49 9131 303811  
E-Mail: eva.eibenberger@cs.fau.de

Die Segmentierung von Hautregionen in Bildern ist für viele Anwendungen im Bereich der Computer Vision ein wichtiger Vorverarbeitungsschritt. Da in Farbbildern die Erscheinung der Hautregionen durch verschiedene Faktoren, wie etwa

Beleuchtungssituation, Umgebung und ethnischer Hintergrund, beeinflusst wird, ist die Verwendung von Farbinformationen eine große Herausforderung. Ziel dieses Projekts ist die Analyse der Interaktion von Haut und Licht für Anwendungen des Rechnersehens. Dies wird durch eine Anpassung und Verbesserung bestehender Modelle für die Hautreflexion erzielt. Während des Projekts werden zwei Hauptprobleme adressiert: die Segmentierung von Hautregionen und die Schätzung der Beleuchtungsfarbe. Beide Aspekte sind eng miteinander verzahnt, da Variationen im Spektrum des reflektierten Lichts entweder auf eine veränderte Hautalbedo oder veränderte Beleuchtungssituationen zurückzuführen sind. Es besteht die Möglichkeit die Hautsegmentierung durch Verwendung von Algorithmen zur Beleuchtungsfarbenschätzung zu verbessern. Umgekehrt können aber auch die zuvor segmentierten Hautregionen für eine verbesserte Schätzung der Beleuchtungsfarbe herangezogen werden.

#### **7.5.17 Früherkennung von Augenerkrankungen anhand von hochentwickelten bildgebenden Verfahren zur Darstellung des Augenhintergrundes**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dr.-Ing. Ralf-Peter Tornow

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Markus Mayer

Dr.-Ing. Ralf-Peter Tornow

Lenke Laurik

**Beginn:** 1.9.2007

**Förderer:**

School of Advanced Optical Technologies (SAOT)

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Markus Mayer

Tel.: +49 9131 85-28977

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: markus.mayer@cs.fau.de

Neue bildgebende Verfahren zur Darstellung des Augenhintergrundes wie die Optische Kohärenz Tomographie (OCT) können hochauflösende dreidimensionale Bilder der Tiefenstruktur der Netzhaut erzeugen. Das Ziel des Projekts ist die Verbesserung der Früherkennung und die Diagnose der Progression von Augenerkrankungen anhand derartiger Aufnahmen. Das Krankheitsbild "Glaukom" steht hierbei im Mittelpunkt. Hierfür sollen einerseits automatische Methoden entwickelt werden, die Ophthalmologen neue Möglichkeiten zur Beurteilung von Bilddaten eröffnen. Eine automatische Segmentierung und Bestimmung der Dicke der Nervenfaserschicht ist als Beispiel zu

nennen. Des weiteren müssen die Bilddaten auch in einer sinnvollen Art und Weise dargestellt werden. Im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts der Augenklinik und des Lehrstuhls für Mustererkennung werden neue Algorithmen zur Bildverbesserung entworfen. Die OCT Rohdaten werden entrauscht und Bewegungsartefakte korrigiert. Die Augenklinik Erlangen bringt ihre lange Erfahrung in der Entwicklung und Anwendung neuer Methoden in der Ophthalmologie, insbesondere auch aus dem SFB 539, ein. Zusammen mit Kompetenz des Lehrstuhls für Mustererkennung in der Bildverarbeitung sind hervorragende Grundlagen für das Projekt vorhanden.

### **Publikationen**

- Mayer, Markus: Automatic Nerve Fiber Layer Segmentation and Geometry Correction .Vortrag: Annual Meeting, The Association for Research in Vision and Ophthalmology, Inc. (ARVO), Fort Lauderdale, Florida, USA, 28.04..2008
- Mayer, Markus ; Tornow, Ralf P. ; Hornegger, Joachim ; Kruse, Friedrich E.: Fuzzy C-means Clustering For Retinal Layer Segmentation On High Resolution OCT Images . In: Jan, Jiri ; Kozumplik, Jiri ; Provanznik, Ivo (Hrsg.) : Analysis of Biomedical Signals and Images, Proceedings of the Biosignal 2008 International Eurasip Conference (Biosignal Brno, Czech Republic 29.6.2008-01.07.2008). Bd. 19, 1. Aufl. Brno, Czech Republic : v, 2008, S. no pagination. - ISBN 978-80-214-3613-8
- Wagner, Martin ; Borsdorf, Anja ; Mayer, Markus ; Tornow Ralf: Wavelet Based Approach to Multiple-Frame Denoising of OCT-Images . In: Hubertus, Feußner (Hrsg.) : Proceedings of the 5th Russian Bavarian Conference on Bio-Medical Engineering (RBC) (5th Russian Bavarian Conference on Bio-Medical Engineering (RBC) München). 2009, S. 67-69. - ISBN 978-3-00-029049-7
- Mayer, Markus ; Hornegger, Joachim ; Mardin, Christian Y. ; Tornow, Ralf-Peter: Retinal Nerve Fiber Layer Segmentation on FD-OCT Scans of Normal Subjects and Glaucoma Patients . In: Biomedical Optics Express 1 (2010), Nr. 5, S. 1358-1383

### **7.5.18 Fusion von dreidimensionalen Herzdaten und zweidimensionalen Röntgenaufnahmen für Ablationsanwendungen in der Elektrophysiologie**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

#### **Beteiligte:**

Alexander Brost, M. Sc.



Dr.-Ing. Norbert Strobel

**Laufzeit:** 1.5.2009–30.4.2011

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Kontakt:**

Alexander Brost, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85-27799

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: alexander.brost@cs.fau.de

Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Fusion von dreidimensionalen Datensätzen (CACT, CT, MRI) mit zweidimensionalen Röntgenaufnahmen, wie sie während einer Elektrophysiologieprozedur durchgeführt werden. Ein wichtiges Beispiel für die geplante Anwendung dieses Verfahrens ist die elektrische Isolation der Pulmonalvenen bei Vorhofflimmern. Vorhofflimmern ist die häufigste Herzrhythmusstörung, an der allein in Deutschland rund eine Million Menschen leiden. Vorhofflimmern ist mit einem erhöhten Schlaganfallrisiko, der Entwicklung einer Herzinsuffizienz, sowie generell kardiovaskulärer Morbidität assoziiert. Die erforderlichen Arbeitsschritte des Verfahrens zur Fusion von dreidimensionalen mit zweidimensionalen Datensätzen sollen dabei nahtlos in die Behandlungs-Workflow eingefügt werden können.

Folgende Forschungsschwerpunkte werden dabei betrachtet:

- Bewegungskompensation während der Ablationsprozedur
- Registrierung eines dreidimensionalen Herzdatensatzes zu zweidimensionalen Röntgenbildern

### **Publikationen**

- Brost, Alexander ; Liao, Rui ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert: 3-D Respiratory Motion Compensation during EP Procedures by Image-Based 3-D Lasso Catheter Model Generation and Tracking . In: Yang, G.-Z. ; Hawkes, D. J. ; Rueckert, D. ; Noble, J. A. ; Taylor, C. J. (Hrsg.) : Lecture Notes in Computer Science (MICCAI London, UK 20.-24.09.2009). Bd. 5761. London : Springer, 2009, S. 394–401.
- Brost, Alexander ; Strobel, Norbert ; Yatziv, Liron ; Gilson, Wesley ; Meyer, Bernhard ; Hornegger, Joachim ; Lewin, Jonathan ; Wacker, Frank: Accuracy of x-ray image-based 3D localization from two C-arm views: a comparison between an

- ideal system and a real device . In: Miga, M. I. ; Wong, K. H. (Hrsg.) : Medical Imaging 2009, Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling (SPIE Orlando, FL, USA 07.-12.02.2009). 2009, S. 72611Z.
- Brost, Alexander ; Liao, Rui ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert: 3D model-based catheter tracking for motion compensation in EP procedures . In: Kenneth H. Wong ; Michael I. Miga (Hrsg.) : Medical Imaging 2010: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling (SPIE Medical Imaging 2010 San Diego, CA, USA 13 - 18 February 2010). 2010, S. 762507.
  - Brost, Alexander ; Wimmer, Andreas ; Liao, Rui ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert: Catheter Tracking: Filter-Based vs. Learning-Based . In: Goesele, Michael ; Roth, Stefan ; Kuijper, Arjan ; Schiele, Bernt (Hrsg.) : Lecture Notes in Computer Science (DAGM 2010 Darmstadt, Germany 22 - 24 September 2010). Bd. 6376. Heidelberg, Berlin : Springer, 2010, S. 293-302.
  - Bourier, Felix ; Brost, Alexander ; Yatziv, Liron ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert ; Kurzidim, Klaus : Coronary Sinus Extraction for Multimodality Registration to guide Transseptal Puncture . In: Kahn, Thomas ; Jolesz, Ferenc A. ; Lewin, Jonathan S. (Hrsg.) : 8th Interventional MRI Symposium - Book of Abstracts (8th Interventional MRI Symposium Leipzig, Germany 24 - 25 September 2010). 2010, S. 311-313. - ISBN 978-3-00-032186-3
  - Brost, Alexander ; Liao, Rui ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert: Model-Based Registration for Motion Compensation during EP Ablation Procedures . In: Fischer, Bernd ; Dawant, Benoit ; Lorenz, Cristian (Hrsg.) : Lecture Notes in Computer Science (WBIR 2010 Luebeck, Germany 11 - 13 July 2010). Bd. 6204. Heidelberg, Berlin : Springer, 2010, S. 234-245.
  - Brost, Alexander ; Liao, Rui ; Strobel, Norbert ; Hornegger, Joachim: Respiratory motion compensation by model-based catheter tracking during EP procedures . In: Medical Image Analysis 14 (2010), Nr. 5, S. 695-706
  - Brost, Alexander ; Bourier, Felix ; Yatziv, Liron ; Koch, Martin ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert ; Kurzidim, Klaus: First Steps towards Initial Registration for Electrophysiology Procedures . In: SPIE (Hrsg.) : Proc. SPIE 7964 (Medical Imaging 2011: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling Lake Buena Vista, Florida, USA February). 2011, S. 79641P.
  - Brost, Alexander ; Wimmer, Andreas ; Liao, Rui ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert: Motion Compensation by Registration-Based Catheter Tracking . In: SPIE (Hrsg.) : Proc. SPIE 7964 (Medical Imaging 2011: Visualization,

Image-Guided Procedures, and Modeling Lake Buena Vista, Florida, USA 12.02  
- 17.02.2011). Bd. 7964. 2011, S. 796410.

### **7.5.19 Intramodale Fusion und Nachverfolgung von medizinischen Instrumenten für MR-gesteuerte Interventionen**

**Projektleitung:**

Dr. Christine H. Lorenz

Dr. Martin Huber

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Eva Rothgang

Dr. Joerg Roland

Dr. Wesley D. Gilson

**Laufzeit:** 1.12.2008–30.11.2011

**Förderer:**

Siemens Corporate Technology

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Eva Rothgang

Tel.: +49 9131 85-27874

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: [eva.rothgang@cs.fau.de](mailto:eva.rothgang@cs.fau.de)

Magnetresonanztomographie (MRT) bietet ohne ionisierende Strahlung einen hervorragenden Weichteilkontrast, eine frei wählbare Schichtführung und die Möglichkeit neben anatomischen auch funktionelle Informationen aufzunehmen. Sie ist somit für die interventionelle Radiologie von großem Interesse. MR-gesteuerte Interventionen, bei denen der Patient im MR Scanner liegt, bringen jedoch auch zusätzliche Herausforderungen mit sich. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts sollen einige der zentralen Fragen adressiert werden. Hierbei sind die folgenden Themengebiete zu nennen: 1) Thermometrie in Gegenwart von Atmung und anderen Bewegungsquellen; 2) Nachverfolgung von Instrumenten im MR Scanner, mit dem Ziel dem Arzt intuitives Feedback zur Instrumentenführung zu geben; 3) Fusionierung von verschiedenen MR Informationen je nach Interventionsschritt, um die gleichzeitige Verwendung von Echtzeit als auch Gewebe charakterisierenden Bildern zu optimieren.

Das Ziel dieses Forschungsprojekts ist somit die Entwicklung von Methoden und Prototypen für:

- Qualitätskontrolle/ Bewegungsabschätzung für MR-gesteuerte thermale Therapien

- Automatische Nachverfolgung medizinischer Instrumente für MR-gesteuerte perkutane Prozeduren
- Intramodale Fusion für MR-gesteuerte Prozeduren

### **Publikationen**

- Kickhefel, Antje ; Rothgang, Eva ; Rosenberg, Christian ; Roland, Jörg ; Schick, Fritz: Improving In-Vivo MR ThermoTherapy Reliability in Moving Organ by applying Pennes' Bioheat Equation - Evaluation on Patient Liver Study . In: Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine 22 (2009), Nr. 1, S. 380
- Rothgang, Eva ; Kickhefel, Antje ; Roland, Jörg ; Rosenberg, Christian ; Hornegger, Joachim ; Lorenz, Christine: Online improvement of the reliability of PRF based temperature maps displayed during laser-induced thermoTherapy of liver lesions . In: Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine 22 (2009), Nr. 1, S. 390

### **7.5.20 Iterative Rekonstruktionstechniken für die Magnetresonanz-Bildgebung**

#### **Projektleitung:**

Dr. Kai T. Block

Peter Schmitt

Dr. Michael Zenge

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Christoph Forman

Dipl.-Inf. Robert Grimm

Jana Hutter, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.7.2010–28.2.2014

#### **Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

Ziel dieses Projektes ist die Untersuchung und Entwicklung von neuen Anwendungen der iterativen Rekonstruktionstechniken in der Magnetresonanz-Bildgebung für kardiologische und onkologische Fragestellungen, insbesondere zur Reduzierung der Aufnahmedauer. Diese ist aus verschiedenen Gründen erstrebenswert: Zum einen lässt sich dadurch eine Verkürzung der gesamten Untersuchungsdauer und somit ein erhöhter Patientendurchsatz in der klinischen Routine erreichen, zum anderen eröffnen sich neue Aufnahmemöglichkeiten.

In vielen Anwendungsfällen ist es wichtig, die MR-Akquisition auf Bewegungen des Patienten abzustimmen. Neben nie ganz vermeidbaren aktiven Bewegungen spielen auch die Atembewegung und Bewegung durch Kontraktion des Herzens eine große Rolle. Üblicherweise wird die MR-Aufnahme mit Hilfe von physiologischen Signalen auf diese Bewegungen abgestimmt, um Fehler in den Messungen zu minimieren. Damit stehen oft nur reduzierte Zeitfenster zur Datenakquisition zur Verfügung, die möglichst optimal genutzt werden sollten.

Die Dauer einer Messung kann beispielsweise mit Hilfe einer Auslassung von Messdaten bei der Akquisition verkürzt werden. In der regulären Rekonstruktion führt dies jedoch zu typischen Bildartefakten. Iterative Bildrekonstruktionsverfahren bieten eine vielversprechende Möglichkeit, unterabgetastete Messdaten zu rekonstruieren und gleichzeitig diese Artefakte zu reduzieren. Für den klinischen Erfolg ist auch eine akzeptable Rekonstruktionsdauer entscheidend, so dass die Beschleunigung durch Portierung der Algorithmen auf Grafikkarten (GPUs) ein wichtiger Bestandteil der Arbeit sein wird.

### **7.5.21 KAIMAN - Kompaktes Frequenzagiles Intelligentes Mobiles Aufklärungs-Netzwerk**

#### **Projektleitung:**

Dr. Stefan Harbeck, MEDAV GmbH

#### **Beteiligte:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

Dipl.-Inf. Korbinian Riedhammer

Dipl.-Ing. Dirk Kolb

**Laufzeit:** 1.8.2009–31.7.2012

#### **Förderer:**

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Lehrstuhl für Technische Elektronik

MEDAV GmbH

#### **Kontakt:**

Dipl.-Ing. Dirk Kolb

Tel.: +49 9131 85-27297

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: dirk.kolb@cs.fau.de

Unterschiedlichste Einsatzszenarien für die Erfassung lagerelevanter Funksignalszenarien erfordern die Bereitstellung mobiler, kompakter und hocheffizienter Erfassungssysteme, die den unterschiedlichen Anforderungsszenarien einfach und schnell

angepasst werden können. Das Projekt umfasst die theoretischen Vorüberlegungen zur Konzeption, die Realisierung und Verifikation von Signalverarbeitungsalgorithmen und die Realisierung eines Prototyps eines verteilten Sensorsystems, das ohne direkte Einwirkung von Operateuren am Ort der Sensoraufstellung arbeiten kann. Die Sensoren liefern ihre Daten mittels einer losen Kopplung über Kommunikations- und Datenverbindungen an eine zentrale Erfassungs- und Auswerteeinrichtung. Die Auswertung großer Mengen erfasster Daten ist mittels verschiedener Methoden der Signalverarbeitung, -klassifikation und -analyse möglich.

### **7.5.22 Low Cost Funduskamera für die Dritte Welt**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Bernhard Höher

Peter Voigtmann

Prof. Dr. med. Georg Michelson

Thomas Köhler, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.7.2010–30.6.2013

**Förderer:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung

**Mitwirkende Institutionen:**

Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik

Augenklinik Erlangen

Voigtmann GmbH

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Bernhard Höher

Tel.: +49 9131 85-20736

Fax: +49 09131 85-27212

E-Mail: [bernhardh@lhft.eei.uni-erlangen.de](mailto:bernhardh@lhft.eei.uni-erlangen.de)

Im Rahmen des Medical Valley Spitzencluster-Projekts (A04b) soll ein mobiler Demonstrator für eine Low-Cost Funduskamera für die Dritte Welt angefertigt werden. Durch ein robustes und leicht zu bedienendes Gerät sollen in der Dritten Welt Fundusbilder aufgenommen werden. Über das in Dritte-Welt Ländern relativ gut ausgebaute Mobilfunknetz werden die Fundusbilder in westliche Länder übertragen. Dort werden sie von einem Arzt ausgewertet. Der Befund wird zurückgeschickt und nur die Personen, die wirklich einer Hilfe bedürfen werden in einem zentralen Behandlungszentrum versorgt.

### 7.5.23 MEDICO – intelligente Bildsuche in Medizindatenbanken

**Projektleitung:**

Dr. Martin Huber

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Johannes Feulner

Dipl.-Ing. Ingmar Voigt

**Laufzeit:** 1.8.2007–31.7.2012

**Förderer:**

Siemens

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Johannes Feulner

E-Mail: johannes.feulner@informatik.uni-erlangen.de

Das Medico-Projekt ist Teil des THESEUS-Forschungsprogrammes, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) initiiert wurde. Medico wurde im August 2006 von einem Industriekonsortium eingereicht, vom BMWi angenommen und läuft seit August 2007. Das BMWi stellt für THESEUS insgesamt 90 Mio Euro über einen Zeitraum von fünf Jahren zur Verfügung.

Ziel des Medico-Projektes ist die Ermöglichung von semantischer Suche auf medizinischen Bilddatenbanken. Die Idee ist, aus medizinischen Bildern automatisch eine formale Beschreibung zu generieren. Ein Benutzer kann diese Beschreibungen unter Verwendung von Schlüsselwörtern oder Beispielbildern durchsuchen. Im Falle eines Beispielbildes wird dieses automatisch analysiert und Schlüsselwörter werden aus der formalen Beschreibung erzeugt, die dann für die Suche verwendet werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen einige Teilprobleme gelöst werden:

- Die robuste hierarchische Analyse und das Verstehen medizinischer Bilder
- Entwicklung einer neuen skalierbaren und hierarchischen Informationsrepräsentation
- Entwicklung einer neuen Architektur, die die semantische Bildsuche und skalierbare Suchlösungen unterstützt.

Intelligente Bildsuchmaschinen für den medizinischen Bereich bieten ein enorm hohes Potenzial:

- Kliniker und Ärzte verfügen damit in Zukunft über eine leistungsfähige Lösung zur Nutzung und Durchsuchung von Bilddatenbanken auf Basis von Inhalten

und Semantikmerkmalen und erhalten damit eine wertvolle Entscheidungsunterstützung am Ort der Behandlung.

- CAD (Computer-Aided-Detection)-Technologien profitieren damit durch die Berücksichtigung der Semantikkomponente und ermöglichen in Folge wesentlich kürzere TTM(Time-to-Market)-Zeiten.
- Einfachere und direkte Rekrutierung von Patienten zur Durchführung klinischer Studien durch Suchen nach den gewünschten Bildinhalten.
- Einfachere Durchführung von epidemiologischen Studien durch Durchsuchen von geografisch verteilten Bilddatenbanken.

## Publikationen

- Feulner, Johannes ; Zhou, S. Kevin ; Seifert, Sascha ; Cavallaro, Alexander ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Estimating the Body Portion of CT Volumes by Matching Histograms of Visual Words . In: Pluim, Josien P. W. ; Dawant, Benoit M. (Hrsg.) : Proceedings of the SPIE (Medical Imaging 2009: Image Processing Orlando 7-12.2.2009). 2009, S. 72591V.
- Feulner, Johannes ; Zhou, S. Kevin ; Cavallaro, Alexander ; Seifert, Sascha ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Fast Automatic Segmentation of the Esophagus from 3D CT data using a Probabilistic Model . In: Yang, Guang-Zhong ; Hawkes, David ; Rueckert, Daniel ; Noble, Alison ; Taylor, Chris (Hrsg.) : Lecture Notes in Computer Science, LNCS (MICCAI London (UK) 23.09.2009). Bd. 5761. Berlin : Springer, 2009, S. 255-262.
- Seifert, Sascha ; Barbu, Adrian ; Zhou, S. Kevin ; Liu, David ; Feulner, Johannes ; Huber, Martin ; Sühling, Michael ; Cavallaro, Alexander ; Comaniciu, Dorin: Hierarchical parsing and semantic navigation of full body CT data . In: Pluim, Josien P. W. ; Dawant, Benoit M. (Hrsg.) : Proceedings of the SPIE (Medical Imaging 2009: Image Processing Orlando 7-12.2.2009). 2009, S. 725902.
- Ionasec, Razvan Ioan ; Voigt, Ingmar ; Georgescu, Bogdan ; Wang, Yang ; Houle, Helene ; Hornegger, Joachim ; Navab, Nassir ; Comaniciu, Dorin: Personalized Modeling and Assessment of the Aortic-Mitral Coupling from 4D TEE and CT . In: Guang-Zhong, Yang ; David, Hawkes ; Daniel, Rueckert ; Alison, Noble ; Chris ,Taylor (Hrsg.) : Proceedings of 12th International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention 2009 (MICCAI 2009 London (UK) 21.-23.09.2009). Heidelberg : Springer, 2009, S. 767-775. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 5762) - ISBN 978-3-642-04267-6



- Voigt, Ingmar ; Vitanovski, Dime ; Ionasec, Razvan Ioan ; Tsymbal, Alexey ; Georgescu, Bogdan ; Zhou, Shaohua Kevin ; Huber, Martin ; Navab, Nassir ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Learning discriminative distance functions for valve retrieval and improved decision support in valvular heart disease . In: Haynor, David R. ; Dawant, Benoit M. (Hrsg.) : Proceedings of SPIE Medical Imaging 2010 (SPIE Medical Imaging 2010 San Diego, CA, USA 12.-17.02.2010). Bellingham, WA, USA : SPIE, 2010, S. no pagination.

#### **7.5.24 miLife - eine innovative Wearable Computing Plattform zur Datenanalyse von in Kleidung integrierten Sensoren für den Einsatz in Teamsport und Gesundheit**

##### **Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

##### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Ulf Jensen

Dipl.-Ing. Dominik Schuldhaus

Frank A. Dassler

Dr. Berthold Krabbe

Walter Greul

Ralph Steidl

Prof. Dr. med. Johannes Kornhuber

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dipl.-Phys. Heike Leutheuser

**Laufzeit:** 1.8.2011–31.7.2014

##### **Förderer:**

Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie

##### **Mitwirkende Institutionen:**

adidas AG

Astrum IT GmbH

Psychiatrische und Psychotherapeutische Klinik

##### **Kontakt:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

Tel.: +49 9131 85-27297

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: bjoern.eskofier@cs.fau.de

Körpernahe Sensoren spielen eine immer größer werdende Rolle im Sport- und Gesundheitsumfeld. Es existieren dabei zahlreiche Insellösungen, welche körpernahe Sensoren einsetzen um Sportler zu unterstützen oder ältere Menschen zu überwachen.

Systeme wie adidas miCoach oder Nike+ zeigen, dass sich durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik völlig neue Geschäftsfelder für Sportartikelhersteller eröffnen und ein enormes Marktpotential vorliegt. Das ideale Produkt für eine herausragende Marktpositionierung stellt hierbei eine Abkehr von den genannten Insellösungen hin zu einer zentralen, vielfach einsetzbaren Wearable Computing Plattform dar. Für diese Lösung müssen allerdings die Integration von Sensoren in Kleidung und Sportgeräten und die Möglichkeiten zur Verarbeitung der entstehenden Informationen entschieden vorangetrieben werden. Um mit diesem Produkt schlussendlich erfolgreich auf dem Markt bestehen zu können, müssen auch völlig neue Kommunikations- und Sensor-Technologien geschaffen und innovative Anwendungen bereitgestellt werden.

Ziel dieses Projekts ist es daher, die von den Partnern in diesem Umfeld gesammelten Erfahrungen zu bündeln und auszubauen, um innovative Produkte zu entwickeln. Hierbei soll ausgehend von der bestehenden Plattform miCoach eine umfassende Kommunikations- und Anwendungsplattform "miLife" für körpernahe Sensoren geschaffen werden. Die entstehende Plattformlösung wird durch flexible Möglichkeiten zur Sensoranbindung, Datenanalyse und sozialen Vernetzung für vielfältige Einsatzgebiete wie Teamsport, Bewegungsmotivation und Gesundheitsmonitoring geeignet sein.

### **Publikationen**

- Kugler, Patrick ; Schuldhaus, Dominik ; Jensen, Ulf ; Eskofier, Björn: Mobile Recording System for Sport Applications . In: Jiang, Yong ; Zhang, Hui (Hrsg.) : Proceedings of the 8th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS2011) (8th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS2011) Shanghai, P.R. China September 21-24 2011). Liverpool : World Academic Union (World Academic Press), 2011, S. 67-70. - ISBN 978-1-84626-087-2
- Jensen, Ulf ; Kugler, Patrick ; Dassler, Frank ; Eskofier, Björn: Sensor-based Instant Golf Putt Feedback . In: Jiang, Yong ; Zhang, Hui (Hrsg.) : Proceedings of the 8th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS2011) (8th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS2011) Shanghai, P.R. China September 21-24 2011). Liverpool : World Academic Union (World Academic Press), 2011, S. 49-53. - ISBN 978-1-84626-087-2

### **7.5.25 MMSys: Motion Management System**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Sebastian Bauer, M. Eng.

Dipl.-Inf. Jakob Wasza

**Laufzeit:** 1.11.2009–30.10.2012

**Förderer:**

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie

Siemens AG, Healthcare Sector

softgate GmbH, Erlangen

**Mitwirkende Institutionen:**

Lehrstuhl für Hardware-Software-Co-Design, Universität Erlangen-Nürnberg

**Kontakt:**

Sebastian Bauer, M. Eng.

Tel.: +49 9131 85-25246

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: sebastian.bauer@cs.fau.de

Neuartige Tiefensensor-Technologien ermöglichen es, dichte dreidimensionale Oberflächendaten in Echtzeit metrisch zu erfassen. Eine Vielzahl von medizinischen Anwendungen wird in Zukunft von Tiefensensoren profitieren. Der Fokus dieses Forschungsprojektes liegt auf der Anwendung von Tiefensensoren zur Verbesserung der Genauigkeit, der Sicherheit und des Workflows in der fraktionierten Strahlentherapie. In der fraktionierten Strahlentherapie wird der Tumor in mehreren Sitzungen bestrahlt. Die Bestrahlung erfolgt dabei nach einem Behandlungsplan, der auf Basis eines Planungs-Computertomogramms (CT) berechnet wurde. Um eine präzise Bestrahlung sicherzustellen, muss der onkologische Patient vor jeder Sitzung möglichst exakt auf die Referenzposition im Planungs-CT ausgerichtet werden. In diesem Projekt wird eine oberflächen-basierte Methode zur Patientenpositionierung entwickelt, die auf der multi-modalen Registrierung von Tiefensensor- mit CT-Daten basiert. Im Vergleich zu bestehenden Verfahren zur Patienten-Positionierung ist das Verfahren präzise, marker-los, nicht-invasiv, kontaktfrei und der Patient wird keiner zusätzlichen Strahlendosis ausgesetzt. Die Echtzeit-Bewegungsanalyse ist eine weitere vielversprechende Anwendung von Tiefensensoren in der Strahlentherapie. Wir entwickeln ein Bewegungs-Management-System zur Erfassung und Klassifikation eines mehrdimensionalen volumetrischen Atemsignals. Das System überwacht ausgewählte anatomische Regionen des Oberkörpers und bestimmt die aktuelle Phase innerhalb des menschlichen Atemzyklus.

## Publikationen

- Bauer, Sebastian ; Berkels, Benjamin ; Hornegger, Joachim ; Rumpf, Martin: Joint ToF Image Denoising and Registration with a CT Surface in Radiation Therapy . In: Bruckstein, Alfred M. ; ter Haar Romeny, Bart ; Bronstein, Alex ; Bronstein, Michael (Hrsg.) : International Conference on Scale Space and Variational Methods in Computer Vision (SSVM) (International Conference on Scale Space and Variational Methods in Computer Vision (SSVM) Ein-Gedi, The Dead Sea, Israel 31.05.2011). Bd. 6667. 2011, S. 98-109.
- Bauer, Sebastian ; Wasza, Jakob ; Haase, Sven ; Marosi, Natalia ; Hornegger, Joachim: Multi-modal Surface Registration for Markerless Initial Patient Setup in Radiation Therapy using Microsoft's Kinect Sensor . In: Fossati, Andrea ; Gall, Juergen ; Grabner, Helmut ; Ren, Xiaofeng ; Konolige, Kurt (Hrsg.) : IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV) Workshops (IEEE Workshop on Consumer Depth Cameras for Computer Vision (CDC4CV) Barcelona, Spain 12.11.2011). 2011, S. 1175-1181.
- Wasza, Jakob ; Bauer, Sebastian ; Hornegger, Joachim: Real-time Preprocessing for Dense 3-D Range Imaging on the GPU: Defect Interpolation, Bilateral Temporal Averaging and Guided Filtering . In: Andrea Fossati ; Juergen Gall ; Helmut Grabner ; Xiaofeng Ren ; Kurt Konolige (Hrsg.) : IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV) Workshops (IEEE Workshop on Consumer Depth Cameras for Computer Vision (CDC4CV) Barcelona, Spain 11.12.2011). Barcelona, Spain : IEEE, 2011, S. 1221-1227.
- Wasza, Jakob ; Bauer, Sebastian ; Haase, Sven ; Schmid, Moritz ; Reichert, Sebastian ; Hornegger, Joachim: RITK: The Range Imaging Toolkit - A Framework for 3-D Range Image Stream Processing . In: Eisert, Peter ; Hornegger, Joachim ; Polthier, Konrad (Hrsg.) : VMV 2011: Vision, Modeling & Visualization (VMV 2011: Vision, Modeling & Visualization Berlin, Germany 04.10.2011). 2011, S. 57-64. - ISBN 978-3-905673-85-2

### 7.5.26 Multispektrale Bildanalyse

#### **Projektleitung:**

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Eva Eibenberger

Dipl.-Inf. Johannes Jordan

**Beginn:** 1.3.2010

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Johannes Jordan

Tel.: +49 9131 85-27891

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: johannes.jordan@cs.fau.de

Die multispektral Bildanalyse dient als wichtiges Werkzeug zum Verständnis des Bilderzeugungsprozesses und von Reflexionsphänomenen. Dazu kombinieren multispektrale (bzw. hyperspektrale) Bilder die Vorteile der Spektroskopie mit Topologieinformationen zweidimensionaler Bilder. Die aufgenommenen Daten sind sehr vielschichtig und gehen oft über die menschliche Wahrnehmung hinaus; sie können zuverlässiger und weitreichender interpretiert werden als reguläre Farbbilddaten. Von der Analyse dieser Daten kann häufig die Forschung an Methoden des Rechnersehens, welche das Reflexionsverhalten in der Szene interpretieren oder darauf aufbauen, profitieren.

Um die hochdimensionalen Datenmengen zu verarbeiten, sind anspruchsvollere Methoden der Bildanalyse nötig, ebenso wie die effiziente Verarbeitung der hohen Informationsfülle und eine intuitive Visualisierung. Im Rahmen dieses Projekts wird an einer neuartigen Visualisierung gearbeitet, die eine interaktive Inspektion der Daten noch vor weiteren Verarbeitungsschritten, wie z.B. der anwendungsbezogenen Datenreduktion, zweckmäßig macht. Weiterhin werden Deskriptoren untersucht und zur Anwendung gebracht, die der Trennung von Geometrie-, Beleuchtungs- und Materialeigenschaften dienen. Mittels der eigens angeschafften, spektral und räumlich hochauflösenden Hyperspektralkamera werden neue Bilddaten aufgenommen, die der Evaluation und Verbesserung bestehender Analysemethoden dienen.

**Publikationen**

- Jordan, Johannes ; Angelopoulou, Elli: Gerbil - A Novel Software Framework for Visualization and Analysis in the Multispectral Domain . In: Koch, Reinhard ; Kolb, Andreas ; Rezk-Salama, Christof (Hrsg.) : VMV 2010: Vision, Modeling & Visualization (15th International Workshop on Vision, Modeling & Visualization Siegen 15.-17.11.2010). Bd. 1, 1. Aufl. Goslar : Eurographics Association, 2010, S. 259-266. - ISBN 978-3-905673-79-1
- Jordan, Johannes ; Angelopoulou, Elli: Edge Detection in Multispectral Images Using the N-dimensional Self-organizing Map . In: IEEE (Hrsg.) : Image Processing (ICIP), 2011 18th IEEE International Conference on (Image Processing (ICIP), 2011 18th IEEE International Conference on Brussels Sept. 2011). 2011, S. 3181 -3184.

### **7.5.27 Optimierung der Bildformungskette in multimodaler Emissionstomographie**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert

Hans Vija, PhD

**Beteiligte:**

Michal Cachovan, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.6.2010–31.5.2013

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Mitwirkende Institutionen:**

Nuklearmedizinische Klinik, Universitätsklinikum Erlangen

**Kontakt:**

Michal Cachovan, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85-47015

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: [michal.cachovan@uk-erlangen.de](mailto:michal.cachovan@uk-erlangen.de)

In der Molekularmedizin werden Erkrankungen auf der zellulärer und molekularen Ebene diagnostiziert. In der molekularen Bildgebung können mit Hilfe eines radioaktiven Tracers pathologische Prozesse in vivo lokalisiert und visualisiert werden. Die volumetrische Bildgebung bringt hohe Anforderungen an Hardware sowie Algorithmen mit, die die Eigenschaften der medizinischen Modalität und die physikalischen Prozesse sehr genau nachbilden müssen, um die Bildqualität an einem hohen Niveau zu halten. Mit der Entwicklung neuer Systeme und der Erhöhung der Auflösung der bildgebenden Verfahren wächst auch der Bedarf an Rechenleistung und an innovativen Rekonstruktionsverfahren. Die aktuellste Hardware-Forschung bringt eine Lösung mit den programmierbaren GPU Karten, die ein unschlagbares Preis-Leistungsverhältnis erweisen. Dieses Forschungsprojekt befasst sich mit der Verwendung von GPU Prozessoren in den verschiedenen Abschnitten der Bildformungskette in der multimodalen Emissionstomografie. Die entworfenen Verfahren sind auf den klinischen Einsatz ausgerichtet und zielen auf die Verbesserung der Diagnoseprozesse und des Patientenwohlbefindens.

### **7.5.28 Optimierung der Stationsbelegung und Facharztausbildung**

**Projektleitung:**

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

**Beteiligte:**

Prof. Dr. med. Johannes Kornhuber  
Prof. Dr. med. Markus Weih, MME (Bern)  
Dipl.-Inf. Johannes Ostler  
Enchevski, Mihail  
Dipl.-Betriebswirt Francesco di Paola

**Laufzeit:** 1.1.2010–31.12.2012

**Kontakt:**

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke  
Tel.: +49 9131 85-27825  
Fax: +49 9131 303811  
E-Mail: wilke@cs.fau.de

Eine Kooperation zwischen der Psychiatrischen Klinik am UKE und dem Lehrstuhl für Mustererkennung im Department Informatik soll das Problem der Stationsbesetzung mittels einer geeigneten Software lösen.

Teil der Ausbildung zum Facharzt ist eine umfangreiche praktische Tätigkeit auf verschiedenen Stationen der entsprechenden Fachklinik. Einerseits gilt es die Ausbildung zu gewährleisten, andererseits aber auch den Klinikbetrieb optimal zu gestalten, der durch zu häufiges Wechseln oder zu kurze Abstände zwischen den Wechseln beeinträchtigt wird.

Die Planung der geeigneten Reihenfolge und Verweildauer auf den einzelnen Stationen ist außerordentlich schwierig, weil die Anzahl der möglichen Kombinationen riesig groß ist.

Am Lehrstuhl für Mustererkennung wurde bereits eine Software entwickelt, die in der Lage ist, derartige Probleme zu lösen und bereits innerhalb der FAU erfolgreich eingesetzt wird.

In dem Projekt sollen nun folgenden Schritte unternommen werden:

- Erfassung der Anforderungen und Informationen für die Planung,
- Ermittlung der geeigneten Verfahren und deren Parameter,
- Implementierung eines Prototyps,
- Prototypischer Einsatz in der Psychiatrischen Klinik,
- Weiterentwicklung des Prototypen zu einer voll funktionsfähigen webbasierten Anwendung.

## 7.5.29 Optimierung von Stundenplänen

### **Projektleitung:**

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

### **Beteiligte:**

Ostler, Johannes

**Laufzeit:** 1.1.2010–31.12.2012

### **Kontakt:**

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

Tel.: +49 9131 85-27825

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: wilke@cs.fau.de

### **Allgemein**

Das Problem der Zeitplanerstellung (Timetabling) besitzt zahlreiche Anwendungsgebiete, so zum Beispiel die Schulstundenplanung, die Personaleinsatzplanung oder die Stundenplanung an Universitäten. Aufgrund des großen Aufwands, den die manuelle Erstellung solcher Zeitpläne erfordert, besteht Bedarf nach einer automatisierten Vorgehensweise.

Daher wurden in den letzten Jahren verschiedene computergestützte Verfahren getestet und auch angewendet. Beispiele für solche Verfahren sind Genetische Algorithmen, Tabu Search, Constraint-Logische Programmierung oder diverse andere Heuristiken. Jedoch unterscheiden sich alle bisherigen Implementierungen der Algorithmen für Timetabling-Probleme in ihren Datenstrukturen und damit auch in ihrer Problemlösung, die an die jeweilige Datenstruktur angepasst werden muss.

Um den Beschreibungs- und Implementierungsaufwand für neue Timetabling-Probleme zu reduzieren sowie eine größere Vergleichbarkeit unterschiedlicher Timetabling-Probleme zu gewährleisten, wurde daher im Jahr 2002 zunächst eine formale Beschreibung des Timetabling-Problems vorgenommen. Daraus wurde eine allgemeine Timetabling-Sprache basierend auf XML und ein Timetabling-Framework, implementiert in Java, entwickelt, mit der beliebige Timetabling-Probleme beschrieben werden können. Für einen konkreten Planungszeitraum kann dann mit Hilfe eines Algorithmus ein Zeitplan erstellt werden.

Nächstes Forschungsziel wird der Vergleich unterschiedlicher Optimierungsverfahren sein, mit dem Ziel, die Eignung der Verfahren zur Erstellung von Zeitplänen zu untersuchen. Weiterhin ist die Untersuchung der Struktur von Zeitplanungsproblemen von Interesse, um Rückschlüsse auf die Lösbarkeit von Zeitplanungsproblemen unterschiedlicher Komplexität ziehen zu können.

Die Sammlung der Problembeschreibungen wurde überarbeitet und insbesondere die



Beschränkungen zur Schulstundenplanerstellung um spezielle Constraints für Grund- und Haupt/Real-Schulen erweitert.

### **7.5.30 Phasenkontrasttomographie**

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Gisela Anton

**Beteiligte:**

Prof. Dr. Gisela Anton

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dipl.-Inf. Wilhelm Haas

**Laufzeit:** 1.5.2009–20.4.2012

**Förderer:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Siemens AG

**Mitwirkende Institutionen:**

Chair of Particle- and Astroparticle Physics

**Kontakt:**

Prof. Dr. Gisela Anton

Tel.: +49 9131 85-27151

Fax: +49 9131 15249

E-Mail: [gisela.anton@physik.uni-erlangen.de](mailto:gisela.anton@physik.uni-erlangen.de)

Konventionelle Röntgentechnik basiert auf dem seit über 100 Jahren bekannten Absorptionsprinzip. Dabei entspricht die Absorption nur dem imaginären Teil des Brechungsindex, der sich aus einem imaginären und einem realen Teil zusammensetzt. Der Realteil führt zu einer Phasenverschiebung - wobei hier die Röntgenstrahlung nicht als Menge von Partikeln sondern als eine Welle betrachtet werden muss. Ziel des Projektes ist die Weiterentwicklung des gitterbasierenden Interferometers, mit dem die Phasenverschiebung über Interferenzen bestimmt werden kann, so dass es im medizinischen Umfeld einsetzbar wird.

### **7.5.31 Quantifizierung der Gewebepfusion mittels der C-arm CT**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Michael Manhart

**Laufzeit:** 15.2.2008–14.2.2013

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Mitwirkende Institutionen:**

Stanford University, Department of Radiology

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Michael Manhart

Tel.: +49 9131 85-27830

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: michael.manhart@cs.fau.de

Die Messung des Blutflusses (Perfusion) im Gehirn ist ein etabliertes Verfahren zur Diagnose von ischämischen Schlaganfällen, das bisher mit Hilfe der Computertomographie (CT) oder der Magnetresonanztomographie (MRT) durchgeführt wird. Neue interventionelle Behandlungsmethoden für ischämische Schlaganfälle, wie die interarterielle Thrombolyse, werden mit Hilfe eines C-Bogen Systems durchgeführt. Dazu wird der Patient in einen Angiographieraum transportiert, in welchem üblicherweise kein CT oder MRT zur Verfügung steht. In diesem Projekt wird der Einsatz der C-Bogen CT zur Perfusionsmessung untersucht, um die Messung der Hirndurchblutung direkt vor und während der interventionellen Behandlung zu ermöglichen und den Arzt bei der Erfolgskontrolle zu unterstützen. Auch könnte diese Technologie zukünftig wertvolle Zeit sparen, wenn der Patient direkt im Angiographieraum statt zuerst im CT untersucht wird. 0xA0

Der Forschungsschwerpunkte liegen in die Entwicklung und Untersuchung neuer Rekonstruktionsalgorithmen, um die technischen Herausforderungen der C-Bogen CT Perfusionsmessung zu lösen. Es werden dynamische Rekonstruktionsverfahren untersucht um die deutlich langsamere Rotationsgeschwindigkeit des C-Bogens im Vergleich zur klassischen CT auszugleichen. Auch iterative, auf Compressed Sensing basierte Verfahren werden untersucht, insbesondere auf das Potential die Strahlendosis für den Patienten zu reduzieren.

**Publikationen**

- Fieselmann, Andreas ; Ganguly, Arundhuti ; Deuerling-Zheng, Yu ; Zellerhoff, Michael ; Boese, Jan ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: A Dynamic Reconstruction Approach for Cerebral Blood Flow Quantification With an Interventional C-arm CT . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings ISBI 2010 (2010 IEEE International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI): From Nano to Macro Rotterdam, The Netherlands 14.-17.04.2010). 2010, S. 53-56.
- Ganguly, Arundhuti ; Fieselmann, Andreas ; Boese, Jan ; Rohkohl, Christopher ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca : Evaluating the Feasibility of C-arm

- CT for Brain Perfusion Imaging: An in vitro Study . In: Wong, Kenneth, H. ; Miga, Michael I. (Hrsg.) : Medical Imaging 2010: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling (SPIE Medical Imaging 2010 San Diego, CA, USA 12.-17.02.2010). 2010, S. 76250K.
- Fieselmann, Andreas ; Ganguly, Arundhuti ; Deuerling-Zheng, Yu ; Boese, Jan ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim: Using a C-arm CT for Interventional Perfusion Imaging: A Phantom Study to Measure Linearity Between Iodine Concentration and Hounsfield Values . In: DGMP (Hrsg.) : Medizinische Physik 2010 (41. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik Freiburg i.Br., Germany 29.09.2010-02.10.2010). 2010, S. -.
  - Fieselmann, Andreas ; Ganguly, Arundhuti ; Deuerling-Zheng, Yu ; Zellerhoff, Michael ; Marks, Michael ; Boese, Jan ; Fahrig, Rebecca: Volume Cerebral Blood Flow (CBF) Measurement Using an Interventional Ceiling-Mounted C-arm Angiography System . In: ESR (Hrsg.) : Insights Into Imaging (European Congress of Radiology (ECR) 2010 Vienna, Austria 04-08.03.2010). Berlin/Heidelberg : Springer, 2010, S. 186.
  - Fieselmann, Andreas ; Dennerlein, Frank ; Deuerling-Zheng, Yu ; Boese, Jan ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim: A model for filtered backprojection reconstruction artifacts due to time-varying attenuation values in perfusion C-arm CT . In: Physics in Medicine and Biology 56 (2011), Nr. 12, S. 3701-3717
  - Fieselmann, Andreas ; Ganguly, Arundhuti ; Deuerling-Zheng, Yu ; Boese, Jan ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: Automatic measurement of contrast bolus distribution in carotid arteries using a C-arm angiography system to support interventional perfusion imaging . In: SPIE (Veranst.) : Proc. SPIE 7964 (Medical Imaging 2011: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling Lake Buena Vista, FL, USA 13.02.2011). 2011, S. 79641W1-79641W6.
  - Ganguly, Arundhuti ; Fieselmann, Andreas ; Marks, Michael ; Rosenberg, Jarrett ; Boese, Jan ; Deuerling-Zheng, Yu ; Straka, Matus ; Zaharchuk, Greg ; Bammer, Roland ; Fahrig, Rebecca: Cerebral CT Perfusion Using an Interventional C-Arm Imaging System: Cerebral Blood Flow Measurements . In: American Journal of Neuroradiology 32 (2011), Nr. 8, S. 1525-1531
  - Fieselmann, Andreas ; Kowarschik, Markus ; Ganguly, Arundhuti ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: Deconvolution-Based CT and MR Brain Perfusion Measurement: Theoretical Model Revisited and Practical Implementation Details . In: International Journal of Biomedical Imaging (2011), Nr. 0, S. 20 pages

## 7.5.32 Quantitative Evaluation der Sehbahn bei Glaukom-Patienten

### **Projektleitung:**

Prof. Dr. Arnd Dörfler

Prof. Dr. Georg Michelson

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

### **Beteiligte:**

PD Dr. med. Tobias Engelhorn

Dr. med. Simone Wärntges

Ahmed El-Rafei, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.8.2008–29.2.2012

### **Förderer:**

Deutscher Akademischer Austauschdienst

### **Kontakt:**

Ahmed El-Rafei, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85-28977

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: ahmed.el-rafei@cs.fau.de

Weltweit leiden Millionen unter der Glaukomerkrankung, die zu irreversiblen Schäden der Sehnerven führt. Damit ist Glaukom die zweithäufigste Ursache für Erblindung. Dennoch wird bei weniger als 50 der Erkrankten auch tatsächlich ein Glaukom diagnostiziert, da die auftretenden Gesichtsfeldausfälle häufig erst im fortgeschrittenen Stadium bemerkt werden. Deshalb sind bessere Methoden zur Glaukomererkennung und -therapie dringend erforderlich.

Verschiedenste Bildmodalitäten existieren zur Bildaufnahme des Augenhintergrundes. Dennoch bleibt der Signalweiterleitung über die Sehbahn bis zum visuellen Kortex bei der Diagnose unberücksichtigt. Dieses Projekt verfolgt das Ziel, die Sehbahn mit Hilfe von Diffusion Tensor Imaging (DTI) zu visualisieren und zu analysieren, welche Korrelation zwischen den Veränderungen der Sehstrahlung und der Glaukomerkrankung besteht.

Identifikation der Sehstrahlung: DTI basiert auf Magnetresonanztomographie und ist die einzige bildgebende, nicht invasive Modalität die den Verlauf der Sehbahn erfassen kann. Die exakte Segmentierung der Sehstrahlung aus DTI Datensätzen stellt eine große Herausforderung dar, da die Daten nur probabilistische Informationen enthalten. Die vorhandene, enge Kooperation mit dem medizinischen Experten ist daher unbedingt erforderlich, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Durch die verfügbar technische und medizinische Expertise der Kooperationspartner, konnten die DTI spezifischen Eigenschaften zur Identifikation der Sehbahn genutzt werden.

Analyse der Sehstrahlung: In diesem Teil des Projektes wird DTI zur Erforschung der

Glaukomerkrankung genutzt. Die abgeleiteten Parameter der Diffusionstensenoren innerhalb der Sehstrahlung werden überprüft und ihre Signifikanz bei der Unterscheidung zwischen Normal und Glaukom-Patienten geprüft. Es werden zwei Typen von Ansätzen verwendet: (i) globale Analyse der Sehstrahlung zur Glaukomererkennung und (ii) voxelbasierte Analyse der Sehstrahlung.

## Publikationen

- El-Rafei, Ahmed: Automated Segmentation of the Optic Radiation Using Diffusion Tensor Imaging in Glaucoma Patients .Vortrag: The Association for Research in Vision and Ophthalmology, Inc. (ARVO) (Annual Meeting), Fort Lauderdale, Florida, USA, 03.05..2009
- El-Rafei, Ahmed ; Hornegger, Joachim ; Engelhorn, Tobias ; Dörfler, Arnd ; Wärtges, Simone ; Michelson, Georg: Automatic Segmentation of the Optic Radiation using DTI in Glaucoma Patients . In: Tavares, João Manuel R.S. ; Jorge, R.M. Natal (Hrsg.) : Computational Vision and Medical Image Processing - VipIMAGE 2009 (International Conference VipIMAGE 2009 - II ECCOMAS THEMATIC CONFERENCE ON COMPUTATIONAL VISION AND MEDICAL IMAGE PROCESSING Porto, Portugal 14-16.10.2009). Portugal : Taylor and Francis, 2009, S. 293-298. - ISBN 978-0-415-57041-1
- El-Rafei, Ahmed ; Engelhorn, Tobias ; Wärtges, Simone ; Dörfler, Arnd ; Hornegger, Joachim ; Michelson, Georg: Automatic Segmentation of the Optic Radiation Using DTI in Healthy Subjects and Patients with Glaucoma . In: Computational Vision and Medical Image Processing - Recent Trends. Series: Computational Methods in Applied Sciences 19 (2011), S. 1-15
- El-Rafei, Ahmed ; Engelhorn, Tobias ; Wärtges, Simone ; Dörfler, Arnd ; Hornegger, Joachim ; Michelson, Georg: Glaucoma Classification Based on Histogram Analysis of Diffusion Tensor Imaging Measures in the Optic Radiation . In: Pedro Real ; Daniel Diaz-Pernil ; Helena Molina-Abril ; Ainhoa Berciano ; Walter Kropatsch (Hrsg.) : Lecture Notes in Computer Science (Computer Analysis of Images and Patterns Seville, Spain 29-31.08.2011). Bd. 6854. Berlin/Heidelberg : Springer, 2011, S. 529-536. - ISBN 978-3-642-23671-6
- El-Rafei, Ahmed ; Engelhorn, Tobias ; Wärtges, Simone ; Dörfler, Arnd ; Hornegger, Joachim ; Michelson, Georg: A framework for voxel-based morphometric analysis of the optic radiation using diffusion tensor imaging in glaucoma . In: Magnetic resonance imaging 29/2011 (2011), Nr. 8, S. 1076-1087

### 7.5.33 Retrospektive Mikroskopie

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger  
Prof. Dr. med. Elke Lütjen-Drecoll, im Ruhestand  
Prof. Dr. med. Friedrich Paulsen

**Beteiligte:**

Simone Gaffling, M. Sc.

**Beginn:** 1.7.2008

**Förderer:**

SAOT School of Advanced Optical Technologies

**Kontakt:**

Simone Gaffling, M. Sc.  
Tel.: +49 9131 85-27826  
Fax: +49 9131 303811  
E-Mail: simone.gaffling@cs.fau.de

Die Herstellung histologischer Schnitte ist ein übliches Verfahren, um auf zellulärer Ebene Gewebe und Gewebeänderungen zu untersuchen. Manchmal wäre es allerdings von Vorteil, wenn die zugrundeliegende drei-dimensionale (3-D) Struktur ebenfalls betrachtet werden könnte, um beispielsweise morphologische Merkmale besser zu erkennen.

Das Ziel dieses Projekts ist die 3-D Rekonstruktion von histologischen Datensätzen, wobei die Untersuchung und Implementierung folgender Schritte notwendig ist:

- Auswahl der zur Rekonstruktion geeigneten Schnitte
- Wiederherstellung der korrekten Reihenfolge der Schnitte
- Reduzierung von Artefakten
- Starre und nicht-starre Registrierung der Schnitte
- Segmentierung relevanter Strukturen
- Speicherung und Darstellung des 3-D Volumens

Das Projekt beschäftigt sich vorwiegend mit der Rekonstruktion des Sehnervenkopfs. Dieser ist bei einigen Augenerkrankungen wie Glaukom von besonderem Interesse. Strukturelle Änderungen in dieser Region sollen durch Rekonstruktion leichter und besser erfasst und erforscht werden.

Des Weiteren werden die Möglichkeiten einer Kombination von rekonstruierten histologischen Datensätzen mit Volumina anderer bildgebender Modalitäten, z.B. OCT, untersucht.

## **Publikationen**

- Gaffling, Simone ; Jäger, Florian ; Daum, Volker ; Tauchi, Miyuki ; Lütjendrecoll, Elke: Interpolation of Histological Slices by Means of Non-rigid Registration . In: Meinzer, Hans-Peter ; Deserno, Thomas Martin ; Handels, Heinz ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2009 (Bildverarbeitung für die Medizin 2009 Heidelberg 22.03.09 - 25.03.09). Berlin : Springer, 2009, S. 267-271. - ISBN 978-3-540-93859-0
- Gaffling, Simone: A Framework for fast 3-D Histomorphometric Reconstructions .Vortrag: The Association for Research in Vision and Ophthalmology, Inc. (ARVO) (Annual Meeting), The Association for Research in Vision and Ophthalmology, Inc. (ARVO), Fort Lauderdale, USA, 05.05..2010
- Gaffling, Simone ; Daum, Volker ; Hornegger, Joachim: Landmark-constrained 3-D Histological Imaging: A Morphology-preserving Approach . In: Eisert, Peter ; Hornegger, Joachim ; Polthier, Konrad (Hrsg.) : VMV 2011: Vision, Modeling & Visualization (16th International Workshop on Vision, Modeling and Visualization 2011 Berlin 04-06.10.2011). Goslar, Germany : Eurographics Association, 2011, S. 309-316. - ISBN 978-3-905673-85-2

### **7.5.34 RoboCup Fußballroboter**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Patrick Kugler

Dipl.-Inf. Christian Riess

**Beginn:** 1.1.2008

#### **Förderer:**

Robotic Activities Erlangen e.V.

Deutscher Akademischer Austauschdienst

infoteam Software GmbH

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Embedded Systems Institute (ESI)

RoboCup Foundation

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Patrick Kugler

Tel.: +49 9131 85-28980

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: patrick.kugler@cs.fau.de

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

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

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

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

**Publikationen**

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



## 7.5.35 Robuste Erfassung der Fahrzeugumgebung

### **Projektleitung:**

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

### **Beteiligte:**

Andre Guilherme Linarth, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.11.2007–30.6.2012

### **Förderer:**

EB Elektrobit Automotive GmbH

### **Kontakt:**

Andre Guilherme Linarth, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85-27891

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: andre.linarth@cs.fau.de

Die zuverlässige Erfassung der Fahrzeugumgebung hat eine elementare Bedeutung bei der Erhöhung von Sicherheit und Komfort in zukünftigen Automobilen. Die Herausforderung besteht dabei in der dynamischen Natur und den widrigen Umständen, die man in einer typischen Sensorumgebung vorfindet. Unter den vielzähligen Methoden der Signalverarbeitung und Mustererkennung, die angewandt werden, um eine Beschreibung der Umgebung zu gewinnen, konzentriert sich dieses Forschungsprojekt auf Techniken zur Verfolgung von mehrfachen Targets. Ein spezieller Fokus liegt dabei auf den sequenziellen Monte-Carlo-Methoden, auch Partikelfilter genannt. Der Vorteil eines solchen Frameworks besteht darin, dass die erfassten Sensordaten auf eine probabilistische Art und Weise beschrieben und vereinigt werden können, während die Dynamik der Szene stets über die Zeit mit einbezogen wird. Im Ergebnis erlaubt das, die Zuverlässigkeit der abgeleiteten Informationen über die Fahrumgebung zu erhöhen. Solche Methoden werden mit Erfolg in typischen Aufgaben der Umgebungserfassung, wie z.B. Erkennung von Fahrspur, Verkehrszeichen oder Fahrzeugen, sowie unterstützenden Funktionen wie der Kamerakalibrierung angewendet. Das Projekt wird von der Elektrobit Automotive GmbH finanziert.

### **Publikationen**

- Doebert, Alexander ; Linarth, Andre Guilherme ; Kollorz, Eva: Map Guided Lane Detection . In: Weka Fachmedien GmbH (Hrsg.) : Proceedings of Embedded World Conference 2009 (Embedded World Conference 2009 Nuremberg 3-5.3.2009). 2009, S. -.
- Linarth, Andre Guilherme ; Brucker, Manuel ; Angelopoulou, Elli: Robust Ground Plane Estimation Based on Particle Filters . In: - (Hrsg.) : Proceedings

of the 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems St. Louis, MO, U.S.A. 4-7.10.2009). 2009, S. 134-140. - ISBN 978-1-4244-5520-1

- Linarth, Andre Guilherme ; Angelopoulou, Elli: On Feature Templates for Particle Filter Based Lane Detection . In: IEEE (Hrsg.) : 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems Washington, DC, USA 05.10.2011). 2011, S. 1721-1726. - ISBN 978-1-4577-2196-0

### **7.5.36 Schätzung der Beleuchtungsfarbe**

#### **Projektleitung:**

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Christian Riess

Dipl.-Inf. Eva Eibenberger

**Beginn:** 1.11.2008

#### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Christian Riess

Tel.: +49 9131 85-27891

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: christian.riess@cs.fau.de

Die Interpretation einer Szene wird durch die Farbe der Beleuchtung wesentlich beeinflusst. Abhängig von der Szenenbeleuchtung werden Objekte in digitalen Aufnahmen in unterschiedlichen Farben dargestellt. Dies kann einerseits ausgenutzt werden, um semantische Informationen über die Szene zu erhalten. Andererseits kann die geschätzte Beleuchtungsfarbe auch genutzt werden, um die Farbdarstellung der Szene zu normalisieren. Hiervon können sämtliche abstraktere Anwendungen des Rechnersehen, sofern sie Farbmerkmale direkt oder indirekt nutzen, profitieren.

In diesem Projekt werden verschiedene Beleuchtungseffekte wie Glanzlichter oder Schatten untersucht. Der Schwerpunkt des Projekts liegt auf der physikbasierten Schätzung der Beleuchtungsfarbe auf echten (d.h. realistischen) Bildern. Die bisher existierenden Verfahren funktionieren typischerweise lediglich unter Laborbedingungen, oder erfordern große Mengen an Trainingsdaten. Der Ansatz, der in diesem Projekt verfolgt wird, soll physikbasierte Verfahren ohne maschinelles Lernen ausreichend robust machen um unter realen Bedingungen eingesetzt zu werden.

## Publikationen

- Riess, Christian ; Jordan, Johannes ; Angelopoulou, Elli: A Common Framework for Ambient Illumination in the Dichromatic Reflectance Model . In: Gevers, Theo ; Rother, Carsten ; Tominaga, Shoji ; van de Weijer, Joost ; Zickler, Todd (Hrsg.) : 2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision Workshops (IEEE Color and Reflectance in Imaging and Computer Vision Workshop 2009 Kyoto, Japan 04.10.2009). 2009, S. 1939-1946. - ISBN 978-1-4244-4441-0
- Riess, Christian ; Eibenberger, Eva ; Angelopoulou, Elli: Illuminant Estimation by Voting . Erlangen : Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg. 2009 (2009/1391). - Forschungsbericht. 11 Seiten
- Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli: Physics-Based Illuminant Color Estimation as an Image Semantics Clue . In: International Conference on Image Processing (Veranst.) : Proceedings on the International Conference on Image Processing (International Conference on Image Processing Cairo, Egypt 7.11.-10.11.2009). 2009, S. 689-692.
- Bleier, Michael ; Riess, Christian ; Beigpour, Shida ; Eibenberger, Eva ; Angelopoulou, Elli ; Tröger, Tobias ; Kaup, André: Color Constancy and Non-Uniform Illumination: Can Existing Algorithms Work? In: Theo Gevers ; Kyros Kutulakos ; Joost van de Weijer ; Todd Zickler (Hrsg.) : IEEE Color and Photometry in Computer Vision Workshop (IEEE Color and Photometry in Computer Vision Workshop Barcelona 12.11.2011). 2011, S. 1-8.
- Riess, Christian ; Eibenberger, Eva ; Angelopoulou, Elli: Illuminant Color Estimation for Real-World Mixed-Illuminant Scenes . In: Theo Gevers ; Kyros Kutulakos ; Joost van de Weijer ; Todd Zickler (Hrsg.) : IEEE Color and Photometry in Computer Vision Workshop (IEEE Color and Photometry in Computer Vision Workshop Barcelona 12.11.2011). 2011, S. 1-8.

### 7.5.37 Strukturierte Beleuchtung mit Einzelbildern

#### **Projektleitung:**

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Phys. Christoph Schmalz

**Laufzeit:** 1.7.2009–30.4.2011

#### **Förderer:**

Siemens AG

#### **Kontakt:**

Dipl.-Phys. Christoph Schmalz  
Tel.: +49 9131 85-27826  
Fax: +49 9131 303811  
E-Mail: christoph.schmalz@cs.fau.de

Strukturierte Beleuchtung ist eine Familie von Verfahren zur dreidimensionalen Vermessung von Oberflächen. Es findet zum Beispiel Anwendung in der Unterhaltungsindustrie für Filmproduktion und Computerspiele, in der Medizin für Patientenpositionierung oder Operationsplanung, in der Industrie für Qualitätskontrolle und Flächenrückführung. Weitere Anwendungsgebiete finden sich bei der Erhaltung von Kulturerbe, der Dokumentation von Verbrechen Schauplätzen und im Sicherheitsbereich.

Single-Shot Structured Light zeichnet sich dadurch aus, dass nur eine Aufnahme der Szene genügt um 3D Daten zu berechnen. Dadurch ist es mit geringem Aufwand möglich, auch bewegte Objekte zu vermessen. Die Hardware-Anforderungen für Einzelbildsysteme sind sehr niedrig. Der einfache Aufbau aus einer Kamera und einem statischen Projektor ohne bewegliche Teile bietet einerseits grosses Miniaturisierungspotential und grosse Zuverlässigkeit, andererseits einen Kostenvorteil. Bisherige Einzelbildverfahren waren hauptsächlich für untexturierte und flache Objekte geeignet. Das Ziel des Projekts besteht darin, die Robustheit von Single-Shot Structured Light gegen Umgebungseinflüsse zu erhöhen und zuverlässige und genaue 3D-Rekonstruktionen auch bei weniger kooperativen Oberflächen zu gewährleisten. Die Arbeiten finden in Kooperation mit Siemens CT T HW2 statt.

### **Publikationen**

- Schmalz, Christoph ; Angelopoulou, Elli: Robust Single-Shot Structured Light . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Projector-Camera Systems (PROCAMS) (CVPR 2010 San Francisco 13-18.6.2010). 2010, S. -.

### **7.5.38 Techniken der Hardware-Beschleunigung für die 3D Bildrekonstruktion aus Projektionen in Kegelstrahlgeometrie**

#### **Projektleitung:**

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

#### **Beteiligte:**

Benjamin Keck, M. Sc.

Dipl.-Inf. Hannes Hofmann

Dr.-Ing. Holger Scherl

**Laufzeit:** 1.11.2004–31.3.2011

**Förderer:**

Siemens AG Healthcare Sector (Components & Vacuum Technology)

Intel Corporation

**Kontakt:**

Benjamin Keck, M. Sc.

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

Im Rahmen einer Kooperation des Lehrstuhls für Mustererkennung, Siemens Healthcare (Geschäftsgebiet CV) und der Intel Corporation werden seit November 2004 neuartige bildgebende Verfahren in der Computertomographie (CT) und deren Realisierung mittels unterschiedlicher Hardwarearchitekturen untersucht. Im besonderen Interesse stehen (iterative) Algorithmen für die 3D Rekonstruktion in C-Bogen CT Systemen.

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 hochperformanter Hardwarekomponenten. Im Fokus dieses Projekts steht die parallelisierte Umsetzung von verschiedenen Rekonstruktionsalgorithmen auf Multiprozessorsystemen, Grafikkarten (NVIDIA CUDA, Intel Larrabee), Spezialprozessoren (IBM Cell), sowie auf rekonfigurierbarer Beschleunigerhardware, die auf Field Programmable Gate Array (FPGA) Technologie basiert.

Dabei wurden bisher neue Ansätze für iterative Rekonstruktionsverfahren als auch des Feldkamp Verfahrens mittels CUDA auf Grafikkarten untersucht. Da ein Vergleich publizierter Ergebnisse in diesem Bereich praktisch kaum bzw. nicht möglich ist, wurde ein standardisierter Datensatz mit zugehöriger Messsoftware veröffentlicht. Die Leistungsfähigkeit der entwickelten hochoptimierten many-core CPU Implementierungen wurden auf der dazugehörigen Webseite "www.rabbitct.com" gezeigt. Außerdem wurden die Erkenntnisse auf Intels neue Hardwarearchitektur, Larrabee, übertragen, und um Techniken erweitert, die deren neue Funktionen ausnutzen.

**Publikationen**

- Keck, Benjamin: Medical Image Reconstruction using Graphics Hardware (CUDA). Vortrag: Gastvortrag, Radiological Sciences Laboratory, Stanford University School of Medicine, Stanford University, CA, USA, 11.11.2009

- Keck, Benjamin ; Hofmann, Hannes ; Scherl, Holger ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: High Resolution Iterative CT Reconstruction using Graphics Hardware . In: Yu, Bo (Hrsg.) : 2009 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record (IEEE Medical Imaging Conference 2009 Orlando, USA - 31 Oktober 2009). N/A : Omnipress, 2009, S. 4035-4040.
- Hofmann, Hannes ; Keck, Benjamin ; Rohkohl, Christopher ; Hornegger, Joachim: Towards C-arm CT Reconstruction on Larrabee . In: Tsui, Benjamin M. W. (Hrsg.) : Proceedings of 10th Fully 3D Meeting and 2nd HPIR Workshop (10th Fully 3D Meeting and 2nd HPIR Workshop Beijing 5-10.9.2009). 2009, S. 1-4.
- Rohkohl, Christopher ; Keck, Benjamin ; Hofmann, Hannes ; Hornegger, Joachim: RabbitCT - an open platform for benchmarking 3D cone-beam reconstruction algorithms . In: Medical Physics 36 (2009), Nr. 9, S. 3940-3944
- Keck, Benjamin ; Hofmann, Hannes ; Scherl, Holger ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: GPU-accelerated SART reconstruction using the CUDA programming environment . In: Samei, Ehsan ; Hsieh, Jiang (Hrsg.) : Proceedings of SPIE (Medical Imaging 2009: Physics of Medical Imaging Lake Buena Vista 7-12.2.2009). Bd. 7258, 1. Aufl. Lake Buena Vista : SPIE, 2009, S. 72582B.
- Scherl, Holger ; Keck, Benjamin ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: Fast GPU-Based CT Reconstruction using the Common Unified Device Architecture (CUDA) . In: Frey, Eric C. (Hrsg.) : Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference 2007 (2007 Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference Honolulu, Hawaii (USA) 30.10. - 3.11.2007). Bd. 6. 2007, S. 4464-4466. (Nuclear Science Symposium Conference Record, 2007. NSS '07. IEEE) - ISBN 978-1-4244-0922-8
- Scherl, Holger ; Hoppe, Stefan ; Dennerlein, Frank ; Lauritsch, Günter ; Eckert, Wieland ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: On-the-fly-Reconstruction in Exact Cone-Beam CT using the Cell Broadband Engine Architecture . In: .. (Hrsg.) : Proceedings Fully3D Meeting and HPIR Workshop (9th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Lindau July 9 - 13, 2007). 2007, S. 29-32.
- Scherl, Holger ; Koerner, Mario ; Hofmann, Hannes ; Eckert, Wieland ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: Implementation of the FDK Algorithm for Cone-Beam CT on the Cell Broadband Engine Architecture . In: Hsieh, J. ; Flynn, M. J. (Hrsg.) : Proceedings of SPIE (SPIE Medical Imaging - Physics of Medical Imaging San Diego 17-22.2.2007). Bd. 6510. 2007, S. 651058.

- Weinlich, Andreas ; Keck, Benjamin ; Scherl, Holger ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: Comparison of High-Speed Ray Casting on GPU using CUDA and OpenGL . In: Buchty, Rainer ; Weiß, Jan-Philipp (Hrsg.) : Proceedings of the First International Workshop on New Frontiers in High-performance and Hardware-aware Computing (HipHaC'08) (First International Workshop on New Frontiers in High-performance and Hardware-aware Computing (HipHaC'08) Lake Como, Italy 8.11.2008). Bd. 1, 1. Aufl. Karlsruhe : Universitätsverlag Karlsruhe, 2008, S. 25-30. - ISBN 978-3-86644-298-6
  
- Hofmann, Hannes: Fast CT Reconstruction Using a Standardized Benchmark .Vortrag: 22. PARS - Workshop, GI/ITG-Fachgruppe 'Parallel-Algorithmen, -Rechnerstrukturen und -Systemsoftware (PARS)', Parsberg in der Oberpfalz, 5.6..2009
  
- Bührle, Elmar ; Keck, Benjamin ; Böhm, Stefan ; Hornegger, Joachim: Mehrstufige zeit- und bewegungsabhängige Rauschreduktion in Echtzeit mittels CUDA . In: Meinzer, Hans-Peter ; Deserno, Thomas Martin ; Handels, Heinz ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2009 - Algorithmen Systeme Anwendungen (Bildverarbeitung für die Medizin 2009 - Algorithmen Systeme Anwendungen Heidelberg 22-25.4.2009). Bd. 1. Heidelberg : Springer, 2009, S. 464-468. - ISBN 978-3-540-93859-0
  
- Scherl, Holger ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: Bit-Accurate Simulation of Convolution-Based Filtering on Reconfigurable Hardware . In: Hülsemann, Frank ; Kowarschik, Markus ; Rude, 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

### **7.5.39 Time-of-Flight Sensordatenverarbeitung für medizinische und industrielle Anwendungen**

#### **Projektleitung:**

Dr.-Ing. Christian Schaller

#### **Beteiligte:**

Dr.-Ing. Christian Schaller

Michael Balda, M. Sc.

Dipl.-Ing. Simon Placht

**Laufzeit:** 1.2.2010–31.1.2011

#### **Förderer:**

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

**Kontakt:**

Dr.-Ing. Christian Schaller

Tel.: +49 9131 9189773

Fax: +49 9131 9189772

E-Mail: christian.schaller@metrilus.de

Time-of-Flight (ToF)- Kameras sind eine revolutionäre und kostengünstige Lösung, die Welt dreidimensional zu erfassen. Das Unternehmen schließt die Lücke zwischen dieser neuen Technologie und gewinnbringenden Applikationen für Medizin-, Industrie- und Automatisierungstechnik. Zusammen mit den Softwareprodukten des Unternehmens ist es möglich, ToF-Kameras als 3-D- Messgerät einzusetzen, wodurch neue Anwendungsfelder erschlossen und die Effizienz bestehender Prozesse gesteigert wird.

**7.5.40 Time-of-Flight-Kameratechnologie für die Navigierte Viszeralchirurgie****Projektleitung:**

Dr. Lena Maier-Hein

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Sven Haase

Thomas Kilgus

Anja Groch

**Laufzeit:** 1.2.2011–3.1.2014

**Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Sven Haase

Tel.: +49 9131 85- 25246

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: sven.haase@cs.fau.de

Die neuartige Time-of-Flight(ToF)-Kameratechnologie eröffnet aufgrund der Möglichkeit zur berührungslosen, dichten und schnellen 3D-Oberflächenvermessung völlig neue Perspektiven für die computerassistierte Chirurgie. Durch Kombination von hochauflösenden 2D-Farbbildern und korrespondierenden 3D-Distanzdaten der Szene ergibt sich eine neue intraoperative Datenlage mit immensem Potential. Im Rahmen dieses Projektes sollen (1) erstmalig grundlegende Forschungsarbeiten für den Einsatz der ToF-Technologie in der offenen und laparoskopischen Chirurgie durchgeführt werden sowie (2) die Machbarkeit ToF-gestützter Chirurgie sowohl mit normalen



Kamerasystemen, als auch mit neuartigen 3D-ToF-Endoskopen anhand einer konkreten medizinischen Fragestellung - der Leberresektion - demonstriert werden.

Die Resektion ist eine der primären Behandlungsformen von Lebertumoren. Da eine akkurate Schnittführung entscheidend für den Erfolg der Therapie ist, wird die Planung des Eingriffs zunehmend computergestützt durchgeführt, jedoch mangelt es noch an einer zuverlässigen Umsetzung des geplanten Schnittes. Für eine optimale Orientierung des Chirurgen während der Operation soll in diesem Projekt ein Konzept zur sicheren Übertragung einer präoperativen Planung auf den Patienten mittels ToF-Daten entwickelt werden. Dazu soll ein aus Planungsbildern generiertes Modell der Leber kontinuierlich an intraoperativ akquirierte Oberflächendaten angepasst werden, so dass Deformationen sowie Topologieveränderungen der Leber nicht nur erkannt, sondern erstmalig auch intraoperativ kompensiert werden können.

### **Publikationen**

- Wasza, Jakob ; Bauer, Sebastian ; Haase, Sven ; Schmid, Moritz ; Reichert, Sebastian ; Hornegger, Joachim: RITK: The Range Imaging Toolkit - A Framework for 3-D Range Image Stream Processing . In: Eisert, Peter ; Hornegger, Joachim ; Polthier, Konrad (Hrsg.) : VMV 2011: Vision, Modeling & Visualization (VMV 2011: Vision, Modeling & Visualization Berlin, Germany 04.10.2011). 2011, S. 57-64. - ISBN 978-3-905673-85-2

### **7.5.41 Verfahren der Mustererkennung im digitalen Sport**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Patrick Kugler

Dipl.-Inf. Ulf Jensen

**Beginn:** 1.9.2006

#### **Förderer:**

adidas AG

#### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Patrick Kugler

Tel.: +49 9131 85-28980

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: patrick.kugler@cs.fau.de

In diesem Forschungsprojekt soll in enger Zusammenarbeit mit der Sportartikelindustrie die Anwendbarkeit von Methoden aus der Mustererkennung auf biomechanische und medizinische Fragestellungen im Bereich des digitalen Sports erforscht werden.

Einen wichtige Teilaspekte bildet hierbei die Erforschung und Entwicklung eingebetteter Systeme im Sportbereich. Eingebettete System sind in vielen Bereichen des täglichen Lebens allgegenwärtig, wie z.B. in modernen Fahrzeugen, in Mobiltelefonen oder auch in medizinischen Implantaten. Dank der Miniaturisierung von Sensoren sind nun auch im Sportbereich eingebettete Systeme vorstellbar, welche Athleten unterstützen und helfen. Bereits heute ist es z.B. möglich die Pulsfrequenz oder die momentane Geschwindigkeit eines Läufers zu erfassen und an diesen weiterzugeben.

Im Rahmen dieses Projektes sollen derartige und ähnliche Konzepte weiterverfolgt und verbessert werden. Hierzu sollen zunächst Verfahren aus der Mustererkennung benutzt werden um neue Analysemethoden zur Auswertung und Klassifikation biomechanischer Daten zu entwickeln. Schwerpunkte liegen hierbei auf der Analyse von Bewegungen anhand kinematischer und kinetischer Parameter, sowie der Bewertung von Muskelaktivität mittels Elektromyographie (EMG).

Anschließend soll die Integration verschiedener Sensoren in Sportartikel untersucht werden und die Analyseverfahren auf eingebetteten Systemen umgesetzt werden. Konzepte der Mustererkennung sollen dann genutzt werden, um auf dem eingebetteten System interessante Informationen aus den Daten zu extrahieren und dem Benutzer zur Verfügung zu stellen. Dies umfasst zum Beispiel den Ermüdungsgrad oder die Bewertung bestimmter Bewegungsfolgen hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Wirkung. Die dabei entstehenden System können den Sportler unterstützen, leiten oder motivieren sowie mögliche Verletzungen zu vermeiden.

## **Publikationen**

- Eskofier, Björn ; Hornegger, Joachim ; Oleson, Mark ; Munson, Ian ; Krabbe, Berthold ; DiBenedetto, Christian: Classification of Running Surface on an Embedded System - a Digital Sports Example Application . In: Malberg, Hagen ; Sander-Thömmes, Tilmann ; Wessel, Niels ; Wolf, Werner (Hrsg.) : Innovationen bei der Erfassung und Analyse bioelektrischer und biomagnetischer Signale (Biosignalverarbeitung 2008 Universität Potsdam 16.-18. Juli 2008). Braunschweig und Berlin : Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 2008, S. 147-150. - ISBN 978-3-9810021-7-1
- Eskofier, Björn ; Kornhuber, Johannes ; Hornegger, Joachim: Embedded QRS Detection for Noisy ECG Sensor Data Using a Matched Filter and Directed Graph Search . In: Bauernschmitt, Robert ; Chaplygin, Yuri ; Feußner, Hubertus ; Gulyeav, Yuri ; Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst ; Navab, Nassir ; Schookin, Sergey

- ; Selishchev, Sergey ; Umnyashkin, Sergei (Hrsg.) : Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (4th Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Moskow Institute of Technology, Zelenograd 8.-9. Juli 2008). 2008, S. 48-52. - ISBN 978-5-7256-0506-8
- Eskofier, Björn ; Hartmann, Elmar ; Kühner, P. ; Griffin, J. ; Schlarb, H. ; Schmitt, M. ; Hornegger, Joachim: Real time surveying and monitoring of Athletes Using Mobile Phones and GPS . In: International Journal of Computer Science in Sports 7 (2008), Nr. 1, S. 18-27
  - Stirling, Lisa M. ; Kugler, Patrick ; von Tschärner, Vincent: Support Vector Machine Classification of Muscle Intensity during Prolonged Running . In: International Society of Biomechanics (Hrsg.) : Proceedings-CD (XXII Congress of the International Society of Biomechanics Cape Town, South Africa 05.07.2009 - 09.07.2009). 2009, S. -.
  - Eskofier, Björn ; Hönig, Florian ; Kühner, Pascal: Classification of Perceived Running Fatigue in Digital Sports . In: International Association for Pattern Recognition (Hrsg.) : Proceedings of the 19th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2008) (19th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2008) Tampa, Florida, USA December 07, 2008 - December 11, 2008). Tampa, Fl. : Omnipress, 2008, S. no pagination.
  - Stirling, Lisa ; von Tschärner, Vinzenz ; Kugler, Patrick ; Nigg, Benno: Piper rhythm in the activation of the gastrocnemius medialis during running . In: Journal of Electromyography and Kinesiology 21 (2011), Nr. 1, S. 178-183
  - Kugler, Patrick ; Jensen, Ulf ; Eskofier, Björn ; Hornegger, Joachim: Feedback-Training mit tragbaren Sensor-Netzwerken . In: Fähnrich, Klaus-Peter ; Franczyk, Bogdan (Hrsg.) : INFORMATIK 2010 Service Science - Neue Perspektiven für die Informatik - Band 1 (40. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik Leipzig 27.09. - 1.10.2010). Bd. 1. Bonn : Köllen Druck+Verlag, 2010, S. 3-8. (GI-Edition - Lecture Notes in Informatics (LNI) Bd. P-157) - ISBN 978-3-88579-269-7
  - Huber, Cora ; Göpfert, Beat ; Kugler, Patrick ; von Tschärner, Vinzenz: The Effect of Sprint and Endurance Training on Electromyogram Signal Analysis by Wavelets . In: Journal of Strength & Conditioning Research 24 (2010), Nr. 6, S. 1527-1536
  - Kugler, Patrick ; von Tschärner, Vinzenz ; Eskofier, Björn ; Hornegger, Joachim: Visualization of Changes in Muscular Activation during Barefoot and Shod Running . In: European Society of Biomechanics (Hrsg.) : Proceeding of 17th Congress of the European Society of Biomechanics (ESB2010 - 17th Congress of

the European Society of Biomechanics Edinburgh, United Kingdom 05.07.2010 - 08.07.2010). 2010, S. -.

- Eskofier, Björn ; Tuexen, Sandra ; Kugler, Patrick ; Jensen, Ulf ; Wright, Ian: Development of Pattern Recognition Methods for Golf Swing Motion Analysis . In: Jiang, Yong ; Zhang, Hui (Hrsg.) : Proceedings of the 8th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS2011) (8th International Symposium on Computer Science in Sport (IACSS2011) Shanghai, P.R. China 21.09.2011). 2011, S. 71-75. - ISBN 978-1-84626-087-2
- Klucken, Jochen ; Barth, Jens ; Maertens, Katharina ; Eskofier, Björn ; Kugler, Patrick ; Steidl, Ralph ; Hornegger, Joachim ; Winkler, Jürgen: Mobile biometrische Ganganalyse . In: Der Nervenarzt 2011 (2011), Nr. 12, S. 1604-1611
- Eskofier, Björn ; Federolf, Peter ; Kugler, Patrick ; Nigg, Benno: Young-Elderly Gait Classification Via PCA Feature Extraction And SVMs . In: Hamza, M. ; Zhang, J. (Hrsg.) : Proceedings of the SPPRA 2011 (Signal Processing, Pattern Recognition, and Applications Innsbruck 16.02.2011). 2011.

#### **7.5.42 Virtuelle Leberinterventionsplanung**

**Projektleitung:**

Dr. Grzegorz Soza

**Beteiligte:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dipl.-Inf. Arne Militzer

**Laufzeit:** 15.2.2008–14.2.2011

**Förderer:**

Siemens AG Healthcare

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Arne Militzer

Tel.: +49 9131 85-27830

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: arne.militzer@cs.fau.de

Lebertumoren sind eine der am häufigsten vorkommenden Tumorformen und gelten als chirurgisch schwer zu entfernen. Gleichwohl gibt es in diesem Bereich bisher kaum Computerunterstützung für Radiologen und Chirurgen.

In diesem Projekt soll daher ein System zur virtuellen Planung von Leberinterventionen entwickelt werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der automatischen Detektion und

Segmentierung von Leberläsionen in CT-Bildern. Um auch in schwierigen Fällen eine robuste Segmentierung zu gewährleisten, werden verschiedene Informationsquellen, beispielsweise CT-Bilder verschiedener Kontrastmittelphasen, verwendet.

Die anschließende automatische Analyse der gefundenen Läsionen und ihrer Lage relativ zu wichtigen anatomischen Strukturen, wie Blutgefäßen oder Lebersegmenten, ermöglicht nicht nur eine bessere 3D Darstellung, anhand derer sich Chirurgen orientieren können. Sie erlaubt außerdem eine Simulation möglicher Eingriffe und ihrer Folgen.

Darüber hinaus können dank der Segmentierung Läsionen, die nicht chirurgisch entfernt wurden, überwacht und so ihre Entwicklung und damit der Erfolg ihrer Therapie beurteilt werden.

### **Publikationen**

- Militzer, Arne ; Hager, Tobias ; Jäger, Florian ; Tietjen, Christian ; Hornegger, Joachim: Automatic Detection and Segmentation of Focal Liver Lesions in Contrast Enhanced CT Images . In: International Association for Pattern Recognition (Veranst.) : 2010 20th International Conference on Pattern Recognition (2010 20th International Conference on Pattern Recognition Istanbul , Turkey 23-26.8.2010). Istanbul , Turkey : IEEE Computer Society Conference Publishing Service, 2010, S. 2524-2527. - ISBN 978-0-7695-4109-9
- Militzer, Arne ; Tietjen, Christian ; Hornegger, Joachim: A cost constrained boosting algorithm for fast lesion detection and segmentation . In: Summers, Ronald M. ; van Ginneken, Bram (Hrsg.) : Medical Imaging 2011: Computer Aided Diagnosis (SPIE Medical Imaging Orlando, FL 12.02.2011). Bd. 7963. Orlando, FL : SPIE, 2011, S. 1-6. - ISBN 9780819485052

### **7.5.43 Volumetrische Erfassung des Krankheitsverlaufs bei der autosomal dominanten, polyzystischen Nierenerkrankung (ADPKD)**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Prof. Dr. med. Kai-Uwe Eckardt

#### **Beteiligte:**

Prof. Dr. med. Michael Uder

PD Dr. med. Rolf Janka

Dipl.-Inf. Volker Daum

**Beginn:** 1.4.2006

**Mitwirkende Institutionen:**

Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung)

Medizinische Klinik 4 (Nephrologie und Hypertensiologie)

Lehrstuhl für Diagnostische Radiologie

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Volker Daum

Tel.: +49 9131 85-27874

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: daum@cs.fau.de

Die autosomal dominante polyzystische Nierenerkrankung (ADPKD), auch familiäre Zystennieren genannt, ist eine der häufigsten erblichen Erkrankungen. Sie ist durch die Entstehung und das Wachstum multipler Zysten in beiden Nieren gekennzeichnet. Die Erkrankung führt bei etwa der Hälfte der Betroffenen im Alter von 60 Jahren zur Notwendigkeit einer Nierenersatztherapie. Dabei gehen die Bildung und die Größenzunahme der Zysten der Abnahme der Nierenfunktion voraus. Vor allem in den frühen Stadien der Erkrankung ist daher die Bestimmung der Nierengröße und des Zystenvolumens für die Verlaufsbeurteilung der Erkrankung mittels bildgebender Verfahren von besonderer Bedeutung. Weiterhin ist aufgrund der komplizierten Nierenstruktur wenig über die dynamische Entwicklung einzelner Zysten bekannt.

**Segmentierung der Niere:**

Der erste Schritt zur Volumenerfassung der Niere und der Nierenzysten ist die Segmentierung der Gesamtniere (inklusive Zysten). Problematisch hierbei ist die Abgrenzung zur Leber die als Teil des Krankheitsbildes meist ebenfalls mit Zysten durchsetzt ist, sowie die Deformation der Niere durch das Zystenwachstum. Aufgrund dieser Deformation ist es unter anderem auch nicht möglich Vorwissen über die Form der Niere in den Segmentierungsprozess einzubringen. Dementsprechend wird hier auf eine semi-automatische Segmentierung mittels eines Random-Walker Algorithmus gesetzt. Dieser basiert auf einer manuellen Initialisierung von Punkten die in dem zu segmentierenden Gewebe liegen und bestimmt daraus unter Verwendung von Gradienteninformationen des Bildes welche Bildpunkte mit hoher Wahrscheinlichkeit noch zu dem gesuchten Objekt gehören. Die Vorteile dieser Methode sind ihre einfache und intuitive Bedienbarkeit, sowie ihre Fähigkeit auch schwache Objektgrenzen gut zu segmentieren.

**Segmentierung der Zysten:**

Die Segmentierung der einzelnen Zysten erfolgt ebenfalls semi-automatisch basierend auf einer Wasserscheidentransformation. Die Zysten können dabei individuell segmentiert werden, was die Erstellung von Statistiken über die Größenverteilung der Zysten zulässt. Zusätzlich wird versucht besonders kleine Zysten die meist nicht viel mehr als ein paar Pixel im Bild ausmachen mittels einfachem Thresholding zu erfassen. Ziel

dabei ist, eine Korrelation zwischen den Unterschiedlichen Zystengrößen und deren Häufigkeit und der Nierenfunktion ermitteln zu können.

#### **7.5.44 Vorhersage der Energieproduktion von Solarkraftwerken**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger  
Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

**Beteiligte:**

Dipl.-Phys. David Bernecker  
Dipl.-Inf. Christian Riess

**Beginn:** 1.10.2011

**Kontakt:**

Dipl.-Phys. David Bernecker  
Tel.: +49 9131 85-27882  
Fax: +49 9131 303811  
E-Mail: david.bernecker@cs.fau.de

Der Anteil an erneuerbaren Energien an der gesamten Energie Produktion hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Durch die steigende Anzahl von neuen Kraftwerkstypen sind dabei neue Herausforderungen entstanden, wie diese am effizientesten in das bestehende Stromnetz zu integrieren sind. Am Fall eines Solarkraftwerks lassen sich gut die Unterschiede zu einem herkömmlichen Kraftwerk demonstrieren. Während bei letzterem die Energieproduktion absehbar ist und kontrolliert werden kann, ist das Solarkraftwerk abhängig von äußeren Einflüssen wie dem Wetter. Bei einer wechselnden Bewölkung kann so die Produktion eines Solarkraftwerks stark abnehmen, wenn beispielsweise die Sonne gerade von einer Wolke verdeckt wird.

In diesem Projekt wollen wir ein System zur Vorhersage der Energieproduktion von Solarkraftwerken entwickeln. Mit einer Kamera wird der Himmel über dem Kraftwerk beobachtet, und es werden verschiedene Verfahren verglichen mit denen die Bewegung der Wolken in den Bildern bestimmt werden kann. Anschließend kann die weitere Bewegung vorhergesagt werden, aus der dann Rückschlüsse auf die zukünftige Einstrahlung möglich sind. Im letzten Schritt lässt sich hieraus dann eine Vorhersage über die Energieproduktion des Kraftwerks erstellen.

#### **7.5.45 Zeitplanungsalgorithmen**

**Projektleitung:**

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Johannes Ostler

**Laufzeit:** 1.1.2010–31.12.2020

**Kontakt:**

PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke

Tel.: +49 9131 85-27825

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: wilke@cs.fau.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 Optimierungsalgorithmen 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.

**Erlangen Advanced Time Tabling Software EATTS** ist die innovative Entwicklungs- und Produktionsumgebung zur Erstellung optimierter Zeitplanungen.

**Ressourcen**

Zeitplanungsprobleme treten in der Praxis in verschiedenen Formen auf: Schichtpläne, Fertigungspläne, Stundenpläne u.v.a. Allen gemeinsam ist, dass bestimmte Ereignisse unter Berücksichtigung von Randbedingungen möglichst optimal geplant werden müssen. Das Ergebnis der Planung ist dann ein Zeitplan. Im Beispiel der Schulplanerstellung wären die Ereignisse Schulstunden, denen Ressourcen wie Lehrer, Klassen und Räume zugeordnet werden müssen. Die Ressourcen werden in Typen unterteilt. Für jeden dieser Typen können beliebig viele Attribute vom Benutzer definiert werden.

Eine Zeitplanerstellung beginnt typischerweise mit der Erfassung der einzuplanenden Ressourcen. Diese kann durch Import eines Datenbestandes oder manuelle Erfassung geschehen.

**Ergebnisse**

Als Ergebnisse der Planungsalgorithmen werden Zeitpläne erstellt. Diese können in verschiedenen Formaten gespeichert und angezeigt werden. So ist es z. B. möglich, verschiedene Sichten auf einen Plan zu erzeugen.

Typisch ist die Anbindung über einen Browser, d.h. den einzelnen Benutzern werden entsprechend ihren Privilegien die Sichten und Funktionen zur Verfügung gestellt.

**Randbedingungen**



Die Beschreibung von Randbedingungen ist meist viel komplexer als die von Ressourcen und Ereignissen.

Zum Einen müssen die Randbedingungen exakt formuliert werden, zum Anderen darf die Übersichtlichkeit nicht verloren gehen, um z. B. Widersprüche oder Lücken entdecken zu können, die ja leider nicht automatisch gefunden werden können. Randbedingungen kommen in vielen Varianten vor, weshalb eine flexible Spezifikation notwendig ist. In der Spezifikation kann auf Ressourcen und/oder deren Attribute, die ja vom Benutzer definiert werden, zugegriffen werden. Abhängig vom Typ dieser Variablen, unter anderem Integer, Gleitkomma und Zeichenketten, stehen Verknüpfungs- und Vergleichsoperatoren zur Verfügung, um die Bedingungen zu formulieren. Zusätzlich werden die Parameter der Kostenfunktion gewählt, um bei einer Verletzung der Randbedingung die entsprechenden Strafpunkte zu berechnen.

Eine Besonderheit unserer Software ist, dass Randbedingungen nicht nur als "unbedingt einzuhalten (hard)" oder "nach Möglichkeit einzuhalten (soft)" klassifiziert werden können, sondern auch als "darf im Ausnahmefall verletzt werden (soft hard)". Somit kann die Verletzung bestimmter Randbedingungen im Ausnahmefall erlaubt werden. So kann beispielsweise flexibel auf den Ausfall von Ressourcen reagiert werden, indem ein neuer Zeitplan erstellt wird, der möglichst wenig Abweichungen vom bisherigen Plan hat, z. B. muss ja nicht der gesamte Stundenplan aller Schüler neu erstellt werden, nur weil ein Lehrer krank geworden ist, oder ein Klassenraum wegen eines Rohrbruchs nicht benutzbar ist. In diesen Fällen soll nur ein Vertretungsplan erstellt werden.

### **Algorithmen**

Herzstück der Planung sind die verwendeten Algorithmen. Abhängig von der Natur der Randbedingungen und den gewünschten Eigenschaften kann aus einer Vielzahl von bereits implementierten Algorithmen ausgewählt werden: Genetische Algorithmen - Evolutionäre Algorithmen - Branch-and-Bound - Tabu Search - Simulated Annealing - Graphenfärbung - Soft Computing - Schwarm Intelligenz.

Für den Einstieg stehen vorkonfigurierte Algorithmen zur Verfügung, der fortgeschrittene Benutzer kann aber die Parameter der Algorithmen an seine Bedürfnisse anpassen oder neue Algorithmen implementieren. Alle diese Algorithmen können in Experimenten beliebig zu Berechnungssequenzen kombiniert werden. Die Konfiguration eines Experiments kann abgespeichert werden und z. B. als Vorlage für ein neues Experiment dienen oder nochmals ausgeführt werden.

### **Ausführung von Experimenten**

Die Algorithmen werden entweder auf einem dedizierten Server ausgeführt und bei Bedarf über das TCP/IP-Protokoll auf weitere Rechner verteilt. Die Abbildung zeigt den Dialog zur Auswahl und zum Start der Experimente und die Übersicht der laufenden Experimente. Der Browser verbindet sich in regelmäßigen Abständen automatisch mit

dem Server und erhält von diesem den aktuellen Stand der Berechnung. Dieser Statusinformationen beinhalten unter anderem die Kosten des bisher besten gefundenen Plans sowie eine Abschätzung für die verbleibende Berechnungszeit. Nach Beendigung der Berechnung werden die Ergebnisse gespeichert und die Dateien, die zur Visualisierung der Pläne nötig sind erstellt. Der Planer kann nun entscheiden, ob die Qualität der gefundenen Lösung ausreichend ist, oder ob er auf ihrer Basis weitere Optimierungsläufe starten will.

### **Ergebnisse**

Als Ergebnisse der Planungsalgorithmen werden Zeitpläne erstellt. Diese können in verschiedenen Formaten gespeichert und angezeigt werden. So ist es z.B. möglich verschiedene Sichten auf den Plan zu erzeugen.

Typisch ist die Anbindung über einen Browser, d.h. den einzelnen Benutzern werden entsprechend ihren Privilegien die Sichten und Funktionen zur Verfügung gestellt.

### **Zusammenfassung**

Die Software ist in Java implementiert und damit plattform-übergreifend verfügbar, insbesondere für die Betriebssysteme Windows und Linux.

Für den Betrieb von EATTS werden folgende frei verfügbare kostenlose Software-Produkte benötigt:

- ein JavaScript-fähiger Browser zur Anzeige der Bedienoberfläche

Optional kann ein dedizierter EATTS-Server konfiguriert werden. Dazu wird benötigt:

- Java Laufzeitumgebung (JRE Java Runtime Environment) (min v5.0),
- über TCP/IP Netzwerk erreichbare Rechner zur verteilten Berechnung (optional).

Im Jahr 2008 wurde die Struktur der Algorithmen optimiert um die nebenläufige Berechnung zu beschleunigen. Dies soll in Zukunft auf Rechner mit Multi-Core-Prozessoren ausgedehnt werden.

Da es sich die Installation der Software durch die potentiellen Nutzer als zu komplex herausgestellt hat, wurde eine abgespeckte Version implementiert, die keine Datenbank mehr benötigt, sondern deren Datenhaltung und Austausch auf XML-Dokumenten basiert. Zusätzlich wird eine Variante angeboten, bei der die Nutzer ihre Experimente auf einem an der Universität Erlangen installierten Server rechnen lassen können.

Die Oberfläche der Software wurde komplett als web-basierte Anwendung reimplementiert.

Auf der CeBIT 2009 wurde die neue Version der Software vorgestellt, die jetzt EATTS Erlangen Advanced Time tabling System heißt.

Im Jahr 2010 wurde die EATTS Schnittstelle überarbeitet und die Palette der Einsatzmöglichkeiten erweitert. So werden nun mit EATTS geplant:

- Mädchen und Technik Praktikum
- Boy's Day
- Belegung der Übungsgruppen im EST (Erlangen Submission Tool)
- Verteilung der Studenten auf die Medizintechnik-Veranstaltungen
- Planung der Lehrveranstaltungsverteilung SomSem/WinSem
- Rotationsplanung Facharztausbildung (Projekt mit der Psychiatrischen Klinik)

## 7.6 Projektunabhängige Publikationen

- Balda, Michael: Quantitative Computed Tomography . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2011. - 136 Seiten.
- Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Nöth, Elmar: Associating Children's Non-Verbal and Verbal Behaviour: Body Movements, Emotions, and Laughter in a Human-Robot Interaction . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of ICASSP (IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Prague 22.-27.05.2011). Prague : IEEE, 2011, S. 5828-5831.
- Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Exben, Florian ; Schuller, Björn: On Laughter and Speech-Laugh, Based on Observations of Child-Robot Interaction . In: Trouvain, Jürgen ; Campbell, Nick (Hrsg.) : The Phonetics of Laughing. Bd. to appear. Saarbrücken : Saarland University Press, 2011, S. 25 pages.
- Batliner, Anton: Prosody in computer-assisted pronunciation training (CAPT) - and what phonetics can learn from speech technology and vice versa .Vortrag: Phonetik-Kolloquium, invited talk, Institute of Phonetics, Saarbrücken, 23.11..2011
- Batliner, Anton ; Schuller, Björn ; Seppi, Dino ; Steidl, Stefan ; Devillers, Laurence ; Vidrascu, Laurence ; Vogt, Thurid ; Aharonson, Vered ; Amir, Noam : The Automatic Recognition of Emotions in Speech . In: Petta, Paolo ; Pelachaud, Catherine ; Cowie, Roddy (Hrsg.) : Emotion-Oriented Systems: The Humaine Handbook. 1. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2011, (Cognitive Technologies), S. 71-99. - ISBN 978-3-642-15183-5. ISSN 1611-2482

- Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Schuller, Björn ; Seppi, Dino ; Vogt, Thurid ; Wagner, Johannes ; Devillers, Laurence ; Vidrascu, Laurence ; Aharonson, Vered ; Kessous, Loic ; Amir, Noam: Whodunnit - Searching for the Most Important Feature Types Signalling Emotion-Related User States in Speech . In: Computer Speech and Language 25 (2011), Nr. 1, S. 4-28
- Bauer, Sebastian ; Wasza, Jakob ; Müller, Kerstin ; Hornegger, Joachim: 4D Photogeometric Face Recognition with Time-of-Flight Sensors . In: IEEE (Hrsg.) : IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV) (IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV) Kona, HI, USA 05.01.2011). 2011, S. 196-203.
- Baumann, Bernhard ; Potsaid, Benjamin ; Liu, Jonathan J. ; Kraus, Martin ; Huang, David ; Hornegger, Joachim ; Duker, Jay S. ; Fujimoto, James G.: Retinal blood flow measurement with ultrahigh-speed swept-source / Fourier domain optical coherence tomography . In: Spiegel, Martin (Hrsg.) : Proc. of SPIE (SPIE Photonics West 2011 San Francisco, USA 22–27 Jan 2011). Bd. 7885. 2011, S. 78850.
- Baumann, Bernhard ; Potsaid, Benjamin ; Kraus, Martin F. ; Liu, Jonathan J. ; Huang, David ; Hornegger, Joachim ; Cable, Alex E. ; Duker, Jay S. ; Fujimoto, James G.: Total retinal blood flow measurement with ultrahigh speed swept source/Fourier domain OCT . In: Biomedical Optics Express 2 (2011), Nr. 6, S. 1539-1552
- Bernecker, David ; Meyer, Harvey B.: Vector correlators in lattice QCD: Methods and applications . In: The european physical journal a - hadrons and nuclei 47 (2011), Nr. 11, S. 148
- Bocklet, Tobias ; Valentini Botinhao, Cassia ; Degekolb-Weyers, Sabine ; Nöth, Elmar ; Eysholdt, Ulrich: Akustische automatische Erkennung von Sigmatismus bei Kindern . In: Gross, M. ; am Zehnhoff-Dinnesen, A. (Hrsg.) : Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte (28. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie, 2. Dreiländertagung D-A-CH Zürich, Schweiz 09.09-11.09.2011). Bd. 19. Warendorf, Germany : Darpe Industriedruck, 2011, S. 70-72. - ISBN 978-3-00-032642-4
- Bocklet, Tobias ; Riedhammer, Korbinian ; Nöth, Elmar: Drink and Speak: On the automatic classification of alcohol intoxication by acoustic, prosodic and text-based features . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech) Florence, Italy 27.-31.08.2011). 2011, S. 3213-3216.

- Bocklet, Tobias ; Nöth, Elmar ; Stemmer, Georg: Voice Assessment of Speakers with Laryngeal Cancer by Glottal Excitation Modeling Based on a 2-Mass Model . In: Habernal, I. ; Matousek, V. (Hrsg.) : Proceedings of TSD2011 (14th International Conference on Text, Speech and Dialogue (TSD2011) Pilsen, Czech Republic 01.-05.09.2011). Berlin / Heidelberg : Springer, 2011, S. 348-355. (Lecture Notes in Artificial Intelligence Bd. 6836) - ISBN 978-3-642-23537-5
- Bourier, Felix ; Brost, Alexander ; Hornegger, Joachim ; Kiraly, Atilla ; Barbot, Julien ; Strobel, Norbert ; Zorger, Niels ; Schneider, Hans-Juergen ; Heissenhuber, Frank ; Kurzidim, Klaus: Augmented fluoroscopy-based navigation on a bi-plane angiography system for pulmonary vein isolation . In: European Society of Cardiology (Hrsg.) : ESC Congress (ESC Congress 2011 Paris, France 27.08. - 31.08.2011). 2011, S. P3606.
- Brost, Alexander ; Wu, Wen ; Koch, Martin ; Wimmer, Andreas ; Chen, Terrence ; Liao, Rui ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert: Combined Cardiac and Respiratory Motion Compensation for Atrial Fibrillation Ablation Procedures . In: G. Fichtinger ; A. Martel ; T. Peters (Hrsg.) : LNCS (MICCAI 2011 Toronto, Canada 18.09. - 22.09.2011). Bd. 6891. Berlin/Heidelberg : Springer, 2011, S. 540–547.
- Calleja, Anna ; Stiver, Kevin ; Thavendiranathan, Paaladinesh ; Liu, Shizhen ; Ionasec, Razvan ; Voigt, Ingmar ; Houle, Helene ; De Michelis, Nathalie ; Ryan, Tomas ; Vannan, Mani: Automated Quantitative 3-D Echocardiography of The Surgical Mitral Valve Anatomy in Functional Mitral Regurgitation to Guide Mitral Valve Repair . In: American Society of Echocardiography (Veranst.) : Proceedings of the 22nd ASE Annual Scientific Sessions (22nd ASE Annual Scientific Sessions Montreal 11-14.06.2011). USA : American Society of Echocardiography, 2011, S. n/a.
- Cowie, Roddy ; Cox, Cate ; Martin, Jean-Claude ; Batliner, Anton ; Heylen, Dirk ; Karpouzis, Kostas: Issues in Data Labelling . In: Petta, Paolo ; Pelachaud, Catherine ; Cowie, Roddy (Hrsg.) : Emotion-Oriented Systems: The Humaine Handbook Cognitive Technologies. Berlin, Heidelberg : Springer, 2011, S. 213-241.
- Cowie, Roddy ; Douglas-Cowie, Ellen ; Sneddon, Ian ; Batliner, Anton ; Pelachaud, Catherine: Principles and History . In: Petta, Paolo ; Pelachaud, Catherine ; Cowie, Roddy (Hrsg.) : Emotion-Oriented Systems: The Humaine Handbook Cognitive Technologies. Berlin, Heidelberg : Springer, 2011, S. 167-196.
- Douglas-Cowie, Ellen ; Cox, Cate ; Martin, Jean-Claude ; Devillers, Laurence ; Cowie, Roddy ; Sneddon, Ian ; McRorie, Margaret ; Pelachaud, Catherine ; Peters, Christopher ; Lowrie, Orla ; Batliner, Anton ; Hönig, Florian: The HUMAINE Database . In: Petta, Paolo ; Pelachaud, Catherine ; Cowie, Roddy (Hrsg.)

: Emotion-Oriented Systems: The Humaine Handbook Cognitive Technologies. Berlin, Heidelberg : Springer, 2011, S. 243-284.

- Eskofier, Björn ; Kraus, Martin ; Worobets, Jay T. ; Stefanyshyn, Darren J. ; Nigg, Benno M.: Pattern classification of kinematic and kinetic running data to distinguish gender, shod/barefoot and injury groups with feature ranking . In: Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering (2011)
- Eversmann, Björn-Oliver ; Heismann, Björn ; Henseler, Debora ; Jannsen, Silke ; Niederlöhner, Daniel: Method and circuit arrangement for determining the radiation intensity using directly counting detector . Schutzrecht US000007943907B2 Patentschrift (17.05.2011)
- Eversmann, Björn-Oliver ; Heismann, Björn: Methods, program code segments, and devices for determining individual quantum absorption events in a radiation converter . Schutzrecht US000007881908B2 Patentschrift (01.02.2011)
- Feulner, Johannes ; Zhou, S. Kevin ; Hammon, Matthias ; Seifert, Sascha ; Huber, Martin ; Comaniciu, Dorin ; Hornegger, Joachim ; Cavallaro, Alexander: A Probabilistic Model for Automatic Segmentation of the Esophagus in 3-D CT Scans . In: IEEE Transactions on Medical Imaging (TMI) 30 (2011), Nr. 6, S. 1252-1264
- Feulner, Johannes ; Zhou, S. Kevin ; Angelopoulou, Elli ; Seifert, Sascha ; Cavallaro, Alexander ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Comparing axial CT slices in quantized N-dimensional SURF descriptor space to estimate the visible body region . In: Computerized Medical Imaging and Graphics 35 (2011), Nr. 3, S. 227-236
- Foertsch, Stefan ; Keller, Henrik ; Mewes, Philip ; Kuth, Rainer ; Woern, Heinz ; Roesch, Thomas: First Study With a MGCE Simulator: Is There a Benefit of Chromoendoscopy in Magnetically Guided Capsule Endoscopy? In: Gastroenterology 140 (2011), Nr. 5, S. (Abstract Supplement 1) S-767
- Forman, Christoph ; Aksoy, Murat ; Hornegger, Joachim ; Bammer, Roland: Self-encoded marker for optical prospective head motion correction in MRI . In: Medical Image Analysis 15 (2011), Nr. 5, S. 708-719
- Fukuchi, Reginaldo K. ; Eskofier, Björn ; Duarte, Marcos ; Ferber, Reed: Support vector machines for detecting age-related changes in running kinematics . In: Journal of Biomechanics 44 (2011), Nr. 3, S. 540-542
- Ganguly, Arundhuti ; Simons, Jeffrey ; Schneider, Alex ; Keck, Benjamin ; Benett, Nathan R. ; Herfkens, Robert J. ; Coogan, Sheila M. ; Fahrig, Rebecca: In-vivo

Imaging of Femoral Artery Nitinol Stents for Deformation Analysis . In: Journal of Vascular and Interventional Radiology 22 (2011), Nr. 2, S. 244-249

- Grimm, Robert ; Sukkau, Johann ; Hornegger, Joachim: Automatic Patient Pose Estimation Using Pressure Sensing Mattresses . In: Handels, Heinz ; Ehrhardt, Jan (Hrsg.) : Informatik aktuell (Bildverarbeitung für die Medizin 2011 Lübeck 20.-22.03.2011). Berlin Heidelberg : Springer, 2011, S. 409-413. - ISBN 978-3-642-19335-4
- Grimm, Robert ; Block, Kai Tobias ; Kiefer, Berthold ; Hornegger, Joachim: Bias Correction for Respiration Detection in Radial 3D Gradient-Echo Imaging . In: Caroline Reinhold (Hrsg.) : Proceedings of International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM 19th Annual Meeting Montréal, Québec, Kanada 07.-13.05.2011). Bd. 19. 2011, S. 2677.
- Grodzki, D.M. ; Jakob, P.M. ; Heismann, Björn: Ultrashort Echo Time Imaging using Pointwise Encoding Time reduction with Radial Acquisition (PETRA) . In: Magnetic Resonance in Medicine (2011)
- Gropp, Martin ; Nöth, Elmar ; Riedhammer, Korbinian: A Novel Lecture Browsing System using Ranked Key Phrases and StreamGraphs . In: Habernal, I. ; Matousek, V. (Hrsg.) : Proceedings of TSD2011 (14th International Conference on Text, Speech and Dialogue (TSD2011) Pilsen, Czech Republic 1.9.11). Berlin / Heidelberg : Springer, 2011, S. 17-24. - ISBN 978-3-642-23537-5
- Gutleben, Klaus-Jürgen ; Nölker, Georg ; Ritscher, Guido ; Rittger, Harald ; Rohkohl, Christopher ; Lauritsch, Günter ; Brachmann, Johannes ; Sina, Anil Martin: Three-Dimensional Coronary Sinus Reconstruction Guided Left Ventricular Lead Implantation Based on Intraprocedural Rotational Angiography: a novel imaging modality in cardiac resynchronisation device implantation . In: Europace 13 (2011), Nr. 5, S. 675-682
- Gütter, Christoph: Statistical Intensity Prior Models with Applications in Multimodal Image Registration . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität, Diss., 2011. - 122 Seiten.
- Haderlein, Tino ; Nöth, Elmar ; Batliner, Anton ; Eysholdt, Ulrich ; Rosanowski, Frank: Automatic intelligibility assessment of pathologic speech over the telephone . In: Logoped Phoniatr Vocol 36 (2011), Nr. 4, S. 175-181
- Haderlein, Tino ; Moers, Cornelia ; Möbius, Bernd ; Rosanowski, Frank ; Nöth, Elmar: Intelligibility Rating with Automatic Speech Recognition, Prosodic, and Cepstral Evaluation . In: Habernal, Ivan ; Matousek, Vaclav (Hrsg.) : Proc. Text,

Speech and Dialogue; 14th International Conference (Text, Speech and Dialogue; 14th International Conference (TSD 2011) Pilsen, Czech Republic 01.-05.09.2011). Berlin : Springer, 2011, S. 195-202. (Lecture Notes in Artificial Intelligence Bd. 6836) - ISBN 978-3-642-23537-5

- Haderlein, Tino ; Nöth, Elmar ; Eysholdt, Ulrich ; Rosanowski, Frank: Verständlichkeitsbewertung von Telefonaufnahmen Larynxteilresezierter mittels der Kombination von automatischer Spracherkennung und prosodischer Analyse . In: Gross, Manfred ; am Zehnhoff-Dinnesen, Antoinette (Hrsg.) : Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 2011 (28. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie, 2. Dreiländertagung D-A-CH Zurich, Switzerland 08.-11.09.2011). Warendorf : Darpe Industriedruck, 2011, S. 154-156. (Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte Bd. 19) - ISBN 978-3-00-032642-4
- Hagen, Magdalena ; Bocklet, Tobias ; Eysholdt, Ulrich: Vergleich unterschiedlicher auditiven Analysen bei Kindern mit orofazialen Spaltfehlbildungen auf Lautebene . In: Groß, Michael ; am Zehnhoff-Dinnesen, A. (Hrsg.) : Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte (28. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie, 2. Dreiländertagung D-A-CH Zürich, Schweiz 09.09-11.09.2011). Bd. 19. Warendorf, Germany : Darpe Industriedruck, 2011, S. 79-81. - ISBN 978-3-00-032642-4
- Heismann, Björn ; Schlund, Erhard: Computertomographie-Gerät und Verfahren mit aktiver Anpassung der Mess-Elektronik . Schutzrecht DE000010201321B4 Patentschrift (24.02.2011)
- Heismann, Björn: Device for capturing structural data of an object . Schutzrecht JP4717393B2 Patentschrift (08.04.2011)
- Heismann, Björn: Method for preparing reconstructed CT image data records and CT system . Schutzrecht US000007889834B2 Patentschrift (15.02.2011)
- Heismann, Björn ; Hempel, Eckhard ; Popescu, Stefan: Method for producing projective and tomographic images using an X-ray system . Schutzrecht US000007945018B2 Patentschrift (17.05.2011)
- Hofmann, Hannes ; Keck, Benjamin ; Rohkohl, Christopher ; Hornegger, Joachim: Comparing performance of many-core CPUs and GPUs for static and motion compensated reconstruction of C-arm CT data . In: Medical Physics 38 (2011), Nr. 1, S. 468-473
- Holub, Wolfgang ; Rohkohl, Christopher ; Schulhaus, Dominik ; Prümmer, Marcus ; Lauritsch, Günter ; Hornegger, Joachim: 4D motion animation of coronary



- arteries from rotational angiography . In: SPIE (Hrsg.) : Proc. SPIE 7964 (Medical Imaging 2011: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling Lake Buena Vista, Florida, USA February). Bd. 7964. 2011, S. 79641S.
- Hornegger, Joachim ; Höller, Kurt ; Hempel, Sarah: Gastrointestinal Surgery 2025 - Changes Emerging with Information Science . In: Endoskopie heute 24 (2011), Nr. 1, S. 20-24
  - Hutter, Jana ; Grimm, Robert ; Forman, Christoph ; Hornegger, Joachim ; Schmitt, Peter: Inverse root sampling pattern for iterative reconstruction in non-CE MR angiography . In: ESMRMB (Hrsg.) : Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine (ESMRMB 2011 Leipzig 06.10.-08.10.2011). Bd. 24. Heidelberg, Berlin : Springer, 2011, S. 92-93.
  - Jiang, Zhengning ; Keck, Benjamin ; Riess, Christian ; Fischer, Daniel ; Mertelmeier, Thomas ; Hornegger, Joachim: Metal Artifact Reduction of Biopsy Needles in Digital Breast Tomosynthesis . In: Hensel, Bernhard (Hrsg.) : Proceedings of the 7th Russian Bavarian Conference (Russian Bavarian Conference Erlangen 10.10.2011). 2011, S. 1-4.
  - Jäger, Florian: Normalization of Magnetic Resonance Images and its Application to the Diagnosis of the Scoliotic Spine . Berlin : Logos Verlag, 2011. Zugl.: Erlangen, Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2010. - 158 Seiten. ISBN 978-3-8325-2779-2
  - Kasper, Claudia ; Schuster, Maria ; Psychogios, Georgios ; Zenk, Johannes ; Ströbele, Anika ; Rosanowski, Frank ; Gräbel, Elmar ; Haderlein, Tino: Voice handicap index and voice-related quality of life in small laryngeal carcinoma . In: Eur Arch Otorhinolaryngol 268 (2011), Nr. 3, S. 401-404
  - Kelm, B. Michael ; Zhou, S. Kevin ; Suehling, Michael ; Zheng, Yefeng ; Wels, Michael ; Comaniciu, Dorin: Detection of 3D Spinal Geometry Using Iterated Marginal Space Learning . In: Menze, Bjoern ; Langs, Georg ; Tu, Zhuowen ; Criminisi, Antonio (Hrsg.) : Medical Computer Vision. Recognition Techniques and Applications in Medical Imaging (International MICCAI Workshop, MCV 2010 Beijing, China 20.09.2010). Berlin Heidelberg : Springer, 2011, S. 96-105. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 6533) - ISBN 978-3-642-18420-8
  - Kiefer, Alexander ; Kuwert, Torsten ; Hahn, Dieter ; Hornegger, Joachim ; Uder, Michael ; Ritt, Philipp: Anatomical Accuracy of Abdominal Lesion Localization . In: Nuklearmedizin 50 (2011), Nr. 4, S. 141-173

- Killguß, Helen ; Gottwald, Frank ; Haderlein, Tino ; Maier, Andreas ; Rosanowski, Frank ; Iro, Heinrich ; Psychogios, Georgios ; Schuster, Maria: Voice Handicap and Health-Related Quality of Life after Treatment for Small Laryngeal Carcinoma . In: Folia Phoniatrica et Logopaedica (Folia Phoniatr Logop) 63 (2011), Nr. 3, S. 122-128
- Kleinoeder, Andreas ; Brost, Alexander ; Bourier, Felix ; Koch, Martin ; Kurzdin, Klaus ; Hornegger, Joachim ; Strobel, Norbert: Cryo-Balloon Reconstruction from Two Views . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing (18th IEEE Conference on Image Processing Brussels, Belgium 11.09. - 14.09.2011). 2011, S. 989-992.
- Koch, Martin ; Schwing, Alexander G. ; Comaniciu, Dorin ; Pollefeys, Marc: Fully Automatic Segmentation of Wrist Bones for Arthritis Patients . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of 2011 8th IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro (2011 IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro Chicago, IL, USA March 30 - April 2, 2011). Chicago, IL, USA : IEEE, 2011, S. 636-640. - ISBN 978-1-4244-4128-0
- Kohl, Jens ; Kotucz, Agnes ; Prenninger, Johann ; Dorneich, Ansgar ; Meinzer, Stefan: Using multivariate split analysis for an improved maintenance of automotive diagnosis functions . In: Mens, Tom ; Kanellopoulos, Yiannis ; Winter, Andreas (Hrsg.) : Proceedings (15th European Conference on Software Maintenance and Reengineering Oldenburg 01. - 04.03.2011). 2011, S. 305-309.
- Kollorz, Eva ; Angelopoulou, Elli ; Beck, Michael ; Schmidt, Daniela ; Kuwert, Torsten: Using Power Watersheds to Segment Benign Thyroid Nodules in Ultrasound Image Data . In: H. Handels, J. Ehrhardt, T. M. Deserno, H.-P. Meinzer, T. Tolxdorff (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2011 Algorithmen Systeme Anwendungen (Bildverarbeitung für die Medizin 2011 Algorithmen-Systeme-Anwendungen Lübeck, Deutschland 20.03.2011). Berlin Heidelberg : Springer, 2011, S. 124-128. - ISBN 9783642193347
- Lauritsch, Günter ; Rohkohl, Christopher ; Hornegger, Joachim ; Sinha, Anil-Martin ; Brachmann, Johannes ; Rittger, Harald ; Rieber, Johannes: 3D imaging of myocardial perfusion and coronary tree morphology from a single rotational angiogram . In: SPIE (Hrsg.) : Proc. SPIE 7964 (Medical Imaging 2011: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling Lake Buena Vista, Florida, USA February). Bd. 7964. 2011, S. 79641Q.
- Maier, Andreas ; Choi, Jang Hwan ; Keil, Andreas ; Niebler, Christine ; Sarmiento, Marily ; Fieselmann, Andreas ; Gold, Garry ; Delp, Scott ; Fahrig, Rebecca: Analysis of Vertical and Horizontal Circular C-Arm Trajectories . In: SPIE (Hrsg.)

: Proc. SPIE Vol. 7961 (Medical Imaging 2011: Physics of Medical Imaging Lake Buena Vista, USA 13.02.2011). 2011, S. 7961231-7961238.

- Mansi, Tommaso ; Voigt, Ingmar ; Leonardi, Benedetta ; Durrleman, Stanley ; Delingette, Herve ; Taylor, Andrew ; Boudjemline, Younes ; Pongilione, Giacomo ; Ayache, Nicholas: A Statistical Model for Quantification and Prediction of Cardiac Remodelling: Application to Tetralogy of Fallot . In: IEEE Transactions on Medical Imaging (2011)
- Mansi, Tommaso ; Voigt, Ingmar ; Assoumou Mengue, Etienne ; Ionasec, Razvan ; Georgescu, Bogdan ; Noack, Thilo ; Seeburger, Joerg ; Comaniciu, Dorin: Towards Patient-Specific Finite-Element Simulation of MitralClip Procedure . In: Fichtinger, Gabor ; Martel, Anne ; Peters, Terry (Hrsg.) : Proceedings of the 14th International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI 2011 Toronto 18.-22.09.2011). Heidelberg : Springer, 2011, S. n/a. (Lecture Notes on Computer Science)
- Mewes, Philip ; Neumann, Dominik ; Licegevic, Oleg ; Simon, Johannes ; Juloski, Aleksandar Lj. ; Angelopoulou, Elli: Automatic Region-of-Interest Segmentation and Pathology Detection in Magnetically Guided Capsule Endoscopy . In: Fichtinger, Gabor ; Martel, Anne ; Peters, Terry (Hrsg.) : Lecture Notes in Computer Science ((MICCAI) Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2011 Toronto, Canada 18-22.09.2011). Bd. 6893. Berlin / Heidelberg : Springer, 2011, S. 137-144. - ISBN 978-3-642-23622-8
- Mewes, Philip ; Juloski, Aleksandar ; Bulitta, Clemens ; Fuchs, Friedrich ; Mayer, Karl-Heinz ; Bechtold, Mario ; Kuth, Rainer ; Schmidt, Sebastian: Chirurgischer Magnethalter . Schutzrecht DE 102010010417 A1 Offenlegungsschrift (08.09.2011)
- Mewes, Philip ; Foertsch, Stefan ; Angelopoulou, Elli ; Guldi, Dirk ; Messmann, Helmut: Chromoendoscopy with Automatic Lesion Enhancement in Magnetically Guided Capsule Endoscopy: a Feasibility Study . In: Gastroenterology 140 (2011), Nr. 5, S. S-750
- Mewes, Philip ; Juloski, Aleksandar ; Angelopoulou, Elli ; Kuth, Rainer: Endoscope capsule for detecting the three-dimensional structure of the inner surface of a body cavity . Schutzrecht WO 2011/107392 A2 Offenlegungsschrift (09.09.2011)
- Mewes, Philip ; Juloski, Aleksandar ; Bulitta, Clemens ; Fuchs, Friedrich ; Mayer, Karl-Heinz ; Bechtold, Mario ; Kuth, Rainer ; Schmidt, Sebastian: Magnetischer Magenverschluss . Schutzrecht DE 102010010418 A1 Offenlegungsschrift (08.09.2011)

- Mewes, Philip ; Juloski, Aleksandar ; Bulitta, Clemens ; Fuchs, Friedrich ; Maier, Karl-Heinz ; Bechtold, Mario ; Kuth, Rainer ; Schmidt, Sebastian: Medical holding system for use during button hole surgery, has magnetic member e.g. soft-magnetic element, attached at holding member, and fixing member e.g. permanent magnet, exerting magnetic holding force on holding member . Schutzrecht WO 2011/107317 A1 Offenlegungsschrift (09.09.2011)
- Mewes, Philip ; Angelopoulou, Elli ; Juloski, Aleksandar ; Kuth, Rainer: Method and device for recording information about the three-dimensional structure of the inner surface of a body cavity . Schutzrecht WO 2011/107393 A1 Offenlegungsschrift (09.09.2011)
- Mewes, Philip ; Neumann, Dominik ; Juloski, Aleksandar Lj. ; Angelopoulou, Elli ; Hornegger, Joachim: On-the-fly detection of images with gastritis aspects in magnetically guided capsule endoscopy . In: Summers, Ronald M. ; van Ginneken, Bram (Hrsg.) : SPIE Medical Imaging (Veranst.) : Proceedings of SPIE Medical Imaging 2011 (SPIE Medical Imaging 2011: Colon and Other Gastrointestinal CAD Lake Buena Vista, FL, USA 15.02 - 17.02.2011). Bd. 7963. Bellingham, Washington 98227-0010 USA : SPIE Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, 2011, S. 79631I. - ISBN 9780819485052
- Mewes, Philip ; Juloski, Aleksandar ; Bulitta, Clemens ; Fuchs, Friedrich ; Maier, Karl-Heinz ; Bechtold, Mario ; Kuth, Rainer ; Schmidt, Sebastian: System for fixation of bone fragment inside patient, has fixing member arranged such that fixing member is in relative target position to magnetic member, where target position is determined such that force is exerted on magnetic member . Schutzrecht DE 102010010056 A1 Offenlegungsschrift (08.09.2011)
- Mewes, Philip ; Kuth, Rainer ; Angelopoulou, Elli ; Juloski, Aleksandar: Verfahren und Einrichtung zum Erfassen von Information über die dreidimensionale Struktur der Innenoberfläche eines Körperhohlraums . Schutzrecht DE 102010009905.8 Offenlegungsschrift (08.09.2011)
- Middag, Catherine ; Bocklet, Tobias ; Martens, Jean-Pierre ; Nöth, Elmar: Combining phonological and acoustic ASR-free features for pathological speech intelligibility assessment . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech) Florence, Italy 27.-31.08.2011). 2011, S. 3005-3008.
- Mihalef, Viorel ; Ionasec, Razvan ; Sharma, Puneet ; Georgescu, Bogdan ; Voigt, Ingmar ; Suehling, Michael ; Comaniciu, Dorin: Patient-Specific Model-

ling of Whole Heart Anatomy, Dynamics and Hemodynamics from 4D cardiac CT Images . In: Journal of the Royal Society – Interface Focus (2011)

- Müller, Kerstin ; Bauer, Sebastian ; Wasza, Jakob ; Hornegger, Joachim: Automatic Multi-modal ToF/CT Organ Surface Registration . In: Handels, Heinz ; Ehrhardt, Jan ; Deserno, Thomas M. ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2011 (Bildverarbeitung für die Medizin 2011 Lübeck 20.-22.03.2011). Berlin : Springer, 2011, S. 154-158. (Informatik Aktuell) - ISBN 9783642193347
- Neumann, Dominik ; Lugauer, Felix ; Bauer, Sebastian ; Wasza, Jakob ; Hornegger, Joachim: Real-time RGB-D Mapping and 3-D Modeling on the GPU using the Random Ball Cover Data Structure . In: Fossati, Andrea ; Gall, Juergen ; Grabner, Helmut ; Ren, Xiaofeng ; Konolige, Kurt (Hrsg.) : IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV) Workshops (IEEE Workshop on Consumer Depth Cameras for Computer Vision (CDC4CV) Barcelona, Spain 12.11.2011). 2011, S. 1161-1167.
- Piccini, Davide ; Littmann, Arne ; Nielles-Vallespin, Sonia ; Zenge, Michael O.: Robust and Fully Integrated One Dimensional Respiratory Self-Navigation for Whole-Heart Coronary MRI . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 19th Annual Meeting of ISMRM (ISMRM Montréal, Canada 7-13.05.2011). 2011, S. 1259.
- Piccini, Davide ; Littmann, Arne ; Nielles-Vallespin, Sonia ; Zenge, Michael O.: Spiral Phyllotaxis: The Natural Way to Construct a 3D Radial Trajectory in MRI . In: Magnetic Resonance in Medicine 66 (2011), Nr. 4, S. 1049-1056
- Piccini, Davide ; Littmann, Arne ; Xue, Hui ; Guehring, Jens ; Zenge, Michael O.: The Next Step in Self-Navigated Coronary MRI: A Hybrid Approach for Affine Motion Correction . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 19th Annual Meeting of ISMRM (ISMRM Montréal, Canada 07-13.05.2011). 2011, S. 1271.
- Riedhammer, Korbinian ; Gropp, Martin ; Nöth, Elmar: A Novel Lecture Browser Using Key Phrases and Stream Graphs . In: IEEE (Hrsg.) : Proc. ASRU 2011 (2011 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding Hilton Waikoloa Village, Hawaii, HI, USA 11.-15.12.2011). 2011, S. no pagination.
- Riedhammer, Korbinian ; Bocklet, Tobias ; Nöth, Elmar: Compensation of extrinsic variability in speaker verification systems on simulated skype and hf channel data . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) (IEEE International Conference

on Acoustics, Speech, and Signal Processingblic Prague, Czech Republic 22.-27.5.2011). Bd. 1, 1. Aufl. 2011, S. 4840-4843. - ISBN 978-1-4577-0537-3

- Ritt, Philipp ; Vija, Hans ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: Absolute quantification in SPECT . In: European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 38 (2011), Nr. 0, S. 69-77
- Ritt, Philipp ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: Technik und physikalische Aspekte der SPECT / CT . In: Der Nuklearmediziner 34 (2011), Nr. 1, S. 09-20
- Rohkohl, Christopher: Motion Estimation and Compensation for Interventional Cardiovascular Image Reconstruction . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität, Diss., 2011. - 138 Seiten.
- Rohkohl, Christopher ; Lauritsch, Günter ; Hornegger, Joachim: Non-Periodic 3-D Motion Estimation and Reconstruction of Coronary Stents . In: Kachelrieß, Marc ; Rafecas, Magdalena (Hrsg.) : Proceedings of 11th Fully 3D Meeting and 3rd HPIR Workshop (11th Int. Meeting on Fully 3D Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Potsdam, Germany 11-15 Juli 2011). 2011, S. 462-465.
- Rothgang, Eva ; Jörg, Roland ; Gilson, Wesley D. ; Hornegger, Joachim ; Lorenz, Christine: Automatic B0 Drift Correction for MR Thermometry . In: Caroline Reinhold (Hrsg.) : Proceedings of International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM 19th Annual Meeting Montréal, Québec, Kanada 07.-13.05.2011). Bd. 19. 2011, S. 1773.
- Rothgang, Eva ; Gilson, Wesley D. ; Valdeig, Steffi ; Pan, Li ; Roland, Jörg ; Flammang, Aaron ; Lorenz, Christine ; Wacker, Frank ; Frericks, Bernd: Enhanced Intra-Operative Control During Cryoablation by Using the PRF Method: In Vivo Imaging and Histopathologic Correlation . In: Caroline Reinhold (Hrsg.) : Proceedings of International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM 19th Annual Meeting Montréal, Québec, Kanada 07.-13.05.2011). Bd. 19. 2011, S. 1762.
- Rothgang, Eva ; Gilson, Wesley D. ; Strehl, Wilhelm ; Pan, Li ; Roland, Jörg ; Lorenz, Christine ; Hornegger, Joachim: Interventional MR-Imaging For Thermal Ablation Therapy . In: Wright, Steven (Hrsg.) : Proceedings of 2011 IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro (8th International Symposium on Biomedical Imaging - ISBI Chicago (IL), USA 30.03.2011 - 02.04.2011). 2011, S. 1864-1868. - ISBN 978-1-4244-4128-0

- Schaller, Christian: Time-of-Flight - A New Modality for Radiotherapy . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2011. - 125 Seiten.
- Schuldhuis, Dominik ; Spiegel, Martin ; Redel, Thomas ; Polyanskaya, Maria ; Struffert, Tobias ; Hornegger, Joachim ; Dörfler, Arnd: 2D Vessel Segmentation Using Local Adaptive Contrast Enhancement . In: H. Handels ; J. Ehrhardt ; T. Deserno ; H. Meinzer ; T. Tolxdorff (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin (BILDVERARBEITUNG FÜR DIE MEDIZIN Luebeck 22.3.2011). Berlin : Springer, 2011, S. 109-113.
- Schuldhuis, Dominik ; Spiegel, Martin ; Redel, Thomas ; Polyanskaya, Maria ; Struffert, Tobias ; Hornegger, Joachim ; Dörfler, Arnd: Classification-based summation of cerebral digital subtraction angiography series for image post-processing algorithms . In: Physics in Medicine and Biology 56 (2011), Nr. 6, S. 1791-1802
- Schuller, Björn ; Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Seppi, Dino: Recognising realistic emotions and affect in speech: State of the art and lessons learnt from the first challenge . In: Speech Communication 53 (2011), Nr. 9, S. 1062-1087
- Schuller, Björn ; Steidl, Stefan ; Batliner, Anton ; Schiel, Florian ; Krajewski, Jarek: The INTERSPEECH 2011 Speaker State Challenge . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH 2011) (INTERSPEECH 2011 - 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (ISCA) Florenz, Italien 27.-31.08.2011). 2011, S. 3201-3204.
- Sickel, Konrad ; Bubnik, Vojtech: Clustering-based Detection of Anatomical Features on Organic Shapes . In: Heinz Handels ; Jan Ehrhardt (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2011: Algorithmen - Systeme - Anwendungen (Bildverarbeitung für die Medizin 2011: Algorithmen - Systeme - Anwendungen Lübeck 20.03.2011). Berlin : Springer, 2011, S. 54-58. - ISBN 9783642193347
- Sickel, Konrad ; Baloch, Sajjad ; Melkisetoglu, Rupen ; Bubnik, Vojtech ; Azernikov, Sergei ; Fang, Tong: Towards automation in hearing aid design . In: Computer-Aided Design (2011)
- Siegl, Christian ; Hofmann, Hannes ; Keck, Benjamin ; Prümmer, Marcus ; Hornegger, Joachim: Hardware-unabhängige Beschleunigung von Medizinischer Bildverarbeitung mit OpenCL . In: Handels, Heinz ; Ehrhardt, Jan ; Deserno, Thomas Martin ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2011 (Bildverarbeitung für die Medizin 2011 Lübeck 20 - 22

März 2011). Berlin : Springer Berlin Heidelberg, 2011, S. 449-453. (Informatik aktuell) - ISBN 978-3-642-19335-4

- Siegl, Christian ; Hofmann, Hannes ; Keck, Benjamin ; Prümmer, Marcus ; Hornegger, Joachim: OpenCL, a Viable Solution for High-performance Medical Image Reconstruction? In: Pelc, Norbert J. ; Samei, Ehsan ; Nishikawa, Robert M. (Hrsg.) : Proceedings of SPIE (Medical Imaging 2011: Physics of Medical Imaging Lake Buena Vista, Florida, USA 12 - 17 Feb 2011). Bd. 7961, 1. Aufl. Lake Buena Vista : SPIE, 2011, S. 79612Q.
- Spiegel, Martin ; Redel, Thomas ; Struffert, Tobias ; Hornegger, Joachim ; Dörfler, Arnd: A 2D driven 3D vessel segmentation algorithm for 3D digital subtraction angiography data . In: Physics in Medicine and Biology 56 (2011), Nr. 19, S. 6401-6419
- Spiegel, Martin: Patient-Specific Cerebral Vessel Segmentation with Application in Hemodynamic Simulation . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2011. - 154 Seiten.
- Spiegel, Martin ; Redel, Thomas ; Zhang, Y. Jonathan ; Struffert, Tobias ; Hornegger, Joachim ; Grossman, Robert G. ; Dörfler, Arnd ; Karmonik, Christof : Tetrahedral vs. polyhedral mesh size evaluation on flow velocity and wall shear stress for cerebral hemodynamic simulation . In: Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering 14 (2011), Nr. 1, S. 9-22
- Steidl, Stefan ; Riedhammer, Korbinian ; Bocklet, Tobias ; Hönig, Florian ; Nöth, Elmar: Java Visual Speech Components for Rapid Application Development of GUI based Speech Processing Applications . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH 2011) (INTERSPEECH 2011 - 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (ISCA) Florenz, Italien 27.-31.08.2011). 2011, S. 3257-3260.
- Stiver, Kevin ; Calleja, Anna ; Ionasec, Razvan ; Voigt, Ingmar ; Thavendirathan, Paaladinesh ; Liu, Shizhen ; Houle, Helene ; De Michelis, Nathalie ; Ryan, Tomas ; Vannan, Mani: Superior Reproducibility of Automated 3-D Surgical Anatomy of Normal and Abnormal Mitral Valve when Compared to a Manual Approach . In: American Society of Echocardiography (Hrsg.) : Proceedings of the 22nd ASE Annual Scientific Sessions (22nd ASE Annual Scientific Sessions Montreal 11-14.06.2011). USA : American Society of Echocardiography, 2011, S. n/a.



- Stürmer, Michael ; Seiler, Claude ; Becker, Guido ; Hornegger, Joachim: Alignment of multiple Time-of-Flight 3D Cameras for Reconstruction of walking feet . In: Serge Van Sint Jan ; Veronique Feipel ; Dirk Aerenhouts ; Jean-Pierre Baeyenes ; Alain Carpentier ; Erik Cattrysse ; Jan-Pieter Clarys ; Jacques Duchateau ; Nathalie Guissard ; Thierry Leloup ; Steven Provyn ; Marcel Rooze ; Aldo Scafoglieri ; Frederic Schuind ; Peter Van Roy ; Nadine Warzee (Hrsg.) : ISB2011 Brussels, Conference book Program & Abstracts (XXIIIrd congress of the International Society of Biomechanics Brussels 3.7.2011). 2011, S. 205. - ISBN 978-9-09026-019-8
- Tornow, Ralf P. ; Schrems, Wolfgang A. ; Bendschneider, Delia ; Horn, Folkert K. ; Mayer, Markus ; Mardin, Christian Y. ; Lämmer, Robert: Atypical Retardation Patterns in Scanning Laser Polarimetry Are Associated with Low Peripapillary Choroidal Thickness . In: Investigative Ophthalmology and Visual Science (IOVS) 52 (2011), Nr. 10, S. 7523-7528
- Tsai, Tsung-Han ; Potsaid, Benjamin M. ; Kraus, Martin ; Liu, Jonathan J. ; Zhou, Chao ; Hornegger, Joachim ; Fujimoto, James G.: Piezoelectric Transducer Based Miniature Catheter for Ultrahigh Speed Endoscopic Optical Coherence Tomography . In: SPIE (Hrsg.) : Proc. of SPIE (SPIE Photonics West 2011 San Francisco, USA 22–27 Jan 2011). Bd. 7889. 2011, S. 788919-1-6.
- Vitanovski, Dime ; Tsymbal, Alexey ; Ionasec, Razvan ; Schmidt, Michaela ; Greiser, Andreas ; Mueller, Edgar ; Lu, Xiaoguang ; Funka-Lea, Gareth ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Accurate Regression-Based 4D Mitral Valve Surface Reconstruction from 2D+t MRI Slices . In: Fichtinger, Gabor ; Martel, Anne ; Peters, Terry (Hrsg.) : Proceedings of the Second international conference on Machine learning in medical imaging (MLMI) (International Conference Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention Toronto, Canada 21.09.2011). Berlin / Heidelberg : Springer, 2011, S. 282-290. - ISBN 978-3-642-24318-9
- Vitanovski, Dime ; Tsymbal, Alexey ; Ionasec, Razvan ; Georgescu, Bogdan ; Shaohua, Zhou ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin : Learning distance function for regression-based 4D pulmonary trunk model reconstruction estimated from sparse MRI data . In: Wong, Kenneth, H. ; Holmes III, David R. (Hrsg.) : SPIE (Medical Imaging 2011: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling Lake Buena Vista, Florida, USA 12.02.2011 - 17.02.2011). Bd. 7964. Bellingham, Washington 98227-0010 USA : SPIE Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, 2011, S. 79640L.
- Voigt, Ingmar ; Vitanovski, Dime ; Ionasec, Razvan Ioan ; Tsymbal, Alexey ; Georgescu, Bogdan ; Zhou, Shaohua Kevin ; Huber, Martin ; Comaniciu, Dorin:

Method and System for Medical Decision Support Using Organ Models and Learning Based Discriminative Distance Functions . Schutzrecht US 2011/0191283 A1 Patentanmeldung (04.08.2011)

- Voigt, Ingmar ; Mansi, Tommaso ; Mihalef, Viorel ; Ionasec, Razvan ; Calleja, Anna ; Assoumou Mengue, Etienne ; Sharma, Puneet ; Houle, Helene ; Georgescu, Bogdan ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Patient-Specific Model of Left Heart Anatomy, Dynamics and Hemodynamics from 4D TEE: A First Validation Study . In: Metaxas, Dimitris ; Axel, Leon (Veranst.) : Proceedings of the 5th International Conference on Functional Imaging and Modeling of the Heart (5th International Conference on Functional Imaging and Modeling of the Heart New York 25-27.05.2011). Heidelberg : Springer, 2011, S. n/a.
- Voigt, Ingmar ; Mansi, Tommaso ; Ionasec, Razvan ; Assoumou Mengue, Etienne ; Houle, Helene ; Georgescu, Bogdan ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Robust Physically-Constrained Modeling of the Mitral Valve and Subvalvular Apparatus . In: Fichtinger, Gabor ; Martel, Anne ; Peters, Terry (Hrsg.) : Proceedings of the 14th International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI Toronto 18.-22.09.2011). Heidelberg : Springer, 2011, S. nn. (Lecture Notes on Computer Science)
- Wasza, Jakob ; Bauer, Sebastian ; Hornegger, Joachim: High Performance GPU-based Preprocessing for Time-of-Flight Imaging in Medical Applications . In: Handels, Heinz; Ehrhardt, Jan; Deserno, Thomas M.; Meinzer, Hans-Peter; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2011 (Bildverarbeitung für die Medizin 2011 Lübeck 22.03.2011). Berlin Heidelberg : Springer, 2011, S. 324-328. - ISBN 978-3-642-19335-4
- Wels, Michael ; Zheng, Yefeng ; Huber, Martin ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: A Discriminative Model-Constrained EM Approach to 3D MRI Brain Tissue Classification and Intensity Non-Uniformity Correction . In: Physics in Medicine and Biology 56 (2011), Nr. 11, S. 3269-3300
- Weninger, Felix ; Schuller, Björn ; Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Seppi, Dino: Recognition of Non-Prototypical Emotions in Reverberated and Noisy Speech by Non-Negative Matrix Factorization . In: EURASIP Journal on Advances in Signal Processing (2011), S. 1-16
- Wu, Haibo ; Rohkohl, Christopher ; Hornegger, Joachim: Total Variation Regularization Method for 3-D Rotational Coronary Angiography . In: Handels, Heinz ; Ehrhardt, Jan ; Deserno, Thomas M. ; Meinzer, Hans Peter ; Tolxdorff, Thomas

(Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2011 (Bildverarbeitung für die Medizin 2011 L<sub>0xA80xB9</sub>beck 20.-22.03.2011). Berlin : Springer, 2011, S. 434-438. - ISBN 978-3-642-19334-7

- Wöllmer, Martin ; Weninger, Felix ; Steidl, Stefan ; Batliner, Anton ; Schuller, Björn: Speech-based Non-prototypical Affect Recognition for Child-Robot Interaction in Reverberated Environments . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH 2011) (INTERSPEECH 2011 - 12th Annual Conference of the International Speech Communication Association (ISCA) Florenz, Italien 27.-31.08.2011). 2011, S. 3113-3116.
- Wöllmer, Martin ; Schuller, Björn ; Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Seppi, Dino: Tandem decoding of children's speech for keyword detection in a child-robot interaction scenario . In: ACM Transactions on Speech and Language Processing 7 (2011), Nr. 4, S. 12:1-12:22
- Yu, Zhicong ; Wunderlich, Adam ; Dennerlein, Frank ; Lauritsch, Günter ; Noo, Frédéric: Line plus arc source trajectories and their R-line coverage for long-object cone-beam imaging with a C-arm system . In: PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY 56 (2011), Nr. 12, S. 3447-3471
- Zeintl, Johannes: Optimizing Application Driven Multimodality Spatio-Temporal Emission Imaging . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2011. - 140 Seiten.
- Zinßer, Timo: Efficient and Robust Algorithms for Sparse 3-D Reconstruction from Image Sequences . Uelvesbüll : Tönning : Der Andere Verlag, 2011. Zugl.: Erlangen, Germany, Friedrich-Alexander-Universität, Diss., 2011. - 276 Seiten. ISBN 9783862471799
- von Tscharnner, Vinzenz ; Eskofier, Björn ; Federolf, Peter: Removal of the electrocardiogram signal from surface EMG recordings using non-linearly scaled wavelets . In: Journal of Electromyography and Kinesiology 21 (2011), Nr. 4, S. 683-688

## **7.7 Studien- und Abschlussarbeiten**

- Diplomarbeit: Fast Estimation of Flux in the Spatial Domain and Its Application in Hepatic Vessel Segmentation. Bearbeiter: Andreas Schuh (beendet am 10.01.2011); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

- Studienarbeit: Fusion of Multiple Illuminant Estimates. Bearbeiter: Michael Bleier (beendet am 31.01.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Christian Riess; Dipl.-Inf. Eva Eibenberger; Prof. Dr.-Ing. André Kaup; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Studienarbeit: High-performance Forward- and Back-projection on Recent Graphics Cards using OpenCL. Bearbeiter: Christian Siegl (beendet am 01.02.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Hannes Hofmann; Benjamin Keck, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: An Hierarchical Approach for Road Boundary Detection and Tracking. Bearbeiter: Philipp Nordhus (beendet am 01.03.2011); Betreuer: Andre Guilherme Linarth, M. Sc.; Dipl.-Inf. Christian Riess; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Studienarbeit: Graph-based 3-D Vessel Centerline Generation for 3-D Vessel Segmentation. Bearbeiter: Thomas Kluge (beendet am 01.03.2011); Betreuer: Dr.-Ing. Martin Spiegel; Prof. Dr. Arnd Dörfler
- Master Thesis: Detection of Vessel Diseases in Digital Subtraction Angiography (DSA). Bearbeiter: Mualla Firas (beendet am 15.03.2011); Betreuer: Dr.-Ing. Marcus Prümmer; Dr.-Ing. Dieter Hahn
- Studienarbeit: Vessel Segmentation using Fluid-based Models. Bearbeiter: Jürgen Endres (beendet am 15.03.2011); Betreuer: Dr.-Ing. Martin Spiegel; Prof. Dr. Arnd Dörfler
- Studienarbeit: Vessel Type Classification and Centerline Generation. Bearbeiter: Igor Schachnowskij (beendet am 15.03.2011); Betreuer: Dr.-Ing. Martin Spiegel; Prof. Dr. Arnd Dörfler
- Bachelor Thesis: Catheter Reconstruction from Two X-Ray Projections. Bearbeiter: Andreas Kleinöder (beendet am 30.03.2011); Betreuer: Alexander Brost, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Entwicklung eines Biofeedback-Systems zur zeitnahen Bestimmung und Visualisierung des Stresslevels. Bearbeiter: Katrin Giese (beendet am 30.03.2011); Betreuer: Stefan Soutschek, M. Sc.; Dipl.-Inf. Florian Hönig; Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
- Studienarbeit: Entwicklung eines DICOM-Viewers für das Apple iPad. Bearbeiter: Dominik Seibold (beendet am 01.04.2011); Betreuer: Dr.-Ing. Marcus Prümmer; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

- Master Thesis: Segmentation of needle artifacts in real-time 2-D MR images. Bearbeiter: Jessica Magaraggia (beendet am 01.04.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Eva Rothgang; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: Sprachunabhängiges Wordspotting mit phonetischer Suche. Bearbeiter: Stefan Ott (beendet am 20.04.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Werner Spiegl; Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth
- Studienarbeit: Mitral subvalvular apparatus modeling and real-time estimation from Echocardiographic sequences. Bearbeiter: Etienne Assoumou Mengue (beendet am 30.04.2011); Betreuer: Dipl.-Ing. Ingmar Voigt; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Physics-Based Unmixing of Skin Reflectance for Tissue Histology. Bearbeiter: Christoph Malskies (beendet am 02.05.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Eva Eibenberger; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Studienarbeit: Variants of Self-Organizing Maps for Edge Detection. Bearbeiter: Ralph Müssig (beendet am 16.05.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Christian Riess; Dipl.-Inf. Johannes Jordan; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Diplomarbeit: Erweiterung der Hautsegmentierung um die Erkennung von Hautspiegelungen. Bearbeiter: Christoph Matthias Felix (beendet am 15.06.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Eva Eibenberger; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Diplomarbeit: Methods for Feature Extraction and Classification of Golf Specific Movement Patterns. Bearbeiter: Sandra Tüxen (beendet am 15.06.2011); Betreuer: Prof. Dr. Björn Eskofier; Dipl.-Inf. Patrick Kugler
- Studienarbeit: Temporal and Spatial Alignment of Video Sequences. Bearbeiter: Peter Fürsattel (beendet am 30.06.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Christian Riess; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Diplomarbeit: Automating JPEG Ghost Detection. Bearbeiter: Fabian Zach (beendet am 01.07.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Christian Riess; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Studienarbeit: Unsupervised Segmentation of Multispectral and Hyperspectral Image Data. Bearbeiter: Daniel Danner (beendet am 01.07.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Johannes Jordan; Philip Mewes, M. Sc.; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Diplomarbeit: Analysis and Classification of Foot Kinematics during Running. Bearbeiter: Dominik Schuldhuis (beendet am 11.07.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Patrick Kugler; Prof. Dr. Björn Eskofier

- Master Thesis: Classification of events from the ANTARES neutrino detector. Bearbeiter: Stefan Geißelsöder (beendet am 18.07.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Patrick Kugler; Dipl.-Inf. Wilhelm Haas; Prof. Dr. Gisela Anton; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Diplomarbeit: Intensity-Based Recognition of General Non-Parameterized Object Models in a Sequential Scene Analysis Framework. Bearbeiter: Manuel Brucker (beendet am 15.08.2011); Betreuer: Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Diplomarbeit: 3D Estimation of Object Motion for Collision Avoidance. Bearbeiter: Edgar Zaiser (beendet am 01.09.2011); Betreuer: Andre Guilherme Linarth, M. Sc.; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Empirical Analysis of Semi-automatic 2D/3D Image Segmentation Approaches. Bearbeiter: David Föhrweiser (beendet am 01.09.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Eva Kollorz; Dipl.-Inf. Johannes Jordan; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Diplomarbeit: Automatic camera calibration using image features and their motion information. Bearbeiter: Johannes Petzold (beendet am 04.10.2011); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat; Andre Guilherme Linarth, M. Sc.
- Studienarbeit: Segmentation of Local Illuminant Estimates. Bearbeiter: Sven Pfaller (beendet am 06.10.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Christian Riess; Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat
- Projektarbeit: Calibration of Time-of-Flight Sensors for Accurate 3-D Range Imaging. Bearbeiter: Thaddäus Swadzba (beendet am 14.10.2011); Betreuer: Sebastian Bauer, M. Eng.; Dipl.-Inf. Jakob Wasza; Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Computation of Perfusion Parameters from CT Data Sets With Low Temporal Sampling. Bearbeiter: Felix Gundlack (beendet am 15.11.2011); Betreuer: Andreas Fieselmann, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Analysis of Mobile Application Platforms. Bearbeiter: Anton Kaiser (beendet am 21.11.2011); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Diplomarbeit: Active optical motion tracking system for fMRI. Bearbeiter: Felix Rudert (beendet am 01.12.2011); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Diaphragm tracking for respiratory motion compensated C-arm cardiac reconstruction. Bearbeiter: Marco Bögel (beendet am 01.12.2011); Betreuer: Dipl.-Inf. Hannes Hofmann; Dr.-Ing. Andreas Maier

## 8 Professur für Informatik (Mustererkennung)

**Anschrift:** Martensstraße 3, 91058 Erlangen

**Tel.:** +49 9131 85-27775

**Fax:** +49 9131 303811

**E-Mail:** info@i5.informatik.uni-erlangen.de

**Leitung:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

**Sekretariat:**

Iris Koppe

Kristina Müller

Die Professur für Mustererkennung ist am Lehrstuhl für Mustererkennung (Informatik 5) angesiedelt und wurde am 1. Juli 2008 mit Herrn Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth besetzt.

Forschungsthemen von Prof. Nöth sind u.a. medizinische Sprachverarbeitung (z.B. die automatische Analyse der Verständlichkeit oder Aussprache pathologischer Sprache), automatische Analyse und Klassifikation prosodischer Phänomene, Erkennung emotionaler Benutzerzustände, Automatische Bewertung nicht-nativer Sprache, Sprachdialogsysteme und die Erkennung und Verarbeitung von unbekanntem Wörtern.

**Forschungsprojekte und Publikationen sind im Teilbereich "Lehrstuhl für Informatik 5" eingegliedert.**

## 9 Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenmanagement)

**Anschrift:** Martensstraße 3, 91058 Erlangen

**Tel.:** +49 9131 85-27892

**Fax:** +49 9131 85-28854

**E-Mail:** sekretariat@i6.informatik.uni-erlangen.de

**Leitung:**

Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener

**Professoren:**

Prof. Dr. Richard Lenz

Prof. em. Dr. Hartmut Wedekind

**Sekretariat:**