

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

**Band 48 • Nummer 1 • April 2016**

---

# **Jahresbericht 2015 der Informatik**

---

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

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

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

Tel.: +49 9131 85-28807  
Fax.: +49 9131 85-28781  
E-Mail: [info@informatik.uni-erlangen.de](mailto:info@informatik.uni-erlangen.de)  
WWW: <http://www.cs.fau.de/>

© Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Department Informatik 2015

Alle Rechte bleiben vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Herausgeber.

ISSN 1611-4205

- Bachelor Thesis: Dynamically Updating the Tor Software using the Kitsune framework. Bearbeiter: Sebastian Hahn (beendet am 29.09.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dipl.-Phys. Dipl.-Inf. Alexander Würstlein
- Master Thesis: Dynamische Rekonfigurierung von Replikaten in byzantinisch fehlertoleranten Systemen. Bearbeiter: Florian Winklmeier (beendet am 01.10.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat; Dr.-Ing. Tobias Distler
- Bachelor Thesis: Entwurf und Implementierung eines Anwendungsframeworks für Arbeitsverteilung auf OctoPOS. Bearbeiter: Christian Strate (beendet am 09.10.2015); Betreuer: Dipl.-Inf. Benjamin Oechslein; Dipl.-Inf. Jens Schedel; Dipl.-Inf. Christoph Erhardt
- Bachelor Thesis: Echtzeitgewahres Simulink. Bearbeiter: Rebekka Rupprecht (beendet am 31.10.2015); Betreuer: Dipl.-Ing. Tobias Klaus; Dipl.-Ing. Florian Franzmann; Dr.-Ing. Peter Ulbrich; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
- Bachelor Thesis: Design and Implementation of an Energy-Neutral Operating System. Bearbeiter: Phillip Raffeck (beendet am 30.11.2015); Betreuer: Peter Wägemann, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
- Bachelor Thesis: Webbasierte Visualisierung von Konfigurierbarkeitsdefekten im Linux-Quellcode. Bearbeiter: Patrick Plagwitz (beendet am 21.12.2015); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Daniel Lohmann, Akad. ORat; Andreas Ziegler, M. Sc.; Valentin Rothberg, M. Sc.

## 8 Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung)

**Anschrift:** Martensstraße 3, 91058 Erlangen

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

**Fax:** +49 9131 85 27270

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

**Leitung:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

**Lehrstuhlinhaber (beurlaubt):**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Emeritus:**

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

**Sekretariat:**

Iris Koppe

Kristina Müller

Irene Steinheimer

**Leitung Rechnersehen:**

Dipl.-Ing. Peter Fürsattel

**Rechnersehen:**

Dipl.-Inf. Vincent Christlein

Sergiu Dotenco, M. Sc.

Dipl.-Ing. Peter Fürsattel

Dipl.-Inf. Martin Gropp

Christoph Seeger, M. Sc.

**Leitung Medizinische Bildsegmentierung:**

Dr.-Ing. Stefan Steidl

**Medizinische Bildsegmentierung:**

Mario Amrehn, M. Sc.

Marco Bögel, M. Sc.

Dipl.-Inf. Jürgen Endres

Tanja Kurzendorfer, M. Sc.

Dr.-Ing. Stefan Steidl

**Leitung Medizinische Bildrekonstruktion:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

**Medizinische Bildrekonstruktion:**

Martin Berger, M. Sc.

Bastian Bier, M. Sc.

AmirAbbas Davari, M. Sc.

Yanye Lu, M. Sc.

Felix Lugauer, M. Sc.

Jennifer Maier, M. Sc.

James Sanders, M. Sc.

Dipl.-Math. Frank Schebesch

Daniel Stromer, M. Sc.

Oliver Taubmann, M. Sc.

Mathias Unberath, M. Sc.

Jens Wetzl, M. Sc.

Yan Xia, M. Sc.

**Leitung Medizinische Bildregistrierung:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

**Medizinische Bildregistrierung:**

André Aichert, M. Sc.  
Siming Bayer, M. Sc.  
Katharina Breininger, M. Sc.  
Peter Fischer, M. Sc.  
Tobias Geimer, M. Sc.  
Florin Cristian Ghesu, M. Sc.  
Dr.-Ing. Kurt Höller, MBA  
Lennart Husvogt, M. Sc.  
Thomas Köhler, M. Sc.  
Roman Schaffert, M. Sc.  
Xia Zhong, M. Sc.  
Dipl.-Ing. Tobias Zobel

**Leitung Phasenkontrast-Röntgen:**

Dr.-Ing. Christian Riess

**Phasenkontrast-Röntgen:**

Johannes Bopp, B. Sc.  
Hawzhin Hozhabr Pour, M. Sc.  
Shiyang Hu, M. Sc.  
Sebastian Käppler, M. Sc.  
Dr.-Ing. Christian Riess

**Leitung Abschnittsweise Lineare Methoden:**

Xiaolin Huang, Ph.D.

**Abschnittsweise Lineare Methoden:**

Xiaolin Huang, Ph.D.  
Yixing Huang, B. Sc.  
Christian Jaremenko, M. Sc.

**Leitung Digitaler Sport:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

**Digitaler Sport:**

Dipl.-Ing. Jens Barth  
Dipl.-Ing. Peter Blank  
Eva Dorschky, M. Sc.  
Stefan Gradl, M. Sc.  
Dipl.-Ing. Benjamin Groh  
Nooshin Haji Ghassemi, M. Sc.  
Julius Hannink, M. Sc.  
Felix Hebenstreit, M. Sc.  
Thomas Kautz, M. Sc.  
Dipl.-Phys. Heike Leutheuser  
Jennifer Maier, M. Sc.

Christine Martindale, M. Sc.  
Dr. Cristian Pasluosta  
Dipl.-Phys. Samuel Reinfelder  
Matthias Ring, M. Sc.  
Dipl.-Ing. Dominik Schuldhau  
Ivanna Timotius, M. Sc.  
Markus Wirth, M. Sc.  
Dipl.-Ing. Nicolas Witt  
Markus Zrenner, M. Sc.

**Leitung Sprachverarbeitung:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

**Sprachverarbeitung:**

Dr. phil. Anton Batliner  
PD Dr.-Ing. Tino Haderlein  
Dipl.-Inf. Axel Horndasch  
Dipl.-Ing. Caroline Kaufhold  
Juan Rafael Orozco-Aroyave, M. Sc.  
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  
PD Dr. Markus Kowarschik  
Dipl.-Ing. Tobias Zobel

**Nichtwiss. Personal:**

Sven Grünke  
Iris Koppe  
Kristina Müller  
Irene Steinheimer

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. Er wird seit April 2015 von Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier vertreten.

Das Ziel der Mustererkennung ist die Erforschung der mathematischen und technischen Aspekte der Perzeption von Umwelteindrücken durch digitale Rechensysteme. Die Umwelt wird dabei durch Sensoren erfasst - die gemessenen Werte bezeichnet man als Muster. Die automatische Transformation der gewonnenen Muster in symbolische Beschreibungen bildet den Kern der Mustererkennung. Ein Beispiel hierfür sind automatische Sprachdialogsysteme, bei denen ein Benutzer an ein System per natürlicher gesprochener Sprache Fragen stellt: Mit einem 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 im Wesentlichen 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, Analyse historischer Dokumente und maschinelles Lernen.

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. Neuartige bildgebende Verfahren sowie exakte Rekonstruktionsalgorithmen in der Computertomographie (CT) werden 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. Weitere Themenschwerpunkte sind die Optimierung typischer Zielfunktionen der medizinischen Bildverarbeitung und die Entwicklung von Algorithmen für Röntgen-Phasenkontrastbildgebung.

### **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.

## **8.1 Forschungsschwerpunkte**

- nicht-starre Registrierung multimodaler Bilddaten
- monomodale Bildfusion zur Verlaufskontrolle bei der Tumor-Therapie
- Verfahren zur Schwächungskorrektur bei der SPECT-Rekonstruktion
- Rekonstruktion bewegter Objekte bei bekannter Projektionsgeometrie
- Berechnung und Visualisierung des Blutflusses in 3D-Angiogrammen
- Segmentierung von CT-Datensätzen
- schnelle Bildverarbeitung auf Standardgrafikkarten
- diskrete Tomographie
- Sprachsteuerung interventioneller Werkzeuge
- Beleuchtungs- und Reflexionsanalyse
- Multispektrale Bildgebung
- Bildforensik
- Umgebungsanalyse für Fahrassistenzsysteme
- 3D-CT-Rekonstruktion
- Bildverarbeitung für Röntgen-Phasenkontrastaufnahmen
- aktive unterstützende Systeme im Sport
- Ermüdungserkennung
- Mimik und Gestik
- Bewertung von pathologischer Sprache
- Aussprachebewertung

- Prosodie
- Dialogsysteme
- Benutzerzustandserkennung (von Ärger über Müdigkeit bis Zögern)

## **8.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung**

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

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

## **8.3 Kooperationsbeziehungen**

- Cleveland State University, USA: Human Motion and Control Lab, <http://www.csuohio.edu>
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, <http://www.dfki.de>
- Deutsche Sporthochschule Köln: Trainingswissenschaft und Sportinformatik, <https://www.dshs-koeln.de/visitenkarte/einrichtung/trainingswissenschaft-und-sportinformatik>
- École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Laboratory of Movement Analysis and Measurement, Schweiz, <http://lmam.epfl.ch>
- Harvard Medical School, Motion Analysis Lab, Boston, USA, <http://wyss.harvard.edu>

- Stanford University, USA: Radiological Sciences Laboratory, <http://rsl.stanford.edu/>
- Universidad de Antioquia, Kolumbien, <http://www.udea.edu.co>
- Università degli Studi di Napoli, Federico II: GRIP (Image Processing Research Group), <http://www.grip.unina.it>
- Universität Freiburg: Sportwissenschaften, <https://www.sport.uni-freiburg.de>
- Universität Koblenz-Landau: Institut für Computervisualistik, <https://www.uni-koblenz-landau.de/de/koblenz/fb4/icv> ; Institut für Psychologie, <https://www.uni-koblenz-landau.de/de/koblenz/fb1/institut-psychologie>
- Universitätsklinikum Erlangen: Augenklinik, <http://www.augenklinik.uk-erlangen.de/> ; Epilepsiezentrum , <http://www.epilepsiezentrum.uk-erlangen.de/> ; Hals-Nasen-Ohren-Klinik - Kopf- und Halschirurgie, <http://www.hno-klinik.uk-erlangen.de/> ; Kinderklinik, <http://www.kinderklinik.uk-erlangen.de/> ; Molekular-Neurologische Abteilung in der Neurologischen Klinik, <http://www.molekulare-neurologie.uk-erlangen.de/> ; Nuklearmedizinische Klinik, <http://www.nuklearmedizin.uk-erlangen.de/> ; Medizinische Klinik 1 - Gastroenterologie, Pneumologie und Endokrinologie, <http://www.medizin1.uk-erlangen.de/> ; Medizinische Klinik 2 - Kardiologie, Angiologie, <http://www.medizin2.uk-erlangen.de/> ; Neurologische Klinik, <http://www.neurologie.uk-erlangen.de/> ; Phoniatrie und Pädaudiologische Abteilung in der HNO-Klinik, <http://www.hno-klinik.uk-erlangen.de/phoniatrie/> ; Psychiatrische und Psychotherapeutische Klinik, <http://www.psychiatrie.uk-erlangen.de/> ; Radiologisches Institut, <http://www.radiologie.uk-erlangen.de/> ; Strahlenklinik, <http://www.strahlenklinik.uk-erlangen.de/> ; Unfallchirurgische Abteilung, <http://www.unfallchirurgie.uk-erlangen.de/> ; Urologische Klinik, <http://www.urologie.uk-erlangen.de/>
- Universität Erlangen-Nürnberg: Erlangen Centre for Astroparticle Physics (ECAP), <http://www.ecap.physik.uni-erlangen.de> ; Institut für Sportwissenschaft und Sport (ISS; Public Health und Bewegung, Bewegung und Gesundheit, Bildung im Sport, Sport- und Bewegungsmedizin), <https://www.sport.fau.de> ; Zentralinstitut für Medizintechnik (ZIMT), <http://zimt.uni-erlangen.de>
- Universität Stuttgart: Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme (VIS), <https://www.vis.uni-stuttgart.de/institut.html>
- University of Calgary, Kanada: Human Performances Lab, <http://www.ucalgary.ca/hpl>

- The University of Newcastle, Australien: Newcastle Robotics Lab, <http://robots.newcastle.edu.au>
- University of Utah, USA: Utah Center for Advanced Imaging Research, <http://www.ucair.med.utah.edu>

**Industriepartner:**

- adidas AG, <http://www.adidas.com/de>
- Astrum IT, <http://www.astrum-it.de>
- Bosch Sensortec, <https://www.bosch-sensortec.com>
- Chimaera GmbH, <http://www.chimaera.de>
- codemanufaktur GmbH, <https://codemanufaktur.com>
- da:nova GmbH, <https://www.danova.de>
- e.sigma Systems GmbH, <http://www.esigma-technology.com>
- Fraunhofer IIS, <http://www.iis.fraunhofer.de>
- Interactive Wear: <http://www.interactive-wear.de/cms>
- Metrilus GmbH, <http://www.metrilus.de>
- Robert Bosch GmbH, <http://www.bosch.com>
- Saab Medav Technologies, <http://www.medav.de>
- Siemens Healthcare, <http://www.healthcare.siemens.com>
- Siemens Forschung und Entwicklung, <http://www.scr.siemens.com>
- Sympalog, <http://www.sympalog.de>

## 8.4 Wissenschaftliche Tagungen

- INTERSPEECH 2015, 6.-10.9.2015, Dresden (<http://interspeech2015.org>)
- SLaTE 2015 (Workshop on Speech and Language Technology in Education), 4.-5.9.2015, Leipzig (<https://www.slate2015.org/slate.html>)
- MICCAI 2015 (18th International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention), 5.-9.10.2015, München (<https://www.miccai2015.org>)
- AMASE 2015 (6th Automated Mobility Analysis Symposium), 25.11.2015, Erlangen (<http://amase.de>)
- BSN 2015 (12th Annual Body Sensor Networks Conference 2015), 9.-12.6.2015, Cambridge, USA (<http://www.bsn2015.org>)
- Dagstuhl Seminar 15382 (Modeling and Simulation of Sport Games, Sport Movements, and Adaptations to Training), 13.-16.9.2015, Schloss Dagstuhl (<http://www.dagstuhl.de/de/program/kalender/semhp?semnr=15382>)

## 8.5 Veröffentlichungsreihen

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

## 8.6 Forschungsprojekte

### 8.6.1 Abschätzung von Atembewegung bei SPECT-Bildgebung

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert

A. Hans Vija, PhD

**Beteiligte:**

James Sanders, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.10.2013–30.9.2016

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

In der molekularen Bildgebung werden biologische Prozesse auf zellulärer und

molekularer Ebene beobachtet. Mit Hilfe eines radioaktiven Tracers werden physiologische Vorgänge in vivo lokalisiert und visualisiert. Bei der Einzelphotonen-Emissionscomputertomographie (SPECT) wird eine sehr geringe Menge von solchen Stoffen injiziert, um die Dosis für den Patienten zu minimieren. Um eine ausreichende Statistik für die Bildqualität zu erlangen, betragen die Aufnahmezeiten bei SPECT typischerweise mehr als zehn Minuten. Aufgrund dieser langen Akquisitionszeiten wird die Bildqualität durch die Bewegungen des Patienten verschlechtert. Vor allem ist die unvermeidbare Präsenz der Atembewegung eine Quelle für Artefakte und quantitative Ungenauigkeit.

In diesem Projekt wollen wir Algorithmen entwickeln, die diese Atembewegung charakterisieren und abschätzen. Mit Hilfe verschiedener Verfahren aus der Mustererkennung und Bildverarbeitung sollen die dazugehörigen Bewegungsfelder generiert werden. Diese Information wird im Anschluss an einen modifizierten Rekonstruktionsalgorithmus weitergeleitet, um bewegungskorrigierte Bilder zu gewinnen.

## **Publikationen**

- Welz, F. ; Sanders, James ; Kuwert, T. ; Maler, J. ; Kornhuber, J. ; Ritt, P.: Absolute SPECT/CT quantification of cerebral uptake of  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO for patients with neurocognitive disorders . In: Nuklearmedizin 55 (2016), Nr. 1
- Oppelt, Maximilian ; Sanders, James ; Maier, Andreas: Investigation of Single Photon Emission Computed Tomography Acquired on Helical Trajectories . In: Heinz Handels, Thomas M. Deserno, Hans-Peter Meinzer, Thomas Tolxdorff (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin (BVM 2015 Lübeck 15.3-17.3). 2015, S. 504-509.
- Sanders, James ; Kuwert, Torsten ; Hornegger, Joachim ; Ritt, Philipp: Quantitative SPECT/CT Imaging of  $(^{177}\text{Lu})$  with In Vivo Validation in Patients Undergoing Peptide Receptor Radionuclide Therapy . In: Molecular Imaging and Biology 17 (2015), Nr. 4, S. 585-593
- Ritt, Philipp ; Sanders, James ; Kuwert, Torsten: SPECT/CT Technology . Bd. 2 Clinical and Translational Imaging : Springer, 2014. - 445-457 Seiten.

## **8.6.2 Analyse von Stimmbildung, Artikulation und Prosodie von Parkinson-Patienten in vorklinischen und fortgeschrittenen Stadien**

### **Projektleitung:**

Dr.-Ing. Jesús Francisco Vargas-Bonilla, Assistant Professor, Universidad de Antioquia

(UdeA), Colombia

**Beteiligte:**

Dr.-Ing. Julián David Arias-Londoño, UdeA

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

Prof. Dr.-Ing. Germán Castellanos-Dominguez, Universidad Nacional de Colombia, branch Manizales

Prof. Dr.-Ing. Miguel Ángel Ferrer-Ballester, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), España

Prof. Dr.-Ing. Pedro Gómez-Vilda, Universidad Politécnica de Madrid, España

Dr.-Ing. Carlos Manuel Travieso-González, ULPGC

Dr.-Ing. Jesús Bernardino Alonso, ULPGC

Juan Rafael Orozco-Aroyave, M. Sc.

Juan Camilo Vásquez

Elkyn Belalcázar Bolaños

Tatiana Villa

Nincanor García

Gabriel Zapata

**Laufzeit:** 1.7.2013–31.7.2016

**Förderer:**

COLCIENCIAS, Colombia

Universidad de Antioquia

**Kontakt:**

Juan Rafael Orozco-Aroyave, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 27775

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: [juan.rafael.orozco@fau.de](mailto:juan.rafael.orozco@fau.de)

**Generelle Ziele**

Analyse, Charakterisierung und Quantifizierung des Einflusses der Krankheit auf Stimmbildung, Artikulation und Prosodie;

Computer-gestützte Verfahren für die Diagnose der Parkinson-Krankheit.

**Spezifische Ziele**

Analyse und Implementierung von Verfahren zur Beurteilung der Stimmbildung, Artikulation und prosodischer Fähigkeiten von Menschen mit der Parkinson-Krankheit;

Entwicklung von Methoden, die in der Lage sind, zwischen Patienten mit und ohne Parkinson-Symptomen zu unterscheiden (bezüglich altersgleicher Kontrollgruppen);

Entwicklung von Methoden, die in der Lage sind, den neurologischen Zustand von Parkinson-Patienten vorherzusagen, nach den motorischen Teil der Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS-III);

Entwicklung eines computer-gestützten Werkzeuges zur Bewertung der Sprache von Parkinson-Patienten;

Untersuchung und Bestimmung von Mustern in Sprache, die möglicherweise das Risiko vorhersagen können, wegen bestimmter genetischer Voraussetzungen an der Parkinson-Krankheit zu erkranken.

### **Untersuchte Bevölkerungsgruppen**

Genetische Parkinson-Krankheit: Menschen, die eine Mutation auf dem PARKIN-Gen aufweisen und Symptome der Krankheit zeigen;

Genetische Parkinson-Krankheit: Angehörige von Menschen, die eine Mutation auf dem PARKIN-Gen aufweisen, aber keine Symptome zeigen;

Idiopathische Parkinson-Krankheit: Menschen, bei denen die Krankheit bereits diagnostiziert wurde, die aber keine Mutation tragen;

Kontrollgruppe: Menschen ohne Anzeichen der Parkinson-Krankheit oder anderer Neurologischer Störungen

### **Erwartete Ergebnisse**

Identifizierung von Sprachmustern als Bio-Marker der Parkinson-Krankheit in vorklinischen Phasen;

Ein computer-gestütztes Werkzeug für die automatische Bewertung der Sprache von Parkinson-Patienten.

### **Publikationen**

- Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; García, Nicanor ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Nöth, Elmar: Automatic Detection of Parkinson's Disease from Compressed Speech Recordings . In: Kral, Pavel ; Matousek, Vaclav (Hrsg.) : Proc. Text, Speech and Dialogue; 18th International Conference, TSD 2015 (Text, Speech and Dialogue; 18th International Conference, TSD 2015 Pilsen, Czech Republic 14.-17.09.2015). Berlin : Springer, 2015, S. 88-95. (LNAI Bd. 9302)
- Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Haderlein, Tino ; Nöth, Elmar: Automatic Detection of Parkinson's Disease in Reverberant Environments . In: Kral, Pavel ; Matousek, Vaclav (Hrsg.) : Proc. Text, Speech and Dialogue; 18th International Conference, TSD 2015 (Text, Speech and Dialogue; 18th International Conference, TSD 2015 Pilsen, Czech Republic 14.-17.09.2015). Berlin : Springer, 2015, S. 80-87. (LNAI Bd. 9302)

- Villa-Cañas, Tatiana ; Arias-Londoño, Julián David ; Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Nöth, Elmar: Low-frequency components analysis in running speech for the automatic detection of Parkinson's disease . In: International Speech Communication Association (Hrsg.) : Proceedings of the 16th INTERSPEECH (16th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTER\_SPEECH) Dresden, Germany 06.09.2015). 2015, S. 100-104.
- Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Hönig, Florian ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Nöth, Elmar: Spectral and cepstral analyses for Parkinson's disease detection in Spanish vowels and words . In: Expert Systems 1 (2015), Nr. 1, S. 1-10
- Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Hönig, Florian ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Skodda, Sabine ; Rusz, Jan ; Nöth, Elmar: Voiced/unvoiced transitions in speech as a potential bio-marker to detect Parkinson's disease . In: International Speech Communication Association (Hrsg.) : Proceedings of the 16th INTERSPEECH (16th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTER\_SPEECH) Dresden, Germany 07.09.2015). 2015, S. 95-99.
- Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Hönig, Florian ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Skodda, Sabine ; Rusz, Jan ; Nöth, Elmar: Automatic Detection of Parkinson's Disease from Words Uttered in Three Different Languages . In: International Speech Communication Association (Hrsg.) : Proceedings of the 15th INTERSPEECH (15th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTER\_SPEECH) Singapore 14.09.2014). Singapore : ISCA, 2014, S. 573-577.
- Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Juan Camilo Vasquez-Correa ; Julián David Arias-Londoño: New computer aided device for real time analysis of speech of people with Parkinson's disease . In: Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia 1 (2014), Nr. 72, S. 87-103
- Orozco-Arroyave, Juan Rafael: New Spanish speech corpus database for the analysis of people suffering from Parkinson's disease . In: European Language Resources Association (Hrsg.) : Proceedings of the LREC 2014 (The 9th Language Resources and Evaluation Conference Reykjavik, Iceland 26-31 May 2014). Reykjavik : ELRA, 2014, S. 1-210. - ISBN 978-2-9517408-8-4
- Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Belalcázar-Bolaños, Elkyn Alexander ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Haderlein, Tino ; Nöth,

- Elmar: Phonation and articulation analysis of Spanish vowels for automatic detection of Parkinson's disease . In: Sojka, Petr ; Horák, Ale<sup>ox9A</sup> ; Kopecek, Ivan ; Pala, Karel (Hrsg.) : Proc. Text, Speech and Dialogue; 17th International Conference, TSD 2014 (Text, Speech and Dialogue; 17th International Conference (TSD 2014) Brno, Czech Republic 08.09.2014-12.09.2014). Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London : Springer, 2014, S. 374-381. (Lecture Notes in Artificial Intelligence Bd. 8655) - ISBN 978-3-319-10815-5
- Orozco-Aroyave, Juan Rafael ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Nöth, Elmar: Analysis of speech from people with Parkinson's disease through nonlinear dynamics . In: Thomas Drugman and Thierry Dutoit (Hrsg.) : Advances in nonlinear speech processing (6th International Conference, NOLISP 2013 Mons, Belgium 19.06.2013). Bd. 1, 7911. Aufl. Berlin : Springer, 2013, S. 112-119. Bd. 1, Nr. 7911 - ISBN 978-3-642-38846-0
  - Belalcázar-Bolaños, Elkyn Alexander ; Orozco-Aroyave, Juan Rafael ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Nöth, Elmar: Automatic detection of Parkinson's disease using noise measures of speech . In: Cerquera, Edwin (Hrsg.) : Proceedings of the XVIII STSIVA, 2013 (XVIII Symposium of Image, Signal Processing, and Artificial Vision (STSIVA), 2013 Bogotá, Colombia 11.09.2013). USA : IEEE, 2013, S. 1-5. - ISBN 978-1-4799-1119-6
  - Bocklet, Tobias ; Steidl, Stefan ; Nöth, Elmar ; Skodda, Sabine: Automatic Evaluation of Parkinson's Speech - Acoustic, Prosodic and Voice Related Cues . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings of the 14th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH 2013) (INTERSPEECH 2013 - 14th Annual Conference of the International Speech Communication Association (ISCA) Lyon, France 16.-29.08.2013). 2013, S. 1149-1153.
  - Vásquez-Correa, Juan Camilo ; Orozco-Aroyave, Juan Rafael ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Nöth, Elmar: Design and Implementation of an Embedded System for Real Time Analysis of Speech From People with Parkinson's Disease . In: Edwin Cerquera (Hrsg.) : Proceedings of the XVIII STSIVA, 2013 (XVIII Symposium of Image, Signal Processing, and Artificial Vision (STSIVA), 2013 Bogotá, Colombia 11.09.2013). Bd. 1. USA : IEEE, 2013, S. 1-5. - ISBN 978-1-4799-1119-6
  - Belalcázar-Bolaños, Elkyn Alexander ; Orozco-Aroyave, Juan Rafael ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Arias-Londoño, Julián David ; Castellanos-Domínguez, César German ; Nöth, Elmar: New cues in low-frequency of speech for automatic detection of Parkinson's disease . In: José Manuel Ferrández, et al. (Hrsg.) : Natural and Artificial Models in Computation and Biology (5th International

Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation, IWINAC 2013 Mallorca, Spain 10.06.2013). Bd. 7930. Berlin : Springer, 2013, S. 283-292. , Nr. 7930 - ISBN 978-3-642-38636-7

- Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Nöth, Elmar: Perceptual analysis of speech signals from people with Parkinson's disease . In: José Manuel Ferrández, et al. (Hrsg.) : Natural and Artificial Models in Computation and Biology (5th International Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation, IWINAC 2013 Mallorca, Spain 10.06.2013). Bd. 1, 7930. Aufl. Berlin : Springer, 2013, S. 201-211. Bd. 1, Nr. 7930 - ISBN 978-3-642-38636-7

### **8.6.3 Ansätze zur Bildverbesserung der 4D-DSA und Flussquantifizierung mittels 4D-DSA**

#### **Projektleitung:**

PD Dr. Markus Kowarschik

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

#### **Beteiligte:**

Marco Bögel, M. Sc.

Gehrisch, Sonja

Redel, Thomas

**Laufzeit:** 15.6.2015–14.6.2017

#### **Förderer:**

Siemens Healthcare GmbH

#### **Kontakt:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

Tel.: +49 9131 85 27883

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: andreas.maier@fau.de

Die C-Bogen-CT-Angiographie ist ein etabliertes Verfahren in der zerebralen Bildgebung, da es sehr hohe räumliche Auflösung bietet. Durch die Akquisition von zwei Aufnahmen - eine nach Kontrastmittelinjektion und eine Maskenaufnahme ohne Kontrastmittel - können 3D-digitale Subtraktionsangiographie-Bilder berechnet werden. Dies erlaubt zwar hervorragende Visualisierung der Gefäße, allerdings sind die Bilder nicht zeitlich aufgelöst. Allerdings bietet die herkömmliche 2D-DSA zeitlich aufgelöste Bilder. Jedoch kann es wegen Überlappung von Gefäßen nötig sein, mehrere Bildsequenzen aufzunehmen, was zu erhöhter Dosis und Kontrastmittelverbrauch führt. 4D-DSA ist eine neue Methode, die mit Hilfe eines speziellen Aufnahmeprotokolls die

hohe räumliche Auflösung und zeitliche Informationen ermöglicht. Dieses Protokoll erlaubt uns 3D-Volumenrekonstruktionen der Gefäße mit zusätzlicher zeitlicher Information über den Blutfluss, da die Kontrastmittelinjektion mit 30 Bildern pro Sekunde aufgezeichnet wird. Jedoch kann hier Gefäßüberlappung und Foreshortening in den Projektionsbildern zu unzuverlässiger zeitlicher Information und damit Bildartefakten führen, was Interpolation erfordert. CFD erlaubt uns, den Blutfluss in einem Modell der Gefäße zu simulieren. Das Ziel dieses Projekts ist die Verbesserung der 4D-DSA-Bildqualität mit Hilfe von CFD-Simulationen und schlussendlich die Blutfluss-Quantifizierung anhand von 4D-DSA. Dies umfasst die Individualisierung von CFD-Randbedingungen anhand der 4D-DSA-Projektionen. Basierend auf den CFD-Ergebnissen soll die 4D-DSA verbessert werden. Im Gegenzug kann dadurch wiederum iterativ die CFD-Simulation verbessert werden. Schlussendlich ist das Ziel, quantitativ Flussmessungen aus den 4D-DSA-Bildern zu extrahieren.

#### **8.6.4 ASSIST**

**Projektleitung:**

Dr. Alexander Wolff von Gudenberg

**Beteiligte:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

Dipl.-Inf. Florian Hönig

Dr.-Ing. Stefan Steidl

PD Dr.-Ing. Tino Haderlein

**Laufzeit:** 1.10.2013–30.6.2015

**Förderer:**

Hessen Agentur / Hessen Modellprojekte

**Mitwirkende Institutionen:**

Parlo GmbH, Institut für Forschung und Lehre in der Sprachtherapie

**Kontakt:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

Tel.: +49 9131 85 27888

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: noeth@cs.fau.de

Ziel des Projekts ist es, die komplexen Therapieprozesse der Kasseler Stottertherapie in den virtuellen Raum zu transferieren. ASSIST (Automatische Sprachanalyse für ein Assistenzsystem zur systematischen Steigerung der kontextuellen und Interaktionsanforderungen bei der Stottertherapie) treibt durch den Einsatz von Sprachverarbeitung die Automatisierung des sprechmotorischen Online-Übens substantiell weiter voran. ASSIST bietet dem Patienten die Möglichkeit, über eine Videostory Sprechsituationen

als Vorbereitung für das Umwelttraining in der Stadt (so genanntes "real-life"-Training) zu üben, mit direktem Feedback der dabei angewendeten weichen stotterreduzierten Sprechtechnik.

Um alle Therapieschritte online durchführen zu können, sind neben adaptierten therapeutischen Standards mehrere technische Voraussetzungen notwendig, u.a. Module für therapiegerechtes Videoconferencing, automatisiertes Training, Therapiesteuerung und Administration. Das therapiegerechte Videoconferencing ist bereits mit guten Ergebnissen realisiert. Mit dem jetzt vorliegenden Projekt soll die erste Phase des internetbasierten, automatisierten Trainings ermöglicht werden.

### **Publikationen**

- Haderlein, Tino ; Hönig, Florian ; Jassens, Frank ; Mahlberg, Lea ; Nöth, Elmar ; Wolff von Gudenberg, Alexander: Robustes Echtzeit-Feedback für die gebundene, weiche Sprechtechnik in der Stottertherapie . In: Gross, Manfred ; Schönweiler, Rainer (Hrsg.) : Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2015 (32. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP) Oldenburg (Oldenburg) 24.-27.09.2015). 2015, S. 70-72.
- Hönig, Florian ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar: How Many Speakers, How Many Texts - The Automatic Assessment of Non-Native Prosody . In: ISCA (Hrsg.) : Workshop on Speech and Language Technology in Education (Workshop on Speech and Language Technology in Education Leipzig, Germany 04.09.2015-05.09.2015). 2015, S. 1-6.
- Hönig, Florian ; Wankerl, Sebastian ; Batliner, Anton: Pinpointing the Difference - Visual Comparison of Non-Native Speaker Groups . In: ISCA (Hrsg.) : ISCA Workshop on Speech and Language Technology in Education, Proceedings on (ISCA Workshop on Speech and Language Technology in Education (Demo Session) Leipzig, Germany 04.09.2015-05.09.2015). 2015, S. 187.
- Wankerl, Sebastian ; Hönig, Florian ; Batliner, Anton ; Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Nöth, Elmar: Visual Comparison of Speaker Groups . In: ISCA (Hrsg.) : INTERSPEECH 2015, Proceedings of (INTERSPEECH 2015 Dresden, Germany 06.09.2015-10.09.2015). 2015, S. 2613-2614.

### **8.6.5 Automatische Phonetisierung des Standard-Arabischen**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Fadi Sindran

**Beginn:** 1.1.2011

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Fadi Sindran

Tel.: +49 9131 85 27872

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: fadi.sindran@i5.informatik.uni-erlangen.de

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

**Publikationen**

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

**8.6.6 Beschleunigung und Erweiterung iterativer Bildrekonstruktionsmethoden für die Magnetresonanz-Tomographie am Herzen****Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Jens Wetzl, M. Sc.

Dr. Michael Zenge  
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

**Laufzeit:** 1.2.2014–31.1.2017

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector, Erlangen

**Kontakt:**

Jens Wetzl, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 27874

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: jens.wetzl@fau.de

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

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

Ausgehend von Vorarbeiten im Bereich der bewegungskompensierten Koronarbildgebung sind neue iterative Rekonstruktionsmethoden mit Fokus auf kürzeren Rechenzeiten zu implementieren und zu optimieren. Signifikante Laufzeitersparnisse sollten dazu beitragen, die Algorithmen für die klinische Praxis interessant zu machen.

### **8.6.7 Bewegungsanalyse in der 4-D-Herzbildgebung am angiographischen C-Bogen-System**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Oliver Taubmann, M. Sc.

Dr. Günter Lauritsch

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

Dr.-Ing. Kerstin Müller

**Laufzeit:** 1.2.2014–31.1.2017

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Kontakt:**

Oliver Taubmann, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 28982

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: oliver.taubmann@fau.de

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

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

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

**Publikationen**

- Taubmann, Oliver ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Lauritsch, Günter ; Fahrig, Rebecca: Coping with Real World Data: Artifact Reduction and Denoising for Motion-Compensated Cardiac C-arm CT . In: Medical Physics 43 (2016), Nr. 2, S. 883-893
- Taubmann, Oliver ; Lauritsch, Günter ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim: Keeping the Pace: Heart Rate Informed 3-D Motion Detection

- for Adaptive Temporal Smoothing . In: King, Michael ; Glick, Stephen ; Mueller, Klaus (Hrsg.) : Proceedings of the 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Newport, Rhode Island, USA 31.05.2015-04.06.2015). 2015, S. 532-535.
- Taubmann, Oliver ; Wetzl, Jens ; Lauritsch, Günter ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: Sharp as a Tack: Measuring and Comparing Edge Sharpness in Motion-Compensated Medical Image Reconstruction . In: Handels, Heinz ; Deserno, Thomas ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 15.03-17.03). Berlin Heidelberg : Springer, 2015, S. 425-430.
  - Taubmann, Oliver ; Lauritsch, Günter ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim: Estimate, Compensate, Iterate: Joint Motion Estimation and Compensation in 4-D Cardiac C-arm Computed Tomography . In: Navab, Nasir ; Hornegger, Joachim ; Wells, William M. ; Frangi, Alejandro F. (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015 (Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015 Munich, Germany 05.10-09.10.2015). Berlin : Springer International Publishing, 2015, S. 579-586. (Lecture Notes in Computer Science, Nr. 9350) - ISBN 978-3-319-24571-3

### **8.6.8 Bewegungskompensation für Überlagerungen in der interventionellen C-Bogen-Bildgebung**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dr.-Ing. Thomas Pohl

**Beteiligte:**

Peter Fischer, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.6.2013–31.5.2016

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Kontakt:**

Peter Fischer, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 25246

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: peter.fischer@fau.de

Röntgenfluoroskopieführung mit Hilfe eines C-Bogen-CT ist weit verbreitet für minimalinvasive Eingriffe an Herz und Leber. Weichteilgewebe ist in Fluoroskopiebildern jedoch schlecht sichtbar. Deshalb werden präoperativ aufgenommene Roadmap-Informationen, z.B. aus CT oder MR, während der Intervention auf die Fluoroskopiebilder überlagert. Bei Interventionen im Thorax oder Abdomen treten aufgrund der Atmung des Patienten Bewegungen auf, die bei einer statischen Überlagerung eine Inkonsistenz zwischen den Echtzeit-Röntgenbildern und dem Roadmap-Bild zur Folge haben.

Dieses Projekt erforscht die Kompensation von Atembewegungen. Potentiell kann die Verlässlichkeit und Genauigkeit von Überlagerungen enorm erhöht werden. Es wird ein modellbasierter Ansatz untersucht, bei dem ein extern gemessenes oder aus den Bildern gewonnenes Atemsignal zur Steuerung eines Atemmodells verwendet wird. Eine Herausforderung ist die zuverlässige Erkennung der Ateminformation in den Fluoroskopiebildern. Algorithmen zur Extraktion des Atemsignals aus Bildern werden entwickelt und analysiert. Verschiedene Methoden zur externen Messung des Atemsignals werden untersucht und verglichen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Analyse und Entwicklung von Atemmodellen. Zur Erzeugung des Atemmodells können präoperative Messungen genutzt werden.

## Publikationen

- Fischer, Peter ; Pohl, Thomas ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: Incremental Dimensionality Reduction for Respiratory Signal Extraction From X-Ray Sequences . In: Preim, Bernhard ; Rose, Georg ; Skalej, Martin ; Wacker, Frank (Hrsg.) : IGIC 2014 - Abstractband (Conference on Image-Guided Interventions Magdeburg 14.10.2014). 2014, S. 80-81.
- Fischer, Peter ; Pohl, Thomas ; Hornegger, Joachim: Real-Time Respiratory Signal Extraction from X-Ray Sequences using Incremental Manifold Learning . In: IEEE (Hrsg.) : 2014 IEEE 11th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI) (International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI) Beijing, China 29.04.2014). 2014, S. 915-918. - ISBN 978-1-4673-1961-4
- Fischer, Peter ; Pohl, Thomas ; Köhler, Thomas ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: A Robust Probabilistic Model for Motion Layer Separation in X-Ray Fluoroscopy . In: Ourselin, Sebastien ; Alexander, Daniel C. ; Westin, Carl-Fredrik ; Cardoso, M. Jorge (Hrsg.) : 24th International Conference on Information Processing in Medical Imaging, IPMI 2015 (Information Processing in Medical Imaging Isle of Skye, Scotland 28.06.2015). Berlin : Springer, 2015, S. 288-299. (LNCS Bd. 9123) - ISBN 978-3-319-19991-7

- Fischer, Peter ; Pohl, Thomas ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: Markov Random Field-based Layer Separation for Simulated X-Ray Image Sequences . In: Handels, Heinz ; Deserno, Thomas ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin Lübeck 17.03.2015). Berlin Heidelberg : Springer, 2015, S. 329-324. (Informatik aktuell)
- Fischer, Peter ; Pohl, Thomas ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: Surrogate-Driven Estimation of Respiratory Motion and Layers in X-Ray Fluoroscopy . In: Navab, Nassir ; Hornegger, Joachim ; Wells, William M. ; Frangi, Alejandro F. (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015 (International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention München 06.10.2015). Berlin : Springer, 2015, S. 282-289. (LNCS Bd. 9349) - ISBN 978-3-319-24552-2

### **8.6.9 Bildforensik**

#### **Projektleitung:**

Dr.-Ing. Christian Riess

#### **Beteiligte:**

Dr.-Ing. Christian Riess

**Beginn:** 1.5.2009

#### **Kontakt:**

Dr.-Ing. Christian Riess

Tel.: +49 9131 85 27774

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: christian.riess@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 Deutsch-

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

## Publikationen

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

- Riess, Christian ; Pfaller, Sven ; Angelopoulou, Elli: Reflectance Normalization in Illumination-Based Image Manipulation Detection . In: Santana, Modesto Castrillon ; Kirchner, Matthias ; Riccio, Daniel ; Verdoliva, Luisa (Hrsg.) : BioFor 2015 - International Workshop on Recent Advances in Digital Security: Biometrics and Forensics (BioFor 2015 - International Workshop on Recent Advances in Digital Security: Biometrics and Forensics Genova 07.09.2015). Berlin : Springer, 2015, S. 3-10. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 9281)
- Kirchner, Matthias ; Schöttele, Pascal ; Riess, Christian: Thinking Beyond the Block: Block Matching for Copy-Move Forgery Detection Revisited . In: Alattar, Adnan M. ; Memon, Nasir D. ; Heitzenrater, Chad D. (Hrsg.) : Proc. SPIE 9409, Media Watermarking, Security, and Forensics 2015 (Proc. SPIE 9409, Media Watermarking, Security, and Forensics 2015 San Francisco, CA, USA 9.2.-11.2.2015). 2015, S. 940903. (Proceedings of the SPIE Bd. 9409)
- de Carvalho, Tiago J. ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli ; Pedrini, Helio ; Rocha, Anderson: Exposing Digital Image Forgeries by Illumination Color Classification . In: IEEE Transactions on Information Forensics and Security 8 (2013), Nr. 7, S. 1182-1194
- Gloe, Thomas ; Kirchner, Matthias ; Riess, Christian: How we stopped worrying about content and love the metadata . Erlangen : Friedrich-Alexander Universität. 2013. - Forschungsbericht. 4 Seiten (First IEEE Information Forensics and Security Technical Committee (IFS-TC) Image Forensics Challenge)
- Riess, Christian: Physics-based and Statistical Features for Image Forensics . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2012. - 226 Seiten.

#### **8.6.10 Bildverarbeitung für die Talbot-Lau-Phasenkontrastbildung**

##### **Projektleitung:**

Dr.-Ing. Christian Riess

##### **Beteiligte:**

Sebastian Käppler, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.11.2014–31.12.2017

##### **Förderer:**

International Max Planck Research School Physics of Light (IMPRS-PL)

##### **Kontakt:**

Sebastian Käppler, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 27894

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: sebastian.kaeppler@fau.de

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

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

### **Publikationen**

- Käppler, Sebastian ; Wandner, Johannes ; Weber, Thomas ; Maier, Andreas ; Anton, Gisela ; Hornegger, Joachim ; Riess, Christian: Shading Correction for Grating-based Differential Phase Contrast X-ray Imaging . In: IEEE (Hrsg.) : 2014 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (NSS/MIC) ((IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) 2014) Seattle, WA, USA 08.11.2014). 2014, S. 00-00.
- Käppler, Sebastian ; Bayer, Florian ; Weber, Thomas ; Maier, Andreas ; Anton, Gisela ; Hornegger, Joachim ; Beckmann, Matthias W. ; Fasching, Peter Andreas ; Hartmann, Arndt ; Heindl, Felix ; Michel, Thilo ; Özgül, Gülümser ; Pelzer, Georg ; Rauh, Claudia ; Rieger, Jens ; Schulz-Wendtland, Rüdiger ; Uder, Michael ; Wachter, David Lukas ; Wenkel, Evelyn ; Riess, Christian: Signal Decomposition for X-ray Dark-field Imaging . In: MICCAI Society (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2014 (International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention Boston, MA, USA 15.09.2014). Heidelberg : Springer International Publishing, 2014, S. 170-177. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 8673) - ISBN 978-3-319-10404-1

### **8.6.11 Biomechanische Modellbildung und Simulation**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

**Beteiligte:**

Eva Dorschky, M. Sc.

Heiko Schlarb (adidas AG)

Prof. Dr. Antonie J. van den Bogert (Cleveland State University)

**Laufzeit:** 15.8.2014–15.8.2017

**Förderer:**

adidas AG

**Mitwirkende Institutionen:**

Cleveland State University

**Kontakt:**

Eva Dorschky, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 27890

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: eva.dorschky@fau.de

Sport- und medizinische Produkte, wie z.B. Laufschuhe, Bandagen oder Prothesen, sollen unsere Bewegungen unterstützen und verbessern. Hierfür werden während der Produktentwicklung zeit- und kostenaufwendige Tests mit Prototypen durchgeführt. Dieser Prozess kann mit Hilfe computergestützter Simulation beschleunigt werden. 3D-Computermodelle des menschlichen Körpers ermöglichen eine realistische Simulation von Bewegungen. Es können Vorhersagen getroffen werden, wie Laufschuhe, Prothesen oder Verletzungen den Laufstil beeinflussen. Wie ändert sich der Energieverbrauch oder die Belastung in den Gelenken? Mit der Simulation können optimale Designparameter für Prothesen, Sportbekleidung oder Laufschuhe bestimmt werden.

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

**Publikationen**

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

.Vortrag: 20th Annual Congress of the European College of Sport Science, Malmö University, Lund University and Copenhagen University, Malmö, 25.06..2015

### **8.6.12 CAPCOM - Capabilities and interactive knowledge-to-action - Concepts and methods**

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Dr. h.c. Alfred Rütten  
Prof. Dr. Dr. Thomas Abel  
Prof. Dr. Björn Eskofier  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Bergmann

**Beteiligte:**

Dr. Annika Frahsa  
Valentin Schätzlein  
Dipl.-Phys. Heike Leutheuser  
Dr. Peter Gelius

**Laufzeit:** 1.2.2015–31.1.2018

**Förderer:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung, vertreten durch den Projektträger dlr

**Kontakt:**

Dipl.-Phys. Heike Leutheuser  
Tel.: +49 9131 85 28980  
Fax: +49 9131 85 27270  
E-Mail: heike.leutheuser@cs.fau.de

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

### **8.6.13 Datenfusion und Lokalisierung im Sport**

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Benjamin Groh

Thomas Kautz, M. Sc.

**Beginn:** 1.1.2013

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Benjamin Groh

Tel.: +49 9131 85 20162

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: benjamin.groh@fau.de

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

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

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

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

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Dominik Schuldhaus

Markus Wirth, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.4.2015–31.3.2018

**Förderer:**

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

**Kontakt:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

Tel.: +49 9131 85 27297

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: bjoern.eskofier@fau.de

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

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

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

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

Wearables kommunizieren hauptsächlich mit mobilen Geräten, z.B. einem Smartphone oder einem PC. Die Daten werden zur Speicherung und nachträglichen Anzeige über einen Webbrowser an einen Server geschickt. Diese Systemarchitektur wird als Wireless Sensor Network bezeichnet. In vielen Anwendungen reichen diese einfachen Systemarchitekturen nicht aus. Der Nutzer zahlt zudem meist einen festen Betrag für das komplette System, unabhängig von der Nutzung von z.B. Server und Dienstleistungen. Für aufwendigere Algorithmen und eine ortsungebundene Anwendung des Systems müssen andere Systemarchitekturen verwendet werden. Rechenintensive Algorithmen

zur Schrittsegmentierung, die z.B. mit einem Abgleich mit Schritten und Statistiken einer Datenbank kombiniert werden, sollten direkt auf einem entfernten zentralen Server ausgeführt werden. Es wird zudem ein Zahlssystem abhängig von der Nutzung von Server und Dienstleistungen bevorzugt.

Ziel des Projektes ist es, eine generische Plattformlösung für zukünftige Wearable Computing Trends in Sport und Fitness zu entwickeln, die folgende vier Eigenschaften besitzt: (i) ständige Verfügbarkeit durch fest in die Kleidung integrierte Sensorik realisiert mittels e-textiles (Sensorintegration), (ii) intelligente und flexibel anpassbare Sensorauswertung für eine detaillierte Analyse komplexer Bewegungsmuster, die weit über eine Klassifikation hinausgeht (Signalanalyse), (iii) Schaffung innovativer Benutzerschnittstellen (Human Computer Interaction) und (iv) Erweiterung der Systemarchitektur von Wireless Sensor Networks mit einer Kombination von Methoden des Cloud Computings (Cyber Physical Systems).

### **Publikationen**

- Dorschky, Eva ; Schuldhaus, Dominik ; Koerger, Harald ; Eskofier, Björn: A Framework for Early Event Detection for Wearable Systems . In: ACM (Hrsg.) : Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers (The 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Osaka, Japan 07.09.2015 - 11.09.2015). 2015, S. 109-112. - ISBN 978-1-4503-3578-2
- Schuldhaus, Dominik ; Zwick, Constantin ; Koerger, Harald ; Dorschky, Eva ; Kirk, Robert ; Eskofier, Björn: Inertial Sensor-Based Approach for Shot/Pass Classification During a Soccer Match . In: SIGKDD (Hrsg.) : KDD Workshop on Large-Scale Sports Analytics 2015 (21st ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining Sydney, Australia 10.08.2015). 2015, S. 1-4.

### **8.6.15 EFI Moves: Individualisierte Diagnostik und Therapie in Bewegung**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr. med. Jürgen Winkler

PD Dr. Jochen Klucken

#### **Beteiligte:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

Prof. Dr. med. Friedrich Hennig

Prof. Dr. Dr. Matthias Lochmann

Prof. Dr. Klaus Pfeifer

Prof. Dr. med. Michael Uder

PD Dr. Götz Welsch  
Sebastian Krinner  
Dr. med. Johannes Schlachetzki  
Dr. Heiko Gassner  
Dr. Cristian Pasluosta  
Felix Hebenstreit, M. Sc.  
Dipl.-Phys. Samuel Reinfelder  
Julius Hannink, M. Sc.  
Ivanna Timotius, M. Sc.  
Nooshin Haji Ghassemi, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.1.2014–31.12.2016

**Förderer:**

Emerging Fields Initiative

**Kontakt:**

Prof. Dr. Björn Eskofier  
Tel.: +49 9131 85 27297  
Fax: +49 9131 85 27270  
E-Mail: bjoern.eskofier@fau.de

Im Mittelpunkt des EFI-Projekts "EFIMoves" steht die Entwicklung und Validierung von modernen und multimodalen medizintechnischen Diagnostikverfahren. Ziel ist die qualitative und quantitative Erfassung von Bewegungsstörungen, um auf diese Weise nachhaltige Vergleichswerte für therapeutische Behandlungsmaßnahmen zu erhalten. Mit Hilfe der mobilen und integrierten sensorbasierten Bewegungsanalyse können alle Bewegungsabläufe kostengünstig, einfach und individualisiert erfasst werden. Die **sensorbasierte Bewegungsanalyse** stützt sich auf modernste diagnostische Ansätze der MR-basierten Bildgebung und auf biomechanische Analyseverfahren.

Dieses Konzept ist auf alle Bewegungsstörungen übertragbar; das aktuelle Projekt wird primär folgende Bewegungserkrankungen als "Proof-of-Principle" untersuchen:

- neuronale Bewegungsstörungen (z.B. Parkinson-Syndrom)
- muskuloskelettale Bewegungsstörungen (z.B. Osteoarthritis)

### **8.6.16 Entwicklung eines Verfahrens zur Vorhersage angiographischer Parameter mit Hilfe der virtuellen Angiographie**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger  
Dr. Thomas Redel

Prof. Dr. med. Arnd Dörfler

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Jürgen Endres

**Laufzeit:** 1.3.2012–28.2.2015

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Mitwirkende Institutionen:**

Universitätsklinikum Erlangen, Neuroradiologische Abteilung

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Jürgen Endres

Tel.: +49 9131 85 27874

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: juergen.endres@cs.fau.de

Zerebrovaskuläre Erkrankungen sind neben kardiovaskulären Erkrankungen eine der häufigsten Todesursachen in Industrieländern. Ein spezielles Krankheitsbild sind dabei Aneurysmen, sackförmige Erweiterungen der Gefäßwand, die im Falle einer Ruptur zu lebensbedrohlichen Hirnblutungen und Schlaganfällen führen können. Um einer Ruptur vorzubeugen, werden verschiedene Behandlungsmethoden verwendet, die einen Verschluss bzw. eine Rückbildung des Aneurysmas erreichen sollen. Ausschlaggebend für die Wahl einer Behandlungsmethode sind dabei neben statistischen Erfahrungen auch geometrische Eigenschaften des Aneurysmas, wie sie mit 3D-DSA-Aufnahmen gewonnen werden können. Daneben stehen zunehmend hämodynamische Parameter im Fokus aktueller Forschung, da diese mutmaßlich mit dem Risiko einer Ruptur korrelieren. Aufgrund fehlender Möglichkeiten, hämodynamische Parameter exakt zu messen, werden Blutflusssimulationen eingesetzt, um Informationen über die Hämodynamik zu erhalten. Mittels Blutflusssimulationen können zudem die Auswirkungen von möglichen Behandlungen untersucht werden.

Das Ziel dieses Forschungsprojekts besteht in der Analyse hämodynamischer und angiographischer Parameter, wie sie zur Bewertung eines Behandlungserfolges von zerebralen Gefäßerkrankungen verwendet werden, und der Entwicklung eines Verfahrens, um solche für eine Behandlung vorhersagen zu können.

Dazu sollen virtuelle Angiographien, d.h. auf Blutflusssimulationen basierende, synthetisch erzeugte Bildsequenzen des Blutflusses in zerebralen Gefäßen verwendet werden. Deren Generierung umfasst eine patientenindividuelle Optimierung des Gefäßmodells sowie der Blutflusssimulation.

## **Publikationen**

- Endres, Jürgen ; Kowarschik, Markus ; Redel, Thomas ; Sharma, Puneet ; Mihalef, Viorel ; Hornegger, Joachim ; Dörfler, Arnd: A Workflow for Patient-Individualized Virtual Angiogram Generation Based on CFD Simulation . In: Computational and Mathematical Methods in Medicine (2012), Nr. 306765, S. 1-24
- Endres, Jürgen ; Redel, Thomas ; Kowarschik, Markus ; Hutter, Jana ; Hornegger, Joachim ; Dörfler, Arnd: Virtual angiography using CFD simulations based on patient-specific parameter optimization . In: IEEE (Hrsg.) : International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI) (From Nano to Macro Barcelona 02.05.-05.05.2012). 2012, S. 1200-1203.

### **8.6.17 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

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.

### **8.6.18 Entwurf und Realisierung eingebetteter Sensorik in Hardware zur Verarbeitung von physiologischen und biomechanischen Signalen**

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Peter Blank

**Laufzeit:** 15.2.2013–31.10.2015

**Förderer:**

Interdisziplinäres Zentrum für eingebettete Systeme (ESI)

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Peter Blank

Tel.: +49 9131 85 20162

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: peter.blank@cs.fau.de

Bei der Begleitung von Patienten während ihrer Therapie, der Unterstützung älterer Menschen in alltäglichen Lebenssituationen und des Monitorings von Sportlern in Training und Wettkampf spielt das Erfassen von physiologischen und biomechanischen Signalen eine immer größere Rolle.

Von dieser Situation ausgehend wird im Rahmen des Forschungsprojekts eingebettete Sensorik entworfen und in Hardware realisiert. Ziel ist es, diese Sensorik in Kleidung sowie Ausrüstung zu integrieren und durch drahtlos verbundene Endgeräte auswerten zu lassen. Dies dient sowohl zur Überwachung des Aktivitäts- und Gesundheitszustandes von Patienten im Medizinbereich, als auch zur Kontrolle und Verbesserung der Fitness bei sportlicher Betätigung.

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung tragbarer Sensorsysteme und -module, die in am Körper getragenen Kleidungsstücken, in Ausrüstung und in Schuhen integriert werden. Im Vordergrund steht dabei sowohl die Entwicklung von Sensorknoten nach Auswahl und Analyse geeigneter sensorischer und elektronischer Komponenten, als auch die Integration für Sport und Fitness geeignete kabelloser Daten- und Stromübertragungsmöglichkeiten.

## Publikationen

- Blank, Peter ; Kugler, Patrick ; Schlarb, Heiko ; Eskofier, Björn: A Wearable Sensor System for Sports and Fitness Applications . In: De Haan, A., De Ruiter, C. J., Tsolakidis, E. (Hrsg.) : Book of Abstracts of the 19th Annual Congress of the European College of Sport Science (19th Annual Congress of the European College of Sport Science Amsterdam, The Netherlands July 2-5, 2014). 2014, S. 703. - ISBN 978-94-622-8477-7
- Richer, Robert ; Blank, Peter ; Schuldhaus, Dominik ; Eskofier, Björn: Real-Time ECG and EMG Analysis for Biking Using Android-Based Mobile Devices . In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.) : Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), 2014 11th International Conference on (11th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN) Zürich, Switzerland June 16 - 19). 2014, S. 104-108.

### 8.6.19 Erfassung der kardialen Rotation und Torsion aus der bi-plan Angiographie

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

#### **Beteiligte:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Mathias Unberath, M. Sc.

**Beginn:** 15.11.2014

#### **Förderer:**

Graduate School of Advanced Optical Technologies

#### **Kontakt:**

Mathias Unberath, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 28982

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: mathias.unberath@fau.de

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

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

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

### **Publikationen**

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

### **8.6.20 Früherkennung von Osteoarthritis mithilfe von C-Bogen-Computertomographie**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier  
Rebecca Fahrig, Ph.D.

#### **Beteiligte:**

Martin Berger, M. Sc.  
Dr.-Ing. Christian Riess

**Laufzeit:** 1.1.2013–31.12.2015

#### **Förderer:**

Erlangen Graduate School of Heterogeneous Image Systems

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Department of Radiology, Stanford University, Stanford, CA, USA.

#### **Kontakt:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier  
Tel.: +49 9131 85 27883  
Fax: +49 9131 85 27270  
E-Mail: andreas.maier@fau.de

Vor allem für den älteren Teil der Gesellschaft ist Arthrose die Hauptursache für eine Einschränkung oder sogar vollständige Behinderung des Bewegungsapparates. Dennoch sind die Ursachen der Krankheit sowie der anfängliche Krankheitsverlauf immer noch weitgehend unbekannt. Aktuelle bildgebende Verfahren in der Arthrosebehandlung sind oft nicht in der Lage, frühzeitige Veränderungen zu detektieren. Darüber hinaus stellen die oft langen Untersuchungszeiten sowie ein erhöhter logistischer Aufwand ein Problem für die praktische Anwendung dar.

Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Belastungstests des Kniegelenks mithilfe von neuartigen Methoden der Computertomographie (CT). Anhand einer Vermessung der Knorpeldeformation unter verschiedenen Belastungssituationen wird es dann möglich sein, unnatürliche Bewegungsabläufe, welche auf Arthritis hindeuten, frühzeitig zu erkennen.

Das hauptsächliche Anwendungsgebiet für C-Bogen-CT befindet sich in der interventionellen Radiologie, wo typischerweise Bilder von liegenden Patienten mittels einer vertikalen Trajektorie erfasst werden. In diesem Projekt wird ein nahezu frei positionierbarer C-Bogen verwendet. Dies ermöglicht eine horizontale Trajektorie, welche notwendig ist, um Kniebilder von stehenden oder sogar hockenden Patienten zu akquirieren.

Für die medizinische Bildrekonstruktion entstehen so zwei größere Problemstellungen. Zum einen besitzen C-Bögen typischerweise eine geringe Detektorgröße, welche das Aufnehmen zweier benachbarter Knie erschwert. Ziel ist es hier, Trajektorien zu untersuchen, welche an die Form des Objekts angepasst sind und somit den sichtbaren Bereich erhöhen. Da die stehende bzw. hockende Position des Patienten zu erhöhter Bewegung während eines Scans führt, wird außerdem auch die Bewegungskorrektur ein Ziel des Projekts sein. Verschiedene Ansätze, welche zusätzliche Informationen über Patientenbewegungen liefern, sind denkbar. Zum Beispiel können äußerlich fixierte Metallkugeln die Objektposition bereits in den einzelnen Detektorbildern sichtbar machen. Darüber hinaus wäre auch der Einsatz von externen 3D-Kameras denkbar, welche die Patientenbewegung während des Scans detektieren könnte. Beide Methoden ermöglichen dann eine Kompensation von örtlichen Verschiebungen in den Detektorbildern und somit eine korrekte Rekonstruktion des betrachteten Volumens.

In diesem Volumen wird dann das Kniegelenk segmentiert und vermessen, um so ein Maß zu erhalten, welches im direktem Zusammenhang mit dem Arthroserisiko steht.

## **Publikationen**

- Riess, Christian ; Berger, Martin ; Wu, Haibo ; Manhart, Michael ; Fahrig, Rebecca ; Maier, Andreas: TV or not TV? That is the Question . In: Richard M. Leahy

; Jinyi Qi (Hrsg.) : Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (Fully3D 2013 Lake Tahoe, CA, USA 16.06.2013). 2013, S. 341-344.

### **8.6.21 Häodynamische Simulation und personalisierte Therapie bei neurovasculären Erkrankungen**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dr. Thomas Redel

Prof. Dr. med. Arnd Dörfler

**Beteiligte:**

Marco Bögel, M. Sc.

Dipl.-Inf. Jürgen Endres

**Laufzeit:** 1.10.2013–30.4.2015

**Förderer:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung

**Kontakt:**

Prof. Dr. med. Arnd Dörfler

Tel.: (09131) 85-34326

Fax: +49 (0) 9131 85-36179

E-Mail: arnd.doerfler@uk-erlangen.de

In den Industrieländern stellen neurovaskuläre Erkrankungen, wie intrakranielle Aneurysmen oder Stenosen, eine häufige Schlaganfalls- und Todesursache dar; in ersterem Fall ist dies oftmals verbunden mit einer bleibenden Behinderung und insgesamt ein erheblicher Kostenfaktor. Interventionelle Methoden und neue Entwicklungen in der Bildgebung haben die therapeutischen Möglichkeiten zwar erheblich erweitert und können das Therapieergebnis verbessern. Das Potential zur Steigerung der Effizienz der Behandlung von zerebralen Gefäßerkrankungen insbesondere im Sinne einer personalisierten Therapie und damit einer Steigerung der Behandlungsqualität bei gleichzeitiger Kostensenkung insgesamt ist jedoch bei weitem nicht ausgeschöpft.

Häodynamische Belastungen spielen für die Entstehung und auch den dauerhaften Therapieerfolg bei zerebralen Aneurysmen und Stenosen eine wesentliche Rolle. Klinisch von größtem Nutzen wäre deshalb die Option einer schnellen automatisierten Simulation patientenindividueller häodynamischer Veränderungen direkt im periinterventionellen Umfeld.

Übergeordnetes Ziel dieses interdisziplinären Projektes ist die Erschließung einer neuen Dimension der zeitlichen und räumlichen häodynamischen Simulation und personalisierten Therapie bei zerebrovaskulären Erkrankungen.

Ziel ist es, zunächst basierend auf experimentellen Daten optimierte Datensätze hoher Qualität zu gewinnen und automatisierte Nachverarbeitungstechniken zu entwickeln. Basierend auf hochaufgelösten Angiographie-Daten soll parallel ein effizienter Algorithmus zur schnellen, weitgehend automatischen räumlichen und zeitlichen Simulation hämodynamischer Daten entwickelt werden.

Im zweiten Projektabschnitt sollen diese Algorithmen in der interventionellen Umgebung implementiert, in den Work-flow eingebettet und eine Vielzahl hämodynamischer Kenngrößen anhand klinischer Bezugsgrößen evaluiert werden.

### **Publikationen**

- Bögel, Marco ; Hölter, Philip ; Redel, Thomas ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Dörfler, Arnd: A Fully-Automatic Locally Adaptive Thresholding Algorithm for Blood Vessel Segmentation in 3D Digital Subtraction Angiography . In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Hrsg.) : Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2015 37th Annual International Conference of the IEEE (37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Milano, Italy 25 - 29.08). 2015, S. 2006-2009.

### **8.6.22 Image Guidance für endovaskuläre Aortenreparaturen (EVAR)**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

PD Dr. Markus Kowarschik

Dr. rer. nat. Marcus Pfister

#### **Beteiligte:**

Katharina Breininger, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.11.2015–31.10.2018

#### **Förderer:**

Siemens Healthcare GmbH, Forchheim

#### **Kontakt:**

Katharina Breininger, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 28977

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: [katharina.breininger@fau.de](mailto:katharina.breininger@fau.de)

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

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

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

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

### **8.6.23 Integration von Sensorik in Kleidung und Sportequipment**

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Peter Blank

**Laufzeit:** 1.11.2015–31.12.2018

**Förderer:**

Interdisziplinäres Zentrum für eingebettete Systeme (ESI)

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Peter Blank

Tel.: +49 9131 85 20162

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: peter.blank@cs.fau.de

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

### **8.6.24 Iterative Rekonstruktionsmethoden für die Wasser-Fett-Bildgebung in MRT**

**Projektleitung:**

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

**Beteiligte:**

Felix Lugauer, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.12.2013–3.12.2016

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Kontakt:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier  
Tel.: +49 9131 85 27883  
Fax: +49 9131 85 27270  
E-Mail: andreas.maier@fau.de

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

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

### **8.6.25 Kalibrierung von Time-of-Flight-Kameras**

**Projektleitung:**

Dr.-Ing. Christian Riess

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Peter Fürsattel

**Laufzeit:** 15.1.2014–15.1.2017

**Förderer:**

Metrilus GmbH

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Peter Fürsattel

Tel.: +49 9131 85 27882

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: peter.fuersattel@fau.de

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

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

**8.6.26 Komplexe Multimodale Herzmodellierung und Integration in den Operationssaal****Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

Dr. Michael Sühling

**Beteiligte:**

Dominik Neumann, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.1.2013–31.12.2015

**Förderer:**

Siemens AG, Corporate Technology, Erlangen

**Kontakt:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

Tel.: +49 9131 85 27883

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: andreas.maier@fau.de

Der medizinische Trend deutet darauf hin, dass sogenannte minimalinvasive Verfahren die traditionellen Operationen, die direkt am offenen Herzen durchgeführt werden, nach und nach ersetzen werden. Allerdings hat ein Arzt bei der Durchführung solch einer minimalinvasiven Operation keine direkte Sicht und auch keinen direkten Zugang zur betroffenen Anatomie. Deshalb spielen voraussagende Modelle, eine durchdachte Planung, sowie Werkzeuge, die die relevanten Informationen in den Operationssaal integrieren, eine wichtige Rolle. Im Kontext von Kathetereingriffen, wie

zum Beispiel der *Transcatheter Aortic Valve Implantation* (TAVI), müssen Biomarker des kompletten Aorten-Mitral-Apparates extrahiert werden, um Patienten selektieren und eine Risikoabschätzung erstellen zu können. Auch für die Auswahl passender Geräte und zur Optimierung der Operation sind solche Informationen entscheidend. Derzeit existieren Verfahren, die einfache Biomarker, wie Durchmesser, Fläche oder C-Bogen-Angulierung bestimmen können. Allerdings gibt es keine Methode, die das komplette Linksherz und die korrekte volumetrische Physiologie der Aortenwurzel und der Aortentaschen (Valvulae) modelliert. Diese Merkmale sind aber notwendig, um komplexere Biomarker zu extrahieren, mit denen biomechanische Modelle oder Strömungsmechaniken im Herzen simuliert werden können.

Der Forschungsschwerpunkt liegt auf der Entwicklung neuer Algorithmen zur Segmentierung von volumetrischen Modellen des Herzklappenapparates, insbesondere der Aorten- und Mitralklappe. Dazu werden bildgebende Verfahren verwendet, die eine hohe räumliche Auflösung bieten. Des Weiteren sollen diese Informationen mit Aufnahmen von Modalitäten mit hoher zeitlicher Auflösung kombiniert werden.

## Publikationen

- Neumann, Dominik ; Grbic, Sasa ; Mansi, Tommaso ; Voigt, Ingmar ; Rabbah, Jean-Pierre ; Siefert, Andrew ; Saikrishnan, Neelakantan ; Yoganathan, Ajit ; Yuh, David ; Ionasec, Razvan: Multi-modal Pipeline for Comprehensive Validation of Mitral Valve Geometry and Functional Computational Models . In: Young, Alistair (Hrsg.) : 4th International Workshop on Statistical Atlases and Computational Models of the Heart (MICCAI STACOM Workshop Nagoya, Japan 26.09.2013). Heidelberg : Springer, 2013, S. n/a.
- Neumann, Dominik ; Mansi, Tommaso ; Grbic, Sasa ; Voigt, Ingmar ; Georgescu, Bogdan ; Kayvanpour, Elham ; Amr, Ali ; Sedaghat-Hamedani, Farbod ; Haas, Jan ; Katus, Hugo ; Meder, Benjamin ; Hornegger, Joachim ; Kamen, Ali ; Comaniciu, Dorin: Automatic Image-to-Model Framework for Patient-specific Electromechanical Modeling of the Heart . In: IEEE (Hrsg.) : 2014 IEEE 11th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI) (2014 IEEE 11th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI) Beijing, China 29.04.2014). 2014, S. 935-938. - ISBN 978-1-4673-1961-4
- Zettinig, Oliver ; Mansi, Tommaso ; Neumann, Dominik ; Georgescu, Bogdan ; Rapaka, Saikiran ; Seegerer, Philipp ; Kayvanpour, Elham ; Sedaghat-Hamedani, Farbod ; Amr, Ali ; Haas, Jan ; Steen, Henning ; Katus, Hugo ; Meder, Benjamin ; Navab, Nassir ; Kamen, Ali ; Comaniciu, Dorin: Data-Driven Estimation of Cardiac Electrical Diffusivity from 12-Lead ECG Signals . In: Medical Image Analysis 18 (2014), Nr. 8, S. 1361-1376

- Seegerer, Philipp ; Mansi, Tommaso ; Jolly, Marie-Pierre ; Neumann, Dominik ; Georgescu, Bogdan ; Kamen, Ali ; Kayvanpour, Elham ; Amr, Ali ; Sedaghat-Hamedani, Farbod ; Haas, Jan ; Katus, Hugo ; Meder, Benjamin ; Comaniciu, Dorin: Estimation of Regional Electrical Properties of the Heart from 12-Lead ECG and Images . In: Camara, Oscar ; Mansi, Tommaso ; Pop, Mihaela ; Rhode, Kawal ; Sermesant, Maxime ; Young, Alistair (Hrsg.) : Proceedings of the 5th International STACOM Workshop (Statistical Atlases and Computational Modeling of the Heart (in conjunction with MICCAI) Cambridge, MA 18.09.2014). Berlin Heidelberg : Springer, 2014, S. 1-9. (LNCS Bd. 8896)
- Grbic, Sasa ; Easley, Thomas F ; Mansi, Tommaso ; Bloodworth, Charles H ; Pierce, Eric L ; Voigt, Ingmar ; Neumann, Dominik ; Krebs, Julian ; Yuh, David D ; Jensen, Morten O ; Comaniciu, Dorin ; Yoganathan, Ajit P: Multi-modal Validation Framework of Mitral Valve Geometry and Functional Computational Models . In: Camara, Oscar ; Mansi, Tommaso ; Pop, Mihaela ; Rhode, Kawal ; Sermesant, Maxime ; Young, Alistair (Hrsg.) : Proceedings of the 5th International STACOM Workshop (Statistical Atlases and Computational Modeling of the Heart (in conjunction with MICCAI) Cambridge, MA 18.09.2014). Berlin Heidelberg : Springer, 2014, S. 239-248. (LNCS Bd. 8896)
- Neumann, Dominik ; Mansi, Tommaso ; Georgescu, Bogdan ; Kamen, Ali ; Kayvanpour, Elham ; Amr, Ali ; Sedaghat-Hamedani, Farbod ; Haas, Jan ; Katus, Hugo ; Meder, Benjamin ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Robust Image-Based Estimation of Cardiac Tissue Parameters and Their Uncertainty from Noisy Data . In: Golland, Polina ; Hata, Nobuhiko ; Barillot, Christian ; Hornegger, Joachim ; Howe, Robert (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2014 (International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention Cambridge, MA 09.2014). Boston, USA : Springer, 2014, S. 9-16.

### **8.6.27 Konsistenzbedingungen für die Artefaktreduktion im Kegelstrahl-CT**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

**Beteiligte:**

André Aichert, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.11.2015–1.11.2018

**Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

**Kontakt:**

André Aichert, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 28977  
Fax: +49 9131 85 27270  
E-Mail: andre.aichert@informatik.uni-erlangen.de

Die meisten Methoden zur Artefaktreduktion in der Flachdetektor-CT (FDCT) verlassen sich heute auf Heuristiken, Vorwissen, zusätzliche Sensoren oder iterative Prozeduren. Jedoch findet eine ganze Gattung an Methoden zur Artefaktreduktion bislang nur wenig Anwendung in gängigen FDCT-Systemen. Das theoretische Modell der Geometrie und Physik von CT sowie FDCT stellt Bedingungen an die Projektionsbilder. Es ist wohlbekannt, dass solche Datenkonsistenzbedingungen mathematische Redundanzen in den Projektionsbildern beschreiben, die auf die Tatsache zurückgehen, dass jede Projektion aus Linienintegralen durch das gleiche Objekt bestehen, lediglich aus verschiedenen Richtungen. Wenn diese Redundanzen verletzt werden, beispielsweise durch einen eingeschränkten Blickwinkel oder eine Bewegung des Objektes während der Aufnahme einzelner Projektionen, dann werden solche Konsistenzbedingungen typischerweise nicht mehr erfüllt. Datenkonsistenzbedingungen in der CT wurden vor allem für Parallelstrahl-Geometrien schon seit 25 Jahren untersucht. Es wurde gezeigt, dass Konsistenzbedingungen sehr attraktive Lösungen für eine Bandbreite an Problemen liefern, beispielsweise Bewegungsschätzung, Korrigierung und Extrapolation fehlender Daten. Für diese mangelt es jedoch an Anwendungen für echte Systeme; sie arbeiten nur auf idealen, oft rauschfreien Phantom-Simulationen.

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

## **Publikationen**

- Aichert, André ; Wang, Jian ; Schaffert, Roman ; Dörfler, Arnd ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Epipolar Consistency in Fluoroscopy for Image-Based Tracking . In: Xianghua Xie ; Mark W. Jones ; Gary K. L. Tam (Hrsg.) : Proceedings of the British Machine Vision Conference 2015 (26th British Machine Vision Conference (BMVC 2015) Swansea, UK Sept 7-10 2015). Swansea, UK : BMVA Press, 2015, S. 86. - ISBN 1-901725-53-7
- Aichert, André ; Berger, Martin ; Wang, Jian ; Maass, Nicole ; Doerfler, Arnd ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Epipolar Consistency in Transmission Imaging . In: IEEE Transactions on Medical Imaging 34 (2015), Nr. 10, S. 1-15
- Grulich, Tobias ; Holub, Wolfgang ; Haßler, Ulf ; Aichert, André ; Maier, Andreas: Geometric Adjustment of X-ray Tomosynthesis . In: King, Michael (Hrsg.) :

Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (The 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Newport, Rhode Island, USA 31.05). 2015, S. 468-470.

- Pohlmann, Marcel ; Berger, Martin ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: Estimation of missing fan-beam projections using frequency consistency conditions . In: Noo, Frederic (Hrsg.) : Proceedings of the third international conference on image formation in x-ray computed tomography (The third international conference on image formation in x-ray computed tomography Salt Lake City, UT, USA 22-25.06.2014). 2014, S. 203-207.
- Herbst, Magdalena ; Schebesch, Frank ; Berger, Martin ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Improved trajectories in C-Arm computed tomography for non-circular fields of view . In: Noo, Frederic (Hrsg.) : Proceedings of the third international conference on image formation in x-ray computed tomography (The third international conference on image formation in x-ray computed tomography Salt Lake City, UT, USA 22-25.06.2014). 2014, S. 274-278.
- Berger, Martin ; Maier, Andreas ; Xia, Yan ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: Motion Compensated Fan-Beam CT by Enforcing Fourier Properties of the Sinogram . In: Noo, Frederic (Hrsg.) : Proceedings of the third international conference on image formation in x-ray computed tomography (The third international conference on image formation in x-ray computed tomography Salt Lake City, UT, USA 22-25.06.2014). 2014, S. 329-332.
- Xia, Yan ; Bauer, Sebastian ; Maier, Andreas ; Berger, Martin ; Hornegger, Joachim: Patient-bounded Extrapolation for 3D Region of Interest Reconstruction in C-arm CT . In: Frederic Noo, University of Utah (Hrsg.) : Proceedings of the third international conference on image formation in x-ray computed tomography (The third international conference on image formation in x-ray computed tomography Salt Lake City, UT, USA 22-25.06.2014). 2014, S. 414-417.
- Aichert, André ; Maass, Nicole ; Deuerling-Zheng, Yu ; Berger, Martin ; Manhart, Michael ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas ; Doerfler, Arnd: Redundancies in X-ray images due to the epipolar geometry for transmission imaging . In: Noo, Frederic (Hrsg.) : Proceedings of the third international conference on image formation in x-ray computed tomography (The third international conference on image formation in x-ray computed tomography Salt Lake City, UT, USA 22-25.06.2014). 2014, S. 333-337.

## **8.6.28 Materialzerlegung mittels energieauflösenden Detektoren am angiographischen C-Bogen-System**

### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger  
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

### **Beteiligte:**

Yanye Lu, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.6.2014–31.5.2017

### **Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

### **Kontakt:**

Yanye Lu, M. Sc.  
Tel.: +49 9131 85 25246  
Fax: +49 9131 85 27270  
E-Mail: yanye.lu@fau.de

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

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

In dem Projekt sollen folgende Themen bearbeitet werden:

1. Rauschreduktion
2. Kalibrierung
3. Hybride Materialzerlegung
4. Spektrale DynaCT

## **8.6.29 Medical Image Understanding: Advancing the State-of-the-Art through Integration of Medical Knowledge**

### **Projektleitung:**

Dr. Dorin Comaniciu  
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier  
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

### **Beteiligte:**

Dr. Bogdan Georgescu  
Florin Cristian Ghesu, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.6.2015–31.5.2018

### **Förderer:**

Siemens Healthcare GmbH

### **Kontakt:**

Florin Cristian Ghesu, M. Sc.  
Tel.: +49 9131 85 25246  
Fax: +49 9131 85 27270  
E-Mail: florin.c.ghesu@fau.de

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

### **8.6.30 Merkmalspunktselektion und Bewegungsmodelle für 2D/3D-Registrierung**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

**Beteiligte:**

Roman Schaffert, M. Sc.

Jian Wang, M. Sc.

Dr.-Ing. Anja Borsdorf

**Laufzeit:** 1.8.2015–31.7.2018

**Förderer:**

Siemens Healthcare GmbH

**Kontakt:**

Roman Schaffert, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 27826

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: roman.schrom.schaffert@fau.de

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

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

an Kantenpunkten auf Grund des Aperturproblems nur eine 1D-Komponente der Verschiebung ermittelbar, während für Eckpunkte eine 2D-Verschiebung geschätzt werden kann).

### **8.6.31 Multispektrale Bildanalyse**

**Projektleitung:**

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Eva Eibenberger

Dipl.-Inf. Johannes Jordan

**Laufzeit:** 1.3.2010–31.3.2015

**Förderer:**

European Space Agency

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Johannes Jordan

Tel.: +49 9131 85 27891

Fax: +49 9131 85 27270

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

Die multispektrale 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.) : 18th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (18th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) Brussels Sept. 2011). 2011, S. 3181 - 3184.
- Jordan, Johannes ; Angelopoulou, Elli: Supervised Multispectral Image Segmentation With Power Watersheds . In: IEEE (Hrsg.) : 19th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (19th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) Orlando, FL 30.09.2012). 2012, S. 1585-1588.
- Jordan, Johannes ; Angelopoulou, Elli: Hyperspectral Image Visualization With a 3-D Self-organizing Map . In: IEEE (Hrsg.) : Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing (WHISPERS), 5th Workshop on (Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing (WHISPERS), 5th Workshop on Gainesville, FL June 2013). 2013, S. 1-4.
- Jordan, Johannes ; Angelopoulou, Elli: Mean-shift Clustering for Interactive Multispectral Image Analysis . In: IEEE (Hrsg.) : 20th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (20th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) Melbourne September 2013). 2013, S. 3790-3794.
- Jordan, Johannes ; Angelopoulou, Elli ; Antonio Robles-Kelly: An Unsupervised Material Learning Method for Imaging Spectroscopy . In: IEEE (Hrsg.) : IEEE WCCI 2014 (2014 International Joint Conference on Neural Networks Beijing 06-07-2014). 2014, S. 2428-2435.

### 8.6.32 Nicht-invasive Bestimmung des Hydratationsgrades des Menschen

#### Projektleitung:

Prof. Dr. Björn Eskofier

#### Beteiligte:

Matthias Ring, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.1.2013–31.12.2015

**Kontakt:**

Matthias Ring, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 28980

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: matthias.ring@cs.fau.de

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

Das Forschungsprojekt gliedert sich in sechs Teilprojekte:

1. Auswahl geeigneter nicht-invasiver Sensoren
2. Sammeln von Referenzinformationen mit invasiven Methoden
3. Erhebung einer Stichprobe mit nicht-invasiven Methoden
4. Anwendung von Mustererkennungsverfahren zur Bestimmung des Hydratationsgrades in nicht-invasiv gemessenen Sensordaten
5. Implementierung auf einem eingebetteten System
6. Evaluation in einer klinischen Studie

**Publikationen**

- Ring, Matthias ; Lohmüller, Clemens ; Rauh, Manfred ; Eskofier, Björn: A Two-Stage Regression Using Bioimpedance and Temperature for Hydration Assessment During Sports . In: IEEE Computer Society (Hrsg.) : Proceedings of the 2014 22nd International Conference on Pattern Recognition (2014 22nd International Conference on Pattern Recognition Stockholm, Sweden August 24-28, 2014). 2014, S. 4519-4524.
- Ring, Matthias ; Lohmüller, Clemens ; Rauh, Manfred ; Eskofier, Björn: On Sweat Analysis for Quantitative Estimation of Dehydration during Physical Exercise . In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Hrsg.) : Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (37th Annual International Conference of the IEEE

Engineering in Medicine and Biology Society Milan, Italy August, 25-29). 2015, S. 7011-7014.

### **8.6.33 Orientierungsabhängige Röntgen-Dunkelfeldrekonstruktion**

**Projektleitung:**

Dr.-Ing. Christian Riess  
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

**Beteiligte:**

Shiyang Hu, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.4.2014–31.3.2016

**Förderer:**

Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies

**Kontakt:**

Shiyang Hu, M. Sc.  
Tel.: +49 9131 85 27894  
Fax: +49 9131 85 27270  
E-Mail: shiyang.hu@fau.de

Röntgen-Dunkelfeldbildgebung ist eine neuartige Bildgebungsmodalität, die die Visualisierung von Kleinwinkel-Streueffekten ermöglicht. Solche Bilder werden typischerweise in einem Talbot-Lau-Meßaufbau erzeugt. Das Verfahren verwendet mehrere Gitter, um die am Detektor ankommende Röntgenwellenfront zu erfassen. Aus diesen Daten können drei verschiedene Informationsquellen gewonnen werden: Eine herkömmliche Bildröntgenabsorption, ein differentielles Phasenbild und ein Dunkelfeldbild. Die Phasenkontrastbilder visualisieren die von Röntgenstrahlen in einem Material akkumulierte Phase. Dies bewirkt eine Ablenkung der Röntgenwellenfront. Während das Phasensignal ein Maß für die starken Änderungen der Wellenfront ist, beschreiben die Dunkelfeldbilder die kleinen Unregelmäßigkeiten der Wellenfront, die durch Objekte, die kleiner als die Pixelgröße sind, verursacht werden. Somit liefert das Dunkelfeld Informationen über Strukturvariationen und Dichteschwankung.

In Deutschland gibt es nur wenige Gruppen, die in der Lage sind, Dunkelfeldbilder mit dem Talbot-Lau-Verfahren zu aufzunehmen. Es ist eine völlig neue Modalität und wird derzeit für verschiedene Anwendungen untersucht. Rekonstruktion von skalaren und vektoriellen Komponenten in der Dunkelfeldtomographie sind noch weitgehend unerforscht. Unser Forschungsschwerpunkt liegt im Erkunden des großen Potenzials der Dunkelfeldbildgebung. Wir gehen davon aus, dass es in Zukunft vorteilhaft für die medizinische Bildgebung und zerstörungsfreie Prüfung sein wird.

### **8.6.34 Parameteroptimierung in der DBT-Bildgebung mittels Techniken der Mustererkennung**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Math. Frank Schebesch

Dr. Anna Jerebko

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

Dr. Thomas Mertelmeier

**Laufzeit:** 1.1.2014–31.12.2016

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

Die medizinische Bildrekonstruktion ist ein wichtiges diagnostisches Verfahren, mit dessen Hilfe zwei- und dreidimensionale Innenansichten der Organe eines Patienten ermöglicht werden. Die Bildqualität der rekonstruierten Volumina hängt dabei (häufig sehr stark) von den regelbaren und spezifischen Parametern des bildgebenden Systems und des Verarbeitungsprozesses ab. Dazu kommt, dass der Begriff Bildqualität im Zusammenhang mit den für die Diagnose erforderlichen Bildeigenschaften verstanden werden muss, was wiederum von der persönlichen Empfindung des menschlichen Betrachters beeinflusst ist.

In der digitalen Brust-Tomosynthese (DBT) ist die Datengewinnung mehreren Restriktionen unterworfen (beschränkter Abtastwinkel, niedrige Gesamtdosis), so dass die optimale Einstellung der Rekonstruktionsparameter erforderlich wird, um wettbewerbsfähige Bildqualitäten zu erreichen. Mammographische Bilder dienen hauptsächlich der Früherkennung von Brustkrebs - der häufigsten Krebsart unter Frauen laut der Weltgesundheitsorganisation WHO (2014) [1]. Deshalb müssen zur Erreichung der geforderten optimalen Bildqualität in der DBT zum Einen Erhaltung und bestmögliche Erkennbarkeit von Läsionen wie Mikrokalzifikationen, Massen und 'spiculations' (Massen mit verzweigten Fortsätzen) und zum Anderen Unterdrückung von vom Bildgebungssystem induziertem Bildrauschen in Einklang gebracht werden.

Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung und Bereitstellung von Werkzeugen zur Schätzung der optimalen Einstellung eines mehrdimensional parametrisierten Rekonstruktionsverfahrens im Hinblick auf die vorab definierten Anforderungen eines Betrachters. Die Zusammenführung von Techniken aus dem Bereich der Mustererkennung und einem entsprechend parametrisierten Rekonstruktionsalgorithmus wird genutzt, um den diagnostischen Wert von Tomosynthesebildern zu verbessern.

[1]World Cancer Report 2014, IARC, Lyon 2014.

### **8.6.35 PATSY - Phraseology and Pronunciation Training System for ATC Communication**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

Dr. Klaus Reinhard

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Caroline Kaufhold

Vadim Gamidov

Dr.-Ing. Andreas Kiessling

Christian Bergler

**Laufzeit:** 1.1.2015–31.12.2017

**Förderer:**

Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand - ZIM, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

**Mitwirkende Institutionen:**

e.sigma Systems GmbH

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Caroline Kaufhold

Tel.: +49 9131 85 27879

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: caroline.kaufhold@fau.de

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

### **8.6.36 Pilotphase Nationales Leistungszentrum - Low-Power-Elektronik für Sport- und Fitnessanwendungen**

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

**Beteiligte:**

Stefan Gradl, M. Sc.  
Dr.-Ing. Stephan Otto  
Prof. Dr. Dr. Matthias Lochmann  
Dipl.-Phys. Heike Leutheuser  
Dipl.-Ing. Nicolas Witt

**Laufzeit:** 1.2.2015–1.2.2017

**Förderer:**

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

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

**Publikationen**

- Leutheuser, Heike ; Tobola, Andreas ; Anneken, Lars ; Gradl, Stefan ; Arnold, Martin ; Lang, Nadine ; Achenbach, Stephan ; Eskofier, Björn: Arrhythmia classification using RR intervals: Improvement with sinusoidal regression feature . In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.) : Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), 2015 IEEE 12th International Conference on (12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN) Cambridge, USA June, 9-12). 2015, S. n/a.
- Lang, Nadine ; Brischwein, Matthias ; Haßlmeyer, Erik ; Tantinger, Daniel ; Feilner, Sven ; Heinrich, Axel ; Leutheuser, Heike ; Gradl, Stefan ; Weigand, Christian ; Eskofier, Björn ; Struck, Matthias: Filter and Processing Method to Improve R-Peak Detection for ECG Data with Motion Artefacts from Wearable Systems . In: Murray, A. (Hrsg.) : Computing in Cardiology 2015 (Computing in Cardiology Nice, France September 6-9, 2015). 2015, S. 917-920.
- Tantinger, Daniel ; Zrenner, Markus ; Lang, Nadine ; Leutheuser, Heike ; Eskofier, Björn ; Weigand, Christian ; Struck, Matthias: Human Authentication Imple-

mented for Mobile Applications Based on ECG-Data Acquired from Sensorized Garments . In: Murray, A. (Hrsg.) : Computing in Cardiology 2015 (Computing in Cardiology Nice, France September 6-9, 2015). 2015, S. 417-420.

- Tobola, Andreas ; Streit, Franz ; Espig, Chris ; Korpok, Oliver ; Leutheuser, Heike ; Sauter, Christian ; Lang, Nadine ; Schmitz, Bjoern ; Hofmann, Christian ; Struck, Matthias ; Weigand, Christian ; Eskofier, Björn ; Fischer, Georg: Sampling rate impact on energy consumption of biomedical signal processing systems . In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.) : Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), 2015 IEEE 12th International Conference on (12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN) Cambridge, USA June, 9-12). 2015, S. n/a.
- Tobola, Andreas ; Espig, Chris ; Streit, Franz J. ; Korpok, Oliver ; Leutheuser, Heike ; Schmitz, Bjoern ; Hofmann, Christian ; Struck, Matthias ; Weigand, Christian ; Eskofier, Björn ; Fischer, Georg: Scalable ECG Hardware and Algorithms for Extended Runtime of Wearable Sensors . In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.) : 2015 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA Torino, Italy May, 7-9). 2015, S. 255-260. - ISBN 978-1-4799-6476-5
- Gradl, Stefan ; Leutheuser, Heike ; Elgendi, Mohamed ; Lang, Nadine ; Eskofier, Björn: Temporal correction of detected R-peaks in ECG signals: A crucial step to improve QRS detection algorithms . In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Hrsg.) : Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Milan, Italy August, 25-29). 2015, S. 522-525.
- Mullan, Patrick ; Kanzler, Christoph M. ; Lorch, Benedikt ; Schroeder, Lea ; Winkler, Ludwig ; Laich, Larissa ; Riedel, Frederik ; Richer, Robert ; Luckner, Christoph ; Leutheuser, Heike ; Eskofier, Björn ; Pasluosta, Cristian: Unobtrusive Heart Rate Estimation during Physical Exercise using Photoplethysmographic and Acceleration Data . In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Hrsg.) : Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Milan, Italy August, 25-29). 2015, S. 6114-6117.
- Leutheuser, Heike ; Gottschalk, Tristan ; Anneken, Lars ; Struck, Matthias ; Heuberger, Albert ; Arnold, Martin ; Achenbach, Stephan ; Eskofier, Björn: Automatic ECG Arrhythmia Detection in Real-Time on Android-based Mobile Devices

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

### **8.6.37 Quantifizierung der Gewebeperfusion mittels der C-Arm-CT**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dr.-Ing. Michael Manhart

André Aichert, M. Sc.

**Laufzeit:** 15.2.2008–30.4.2015

**Förderer:**

Siemens AG, Healthcare Sector

**Mitwirkende Institutionen:**

Stanford University, Department of Radiology

Neuroradiologische Abteilung im Radiologischen Institut

**Kontakt:**

Dr.-Ing. Michael Manhart

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-Arm-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-Arm-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.

Der Forschungsschwerpunkte liegen in die Entwicklung und Untersuchung neuer Rekonstruktionsalgorithmen, um die technischen Herausforderungen der C-Arm-CT-Perfusionsmessung zu lösen. Es werden dynamische Rekonstruktionsverfahren untersucht, um die deutlich langsamere Rotationsgeschwindigkeit des C-Arms 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. n/a.
- 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), S. 20 pages
- Manhart, Michael: Dynamic Iterative Reconstruction for Interventional 4-D C-arm CT Perfusion Imaging (Talk) .Vortrag: X-ray Seminars, Radiological Science Lab, Palo Alto, CA, USA, 06.11.2012
- Manhart, Michael ; Fieselmann, Andreas ; Deuerling-Zheng, Yu: Evaluation of a Tight Frame Reconstruction Algorithm for Perfusion C-arm CT Using a Realistic Dynamic Brain Phantom . In: Noo, Frédéric (Hrsg.) : *Proc. of the Second International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography (The Second International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography Salt Lake City, UT, USA 26.6.2012)*. 2012, S. 123-126.
- Manhart, Michael: Evaluation of a Tight Frame Reconstruction Algorithm for Perfusion C-arm CT Using a Realistic Dynamic Brain Phantom (Talk) .Vortrag: The Second International Conference on Image Formation in X-Ray Computed Tomography, University of Utah, Salt Lake City, UT, USA, 26.06.2012
- Manhart, Michael: Fast Dynamic Reconstruction Algorithm with Joint Bilateral Filtering for Perfusion C-arm CT (Poster) .Vortrag: IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference, IEEE, Anaheim, CA, USA, 01.11.2012

- Royalty, Kevin ; Manhart, Michael ; Pulfer, Kari ; Deuerling-Zheng, Yu ; Strother, Charles ; Fieselmann, Andreas ; Consigny, Daniel: C-Arm CT Measurement of Cerebral Blood Volume and Cerebral Blood Flow Using a Novel High-Speed Acquisition and a Single Intravenous Contrast Injection . In: American Journal of Neuroradiology 34 (2013), Nr. 11, S. 2131-2138
- Fieselmann, Andreas ; Manhart, Michael: C-arm CT Perfusion Imaging in the Interventional Suite . In: Current Medical Imaging Reviews 9 (2013), Nr. 2, S. 96-101
- Manhart, Michael ; Kowarschik, Markus ; Fieselmann, Andreas ; Deuerling-Zheng, Yu ; Royalty, Kevin ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: Dynamic Iterative Reconstruction for Interventional 4-D C-Arm CT Perfusion Imaging . In: IEEE Transactions on Medical Imaging 32 (2013), Nr. 7, S. 1336-1348

### **8.6.38 Quantitative Kalibrierung von 3D-Tiefensensoren**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

#### **Beteiligte:**

Dr.-Ing. Christian Schaller

Dr.-Ing. Michael Balda, M. Sc.

Dipl.-Ing. Simon Placht

Dipl.-Ing. Peter Fürsattel

**Laufzeit:** 1.10.2013–31.1.2016

#### **Förderer:**

Richard Wolf GmbH

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Metrilus GmbH

#### **Kontakt:**

Dipl.-Ing. Peter Fürsattel

Tel.: +49 9131 85 27882

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: peter.fuersattel@fau.de

Das Ziel dieses Projekts ist die Verbesserung der intrinsischen Kalibrierung und die Reduzierung der Tiefenentfernungsfehler von Echtzeit-3D-Bildsensoren, wie Time-of-Flight-Kameras (ToF-Kameras). Viele Anwendungen von Tiefensensoren in 3D-Szenenanalysedaten erfordern eine zuverlässige absolute Genauigkeit, zum Beispiel Gestenerkennung, Kollisionserkennung und medizinische Anwendungen, wie Patientenpositionierung, Atembewegungsdetektion oder quantitative Endoskopie.

Bei letzterem wird die klassische Endoskopie mit einer ToF-Kamera für eine intra-operative 3D-Endoskopie erweitert. Der ToF-Bildgebungsmodus liefert quantitative 3D-Oberflächendaten zusätzlich zu dem vorhandenen 2D-Farbbild. Die theoretische Machbarkeit und der Nutzen von vielen Anwendungen in diesem Bereich hat sich gezeigt, aber ihre praktische Umsetzung erfordert einen tieferen Einblick in die Ursachen der unterschiedlichen Messartefakte und die Entwicklung von fortgeschrittener quantitativer Kalibrierungstechnik.

### **8.6.39 RoboCup-Fußballroboter**

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Patrick Kugler

Dr.-Ing. Christian Riess

Dipl.-Ing. Peter Blank

**Beginn:** 1.1.2008

**Förderer:**

manu Dextra GmbH

ES Mechanik GmbH

Corsience GmbH

Würth Group

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Peter Blank

Tel.: +49 9131 85 20162

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: peter.blank@cs.fau.de

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

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

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

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

### Publikationen

- Eischer, Michael ; Blank, Peter ; Danzer, Alexander ; Hauck, Adrian ; Hoffmann, Markus ; Reck, Benjamin ; Eskofier, Björn: ER-Force Extended Team Description Paper for Robocup 2015 . In: Robocup Foundation (Hrsg.) : Robot Soccer World Cup XIX Proceedings (RoboCup International Symposium (RoboCup 2015) He-fei, China 17 - 23 July, 2015). 2015, S. -.
- Bauer, Florian ; Blank, Peter ; Bleier, Michael ; Dohrn, Hannes ; Eischer, Michael ; Freidrich, Stefan ; Hauck, Adrian ; Kallwies, Jan ; Kugler, Patrick ; Lahmann, Dominik ; Nordhus, Philipp ; Reck, Benjamin ; Riess, Christian: ER-Force Team Description Paper for RoboCup 2011 . In: U. Saranli (Hrsg.) : RoboCup 2011: Robot Soccer World Cup XV Proceedings (RoboCup International Symposium (RoboCup 2011) Istanbul, Turkey July 5 - 11, 2011). Istanbul, Turkey : -, 2011, S. n/a.
- Blank, Peter ; Bleier, Michael ; Kallwies, Jan ; Kugler, Patrick ; Lahmann, Dominik ; Nordhus, Philipp ; Riess, Christian: ER-Force Team Description Paper for RoboCup 2010 . In: L. Lee Yee (Hrsg.) : RoboCup 2010: Robot Soccer World Cup XIV Proceedings (RoboCup International Symposium (RoboCup 2010) Singapore, Singapore June 19 - 25, 2010). Singapore, Singapore : -, 2010, S. n/a.
- Blank, Peter ; Bleier, Michael ; Drexler, Sebastian ; Kallwies, Jan ; Kugler, Patrick ; Lahmann, Dominik ; Nordhus, Philipp ; Rieß, Christian ; Swadzba, Thaddäus ; Tully, Jan: ER-Force Team Description Paper for RoboCup 2009 . In: RoboCup Foundation (Hrsg.) : Proceedings-CD (RoboCup 2009 Graz, Austria 29.06.2009 - 05.07.2009). 2009, S. n/a.

## 8.6.40 Robuste 2D/3D-Registrierung für Echtzeit-Bewegungskompensation

### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

### **Beteiligte:**

Jian Wang, M. Sc.

Dr.-Ing. Anja Borsdorf

**Laufzeit:** 1.3.2012–29.2.2016

### **Kontakt:**

Jian Wang, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 27894

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: jian.wang@cs.fau.de

In der interventionellen Radiologie kann das präoperative 3D-Volumen mit Echtzeit-2D-Röntgenaufnahmen überlagert werden. 3D-Informationen stehen damit während des Eingriffs zusätzlich zur Verfügung, z.B. für die Navigation eines Katheters durch einen Gefäßbaum. Bewegungen des Patienten können zu Ungenauigkeiten in der Überlagerung führen, da in vielen Verfahren keine Vollnarkose angewendet wird. Eine starre 2D/3D-Registrierung wird typischerweise zur Schätzung und Korrektur der Bewegung des Patienten verwendet. Robuste 2D/3D-Registrierung ist eine Herausforderung in der klinischen Praxis. Eine der Schwierigkeiten ist die große Zahl von möglichen Datenquellen in 3D (DynaCT, 3DDSA, CT, MR, usw.) sowie 2D (Akquisition, Durchleuchtung, DSA, usw.). Wenn der Arzt eine Fehlstellung erkennt, kann heute der automatische Registrierungsablauf durch Knopfdruck gestartet werden. Das ideale System für die Zukunft würde automatisch eine Bewegung des Patienten erkennen und den Versatz im Hintergrund korrigieren. Der Arzt würde nicht in seinem aktuellen Workflow-Schritt unterbrochen werden, kann aber trotzdem immer noch mit einer bewegungskorrigierten Überlagerung arbeiten. Allerdings müssen einige Herausforderungen für die Entwicklung einer solchen dynamischen 2D/3D-Registrierung, die im Mittelpunkt dieser Arbeit steht, angesprochen werden.

Dieses Projekt soll auf ein allgemeines Framework der dynamischen 2D/3D-Registrierung für Patientenbewegungskompensation abzielen, einschließlich

- Analyse von 2D-Röntgenaufnahmen und anderen Bewegungsquellen (z.B. Patienten oder externe Geräte);
- Entwicklung von Algorithmen zur automatischen Patientenbewegungserkennung;
- Analyse und Entwicklung von Algorithmen für die 2D/3D-Bewegungsanalysekorrektur;

- Optimierung der Algorithmen zur dynamischen Echtzeit- und Bewegungskompensation.

## Publikationen

- Wang, Jian ; Riess, Christian ; Borsdorf, Anja ; Heigl, Benno ; Hornegger, Joachim: Sparse Depth Sampling for Interventional 2-D/3-D Overlay: Theoretical Error Analysis and Enhanced Motion Estimation . In: Wilson, Richard ; Hancock, Edwin ; Bors, Adrian ; Smith, William (Hrsg.) : Computer Analysis of Images and Patterns (15th International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns York, UK August 27-29, 2013). York, UK : Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 86-93.
- Wang, Jian ; Borsdorf, Anja ; Hornegger, Joachim: Depth-Layer Based Patient Motion Compensation for the Overlay of 3D Volumes onto X-Ray Sequences . In: Meinzer, Hans-Peter ; Deserno, Thomas Martin (Hrsg.) : Proceedings Bildverarbeitung für die Medizin 2013 (Bildverarbeitung für die Medizin 2013 Heidelberg 03.13). 2013, S. 128-133.
- Wang, Jian ; Borsdorf, Anja ; Endres, Jürgen ; Hornegger, Joachim: Depth-Aware Template Tracking for Robust Patient Motion Compensation for Interventional 2-D/3-D Image Fusion . In: IEEE (Hrsg.) : 2013 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (NSS/MIC) (IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC) 2013 Seoul, South Korea 27.10-02.11.2014). 2013, S. -.
- Wang, Jian ; Borsdorf, Anja ; Heigl, Benno ; Köhler, Thomas ; Hornegger, Joachim: Gradient-Based Differential Approach for 3-D Motion Compensation in Interventional 2-D/3-D Image Fusion . In: IEEE Conference Publishing Services (Hrsg.) : International Conference on 3D Vision (2014 2nd International Conference on 3D Vision Tokyo, Japan 8-11.12.2014). Japan : IEEE, 2014, S. 293-300. - ISBN 978-1-4799-7001-8
- Klüppel, Moritz ; Wang, Jian ; Bernecker, David ; Fischer, Peter ; Hornegger, Joachim: On Feature Tracking in X-Ray Images . In: Deserno, T.M. ; Handels, H. ; Meinzer, H.-P. ; Tolxdorff, T. (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2014 (Bildverarbeitung für die Medizin 2014 Aachen 18.03.2014). Berlin Heidelberg : Springer, 2014, S. 132-137. (Informatik aktuell)

### **8.6.41 Röntgenbildgebung unter Verwendung eines Patientenmodells**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

Dr. Norbert Strobel

**Beteiligte:**

Xia Zhong, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.10.2015–30.9.2018

**Förderer:**

Siemens Healthcare GmbH

**Kontakt:**

Xia Zhong, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 27826

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: xia.zhong@fau.de

Patientenmodelle haben sich als ein nützliches Instrument für die medizinische Bildung etabliert. Eine Anzahl von Verfahren hat gezeigt, dass wichtige Anwendungen, wie effektive Patientendosis, Hautdosis und Schätzung der Röntgenstreustrahlung, unter Verwendung eines solchen Modells verbessert werden können. Ein Patientenmodell kann beispielsweise von präoperativen CT/MRT-Daten erzeugt werden. Alternativ besteht die Möglichkeit, es von demographischen Patientendaten abzuleiten, wie z.B. Geschlecht, Alter, Größe und Gewicht.

Üblicherweise wird das Patientenmodell vor der Intervention berechnet. Weiterhin wird das Modell während der Intervention als statisch angenommen. Ohne Verwendung eines dedizierten Patientenmodells und seine dedizierte Registrierung können zusätzliche Fehler für interventionelle Anwendungen resultieren, z.B. in Zusammenhang mit der Schätzung der Hautdosis. Ein Ziel der Arbeit ist, diese Fehler zu reduzieren. Dazu sollen Modelle herangezogen werden, welche die Körperform besser abbilden und welche gut zum Patienten registriert sind.

Der aktuelle Forschungsschwerpunkt liegt auf Patientenmodellierung sowie modellbasierter Haut- und Streustrahlschätzung.

Dieses Projekt wird in Zusammenarbeit mit Siemens Healthcare GmbH, Forchheim, durchgeführt.

### **8.6.42 Schrift und Zeichen. Computergestützte Analyse von hochmittelalterlichen Papsturkunden. Ein Schlüssel zur Kulturgeschichte Europas**

**Projektleitung:**

Prof. Dr. Klaus Herbers

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

**Beteiligte:**

Thorsten Schlauwitz, M.A.  
Viktoria Trenkle  
M.A. Benjamin Schönfeld  
M.A. Benedikt Hotz  
Dipl.-Inf. Vincent Christlein

**Laufzeit:** 1.7.2012–30.6.2015

**Förderer:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung

**Kontakt:**

Viktoria Trenkle  
Tel.: 0049-9131-85-85-25835  
Fax: 0049-9131-85-25891  
E-Mail: Viktoria.Trenkle@fau.de

Die Papsturkunden des hohen Mittelalters (PUhMA) stehen im Mittelpunkt dieses Projekts. Das Ziel des Vorhabens ist die detaillierte und systematische Untersuchung der Schriftentwicklung in den Papsturkunden des 11. und 12. Jahrhunderts.

Mit den Möglichkeiten, welche die Mustererkennung anbietet, können die Prozesse der Schriftveränderung detailliert nachgezeichnet werden, während bisher nur grob die Entwicklung von der päpstlichen Kuriale über die päpstliche Minuskel hin zur gotischen Schrift allgemein konstatiert wurde. Auch die weiteren äußeren Merkmale der Urkunde, wie Benevalete und Rota, werden im Projekt in die Betrachtung mit einbezogen. Die Ergebnisse der Untersuchung werden dabei nicht nur im paläographischen und diplomatischen Sinn analysiert, sondern auch in einen kulturhistorischen Kontext gestellt.

Neben der deskriptiven Beobachtung, wann und wie die Veränderung der Schrift vorstatten gegangen ist, soll innerhalb des Vorhabens auch weiteren Fragestellungen nachgegangen werden. Warum kommt es zu diesen Veränderungen? Können dafür einzelne Personen oder Ereignisse in Verbindung gebracht werden? Auch neue Erkenntnisse zum päpstlichen Kanzleiwesen - der effizientesten Kanzlei des Hochmittelalters - werden durch die ebenfalls automatisch unterstützte Zuweisung zu einzelnen Schreiberhänden erwartet.

**Publikationen**

- Christlein, Vincent ; Bernecker, David ; Hönig, Florian ; Angelopoulou, Elli: Writer Identification and Verification Using GMM Supervectors . In: IEEE (Hrsg.) :

Proceedings of the 2014 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (2014 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV) Steamboat Springs, CO 24-26.03.2014). 2014, S. 998-1005.

### **8.6.43 Segmentierung der Anatomie und des Narbengewebes in LGE-MRI**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

Dr.-Ing. Alexander Brost

Dipl.-Inf. Christoph Forman

#### **Beteiligte:**

Tanja Kurzendorfer, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.10.2015–30.9.2018

#### **Kontakt:**

Tanja Kurzendorfer, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 27874

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: tanja.kurzendorfer@fau.de

Die Anatomie des linken Ventrikels (LV) im Zusammenhang mit der Quantifizierung des Narbengewebes im Myokardium liefert wichtige Informationen für die Behandlung von Herzinsuffizienz. Herzinsuffizienz entsteht oft durch ventrikuläre Dyssynchronie, wenn der linke und rechte Ventrikel nicht mehr zur selben Zeit kontrahieren. Diese Dyssynchronie kann mit der Implantation eines bi-ventrikulären Herzschrittmachers behandelt werden, der sogenannten kardialen Resynchronisierungstherapie (CRT). Jedoch, kann das Vorhandensein von Narbengewebe das elektrische Signal des CRT-Geräts behindern, was den Behandlungserfolg negativ beeinflusst. Integriert man das Wissen über die Narbengewebeverteilung in die Behandlungsplanung, könnte dies den Erfolg der CRT-Therapie verbessern.

Im Allgemeinen wird Late-Gadolinium-Enhanced-Magnetresonanztomographie (LGE-MRI) verwendet, um sowohl Narbengewebe im Myokardium, als auch die Anatomie des Herzens darzustellen. Solche Bilder werden zurzeit kaum für therapeutische Zwecke eingesetzt, da es an automatischen Segmentierungsmethoden mangelt. Manuelle Segmentierungsmethoden sind verfügbar, aber die Benutzung ist oft zeitaufwändig und mühsam. Demzufolge wäre es wünschenswert, dass die Segmentierung des Myokardiums und die Quantifizierung des Narbengewebes vollautomatisch und unabhängig von manueller Interaktion ist. Der momentane Forschungsschwerpunkt ist eine vollautomatische Segmentierung der Anatomie und des Narbengewebes in LGE-MRI.

## **Publikationen**

- Kurzendorfer, Tanja ; Brost, Alexander ; Forman, Christoph ; Schmidt, Michaela ; Tillmanns, Christoph ; Hornegger, Joachim: Semi-Automatic Segmentation and Scar Quantification of the Left Ventricle in 3-D Late Gadolinium Enhanced MRI . In: ESMRMB (Hrsg.) : 32nd Annual Scientific Meeting of the ESMRMB (ESMRMB 2015 Edinburgh 1-3.10). 2015, S. 318-319.

### **8.6.44 Simultane Aktivitätserkennung und Ganganalyse auf Basis grafischer Modelle**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr. Björn Eskofier

#### **Beteiligte:**

Christine Martindale, M. Sc.

**Beginn:** 1.2.2015

#### **Förderer:**

Bosch Sensortec

#### **Kontakt:**

Christine Martindale, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 20159

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: christine.f.martindale@fau.de

Objektive Gesundheitsdaten von Patienten außerhalb des Labors sind wichtig, um die Symptome zu analysieren, die im Labor nicht reproduzierbar sind. Ein einfaches Alltagsbeispiel wäre, wie die Schrittlänge sich mit Müdigkeit oder Stress ändert. Um dies zu untersuchen, müssen wir der Lage sein, einen Schritt aus dem täglichen Leben exakt zu segmentieren, um ein akkurates Maß der Dauer und Distanz zu erhalten. State-of-the-Art-Methoden verwenden getrennte Segmentierung und Klassifikation. Dies ist zu ungenau für die Segmentierung einer isolierten Aktivität, insbesondere für eine, die nicht wiederholt ausgeführt wird. Dies könnte durch ein Modell gelöst werden, das auf der Sequenz von Phasen innerhalb von Aktivitäten aufbaut. Ein solches Modell ist ein grafisches Modell. Derzeit arbeiten wir mit Conditional Random Fields und hierarchischen Hidden-Markov-Modellen. Die Anwendungen beinhalten Aktivitäten aus dem Sportbereich und aus dem täglichen Leben.

### **8.6.45 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:** 1.2.2011–1.2.2015

**Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Sven Haase  
E-Mail: sven.haase@cs.fau.de

Die neuartige Time-of-Flight-, kurz ToF-, Kameratechnologie eröffnet aufgrund der Möglichkeit zur berührungslosen, dichten und schnellen 3D-Oberflächenvermessung völlig neue Perspektiven für die computerassistierte Chirurgie. Durch Kombination von hochaufgelösten 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 & Visualizati-

on (VMV 2011: Vision, Modeling & Visualization Berlin, Germany 04.10.2011).  
2011, S. 57-64. - ISBN 978-3-905673-85-2

- Groch, Anja ; Haase, Sven ; Wagner, Martin: Optimierte endoskopische Time-of-Flight Oberflächenrekonstruktion durch Integration eines Struktur-durch-Bewegung Ansatzes . In: Tolxdorff, Thomas ; Deserno, Thomas Martin (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin (Bildverarbeitung für die Medizin 2012 Berlin 19.03). Berlin : Springer, 2012, S. 39-44. - ISBN 978-3-642-28501-1
- Haase, Sven ; Forman, Christoph ; Kilgus, Thomas ; Bammer, Roland ; Maier-Hein, Lena ; Hornegger, Joachim: ToF/RGB Sensor Fusion for Augmented 3-D Endoscopy using a Fully Automatic Calibration Scheme . In: Tolxdorff, Thomas ; Deserno, Thomas Martin ; Handels, Heinz ; Meinzer, Hans-Peter (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin (Bildverarbeitung für die Medizin 2012 Berlin 19.03). Berlin / Heidelberg : Springer, 2012, S. 111-116. - ISBN 978-3-642-28501-1
- Haase, Sven ; Bauer, Sebastian ; Wasza, Jakob ; Kilgus, Thomas ; Maier-Hein, Lena ; Schneider, Armin ; Kranzfelder, Michael ; Feußner, Hubertus ; Hornegger, Joachim: 3-D Operation Situs Reconstruction with Time-of-Flight Satellite Cameras Using Photogeometric Data Fusion . In: Mori, Kensaku ; Sakuma, Ichiro ; Sato, Yoshinobu ; Barillot, Christian ; Navab, Nassir (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2013, Lecture Notes in Computer Science (Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2013, Lecture Notes in Computer Science Nagoya 23.09). Bd. 8149. 2013, S. 356-363.
- Wetzl, Jens ; Taubmann, Oliver ; Haase, Sven ; Köhler, Thomas ; Kraus, Martin ; Hornegger, Joachim: GPU Accelerated Time-of-Flight Super-Resolution for Image-Guided Surgery . In: Thomas Tolxdorff ; Thomas Martin Deserno (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin (Bildverarbeitung für die Medizin Heidelberg 04.03). 2013, S. 21-26.
- Haase, Sven ; Köhler, Thomas ; Kilgus, Thomas ; Maier-Hein, Lena ; Hornegger, Joachim ; Feußner, Hubertus: Instrument Segmentation in Hybrid 3-D Endoscopy using Multi-Sensor Super-Resolution . In: Freysinger, Wolfgang (Hrsg.) : Computer- und Roboter Assistierte Chirurgie (CURAC 2013 Innsbruck 28.11). 2013, S. 194-197.
- Haase, Sven ; Wasza, Jakob ; Thomas Kilgus ; Hornegger, Joachim: Laparoscopic Instrument Localization using a 3-D Time-of-Flight/RGB Endoscope . In: IEEE (Hrsg.) : IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV) (IEEE

Workshop on Applications of Computer Vision (WACV) Clearwater 18.01). 2013, S. 449-454.

- Haase, Sven ; Schneider, Armin ; Kranzfelder, Michael : Time-of-Flight Based Collision Avoidance for Robot Assisted Minimally Invasive Surgery . In: Fiorini, Paolo ; Ferrigno, Giancarlo (Hrsg.) : Evaluating effectiveness and acceptance of robots in surgery: user centered design and economic factors (ICRA Workshop 2013 Karlsruhe 06.05). 2013, S. n/a.
- Köhler, Thomas ; Haase, Sven ; Bauer, Sebastian ; Wasza, Jakob ; Kilgus, Thomas ; Maier-Hein, Lena ; Feußner, Hubertus ; Hornegger, Joachim: ToF Meets RGB: Novel Multi-Sensor Super-Resolution for Hybrid 3-D Endoscopy . In: Mori, Kensaku ; Sakuma, Ichiro ; Sato, Yoshinobu ; Barillot, Christian ; Navab, Nassir (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2013, Lecture Notes in Computer Science (International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention Nagoya, Japan 2013). Bd. 8149. Berlin Heidelberg : Springer, 2013, S. 139-146. - ISBN 978-3-642-40810-6
- Haase, Sven ; Forman, Christoph ; Kilgus, Thomas ; Bammer, Roland ; Maier-Hein, Lena ; Hornegger, Joachim: ToF/RGB Sensor Fusion for 3-D Endoscopy . In: Current Medical Imaging Reviews 9 (2013), Nr. 2, S. 113-119

#### **8.6.46 Untersuchung biomechanischer Belastungsprofile des menschlichen Bewegungsapparates zur Optimierung von Endoprothesen**

##### **Projektleitung:**

OA Dr. med. Matthias Blanke

Prof. Dr. Björn Eskofier

Prof. Dr. Dr. Matthias Lochmann

##### **Beteiligte:**

Felix Hebenstreit, M. Sc.

**Laufzeit:** 1.7.2012–30.6.2015

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

Unfallchirurgische Abteilung in der Chirurgischen Klinik

Lehrstuhl für Sportbiologie und Bewegungsmedizin

##### **Kontakt:**

Felix Hebenstreit, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 27890

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: felix.hebenstreit@fau.de

Der Festigkeitsnachweis für Prothesen basiert in der Regel auf festgelegten Prüfparametern. Obwohl alle auf dem Markt erhältlichen Endoprothesen entsprechende Normuntersuchungen erfolgreich bestanden haben, kommt es in Einzelfällen zu Bauteilversagen mit anschließender Revisionsoperation. Bei diesen Versagensfällen ist neben anderen Einflussfaktoren das Belastungskollektiv verantwortlich für eine Bauteilüberlastung. Die gültigen Normen prüfen jedoch nur mit konstanten Lastparametern, nicht mit einem Kollektiv. Der Schwerpunkt dieses Projekts besteht in der Evaluation praxisgerechter Lastkollektive, wie sie im Alltag auftreten (Gehen, Laufen, Treppensteigen etc.), um zukünftig die Prothesensicherheit durch entsprechend angepasste Simulationen weiter zu erhöhen. Zum Einsatz kommen unter anderem ein optisches Motion Tracking System, das es erlaubt, dynamische und kinematische Messungen der menschlichen Bewegung durchzuführen.

#### **8.6.47 Vorhersage der Energieproduktion von Solarkraftwerken**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Elli Angelopoulou, Ph.D., Akad. Rat

**Beteiligte:**

Dipl.-Phys. David Bernecker

Dr.-Ing. Christian Riess

**Laufzeit:** 1.10.2011–30.11.2015

**Kontakt:**

Dipl.-Phys. David Bernecker

Tel.: +49 9131 85 27882

Fax: +49 9131 85 27270

E-Mail: david.bernecker@cs.fau.de

Der Anteil an erneuerbaren Energien an der gesamten Energieproduktion 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.

## **Publikationen**

- Bernecker, David ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli ; Hornegger, Joachim: Towards Improving Solar Irradiance Forecasts with Methods from Computer Vision . In: DAGM (Hrsg.) : Computer Vision in Applications Workshop (DAGM Graz, Austria 28.08). 2012, S. n/a.
- Bernecker, David ; Riess, Christian ; Christlein, Vincent ; Angelopoulou, Elli ; Hornegger, Joachim: Representation Learning for Cloud Classification . In: Weickert, Joachim ; Hein, Matthias ; Schiele, Bernt (Hrsg.) : Pattern Recognition (35th German Conference on Pattern Recognition (GCPR) Saarbrücken 06.09.2013). 2013, S. 395-404.
- Bernecker, David ; Riess, Christian ; Angelopoulou, Elli ; Hornegger, Joachim: Continuous short-term irradiance forecasts using sky images . In: Solar Energy 110 (2014), S. 303-315

## **8.6.48 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 85 27270

E-Mail: Peter.Wilke@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 Zuhilfenahme verschiedener Optimierungsalgorithmen durchzuführen. Diese Version der Zeitplanungssoftware wurde aus einer auf genetischen Algorithmen basierenden Version weiterentwickelt, wobei sich zeigte, dass sich einige Erweiterungen wegen der notwendigen Kompatibilität zur Grundversion nicht optimal implementieren ließen.

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

### **Ressourcen**

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

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

### **Ergebnisse**

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

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

### **Randbedingungen**

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

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

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

### **Algorithmen**

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

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

### **Ausführung von Experimenten**

Die Algorithmen werden entweder auf einem dedizierten Server ausgeführt und bei Bedarf über das TCP/IP-Protokoll auf weitere Rechner verteilt. Die Abbildung zeigt den Dialog zur Auswahl und zum Start der Experimente und die Übersicht der laufenden Experimente. Der Browser verbindet sich in regelmäßigen Abständen automatisch mit dem Server und erhält von diesem den aktuellen Stand der Berechnung. Diese Statusinformationen beinhalten unter anderem die Kosten des bisher besten gefundenen Plans sowie eine Abschätzung für die verbleibende Berechnungszeit. Nach Beendigung der Berechnung werden die Ergebnisse gespeichert und die Dateien, die zur Visualisierung der Pläne nötig sind, erstellt. Der Planer kann nun entscheiden, ob die Qualität der gefundenen Lösung ausreichend ist, oder ob er auf ihrer Basis weitere Optimierungsläufe starten will.

### **Ergebnisse**

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

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

### **Zusammenfassung**

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

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

- ein JavaScript-fähiger Browser zur Anzeige der Bedienoberfläche

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

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

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

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

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

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

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

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

## 8.7 Projektunabhängige Publikationen

- Amrehn, Mario ; Maier, Andreas ; Dennerlein, Frank ; Hornegger, Joachim: Portability of TV-Regularized Reconstruction Parameters to Varying Data Sets . In: Heinz Handels, Thomas Martin Deserno, Hans-Peter Meinzer, Thomas Tolxdorff (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 16.03.2015). Berlin Heidelberg : Vieweg+Teubner Verlag, 2015, S. 131-136. - ISBN 978-3-662-46223-2
- Barth, Jens ; Oberndorfer, Cäcilia ; Pasluosta, Cristian ; Schüle, Samuel ; Gassner, Heiko ; Reinfelder, Samuel ; Kugler, Patrick ; Schuldhaus, Dominik ; Winkler, Jürgen ; Klucken, Jochen ; Eskofier, Björn: Stride Segmentation during Free Walk Movements Using Multi-Dimensional Subsequence Dynamic Time Warping on Inertial Sensor Data . In: Sensors 15 (2015), Nr. 3, S. 6419-6440
- Berger, Martin ; Müller, Kerstin ; Choi, Jang-Hwan ; Aichert, André ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca: 2D/3D Registration for Motion Compensated Reconstruction in Cone-Beam CT of Knees Under Weight-Bearing Condition . In: Jaffray, David A. (Hrsg.) : IFMBE Proceedings (World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering Toronto, Canada June 7-12, 2015). 51. Aufl. 2015, S. 54-57. - ISBN 978-3-319-19387-8
- Bier, Bastian ; Mualla, Firas ; Steidl, Stefan ; Bohr, Christopher ; Neumann, Helmut ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: Band-Pass Filter Design by Segmentation in Frequency Domain for Detection of Epithelial Cells in Endomicroscope Images . In: Handels, Heinz ; Deserno, Thomas M. ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 - Algorithmen, Systeme, Anwendungen (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 - Algorithmen, Systeme, Anwendungen Lübeck 15.03.2015). Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2015, S. 413-418. (Informatik aktuell) - ISBN 978-3-662-46223-2
- Blank, Peter ; Hoßbach, Julian ; Schuldhaus, Dominik ; Eskofier, Björn: Sensor-based stroke detection and stroke type classification in table tennis . In: ACM New York (Hrsg.) : Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers (The 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Osaka, Japan 7 - 11 September, 2015). 2015, S. 93-100.
- Borsdorf, Anja ; Heigl, Benno ; Wang, Jian: Methods for Updating 2D/3D Registration on Movement and Computing Device . Schutzrecht US20150030229 A1 Offenlegungsschrift (29.01.2015)
- Chintalapani, Gouthami ; Chinnadurai, Ponraj ; Maier, Andreas ; Xia, Yan ; Bauer, Sebastian ; Shaltomi, Hashem ; Morsi, Hesham ; Mawad, Michel: The Added Va-

lue of Volume-of-Interest C-Arm CT Imaging during Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms . In: American Journal of Neuroradiology (2015), Nr. 1, S. 1

- Choi, Jang-Hwan ; McWalter, Emily ; Datta, Sanjit ; Müller, Kerstin ; Maier, Andreas ; Levenston, Marc ; Gold, Gary ; Fahrig, Rebecca: A Preliminary Investigation of In Vivo Time-dependent 3D Morphology of Articular Cartilage of the Tibiofemoral Joint . In: ISMRM (Hrsg.) : ISMRM Workshop on Imaging Based Measures of Osteoarthritis (ISMRM Workshop on Imaging Based Measures of Osteoarthritis Pacific Grove, CA, USA 11.-14.9.2015). Pacific Grove, CA, USA : ISMRM, 2015, S. no pagination.
- Christlein, Vincent ; Bernecker, David ; Maier, Andreas ; Angelopoulou, Elli: Off-line Writer Identification Using Convolutional Neural Network Activation Features . In: Gall, Juergen ; Gehler, Peter ; Leibe, Bastian (Hrsg.) : Pattern Recognition (German Conference on Pattern Recognition Aachen 07.10.2015). Berlin : Springer International Publishing, 2015, S. 540-552. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 9358) - ISBN 978-3-319-24946-9
- Christlein, Vincent ; Bernecker, David ; Angelopoulou, Elli: Writer Identification Using VLAD Encoded Contour-Zernike Moments . In: IEEE (Hrsg.) : Document Analysis and Recognition (ICDAR), 2015 13th International Conference on (13th International Conference on Document Analysis and Recognition Nancy, France 23.08.2015). 2015, S. 906-910.
- Cibis, Tobias ; Groh, Benjamin ; Gatermann, Heike ; Leutheuser, Heike ; Eskofier, Björn: Wearable Real-Time ECG Monitoring with Emergency Alert System for Scuba Diving . In: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Hrsg.) : Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Milan, Italy August, 25-29). 2015, S. 6074-6077.
- Davari, AmirAbbas ; Aptoula, Erchan ; Yanikoglu, Berrin: On the effect of synthetic morphological feature vectors on hyperspectral image classification performance . In: IEEE (Hrsg.) : Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2015 23th (23th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) Malatya, Turkey 2015). 2015, S. 653-656.
- Elgendi, Mohamed ; Eskofier, Björn ; Abbott, Derek: Fast T Wave Detection Calibrated by Clinical Knowledge with Annotation of P and T Waves . In: Sensors 15 (2015), Nr. 7, S. 17693-17714

- Endres, Jürgen ; Rohkohl, Christopher ; Schafer, Sebastian ; Royalty, Kevin ; Maier, Andreas ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: 4D DSA Iterative Reconstruction . In: King, Michael ; Glick, Stephen ; Mueller, Klaus (Hrsg.) : Proceedings of the Fully3D (13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Newport, RI 1.6.2015-4.6.2015). 2015, S. 276-279.
- Forman, Christoph ; Tillmanns, Christoph ; Zenge, Michael ; Schmidt, Michaela: Initial Experience in Patients for Highly Accelerated Free-Breathing Whole-Heart Coronary MRA . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 23rd Annual Meeting of ISMRM (International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM) Toronto, Ontario, Canada 30.5.-5.6.2015). 2015, S. 0179.
- Full, Katharina ; Leutheuser, Heike ; Schlessmann, Jason ; Armitage, Roger ; Eskofier, Björn: Comparative Study on Classifying Gait With a Single Trunk-Mounted Inertial-Magnetic Measurement Unit . In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.) : Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), 2015 IEEE 12th International Conference on (12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN) Cambridge, USA June, 9-12). 2015, S. 1-6.
- Fürst, Sebastian ; Grimm, Robert ; Hong, Inki ; Souvatzoglou, Michael ; Casey, Michael E ; Schwaiger, Markus ; Nekolla, Stephan G ; Ziegler, Sibylle I: Motion Correction Strategies for Integrated PET/MR . In: Journal of Nuclear Medicine (2015), Nr. 0
- Gaffling, Simone ; Daum, Volker ; Steidl, Stefan ; Maier, Andreas ; Köstler, Harald ; Hornegger, Joachim: A Gauss-Seidel Iteration Scheme for Reference-Free 3-D Histological Image Reconstruction . In: IEEE Transactions on Medical Imaging 34 (2015), Nr. 2, S. 514-530
- Gassner, Heiko ; Barth, Jens ; Schlachetzki, Johannes ; Eskofier, Björn ; Winkler, Juergen ; Klucken, Jochen: Automatisierte Ganganalyse beim Parkinson-Syndrom . In: neuro aktuell 5 (2015), Nr. 6, S. 24-27
- Ghesu, Florin Cristian ; Georgescu, Bogdan ; Zheng, Yefeng ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Marginal Space Deep Learning: Efficient Architecture for Detection in Volumetric Image Data . In: Nassir Navab, Joachim Hornegger, William M. Wells, Alejandro F. Frangi (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2015 - 18th International Conference Munich (Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention Munich 06.10.2015 - 08.10.2015). 2015, S. 710-718.

- Greiser, Andreas ; Forman, Christoph ; Wetzl, Jens ; Tillmanns, Christoph ; Stalder, Aurelien F. ; Schmidt, Michaela ; Zenge, Michael ; Mueller, Edgar: Clinical Evaluation and Optimization of Highly Accelerated 2D and 4D Phase Contrast Flow Imaging Applications Using Sparse Sampling and Iterative Reconstruction . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 23rd Annual Meeting of ISMRM (International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM) Toronto, Ontario, Canada 30.5.-5.6.2015). 2015, S. 4550.
- Greiser, Andreas ; Forman, Christoph ; Wetzl, Jens ; Zenge, Michael ; Jolly, Marie-Pierre ; Mueller, Edgar: New Possibilities for Myocardial Strain Imaging Using Acceleration and Iterative Reconstruction . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 23rd Annual Meeting of ISMRM (International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM) Toronto, Ontario, Canada 30.5.-5.6.2015). 2015, S. 1009.
- Grimm, Robert: Reconstruction Techniques for Dynamic Radial MRI . Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Diss., 2015. - 194 Seiten.
- Grimm, Robert ; Fürst, Sebastian ; Souvatzoglou, Michael ; Forman, Christoph ; Hutter, Jana ; Dregely, Isabel ; Ziegler, Sibylle I. ; Kiefer, Berthold ; Hornegger, Joachim ; Block, Kai Tobias ; Nekolla, Stephan G.: Self-gated MRI motion modeling for respiratory motion compensation in integrated PET/MRI . In: Medical Image Analysis 19 (2015), Nr. 1, S. 110-120
- Groh, Benjamin ; Cibis, Tobias ; Schill, Ralph O. ; Eskofier, Björn: IMU-based pose determination of scuba divers' bodies and shanks . In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.) : Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), 2015 IEEE 12th International Conference on (12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN) Cambridge, USA 09.06.2015). 2015, S. 1-6.
- Groh, Benjamin ; Kautz, Thomas ; Schuldhaus, Dominik ; Eskofier, Björn: IMU-based Trick Classification in Skateboarding . In: ACM SIGKDD (Hrsg.) : - (KDD Workshop on Large-Scale Sports Analytics Sydney, Australia 10.08.2015). 2015, S. 1-4.
- Haderlein, Tino ; Schwemmle, Cornelia ; Döllinger, Michael ; Matousek, Václav ; Ptok, Martin ; Nöth, Elmar: Automatic Evaluation of Voice Quality Using Text-Based Laryngograph Measurements and Prosodic Analysis . In: Computational and Mathematical Methods in Medicine (Comput Math Methods Med) (2015), S. (11 pages)

- Haderlein, Tino ; Middag, Catherine ; Hönig, Florian ; Martens, Jean-Pierre ; Döllinger, Michael ; Schützenberger, Anne ; Nöth, Elmar: Language-Independent Age Estimation from Speech Using Phonological and Phonemic Features . In: Král, Pavel ; Matousek, Václav (Hrsg.) : Proc. Text, Speech and Dialogue (18th International Conference, TSD 2015 Pilsen, Czech Republic 14.-17.09.2015). Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London : Springer International Publishing Switzerland, 2015, S. 165-173. (LNAI Bd. 9302) - ISBN 978-3-319-24032-9
- Hebenstreit, Felix ; Leibold, Andreas ; Krinner, Sebastian ; Welsch, Götz ; Lochmann, Matthias ; Eskofier, Björn: Effect of walking speed on gait sub phase durations . In: Human Movement Science 43 (2015), S. 118-124
- Hebenstreit, Felix ; Leibold, Andreas ; Krinner, Sebastian ; Welsch, Götz ; Lochmann, Matthias ; Eskofier, Björn: Speed modelling of relative gait phase durations . In: International Society of Biomechanics (Hrsg.) : XXV Congress of the International Society of Biomechanics (XXV Congress of the International Society of Biomechanics Glasgow, UK 12.-16. July 2015). 2015, S. 1835-1836.
- Heigl, Benno ; Wang, Jian ; Borsdorf, Anja: Verfahren zur Nachführung einer 2D-3D-Registrierung bei Bewegung und Rechenvorrichtung . Schutzrecht DE 10 2013 214 479 A1 Offenlegungsschrift (29.01.2015)
- Heldberg, Beeke E. ; Kautz, Thomas ; Leutheuser, Heike ; Hopfengärtner, Rüdiger ; Kapsner, Burkhard S. ; Eskofier, Björn: Using wearable sensors for semiology-independent seizure detection - towards ambulatory monitoring of epilepsy . In: IEEE (Veranst.) : Proceedings of the 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Milan, Italy August, 25-29). 2015, S. 5593-5596.
- Herberz, Chantal ; Klucken, Jochen ; Eskofier, Björn: Mobiles Ganganalyse: Sensorbasierte Ganganalyse optimiert Diagnostik und Therapiemonitoring bei Bewegungserkrankungen . Bd. 1 1. Aufl. Solingen : medical future verlag, 2015 (e-Health 2015) . - 187-192 Seiten. ISBN 3981400593
- Herbst, Magdalena ; Schebesch, Frank ; Berger, Martin ; Choi, Jang-Hwan ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Dynamic detector offsets for field of view extension in C-arm computed tomography with application to weight-bearing imaging . In: Medical Physics 42 (2015), Nr. 5, S. 2718-2729
- Hoffmann, Matthias ; Brost, Alexander ; Koch, Martin ; Bourier, Felix ; Maier, Andreas ; Kurzidim, Klaus ; Strobel, Norbert ; Hornegger, Joachim: Electrophysiology Catheter Detection and Reconstruction from Two Views in Fluoroscopic Images . In: IEEE Transactions on Medical Imaging 35 (2015), Nr. 2, S. 567-579

- Hoffmann, Matthias ; Müller, Simone ; Kurzidim, Klaus ; Strobel, Norbert ; Hornegger, Joachim: Robust Identification of Contrasted Frames in Fluoroscopic Images . In: Heinz Handels ; Thomas Martin Deserno ; Hans-Peter Meinzer ; Thomas Tolxdorff (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Workshop Bildverarbeitung für die Medizin Lübeck 15.3.2015). Berlin Heidelberg : Springer, 2015, S. 23-28. (Informatik aktuell) - ISBN 978-3-662-46223-2
- Hu, Shiyang ; Riess, Christian ; Hornegger, Joachim ; Fischer, Peter ; Bayer, Florian ; Weber, Thomas ; Anton, Gisela ; Maier, Andreas: 3-D Tensor Reconstruction in X-ray Dark-field Tomography - The First Phantom Result . In: Handels, Heinz ; Deserno, Thomas ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck, Germany 17.03.2015). Berlin Heidelberg : Springer, 2015, S. 492. (Informatik aktuell)
- Hutter, Jana ; Grimm, Robert ; Forman, Christoph ; Hornegger, Joachim ; Schmitt, Peter: Highly undersampled peripheral Time-of-Flight magnetic resonance angiography: optimized data acquisition and iterative image reconstruction . In: MAGMA - (2015), Nr. 0
- Hutter, Jana ; Schmitt, Peter ; Saake, Marc ; Stuebinger, Axel ; Grimm, Robert ; Forman, Christoph ; Greiser, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Multi-Dimensional Flow-Preserving Compressed Sensing (MuFloCoS) for Time-Resolved Velocity-Encoded Phase Contrast MRI . In: IEEE Trans. Med. Imaging 34 (2015), Nr. 2, S. 400-414
- Ionasec, Razvan ; Vitanovski, Dime ; Wang, Yang ; Georgescu, Bogdan ; Voigt, Ingmar ; Datta, Saurabh ; Comaniciu, Dorin: Mitral valve detection for transthoracic echocardiography . Schutzrecht US 9,033,887 (19.05.2015)
- Jaremenko, Christian ; Maier, Andreas ; Steidl, Stefan ; Hornegger, Joachim ; Oetter, Nicolai ; Knipfer, Christian ; Stelzle, Florian ; Neumann, Helmut: Classification of Confocal Laser Endomicroscopic Images of the Oral Cavity to Distinguish Pathological from Healthy Tissue . In: Handels, Heinz ; Deserno, Thomas Martin ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 17.03.2015). Berlin Heidelberg : Springer, 2015, S. 479-485.
- Jensen, Ulf ; Leutheuser, Heike ; Hofmann, Steffen ; Schuepferling, Benno ; Suttner, Gerald ; Seiler, Kristin ; Kornhuber, Johannes ; Eskofier, Björn: A wearable real-time activity tracker . In: Biomedical Engineering Letters 5 (2015), Nr. 2, S. 147-157

- Jensen, Ulf ; Schmidt, Marcus ; Hennig, Markus ; Dassler, Frank A. ; Jaitner, Thomas ; Eskofier, Björn: An IMU-based Mobile System for Golf Putt Analysis . In: Sports Engineering 18 (2015), Nr. 2, S. 123-133
- Jensen, Ulf ; Kugler, Patrick ; Ring, Matthias ; Eskofier, Björn: Approaching the accuracy-cost conflict in embedded classification system design . In: Pattern Analysis and Applications - (2015), Nr. 0, S. 1-17
- Kaestner, Thomas ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas ; Xia, Yan ; Bauer, Sebastian: Truncation Robust C-Arm CT Reconstruction for Dynamic Collimation Acquisition Schemes . In: Springer (Hrsg.) : Proceedings in Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 15.03-17.03.2015). 2015, S. 516-521.
- Kautz, Thomas ; Eskofier, Björn: A Robust Kalman Framework with Resampling and Optimal Smoothing . In: Sensors 15 (2015), Nr. 3, S. 4975-4995
- Kautz, Thomas ; Groh, Benjamin ; Eskofier, Björn: Sensor fusion for multi-player activity recognition in game-sports . In: ACM SIGKDD (Hrsg.) : Workshop on Large-Scale Sports Analytics (21st ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining Sydney, Australia 10.08.2015). 2015, S. 1-4.
- Kayvanpour, Elham ; Mansi, Tommaso ; Sedaghat-Hamedani, Farbod ; Amr, Ali ; Neumann, Dominik ; Georgescu, Bogdan ; Seegerer, Philipp ; Kamen, Ali ; Haas, Jan ; Frese, Karen S ; Irawati, Maria ; Wirsz, Emil ; King, Vanessa ; Buss, Sebastian ; Mereles, Derliz ; Zitron, Edgar ; Keller, Andreas ; Katus, Hugo A ; Comaniciu, Dorin ; Meder, Benjamin: Towards Personalized Cardiology: Multi-Scale Modeling of the Failing Heart . In: PLoS ONE 10 (2015), Nr. 7, S. e0134869
- Kim, Sungheon G. ; Feng, Li ; Grimm, Robert ; Freed, Melanie ; Block, Kai Tobias ; Sodickson, Daniel K. ; Moy, Linda ; Otazo, Ricardo: Influence of temporal regularization and radial undersampling factor on compressed sensing reconstruction in dynamic contrast enhanced MRI of the breast . In: Journal of Magnetic Resonance Imaging (2015), Nr. 0
- Kothary, N. ; Takehana, C. ; Müller, Kerstin ; Sullivan, P. ; Tahvildari, A. ; Sidhar, V. ; Rosenberg, J. ; Louie, J.D. ; Sze, D.Y.: Watershed Hepatocellular Carcinomas: The Risk of Incomplete Response following Transhepatic Arterial Chemoembolization . In: Journal of Vascular and Interventional Radiology 26 (2015), Nr. 8, S. 1122-1129
- Kowalewski ,Christopher ; Heissenhuber, Frank ; Vukajlovic, Dejan ; Strobel, Norbert ; Bourier, Felix ; Kurzendorfer, Tanja ; Kiraly, Atilla ; Wu, Wen ;

- Kleinöder, Andreas ; Brost, Alexander ; Hoffmann, Matthias ; Kurzidim, Klaus: Evaluation of the First Software Tool Featuring 3D Visualization of Cryo-balloon Ablation Catheters in Atrial Fibrillation Procedures . In: HRS (Hrsg.) : 36th Annual Scientific Meeting (HRS 2015 Boston, MA, USA 15.05). 2015, S. MP04-03.
- Kurzendorfer, Tanja: Semi-Automatic Segmentation and Scar Quantification of the Left Ventricle in 3-D Late Gadolinium Enhanced MRI (Talk) .Vortrag: 32nd Annual Scientific Meeting of the ESMRMB (ESMRMB 2015), Edinburgh, 3.10.2015
  - Köhler, Thomas ; Jordan, Johannes ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: A Unified Bayesian Approach to Multi-Frame Super-Resolution and Single-Image Upsampling in Multi-Sensor Imaging . In: Xie, Xianghua ; Jones, Mark W. (Hrsg.) : Proceedings of the British Machine Vision Conference (BMVC) (26th British Machine Vision Conference (BMVC 2015) Swansea, Wales 07. - 10.09.2015). Swansea, Wales : BMVA Press, 2015, S. 143.1-143.12. - ISBN 1-901725-53-7
  - Köhler, Thomas ; Maier, Andreas ; Christlein, Vincent: Binarization Driven Blind Deconvolution for Document Image Restoration . In: Gall, Juergen ; Gehler, Peter ; Leibe, Bastian (Hrsg.) : Pattern Recognition (37th German Conference on Pattern Recognition, GCPR 2015 RWTH Aachen 2015). 2015, S. 91-102. - ISBN 978-3-319-24947-6
  - Köhler, Thomas ; Bock, Rüdiger ; Hornegger, Joachim ; Michelson, Georg: Computer-Aided Diagnostics and Pattern Recognition: Automated Glaucoma Detection . In: Michelson, Georg (Hrsg.) : Teleophthalmology in Preventive Medicine. Berlin : Springer Berlin Heidelberg, 2015, S. 93-104. - ISBN 978-3-662-44974-5
  - Köhler, Thomas ; Haase, Sven ; Bauer, Sebastian ; Wasza, Jakob ; Kilgus, Thomas ; Maier-Hein, Lena ; Stock, Christian ; Hornegger, Joachim ; Feußner, Hubertus: Multi-Sensor Super-Resolution for Hybrid Range Imaging with Application to 3-D Endoscopy and Open Surgery . In: Medical Image Analysis 24 (2015), Nr. 1, S. 220–234
  - Lades, Félix ; Wels, Michael ; Steidl, Stefan ; Suehling, Michael: Intuitive and Smart Editing of Three-Dimensional Geometric Heart Valve Apparatus Models from Cardiac CT Data . In: Riklin Raviv, Tammy ; Pieper, Steve ; Gao, Yi ; Menze, Bjoern (Hrsg.) : The 2nd Interactive Medical Image Computing Workshop (MICCAI IMIC 2015 Munich, Germany 09.10.2015). 2015, S. 29-36.
  - Lorch, Benedikt ; Berger, Martin ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Projection and Reconstruction-Based Noise Filtering Methods in Cone Beam CT .

In: Handels, H., Deserno, Th.M., Meinzer, H.-P., Tolxdorff, Th. (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 15.-17.03.2015). 2015, S. 59-64.

- Lu, Yanye ; Manhart, Michael ; Taubmann, Oliver ; Zobel, Tobias ; Yang, Qiao ; Choi, Jang-hwan ; Wu, Meng ; Doerfler, Arnd ; Fahrig, Rebecca ; Ren, Qiushi ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Projection-Based Denoising Method for Photon-Counting Energy-Resolving Detectors . In: Springer Berlin Heidelberg (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck, Germany 15 - 17 March 2015). Lübeck : Springer, 2015, S. 137-142. - ISBN 978-3-662-46223-2
- Lu, Yanye ; Geret, Jan ; Unberath, Mathias ; Manhart, Michael ; Ren, Qiushi ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim ; Maier, Andreas: Projection-based Material Decomposition by Machine Learning using Image-based Features for Computed Tomography . In: Fully3D 2015 (Hrsg.) : The 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Newport, Rhode Island, USA 31.05-04.06, 2015). 2015, S. 448-451.
- Lugauer, Felix ; Nickel, Dominik ; Wetzl, Jens ; Kannengiesser, Stephan A. R. ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim: Robust Spectral Denoising for Water-Fat Separation in Magnetic Resonance Imaging . In: Nassir Navab ; Hornegger, Joachim ; William M. Wells ; Alejandro F. Frangi (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI 2015 Munich, Germany 05.10.2015). Berlin : Springer International Publishing, 2015, S. 667-674. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 9350) - ISBN 978-3-319-24570-6
- Lugauer, Felix ; Nickel, Dominik ; Wetzl, Jens ; Kiefer, Berthold ; Hornegger, Joachim: Water-Fat Separation Using a Locally Low-Rank Enforcing Reconstruction . In: ISMRM (Hrsg.) : Proceedings of the 23rd Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2015) (23rd Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2015) Toronto, ON, Canada 30.5-5.6.2015). 2015, S. 3652.
- Lustyk, Tomas ; Bergl, Petr ; Haderlein, Tino ; Nöth, Elmar ; Cmejla, Roman: Language-independent method for analysis of German stuttering recordings . In: Möller, Sebastian ; Ney, Hermann ; Möbius, Bernd ; Nöth, Elmar ; Steidl, Stefan (Hrsg.) : 16th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH 2015 Dresden, Germany 06.-10.09.2015). 2015, S. 2947-2951.
- Maier, Andreas ; Kugler, Patrick ; Lauritsch, Günter ; Hornegger, Joachim: Discrete Estimation of Data Completeness for 3D Scan Trajectories with Detector

- Offset . In: Handels, H. ; Deserno, T M. ; Meinzer, H.-P. ; Tolxdorff, T. (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 16.3.-17.3.2015). 1. Aufl. Berlin, Heidelberg : Springer, 2015, S. 47-52. - ISBN 978-3-662-46223-2
- Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca: GPU Denoising for Computed Tomography . In: Jia, Xun ; Steve, Jiang (Hrsg.) : Graphics Processing Unit-Based High Performance Computing in Radiation Therapy. Bd. 1, 1. Aufl. Boca Raton, Florida, USA : CRC Press, 2015, S. 113–128. - ISBN 978-1-4822-4478-6
  - Maier, Andreas ; Stromer, Daniel: Verfahren zur Aufnahme und Rekonstruktion eines Bilddatensatzes und Röntgeneinrichtung . Schutzrecht DE102014203971 Offenlegungsschrift (10.09.2015)
  - Maier, Andreas: Verfahren zur Reduktion von Quantisierungsartefakten . Schutzrecht DE102013214361 Offenlegungsschrift (29.01.2015)
  - Manhart, Michael ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Dörfler, Arnd: Fast Adaptive Regularization for Perfusion Parameter Computation . In: Handels, H ; Deserno, TM ; Meinzer, HP ; Tolxdorff, T (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin (BVM 2015 Lübeck 17.03.2015). 2015, S. 311-316.
  - Meinzer, Stefan ; Prenninger, Johann ; Vesel, Patrick ; Kornhuber, Johannes ; Volmer, Judith ; Hornegger, Joachim ; Eskofier, Björn: Translating satisfaction determination from health care to the automotive industry . In: Service Business 06 (2015), Nr. 0, S. 1-35
  - Meng, Wu ; Müller, Kerstin ; Marks, Michael P. ; Fahrig, Rebecca: Evaluation of two-pass view aliasing artifact suppression algorithm using clinical data . In: Jaffray, David A. (Hrsg.) : World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, June 7-12, 2015, Toronto, Canada (World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, June 7-12, 2015, Toronto, Canada Toronto 07.06-12.06.2015). 2015, S. pp.
  - Merklein, Marion ; Maier, Andreas ; Kinnstätter, Daniel ; Jaremenko, Christian ; Affronti, Emanuela: A new approach to the evaluation of forming limits in sheet metal forming . In: Key Engineering Materials 639 (2015), Nr. 0, S. 333-338
  - Mohr, Maurice ; Nann, Marius ; von Tschärner, Vinzenz ; Eskofier, Björn ; Nigg, Benno: Task-Dependent Intermuscular Motor Unit Synchronization between Medial and Lateral Vastii Muscles during Dynamic and Isometric Squats . In: PLoS ONE 10 (2015), Nr. 11, S. e0142048

- Mollero, Roch ; Neumann, Dominik ; Rohe, Marc-Michel ; Datar, Manasi ; Lombaert, Herve ; Ayache, Nicholas ; Comaniciu, Dorin ; Ecabert, Olivier ; Chinalli, Marcello ; Rinelli, Gabriele ; Pennec, Xavier ; Sermesant, Maxime ; Mansi, Tommaso: Propagation of Myocardial Fibre Architecture Uncertainty on Electromechanical Model Parameter Estimation: A Case Study . In: van Assen, Hans ; Bovendeerd, Peter ; Delhaas, Tammo (Hrsg.) : Functional Imaging and Modeling of the Heart (8th International Conference on Functional Imaging and Modeling of the Heart Maastricht 25.07.2015). Berlin : Springer International Publishing, 2015, S. 448-456. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 9126) - ISBN 978-3-319-20308-9
- Möller, Sebastian ; Ney, Hermann ; Möbius, Bernd ; Nöth, Elmar ; Steidl, Stefan (Hrsg.): INTERSPEECH 2015 – Speech Beyond Speech, Towards a better understanding of the most important biosignal, Abstracts . (INTERSPEECH 2015 – 16th Annual Conference of the International Speech Communication Association (ISCA) Dresden, Germany 06.10.2015) 2015
- Müller, Kerstin ; Berger, Martin ; Choi, Jang-Hwan ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca: Automatic Motion Estimation and Compensation Framework for Weight-bearing C-arm CT scans using Fiducial Markers . In: Jaffray, David A. (Hrsg.) : IFMBE Proceedings (World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, June 7-12, 2015, Toronto, Canada Toronto, Canada 07.06-12.06.2015). 51. Aufl. 2015, S. 58-61. - ISBN 978-3-319-19387-8
- Müller, Kerstin ; Berger, Martin ; Choi, Jang-Hwan ; Datta, Sanjit ; Gehrisch, Sonja ; Moore, Teri ; Marks, Michael P. ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca: Fully Automatic Head Motion Correction for Interventional C-arm Systems using Fiducial Markers . In: Michael King, Stephen Glick, and Klaus Mueller (Hrsg.) : Proceedings of the 13th Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (Fully3D) Newport, RI, USA 31.05.-04.06.2015). 2015, S. 534-537.
- Neumann, Dominik ; Grbic, Sasa ; John, Matthias ; Navab, Nassir ; Hornegger, Joachim ; Ionasec, Razvan: Probabilistic Sparse Matching for Robust 3D/3D Fusion in Minimally Invasive Surgery . In: IEEE Transactions on Medical Imaging (TMI) 34 (2015), Nr. 1, S. 49-60
- Neumann, Dominik ; Mansi, Tommaso ; Itu, Lucian ; Georgescu, Bogdan ; Kayvanpour, Elham ; Sedaghat-Hamedani, Farbod ; Haas, Jan ; Katus, Hugo ; Meder, Benjamin ; Steidl, Stefan ; Hornegger, Joachim ; Comaniciu, Dorin: Vito - A Generic Agent for Multi-physics Model Personalization: Application to Heart

- Modeling . In: Navab, Nassir ; Hornegger, Joachim ; Wells, William ; Frangi, Alejandro (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015 (18th International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention Munich 06.09.2015). Berlin : Springer International Publishing, 2015, S. 442-449. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 9350)
- Noack, Thilo ; Mukherjee, Chirojit ; Ionasec, Razvan ; Voigt, Ingmar ; Kiefer, Philip ; Emrich, Frank ; Vollroth, Marcel ; Ender, Jörg ; Mohr, Friedrich ; Seeburger, Jörg: Four-Dimensional Modeling Of The Mitral Valve By Real-Time 3-Dimensional Transesophageal Echocardiography - Ready For Clinical Routine? In: American Association for Thoracic Surgery (Hrsg.) : AATS Mitral Conclave 2015 (Mitral Conclave 2015 New York, USA April 23-24, 2015). 2015, S. n/a.
  - Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Belalcázar-Bolaños, Elkyn Alexander ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Skodda, Sabine ; Rusz, Jan ; Daqrouq, Khaled ; Hönig, Florian ; Nöth, Elmar: Chracterization methods for the detection of multiple voice disorders: neurological, functional, and organic diseases . In: IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics (2015), Nr. 1, S. 1-9
  - Pasluosta, Cristian ; Gassner, Heiko ; Winkler, Juergen ; Juergen Klucken ; Eskofier, Björn: An Emerging Era in the Management of Parkinson’s Disease: Wearable Technologies and the Internet of Things . In: IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics (2015), Nr. 9, S. 1873-1881
  - Pasluosta, Cristian ; Barth, Jens ; Gassner, Heiko ; Klucken, Jochen ; Eskofier, Björn: Pull test estimation in Parkinson’s disease patients using wearable sensor technology . In: Sergio Cerutti and Paolo Bonato (Hrsg.) : 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Milano, Italy 25.08.2015). 2015, S. 3109-3112.
  - Preuhs, Alexander ; Berger, Martin ; Xia, Yan ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: Over-Exposure Correction in CT Using Optimization-Based Multiple Cylinder Fitting . In: Handels, H., Deserno, Th.M., Meinzer, H.-P., Tolxdorff, Th. (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 15.-17.03.2015). 2015, S. 35-40.
  - Rampp, Alexander ; Barth, Jens ; Schuelein, Samuel ; Gassmann, Karl-Guenter ; Klucken, Jochen ; Eskofier, Björn: Inertial Sensor-Based Stride Parameter Calculation from Gait Sequences in Geriatric Patients . In: IEEE Transactions on Biomedical Engineering 62 (2015), Nr. 4, S. 1089-1097

- Reiml, Sabrina ; Pfister, Marcus ; Toth, Daniel ; Maier, Andreas ; Hoffmann, Matthias ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: Automatic Detection of Stent Graft Markers in 2-D Fluoroscopy Images . In: Simone Balocco ; Maria A. Zulua-ga ; Guillaume Zahnd ; Su-Lin Lee (Hrsg.) : Joint MICCAI workshop on Computing and Visualisation for Intravascular Imaging and Computer-Assisted Stenting (Joint MICCAI workshop on Computing and Visualisation for Intravascular Imaging and Computer-Assisted Stenting München 5.10.2015). 2015, S. 34-41.
- Richer, Robert ; Maiwald, Tim ; Pasluosta, Cristian ; Hensel, Bernhard ; Eskofier, Björn: Novel Human Computer Interaction Principles for Cardiac Feedback using Google Glass and Android Wear . In: Jeffrey Palmer, Reed Hoyt (Hrsg.) : IEEE 12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (IEEE 12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks Boston, USA 09.06.2015). 2015, S. 1-6.
- Riess, Christian ; Mohamed, Ashraf ; Hinshaw, Waldo ; Fahrig, Rebecca: On Fil-tration for High-Energy Phase-Contrast X-ray Imaging . In: SPIE (Hrsg.) : Pro-ceedings of the SPIE 9412 (Medical Imaging 2015: Physics of Medical Imaging Orlando, FL, USA 18.03.2015). Bd. 9412. 2015, S. 941251-7.
- Ring, Matthias ; Eskofier, Björn: Data Mining in the U.S. National Toxicology Program (NTP) Database Reveals a Potential Bias Regarding Liver Tumors in Ro-dents Irrespective of the Test Agent . In: PLoS ONE 10 (2015), Nr. 2, S. e0116488
- Ring, Matthias ; Eskofier, Björn: Optimal feature selection for nonlinear da-ta using branch-and-bound in kernel space . In: Pattern Recognition Letters 68 (2015), Nr. 0, S. 56-62
- Sanders, James ; Vija, A. H. ; Kuwert, T. ; Ritt, P.: Effect of Data-Driven Respiratory Gating on Radioactivity Quantification in Liver Lesions for Pre-Radioembolization Tc-99m-MAA SPECT/CT . In: EANM (Hrsg.) : 28th An-nual EANM Congress of the European Association of Nuclear Medicine 2015 (European Association of Nuclear Medicine Annual Meeting Hamburg, Germany 10.-14.10.2016). Bd. 42. EJNMMI : Springer, 2015, S. S137.
- Sanders, James ; Kuwert, T. ; Ritt, P.: In vivo validation of quantitative SPECT/CT imaging with Lu-177 . In: DGN (Hrsg.) : Kongressausgabe 52. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin (Deutsche Gesellschaft für Nuklear-medizin Jahrestagung Hannover, Germany). Bd. 54, 2. Aufl. Nuklearmedizin : Schattauer, 2015, S. A86.
- Schuller, Björn ; Steidl, Stefan ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar ; Vinciarelli, Ales-sandro ; Burkhardt, Felix ; van Son, Rob ; Weninger, Felix ; Eyben, Florian ; Boc-klet, Tobias ; Mohammadi, Gelareh ; Weiss, Benjamin: A survey on perceived

- speaker traits: Personality, likability, pathology, and the first challenge . In: *Computer Speech & Language* 29 (2015), Nr. 1, S. 100-131
- Schuller, Björn ; Steidl, Stefan ; Batliner, Anton ; Vinciarelli, Alessandro ; Burkhardt, Felix ; van Son, Rob: Introduction to the Special Issue on Next Generation Computational Paralinguistics (Editorial) . In: *Computer Speech & Language* 29 (2015), Nr. 1, S. 98-99
  - Schuller, Björn ; Steidl, Stefan ; Batliner, Anton ; Hantke, Simone ; Hönig, Florian ; Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Nöth, Elmar ; Zhang, Yue ; Weninger, Felix: The INTERSPEECH 2015 Computational Paralinguistics Challenge: Nativeness, Parkinson's & Eating Condition . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings of the 16th Annual Conference of the International Speech Communication Association (INTERSPEECH 2015) (INTERSPEECH 2015 - 16th Annual Conference of the International Speech Communication Association (ISCA) Dresden, Germany 06.10.2015). 2015, S. 478-482.
  - Schönke, Daniel ; Lietzmann, Florian ; Maier, Andreas ; Schad, Lothar R.: Evaluation of geometry and size dependence for a polynomial water precorrection approach in C-arm computed tomography . In: European Society of Radiology (Hrsg.) : ECR 2015 Book of Abstracts - C - Scientific and Educational Exhibits (European Congress of Radiology Vienna, Austria 4.3-8.3). Berlin, Heidelberg : Springer, 2015, S. no pagination.
  - Sindel, Aline ; Bögel, Marco ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca ; Hornegger, Joachim ; Dörfler, Arnd: Respiratory Motion Compensation for C-arm CT Liver Imaging . In: Handels, Heinz ; Deserno, Thomas ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2015 (Workshop Bildverarbeitung für die Medizin 2015 Lübeck 15.-17.03.2015). 2015, S. 221-226. - ISBN 978-3-662-46223-2
  - Steidl, Stefan ; Batliner, Anton ; Jokisch, Oliver (Hrsg.): SLaTE 2015 – Workshop on Speech and Language Technology in Education, September 4–5, 2015, Leipzig, Proceedings . (SLaTE 2015 – Workshop on Speech and Language Technology in Education Leipzig 04.09.2015) 2015. - 206 Seiten.
  - Struffert, Tobias ; Deuerling-Zheng, Yu ; Kloska, Stephan ; Engelhorn, Tobias ; Lange, Stefan ; Mennecke, Angelika ; Manhart, Michael ; Strother, Charles ; Schwab, Stefan ; Dörfler, Arnd: Dynamic Angiography and Perfusion Imaging Using Flat Detector CT in the Angiography Suite: A Pilot Study in Patients with Acute Middle Cerebral Artery Occlusions . In: *American Journal of Neuroradiology* 10 (2015), Nr. 36, S. 1964-1970

- Toth, Daniel ; Pfister, Marcus ; Maier, Andreas ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: Adaption of 3D Models to 2D X-Ray Images during Endovascular Abdominal Aneurysm Repair . In: Navab, Nassir ; Hornegger, Joachim ; Wells, William ; Frangi, Alex (Hrsg.) : Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015 (Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015 München 5.10-9.10.). Bd. 9349, 1. Aufl. Berlin, Heidelberg : Springer, 2015, S. 339-346. - ISBN 978-3-319-24552-2
- Unberath, Mathias ; Maier, Andreas ; Fleischmann, Dominik ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: Comparative Evaluation of Two Registration-based Segmentation Algorithms: Application to Whole Heart Segmentation in CT . In: Steffen Leonhardt (Hrsg.) : Proceedings of the GRC (11th German-Russian Conference on Biomedical Engineering Aachen, Germany 17-19.6.2015). 2015, S. 5-8.
- Unberath, Mathias ; Choi, Jang-Hwan ; Berger, Martin ; Maier, Andreas ; Fahrig, Rebecca: Image-based Compensation for Involuntary Motion in Weight-bearing C-arm Cone-beam CT Scanning of Knees . In: David Manning, Steven C. Horii (Hrsg.) : Proc. SPIE Medical Imaging 2015 (SPIE Medical Imaging 2015 Orlando, FL 21-26.2.2015). Bd. 9413. 2015, S. 94130D-7.
- Unberath, Mathias ; Maier, Andreas ; Fleischmann, Dominik ; Hornegger, Joachim ; Fahrig, Rebecca: Open-source 4D Statistical Shape Model of the Heart for X-ray Projection Imaging . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of the ISBI (Biomedical Imaging, 2015 IEEE 12th International Symposium on Brooklyn, NY 16-19.4.2015). 2015, S. 739-742.
- Vásquez-Correa, Juan Camilo ; Orozco-Arroyave, Juan Rafael ; Arias-Londoño, Julián David ; Vargas-Bonilla, Jesús Francisco ; Avendaño, Luis David ; Nöth, Elmar: Time Dependent ARMA for Automatic Recognition of Fear-Type Emotions in Speech . In: Kral, Pavel ; Matousek, Vaclav (Hrsg.) : Proc. Text, Speech and Dialogue; 18th International Conference, TSD 2015 (Text, Speech and Dialogue; 18th International Conference, TSD 2015 Pilsen, Czech Republic 14.-17.09.2015). Berlin : Springer, 2015, S. 96-104. (LNAI Bd. 9302)
- Wang, Guohe ; Zhang, Bin ; Ding, Yichen ; He, Yun ; Chen, Jingsong ; Lu, Yanye ; Jiang, Xiaoyun ; Shi, Junwei ; Bai, Jing ; Ren, Qiushi ; Li, Changhui: A modularly designed fluorescence molecular tomography system for multi-modality imaging . In: Journal of X-Ray Science and Technology 23 (2015), Nr. 2, S. 147-156
- Wetzl, Jens ; Schmidt, Michaela ; Zenge, Michael O. ; Lugauer, Felix ; Lazar, Laszlo ; Nadar, Mariappan ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Forman, Christoph: Isotropic 3-D CINE Imaging with Sub-2mm Resolution in a Single Breath-Hold . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) :

Proceedings of the 23rd Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2015) (23rd Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2015) Toronto, Canada 30.5.-5.6.2015). 2015, S. 1011.

- Wetzl, Jens ; Forman, Christoph ; Maier, Andreas ; Hornegger, Joachim ; Zenge, Michael O.: Prediction of the Benefit of Motion-Compensated Reconstruction for Whole-Heart Coronary MRI . In: International Society for Magnetic Resonance in Medicine (Hrsg.) : Proceedings of the 23rd Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2015) (23rd Annual Meeting of the ISMRM (ISMRM 2015) Toronto, Canada 30.5.-5.6.2015). 2015, S. 4523.
- Wu, Meng ; Maier, Andreas ; Yang, Qiao ; Fahrig, Rebecca: A Novel Filtered Backprojection-Based Algorithm for Sparse View CT Image Reconstruction . In: Fully 3D (Hrsg.) : The 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (The 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine New Port, Rhode Island, US 31.5-4.6). 2015, S. 202-205.
- Wu, Meng ; Maier, Andreas ; Yang, Qiao ; Fahrig, Rebecca: Improve Path Seeking Accuracy for Iterative Reconstruction Using the Karush-Kuhn-Tucker Conditions . In: Fully 3D (Hrsg.) : The 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (The 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine New Port, Rhode Island, US 31.5-4.6). 2015, S. 248-251.
- Xia, Yan ; Bauer, Sebastian ; Maier, Andreas ; Berger, Martin ; Hornegger, Joachim: Patient-bounded extrapolation using low-dose priors for volume-of-interest imaging in C-arm CT . In: Medical Physics 42 (2015), Nr. 4, S. 1787-1796
- Yu, Zhicong ; Maier, Andreas ; Lauritsch, Guenter ; Vogt, Florian ; Schoenborn, Manfred ; Koehler, Christoph ; Hornegger, Joachim ; Noo, Frederic: Axially Extended-Volume C-Arm CT Using a Reverse Helical Trajectory in the Interventional Room . In: IEEE Transactions on Medical Imaging 1 (2015), Nr. 34, S. 203-215
- Zhong, Xia ; Hoffmann, Matthias ; Strobel, Norbert ; Maier, Andreas: Semi-Automatic Basket Catheter Reconstruction from Two X-Ray Views . In: Gall, Jürgen ; Gehler, Peter ; Leibe, Bastian (Hrsg.) : Pattern Recognition (37th German Conference on Pattern Recognition (GCPR 2015) Aachen October 7–10, 2015). Berlin : Springer International Publishing, 2015, S. 379-389. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 9358) - ISBN 978-3-319-24946-9

- Zhou, Kun ; Xie, Zhaoheng ; Lu, Yanye ; Yang, Kun ; Ren, Qiushi: A novel scatter correction method for Cone Beam Computed Tomography . In: Fully3D 2015 (Hrsg.) : The 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine (Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Newport, Rhode Island, USA 31.05-04.06, 2015). Newport, Rhode Island, USA : Fully3D 2015, 2015, S. 437-439.

## 8.8 Studien- und Abschlussarbeiten

- Master Thesis: Bike geometry optimization in cycling biomechanics. Bearbeiter: Nina Aures (beendet am 12.01.2015); Betreuer: Felix Hebenstreit, M. Sc.; Matthias Ring, M. Sc.; Prof. Dr. Dr. Matthias Lochmann; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Intuitive and Smart Editing of Three-Dimensional Geometrical Heart Valve Models from Cardiac CT Data. Bearbeiter: Felix Lades (beendet am 23.01.2015); Betreuer: Dr.-Ing. Stefan Steidl; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Investigation of Single Photon Emission-Computed Tomography Acquired on Helical Trajectories. Bearbeiter: Oppelt Maximilian (beendet am 01.02.2015); Betreuer: James Sanders, M. Sc.; Prof. Dr. med. Torsten Kuwert; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Tracking of Salient Structures in X-Ray Fluoroscopy Sequences. Bearbeiter: Julia Huck (beendet am 02.02.2015); Betreuer: Peter Fischer, M. Sc.; Jian Wang, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Automatical Detection of Stent Graft Markers in 2D Fluoroscopy Images. Bearbeiter: Reiml Sabrina (beendet am 06.02.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl.-Inf. Matthias Hoffmann
- Bachelor Thesis: Implementation and Evaluation of a mobile VNC Client with Multitouch Transfer and Gesture Recognition System using the Android SDK. Bearbeiter: Richard Haus (beendet am 16.02.2015); Betreuer: Dr.-Ing. Stefan Steidl; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Mario Amrehn, M. Sc.
- Bachelor Thesis: Novel human computer interaction concepts for cardiac feedback using Google glass and Android wear. Bearbeiter: Robert Richer (beendet am 16.02.2015); Betreuer: Prof. Dr. Bernhard Hensel; PD Dr. med. Christian Stumpf; Prof. Dr. Björn Eskofier

- Master Thesis: Using M-lines for theoretically exact image reconstruction from cone-beam data of an ellipse-line ellipse trajectory. Bearbeiter: Zijia Guo (beendet am 25.02.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Adaption of 3D Models to 2D X-Ray Images: Optimization and Validation. Bearbeiter: Daniel Toth (beendet am 27.02.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Algorithmische Reduktion von Bewegungsartefakten in der Computertomographie. Bearbeiter: Lena Friedrich (beendet am 02.03.2015); Betreuer: André Aichert, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Efficient Deep Learning Architectures for 3D-4D Medical Image Analysis. Bearbeiter: Florin Cristian Ghesu (beendet am 02.03.2015); Betreuer: Dominik Neumann, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Ein wissensbasiertes dreidimensionales Formmodell für die automatische Nierensegmentierung aus CT-Datensätzen in der Strahlentherapieplanung. Bearbeiter: Rimon Saffoury (beendet am 02.03.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Dr.-Ing. Stefan Steidl; Dr.-Ing. Philipp Ritt; Oliver Taubmann, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Mathias Unberath, M. Sc.
- Master Thesis: Vehicle Odometry from Environment Sensors. Bearbeiter: Sindy Strauß (beendet am 02.03.2015); Betreuer: Christoph Seeger, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Design and Implementation of Scheduling Algorithms for Absences. Bearbeiter: Christoph Klöcker (beendet am 26.03.2015); Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Peter Wilke
- Bachelor Thesis: Boundary Detection of Cryo-Balloon Catheter. Bearbeiter: Alexandra Höfer (beendet am 01.04.2015); Betreuer: Dipl.-Inf. Matthias Hoffmann; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Automatic camera control in sports. Bearbeiter: Philipp Schlieper (beendet am 07.04.2015); Betreuer: Thomas Kautz, M. Sc.; Dipl.-Ing. Benjamin Groh; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: A Multi-Surrogate Approach to Dense 3D Respiratory Motion Field Estimation for Radiotherapy Treatment Planning. Bearbeiter: Tobias Geimer (beendet am 04.05.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier;

Oliver Taubmann, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Prof. Dr. rer. nat. Christoph Bert; Mathias Unberath, M. Sc.

- Bachelor Thesis: Recognition of Human Gait Using a Single Inertial- Magnetic Measurement Unit and Gait Specific Motion Models. Bearbeiter: Martin Ullrich (beendet am 04.05.2015); Betreuer: Dipl.-Phys. Heike Leutheuser; Prof. Dr. Dr. Matthias Lochmann; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Bachelor Thesis: Robot-Assisted Automatic Camera Calibration. Bearbeiter: Sava Savchev (beendet am 04.05.2015); Betreuer: Dipl.-Ing. Peter Fürsattel; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Implementation and Validation of KinTrak Functions for Analyzing Biomechanical Data. Bearbeiter: Lina Felsner (beendet am 07.05.2015); Betreuer: Felix Hebenstreit, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Parallel Transmit Method for the Reduction of Susceptibility-Induced Signal Loss in Gradient-Echo MRI. Bearbeiter: Florian Schnabel (beendet am 07.05.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Segmentation of Left Ventricular Anatomy in 3-D LGE MRI. Bearbeiter: Tanja Kuzendorfer (beendet am 28.05.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Implementation and Evaluation of a Semi-Automatic Tumor Segmentation Method. Bearbeiter: Jens Glasbrenner (beendet am 01.06.2015); Betreuer: Mario Amrehn, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Implementation of an Android App for the Automated Recording of Go Games by Tracking Their State. Bearbeiter: Tilman Adler (beendet am 01.06.2015); Betreuer: Dipl.-Inf. Vincent Christlein; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Measuring ambulatory gait dysfunction in multiple sclerosis patients using inertial sensors. Bearbeiter: Cécilia Oberndorfer (beendet am 01.06.2015); Betreuer: Dipl.-Ing. Jens Barth; PD Dr. Jochen Klucken; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Bachelor Thesis: IMU-based Determination and Analysis of Biomechanical Parameters in Scuba Diving. Bearbeiter: Tobias Cibis (beendet am 03.06.2015); Betreuer: Dipl.-Ing. Benjamin Groh; Prof. Dr. Björn Eskofier

- Bachelor Thesis: Automated lung segmentation and tissue classification in CT images. Bearbeiter: Jonas Denck (beendet am 15.07.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Dr.-Ing. Stefan Steidl
- Master Thesis: Analysis of Resting State Functional MRI in Major Depressive Disorder. Bearbeiter: Katharina Breininger (beendet am 03.08.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Klaus Sembritzki, M. Sc.
- Master Thesis: Investigation and Evaluation on Robust 2D/3D Image Registration using Gradient-Based Similarity Measures. Bearbeiter: Roman Schaffert (beendet am 03.08.2015); Betreuer: Jian Wang, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: IMMU-based Stroke Detection in Table Tennis. Bearbeiter: Julian Hoßbach (beendet am 05.08.2015); Betreuer: Dipl.-Ing. Peter Blank; Dipl.-Ing. Dominik Schuldhuis; Prof. Dr. Dr. Matthias Lochmann; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Semi-Automatic FIRMap Basket Catheter Detection and Localization. Bearbeiter: Xia Zhong (beendet am 17.08.2015); Betreuer: Dipl.-Inf. Matthias Hoffmann; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Evaluation of Different Approaches for Multi-Dimensional Optimization of Strongly Cross-Correlated Parameters for Computed Tomography Image Reconstruction. Bearbeiter: Hawzhin Hozhabr Pour (beendet am 28.08.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr. Michael Stingl
- Master Thesis: Joint Calibration among RGB, RI, and X-ray Sensors. Bearbeiter: Yirui Jiang (beendet am 01.09.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; PD Dr.-Ing. habil. Alexander Kölpin, Akad. ORat; Tobias Geimer, M. Sc.; Dipl.-Ing. Peter Fürsattel; Prof. Dr. rer. nat. Christoph Bert
- Master Thesis: Scatter Correction Method for C-Arm CT using Primary Modulation. Bearbeiter: Bastian Bier (beendet am 01.09.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Bachelor Thesis: Extraction of the P Wave for Arrhythmia Detection. Bearbeiter: Katharina Aholt (beendet am 22.09.2015); Betreuer: Dipl.-Phys. Heike Leutheuser; Stefan Gradl, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier; Dr. med. Lars Anneken; Dr. med. Martin Arnold

- Master Thesis: CT Image Analysis for the Production of Radiation Therapy Head and Neck Masks with 3D Printing. Bearbeiter: Shuqing Chen (beendet am 26.09.2015); Betreuer: Yanye Lu, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Bachelor Thesis: Evaluation and Improvement of the Ring Correction Algorithm in Postprocessing of Reconstructed C-arm CT Volumes. Bearbeiter: Petra Dorn (beendet am 28.09.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Master Thesis: Investigation of methods for enlarging the lateral field-of-view of a C-arm CT 3D Scan. Bearbeiter: Daniel Stromer (beendet am 29.09.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Mario Amrehn, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Bachelor Thesis: Automatic Assessment of Speaking Style for Stuttering Therapy. Bearbeiter: Lukas Forster (beendet am 01.10.2015); Betreuer: Dipl.-Inf. Florian Hönig; Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Juan Rafael Orozco-Arroyave, M. Sc.
- Master Thesis: Image quality improvement for ROI-filtered X-Ray Data. Bearbeiter: Reinhard Stadler (beendet am 01.10.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr. med. Stephan Achenbach
- Master Thesis: Reduction of metal artifacts in mobile C-arm cone-beam CT. Bearbeiter: Nadine Kuhnert (beendet am 01.10.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Advanced motion correction of functional MRI data with particular focus on the slice acquisition order. Bearbeiter: Anja Jäger (beendet am 15.10.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Prof. Dr. med. Arnd Dörfler
- Bachelor Thesis: Development of an Automated Training Plan Management Application for Smartphones. Bearbeiter: Kerstin Dück (beendet am 15.10.2015); Betreuer: Stefan Gradl, M. Sc.; Christine Martindale, M. Sc.; PD Dr. med. Christian Stumpf; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Bachelor Thesis: Development of an Algorithm for the Automatic Detection of Single Photovoltaic Modules in Infrared Images. Bearbeiter: Paul Ludwig Winkler (beendet am 17.10.2015); Betreuer: Sergiu Dotenco, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Bachelor Thesis: Development of an Algorithm for the Automatic Detection of Defects in Photovoltaic Modules Based on Infrared Images. Bearbeiter: Tobias

- Würzner (beendet am 22.10.2015); Betreuer: Sergiu Dotenco, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Bachelor Thesis: Video Labeling Tool for Sensor-based Gait Analysis. Bearbeiter: Ahmed Amri (beendet am 22.10.2015); Betreuer: Julius Hannink, M. Sc.; Dr. Cristian Pasluosta; Prof. Dr. Björn Eskofier
  - Master Thesis: Modelling the Errors of ToF Sensors. Bearbeiter: Siming Bayer (beendet am 29.10.2015); Betreuer: Dipl.-Ing. Peter Fürsattel; Dipl.-Ing. Simon Placht; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
  - Master Thesis: Evaluation of Machine Learning Algorithms for Outlier Detection in Clustered Code Fragments. Bearbeiter: James Wafula (beendet am 30.10.2015); Betreuer: Dipl.-Inf. Georg Dotzler; Matthias Ring, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier; Prof. Dr. Michael Philippsen
  - Bachelor Thesis: Fast Deformable Registration of Medical Images on the GPU. Bearbeiter: Simon Jordan (beendet am 30.10.2015); Betreuer: Jens Wetzl, M. Sc.; Oliver Taubmann, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
  - Bachelor Thesis: Joint Compressed Sensing Reconstruction and Image Compression in the Wavelet Domain. Bearbeiter: Mona Jopp (beendet am 02.11.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Jens Wetzl, M. Sc.; Felix Lugauer, M. Sc.; Dr.-Ing. Stefan Steidl; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein
  - Master Thesis: Object Classification using 3-D LiDar Point Clouds. Bearbeiter: Amir Pilehvar (beendet am 02.11.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
  - Bachelor Thesis: Development of a Closed-loop Treadmill-based Virtual Reality Environment using Wearable Sensors and the Google's Cardboard. Bearbeiter: Jonas Laake (beendet am 05.11.2015); Betreuer: Dr. Cristian Pasluosta; Felix Hebenstreit, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier
  - Master Thesis: Clustering von ähnlichen Code-Fragmenten. Bearbeiter: Patrick Kreutzer (beendet am 11.11.2015); Betreuer: Dipl.-Inf. Georg Dotzler; Matthias Ring, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier; Prof. Dr. Michael Philippsen
  - Bachelor Thesis: Design and Implementation of a Power Watershed based Image Segmentation Method for Hepatic Lesion Detection. Bearbeiter: Anna Werner (beendet am 20.11.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; Mario Amrehn, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein

- Master Thesis: Automatic Localization of Anatomical Landmarks on the Back Surface in 2.5D Images. Bearbeiter: Rohit Kamthe (beendet am 30.11.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. habil. Alexander Kölpin, Akad. ORat
- Master Thesis: Determination and Analysis of Fetal Movement using Inertial and Biopotential Sensors. Bearbeiter: Patrick Mullan (beendet am 01.12.2015); Betreuer: Stefan Gradl, M. Sc.; Prof. Dr. Björn Eskofier
- Bachelor Thesis: Development of a 4D Statistical Shape Model of the Coronary Arteries for Applications in X-Ray Projection Imaging. Bearbeiter: Eric Goppert (beendet am 01.12.2015); Betreuer: Mathias Unberath, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Development of a real-time stepping exergame using inertial and depth measurements for balance training of elderly people. Bearbeiter: Jennifer Maier (beendet am 01.12.2015); Betreuer: Prof. Dr. Björn Eskofier
- Master Thesis: Information content of a novel MR navigator relating to physiological activities. Bearbeiter: Lea Schröder (beendet am 01.12.2015); Betreuer: Jens Wetzl, M. Sc.; PD Dr.-Ing. Tino Haderlein; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier
- Master Thesis: Semi-Supervised Word Recognition using Embedded Attributes. Bearbeiter: Chengbiao Li (beendet am 15.12.2015); Betreuer: Dipl.-Inf. Vincent Christlein; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Tracking of acoustic resonances for temperature estimation in extreme environments. Bearbeiter: Omer Maqsood (beendet am 18.12.2015); Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. habil. Alexander Kölpin, Akad. ORat
- Master Thesis: Registration and motion propagation of dynamic cardiac MR images. Bearbeiter: Yigit Hidir Akgök (beendet am 22.12.2015); Betreuer: Jens Wetzl, M. Sc.; Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Maier

## 9 Professur für Informatik (Mustererkennung)

**Anschrift:** Martensstraße 3, 91058 Erlangen

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

**Fax:** +49 9131 303811

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

**Leitung:**

Prof. Dr.-Ing. Elmar Nöth

**Sekretariat:**

Iris Koppe

Kristina Müller

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

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

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

## 10 Lehrstuhl für Informatik 6 (Datenmanagement)

**Anschrift:** Martensstr. 3, 91058 Erlangen

**Tel.:** 09131/8527892

**Fax:** 09131/8528854

**E-Mail:** cs6-office@fau.de

**Leitung:**

Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener

**Professoren:**

Prof. Dr. Richard Lenz

Prof. Dr. Michael Tielemann

Prof. em. Dr. Hartmut Wedekind

**Sekretariat:**

Nadezda Jelani

**Wiss. Mitarbeiter:**

Dipl.-Inf. Philipp Baumgärtel

Dipl.-Inf. Gregor Endler

Dipl.-Inf. Johannes Held

Dipl.-Inf. Sebastian Herbst

Dipl.-Ing. Niko Pollner