

## 9 Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung)

**Anschrift:** Martensstrasse 3, 91058 Erlangen

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

**Fax:** +49 9131 303811

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

### **Leitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

### **Emeritus:**

Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

### **Sekretariat:**

Iris Koppe

Kristina Müller

### **Leitung Rechnersehen:**

Prof. Elli Angelopoulou

### **Rechnersehen:**

Prof. Elli Angelopoulou

Dipl.-Inf. Eva Eibenberger

Dipl.-Inf. Eva Kollorz

Andre Guilherme Linarth, M. Sc.

Dipl.-Inf. Christian Rieß

Stefan Soutschek, M. Sc.

### **Leitung Medizinische Bildverarbeitung:**

Dipl.-Inf. Marcus Prümmer

### **Medizinische Bildverarbeitung:**

Michael Balda, M. Sc.

Dipl.-Inf. Rüdiger Bock

Dipl.-Inf. Anja Borsdorf

Konstantin Chirkov, M. Sc.

Dipl.-Inf. Volker Daum

Dipl.-Inf. Johannes Feulner

Andreas Fieselmann, M. Sc.

Dipl.-Inf. Dieter Hahn

Dipl.-Inf. Hannes Hofmann

Dipl.-Ing. Kurt Höller

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hoppe

Dipl.-Inf. Florian Jäger

Benjamin Keck, M. Sc.

Dipl.-Inf. Markus Mayer

Dipl.-Inf. Jörg Meier  
Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne  
Dipl.-Inf. Marcus Prümmer  
Dipl.-Phys. Philipp Ritt  
Dipl.-Inf. Christian Schaller  
Dipl.-Inf. Konrad Sickel  
Dipl.-Inf. Martin Spiegel  
Michael Stürmer, M. Sc.  
Dipl.-Inf. Michael Wels  
Dipl.-Inf. Andreas Wimmer  
Dipl.-Ing. Johannes Zeintl  
**Leitung Digitaler Sport:**  
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Digitaler Sport:**  
Dipl.-Ing. Björn Eskofier  
**Leitung Sprachverarbeitung:**  
PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

**Sprachverarbeitung:**  
Dr. phil. Anton Batliner  
Dr.-Ing. Tino Haderlein  
Dipl.-Inf. Florian Hönig  
Dipl.-Inf. Andreas Maier  
PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.  
Dipl.-Inf. Werner Spiegl  
Dipl.-Inf. Stefan Steidl

**Lehrbeauftragte:**  
Dr. rer. nat. Björn Heismann  
Dr.-Ing. Markus Kowarschik  
Dipl.-Inf. Oliver Scholz  
Dr.-Ing. Thomas Wittenberg

**Nichtwiss. Personal:**  
Walter Fentze  
Iris Koppe  
Sebastian Korschowski  
Kristina Müller  
Friedrich Popp  
**Praktikanten:**  
Andreas Erzigkeit

Der Lehrstuhl für Mustererkennung (LME) ist Teil des Instituts für Informatik der

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Von 1975, dem Gründungsjahr des Lehrstuhls, bis September 2005 war Prof. Dr.-Ing. H. Niemann Lehrstuhlinhaber des LME. Im Oktober 2005 hat Prof. Dr.-Ing. J. Hornegger die Leitung des Lehrstuhls übernommen.

Das Ziel der Mustererkennung ist die Erforschung der mathematischen und technischen Aspekte der Perzeption von Umwelteindrücken durch digitale Rechensysteme. Die Umwelt wird dabei durch Sensoren erfasst - die gemessenen Werte bezeichnet man als Muster. Die automatische Transformation der gewonnenen Muster in symbolische Beschreibungen bildet den Kern der Mustererkennung. Ein Beispiel hierfür sind automatische Sprachdialogsysteme, bei denen ein Benutzer an ein System per natürlicher gesprochener Sprache Fragen stellt: Mit einem Mikrophon (Sensor) werden die Schallwellen (Umwelteintrücke) aufgenommen. Die Auswertung des Sprachsignals mit Hilfe von Methoden der Mustererkennung liefert dem System die notwendigen Informationen, um die Frage des Benutzers beantworten zu können. Die Mustererkennung befasst sich dabei mit allen Aspekten eines solchen Systems von der Akquisition der Daten, bis hin zur Repräsentation der Erkennungsergebnisse.

Die Anwendungsgebiete der Mustererkennung sind sehr breit gefächert und reichen von Industrieller Bildverarbeitung über Handschriftenerkennung, Medizinischer Bildverarbeitung, sprachverstehenden Systemen bis hin zu Problemlösungen in der Regelungstechnik. Die Forschungsaktivitäten am Lehrstuhl werden dabei in die vier Bereiche

- Rechnersehen
- Medizinische Bildverarbeitung
- Digitaler Sport
- Sprachverarbeitung

gegliedert, wobei der Anwendungsschwerpunkt im Bereich der Medizin liegt.

### **Rechnersehen**

Der Bereich Rechnersehen bearbeitet die Objektverfolgung, Objekterkennung und Objektrekonstruktion aus Kameradaten. Ein zentrales, darauf aufbauendes Thema ist die aktive Sensordatenauswahl. Dabei werden die informationstheoretisch optimalen Kameraaktionen für diese Probleme a priori geschätzt. Ein weiterer Punkt ist die plenoptische Modellierung von Objekten und die Integration dieser Daten in reale Aufnahmen mit dem Ziel der Erweiterten Realität. In der Objekterkennung werden aktuell erscheinungsbasierte, statistische Klassifikatoren mit Farb- und Kontextmodellierung untersucht.

## **Medizinische Bildverarbeitung**

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

## **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 Merkmalberechnung 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.

## 9.1 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
- 3D Objekterkennung
- Objektverfolgung
- Aktive Sensordatenverarbeitung
- 3D Rekonstruktion und Kamerakalibrierung
- Plenoptische Modellierung
- Erweiterte Realität
- Autonome, mobile Systeme
- Aktive unterstützende Systeme im Sport
- Ermüdungserkennung
- Mimik- und Gestik
- Bewertung von pathologischer Sprache

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

## 9.2 Forschungsrelevante apparative Ausstattung

- Mobiles System MOBSY mit aktivem Stereokamera-Kopf
- Drehteller und Schwenkarm zur Bildaufnahme
- Smartkom-Zelle
- Head-Mounted Display mit integriertem Stereokamera-System
- Pan-Tilt Einheiten
- Time-of-Flight Camera

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.

## 9.3 Kooperationsbeziehungen

- Charité Universitätsmedizin Berlin: Klinik und Hochschulambulanz für Radiologie und Nuklearmedizin <http://www.medizin.fu-berlin.de/radio/>
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz <http://www.dfki.de/web/index.de.html>
- Harvard University, USA: Department of Radiology at Brigham and Women's Hospital <http://brighamrad.harvard.edu/index.html>
- ITC-irst, Trento, Italia: Sistemi sensoriali interattivi (Interactive Sensory System Division) <http://ssi.itc.it/>
- LIMSI-CNRS, Orsay, France: Groupe Traitement du Langage Parlé (Spoken Language Processing Group) <http://www.limsi.fr/Scientifique/tlp/>

- LMU München: Institut für Phonetik und Sprachliche Kommunikation <http://www.phonetik.uni-muenchen.de/>
- Queen's University Belfast, UK: School of Psychology <http://www.psych.qub.ac.uk/>
- Stanford University, USA: Radiological Sciences Laboratory <http://rsl.stanford.edu/>
- Szegedi Tudományegyetem, Magyarország (University of Szeged, Hungary): Képfeldolgozás és Számítógépes Grafika Tanszék (Department of Image Processing and Computer Graphics) <http://www.inf.u-szeged.hu/tanszekek/kepfeldolgozasesszg/starten.xml>
- TU München: Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation <http://www.mmk.ei.tum.de/>
- Universität Bielefeld: Angewandte Informatik <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/ai/>, Neuroinformatik <http://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/ni/>
- Universität Bonn: Institut für Numerische Simulation <http://www.ins.uni-bonn.de/>
- Universität des Saarlandes: Lehrstuhl für Sprachsignalverarbeitung <http://www.lsv.uni-saarland.de/index.htm>
- Universität Jena: Lehrstuhl Digitale Bildverarbeitung <http://www.inf-cv.uni-jena.de/>
- Universität Koblenz-Landau: Institut für Computervisualistik <http://www.uni-koblenz.de/FB4/Institutes/ICV>
- Universität Mannheim: Bildverarbeitung, Mustererkennung und Computergrafik <http://www.cvgpr.uni-mannheim.de/>
- Universität Marburg: Diskrete Mathematik und Optimierung [http://www.mathematik.uni-marburg.de/forschung/arbeitsgebiete\\_mathe/diskret.php](http://www.mathematik.uni-marburg.de/forschung/arbeitsgebiete_mathe/diskret.php)
- Universitätsklinikum Erlangen: Nuklearmedizinische Klinik <http://www.nuklearmedizin.klinikum.uni-erlangen.de/>, Radiologisches Institut <http://www.idr.med.uni-erlangen.de/>, Medizinische Klinik 1 <http://www.medizin1.klinikum.uni-erlangen.de/> und 2 <http://www.medizin2.klinikum.uni-erlangen.de/>, Phoniatrie und Pädaudiologische Abteilung <http://www.phoniatrie.klinikum.uni-erlangen.de/>

- Universität Würzburg: Abteilung für Neuroradiologie,  
<http://www.neuroradiologie.uni-wuerzburg.de/>
- University of Utah, USA: Utah Center for Advanced Imaging Research  
<http://www.ucair.med.utah.edu/>

## 9.4 Wissenschaftliche Tagungen

- 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (2.-3.07.2007) <http://www5.informatik.uni-erlangen.de/Forschung/Publikationen/2007/Hornegger07-3RC.pdf>

## 9.5 Veröffentlichungsreihen

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

## 9.6 Forschungsprojekte

### 9.6.1 Aktive 3-D-Rekonstruktion

**Projektleitung:**

Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

**Beteiligte:**

Dipl.-Math. (FH) Stefan Wenhardt

**Stichwörter:**

3-D Rekonstruktion; Aktives Sehen; Rechnersehen

**Laufzeit:** 1.1.2004–31.5.2007

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

Der entwickelte Ansatz basiert auf einem erweiterten Kalman Filter. Dieses erlaubt zunächst die einfache Integration von Informationen aus neuen Bildern, um die bisherige Schätzung der Geometrie zu verbessern. Die Schätzung wird durch die Parameter einer multidimensionalen Normalverteilung repräsentiert. Der Erwartungswert ist dabei der optimale lineare Schätzwert, im Sinne des kleinsten quadratischen Fehlers. Die Kovarianz ist ein Maß für die Unsicherheit.

Mit Hilfe des Kalman Filters lässt sich zudem vorhersagen, wie sich die Integration eines neuen Bildes mit bestimmten Kameraparametern auf die Kovarianzmatrix auswirken wird, ohne tatsächlich das Bild aufnehmen zu müssen. Man kann also aufgrund der bisherigen Schätzung diejenige nächste Konfiguration von Kameraparametern bestimmen, die die Kovarianzmatrix möglichst "klein" werden lässt. Um die "Größe" der Matrix zu bestimmen, wurden zwei Kriterien getestet:

- D-Kriterium: Es lässt sich zeigen, dass die Determinante der Kovarianzmatrix einer Normalverteilung, bis auf konstante Terme, der Entropie entspricht. Minimierung der Determinante bedeutet dann Minimierung der Entropie und damit gleichzeitig eine Erhöhung des Informationsgehalts. Dieses Kriterium ist also informationstheoretisch motiviert.
- E-Kriterium: Die Kovarianzmatrix besitzt eine Blockdiagonalstruktur aus 3x3 Blöcken. Jeder Block repräsentiert die Unsicherheit eines 3-D-Punkts in die 3 Raumrichtungen. Der Eigenvektor, der mit dem größten Eigenwert korrespondiert, gibt die Richtung an, in der Schätzung der 3-D-Koordinaten eines Punkts am unsichersten ist. Das E-Kriterium wird aus der Summe der max. Eigenwerte über alle Blöcke berechnet. Es ist also geometrisch motiviert.

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

- Zur Positionierung der Kameras wurde ein Roboterarm verwendet. Das Bewegungsmodell dieses Arms muss berücksichtigt werden, um nur die Positionen zu analysieren, die tatsächlich erreichbar sind.
- Verdeckungen von Objektregionen durch das Objekt selbst müssen berücksichtigt werden. Die Selbstverdeckung kann sonst ein Bild für die 3-D-Rekonstruktion unbrauchbar machen, da evtl. die zu rekonstruierenden Punkte aufgrund der Selbstverdeckung nicht sichtbar sind. Durch die probabilistische Modellierung der Selbstverdeckung konnte diese Randbedingung in den wahrscheinlichkeitstheoretischen Kalman Filter Ansatz integriert werden.

Es konnte gezeigt werden, dass durch die aktive 3-D-Rekonstruktion das Rekonstruktionsergebnis gegenüber einer passiven, d. h. ohne Ansichtenplanung, stark verbessert

werden konnte, im Sinne einer höheren Rekonstruktionsgenauigkeit. Das geometrisch motivierte E-Kriterium war dabei dem D-Kriterium überlegen. Durch die Einführung der Verdeckungsmodellierung konnte nun auch bei nichtplanaren Objekten gute Ergebnisse erzielt werden.

## Publikationen

- Wenhardt, Stefan ; Denzler, Joachim ; Niemann, Heinrich: On Minimizing Errors in 3-D-Reconstruction for Stereo Camera Systems . In: Geppener, V.V. ; Gurevich, I.B. ; Ivanova, S.E. ; Nemirko, A.P. ; Niemann, Heinrich ; Puzankov, D.V. ; Trusova, Yu.O. ; Zhuravlev, Yu.I. (Hrsg.) : 7th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis 2004: New Information Technologies (7th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis 2004: New Information Technologies St. Petersburg, Russia). St. Petersburg : SPbETU, 2004, S. 562–565.
- Wenhardt, Stefan ; Deutsch, Benjamin ; Hornegger, Joachim ; Niemann, Heinrich ; Denzler, Joachim: An Information Theoretic Approach for Next Best View Planning in 3-D Reconstruction . In: Tang, Y.Y. ; Wang, S.P. ; Lorette, G. ; Yeung, D.S. ; Yan, H. (Hrsg.) : The 18th International Conference on Pattern Recognition (18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2006) Hong Kong 20 - 24 August, 2006). Bd. 1. Los Alamitos, California, Washington, Tokyo : IEEE Computer Society, 2006, S. 103-106. (IEEE Computer Society Order Number P2521) - ISBN 0-7695-2521-0

## 9.6.2 Atemgating

### Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

### Beteiligte:

Dipl.-Inf. Christian Schaller

Dr. Florian Höpfl

Peter Nix

### Stichwörter:

Atmung; Gating; 4D Rekonstruktion; Strahlentherapie

**Laufzeit:** 1.6.2007–1.6.2010

### Förderer:

International Max-Planck Research School for Optics and Imaging

Softgate GmbH

### Kontakt:



automatische Sprachanalyse

**Laufzeit:** 1.12.2006–30.11.2009

**Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

**Kontakt:**

PD Dr. med. Maria Schuster

Tel.: 09131-853 2612

Fax: 09131-853 9272

E-Mail: maria.schuster@uk-erlangen.de

Zur Bewertung von Sprechstörungen von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten fehlen bisher objektive, validierte und einfache Verfahren. Im klinischen Alltag werden Lautbildungsstörungen bisher üblicherweise durch eine subjektive, auditive Bewertung erfasst. Diese ist für die klinische und v.a. wissenschaftliche Nutzung nur bedingt geeignet. Die automatische Sprachanalyse, wie sie für Spracherkennungssysteme genutzt wird, hat sich bereits bei Stimmstörungen als objektive Methode der globalen Bewertung erwiesen, nämlich zur Quantifizierung der Verständlichkeit. Dies ließ sich in Vorarbeiten auch auf Sprachaufnahmen von Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten übertragen. In dem vorliegenden Projekt wird ein Verfahren zur automatischen Unterscheidung und Quantifizierung verschiedener typischer Lautbildungsstörung wie Hypernasalität, Verlagerung der Artikulation und Veränderung der Artikulationsspannung bei Kindern und Jugendlichen mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten entwickelt und validiert. Dies stellt die Basis für die Ermittlung ihres Einflusses auf die Verständlichkeit sowie zur Erfassung der Ergebnisqualität verschiedener therapeutischer Konzepte dar.

### **Publikationen**

- Maier, Andreas ; Nöth, Elmar ; Nkenke, Emeka ; Schuster, Maria: Automatic Assessment of Children's Speech with Cleft Lip and Palate . In: Erjavec, Tomaz ; Gros, Jerneja Zganec (Hrsg.) : Language Technologies, IS-LTC 2006 (Fifth Slovenian and First International Language Technologies Conference Ljubljana, Slovenia October 9 - 10, 2006). Bd. 1, 1. Aufl. Ljubljana, Slovenia : Informacijska Druzba (Information Society), 2006, S. 31-35.
- Maier, Andreas ; Haderlein, Tino ; Hacker, Christian ; Nöth, Elmar ; Rosanowski, Frank ; Eysholdt, Ulrich ; Schuster, Maria: Automatische internetbasierte Evaluation der Verständlichkeit . In: Gross, Manfred ; Kruse, Friedrich E. (Hrsg.) : Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 2006 (23. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie Heidelberg 15. - 17. September 2006). Bd. 14. Norderstedt : Books On Demand GmbH Norderstedt, 2006, S. 87-90. - ISBN 978-3-8334-6294-9

- Schuster, Maria ; Maier, Andreas ; Haderlein, Tino ; Nkenke, Emeka ; Wohlleben, Ulrike ; Rosanowski, Frank ; Eysholdt, Ulrich ; Nöth, Elmar: Evaluation of speech intelligibility for children with cleft lip and palate by means of automatic speech recognition . In: International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 70/2006 (2006), S. 1741-1747
- Maier, Andreas ; Hacker, Christian ; Nöth, Elmar ; Nkenke, Emeka ; Haderlein, Tino ; Rosanowski, Frank ; Schuster, Maria: Intelligibility of Children with Cleft Lip and Palate: Evaluation by Speech Recognition Techniques . In: Tang, Y.Y. ; Wang, S.P. ; Lorette, G. ; Yeung, D.S. ; Yan, H. (Hrsg.) : The 18th International Conference on Pattern Recognition (18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2006) Hong Kong 20 - 24 August, 2006). Bd. 4, 1. Aufl. Los Alamitos, California, Washington, Tokyo : IEEE Computer Society, 2006, S. 274-277. (IEEE Computer Society Order Number P2521) - ISBN 0-7695-2521-0
- Schuster, Maria ; Maier, Andreas ; Vogt, Beate ; Nöth, Elmar ; Nkenke, Emeka ; Holst, Alexandra ; Eysholdt, Ulrich ; Rosanowski, Frank: Objektive und automatische Ermittlung der Verständlichkeit von Kindern und Jugendlichen mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten . In: Gross, Manfred ; Kruse, Friedrich E. (Hrsg.) : Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 2006 (23. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie Heidelberg 15. - 17. September 2006). Bd. 14. Norderstedt : Books On Demand GmbH Norderstedt, 2006, S. 43-46. - ISBN 978-3-8334-6294-8
- Maier, Andreas: PEAKS - Programm zur Evaluation und Analyse Kindlicher Sprachstörungen - Bedienungsanleitung . Erlangen : FAU. 2006 (1). - Interner Bericht. 28 Seiten
- Nöth, Elmar ; Maier, Andreas ; Haderlein, Tino ; Riedhammer, Korbinian ; Rosanowski, Frank ; Schuster, Maria: Automatic Evaluation of Pathologic Speech - from Research to Routine Clinical Use . In: Matousek, Vaclav ; Mautner, Pavel (Hrsg.) : Text, Speech and Dialogue (10th International Conference, TSD 2007 Pilsen, Tschechien 3.-7.9.2007). Bd. 1, 1. Aufl. Berlin : Springer, 2007, S. 294-301. (Lecture Notes of Artificial Intelligence Bd. 4629) - ISBN 3-540-74627-7
- Maier, Andreas ; Nöth, Elmar ; Wohlleben, Ulrike ; Eysholdt, Ulrich ; Schuster, Maria: Automatische Bewertung der Nasalität von Kindersprache . In: Gross, M. ; Kruse, F. (Hrsg.) : Aktuelle phoniatische Aspekte (Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft fuer Phoniatrie und Paedaudiologie Innsbruck, Oesterreich 28.-30.9.2007). Bd. 15, 1. Aufl. Norderstedt : Books on Demand GmbH, 2007, S. 74-76. - ISBN 978-3-8334-8578-7

- Maier, Andreas ; Haderlein, Tino ; Schuster, Maria ; Nkenke, Emeka ; Nöth, Elmar: Intelligibility is more than a single Word: Quantification of Speech Intelligibility by ASR and Prosody . In: Matousek, Vaclav ; Mautner, Pavel (Hrsg.) : Text, Speech and Dialogue (10th International Conference, TSD 2007 Pilsen, Tschechien 3.-7.9.2007). Bd. 1, 1. Aufl. Berlin : Springer, 2007, S. 278-285. (Lecture Notes of Artificial Intelligence Bd. 4629) - ISBN 3-540-74627-7
- Vogt, Beate ; Maier, Andreas ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar ; Nkenke, Emeka ; Eysholdt, Ulrich ; Schuster, Maria: Numerische Quantifizierung der Verständlichkeit von Schulkindern mit isolierter und kombinierter Gaumenspalte . In: HNO 55 (2007), Nr. 11, S. 891-898
- Maier, Andreas ; Haderlein, Tino ; Schuster, Maria ; Nöth, Elmar: PEAKS-A Platform for Evaluation and Analysis of all Kinds of Speech Disorders . In: CD-Rom (Hrsg.) : Proc. 41st Annual Meeting of the Society for Biomedical Technologies of the Association for Electrical, Electronic & Information Technologies (BMT 2007) (41st Annual Meeting of the Society for Biomedical Technologies of the Association for Electrical, Electronic & Information Technologies (BMT 2007) Aachen 26.-29.9.2007). Bd. 1, 1. Aufl. Berlin, New York : de Gruyter, 2007, S. no pagination.
- Bocklet, Tobias ; Maier, Andreas ; Nöth, Elmar: Text-independent Speaker Identification using Temporal Patterns . In: Matousek, Vaclav ; Mautner, Pavel (Hrsg.) : Text, Speech and Dialogue (10th International Conference, TSD 2007 Pilsen, Tschechien 3.-7.9.2007). Bd. 1, 1. Aufl. Berlin : Springer, 2007, S. 318-325. (Lecture Notes of Artificial Intelligence Bd. 4629) - ISBN 3-540-74627-7

#### **9.6.4 Automatische, objektive Analyse von Sprechstörungen von Patienten mit Plattenepithelkarzinomen der Mundhöhle**

##### **Projektleitung:**

PD Dr. med. Maria Schuster

PD Dr. med. Dr. med. dent. Emeka Nkenke

##### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Andreas Maier

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

##### **Stichwörter:**

Automatische Bewertung; Objektive Bewertung; Sprechstörungen;  
Plattenepithelkarzinomen

**Laufzeit:** 1.8.2006–30.11.2006

**Förderer:**

ELAN-Fonds

**Kontakt:**

PD Dr. med. Maria Schuster

Tel.: 09131-853 2612

Fax: 09131-853 9272

E-Mail: maria.schuster@uk-erlangen.de

Plattenepithelkarzinome der Mundhöhle zählen zu den zehn häufigsten malignen Erkrankungen des Menschen. Sie werden multimodal mit chirurgischen, radio- und chemotherapeutischen Verfahren behandelt. Die in der Folge der Behandlung entstehenden morphologischen Veränderungen bedingen funktionelle Einschränkungen, die neben der Nahrungsaufnahme vor allem das Sprechen betreffen. Bisher existiert keine vom Untersucher unabhängige Methode, die es erlaubt, Art und Ausmaß einer Sprechstörung objektiv und reproduzierbar zu quantifizieren. So gibt es kein verlässliches Maß für die Bewertung der Qualität des Sprechens nach der Therapie von Plattenepithelkarzinomen der Mundhöhle. Die Grundlage für die Indikationsstellung für eine bestimmte Variante der multimodalen Therapie und die Kontrolle des Therapieerfolges in Bezug auf das Sprechvermögens basiert daher bisher nicht auf objektiven und vergleichbaren Messungen. Im beantragten Projekt wird diese diagnostische Lücke durch die Etablierung eines standardisierten und objektiven Verfahrens mit Methoden der automatischen Spracherkennung geschlossen.

### 9.6.5 Bedienkonzept Nächste Generation

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Eva Kollorz

Giesler, B.

Barke, A.

**Stichwörter:**

Handgestenerkennung; PMD-Kamera; Segmentierung; Klassifizierung;  
Tracking

**Laufzeit:** 5.3.2007–31.8.2007

**Förderer:**

Audi Electronics Venture GmbH

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Eva Kollorz

Tel.: +49 9131 85 27894

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: Eva.Kollorz@informatik.uni-erlangen.de

Bedienkonzepte spielen in der heutigen Zeit eine immer wichtiger werdende Rolle. Für die Bedienung gibt es einige gängige Möglichkeiten, wie z.B. Sprache oder Gesten. Jede dieser Möglichkeiten hat ihre Vor- und Nachteile. In diesem Projekt wird untersucht, wie genau man die Position der Hand mit Hilfe einer sogenannten PMD-Kamera (Photomischdetektoren, Photonic Mixer Device) bestimmen kann bzw. welche Geste vom Benutzer ausgeführt wird. Die Kamera funktioniert wie folgt: das von einem Sender ausgesendete modulierte Infrarotsignal beleuchtet eine Szene, trifft dort auf Objekte und wird von diesen auf den Sensor der Kamera reflektiert. Durch den Phasenversatz können die Distanzen zu den jeweiligen Gegenständen in der beobachteten Szene berechnet werden. Daraus ergibt sich ein Distanzbild, in dem jeder Bildpunkt die Distanz zu dem beobachteten 3-D Punkt in der Szene angibt. Die Kamera liefert auch ein herkömmliches Grauwertbild. Für die Segmentierung der Hand werden sowohl die Grauwert- als auch die Distanzdaten verwendet.

Der Versuchsaufbau ist fest und für die Evaluierung werden bestimmte Bedienelemente aus dem Automobilbereich miteinbezogen. Die Verarbeitungskette soll echtzeitfähig sein, d.h. für ein Bild darf die Kette max. 66 ms beanspruchen. Das System wird mit einem festen Versuchsablauf evaluiert, um nahe und ferne Nachbarschaftsbeziehungen zu berücksichtigen.

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

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Florian Jäger

Prof. Dr. med. Frank Wacker

Dr. med. Bernd Frericks

**Stichwörter:**

MRT; nichtstarre Registrierung; Segmentierung;

**Beginn:** 1.7.2005

**Mitwirkende Institutionen:**

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

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Florian Jäger

Tel.: +49 9131 85 27894

Fax: +49 9131 303811

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

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

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

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

### **Detektion von Lymphknoten in einer Studie**

Die Detektion von Lymphknoten innerhalb einer MRT Studie basiert auf der Untersuchung mehrerer Wichtungen von MRT Datensätzen. Bei den in Frage kommenden Sequenzen handelt es sich primär um solche, die bei Routineuntersuchungen verwendet werden, z.B. T1-gewichtet, T2-gewichtet, FLAIR oder TIRM Sequenzen. Bei der Auswahl spielt die benötigte Akquisitionszeit eine wichtige Rolle. Erste Experimente zeigten, dass vor allem T1-gewichtete und TIRM Aufnahmen für die Segmentierungs- und Lokalisationsalgorithmen vielversprechend sind. Um beide Datensätze vergleichen zu können werden diese in einem initialen Vorverarbeitungsschritt registriert. Hierbei

wird vorausgesetzt, dass die beiden Volumina bereits nahezu perfekt zueinander ausgerichtet sind, da sich der Akquisitionszeitpunkt nur marginal unterscheidet. Trotz allem wird, um kleinere Bewegungen des Patienten auszugleichen, eine nicht-starre Registrierung der Daten vorgenommen. Da hierbei zwar Datensätze der gleichen Modalität, aber unterschiedlicher Wichtungen betrachtet werden, wird auf multi-modale Ansätze zurückgegriffen. Allerdings muss dabei die Plausibilität der Ergebnisse (z.B. die Stärke der Deformation) im Auge behalten werden, um das Problem der Detektion nicht weiter zu erschweren. Zur Lokalisation der Lymphknoten werden ausschließlich statistische Methoden verwendet. Dies hat zwei Vorteile: Erstens liefern diese im Allgemeinen Wahrscheinlichkeiten über das Vorhandensein von Lymphknoten, was sich direkt mit dem Projektziel deckt, Zweitens sind diese oftmals generischer einsetzbar und damit die entwickelten Methodiken weitgehend von der Anwendung unabhängig. Hierbei werden verschiedene Klassen von Ansätzen betrachtet. Diese basieren einerseits auf der Clusterbildung der Datensätze durch eine Klassifikation der Voxel eines Datensatzes (z.B. mittels Fuzzy C-Means oder Markov Zufallsfelder basierter Methoden) und andererseits der Vorverarbeitung mit statistischen Methoden durch beispielsweise probabilistische Differenzbildung und probabilistische Grauwertadaptation.

### **Detektion von Lymphknoten in zeitlichen Sequenzen**

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

### **Präsentation der Ergebnisse**

Das Ziel des Projektes ist nicht das Treffen einer endgültigen medizinischen Aussage, sondern der Verweis auf für die Diagnose interessante Bereiche innerhalb der Da-

tensätze um die benötigte Zeit der Sichtung zu reduzieren. Hierfür werden die Ergebnisse der Lokalisation mit Hilfe einer Wahrscheinlichkeitskarte dem Anwender zugänglich gemacht. Dieser kann die Darstellung durch die Wahl eines Konfidenzintervalls seinen Ansprüchen anpassen.

## **Publikationen**

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

### **9.6.7 Entwicklung eines Expertensystems zur automatischen Bearbeitung von 3D-Oberflächenmodellen**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Konrad Sickel

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

#### **Stichwörter:**

Medizinische Bildverarbeitung, Expertensysteme, Künstliche Intelligenz

**Laufzeit:** 1.4.2007–31.3.2010

#### **Förderer:**

Siemens AG

#### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Konrad Sickel

Tel.: +49 9131 85 27882

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: konrad.sickel@informatik.uni-erlangen.de

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines Expertensystems zur Automatisierung von Teilschritten einer Produktionskette. Vorteile dieses Expertensystems liegen vor allem in der erhöhten Verfügbarkeit des Wissens, in der Sicherung des vorhandenen Wissens und in der Beschleunigung des Produktionsprozesses. Für die Entwicklung und Implementierung eines Expertensystems sind folgende Schritte notwendig.

- Akquirierung des vorhandenen Wissens.

- Überprüfen des gesammelten Wissens auf Korrektheit und Plausibilität.
- Formalisieren des Wissens und übertragen in eine Wissensbasis. Mögliche Formalisierungen hierbei sind Aussagen- oder Prädikatenlogik, aber auch Semantische Netze.
- Entwerfen einer Inferenzmaschine passend zu Wissensbasis. Dies kann beispielsweise ein Planungsalgorithmus (Planer) sein. Der Planer sollte dabei robust genug sein um eventuelle Probleme bei der Planausführung handhaben zu können (Conditional planning, re-planning). Bekannte Planungsalgorithmen sind Progressions- und Regressionsplanen oder graphbasiertes Planen.
- Implementierung eines Prototypen.
- Testen und Verbessern des Prototypen.
- Implementierung einer Lernkomponente um neue Regeln in die Wissensbasis aufnehmen zu können zum Beispiel durch Expertenvorfürungen.

### 9.6.8 Erscheinungsbasierte, statistische Objekterkennung

**Projektleitung:**

Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

**Beteiligte:**

Dr.-Ing. Marcin Grzegorzek

**Stichwörter:**

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

**Laufzeit:** 1.6.1999–30.6.2006

**Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

**Kontakt:**

Dr.-Ing. Marcin Grzegorzek

E-Mail: marcin.grzegorzek@elec.qmul.ac.uk

Ziel dieses Projekts, das im Rahmen des Graduiertenkollegs "Dreidimensionale Bildanalyse und -synthese" durchgeführt wird, ist die Klassifikation und Lokalisation von dreidimensionalen Objekten in Bildern. Dazu wird ein ercheinungsbasierter Ansatz eingesetzt. Dementsprechend wird kein vorhergehender Segmentierungsprozess benötigt, der geometrische Merkmale wie Kanten oder Ecken detektiert, sondern die Merkmale werden direkt aus den Intensitäten der Bildpunkte bestimmt. Dieser Ansatz

verwendet 2-D lokale Merkmale, die von Grauwertbildern mit Hilfe der Wavelet Multi-Skalen-Analyse berechnet werden. Statistische Modellierung der Merkmale mit Hilfe von Dichtefunktionen macht den Ansatz robust gegenüber Beleuchtungsschwankungen und Rauschen.

Bei praktisch relevanten Anwendungen sind die Objekte oft partiell verdeckt oder können sich vor beliebigem Hintergrund befinden. Deshalb wird auch der Hintergrund explizit modelliert und in der Erkennungsphase für jeden Merkmalsvektor entschieden, ob er zum Objekt oder zum Hintergrund gehört.

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

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

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

In der letzten Zeit wurde die Objektfarbe bei der Berechnung der Merkmale berücksichtigt. 6-D lokale Merkmalsvektoren werden von Farbbildern berechnet, wobei die Wavelet Multi-Skalen-Analyse separat für den roten, grünen, und blauen Kanal durchgeführt wird. Bei Testbildern mit heterogenem Hintergrund stieg die Klassifikationsrate von 55.4

## **Publikationen**

- Grzegorzek, Marcin ; Niemann, Heinrich: Statistical Object Recognition Including Color Modeling . In: Kamel, Mohamed ; Campilho, Aurelio (Hrsg.) : Proceedings of the 2nd International Conference on Image Analysis and Recognition

(2nd International Conference on Image Analysis and Recognition Toronto 28-30.09.2005). Berlin : Springer, 2005, S. 481-489. - ISBN 10 3-540-29069-9

- Reinhold, Michael ; Grzegorzek, Marcin ; Denzler, Joachim ; Niemann, Heinrich: Appearance-Based Recognition of 3-D Objects by Cluttered Background and Occlusions . In: Pattern Recognition 38 (2005), Nr. 5, S. 739-753
- Grzegorzek, Marcin ; Scholz, Ingo ; Reinhold, Michael ; Niemann, Heinrich: Fast Training for Object Recognition with Structure-from-Motion . In: Pattern Recognition and Image Analysis: Advanced in Mathematical Theory and Applications 15 (2005), Nr. 1, S. 183-186

### **9.6.9 Exakte Bildrekonstruktion aus Kegelstrahlprojektionen für Spezialtrajektorien**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dr. Günter Lauritsch (Siemens Medical Solutions)

Prof. Dr. Frederic Noo (UCAIR)

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hoppe

Dipl.-Inf. Frank Dennerlein

#### **Stichwörter:**

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

**Laufzeit:** 1.3.2005–31.12.2007

#### **Förderer:**

Siemens Medical Solutions

#### **Kontakt:**

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hoppe

Tel.: +49 9131 85 28977

Fax: +49 9131 85 28990

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

Gegenstand des Forschungsprojekts ist die Entwicklung, Verbesserung und Evaluierung von Verfahren zur exakten Bildrekonstruktion in der Computer Tomographie (CT). Die Projektionsdaten werden entlang neuartiger Abtastbahnen in Kegelstrahlgeometrie akquiriert. Für die Datenakquisition eignen sich beispielsweise moderne C-Bogen CT Anlagen. Neben der Auswahl und Untersuchung der Abtastbahnen steht die Entwicklung von Strategien zur korrekten Handhabung realer Daten und zur Reduzierung von Rekonstruktionsartefakten im Vordergrund. Eine besondere

Herausforderung stellt hierbei die Kalibrierung der Anlage dar, die benötigt wird um Abweichungen von der Idealgeometrie bei der Rekonstruktion berücksichtigen zu können. Das Forschungsprojekt wird von unserem industriellen Partner Siemens Medical Solutions unterstützt. Siemens Medical Solutions stellt außerdem den Zugang zu den neuesten Röntgenanlagen zur Verfügung und ermöglicht so die Entwicklung unter realen Bedingungen. Das Projekt ist auf drei Projektjahre ausgelegt: Im ersten Projektjahr 2005 wurde ein Prototyp des M-Line Algorithmus im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes bei der Forschungseinrichtung UCAIR ([www.ucair.med.utah.edu](http://www.ucair.med.utah.edu)) der University of Utah unter Betreuung von Prof. Frederic Noo für die exakte Bildrekonstruktion mit realen Daten einer C-Bogen CT Anlage für eine Abtastbahn bestehend aus einem Teilkreis und einem Kreisbogen implementiert. Im zweiten Projektjahr 2006 erfolgte die intensive Evaluierung und Verbesserung dieses Prototyps in Hinblick auf entstehende Rekonstruktionsartefakte. In weiterführender Zusammenarbeit mit der Forschungseinrichtung UCAIR der University of Utah ([www.ucair.med.utah.edu](http://www.ucair.med.utah.edu)), konnte die Bildqualität des Verfahrens weiter verbessert werden. Die Forschungsergebnisse wurden auf der IEEE MIC Konferenz 2006 in San Diego (CA, USA) in zwei Beiträgen veröffentlicht, wobei die Robustheit des Verfahrens bestätigt werden konnte. Im dritten und abschliessenden Projektjahr 2007 wurden folgende, vertiefende Themenschwerpunkte gesetzt und bearbeitet:

- 1) Rekonstruktion mit abgeschnittenen Projektionen.
- 2) Untersuchung eines wesentlichen Implementierungsschrittes fuer exakte Rekonstruktionsverfahren (Ableitung entlang der Abtastbahn).
- 3) Akquisition und Rekonstruktion von klinisch relevanten realen Daten.

Punkt 1) beinhaltet die Untersuchung des Artefaktverhaltens bei axial und trans-axial abgeschnittenen Projektionen anhand des M-line Algorithmus fuer die Teilkreis-und-Bogen Abtastbahn, sowie die Untersuchung des Artefaktverhaltens beim Einsatz heuristischer Datenextrapolationsansatze. Erste Ergebnisse wurden auf der 3D07 Konferenz in Lindau veroeffentlicht. Punkt 2) beschaeftigt sich mit der Entwicklung eines neuen, numerisch robusten Verfahrens zur Bestimmung der Ableitung entlang der Abtastbahn und dem Vergleich mit alternativen Ansuetzen. Erste Ergebnisse wurden auf der IEEE MIC Konferenz 2007 in Honolulu (Hawaii, USA) veroeffentlicht. Punkt 3) zielt auf die Identifizierung und Behebung von Kegelstrahlartefakten bei realen und klinisch relevanten Daten ab. Dazu wurden mehrere Datensatze eines menschlichen Thorax Phantoms akquiriert und mit dem M-line Algorithmus rekonstruiert. Erste Vergleiche mit dem im klinischen Alltag eingesetzten Feldkamp Algorithmus waren, in Hinblick auf die Behebung der Kegelstrahlartefakte, vielversprechend. Es ist geplant die Ergebnisse im Jahr 2008 in einer einschlaegigen Fachzeitschrift zu veroeffentlichen. Die Arbeit wurde durch zwei weitere Forschungsaufenthalte an der University of Utah massgeblich unterstuezt.

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

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dr.-Ing. Ralf-Peter Tornow

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Markus Mayer

Dr.-Ing. Ralf-Peter Tornow

**Stichwörter:**

Optische Kohärenz Tomographie; OCT; Retina; Segmentierung; Glaukom; Visualisierung;

**Beginn:** 1.9.2007

**Förderer:**

School of Advanced Optical Technologies (SAOT)

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Markus Mayer

Tel.: +49 9131 85 27882

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: Markus.Mayer@informatik.uni-erlangen.de

Neue bildgebende Verfahren zur Darstellung des Augenhintergrundes wie die Optische Kohärenz Tomographie (OCT) können hochauflösende dreidimensionale Bilder der Tiefenstruktur der Netzhaut erzeugen. Das Ziel des Projekts ist die Verbesserung der Früherkennung und die Diagnose der Progression von Augenerkrankungen anhand derartiger Aufnahmen. Das Krankheitsbild "Glaukom" steht hierbei im Mittelpunkt. Hierfür sollen einerseits automatische Methoden entwickelt werden, die Ophthalmologen neue Möglichkeiten zur Beurteilung von Bilddaten eröffnen. Eine automatische Segmentierung und Bestimmung der Dicke der Nervenfaserschicht ist hier als Beispiel zu nennen. Des Weiteren müssen die Ergebnisse der Bildverarbeitung auch in einer sinnvollen Art und Weise dargestellt werden. Im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts der Augenklinik und des Lehrstuhls für Mustererkennung wird somit als erster Schritt eine geeignete Visualisierungsmethode für die 3D OCT Daten und die Ergebnisse der Bildverarbeitung entworfen. Die Augenklinik Erlangen bringt ihre lange Erfahrung in der Entwicklung und Anwendung neuer Methoden in der Ophthalmologie, insbesondere auch aus dem SFB 539, ein. Zusammen mit Kompetenz des Lehrstuhls für Mustererkennung in der Bildverarbeitung sind hervorragende Grundlagen für das Projekt vorhanden.

### 9.6.11 Fusion von Sensordaten zur Verarbeitung von Banknoten

**Projektleitung:**

Dr. Norbert Holl

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Christian Rieß

**Stichwörter:**

Sensordatenfusion; Banknoten; Bildanalyse

**Laufzeit:** 1.7.2007–30.6.2010

**Förderer:**

Giesecke+Devrient GmbH

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Christian Rieß

Tel.: +49 9131 85 27891

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: christian.riess@informatik.uni-erlangen.de

Im Rahmen einer Forschungskoooperation zwischen der Giesecke+Devrient GmbH und dem Lehrstuhl fuer Mustererkennung sollen über die Projektlaufzeit von drei Jahren neue Algorithmen entworfen werden. Bei der automatisierten Bearbeitung und Klassifikation von Banknoten werden diese mit Sensoren verschiedener Modalitäten aufgenommen. Ziel des Projekts ist, mit neuartigen Ansätzen die Klassifikationsleistung und -zuverlässigkeit zu steigern.

### 9.6.12 Health-e-Child

**Projektleitung:**

Dr. Martin Huber

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Michael Wels

**Stichwörter:**

Entscheidungsunterstützungssysteme, Datenintegration, Segmentierung

**Laufzeit:** 1.1.2006–31.12.2009

**Förderer:**

Siemens Corporate Technologies

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Michael Wels

Tel.: +49 9131 85 27799

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: wels@immd5.informatik.uni-erlangen.de

Das EU-Forschungsprojekt "Health-e-Child" ist Bestandteil des sechsten europäischen Forschungsrahmenprogramms zur Förderung von Forschungsintegration und -koordination innerhalb der Europäischen Union. Für den gesamten Projektzeitraum vom 1. Januar 2006 bis zum 31. Dezember 2009 beläuft sich das Projektbudget auf insgesamt 16,7 Millionen Euro, wovon 12,2 Millionen Euro als Fördermittel von der EU aufgebracht werden. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer integrierten Healthcare-Plattform für die europäische Pädiatrie. In Form einer dezentralen Wissensbasis soll Wissen aus den verschiedensten Bereichen der medizinischen Praxis und biomedizinischen Forschung integriert werden. Langfristig soll auf diese Weise ungehinderter Zugriff auf eine universelle biomedizinische Wissensbasis zur individualisierten und präventiven Gesundheitsfürsorge, für die medizinische Forschung und Lehre und zur informierten Entscheidungsfindung bereitgestellt werden. Wesentlich für den Aufbau dieser Wissensbasis ist das explizite Projektziel der vertikalen und longitudinalen Datenintegration über alle Abstraktionsebenen medizinischen Wissens hinweg von der molekularen bis zur epidemiologischen Ebene, was ein einheitliches Bild des Gesundheitszustands eines Patienten ermöglichen soll. Der initiale Projektfokus beschränkt sich vorerst auf drei repräsentativ ausgewählte pädiatrische Erkrankungen aus den Bereichen Kardiologie, Rheumatologie und Neuroonkologie. Für diese sollen Ontologien entworfen, Wissen dezentral akquiriert und Applikationen zur Weiterverarbeitung der gewonnenen Daten entwickelt werden. Letztere umfassen vor allem Data Mining-Anwendungen und Entscheidungsunterstützungssysteme. Die FAU Erlangen-Nürnberg ist Partner im Teilprojekt A6-WP12 (Entscheidungsunterstützungssysteme) und wird zur Entwicklung eines Systems zur Klassifikation und Verlaufsvorhersage von Gehirntumoren bei Kindern beitragen. Im Sinne der vertikalen Datenintegration innerhalb des Health-e-Child-Projekts sollen sowohl Klassifikationsentscheidung als auch Vorhersage auf Basis multispektraler Daten gewonnen werden. Es wird angestrebt, durch das System einen innovativen Beitrag zur künftigen Ausgestaltung der pädiatrischen Diagnostik und Therapieplanung zu leisten. Kurz- und mittelfristiges Ziel der Arbeitsgruppe an der FAU ist die Extraktion aussagekräftiger (Tumor-)Merkmale aus Kernspintomographieaufnahmen, um mögliche Eingabedaten für ein datengetriebenes Entscheidungsunterstützungssystem zu gewinnen. In diesem Zusammenhang stellt die verlässliche und valide Segmentierung des Tumors und der einzelnen Tumorkompartimente einen wesentlichen Vorverarbeitungsschritt für die Quantifizierung spezifischer Krankheitsmerkmale dar.

## Publikationen

- Wels, Michael ; Staatz, Gundula ; Rossi, Andrea ; Huber, Martin ; Hornegger, Joachim: Anisotropic hidden Markov random field modeling for unsupervised MRI brain tissue segmentation and brain tumor detection . In: Lemke, Heinz U. ; Inamura, Kiyonari ; Doi, Kunio ; Vannier, Michael W. ; Farman, Allan G. (Hrsg.) : International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery Volume 2 Supplement 1 (Int J CARS (2007) (Suppl 1)) CARS 2007 Computer Assisted Radiology and Surgery Proceedings of the 21st International Congress and Exhibition (Computer Assisted Radiology and Surgery 21st International Congress and Exhibition Berlin, Germany 27.06.2007-30.06.2007). Bd. 2, 1. Aufl. Berlin : Springer Heidelberg, 2007, S. 457.
- Wels, Michael ; Huber, Martin ; Hornegger, Joachim: A Boosting Approach for Multiple Sclerosis Lesion Segmentation in Multi-Spectral 3D MRI . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 116-120. - ISBN 3-921713-33-X
- Wels, Michael ; Huber, Martin ; Hornegger, Joachim: Fully Automated Knowledge-Based Segmentation of the Caudate Nuclei in 3-D MRI . In: Heilmann, Tobias ; Styner, Martin ; van Ginneken, Bram (Hrsg.) : 3D Segmentation in the Clinic - A Grand Challenge MICCAI 2007 Workshop Proceedings (10th International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI 2007) Brisbane, QLD, Australien 29.10.2007 - 02.11.2007). 2007, S. 19-27. - ISBN 978-0-643-09523-6

### 9.6.13 HUMAINE (Human-Machine-Interaction Network on Emotion)

#### Projektleitung:

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

#### Beteiligte:

Dr. phil. Anton Batliner

Dipl.-Inf. Stefan Steidl

Dipl.-Inf. Christian Hacker

Dipl.-Inf. Florian Hönig

#### Stichwörter:

Emotionserkennung; Mensch-Maschine-Interaktion

**Laufzeit:** 1.1.2004–31.12.2007

**Förderer:**

EU

**Mitwirkende Institutionen:**

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

**Kontakt:**

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

Tel.: +49 9131 85 27888

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: [noeth@informatik.uni-erlangen.de](mailto:noeth@informatik.uni-erlangen.de)

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

Die FAU Erlangen-Nürnberg ist Partner im Teilprojekt WP4 (Signale und Zeichen) sowie in WP5 (Korpora). Im ersten Jahr konzentrierten sich die Aktivitäten auf das initiale Plenartreffen, eine Sommerschule über Korpora sowie Workshops über Theorie, Signale und Zeichen sowie Korpora. Gegen Ende 2004 wurden sog. "Exemplars" genauer definiert und beschrieben. Darunter ist ein beispielhaftes Vorgehen zu verstehen, mit dem gezeigt wird, auf welche Weise ein Problem gelöst werden kann, und wie eine interdisziplinäre Herangehensweise auszusehen hat. Die spezielle Form eines solchen Exemplars ist nicht vorgegeben; es kann sich dabei um einen Demonstrator handeln, um ein Korpus, um ein experimentelles Design oder um spezifische Methoden. Der Beitrag unseres Instituts zu diesen "Exemplars" besteht in einer so genannten "forced co-operation" Initiative CEICES (Combining Efforts for Improving automatic Classification of Emotional user States): Wir stellen ein annotiertes emotionales Korpus zur

Verfügung (Sprachdaten, phonetisches Lexikon, handkorrigierte Segmentierung, Emotionslabels, handkorrigierte Grundfrequenz, syntaktisch-prosodische Grenzlabels) und definieren Trainings- und Test-Stichprobe. Alle teilnehmenden HUMAINE-Partner stellen allen anderen Partnern ihre eigenen extrahierten Merkmale zur Verfügung. Ziel ist es, mit dieser Kooperation eine Verbesserung der Erkennungsraten sowie einen Einblick in die Relevanz unterschiedlicher Merkmale und Merkmalstypen zu erreichen.

## Publikationen

- Batliner, Anton ; Hacker, Christian ; Steidl, Stefan ; Nöth, Elmar ; D’Arcy, S. ; Russell, M. ; Wong, M.: ”You stupid tin box” - children interacting with the AIBO robot: A cross-linguistic emotional speech corpus. . In: ELRA (Hrsg.) : Proceedings of the 4th International Conference of Language Resources and Evaluation LREC 2004 (LREC Lisbon). 2004, S. 171–174.
- Steidl, Stefan ; Levit, Michael ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar ; Niemann, Heinrich: ”Of All Things the Measure is Man” - Classification of Emotions and Inter-Labeler Consistency . In: IEEE (Veranst.) : Proceedings of ICASSP 2005 - International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2005 - International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A. March 18-23, 2005). Bd. 1. 3833 S. Texas Ave., Ste. 221 Bryan, TX 77802-4015 : Conference Management Services, Inc., 2005, S. 317-320. - ISBN 0-7803-8874-7
- Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Hacker, Christian ; Nöth, Elmar ; Niemann, Heinrich: Tales of Tuning - Prototyping for Automatic Classification of Emotional User States . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings of the 9th European Conference on Speech Communication and Technology (9th European Conference on Speech Communication and Technology - Interspeech 2005 Lisbon 4-8.9.2005). Bonn : ISCA, 2005, S. 489-492. - ISBN 1018-4074
- Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Hacker, Christian ; Nöth, Elmar ; Niemann, Heinrich: Private Emotions vs. Social Interaction - towards New Dimensions in Research on Emotion . In: Carberry, Sandra ; de Rosis, Fiorella (Hrsg.) : Adapting the Interaction Style to Affective Factors (Workshop on Adapting the Interaction Style to Affective Factors, 10th International Conference on User Modelling Edinburgh 25.7.2005). 2005, S. - (8 pages, no pagination).
- Batliner, Anton ; Burkhardt, Felix ; van Ballegooy, Markus ; Nöth, Elmar: A Taxonomy of Applications that Utilize Emotional Awareness . In: Erjavec, Tomaz ; Gros, Jerneja Zganec (Hrsg.) : Language Technologies, IS-LTC 2006 (Fifth

- Slovenian and First International Language Technologies Conference Ljubljana, Slovenia October 9 - 10, 2006). Ljubljana, Slovenia : Infornacijska Druzba (Information Society), 2006, S. 246-250.
- Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Schuller, Björn ; Seppi, Dino ; Laskowski, Kornel ; Vogt, Thurid ; Devillers, Laurence ; Vidrascu, Laurence ; Amir, Noam ; Kessous, Loic ; Aharonson, Vered: Combining Efforts for Improving Automatic Classification of Emotional User States . In: Erjavec, Tomaz ; Gros, Jerneja Zganec (Hrsg.) : Language Technologies, IS-LTC 2006 (Fifth Slovenian and First International Language Technologies Conference Ljubljana, Slovenia October 9 - 10, 2006). Ljubljana, Slovenia : Infornacijska Druzba (Information Society), 2006, S. 240-245.
  - Batliner, Anton ; Biersack, Sonja ; Steidl, Stefan: The Prosody of Pet Robot Directed Speech: Evidence from Children . In: Hoffmann, Rüdiger ; Mixdorff, Hansjörg (Hrsg.) : Proc. Speech Prosody, 3rd International Conference (Speech Prosody, 3rd International Conference Dresden 2.5.-5.5.2006). Dresden : TUDpress, 2006, S. 1-4. - ISBN 3-938863-57-9
  - de Rosis, Fiorella ; Batliner, Anton ; Novielli, Nicole ; Steidl, Stefan: 'You are Sooo Cool, Valentina!' Recognizing Social Attitude in Speech-Based Dialogues with an ECA . In: Paiva, Ana ; Prada, Rui ; Picard, Rosalind W. (Hrsg.) : Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII 2007 Lisbon 12-14.09.2007). Berlin-Heidelberg : Springer, 2007, S. 179-190. (LNCS, Nr. 4738)
  - Hönig, Florian: DRIVAWORK - Driving Under Varying Workload. A Multi-Modal Stress Database in the Automotive Context .Vortrag: HUMAINE Plenary Meeting, Paris, France, 06.06.2007
  - Hönig, Florian ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar: Fast Recursive Data-driven Multi-resolution Feature Extraction for Physiological Signal Classification . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 47-52. - ISBN 3-921713-33-X
  - Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Nöth, Elmar: Laryngealizations and Emotions: How Many Babushkas? In: Schröder, Marc ; Batliner, Anton ; d'Alessandro, Christophe (Hrsg.) : Proceedings of the International Workshop on Paralinguistic Speech - between Models and Data (ParaLing'07 Saarbrücken 03.08.2007). Saarbrücken : DFKI, 2007, S. 17-22.

- Douglas-Cowie, Ellen ; Cowie, Roddy ; Sneddon, Ian ; Cox, Cate ; Lowry, Orla ; McRorie, Margaret ; Martin, Jean-Claude ; Devillers, Laurence ; Abrilan, Sarkis ; Batliner, Anton ; Amir, Noam ; Karpousis, Kostas: The HUMAINE Database: Addressing the Collection and Annotation of Naturalistic and Induced Emotional Data . In: Paiva, Ana ; Prada, Rui ; Picard, Rosalind W. (Hrsg.) : Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII 2007 Lisbon 12-14.09.2007). Berlin-Heidelberg : Springer, 2007, S. 488-500. (LNCS, Nr. 4738)
- Batliner, Anton ; Steidl, Stefan ; Schuller, Björn ; Seppi, Dino ; Vogt, Thuid ; Devillers, Laurence ; Vidrascu, Laurence ; Amir, Noam ; Kessous, Loic ; Aharonson, Vered: The Impact of F0 Extraction Errors on the Classification of Prominence and Emotion . In: IPA (Hrsg.) : Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS 2007 Saarbrücken). 2007, S. 2201-2204.
- Schuller, Björn ; Batliner, Anton ; Seppi, Dino ; Steidl, Stefan ; Vogt, Thuid ; Wagner, Johannes ; Devillers, Laurence ; Vidrascu, Laurence ; Amir, Noam ; Kessous, Loic ; Aharonson, Vered: The Relevance of Feature Type for the Automatic Classification of Emotional User States: Low Level Descriptors and Functionals . In: ISCA (Hrsg.) : Proceedings Interspeech (Interspeech Antwerp). 2007, S. 2253-2256.
- Schuller, B. ; Seppi, D. ; Batliner, Anton ; Maier, Andreas ; Steidl, Stefan: Towards more Reality in the Recognition of Emotional Speech . In: IEEE Signal Processing Society (Hrsg.) : ICASSP, 2007 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Proceedings (ICASSP - International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Honolulu, Hawaii, USA 15-20.4.2007). Bryan, TX : Conference Management Services, Inc., 2007, S. 941-944. - ISBN 1-4244-0728-1

#### **9.6.14 Kantenerhaltende Rauschreduktion in der CT auf Basis von Korrelationsanalysen**

##### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dr. rer. nat. Rainer Raupach (Siemens Med. Sol.)

##### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Anja Borsdorf

##### **Stichwörter:**

CT; Rauschreduktion; Korrelationsanalyse

**Laufzeit:** 1.1.2006–31.12.2008

**Förderer:**

Siemens Medical Solutions

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Anja Borsdorf

Tel.: +49 9131 85 25247

Fax: +49 9131 303811

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

Die Computertomographie (CT) ist eines der wichtigsten bildgebenden Verfahren in der radiologischen Diagnostik. Allerdings wird die hohe Strahlungs-dosis, der Patienten bei der Untersuchung ausgesetzt sind, meist als ein Hauptnachteil der CT angesehen. Zum Schutz des Patienten ist eine Verringerung der Dosis in jedem Fall erstrebenswert. Das Problem ist jedoch der direkte Zusammenhang zwischen Dosis und Bildqualität. Halbiert man die Dosis, so erhöht sich das Pixelrauschen in den rekonstruierten Schichtbildern um den Faktor Wurzel von zwei. Um eine verlässliche Diagnose zu garantieren, muss das Verhältnis zwischen relevanten Gewebekontrasten und der Rauschamplitude ausreichend groß sein. Demnach kann die Dosis nicht beliebig gesenkt werden. Dieses Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Verfahrens zur kantenerhaltenden Rauschreduktion auf Basis von Korrelationsanalysen, um das Rauschen in CT-Daten zu reduzieren. Ziel ist es, somit entweder verbesserte Bildqualität bei gleich bleibender Dosis, oder eine Einsparung an Dosis ohne Verlust an Bildqualität zu erzielen.

Bisher wurde die Anwendung von Wavelet-Transformation basierten Verfahren untersucht, um Rauschen in rekonstruierten Schichtbildern zu reduzieren. Anders als bei den meisten gängigen Verfahren zur Rauschreduktion wird dabei mit mehr als einem Eingangsdatensatz gearbeitet. Die Eingangsdaten sind räumlich identisch, jedoch zu unterschiedlichen Zeiten aufgenommen, wodurch das Rauschen in den Eingangsdaten unkorreliert ist. In der CT können solche Daten zum Beispiel mit Hilfe eines Dual-Source-CT Scanners aufgenommen werden, oder durch die getrennte Rekonstruktion mit nur jeweils jeder zweiten Projektion erzeugt werden. Mit Hilfe von Korrelationsanalysen zwischen den Eingangsdaten bzw. ihren Wavelet-Darstellungen kann anschließend zwischen Strukturen und Rauschen differenziert werden.

Unterschiedliche zweidimensionale Wavelet-Transformationen (dyadische, stationäre, à-trous und quin-cunx) und Wavelets (Haar, Db2, CDF9/7) wurden zur lokalen Frequenzanalyse verwendet und miteinander verglichen. Darüber hinaus wurden verschiedene Methoden zur Korrelationsanalyse untersucht. Ausgewertet wurden die Verfahren hinsichtlich der erzielten Rauschreduktionsrate, sowie der Kantenerhaltung.

Um eine anisotrope Rauschreduktion zu erzielen ist es nötig, die einzelnen Richtungsbänder der Wavelettransformation getrennt zu behandeln. Dazu wurde eine Methode entwickelt, mit der aus den Differenzen der Waveletkoeffizienten der getrennt rekonstruierten Bilder lokal die Standardabweichung des Rauschens geschätzt werden

kann. Somit können richtungsabhängige Gewichte berechnet werden, die eine anisotrope Filterung erlauben. Desweiteren wurde das Verfahren auf 3D erweitert, wodurch eine verbesserte Bildqualität, sowohl visuell, als auch quantitative erzielt werden konnte.

Dieses Projekt wird von Siemens Medical Solutions finanziert. Durch die enge Zusammenarbeit ist neben der Möglichkeit zur Abstimmung mit aktuellen Entwicklungen auch der Zugriff auf Geräte der neuesten Generation gewährleistet.

## Publikationen

- Mayer, Markus ; Borsdorf, Anja ; Köstler, Harald ; Hornegger, Joachim ; Rüde, Ulrich: Nonlinear Diffusion Noise Reduction in CT Using Correlation Analysis . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 155-159.
- Borsdorf, Anja ; Raupach, R. ; Hornegger, Joachim: Separate CT-Reconstruction for Orientation and Position Adaptive Wavelet Denoising . In: Horsch, Alexander ; Deserno, Thomas M. ; Handels, Heinz ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdoff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2007 (BVM 2007 München 25.-27.03.2007). Berlin : Springer, 2007, S. 232-236. - ISBN 978-3-540-71090-5
- Mayer, Markus ; Borsdorf, Anja ; Köstler, Harald ; Hornegger, Joachim ; Rüde, Ulrich: Nonlinear Diffusion vs. Wavelet Based Noise Reduction in CT Using Correlation Analysis . In: Lensch, H.P.A. ; Rosenhahn, B. ; Seidel, H.-P. ; Slusallek, P. ; Weickert, J. (Hrsg.) : Vision, Modelling, and Visualisation 2007 (Vision, Modelling, and Visualisation 2007 saarbrücken 7.-9.11.2007). 1. Aufl. Saarbrücken : Max-Planck-Institut fuer Informatik, 2007, S. 223-232.
- Borsdorf, Anja ; Raupach, Rainer ; Hornegger, Joachim: Separate CT-Reconstruction for 3D Wavelet Based Noise Reduction Using Correlation Analysis . In: Yu, Bo (Hrsg.) : IEEE NSS/MIC Conference Record (IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Honolulu, USA 27.10.-03.11.2007). 2007, S. 2633-2638.
- Borsdorf, Anja ; Raupach, Rainer ; Hornegger, Joachim: Wavelet based Noise Reduction by Identification of Correlation . In: Franke, Katrin ; Müller, Klaus-Robert ; Nickolay, Bertram ; Schäfer, Ralf (Hrsg.) : Pattern Recognition (DAGM 2006), Lecture Notes in Computer Science (28th DAGM Symposium Berlin 12.-14.09.2006). Bd. 4174. Berlin : Springer, 2006, S. 21-30. - ISBN 3-540-44412-2

## 9.6.15 Koronarangiographie unter Verwendung von C-Arm CT

### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Marcus Prümmer

Siemens AG, Medical Solution, Forchheim, Germany

### **Stichwörter:**

Koronar C-Arm CT; Bewegungskorrektur in der Koronar C-Arm \dots ;  
Bewegungsschätzung des Herzens

**Laufzeit:** 1.10.2003–31.3.2008

### **Förderer:**

Bavaria California Technology Center

### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Marcus Prümmer

Tel.: +49 9131 85 27826

Fax: +49 9131 303811

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

Koronarangiographie unter Verwendung von C-Arm CT ist eine neue bildgebende Technik in der Entwicklung, die eine Kombination von 3D Bildakquisition und Echtzeit Fluoroskopie auf einem System erlaubt. Dabei werden die Vorteile der 3D/4D Bildgebung herkömmlicher Herz-CT Systeme und der Echtzeit 2D Projektionsmodus von C-Arm Systemen kombiniert, die wegen der hohen räumlichen Bildauflösung im interventionellen Bereich eingesetzt werden. Für eine 3D Herzrekonstruktion wird eine Röntgenbildsequenz einer speziellen Herzphase benötigt. Dies geschieht standardmässig durch retrospektive Selektion der EKG-getriggert aufgenommenen Röntgenbilder. Dazu ist eine hohe zeitliche Auflösung der Herzphase erforderlich, wodurch hohe Hardware Anforderungen an C-Arm CT Geräte gestellt werden. Jedoch können derzeitige Systeme diesen Anforderungen noch nicht genügen. Um eine hohe zeitliche Auflösung der zu rekonstruierenden Herzphase zu ermöglichen werden neue Verfahren zur nicht-parametrischen Modellierung der 3D/4D Herzbewegung und neue Rekonstruktionsalgorithmen verwendet. Diese erlauben eine Bewegungskorrektur unter Verwendung der berechneten Herzbewegung, um somit Bewegungsartefakte zu reduzieren.

### **Bewegungskorrektur für 4D-FBP**

Um die zeitliche Auflösung einer Herzrekonstruktion zu erhöhen, wird die patientenspezifische 4D Herzbewegung, basierend auf einer Sequenz an initial rekonstruierten EKG-getriggerten FDK Rekonstruktionen von verschiedenen Herzphasen, berechnet. Um das 4D Bewegungsfeld zu berechnen wird eine herkömmliche nicht-starre Regis-

trierung verwendet. In diesem Projekt wurde ein Feldkamp ähnlicher Algorithmus zur Rekonstruktion dynamischer Objekte entwickelt. Die prinzipielle Idee des Verfahrens ist es eine zeitlich abhängige räumliche Deformation aller gefilterten Rückprojektionen entsprechend des 4D Bewegungsfeldes durchzuführen um

### **Erhöhung des Signal-Rausch-Verhältnisses in Koronar C-Arm CT mittels Bewegungskorrektur**

Eine standard Technik in der Koronar C-Arm CT ist es die aufgenommenen Projektionen eines Mehrfachlaufes des C-Bogens entsprechend dem EKG Signal zu triggern um mit Projektionen passend zur gewünschten Herzphase zu rekonstruieren. Dabei werden jedoch nur  $1/N$  der aufgenommenen Projektionsdaten verwendet. Um das Signal-Rausch-Verhältnis zu erhöhen wurden Methoden entwickelt um alle aufgenommenen Projektionsdaten zur Rekonstruktion zu verwenden. Dazu werden alle Projektionen entsprechend der geschätzten 4D Herzbewegung relativ zu einer gewählten Referenzherzphase korrigiert.

### **Schätzung der 4D Herzbewegung**

Um Verschmierungen und Bewegungsartefakte zu reduzieren wird die Herzbewegung, durch eine zeitlich abhängige räumliche Deformation der gefilterten Rückprojektionen, kompensiert. In dieser Arbeit wird die Schätzung der 4D Herzbewegung, basierend auf einer Serie von initialen standard retrospektiv EKG-getriggerten FDK Rekonstruktionen, untersucht. Dazu wurde ein Framework zur Schätzung der 4D Herzbewegung unter Verwendung von bereits etablierten nicht-starren Registrierungs-Algorithmen verwendet. Ein glattes 4D Bewegungsvektorfeld repräsentiert dabei die relative Deformation bezüglich einer Referenz-Herzphase. Mittels Interpolation kann das relative 4D Bewegungsfeld zu jeder anderen beliebigen Referenz-Herzphase konvertiert werden, unabhängig von den gewählten initialen Rekonstruktionen. Erste Ergebnisse wurden an realen Daten evaluiert.

### **4D Modellierung der Herzbewegung und Evaluierung**

Um eine hohe zeitliche Auflösung der zu rekonstruierenden Herzphase zu ermöglichen werden neue Verfahren zur nicht-parametrischen Modellierung der 3D/4D Herzbewegung und neue Rekonstruktionsalgorithmen verwendet. Diese erlauben eine Bewegungskorrektur unter Verwendung der berechneten Herzbewegung, um somit Bewegungsartefakte zu reduzieren. Für die Evaluierung der berechneten Herzbewegung werden 3D Ultraschall-Systeme eingesetzt, die eine Quantisierung der realen Herzbewegung an realen Daten ermöglichen.

### **Publikationen**

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

- Prümmer, Marcus ; Wigstroem, Lars ; Hornegger, Joachim ; Boese, Jan ; Lauritsch, Guenter ; Strobel, Norbert ; Fahrig, Rebecca: Cardiac C-arm CT: Efficient Motion Correction for 4D-FBP . In: Smith, Graham C. (Hrsg.) : Nuclear Science Symposium, Medical Imaging (IEEE Medical Imaging Conference (MIC) San Diego 1-4 Nov.). 2006, S. 2620-2628.
- Hornegger, Joachim: Cardiac C-Arm CT: Registration meets Reconstruction .Vortrag: Dagstuhl Seminar Senior Data and Information Fusion in Computer Vision and Medicine, Dagstuhl, 02. August.2006
- Prümmer, Marcus ; Wigstroem, Lars ; Fahrig, R. ; Lauritsch, G. ; Hornegger, Joachim: Cardiac C-Arm CT: SNR Enhancement by Combining Multiple Retrospectively Motion Corrected FDK-like Reconstructions . In: Horsch, Alexander ; Deserno, Thomas M. ; Handels, Heinz ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2007 (Bildverarbeitung für die Medizin 2007 München 25.-27. März 2007). Berlin : Springer, 2007, S. 222-226. - ISBN 103-540-71090-6
- Prümmer, Marcus ; Han, Jingfeng ; Hornegger, Joachim: 2D-3D Non-rigid Registration using Iterative Reconstruction . In: Greiner, Günther ; Hornegger, Joachim ; Niemann, Heinrich ; Stamminger, Marc (Hrsg.) : Vision Modeling and Visualization (Workshop Vision Modeling and Visualization in Erlangen 2005 Erlangen 16.-18. November 2005). Erlangen : Akademische Verlagsgesellschaft Aka GmbH, Berlin, 2005, S. 187-194. - ISBN 3-89838-068-8
- Prümmer, Marcus ; Köstler, Harald ; Hornegger, Joachim ; Rude, Ulrich: A full multigrid technique to accelerate an ART scheme for tomographic image reconstruction . In: Hülsemann, Frank ; Kowarschik, Markus ; Rude, Ulrich (Hrsg.) : Frontiers in Simulation (Simulationstechnique 18th Symposium in Erlangen 2005 Erlangen 12.-15. September 2005). Erlangen : SCS Publishing House e.V., 2005, S. 632-637. - ISBN 3-936150-41-9

#### **9.6.16 Korrektur von Intensitätsvariationen in der Ganzkörper-Magnetresonanztomographie**

##### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

##### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Florian Jäger

Paul Finn

##### **Stichwörter:**

MRT; Korrektur von Signalinhomogenitäten

**Laufzeit:** 1.1.2007–31.12.2008

**Förderer:**

BaCaTeC

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Florian Jäger

Tel.: +49 9131 85 27894

Fax: +49 9131 303811

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

Ganzkörper Magnetresonanztomographie (MRT) kombiniert die Vorzüge von hohem Gewebekontrast mit der Möglichkeit Ganzkörperaufnahmen von Patienten ohne Repositionierung zu erstellen. Allerdings erschwert die große Menge an akquirierten Daten eine zeitnahe und zuverlässige Sichtung der Bilder durch den Radiologen. Weiterhin ist eine automatische Aufbereitung bzw. Analyse der Datensätze auf Grund deren Heterogenität sehr schwierig. Da ein Intensitätsstandard fehlt, der vergleichbar mit den Hounsfield-Einheiten in der Computertomographie wäre, kann a-priori Wissen über die Verteilung der Grauwerte für weitergehende Verarbeitungsschritte nicht verwendet werden. Allerdings basieren viele Segmentierungs- und Klassifikationsansätze auf diesen Größen.

Dieses Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung von Methoden zur kombinierten Korrektur von inter und intra Intensitätsvariationen basierend auf den Statistiken der Datensätze. Ziel ist es einen protokolabhängigen Intensitätsstandard zu schaffen. Damit wird die Möglichkeit eröffnet, eine breitere Auswahl an Methoden zur automatischen Segmentierung und Klassifikation von Ganzkörper MRT Aufnahmen zu nutzen.

### **9.6.17 Lautbildungsstörungen bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalte**

**Projektleitung:**

Schuster, Maria

Nkenke, Emeka

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Andreas Maier

Dr.-Ing. Tino Haderlein

Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne

**Stichwörter:**

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

**Laufzeit:** 1.1.2005–1.8.2006

**Förderer:**

Johannes-und-Frieda-Marohn-Stiftung

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Andreas Maier

Tel.: +49 9131 85 27872

E-Mail: andreas.maier@informatik.uni-erlangen.de

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

**Publikationen**

- Maier, Andreas ; Nöth, Elmar ; Nkenke, Emeka ; Schuster, Maria: Automatic Assessment of Children's Speech with Cleft Lip and Palate . In: Erjavec, Tomaz ; Gros, Jerneja Zganec (Hrsg.) : Language Technologies, IS-LTC 2006 (Fifth Slovenian and First International Language Technologies Conference Ljubljana, Slovenia October 9 - 10, 2006). Bd. 1, 1. Aufl. Ljubljana, Slovenia : Informacijska Druzba (Information Society), 2006, S. 31-35.
- Maier, Andreas ; Haderlein, Tino ; Hacker, Christian ; Nöth, Elmar ; Rosanowski, Frank ; Eysholdt, Ulrich ; Schuster, Maria: Automatische internetbasierte Evaluation der Verständlichkeit . In: Gross, Manfred ; Kruse, Friedrich E. (Hrsg.) : Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 2006 (23. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie Heidelberg 15. - 17. September 2006). Bd. 14. Norderstedt : Books On Demand GmbH Norderstedt, 2006, S. 87-90. - ISBN 978-3-8334-6294-9

- Schuster, Maria ; Maier, Andreas ; Haderlein, Tino ; Nkenke, Emeka ; Wohlleben, Ulrike ; Rosanowski, Frank ; Eysholdt, Ulrich ; Nöth, Elmar: Evaluation of speech intelligibility for children with cleft lip and palate by means of automatic speech recognition . In: International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 70/2006 (2006), S. 1741-1747
- Maier, Andreas ; Hacker, Christian ; Nöth, Elmar ; Nkenke, Emeka ; Haderlein, Tino ; Rosanowski, Frank ; Schuster, Maria: Intelligibility of Children with Cleft Lip and Palate: Evaluation by Speech Recognition Techniques . In: Tang, Y.Y. ; Wang, S.P. ; Lorette, G. ; Yeung, D.S. ; Yan, H. (Hrsg.) : The 18th International Conference on Pattern Recognition (18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2006) Hong Kong 20 - 24 August, 2006). Bd. 4, 1. Aufl. Los Alamitos, California, Washington, Tokyo : IEEE Computer Society, 2006, S. 274-277. (IEEE Computer Society Order Number P2521) - ISBN 0-7695-2521-0
- Maier, Andreas: PEAKS - Programm zur Evaluation und Analyse Kindlicher Sprachstörungen - Bedienungsanleitung . Erlangen : FAU. 2006 (1). - Interner Bericht. 28 Seiten
- Schuster, Maria ; Maier, Andreas ; Vogt, Beate ; Nöth, Elmar ; Nkenke, Emeka ; Holst, Alexandra ; Eysholdt, Ulrich ; Rosanowski, Frank: Objektive und automatische Ermittlung der Verständlichkeit von Kindern und Jugendlichen mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten . In: Gross, Manfred ; Kruse, Friedrich E. (Hrsg.) : Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2006 (23. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie Heidelberg 15. - 17. September 2006). Bd. 14. Norderstedt : Books On Demand GmbH Norderstedt, 2006, S. 43-46. - ISBN 978-3-8334-6294-8

### **9.6.18 MEDICO – intelligente Bildsuche in Medizindatenbanken**

#### **Projektleitung:**

Dr. Martin Huber

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Johannes Feulner

#### **Stichwörter:**

Semantische Suche; Bildverstehen; Medizinische Bildverarbeitung

**Laufzeit:** 1.8.2007–31.7.2012

#### **Förderer:**

Siemens

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Siemens  
LME  
Erlanger Uniklinik  
Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung  
Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)  
**Kontakt:**  
Dipl.-Inf. Johannes Feulner  
Tel.: +49 9131 85 27825  
Fax: +49 9131 303811  
E-Mail: johannes.feulner@informatik.uni-erlangen.de

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

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

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

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

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

- Kliniker und Ärzte verfügen damit in Zukunft über eine leistungsfähige Lösung zur Nutzung und Durchsuchung von Bilddatenbanken auf Basis von Inhalten und Semantikmerkmalen und erhalten damit eine wertvolle Entscheidungsunterstützung am Ort der Behandlung.

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

### **9.6.19 Optimierung von raumzeitlich basierter multimodaler Emissionstomographie in definierten Anwendungsbereichen**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert

Hans Vija

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Johannes Zeintl

#### **Stichwörter:**

Molekulare Bildgebung; Dynamische Bildgebung; Bildqualitätsanalyse

**Laufzeit:** 1.4.2007–30.3.2010

#### **Förderer:**

Siemens Medical Solutions USA, Inc., Molecular Imaging

#### **Kontakt:**

Dipl.-Ing. Johannes Zeintl

Tel.: +49 9131 85 36271

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: johannes.zeintl@uk-erlangen.de

Die Molekularmedizin befasst sich mit der Erforschung von Erkrankungen auf der zellulären und molekularen Ebene. Die gewonnenen Erkenntnisse werden verwendet, um neue Methoden für Gesundheitsförderung und sowohl Diagnose als auch Behandlung von Krankheiten zu entwickeln. Die molekulare Bildgebung visualisiert und lokalisiert molekulare Prozesse in vivo für Diagnose und Therapie. Hierbei ist volumetrische Bildgebung klinischer Standard. Jedoch werden in den aktuellen klinischen Protokollen entweder statische Bedingungen angenommen, was zur Mittelung der temporalen Variationen der Tracer-Verteilung führt, oder es werden sequenzielle Aufnahmen in kurzen Zeitabständen, sogenannte 3+1D Aufnahmen, durchgeführt, um die temporale Variation abzuschätzen. Raumzeitlich beständige und unbeständige tomographische Datensätze aufzunehmen, zu verarbeiten und zu analysieren und

den Nutzen in klinischen Anwendungen zu beurteilen, ist Gegenstand von aktiver Forschung. Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Grundlage für objektive und quantitative Beurteilung der Bildqualität von raumzeitlich basierten Datensätzen zu schaffen, und diese Methoden auf 3+1D und 4D Verfahren, welche noch entwickelt werden, anzuwenden. Die entworfenen Methoden werden in definierten klinischen Anwendungsbereichen eingesetzt.

### **Publikationen**

- Vija, A. Hans ; Zeintl, Johannes ; Chapman, James T. ; Hawman, Eric G. ; Hornegger, Joachim: Development of Rapid SPECT Acquisition Protocol for Myocardial Perfusion Imaging . In: Smith, Graham C. (Hrsg.) : Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference 2006 (2006 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference San Diego (USA) 29. Oktober - 4. November 2006). 2006, S. 1811-1816.
- Zeintl, Johannes ; Vija, A. Hans ; Chapman, James T. ; Hawman, Eric G. ; Hornegger, Joachim: Quantifying the Effects of Acquisition Parameters in Cardiac SPECT Imaging and Comparison with Visual Observers . In: Smith, Graham C. (Hrsg.) : Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference 2006 (2006 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference San Diego (USA) 1.-4. November 2006). 2006, S. 3251-3257.
- Zeintl, Johannes ; Ding, Xinhong ; Vija, A. Hans ; Hawman, Eric G. ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: Estimation Accuracy of Ejection Fraction in Gated Cardiac SPECT/CT Imaging using Iterative Reconstruction with 3D Resolution Recovery in Rapid Acquisition Protocols . In: IEEE (Veranst.) : Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference 2007 (2007 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference Honolulu (USA) 28.10.2007-3.11.2007). 2007, S. 4491-4496.

### **9.6.20 Quantitative Computertomographie mittels spektraler Detektion**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger  
Heismann, Björn

#### **Beteiligte:**

Michael Balda, M. Sc.  
Niederlöhner, Daniel

#### **Stichwörter:**

CT; quantitative Computertomographie; spektrale Detektion; Dual-Energy  
Rekonstruktion; objektive Bildqualitätsbewertung

**Laufzeit:** 1.1.2007–31.12.2009

**Förderer:**

Siemens Medical Solutions

**Kontakt:**

Michael Balda, M. Sc.

Tel.: +49 9131 85 25247

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: michael.balda@informatik.uni-erlangen.de

Die spektrale Detektion von Röntgenstrahlung hat das Potential, einen wichtigen Beitrag zur Schaffung neuer medizinischer Applikationen in der Computertomographie zu leisten. Dabei ist das Wechselspiel zwischen der Messgüte des Detektors und der resultierenden Bildqualität äußerst komplex. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts soll die komplette CT-Bildkette von der Detektordatenerfassung über die Rekonstruktion bis zur Beschreibung der Bildqualität entwickelt werden. Es soll untersucht werden, ob durch eine genaue Beschreibung und Korrektur der CT-Messung eine quantitativ genaue CT möglich ist. Die Bildkette soll dabei zugleich zur Überprüfung und Optimierung der spektralen Messeigenschaften des Detektors genutzt werden.

### **9.6.21 Schlaganfallrisikoindexberechnung**

**Projektleitung:**

Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

**Beteiligte:**

Ing. Radim Chrastek

Dipl.-Inf. Rüdiger Bock

**Laufzeit:** 1.1.1998–31.12.2006

**Mitwirkende Institutionen:**

Augenklinik mit Poliklinik

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Rüdiger Bock

Tel.: +49 9131 85 27882

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: ruediger.bock@informatik.uni-erlangen.de

Das Ziel dieses Projektes ist die Erkennung eines nahenden Schlaganfalles. Ein Forschungsteam der Universitäten Wisconsin-Madison und North Carolina hat belegt, dass eine Verengung der Arterien des Augenhintergrundnetzes mit einem bevorste-

henden Hirninfarkt verbunden ist. Als Maßzahl für arterielle Verengung in der Retina und gleichzeitig als Gefährdungsindex wurde von unseren medizinischen Partnern (Augenklinik Erlangen) vorgeschlagen, die gewichteten durchschnittlichen Durchmesser der Arterien durch die gewichteten durchschnittlichen Durchmesser der Venen zu dividieren. Im Gegensatz zu dem US-Forschungsteam, das den Gefährdungsindex halbautomatisch ermittelt, soll der Gefährdungsindex im Rahmen dieses Projektes automatisch berechnet werden.

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

#### **9.6.22 Segmentierung und Multi-Modale 3D Registrierung von CT, SPECT und Ultraschall**

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Dieter Hahn

Dipl.-Inf. Volker Daum

**Stichwörter:**

Segmentierung, Registrierung

**Laufzeit:** 1.1.2005–31.12.2008

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Dieter Hahn

Tel.: +49 9131 85 27874

Fax: +49 9131 303811

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

**Segmentierung Multi-Modaler Volumendaten**

Als Aufgabenstellungen haben sich unter anderem die Segmentierung und Registrierung multi-modaler Volumendaten ergeben. Im Rahmen des Segmentierungsprojekts lautet die Zielstellung, Schilddrüsendaten in 3D Ultraschallbildern (US) zu klassifizieren. Wegen der schlechten Bildqualität, bedingt durch verrauschte Bildsignale, ist dieser Ansatz ohne eine adäquate Vorverarbeitung nicht zu bewältigen. Untersucht wurden hierfür bislang mehrere numerische und heuristische Techniken zur Bildverbesserung wie z.B. Varianten der anisotropen Diffusion, Mumford-Shah basierte Ansätze und morphologische Filter. Einige dieser Methoden wurden in der Arbeit von Kollorz et. al.: "Quantification of Thyroid Volume Using 3-D Ultrasound Imaging" ausführlich evaluiert.

Beim Ansatz der Segmentierung mit Level Sets kommt es dabei vor allem auf die Kantenhaltung an. Eine quantitative Analyse geeigneter Filter ließ hierbei einen klaren Vorteil auf Seiten des anisotropen, kantenverstärkenden Diffusionsfilters erkennen.

Weiterhin wurden Alternativen zur Level Set Segmentierung untersucht. Zur Segmentierung von Nieren und Nierenzysten bei Patienten mit Autosomal Dominant Polycystic Kidney Disease (ADPKD) wurde der Random Walk Algorithmus implementiert. Es werden derzeit auch Algorithmen evaluiert, die Vorwissen über die Form des zu Segmentierenden Organs einbringen. Eine entsprechende Veröffentlichung wird gegenwärtig begutachtet. Experimente haben gezeigt, dass sogenannte Active Shape Models die Robustheit der automatischen Algorithmen erhöhen und gleichzeitig die notwendige manuelle Interaktion verringern.

**Multi-Modale Bildregistrierung**

Die hierbei zusätzlich zu den Intensitäten gewonnene Information wird im zweiten Projekt eingesetzt: der multi-modalen Registrierung von CT (Computed Tomography), SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) und US. Die 3D Ultraschallbildgebung ist im Vergleich zu CT oder SPECT ein relativ kostengünstiges Verfahren, das zunehmend in den Kliniken eingesetzt wird. Derzeit liegt ein Hauptanwendungsgebiet in der Pränataldiagnostik, die Technik ist jedoch vielseitig für die Aufnahme morphologisch begrenzter Regionen geeignet. Im Projekt: "Dreidimensionalen Subtraktions-Ultraschallbildgebung und -verarbeitung zur verbesserten Diagnostik von Schilddrüsenkrankheiten und insbesondere von Schilddrüsenkrebs" ist ein entsprechender DFG Antrag formuliert, der einen Bearbeitungszeitraum von drei Jahren vorsieht.

Registrierung ist ein elementarer Schritt in der Analyse multi-modaler Bilder. Derzeit

werden mehrere starre und nicht-starre Registrieralgorithmen im Rahmen dieses Projektes entwickelt. Bei der starren (nur Translation und Rotation der Bilder zueinander) Registrierung liegt der Schwerpunkt auf einer hohen Geschwindigkeit, Genauigkeit und Robustheit. Um die Geschwindigkeit gegenüber einem aktuellen starren Registrierungsalgorithmus zu verbessern wurde ein neuer, projektionsbasierter Ansatz entwickelt, der eine Zerlegung der Optimierung der Transformation in eine sequentielle Optimierung der einzelnen Parameter erlaubt. Nicht-starre Registrierungsalgorithmen wurden implementiert und erfolgreich in der SPECT-Differenzbildgebung von Inter- und Intraiktalen Daten von Epilepsie Patienten eingesetzt.

Zukünftig wird ein Fokus dieses Projektes die Integration von Vorwissen in Form von Segmentierungsergebnissen in die Registrieralgorithmen sein. Besonders im Bereich der nicht-starren Registrierung könnte dieses Vorwissen als zusätzliche Regularisierung dienen und dadurch vor allem die Robustheit der Algorithmen erhöhen. Ein weiterer wichtiger Punkt für die weitere Forschung wird auch die Evaluierung der Genauigkeit der erzielten Ergebnisse sein.

Es wird in diesem Projekt vor allem Wert auf die Zusammenarbeit des Lehrstuhls für Mustererkennung (Prof. Dr.-Ing. J. Hornegger) mit klinischen Instituten gelegt. Dazu zählen unter anderem die Nuklearmedizinische Klinik mit Poliklinik (Prof. Dr. med. T. Kuwert) und die Abteilung Spezial-Ambulanz für Pränatale Diagnostik m. spez. Ultraschall (Prof. Dr. med. R. Schild) der Frauenklinik (Prof. Dr. med. W. Beckmann) an der Universität Erlangen-Nürnberg.

## **Publikationen**

- Kollorz, Eva ; Hahn, Dieter ; Linke, Rainer ; Goecke, Tamme ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: Quantification of Thyroid Volume Using 3-D Ultrasound Imaging . In: IEEE Transactions on Medical Imaging (2008)
- Daum, Volker ; Helbig, Holger ; Janka, Rolf ; Eckardt, Kai-Uwe ; Zeltner, Raoul: Quantitative Measurement of Kidney and Cyst Sizes in Patients with Autosomal Dominant Polycystic Kidney Disease(ADPKD) . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 111-115. - ISBN 3-921713-33-1
- Daum, Volker ; Hahn, Dieter ; Hornegger, Joachim: A Nonlinear Projection Scheme for Fast Rigid Registration . In: Frey, Eric C. (Hrsg.) : IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (IEEE Medical Imaging Conference Honolulu October 2007). 2007, S. 4022-4026.

- Hahn, Dieter ; Daum, Volker ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: Comparison of Differences between Intra- and Inter-Ictal SPECT Images with MRI using Registration Techniques . In: Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin (DGN) (Veranst.) : Nuklearmedizin Kongressausgabe 02/07 (45. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin Hannover 25. April 2007). 2007, S. A59.
- Wolz, Gabriele ; Nömayr, Anton ; Hothorn, Torsten ; Hornegger, Joachim ; Römer, Wolfgang ; Bautz, Werner ; Kuwert, Torsten: Comparison of performance between rigid and non-rigid software registering CT to FDG-PET . In: International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery 2 (2007), Nr. 3-4, S. 183-190
- Hahn, Dieter ; Daum, Volker ; Hornegger, Joachim ; Bautz, Werner ; Kuwert, Torsten: Difference Imaging of Inter- and Intra-Ictal SPECT Images for the Localization of Seizure Onset in Epilepsy . In: Frey, Eric C. (Hrsg.) : IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (IEEE Medical Imaging Conference Honolulu October 2007). 2007, S. 4331-4335.

### **9.6.23 Segmentierung von Organen für Perfusions-CT**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dr.-Ing. Grzegorz Soza (Siemens)

#### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Andreas Wimmer

#### **Stichwörter:**

Perfusions-CT; Segmentierung von Organen; Registrierung

**Laufzeit:** 1.6.2006–31.5.2009

#### **Förderer:**

Siemens Medical Solutions

#### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Andreas Wimmer

Tel.: +49 9131 85 27799

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: andreas.wimmer@informatik.uni-erlangen.de

Dieses Forschungsprojekt hat die Entwicklung und Evaluation von Methoden zur Segmentierung von Organen des Abdomens in Perfusionscomputertomographie (Perfusions-CT) Aufnahmen zum Ziel.

Die Perfusionsbildgebung hat sich in den letzten Jahren zu einem wichtigen diagnostischen Werkzeug für Schlaganfall- und Tumorpatienten entwickelt. Bei einem Schlag-

anfall ist die Perfusion des betroffenen Gebietes reduziert; im Gegensatz dazu ist die Perfusion für Tumore aufgrund der Neovaskularisierung erhöht. In den letzten Jahren hat sich die Forschung auch auf Perfusionsanalysen für Organe des Abdomens konzentriert.

Bei der Perfusions-CT wird ein Kontrastmittel in die Blutversorgung des zu untersuchenden Gebietes injiziert und dessen zeitliche Ausbreitung untersucht.

Bildverarbeitungsmethoden sind erforderlich, um automatisch das Gebiet des zu untersuchenden Organs zu bestimmen. Dies ist eine anspruchsvolle Aufgabe, da unterschiedliche Organe des Abdomens ähnliche Intensitätswerte in CT Aufnahmen aufweisen, was die Unterscheidung der einzelnen Gewebeklassen schwierig gestaltet. Zusätzlich müssen Organbewegungen und Deformationen, die zum Beispiel aufgrund von Atmung entstehen, durch Bildregistrierung kompensiert werden, um eine genaue Perfusionsanalyse zu erhalten.

Das Ziel des Projekts besteht darin, Bildverarbeitungsmethoden zu entwickeln, die schnell, genau und robust sind, und die nur wenig Benutzerinteraktion erfordern, um Ansprüchen an den klinischen Arbeitsablauf gerecht zu werden. Dieses Forschungsprojekt wird von unserem Industriepartner Siemens Medical Solutions unterstützt.

#### **9.6.24 SFB 539, A4: Automatisches Glaukom-Screening**

##### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Prof. Dr. Georg Michelson

PD Dr.rer.nat. Berthold Lausen

##### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Jörg Meier

Dipl.-Inf. Rüdiger Bock

Dr. rer. biol. hum. Werner Adler

Nyul, Laszlo

Dr. med. Simone Wärtnges

##### **Stichwörter:**

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

**Laufzeit:** 1.7.2003–30.6.2009

##### **Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

##### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Rüdiger Bock

Tel.: +49 9131 85 27882

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: ruediger.bock@informatik.uni-erlangen.de

Der Lehrstuhl für Mustererkennung befasst sich im Rahmen des SFB 539 Teilprojekt A4 (<http://www.sfb539.forschung.uni-erlangen.de> ) mit automatischen Verfahren zur Glaukomfrüherkennung. Die Analyse basiert auf zwei Modalitäten zur Aufnahme der retinalen Papillenregion: (i) Der Heidelberg Retina Tomograph II (HRT II) nutzt das Prinzip der konfokalen Mikroskopie zur Generierung von Reflektions- und Topografiebildern des Augenhintergrundes. Zur anschließenden Auswertung der Aufnahme durch die Produktsoftware, wird eine manuelle Kontur des Papillenrandes benötigt. (ii) Die Kowa NonMyd Kamera akquiriert eine hochauflösende Farbfotografie des Fundus.

In der vorangegangenen Förderperiode wurde eine automatische Papillenrandsegmentierung auf HRT-Bildern entwickelt. Das Verfahren wurde in Kooperation mit der Augenklinik evaluiert und wird nun im klinischen Alltag eingesetzt. Damit kann auf die manuelle Segmentierung der Papillenkantur verzichtet werden und die Auswertung der Papille durch den HRT voll automatisch ablaufen.

Die Güte des Klassifikationsergebnisses hängt unter anderem stark von der Genauigkeit der Segmentierung ab. Aufgrund der hohen Varianz der Bilddaten kommt es in diesem Schritt gelegentlich zu nicht ausreichender Segmentierung. Geringe Fehleinschätzungen der Segmentierung können in diesem Fall gravierende Auswirkungen auf das Klassifikationsergebnis haben.

In der aktuellen Förderperiode werden toleranter Verfahren zur Glaukomerkennung entwickelt werden, die die diagnostische Herangehensweise des Augenarztes nachzubilden. Dieses Vorgehen basiert weniger auf der exakten Vermessung der Papille und interessanter Regionen als auf dem Abgleich des zu diagnostizierenden Bildes mit Erfahrungswerten. Hierzu wurden erscheinungsbasierte Verfahren wie z.B. Hauptachsentransformation, lineare Diskriminanzanalyse oder Independent Component Analysis verwendet. Als Eingabedaten der genannten Methoden wurden die Intensitätswerte der Bildpixel genutzt, um eine dimensionsreduzierte Darstellung der Eingangsbilder zu erhalten.

Es hat sich gezeigt, dass die Variationen des Gefäßbaumes und der Papille die Veränderungen durch Glaukom zu stark überdecken und damit keine brauchbaren Merkmale extrahiert werden konnten. Ein Ausschluss des Gefäßbaumes und einer Normalisierung des Papillenrandes zeigte stark verbesserte aber keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Es wurde auf die, in diesem Forschungsprojekt entwickelte, Gefäß- und Papillensegmentierung zurückgegriffen.

Im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes sollen abstraktere, aber weiterhin bildbasierte Eingabedaten mit geringerer Lokalität verwendet werden, um die Problematik der örtlichen Variation zu verringern.

## Publikationen

- Bock, Rüdiger ; Meier, Jörg ; Nyúl, László G. ; Wärrtges, Simone ; Michelson, Georg ; Hornegger, Joachim: Appearance-based Approach to Extract an Age-related Biomarkers from Retinal Images . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 127-131.
- Meier, Jörg ; Bock, Rüdiger ; Michelson, Georg ; Nyúl, László G. ; Hornegger, Joachim: Effects of Preprocessing Eye Fundus Images on Appearance Based Glaucoma Classification . In: Kropatsch, Walter G. ; Kampel, Martin ; Hanbury, Allan (Hrsg.) : 12th International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns, CAIP. Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 4673 (12th International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP) Vienna 27-29 Aug. 2007). Bd. 4673/2007. Berlin : Springer, 2007, S. 165-173. - ISBN 978-3-540-74271-5
- Meier, Jörg ; Bock, Rüdiger ; Nyúl, László G. ; Michelson, Georg: Eye Fundus Image Processing System for Automated Glaucoma Classification . In: Scharff, Peter (Hrsg.) : 52. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium: Computer Science meets automation (Internationales Wissenschaftliches Kolloquium: Computer Science meets automation Ilmenau 10-13 September). Bd. 2. Ilmenau : TU Ilmenau Universitätsbibliothek, 2007, S. 81-85. - ISBN 978-3-939473-17-6
- Bock, Rüdiger ; Meier, Jörg ; Michelson, Georg ; Nyúl, László G. ; Hornegger, Joachim: Classifying Glaucoma with Image-Based Features from Fundus Photographs . In: Hamprecht, Fred A. ; Schnörr, Christoph ; Jähne, Bernd (Hrsg.) : 9th Annual Symposium of the German Association for Pattern Recognition, DAGM. Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 4713 (DAGM Heidelberg 12-14 Sept. 2007). Bd. 4713/2007. Berlin : Springer, 2007, S. 355-365. - ISBN 978-3-540-74933-2
- Bock, Rüdiger ; Meier, Jörg ; Nyúl, László G. ; Michelson, Georg ; Hornegger, Joachim: Retina Image Analysis System for Glaucoma Detection . In: Ges. f. Biomed.Technik (Hrsg.) : Biomedizinische Technik, BMT 2007 (41. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik Aachen 26-29 September). Bd. 52. Aachen : Walter de Gruyter, 2007, S. CD-ROM.

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

### **Projektleitung:**

Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

### **Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Christian Derichs

Dipl.-Inf. Benjamin Deutsch

### **Stichwörter:**

Optimierung; Sensordatenfusion; Objektverfolgung; Objektklassifikation

**Laufzeit:** 1.1.1998–31.12.2007

### **Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Benjamin Deutsch

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

Das langfristige Ziel des Teilprojektes B2<sup>12</sup> des Sonderforschungsbereiches 603<sup>13</sup> ist die Entwicklung von optimierungsbasierten Verfahren für die Integration von Kamerabildern bei der Klassifikation, Lokalisation und Verfolgung von Objekten. Die Darstellung des Wissens über das System basiert dabei immer auf einem probabilistischen Ansatz, welcher durch die Fusion aller zur Verfügung stehenden Informationsquellen generiert und ständig erneuert wird. Entscheidend für die Güte von Schätzungen bezüglich Objektklasse, -lage und -position ist dabei das aktive Vorgehen bei der Sensordatenakquisition.

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

Bezüglich der Ansichtenplanung zur effizienten Objekterkennung wurde erhöhter Wert auf die Handhabung dünn besetzter initialer Objektmodelle, d.h. Datensätzen mit Information über nur wenige Ansichten des Objektes, gelegt. Auf solchen Modellen ist es u.U. nicht sinnvoll, direkt mit der eigentlichen Aufgabe einer zielstrebigem Klassifikation zu beginnen, da die zu Grunde liegenden Daten hinsichtlich einer Klassendiskriminierbarkeit recht unzuverlässig sind. Stattdessen wird das vorhandene Objektmo-

<sup>12</sup>URL: [http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/B2/tpB2\\_home\\_g.html](http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/B2/tpB2_home_g.html)

<sup>13</sup>URL: <http://sfb-603.uni-erlangen.de/>

dell durch aktives Lernen, d.h. wiederum aktive Ansichtenauswahl, selektiv erweitert. Anders als bei der klassifikationsspezifischen Strategie zur Ansichtenauswahl wird zur Verbesserung des Modells weder eine Trainingsphase noch eine nur probabilistische Annahme über die Objektklasse und -lage eingesetzt. Vielmehr wird eine optimale Sensorbewegung durch das Ausnutzen von Unsicherheitskriterien über das aktuelle Modellwissen generiert. Entscheidend ist hierbei, dass die Modellverbesserung als Zielfunktion stets die Maximierung der zu erwartenden Klassifikationsrate heranzieht. Um dabei nicht nur die Anzahl der zu beachtenden Objektmerkmale reduzieren, sondern auch deren jeweilige Bedeutung für die Klassendiskriminierbarkeit berücksichtigen zu können, wurden sowohl PCA-transformierte Eigenraummerkmale als auch Wavelet-Merkmale evaluiert.

Ein weiterer Aspekt, der wiederum mit der aktiven Ansichtenauswahl mittels Reinforcement Learning zusammenhängt, ist der Vergleich von Zustandsdichten. Letztere geben eine probabilistische Beschreibung für die Schätzung der aktuellen Kameraparameter relativ zum betrachteten Objekt, sowie dessen Klasse wider. Die vielfache Berechnung der Ähnlichkeit zweier Zustandsdichten, welche durch Partikelmengen repräsentiert werden, ist aufgrund der notwendigen Parzen-Schätzung und der Berechnung des Kullback-Leibler Abstandes sehr zeitaufwändig. Deshalb wurde ein Verfahren entwickelt, welches aufgrund einer Kombination schnell berechenbarer Dichtenparameter, wie etwa dem Schwerpunkt und der Entropie, Dichtenpaare frühzeitig von der detaillierteren Ähnlichkeitsberechnung ausschließen kann. Um weitere Rechenzeit einzusparen, wurden erfolgreich Methoden realisiert, die den Optimierungssuchraum der Sensorbewegung initial einschränken, sowie die Anzahl der zu verwendenden Partikel optimieren.

Die Arbeiten im Teilbereich der aktiven Objektverfolgung wurden fortgeführt. Es wurden nicht nur Kameras mit einer elektrisch verstellbaren Brennweite, sondern zusätzlich auch mit Schwenk-Neige-Einheiten eingesetzt, um den potentiellen Sichtbereich der Kameras zu erhöhen. Dabei konnte die Linearisierung des Sichtbarkeitsbaumes und die Auswertung mittels sequentiell Kalman Filter an die erweiterte Problematik angepasst werden. Dadurch kann die optimale Aktionsauswahl weiterhin über mehrere Zeitschritte mit einer variablen Kamerazahl und in Echtzeit erfolgen.

Zusätzlich wurde die Verbindung zwischen der Objektverfolgung und der Objekterkennung weiter ausgebaut. In der *simultanen Objektverfolgung und Klassifikation* wurde einerseits ein Objekt schritthaltend verfolgt und andererseits mit einer geringeren Bildrate seine Klasse und Lage bestimmt. Dabei wurde die Verfolgung mit einem Farbhistogrammabgleich durchgeführt, während die Erkennung über eine Wavelet-Zerlegung oder über den Abgleich mit einem aus einem Lichtfeld generierten Bild erfolgte. Durch die Verfolgung konnte der Suchraum für die Objekterkennung deutlich reduziert werden.

Als neues Thema in der Objektverfolgung wurde die Bestimmung des Sensorrauschens mittels *adaptive Kalman Filter* und mehrerer Sensoren (Kameras) untersucht. Das Sensorrauschen bildet einen wichtigen Bestandteil der Aktionswahl mittels Kalman Filter. Die Einbettung der Ergebnisse in die aktive optimale Aktionswahl in der Objektverfolgung steht aber noch aus.

In einer Diplomarbeit wurde die Informationsfusion aus sich bewegenden und statischen Sensoren untersucht. Dabei bewegt sich ein Roboter (in dieser Arbeit vom Typ "Volksbot") durch eine Szene und soll ein vom Benutzer ausgewähltes Objekt erreichen und per Nahaufnahme klassifizieren. Der Roboter verfügt über eine omnidirektionale Kamera, in der das Objekt relativ zum Roboter verfolgt werden kann. Die Szene wird zusätzlich von mehreren statischen Kameras betrachtet, welche die Positionen von Roboter und Objekt (aber nicht die Ausrichtung des Roboters) in einem globalen Koordinatensystem ermitteln. Die Information aus beiden Sensorsystemen wurde fusioniert, um den Roboter zum Ziel zu führen. Wie anzunehmen, ist diese Aufgabe unter Verwendung der roboterinternen omnidirektionalen Kamera unproblematisch. Wird diese Kamera deaktiviert, so konnte alleine durch die statischen, externen Kameras trotzdem ein Heranführen des Roboters an das Objekt erreicht werden. Eines der Hauptprobleme dabei war die Bestimmung der Ausrichtung des Roboters, da diese nicht direkt gemessen werden konnte.

## Publikationen

- Deutsch, Benjamin ; Deinzer, Frank ; Zobel, Matthias ; Denzler, Joachim: Active Sensing Strategies for Robotic Platforms, with an Application in Vision-Based Gripping . In: Araújo, H. ; Vieira, A. ; Braz, J. ; Encarnação, B. ; Carvalho, M. (Hrsg.) : INSTICC (Veranst.) : Proceedings of the 1st International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (1st International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics Setúbal). Bd. 2. Setúbal, : INSTICC Press, 2004, S. 169–176.
- Wenhardt, Stefan ; Deutsch, Benjamin ; Hornegger, Joachim ; Niemann, Heinrich ; Denzler, Joachim: An Information Theoretic Approach for Next Best View Planning in 3-D Reconstruction . In: Tang, Y.Y. ; Wang, S.P. ; Lorette, G. ; Yeung, D.S. ; Yan, H. (Hrsg.) : The 18th International Conference on Pattern Recognition (18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2006) Hong Kong 20 - 24 August, 2006). Bd. 1. Los Alamitos, California, Washington, Tokyo : IEEE Computer Society, 2006, S. 103-106. (IEEE Computer Society Order Number P2521) - ISBN 0-7695-2521-0
- Deinzer, Frank ; Denzler, Joachim ; Derichs, Christian ; Niemann, Heinrich: Aspects of Optimal Viewpoint Selection and Viewpoint Fusion . In: Narayanan,

- P.J. ; Nayar, Shree K. ; Shum, Heung-Yeung (Hrsg.) : Computer Vision - ACCV 2006 (Asian Conference on Computer Vision 2006 Hyderabad, India 13.-16.1.2006). Bd. 2. Berlin : Springer, 2006, S. 902-912. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 3852) - ISBN 3-540-31219-6
- Derichs, Christian ; Niemann, Heinrich: Handling Camera Movement Constraints in Reinforcement Learning Based Active Object Recognition . In: Franke, K. ; Müller, K.-R. ; Nickolay, B. ; Schäfer, R. (Hrsg.) : Pattern Recognition - 28th DAGM Symposium (DAGM 2006 - 28th Symposium of the German Association for Pattern Recognition Berlin 12.-14.9.2006). Berlin : Springer, 2006, S. 637-646. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 4174) - ISBN 3-540-44412-2
  - Deinzer, Frank ; Denzler, Joachim ; Derichs, Christian ; Niemann, Heinrich: Integrated Viewpoint Fusion and Viewpoint Selection for Optimal Object Recognition . In: Chanteler, M.J. ; Trucco, E. ; Fisher, R.B. (Hrsg.) : British Machine Vision Conference 2006 (British Machine Vision Conference 2006 Edinburgh 4.-7.9.2006). Bd. 1. Malvern Worcs, UK : BMVA, 2006, S. 287-296. - ISBN 1-904410-14-6
  - Deutsch, Benjamin ; Wenhardt, Stefan ; Niemann, Heinrich: Multi-Step Multi-Camera View Planning for Real-Time Visual Object Tracking . In: Franke, K. ; Müller, K.-R. ; Nickolay, B. ; Schäfer, R. (Hrsg.) : Pattern Recognition - 28th DAGM Symposium (DAGM 2006 - 28th Symposium of the German Association for Pattern Recognition Berlin 12.-14.9.2006). Berlin Heidelberg : Springer, 2006, S. 536-545. (Lecture Notes in Computer Science Bd. 4174) - ISBN 3-540-44412-2

## 9.6.26 SFB 603, B6: Rechnergestützte Endoskopie des Bauchraums

### **Projektleitung:**

Prof. Dr. med. Werner Hohenberger

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Prof. Dr. Günther Greiner

PD Dr. med. Thomas Horbach

Dr. med. Sophie Krüger

### **Beteiligte:**

Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne

Dipl.-Inf. Marco Winter

Dipl.-Ing. Kurt Höller

### **Stichwörter:**

Endoskopie; Minimal-invasive Operation; 3-D-Visualisierung; Lichtfeld;

Registrierung; Bildverbesserung; MUSTOF-Endoskop

**Laufzeit:** 1.1.2000–31.12.2007

**Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

**Mitwirkende Institutionen:**

Chirurgische Universitätsklinik Erlangen

Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung Erlangen

**Kontakt:**

Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne

Tel.: +49 9131 85 25246

Fax: +49 9131 303811

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

Im Teilprojekt B6 wurden Algorithmen für MUSTOF (Multisensor-Time-of-Flight) Endoskope entwickelt und die Herstellung eines Prototypen betreut. Während die Herstellung des Prototypen von der Richard Wolf GmbH durchgeführt wird, wurden grundlegende Algorithmen für die medizinische Applikation eines MUSTOF Endoskopes entwickelt. Dies waren Algorithmen für die Kalibrierung, Registrierung der in einem MUSTOF Endoskop involvierten Bildsensoren und die Rekonstruktion statischer Szenen. Diese Algorithmen stellen ein Proof-of-Concept für die Handhabung der Daten, die mit einer TOF Kamera akquiriert wurden, dar: die Kalibrierung verbessert die Rekonstruktionsgenauigkeit, die Registrierung der Bildsensoren ermöglicht die photorealistische Rekonstruktion und die zeitnahe Registrierung konsekutiv akquirierter Daten ermöglicht die Rekonstruktion komplexer statischer Szenen. Diese Algorithmen stellen eine wertvolle Basis für die Entwicklung eines MUSTOF Endoskopes dar, da sie sicherstellen, dass wenn die entsprechenden Daten vom Endoskop akquiriert werden, wertvolle Beiträge für medizinische Applikationen bereitgestellt werden können: die Registrierung von Oberflächeninformationen mit Daten anderer prä-/intraoperativer Modalitäten (CT/MR) erlaubt die intraoperative Bereitstellung von Augmented Reality. Desweiteren kann das Operationsgebiet in 3-D exploriert, navigiert und vermessen werden ohne das Endoskop tatsächlich zu bewegen. Verschiedene andere Ideen wurden von klinischen Partnern vorgeschlagen: die Kollisionsdetektion und Positionierung des Endoskopes relativ zu einer spezifizierten Anatomie des Operationsgebietes bietet Vorteile für den Patienten (geringeres Verletzungsrisiko) und für den Chirurgen (bessere Perzeption der Anatomie des Operationsgebietes).

**Publikationen**

- Vogt, Florian ; Krüger, Sophie ; Winter, Marco ; Niemann, Heinrich ; Hohenberger, Werner ; Greiner, Günther ; Schick, Christoph: Erweiterte Realität und

- 3-D Visualisierung für minimal-invasive Operationen durch Einsatz eines optischen Trackingsystems . In: Meinzer, H.-P. ; Handels, H. ; Horsch, A. ; Tolxdorff, T. (Hrsg.) : Proceedings Bildverarbeitung für die Medizin (Bildverarbeitung für die Medizin Heidelberg 13.-15.3.2005). Berlin : Springer, 2005, S. 217-221. - ISBN 3-540-25052-2
- Winter, Marco ; Greiner, Günther ; Vogt, Florian ; Niemann, Heinrich ; Krüger, Sophie: Visualizing distances between light field and geometry using projective texture mapping . In: Greiner, Günther ; Hornegger, Joachim ; Niemann, Heinrich ; Stamminger, Marc (Hrsg.) : Proceedings of the Workshop Vision, Modeling, and Visualization (Workshop Vision, Modeling, and Visualization Erlangen 16.-18.11.2005). St. Augustin : Infix, 2005, S. 257-264. - ISBN 3-540-25052-2
  - Wilhelm, D. ; Penne, Jochen ; Meining, Alexander ; Hornegger, Joachim ; Feußner, Hubertus: An Innovative, Safe and Sterile Sigmoid Access for NOTES (ISSA) . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 223-226. - ISBN 3-921713-33-X
  - Ritt, P. ; Höller, Kurt ; Penne, Jochen ; Schneider, Adam ; Hornegger, Joachim ; Feußner, H.: Auto-Gain Approach for Use with Time-of-Flight Examination in Minimally Invasive Surgery . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 227-232.
  - Härtl, F. ; Höller, Kurt ; Beller, S. ; Feußner, Hubertus: Current status of the use of medical robots in Germany, Austria and Switzerland . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 2-4.
  - Penne, Jochen ; Höller, Kurt ; Krüger, Sophie ; Feußner, Hubertus: NOTES 3D: Endoscopes learn to see 3-D; Basic Algorithms for a Novel Endoscope . In: Ranchordas, Alpesh Kumar ; Araújo, Helder ; Vitriá, Jordi (Hrsg.) : VISAPP 2007, Second international Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP 2007 Barcelona 8.-11.3.2007). Barcelona : Insticc Press, 2007, S. 134-139. - ISBN 978-972-8865-75-7

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

### **Projektleitung:**

Prof. em. Dr.-Ing. Heinrich Niemann

Prof. Dr. Günther Greiner

### **Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Ingo Scholz

Dr.-Ing. Christian Vogelgsang

### **Stichwörter:**

SFB 603, C2: Analyse, Modellierung und Verarbeitung von Lichtfeldern

**Laufzeit:** 1.1.1998–31.12.2007

### **Förderer:**

DFG

### **Mitwirkende Institutionen:**

Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung Erlangen

### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Ingo Scholz

Das Teilprojekt C2<sup>14</sup> des Sonderforschungsbereichs 603<sup>15</sup> bearbeitet zusammen mit dem Lehrstuhl für Graphische Datenverarbeitung<sup>16</sup> (LGDV) das Thema der "Analyse, Modellierung und Verarbeitung von Lichtfeldern zur Gewinnung realistischer Modelldaten". Die in diesem Teilprojekt zentrale Datenstruktur des Lichtfelds erlaubt es, durch sog. bildbasierte Modellierung beliebige Ansichten einer realen Szene zu generieren, deren Aussehen durch eine Sammlung an Bilddaten bekannt ist. Die benötigten Informationen über Parameter und Positionen der verwendeten Kamera werden über Verfahren der "Struktur aus Bewegung" (Structure from Motion) direkt aus den Bilddaten ermittelt, bei denen es sich im Allgemeinen um einen Bildstrom einer handgeführten Kamera handelt. Weitere Daten können beispielsweise Bilder einer auf einem Roboterarm montierten Kamera sein. Das Teilprojekt C2 wird bereits seit 1998 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft<sup>17</sup> (DFG) gefördert.

Die bei Lichtfeldern übliche Betrachtung von ausschließlich statischen Szenen wurde in den letzten Jahren immer mehr auch auf bewegte Szenen erweitert. Die bereits in 2003 begonnenen Arbeiten zur Rekonstruktion von Lichtfeldern aus Szenen, die bewegte, aber in sich starre Objekte enthalten, wurden auch 2005 fortgesetzt. Nach der Trennung von Merkmalen in "Hintergrund" und "bewegtes Objekt" können nun die beiden

---

<sup>14</sup>URL: [http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/C2/tpC2\\_home\\_g.html](http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/C2/tpC2_home_g.html)

<sup>15</sup>URL: [http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/sfb603\\_g.html](http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/sfb603_g.html)

<sup>16</sup>URL: <http://www9.informatik.uni-erlangen.de/>

<sup>17</sup>URL: <http://www.dfg.de/>

unabhängig voneinander berechneten 3-D-Rekonstruktionen mit ausreichender Genauigkeit registriert werden. Daraus lässt sich nun die Eigenbewegung des Objekts berechnen. Ähnliche Objektpositionen werden mittels einer Vektorquantisierung jeweils einem Zeitschritt zugeordnet. Die Visualisierung der so entstehenden *dynamischen Lichtfelder* erfolgt durch sog. *Vertrauenskarten* (Confidence Maps), die das Ausblenden des bewegten Objekts zu nicht sichtbaren Zeitschritten erlauben.

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

Die Anwendbarkeit der entwickelten Verfahren wurde außerdem in mehreren Kooperationen mit anderen Projekten gezeigt. In Zusammenarbeit mit dem Graduiertenkolleg "Dreidimensionale Bildanalyse und -synthese"<sup>18</sup> wurden 3-D-Rekonstruktionsalgorithmen zum schnellen Training für die Objekterkennung eingesetzt. Im Teilprojekt A7<sup>19</sup> des Sonderforschungsbereichs 603 wurden diese Algorithmen für die 3-D-Rekonstruktion von mittels flexibler Endoskope aufgenommenen Bildfolgen eingesetzt.

## Publikationen

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

---

<sup>18</sup>URL: <http://www9.informatik.uni-erlangen.de/Research/gk244/index.html>

<sup>19</sup>URL: [http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/A7/tpA7\\_home\\_g.html](http://sfb-603.uni-erlangen.de/HTML/TEILPROJEKTE/A7/tpA7_home_g.html)

### **9.6.28 SFB 603, C10: Registrierung funktioneller und morphologischer Volumendatensätze**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

PD Dr. med. Wolfgang Römer

Prof. Dr. med. Torsten Kuwert

Prof. Dr. med. Werner Bautz

#### **Beteiligte:**

Jingfeng Han, M. Sc.

#### **Stichwörter:**

Multimodale Bildregistrierung

**Laufzeit:** 1.11.2004–31.12.2007

#### **Förderer:**

Deutsche Forschungsgemeinschaft

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Nuklearmedizinische Klinik

Radiologisches Institut

#### **Kontakt:**

Jingfeng Han, M. Sc.

E-Mail: [jingfeng@informatik.uni-erlangen.de](mailto:jingfeng@informatik.uni-erlangen.de)

Die Registrierung und Visualisierung funktioneller und morphologischer Bilddaten sind von herausragender medizinischer und ökonomischer Bedeutung und stellen nach wie vor eine große technische Herausforderung dar. Das Projekt beschäftigte sich mit der Erarbeitung verschiedener Algorithmen zur starren und nicht-starren Bildregistrierung samt ihrer mathematischen Grundlagen, der Implementierung retrospektiver Registrierungsalgorithmen, der Integration dieser neuen Verfahren in ein klinisch einsetzbares System und der systematischen Bewertung der entwickelten Registrierungsverfahren durch Ärzte und Ingenieure.

#### **Publikationen**

- Han, Jingfeng ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten ; Bautz, Werner ; Römer, Wolfgang: Feature Constrained Non-rigid Image Registration . In: Hülsemann, Frank ; Kowarschik, Markus ; Råde, Ulrich (Hrsg.) : Frontiers in Simulation (18th Symposium on Simulationstechnique, Erlangen 2005 Erlangen 12.-15. Septem-

ber 2005). Erlangen : SCS Publishing House e.V., 2005, S. 638-643. - ISBN 3-936150-41-9

- Römer, Wolfgang ; Hornegger, Joachim ; Han, Jingfeng ; Bautz, Werner ; Kuwert, Torsten: Non-rigid Fusion of Morphological and Functional Images Using Anatomical Fix Points and Contours - A New Approach to Overcome the Current Drawbacks of Retrospective Image Fusion . In: The Radiological Society of North America (Veranst.) : RSNA2004 (RSNA2004). Chicago, USA : RSNA, 2005, S. 356.
- Han, Jingfeng ; Qiao, Min ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten ; Bautz, Werner ; Römer, Wolfgang: Partial Image Data Registration using Stochastic Optimization . In: Hülsemann, Frank ; Kowarschik, Markus ; Rüde, Ulrich (Hrsg.) : Frontiers in Simulation (18th Symposium on Simulationstechnique, Erlangen 2005 Erlangen 12.-15. September 2005). Erlangen : SCS Publishing House e.V., 2005, S. 644-645. - ISBN 3-936150-41-9
- Han, Jingfeng ; Berkels, Benjamin ; Droske, Marc ; Hornegger, Joachim ; Rumpf, Martin ; Schaller, Carlo ; Scorzin, Jasmin ; Urbach, Horst: Mumford–Shah Model for One-to-One Edge Matching . In: IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING 16 (2007), Nr. 11, S. 2720-2732
- Han, Jingfeng ; Bennewitz, Christian ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: Semi-automatival Validation of SPECT/CT Scanners . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 93-100.
- Jäger, Florian ; Han, Jingfeng ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: A Variational Approach to Spatially Dependent Non-Rigid Registration . In: Reinhardt, Joseph M. ; Pluim, Josien P. W (Hrsg.) : Proceedings of the SPIE, Medical Image Processing (SPIE, Medical Image Processing San Diego CA, USA). Bd. 6144. 2006, S. 860–869.
- Han, Jingfeng ; Berkels, Benjamin ; Rumpf, Martin ; Hornegger, Joachim ; Droske, Marc ; Fried, Michel ; Scorzin, Jasmin ; Schaller, Carlo: A Variational Framework for Joint Image Registration, Denoising and Edge Detection . In: Handels, H. ; Ehrhardt, J. ; Horsch, A. ; Meinzer, H.-P. ; Tolxdorff, T. (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2006 (Bildverarbeitung für die Medizin BVM 2007 – Algorithmen, Systeme, Anwendungen Hamburg 19. - 21. March 2006). Hamburg : Springer, 2006, S. 246-250.

- Han, Jingfeng ; Qiao, Min ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten ; Bautz, Werner ; Römer, Wolfgang: Automatic sub-volume registration by probabilistic random search . In: Reinhardt, Joseph M. ; Pluim, Josien P. W (Hrsg.) : Proc. SPIE Medical Imaging 2006 (The International Society for Optical Engineering San Diego, USA February 2006). Bd. 6144. 2006, S. 799-807.
- Jäger, Florian ; Han, Jingfeng ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: Wissensbasierte Nicht-Starre Registrierung von SPECT/CT Datensätzen . In: Handels, Heinz ; Ehrhardt, J. ; Horsch, Alexander ; Meinzer, H.-P. ; Tolxdorff, T. (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2006 (Bildverarbeitung für die Medizin 2006). Berlin : Springer, 2006, S. 236-240.

### 9.6.29 SmartWeb

#### **Projektleitung:**

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

#### **Beteiligte:**

Dr. phil. Anton Batliner

Dipl.-Inf. Christian Hacker

Dipl.-Inf. Florian Hönig

Dipl.-Inf. Axel Horndasch

#### **Stichwörter:**

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

**Laufzeit:** 1.4.2004–30.9.2007

#### **Förderer:**

Bundesministerium für Bildung und Forschung

#### **Kontakt:**

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

Tel.: +49 9131 85 27888

Fax: +49 9131 303811

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

#### **Leitinnovation SmartWeb**

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

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

Nach der Integration einer ersten Version des OOV-Moduls in das SmartWeb-System im Jahre 2005 wurden 2006 auch die Einzelkomponenten zur Bestimmung des Benutzerfokus (Klassifikation von On-View/Off-View, On-Talk/Off-Talk) eingebunden. Die Ergebnisse der Arbeiten zur Benutzerzustandsklassifikation werden im Rahmen eines separaten Systems demonstriert.

### **Erkennung und Verarbeitung von Out-Of-Vocabulary Wörtern**

Um die Verarbeitung von unbekanntem Wörtern in der Spracheingabe des SmartWeb-Demonstrators weiter zu verbessern, wurde im Jahr 2006 vor allem an der Erkennung von Wortuntereinheiten gearbeitet. Als Basis für das Vorgehen dienten Untersuchungen zur Häufigkeit von unbekanntem Wörtern und Wortuntereinheiten (u.a. Silben, Laute) und die jeweilige Fehlerrate bei der Dekodierung durch einen entsprechend trainierten Spracherkenner. Für das EVAR-Korpus (Erlanger Zugauskunftssystem) zeigte sich, dass bei Silben ein gutes Gleichgewicht zwischen der erzielten Erkennungsrate auf Lautebene (82.8

Neben den konzeptionellen Änderungen am Setup des hybriden Spracherkenner (parallele Erkennung von Wörtern und Wortuntereinheiten) wurden auch Anstrengungen unternommen, die Datenlage für das Training der Wortuntereinheiten-Erkenner zu verbessern. Zu diesem Zweck konnten verschiedene vom Projektpartner Sympalog aufgenommene Korpora herangezogen werden. Allerdings mussten die am Lehrstuhl vorhandenen phonetischen Lexika stark erweitert werden, um den neu hinzugekommenen Wortschatz

abdecken zu können. Bei der Überarbeitung der Lexika spielte auch deren Verwendung für die automatische Phonem-Graphem- / Graphem-Phonem-Umwandlung mit dem MASSIVE Framework eine Rolle: So wurden u.a. auch in der orthografischen Darstellung der Wörter Silbengrenzen eingetragen.

### **Benutzerzustandsklassifikation**

Für eine effiziente Interaktion zwischen SmartWeb und dem Benutzer kann es für das System von Vorteil sein, Informationen über den psychischen Zustand des Benutzers zu besitzen (etwa gestresst vs. entspannt oder ärgerlich vs. zufrieden). Besonders augenfällig wird dies im Auto- und Motorradzenario, wo das System idealerweise in der Lage sein sollte, in kritischen Situationen die Interaktion mit dem Fahrer durch eine Einschränkung des Informationsflusses anzupassen. Sprache, Mimik und Gestik des Benutzers lassen zwar häufig Rückschlüsse auf dessen Zustand zu, sie sind jedoch sehr individuell und unterliegen meist einer Maskierung. Einen direkten und unverfälschten Zugang zum Benutzerzustand können physiologische Parameter wie Hautleitwert, Puls usw. bieten. Für entsprechende Messungen existieren mobile Systeme und es besteht die Hoffnung, dass sich zumindest einige der Sensoren in Zukunft in die Kleidung, das Lenkrad oder ein mobiles Endgerät integrieren lassen. Innerhalb von SmartWeb verfolgt der LME das Ziel, eine *personenunabhängige* Klassifikation von Benutzerzuständen anhand von physiologischen Signalen *in Echtzeit* zu realisieren.

Mit dem Ziel, einen Klassifikator zur Unterscheidung von Stress/nicht-Stress datengetrieben zu erstellen, wurde im Berichtszeitraum eine umfangreiche Stichprobe gesammelt: *DRIVAWORK (Driving under varying workload)* enthält Aufzeichnungen von Audio, Video und sechs physiologischen Signalen in verschiedenen Belastungs-/Stressbedingungen während einer simulierten Autofahrt. Die Aufnahmen von 24 Personen belaufen sich auf 15 Stunden nutzbares Datenmaterial mit allein 1.1 GB an physiologischen Signalen. Weiterhin wurden die bestehenden Merkmalsätze, auf denen die Klassifikation basiert, verbessert und erweitert. Wenn alle sechs physiologischen Kanäle kombiniert werden, können die Extreme "Entspannung" und "Stress" mit einer Genauigkeit von 90

### **Multimodale Erkennung des Benutzerfokus**

Der Benutzer eines mobilen Endgerätes (z.B. T-Mobile MDA Pro) kann gesprochene Anfragen an SmartWeb stellen. Diese werden an einen Server geschickt und dort analysiert. Dabei soll das System automatisch erkennen, ob es überhaupt angesprochen war. Vielleicht galten die gesprochenen Worte ja einer menschlichen Begleitung, vielleicht war es ein Selbstgespräch? Mit dem Mikrofon und der Kamera am MDA-Pro kann man alle notwendigen Informationen erhalten und der Benutzer muss keine lästige Push-To-Talk-Taste drücken. Wird ein Gesicht im Kamerabild detektiert, klassifiziert das System den Aufmerksamkeitsfokus anhand der Blickrichtung: On-View, wenn der Benutzer direkt auf das Display schaut, oder Off-View, wenn der Benutzer nicht auf das Gerät,

sondern beispielsweise zu einem Gesprächspartner blickt. Analog wird für ein Sprachsignal bewertet, ob der Benutzer direkt mit dem System spricht (On-Talk) oder mit sich selbst bzw. einem Dritten (Off-Talk). On-Focus tritt im SmartWeb-Szenario also nur auf, wenn der Benutzer zum Gerät schaut *und* spricht (Beispiel hier<sup>20</sup>). Die Off-View-Klassifikation basiert auf dem Viola-Jones-Algorithmus zur Gesichtsdetektion; zur Off-Talk-Erkennung werden prosodische Merkmale (Dauer, Energie, Grundfrequenz, Jitter, Shimmer) verwendet.

Im Berichtszeitraum wurde ein Demonstrator implementiert und auf der CeBIT 2006 vorgestellt. Auch im Gesamtsystem ist nun am Display des MDA erkennbar, ob das System die Anfrage als On-Focus erkannt hat. Um das System zu trainieren und zu evaluieren, wurden von unserem Partner LMU München möglichst realistische Daten gesammelt. Die zwei Klassen On-Focus und Off-Focus werden pro Äußerung mit Hilfe des Audiosignals zu 77 zu 71

## Publikationen

- Hacker, Christian ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar: Are You Looking at Me, are You Talking with Me – Multimodal Classification of the Focus of Attention . In: Sojka, P. ; Kopeček, I. ; Pala, K. (Hrsg.) : Text, Speech and Dialogue. 9th International Conference, TSD 2006, Brno, Czech Republic, September 2006, Proceedings (9th International Conference, TSD 2006 Brno 11-15.9.2006). Berlin, Heidelberg : Springer, 2006, S. 581 – 588. (Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), Nr. 4188) - ISBN 978-3-540-39090-9
- Batliner, Anton ; Hacker, Christian ; Nöth, Elmar: To Talk or not to Talk with a Computer: On-Talk vs. Off-Talk . In: Fischer, Kerstin (Hrsg.) : How People Talk to Computers, Robots, and Other Artificial Communication Partners (How People Talk to Computers, Robots, and Other Artificial Communication Partners Bremen April 21-23, 2006). 2006, S. 79-100. (University of Bremen, SFB/TR 8 Report Bd. 010-09/2006)
- Horndasch, Axel ; Nöth, Elmar ; Batliner, Anton ; Warnke, Volker: Phoneme-to-Grapheme Mapping for Spoken Inquiries to the Semantic Web . In: ISCA (Veranst.) : Proceedings of the Ninth International Conference on Spoken Language Processing (Interspeech 2006 - ICSLP) (Ninth International Conference on Spoken Language Processing (Interspeech 2006 - ICSLP) Pittsburgh 17.-21.09.2006). Bonn : ISCA, 2006, S. 13-16.

---

<sup>20</sup>URL: <http://www5.informatik.uni-erlangen.de/Personen/hacker/work.xml?language=de>

- Batliner, Anton ; Hacker, Christian ; Kaiser, Moritz ; Mögele, Hannes ; Nöth, Elmar: Taking into Account the User’s Focus of Attention with the Help of Audio-Visual Information: Towards less Artificial Human-Machine-Communication . In: Kraemer, Emiel ; Swerts, Marc ; Vroomen, Jean (Hrsg.) : AVSP 2007 (International Conference on Auditory-Visual Speech Processing 2007 Hilvarenbeek 31.08.-03.09.2007). 2007, S. 51-56.
- Hönig, Florian ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar: Fast Recursive Data-driven Multi-resolution Feature Extraction for Physiological Signal Classification . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 47-52. - ISBN 3-921713-33-X
- Hönig, Florian ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar: Real-time Recognition of the Affective User State with Physiological Signals . In: Cowie, Roddy ; de Rosis, Fiorella (Hrsg.) : The Second International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction, Proceedings of the Doctoral Consortium (Affective Computing and Intelligent Interaction Lisbon, Portugal 12-14.09.2007). 2007, S. 1-8. - ISBN 978-989-20-0798-4
- Hönig, Florian ; Hacker, Christian ; Warnke, Volker ; Nöth, Elmar ; Hornegger, Joachim ; Kornhuber, Johannes: Developing Enabling Technologies for Ambient Assisted Living: Natural Language Interfaces, Automatic Focus Detection and User State Recognition . In: BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) ; VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.) (Veranst.) : Tagungsband zum 1. deutschen AAL-Kongress (1. Deutscher AAL (Ambient Assisted Living)-Kongress Berlin 30.01.2008-01.02.2008). Berlin/Offenbach : VDE Verlag GMBH, 2008, S. 371-375. - ISBN 978-3-8007-3076-6
- Nöth, Elmar ; Hacker, Christian ; Batliner, Anton: Does Multimodality Really Help? The Classification of Emotion and of On/Off-Focus in Multimodal Dialogues - Two Case Studies. . In: Grgic, Mislav ; Grgic, Sonja (Hrsg.) : Proceedings Elmar-2007 (Elmar-2007 Zadar 12.-14.09.). Zadar : Croatian Society Electronics in Marine - ELMAR, 2007, S. 9-16. - ISBN 978-953-7044-05-3

### **9.6.30 SW-Paket zur Handgestenerkennung**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Eva Kollorz

Giesler, B.

Barke, A.

**Stichwörter:**

Handgestenerkennung; PMD-Kamera; Segmentierung; Klassifizierung

**Laufzeit:** 4.7.2006–30.11.2006

**Förderer:**

Audi Electronics Venture GmbH

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Eva Kollorz

Tel.: +49 9131 85 27894

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: Eva.Kollorz@informatik.uni-erlangen.de

Die Erkennung von Handgesten bietet in vielen Bereichen Anwendungsmöglichkeiten, wie z.B. Infotainmentsystemen oder in der Automobil-Branche. Ziel dieses Projektes ist die Klassifikation von vordefinierten statischen Gesten mit Hilfe einer sogenannten PMD-Kamera (Photomischdetektoren, Photonic Mixer Device, kurz: PMD). Das von einem Sender ausgesendete modulierte Infrarotsignal beleuchtet eine Szene, trifft dort auf Objekte und wird von diesen auf den Sensor der Kamera reflektiert. Durch den Phasenversatz können die Distanzen zu den jeweiligen Gegenständen in der beobachteten Szene berechnet werden. Daraus ergibt sich ein Distanzbild, in dem jeder Bildpunkt die Distanz zu dem beobachteten 3-D Punkt in der Szene angibt. Die Kamera liefert auch ein herkömmliches Grauwertbild. Für die Segmentierung der Handgesten können die Distanz- als auch die Grauwertdaten genutzt werden. Die Distanzen werden hier verwendet, um die Hand samt Arm zu segmentieren. Als nächster Schritt wird die Hand extrahiert, um die Merkmale für die Klassifikation zu berechnen. Die Klassifikation soll echtzeitfähig sein, da die Kamera ca. 15 Bilder pro Sekunde liefert. Das System wird mit verschiedenen Gesten von verschiedenen Personen offline evaluiert und ein entsprechendes Trainingsset in das Online-System eingespielt. Die Software, in die das Paket integriert wird, wurde von Audi Electronics Venture GmbH vorgegeben. Es werden zwei Module in die bestehende Software integriert: das Modul "Recording", mit dem man die verschiedenen Gesten aufnehmen kann (um diese als Trainingsdaten verwenden zu können), sowie das Modul "Classification", das zur Klassifikation in dem Online-System dient.

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

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Dr.-Ing. Markus Kowarschik

**Beteiligte:**

Dipl.-Inf. Holger Scherl

Benjamin Keck, M. Sc.

**Stichwörter:**

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

**Laufzeit:** 1.11.2004–30.4.2010

**Förderer:**

Siemens Medical Solutions (Components Division)

**Kontakt:**

Dipl.-Inf. Holger Scherl

E-Mail: [scherl@informatik.uni-erlangen.de](mailto:scherl@informatik.uni-erlangen.de)

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

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

Während des letzten Jahres wurde die Performanz von modernen Rekonstruktionsverfahren auf dem Cell Prozessor untersucht. Die erzielten Resultate demonstrieren, dass die Ausführungsgeschwindigkeit verglichen mit aktuellen Personal Computern um eine Größenordnung verbessert werden konnte. Dies ermöglicht die schritthaltende Berechnung von CT Rekonstruktionen in Kegelstrahlgeometrie, was bedeutet, dass alle

notwendigen Berechnungen hinter der Aufnahmezeit des benutzten Gerätes versteckt werden können. Der Cell Prozessor stellt insbesondere in der Flachbilddetektor basierten Rekonstruktion in Kegelstrahlgeometrie eine vielversprechende Architektur dar, die nicht zuletzt aufgrund ihrer Möglichkeit in einer Hochsprache programmiert zu werden, innovative Entwicklungen in kommerziellen CT-Geräten ermöglichen wird.

## Publikationen

- Scherl, Holger ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: Bit-Accurate Simulation of Convolution-Based Filtering on Reconfigurable Hardware . In: Hülsemann, Frank ; Kowarschik, Markus ; Rüdiger, Ulrich (Hrsg.) : Frontiers in Simulation (Simulationstechnique 18th Symposium in Erlangen 2005 Erlangen 12.-15. September 2005). Erlangen : SCS Publishing House e.V., 2005, S. 662-667. - ISBN 3-936150-41-9
- Scherl, Holger ; Koerner, Mario ; Hofmann, Hannes ; Eckert, Wieland ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: Implementation of the FDK Algorithm for Cone-Beam CT on the Cell Broadband Engine Architecture . In: Hsieh, J. ; Flynn, M. J. (Hrsg.) : Proceedings of SPIE (SPIE Medical Imaging - Physics of Medical Imaging San Diego 17-22.2.2007). Bd. 6510. 2007, S. 651058.
- Scherl, Holger ; Hoppe, Stefan ; Dennerlein, Frank ; Lauritsch, Günter ; Eckert, Wieland ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: On-the-fly-Reconstruction in Exact Cone-Beam CT using the Cell Broadband Engine Architecture . In: .. (Hrsg.) : Proceedings Fully3D Meeting and HPIR Workshop (9th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Lindau July 9 - 13, 2007). 2007, S. 29-32.
- Scherl, Holger ; Keck, Benjamin ; Kowarschik, Markus ; Hornegger, Joachim: Fast GPU-Based CT Reconstruction using the Common Unified Device Architecture (CUDA) . In: Frey, Eric C. (Hrsg.) : Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference 2007 (2007 Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference Honolulu, Hawaii (USA) 30.10. - 3.11.2007). 2007, S. -.
- Scherl, Holger: Fast GPU-Based CT Reconstruction using the Common Unified Device Architecture (CUDA) .Vortrag: 2007 Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference, NSS-MIC 2007, Honolulu, Hawaii (USA), 3.11..2007

### **9.6.32 Untersuchung und Bewertung der Ersatzstimme Laryngektomierter (SV-check)**

**Projektleitung:**

Prof. Dr. med. Frank Rosanowski

**Beteiligte:**

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

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

Dr.-Ing. Tino Haderlein

**Stichwörter:**

Laryngektomie; Ersatzstimme; automatische Sprachverarbeitung

**Laufzeit:** 1.4.2005–31.3.2007

**Förderer:**

Deutsche Krebshilfe

**Mitwirkende Institutionen:**

Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie

Lehrstuhl für Mustererkennung

**Kontakt:**

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

Tel.: +49 9131 85 27888

Fax: +49 9131 303811

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

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

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

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

Bisher konnten wir zeigen, dass die von menschlichen Experten vergebene Verständlichkeitsnote für kontinuierliche TE-Sprache sehr gut mit der von einem Spracherkennungssystem errechneten Wortakkuratheit korreliert, und zwar sowohl bei Nahbesprechungsaufnahmen ( $r=-0,88$ ) als auch bei Telefonaufnahmen ( $r=-0,80$ ). Ähnlich gute Korrelationen ergaben sich zwischen automatisch berechneten prosodischen Merkmalen und den Kriterien "Übereinstimmung von Atem- und Sinneinheiten" und "Sprechanstrengung". Die grafische Darstellung von Sprechstörungen wurde erfolgreich mithilfe der Sammon-Transformation durchgeführt.

## Publikationen

- Schuster, Maria ; Haderlein, Tino ; Nöth, Elmar ; Lohscheller, Jörg ; Eysholdt, Ulrich ; Rosanowski, Frank: Intelligibility of laryngectomees' substitute speech: automatic speech recognition and subjective rating . In: Eur Arch Otorhinolaryngol 263 (2006), Nr. 2, S. 188-193
- Haderlein, Tino ; Nöth, Elmar ; Schuster, Maria ; Eysholdt, Ulrich ; Rosanowski, Frank: Evaluation of Tracheoesophageal Substitute Voices Using Prosodic Features . In: Hoffmann, Rüdiger ; Mixdorff, Hansjörg (Hrsg.) : Proc. Speech Prosody, 3rd International Conference (Speech Prosody, 3rd International Conference Dresden 2.5.-5.5.2006). Bd. 1. Dresden : TUDpress, 2006, S. 701-704. - ISBN 3-938863-57-9
- Haderlein, Tino ; Zorn, Dominik ; Steidl, Stefan ; Nöth, Elmar ; Shozakai, Makoto ; Schuster, Maria: Visualization of Voice Disorders Using the Sammon Transform . In: Sojka, Petr ; Kopecek, Ivan ; Pala, Karel (Hrsg.) : Proc. Text, Speech and Dialogue; 9th International Conference (Text, Speech and Dialogue; 9th International Conference (TSD 2006) Brno, Tschechien 11.9.-15.9.2006). Bd. 1. Berlin : Springer, 2006, S. 589-596. (Lecture Notes in Artificial Intelligence) - ISBN 3-540-39090-1
- Riedhammer, Korbinian ; Haderlein, Tino ; Schuster, Maria ; Rosanowski, Frank ; Nöth, Elmar: Automatic Evaluation of Tracheoesophageal Telephone Speech . In: Erjavec, Tomaz ; Zganec Gros, Jerneja (Hrsg.) : Proceedings of the 5th Slovenian and 1st International Conference Language Technologies IS-LTC 2006 (5th Slovenian and 1st International Conference Language Technologies IS-LTC 2006 Ljubljana, Slowenien 9.10.-10.10.2006). Bd. 1. Ljubljana, Slowenien : Biografika BORI d.o.o., 2006, S. 17-22. - ISBN 978-961-6303-83-5
- Haderlein, Tino ; Riedhammer, Korbinian ; Maier, Andreas ; Nöth, Elmar ; Toy, Hikmet ; Rosanowski, Frank: An Automatic Version of the Post-Laryngectomy

Telephone Test . In: Matousek, Vaclav ; Mautner, Pavel (Hrsg.) : Proc. Text, Speech and Dialogue; 10th International Conference (Text, Speech and Dialogue; 10th International Conference (TSD 2007) Pilsen, Tschechien 3.-7.9.2007). Bd. 1. Berlin : Springer, 2007, S. 238-245. (Lecture Notes in Artificial Intelligence Bd. 4629) - ISBN 978-3-540-74627-0

- Haderlein, Tino ; Nöth, Elmar ; Toy, Hikmet ; Batliner, Anton ; Schuster, Maria ; Eysholdt, Ulrich ; Hornegger, Joachim ; Rosanowski, Frank: Automatic Evaluation of Prosodic Features of Tracheoesophageal Substitute Voice . In: Eur Arch Otorhinolaryngol 264 (2007), Nr. 11, S. 1315-1321

### **9.6.33 Untersuchung und Bewertung der Stimme nach Larynxteilresektion (PV-check)**

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr. med. Frank Rosanowski

#### **Beteiligte:**

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

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

Dr.-Ing. Tino Haderlein

#### **Stichwörter:**

Larynxteilresektion; pathologische Stimme; automatische Sprachverarbeitung

**Laufzeit:** 1.8.2007–31.1.2009

#### **Förderer:**

Deutsche Krebshilfe

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie

Lehrstuhl für Mustererkennung

#### **Kontakt:**

PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

Tel.: +49 9131 85 27888

Fax: +49 9131 303811

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

Nach einer Larynxteilresektion, d.h. einer partiellen Kehlkopfentfernung, ist die Stimmgebung je nach Umfang des Eingriffs beeinflusst. Die Betroffenen durchlaufen eine Therapie, in der wiederholt evaluiert werden muss, ob und wie sich ihre Stimme nach der Operation hinsichtlich Kriterien wie Lautstärke, Verständlichkeit oder Prosodiefähigkeit entwickelt hat. Da die Beurteilung subjektiv erfolgt und das Verfahren für

Arzt und Patienten aufwändig ist, erscheint eine Automatisierung und Objektivierung in diesem Bereich sinnvoll.

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

Im Vorgängerprojekt SVcheck<sup>21</sup> zur Analyse kontinuierlicher Sprache nach totaler Laryngektomie konnte gezeigt werden, dass die von menschlichen Experten vergebenen Noten für klinische Bewertungskriterien sehr gut mit der von einem Spracherkennungssystem errechneten Wortakkuratheit oder mit automatisch berechneten prosodischen Merkmalen korrelieren. Diese Erfahrungen bilden die Grundlage für das neue Projekt, in dem differenzierter untersucht werden soll, wie sich die genannten Parameter nach bestimmten chirurgischen Eingriffen verändern. Die Varianz der Pathologien ist sehr groß, da z.B. nur eine Stimmlippe oder nur die Taschenfalten entfernt worden sein können.

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

**Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

**Beteiligte:**

Dipl.-Ing. Björn Eskofier

**Stichwörter:**

Mustererkennung; Digitaler Sport; Biosignale

**Beginn:** 1.9.2006

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Björn Eskofier

Tel.: +49 9131 85 27890

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: [bjorn.eskofier@informatik.uni-erlangen.de](mailto:bjorn.eskofier@informatik.uni-erlangen.de)

In vielen Bereichen des täglichen Lebens können eingebettete Systeme interessante und wichtige Informationen für den Anwender bereitstellen. Beispiele hierfür können beispielsweise im Automobilbau, der industriellen Automation und auch bei biomedizini-

---

<sup>21</sup>URL: <http://www5.informatik.uni-erlangen.de/Forschung/Projekte/SVcheck/?language=de>

schen Implantaten gefunden werden. Auch im Bereich des Sports sind an vielen Stellen Systeme vorstellbar, die den Sportler unterstützen, leiten oder auch motivieren.

Bereits heute gibt es beispielsweise die Möglichkeit, die Pulsfrequenz und/oder die momentane Geschwindigkeit eines Läufers zu erfassen und an diesen weiterzugeben. Im Rahmen dieses Projektes sollen solche und ähnliche Konzepte weiterverfolgt und verbessert werden. Dazu werden die Möglichkeiten der Integration verschiedener Sensoren in Sportartikel untersucht, und weiterhin die Optionen zur Verarbeitung der gemessenen Signale. Konzepte der Mustererkennung sollen dann genutzt werden, um die interessantesten Informationen aus den Daten zu extrahieren. Denkbar sind hier beispielsweise der Ermüdungsgrad oder die Bewertung bestimmter Bewegungsfolgen hinsichtlich Ihrer gesundheitlichen Wirkung.

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

#### **Projektleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

Prof. Dr. med. Kai-Uwe Eckardt

#### **Beteiligte:**

Prof. Dr. med. Michael Uder

Dr. med. Raoul Zeltner

PD Dr. Rolf Janka

Dipl.-Inf. Volker Daum

#### **Stichwörter:**

segmentierung; Niere; Zysten; ADPKD

**Beginn:** 1.4.2006

#### **Mitwirkende Institutionen:**

Lehrstuhl für Informatik 5 (Mustererkennung)

Medizinische Klinik 4 (Nephrologie und Hypertensiologie)

Lehrstuhl für Diagnostische Radiologie

#### **Kontakt:**

Dipl.-Inf. Volker Daum

Tel.: +49 9131 85 27874

Fax: +49 9131 303811

E-Mail: daum@i5.informatik.uni-erlangen.de

Die autosomal dominante polyzystische Nierenerkrankung (ADPKD), auch familiäre Zystennieren genannt, ist eine der häufigsten erblichen Erkrankungen. Sie ist durch die Entstehung und das Wachstum multipler Zysten in beiden Nieren gekennzeichnet. Die Erkrankung führt bei etwa der Hälfte der Betroffenen im Alter von 60

Jahren zur Notwendigkeit einer Nierenersatztherapie. Dabei gehen die Bildung und die Größenzunahme der Zysten der Abnahme der Nierenfunktion voraus. Vor allem in den frühen Stadien der Erkrankung ist daher die Bestimmung der Nierengröße und des Zystenvolumens für die Verlaufsbeurteilung der Erkrankung mittels bildgebender Verfahren von besonderer Bedeutung. Weiterhin ist aufgrund der komplizierten Nierenstruktur wenig über die dynamische Entwicklung einzelner Zysten bekannt.

### **Segmentierung der Niere:**

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

### **Segmentierung der Zysten:**

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

## **9.7 Publikationen**

- Batliner, Anton ; Huber, Richard: Speaker Characteristics and Emotion Classification . In: Müller, Christian (Hrsg.) : Speaker Classification I Fundamentals, Features, and Methods. Berlin-Heidelberg : Springer, 2007, (LNAI, Nr. 4343), S. 138-151.
- Bock, Rüdiger ; Hoppe, Stefan ; Scherl, Holger ; Hornegger, Joachim: Beam Hardening Correction with an Iterative Scheme Using Exact Backward Projector and a Polychromatic Forward Projector . In: Horsch, Alexander ; Deserno, Thomas

- M. ; Handels, Heinz ; Meinzer, Hans-Peter ; Tolxdorff, Thomas (Hrsg.) : Bildverarbeitung für die Medizin 2007 (Bildverarbeitung für die Medizin 2007 München 25.-27. März 2007). Berlin : Springer, 2007, S. 46-50. - ISBN 103-540-71090-6
- Burkhardt, Felix ; Huber, Richard ; Batliner, Anton: Application of Speaker Classification in Human Machine Dialog Systems . In: Müller, Christian (Hrsg.) : Speaker Classification I Fundamentals, Features, and Methods. Berlin-Heidelberg : Springer, 2007, (LNAI, Nr. 4343), S. 174-179.
  - Dennerlein, Frank ; Noo, Frederic: Cone-Beam Reconstruction of Objects with Localized Heterogeneities . In: Utah Center For Advanced Imaging Research (Veranst.) : Proceedings of the UCAIR Symposium (The 19th Annual UCAIR Symposium Salt Lake City, UT, USA 14.9.2007). 2007, S. 5.
  - Dennerlein, Frank ; Noo, Frederic ; Schoendube, Harald ; Hornegger, Joachim ; Lauritsch, Guenter: Cone-beam Reconstruction on a Circular Short-scan using the Factorization Approach . In: Kachelrieß, Marc (Hrsg.) : Proceedings Fully 3D Meeting and HPIR Workshop (9th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Lindau 9-13 Juli). 2007, S. 346-349.
  - Dennerlein, Frank ; Noo, Frederic ; Haerer, Wolfgang ; Hornegger, Joachim ; Lauritsch, Guenter: Constriction of Cone-Beam Artifacts by the Z-Smart Reconstruction Method . In: IEEE (Veranst.) : 2007 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record (2007 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference Honolulu, Hawaii, USA 27.10.-3.11.2007). 2007, S. 4090-4096.
  - Dennerlein, Frank ; Noo, Frederic ; Hoppe, Stefan ; Hornegger, Joachim ; Lauritsch, Guenter: Evaluation of Three Analytical Methods for Reconstruction from Cone-Beam Data on a Short Circular Scan . In: IEEE (Veranst.) : 2007 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record (2007 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference Honolulu, Hawaii, USA 27.10.-3.11.2007). 2007, S. 3933-3938.
  - Dennerlein, Frank ; Noo, Frédéric ; Hornegger, Joachim ; Lauritsch, Günther: Fan-beam filtered-backprojection reconstruction without backprojection weight . In: Physics in Medicine and Biology 52 (2007), Nr. 11, S. 3227-3239
  - Denzler, Joachim ; Hornegger, Joachim ; Kittler, Josef ; Maurer JR, Calvin R. (Hrsg.): 06311 Abstracts Collection – Sensor Data and Information Fusion in Computer Vision and Medicine . (Seminar: Sensor Data and Information Fusion in Computer Vision and Medicine Dagstuhl 30.07. - 04.08.2006) Bd. 06311. Dagstuhl : Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum fuer Informatik

- (IBFI), Schloss Dagstuhl, 2007 (Dagstuhl Seminar Proceedings, Nr. 06311) . - ISSN 1862-4405
- Grzegorzek, Marcin: Appearance-Based Statistical Object Recognition Including Color and Context Modeling . Berlin : Logos, 2007 (Studien zur Mustererkennung Bd. 23) . - 214 Seiten. ISBN 978-3-8325-1588-1
  - Gurevich, Igor ; Koryabkina, Irina ; Yashina, Vera ; Niemann, Heinrich ; Salvetti, Ovidio: An Application of a Descriptive Image Algebra for Diagnostic Analysis of Cytological Specimens; An Algebraic Model and Experimental Study . In: Ranchordas, Alpesh Kumar ; Araújo, Helder ; Vitriá, Jordi (Hrsg.) : VISAPP 2007, Secod international Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP 2007 Barcelona 8.-11.3.2007). Barcelona : Insticc Press, 2007, S. 230-237. - ISBN 978-972-8865-75-7
  - Gurevich, Igor ; Murashov, D ; Salvetti, Ovidio ; Niemann, Heinrich: Nuclei Images Analysis Technology; Diagnostic Features and Experiental Study . In: Ranchordas, Alpesh Kumar ; Araújo, Helder ; Vitriá, Jordi (Hrsg.) : VISAPP 2007, Secod international Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP 2007 Barcelona 8.-11.3.2007). Barcelona : Insticc Press, 2007, S. 204-210. - ISBN 978-972-8865-75-7
  - Gütter, Christoph ; Wacker, Matthias ; Xu, Chenyang ; Hornegger, Joachim: Registration of Cardiac SPECT/CT Data through Weighted Intensity Co-Occurrence Priors . In: .. (Hrsg.) : Proceedings of the 10th International Conference Brisbane, Australia (10th International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2007 Brisbane, Australia 29 October - 2 November 2007). Berlin/Heidelberg/New York : Springer, 2007, S. 725-733.
  - Hacker, Christian ; Cincarek, Tobias ; Maier, Andreas ; Heßler, Andre ; Nöth, Elmar: Boosting of Prosodic and Pronunciation Features to Detect Mispronunciations of Non-Native Children . In: IEEE Signal Processing Society (Hrsg.) : ICASSP, 2007 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Proceedings (ICASSP - International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Honolulu, Hawaii, USA 15-20.4.2007). Bd. 4. Bryan, TX : Conference Managment Services, Inc., 2007, S. 197-200. - ISBN 1-4244-0728-1
  - Hacker, Christian ; Maier, Andreas ; Heßler, Andre ; Guthunz, Ute ; Nöth, Elmar: Caller: Computer Assisted Language Learning from Erlangen - Pronunciation Training and More . In: Auer, Michael E. (Hrsg.) : Proc. Int. Conf. Interactive Computer Aided Learning (ICL) (International Conference ICL: ePortfolio and

Quality in e-learning Villach/Austria 26.-29.9.2007). Kassel : kassel university press, 2007, S. 6 pages, no pagination. - ISBN 978-3-89958-279-6

- Haderlein, Tino: Automatic Evaluation of Tracheoesophageal Substitute Voices . Berlin : Logos Verlag, 2007 (Studien zur Mustererkennung Bd. 25) . - 238 Seiten. ISBN 978-3-8325-1769-4. ISSN 1617-0695
- Haderlein, Tino ; Eysholdt, Ulrich ; Riedhammer, Korbinian ; Nöth, Elmar ; Rosanowski, Frank: Automatisierung des Postlaryngektomie-Telefontests (PLTT) . In: Gross, Manfred ; Kruse, Eberhard (Hrsg.) : Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2007 (Dreiländertagung D-A-CH der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (24. Wissenschaftliche Jahrestagung) Innsbruck, Österreich 28.9.-30.9.2007). Norderstedt : Books on Demand GmbH, 2007, S. 66-69. (Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte Bd. 15) - ISBN 978-3-8334-8578-7
- Hoppe, Stefan ; Dennerlein, Frank ; Günter Lauritsch ; Hornegger, Joachim ; Frederic Noo: Evaluation of the Impact of View Differentiation and Backprojection Weight in Circle-plus-Line Cone-Beam Tomography . In: IEEE (Veranst.) : 2007 Nuclear Science Symposium Conference Record (2007 Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Honolulu, Hawaii, USA 27.10. - 03.11.2007). 2007, S. 4097-4102.
- Hoppe, Stefan ; Noo, Frédéric ; Dennerlein, Frank ; Lauritsch, Günter ; Hornegger, Joachim: Geometric calibration of the circle-plus-arc trajectory . In: PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY (2007), Nr. 52, S. 6943-6960
- Hoppe, Stefan ; Hornegger, Joachim ; Lauritsch, Günter ; Dennerlein, Frank ; Noo, Frédéric: Truncation Correction for Non-horizontal Filter Lines . In: Kachelrieß, Marc (Hrsg.) : Proceedings Fully 3D Meeting and HPIR Workshop (9th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Lindau 9-13 Juli). Bd. 9. 2007, S. 209-212.
- Keck, Benjamin ; Prümmer, Marcus ; Ganguly, Arun ; Fahrig, Rebecca: Stent Structure-Graph Based Mapping . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 132-137. - ISBN 3-921713-33-X
- Khamene, Ali ; Schaller, Christian ; Hornegger, Joachim ; Celi, Juan Carlos ; Ofstad, Barbara ; Rietzel, Eike ; Li, X. Allen ; Tai, An ; Bayouth, John : A Novel

- Image Based Verification Method for Respiratory Motion Management in Radiation Therapy . In: Dimitris Metaxas ; Baba C. Vemuri ; Amnon Shashua ; Harry Shum (Hrsg.) : Eleventh IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV'07 Rio de Janeiro, Brasilien 14.10.2007 - 20.10.2007). DVD Proceedings : Omnipress, 2007, S. n/a. - ISBN 978-1-4244-1631-8
- Kollorz, Eva ; Hahn, Dieter ; Grunewald, Markus ; Goecke, Tamme ; Hornegger, Joachim ; Kuwert, Torsten: Volume Quantification of the Thyroid Gland Using 3-D Ultrasound Imaging . In: Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin (DGN) (Veranst.) : Nuklearmedizin Kongressausgabe 02/07 (45. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin Hannover 25. April 2007). 2007, S. A 83.
  - Kuwert, Torsten ; Römer, Wolfgang ; Hornegger, Joachim: Korrelative Bildgebung in der Kardiologie; Theoretische Ansätze und klinische Anwendung . In: Herz 32 (2007), S. 122-128
  - Maier, Andreas ; Schuster, Maria ; Batliner, Anton ; Nöth, Elmar ; Nkenke, Eme-ka: Automatic Scoring of the Intelligibility in Patients with Cancer of the Oral Cavity . In: Interspeech (Hrsg.) : Interspeech 2007 (Eighth Annual Conference of the International Speech Communication Association Antwerpen, Belgien 27.-31.8.2007). Bd. 1, 1. Aufl. Bonn : Uni Bonn, 2007, S. 1206-1209.
  - Munkelt, Christoph ; Trummer, Michael ; Wenhardt, Stefan ; Denzler, Joachim: Benchmarking 3D Reconstructions from Next Best View Planning . In: Ikeuchi, Katsushi (Hrsg.) : Proceedings of the IAPR Conference on Machine Vision Applications (IAPR Conference on Machine Vision Applications Tokyo, Japan 16.-18.5.2007). Tokyo, Japan : IAPR MVA Conference Committee, 2007, S. 552-555.
  - Noo, Frédéric ; Hoppe, Stefan ; Dennerlein, Frank ; Lauritsch, Günter ; Hornegger, Joachim: A new scheme for view-dependent data differentiation in fan-beam and cone-beam computed tomography . In: PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY 52 (2007), Nr. 17, S. 5393-5414
  - Penne, Jochen ; Höller, Kurt ; Wilhelm, Dirk ; Feußner, Hubertus ; Hornegger, Joachim: Photorealistic 3-D Surface Reconstructions Using TOF Cameras . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 233-240.
  - Prümmer, Marcus ; Fahrig, R. ; Wigström, L. ; Boese, J. ; Lauritsch, G. ; Strobel, N. ; Hornegger, Joachim: Cardiac C-arm CT: 4D non-model based heart motion

- estimation and its application . In: Hsieh, Jiang ; Flynn, Michael (Hrsg.) : Medical Imaging 2007: Physics of Medical Imaging, Proceedings of the SPIE (SPIE on Medical Imaging 2007: Image Processing San Diego 17 - 22 February). Bd. 6510, 2007. Aufl. San Diego : SPIE, 2007, S. 651015.
- Richter, Gregor ; Engelhorn, Tobias ; Struffert, Tobias ; Doelkern, M. ; Ganslandt, Oliver ; Hornegger, Joachim ; Kalender W.A. ; Dörfler, Arnd: Flat Panel Detector Angiographic CT for Stent-Assisted Coil Embolization of Broad-Based Cerebral Aneurysms . In: American Journal of Neuroradiology (2007), S. 1902-1908
  - Riedhammer, Korbinian ; Stemmer, Georg ; Haderlein, Tino ; Schuster, Maria ; Rosanowski, Frank ; Nöth, Elmar ; Maier, Andreas: TOWARDS ROBUST AUTOMATIC EVALUATION OF PATHOLOGIC TELEPHONE SPEECH . In: IEEE (Hrsg.) : Proceedings of ASRU 2007 (2007 IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding Kyoto 9.-13.12.2007). Bd. 1, 1. Aufl. Kyoto : IEEE, 2007, S. 717-722. - ISBN 978-1-4244-1746-9
  - Rosanowski, Frank ; Gräßel, Elmar ; Haderlein, Tino ; Schuster, Maria: Gesundheitsbezogene Lebensqualität und Krankheitsbewältigung Laryngektomierter mit funktionierenden Provox-Stimmventilprothesen . In: Gross, Manfred ; Kruse, Eberhard (Hrsg.) : Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 2007 (Dreiländertagung D-A-CH der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (24. Wissenschaftliche Jahrestagung) Innsbruck, Österreich 28.9.-30.9.2007). Bd. 1. Norderstedt : Books on Demand GmbH, 2007, S. 56. (Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte Bd. 15) - ISBN 978-3-8334-8578-7
  - Schaller, Christian ; Khamene, Ali ; Hornegger, Joachim: Image Based Time Series Synchronization for Periodically Moving Targets . In: Hornegger, Joachim ; Mayr, Ernst W. ; Schookin, Sergey ; Feußner, Hubertus ; Navab, Nassir ; Gulyaev, Yuri V. ; Höller, Kurt ; Ganzha, Victor (Hrsg.) : 3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering (3rd Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering Erlangen 2.-3.07.2007). Bd. 1. Erlangen : Union aktuell, 2007, S. 106-110. - ISBN 3-921713-33-X
  - Scherl, Holger ; Hornegger, Joachim ; Prümmer, Marcus ; Lell, Michael: Semiautomatic Level-Set Based Segmentation and Stenosis Quantification of the Internal Carotid Artery in 3D CTA Data Sets . In: Medical Image Analysis 11 (2007), Nr. 1, S. 21-34
  - Schröder, Marc ; Batliner, Anton ; d'Alessandro, Christophe (Hrsg.): Proceedings of the International Workshop on Paralinguistic Speech - between Models and Data (ParaLing'07 Saarbrücken 03.08.2007) . (ParaLing'07 Saarbrücken 3.8.2007) 2007. - 82 Seiten.

- Schulz, V. ; Nickel, Ingo ; Nömayr, Anton ; Vija, A. H. ; Hocke, Carsten ; Hornegger, Joachim ; Bautz, Werner: Effect of CT-based attenuation correction on uptake ratios in skeletal SPECT . In: Nuklearmedizin 46 (2007), Nr. 1, S. 38-42
- Schuster, Maria ; Maier, Andreas ; Kohler, Regina ; Nöth, Elmar ; Rosanowski, Frank ; Eysholdt, Ulrich ; Nkenke, Emeka: Einflussfaktoren auf Sprechstörungen bei T1 und T2 Plattenepithelcarcinomen der Mundhöhle . In: Gross, M. ; Kruse, Friedrich E. (Hrsg.) : Aktuelle phoniatische Aspekte (Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft fuer Phoniatrie und Paedaudiologie Innsbruck, Oesterreich 28.-30.9.2007). Bd. 15, 1. Aufl. Norderstedt : Books on Demand GmbH, 2007, S. 77-78. - ISBN 978-3-8334-8578-7
- Schöndube, Harald ; Stiersdorfer, Karl ; Dennerlein, Frank ; Noo, Frederic: Comparative Evaluation of Two Analytical Methods for Helical Cone-Beam Tomography . In: IEEE (Veranst.) : 2007 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record (2007 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference Honolulu, Hawaii, USA 27.10.-3.11.2007). 2007, S. 4467-4471.
- Schöndube, Harald ; Stiersdorfer, Karl ; Dennerlein, Frank ; White, Timothy A. ; Noo, Frederic: Towards an Efficient Two-Step Hilbert Algorithm for Helical Cone-Beam CT . In: Kachelrieß, Marc (Hrsg.) : Proceedings of the Fully3D (9th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine Lindau 9.-13.7.2007). 2007, S. 120-123.
- Sehr, Armin ; Zeng, Yuanhang ; Nöth, Elmar ; Kellermann, Walter: Maximum Likelihood Estimation of a Reverberation Model for Robust Distant-Talking Speech Recognition . In: eurasip (Veranst.) : Proc. European Signal Processing Conference (Eusipco 2007 Poznan 3.-7.09.). 2007, S. 1299-2630.
- Swadzba, Agnes ; Liu, Bing ; Penne, Jochen ; Jesorsky, Oliver ; Kompe, Ralf: A Comprehensive System for 3D Modeling from Range Images Acquired from a 3D ToF Sensor . In: Sagerer, Gerhard (Hrsg.) : Proc. of International Conference on Computer Vision Systems (The 5th International Conference on Computer Vision Systems Conference Paper, 2007 Bielefeld 21 - 24 März). 2007, S. 1-10.
- Vetter, Christoph ; Gütter, Christoph ; Xu, Chenyang ; Westermann, Rüdiger: Non-Rigid Multi-Modal Registration on the GPU . In: Pluim, Josien P. W. ; Reinhardt, Joseph M. (Hrsg.) : Proceedings of the SPIE on Medical Imaging 2007: Image Processing (SPIE on Medical Imaging 2007: Image Processing San Diego 17 - 22 February 2007). Bd. 6512. San Diego : SPIE, 2007, S. -.
- Wenhardt, Stefan ; Deutsch, Benjamin ; Angelopoulou, Elli ; Niemann, Heinrich: Active Visual Object Reconstruction using D-, E-, and T-Optimal Next Best Views

- . In: Kanade, Takeo ; Medioni, Gerard (Hrsg.) : Proceedings of 2007 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR! 07) (Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Minneapolis, MN 18. - 23. Juni). Los Alamitos, California, Washington, Tokyo : IEEE Computer Society, 2007, S. -.
- Wenhardt, Stefan ; Denzler, Joachim ; Niemann, Heinrich: On Minimizing Errors in 3D Reconstruction for Stereo Camera Systems . In: Pattern Recognition and Image Analysis 17 (2007), Nr. 2, S. 337-348
- Wimmer, Andreas ; Soza, Grzegorz ; Hornegger, Joachim: Two-stage Semi-automatic Organ Segmentation Framework using Radial Basis Functions and Level Sets . In: Heimann, Tobias ; Styner, Martin ; van Ginneken, Bram (Hrsg.) : 3D Segmentation in the Clinic - A Grand Challenge MICCAI 2007 Workshop Proceedings (10th International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI 2007 Brisbane, QLD, Australien 29.10.2007 - 02.11.2007). 2007, S. 179-188.
- Wolz, G. ; Nömayr, Anton ; Hothorn, Torsten ; Hornegger, Joachim ; Römer, Wolfgang ; Bautz, Werner ; Kuwert, Torsten: Anatomical accuracy of interactive and automated rigid registration between X-ray CT and FDG-PET . In: Nuklearmedizin 1 (2007), Nr. 46, S. 43-48

## 9.8 Studien- und Abschlussarbeiten

- Diplomarbeit: Characterization of Speech Disorders using the Sammon Transform Bearbeiter: Dominik Zorn (beendet am 02.01.2006) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.
- Studienarbeit: Konzeption und Realisierung eines Laborsystems zur Erfassung und Validierung von Emotionswerten im kundenorientierten E-Business Bearbeiter: Stefan Hausmann (beendet am 10.01.2006) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.
- Diplomarbeit: Combination of an Exact Reconstruction Method with an Iterative Scheme for Cone-Beam Computed Tomography Bearbeiter: Rüdiger Bock (beendet am 16.01.2006) Betreuer: Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hoppe; Dipl.-Inf. Holger Scherl; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Exact Cone-Beam Reconstruction Using Partial Circles Bearbeiter: Rainer Grimmer (beendet am 29.01.2006) Betreuer: Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hoppe; Dipl.-Inf. Holger Scherl; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

- Diplomarbeit: Respiratory and cardiac motion compensated vessel segmentation for interventional Magnetic Resonance Imaging Bearbeiter: Andreas Wimmer (beendet am 01.02.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Rigid 2D-3D Image Registration Based on Ultrasound Bearbeiter: Oliver Arold (beendet am 02.02.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl.-Inf. Marcus Prümmer; Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hoppe; PD Dr. med. Wolfgang Römer
- Bachelor Thesis: Insassenklassifikation für die Airbagsteuerung mit 3D-Kameratechnologie Bearbeiter: Paul Gabriel (beendet am 13.03.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl.-Inf. Florian Jäger
- Studienarbeit: Detection and Quantification of Evolving Structures in MR Sequences Bearbeiter: Eva Eibenberger (beendet am 01.04.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Florian Jäger; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Tri-modal, Non-rigid Image Registration for Thyroid Analysis Bearbeiter: Christian Kollee (beendet am 20.04.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl.-Inf. Dieter Hahn; Prof. Dr. med. Torsten Kuwert
- Studienarbeit: Korrektur von Patientenbewegungen für digitale Subtraktionsverfahren der Röntgentechnik mittels bildbasierter Gerätesteuerung Bearbeiter: Razvan Ionasec (beendet am 30.04.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Magisterarbeit: Automatic Word Form Recognition for German in Java with JS-LIM (DSM) Bearbeiter: Miaomiao Gao (beendet am 01.05.2006) Betreuer: Prof. Dr. Roland Hausser; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Erstellung eines hybriden, stochastisch/linguistischen Sprachmodells zur Interpretation von Äußerungen Bearbeiter: Jan Grübert (beendet am 02.05.2006) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.
- Studienarbeit: Automatische Detektion von Laserlinsen in digitalen endoskopischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen Bearbeiter: Ingmar Voigt (beendet am 10.05.2006) Betreuer: Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: Classification of the Thyroid using 3D Ultrasound Imaging Bearbeiter: Eva Kollorz (beendet am 15.05.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Dieter Hahn; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; PD Dr. med. Markus Grunewald
- Master Thesis: Development of an optical head-tracking system for virtual spatial audio via headphones Bearbeiter: Ravi Prasad Rao Ansanpally (beendet am 16.05.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

- Master Thesis: Towards a Variational Approach to Regularized Tomographic Reconstruction Bearbeiter: Stefan Schneider (beendet am 19.05.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl.-Inf. Marcus Prümmer; Prof. Dr. Ulrich Rüdè; Dipl.-Inf. Harald Köstler
- Studienarbeit: Multiresolution Time-Frequency Transforms for Speech Recognition Bearbeiter: Uwe Klaus Zäh (beendet am 30.05.2006) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.
- Diplomarbeit: Erkennung isolierter komplexer Handgesten in 2 1/2D-Videosequenzen mit Hidden-Markov-Modellen Bearbeiter: Thomas Sünkel (beendet am 15.06.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: Estimation of Camera Motion from Depth Image Sequences Bearbeiter: Agnes Anna Swadzba (beendet am 15.06.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Ingo Scholz
- Studienarbeit: Segmentierung durch Registrierung mit Krümmungsinformationen Bearbeiter: Franz Hirschbeck (beendet am 30.06.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Design of a Projector Model in VHDL for Algebraic Reconstruction Bearbeiter: Sebastian Sauer (beendet am 01.07.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Marcus Prümmer; Dipl.-Inf. Holger Scherl; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Monaurale Erkennung von Telefondaten Bearbeiter: Martin Tran (beendet am 01.07.2006) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.
- Master Thesis: Fast Fusion of Range and Video Sensor Data Using FPGA Bearbeiter: Andre Guilherme Linarth (beendet am 03.07.2006) Betreuer: Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: Sichtbasierte Lokalisation und Steuerung eines Roboters Bearbeiter: Ralf Gebler (beendet am 19.07.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Benjamin Deutsch; Dipl.-Ing. Christian Derichs
- Studienarbeit: Implementation of a Circular Cone-Beam Reconstruction Algorithm on the Cell Broadband Engine Processor Bearbeiter: Mario Körner (beendet am 25.07.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl.Ing. (FH) Kyoung-Jin Lee; Dipl.-Inf. Holger Scherl; Dipl.-Inf. Florian Jäger
- Studienarbeit: Machbarkeitsuntersuchungen zur Glukoseuhr Bearbeiter: Johannes Feulner (beendet am 26.07.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Florian Hönig; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

- Diplomarbeit: Automatic registration of endoscopic images Bearbeiter: Friederike Gerhard (beendet am 01.08.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: Minimale Pfadfindung mit Nebenbedingungen auf Oberflächenmodellen Bearbeiter: Konrad Sickel (beendet am 01.08.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Multigrid methods for non-rigid image registration Bearbeiter: Zongying Mou (beendet am 08.08.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Jingfeng Han, M. Sc.
- Studienarbeit: Implementation einer Client-Server Applikation zur Gesichtserkennung am Smartphone Bearbeiter: Werner Spiegl (beendet am 09.08.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Christian Hacker; PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.
- Diplomarbeit: A Comparison of Parallel Implementations of Helical Cone-Beam Reconstruction on High-Performance Processors Bearbeiter: Mikulas Kovac (beendet am 15.08.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Holger Scherl; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Novel Learning-based Approach to Optimal EPID Image Deblurring and Enhancement Bearbeiter: Philipp Rößler (beendet am 01.09.2006) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: Eine Client-Server Anbindung zur automatischen Aussprachebewertung für das Projekt "Caller" Bearbeiter: André Hessler (beendet am 28.09.2006) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.; Dipl.-Inf. Christian Hacker; Dipl.-Inf. Andreas Maier
- Studienarbeit: Pre-Processing Algorithms for C-Arm based Cone-Beam Reconstruction on the Cell Broadband Engine Processor Bearbeiter: Hannes Hofmann (beendet am 18.10.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Holger Scherl; Dipl.-Inf. Florian Jäger; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: Automatic Design of Features for Classification of Physiological Signals Using Genetic Programming Bearbeiter: Philipp Janda (beendet am 30.10.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Florian Hönig; Dipl.-Inf. Axel Horndasch
- Studienarbeit: Generation of active shape models for segmentation and registration Bearbeiter: Martin Spiegel (beendet am 16.11.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Dieter Hahn; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; PD Dr. med. Wolfgang Römer
- Master Thesis: Evaluation of Bias Field Correction Methods for MRI and US Bearbeiter: Michael Balda (beendet am 15.12.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Florian Jäger; Dipl.-Inf. Dieter Hahn; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

- Diplomarbeit: Lokalisation von Körperregionen in CT-Topogrammen Bearbeiter: Corinna Bürger (beendet am 15.12.2006) Betreuer: Dipl.-Inf. Florian Jäger; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: 4D Image Verification Bearbeiter: Christian Schaller (beendet am 10.01.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: Implementierung und Evaluierung verschiedener Verfahren zur Segmentierung der Papille Bearbeiter: Oliver Arold (beendet am 15.01.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Rüdiger Bock; Dipl.-Inf. Jörg Meier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Automatische Detektion von Kalkablagerungen im Brustgewebe Bearbeiter: Christian Held (beendet am 25.01.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: Implementierung und Evaluierung verschiedener Vorverarbeitungsmethoden zur Klassifikation von Retinaaufnahmen mittels erscheinungsbasierter Verfahren Bearbeiter: Juliane Blechinger (beendet am 06.02.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Rüdiger Bock; Dipl.-Inf. Jörg Meier; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Studienarbeit: An automatic intelligibility test based on the post-laryngectomy telephone test Bearbeiter: Korbinian Riedhammer (beendet am 30.03.2007) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.; Dr.-Ing. Tino Haderlein
- Studienarbeit: Sprecher(gruppen)erkennung mit Hilfe Gaußscher Mischverteilungen Bearbeiter: Tobias Bocklet (beendet am 31.03.2007) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.; Dipl.-Inf. Andreas Maier
- Diplomarbeit: Analyse roter Blutkörperchen auf parasitären Befall mit Hilfe der Computer Assistierte Mikroskopie Bearbeiter: Jan Grübert (beendet am 01.04.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl.-Inf. Volker Daum
- Master Thesis: A framework for extraction of stent deformation Bearbeiter: Benjamin Keck (beendet am 30.04.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Marcus Prümmer; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Detection and Visualization of Endo-Leaks in CT Data for Stent Monitoring Bearbeiter: Jing Lu (beendet am 02.05.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Investigation of ART like algorithms for data inconsistency detection and motion correction Bearbeiter: Vitaliy Promyshlyansky (beendet am

02.05.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Marcus Prümmer; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

- Diplomarbeit: Entwicklung und Bewertung eines Verfahrens zur Ermittlung des klinischen Dosisindikators nach IEC 62494-1 Bearbeiter: Simon Schöll (beendet am 31.05.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Master Thesis: Automatic segmentation of liver lesions in CT data sets Bearbeiter: Zhou Yu (beendet am 01.06.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Jingfeng Han, M. Sc.; Dipl.-Inf. Andreas Wimmer
- Diplomarbeit: Motion Correction in 3D Digital Subtraction Angiography Bearbeiter: Mario Körner (beendet am 08.06.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Marcus Prümmer; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Segmentierung und Bewegungsanalyse von Herzklappen Bearbeiter: Oliver Weiß (beendet am 11.06.2007) Betreuer: Dr.-Ing. Thomas Wittenberg
- Diplomarbeit: Klassifikation und Visualisierung von 3D Fußdaten Bearbeiter: Rainer Grimmer (beendet am 15.06.2007) Betreuer: Dipl.-Ing. Björn Eskofier; Dipl.-Inf. Florian Hönig
- Studienarbeit: Adaption der Bewertung von Zustandshypothesen bei der Objekterkennung Bearbeiter: Sven Fuchs (beendet am 12.07.2007) Betreuer: Dipl.-Ing. Christian Derichs
- Studienarbeit: Analyse von Sprechstörungen bei Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalung auf Laut- und Wortebene Bearbeiter: Alexander Reuß (beendet am 17.07.2007) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.; Dipl.-Inf. Andreas Maier
- Studienarbeit: Visualisierung von Stimm- und Sprechstörungen Bearbeiter: Julian Exner (beendet am 17.07.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Andreas Maier; PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.; Dipl.-Math. (FH) Stefan Wenhardt
- Diplomarbeit: A variational approach for the reduction of quantum noise in CT images Bearbeiter: Markus Mayer (beendet am 18.07.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Anja Borsdorf; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl.-Inf. Harald Köstler; Prof. Dr. Ulrich Rüdé
- Studienarbeit: Detektion und Klassifikation von schmalbandigen Funksignalen in breitbandigen Funksignalen Bearbeiter: Dirk Kolb (beendet am 01.08.2007) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.

- Studienarbeit: Detektion und Klassifikation von schmalbandigen Funksignalen in breitbandigen Funksignalen Bearbeiter: Dirk Kolb (beendet am 01.08.2007) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.
- Studienarbeit: Rekonstruktion von Kamerabewegungen aus Bildfolgen Bearbeiter: Achim Neubauer (beendet am 01.09.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Benjamin Deutsch; Dipl.-Math. (FH) Stefan Wenhardt
- Studienarbeit: 3D Segmentierung von Zystennieren Bearbeiter: Holger Helbig (beendet am 02.09.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Volker Daum; Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Bachelor Thesis: Automatische Klassifikation von Herdbefunden in Mammographieaufnahmen Bearbeiter: Erik Haßlmeyer (beendet am 03.09.2007) Betreuer: Dr.-Ing. Thomas Wittenberg
- Diplomarbeit: Reconstruction of static scenes using TOF cameras Bearbeiter: Johannes Feulner (beendet am 03.09.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne
- Bachelor Thesis: Design, construction and programming of new and improved electronics for the "Nomad XR4000" Bearbeiter: Klaus Doth (beendet am 08.10.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Benjamin Deutsch; Dipl.-Inf. Christian Rieß
- Master Thesis: Development of a gesture-based user-interface for the exploration and navigation of 3-D reconstructions using range imaging sensors Bearbeiter: Stefan Soutschek (beendet am 15.10.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne
- Master Thesis: Feature-based registration of range imaging and CCD-sensors Bearbeiter: Christian Hess (beendet am 15.10.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne
- Master Thesis: Reconstruction of partially non-static scenes using range imaging sensors Bearbeiter: Michael Stürmer (beendet am 15.10.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne
- Diplomarbeit: Automatische Klassifikation von Gewebeschwingungen in endoskopischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen Bearbeiter: Werner Spiegl (beendet am 02.11.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger
- Diplomarbeit: Dynamic valve modeling from 4D CT Bearbeiter: Razvan Ionasec (beendet am 01.12.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger

- Diplomarbeit: Towards Realtime Catheter / Guide Wire Segmentation from Neuro-Fluoroscopy Images Bearbeiter: Martin Spiegel (beendet am 01.12.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Dieter Hahn; Dipl.-Inf. Volker Daum; Prof. Dr. Arnd Dörfler
- Diplomarbeit: Optimization of a Speech Recognizer for Medical Studies of Children in Preschool and Primary School Age Bearbeiter: Tobias Bocklet (beendet am 18.12.2007) Betreuer: PD Dr.-Ing. habil. Elmar Nöth, Akad. Dir.; Dipl.-Inf. Andreas Maier
- Diplomarbeit: User Modeling in Emotion Recognition Bearbeiter: Korbinian Riedhammer (beendet am 18.12.2007) Betreuer: Dipl.-Inf. Stefan Steidl; Dipl.-Inf. Andreas Maier
- Master Thesis: Tracking of Patient Motion Due to Respiration Using a Time Of Flight (TOF) Camera and its Applicability in Emission Tomography Bearbeiter: Peter Schuhmann (beendet am 30.12.2007) Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hornegger; Dipl.-Ing. Johannes Zeintl; Dipl. Med.-Inf. Jochen Penne; Dipl.-Inf. Christian Schaller