

Proceedings curac2010@MEDICA

9. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und  
Roboterassistierte Chirurgie (CURAC)

# Chirurgische Interventionen: vom Neanderthaler zur Roboterassistenz

18. bis 19. November 2010, Düsseldorf

## **Herausgeber**

Oliver Burgert

Lueder Kahrs

Bernhard Preim

Jörg Schipper



## Vorwort

Bei der Vorbereitung der diesjährigen Tagung der Deutschen Gesellschaft für Computer- und Roboter-Assistierte Chirurgie (CURAC) haben wir bewusst neue Akzente gesetzt. Die Tagung ist zum ersten Mal in die Messe MEDICA integriert. Dadurch erhoffen wir uns eine bessere Sichtbarkeit und minimieren zugleich den Reiseaufwand für CURAC-Mitglieder, die ohnehin auf der MEDICA präsent sind. Die Deutsche Gesellschaft für Computer- und Roboter-Assistierte Chirurgie und die entsprechende wissenschaftliche Community sind nach einer stürmischen Aufbauphase seit mehreren Jahren in einer Konsolidierungsphase. Gemeinsam mit allen Teilnehmern wollen wir intensiv darüber nachdenken, was in den vergangenen zehn Jahren erreicht wurde, warum manche Erwartungen sich nicht erfüllen ließen und – vor allem – wo die relevanten zukünftigen Herausforderungen liegen. Wir müssen noch intensiver interdisziplinär zusammenarbeiten und uns um langfristige Projekte bemühen, in denen Entwicklungen nicht nur konzipiert und prototypisch umgesetzt, sondern auch sorgfältig technisch validiert und klinisch evaluiert werden. Die Zusammenarbeit mit der Industrie und der Technologietransfer werden wichtiger, und die CURAC-Integration in die MEDICA könnte dafür das geeignete Umfeld sein. Inhaltlich haben wir uns ebenfalls um Schwerpunktbildung und klare Profilierung bemüht. Neue bildgebende Verfahren und ihr Einsatz zur Planung und intraoperativen Unterstützung nehmen einen wichtigen Platz ein. Die besten aktuellen Entwicklungen im Bereich der chirurgischen Aus- und Weiterbildung werden auf der CURAC-Tagung präsentiert. Dass eine Computerunterstützung für die Ausbildung und das Erlernen neuer chirurgischer Techniken ein großes Potenzial hat, ist seit langem unbestritten. Wie dieses Potenzial tatsächlich genutzt werden kann und wie diese neuen Ausbildungsformen in die ärztliche Fort- und Weiterbildung integriert werden können, war bereits Gegenstand der diesjährigen Internationalen CARS-Konferenz innerhalb der ISCAS/CURAC-Session in Genf und soll nun weiterführend diskutiert werden.

Auch bei der Auswahl der eingeladenen Vorträge wollen wir den Blick über die klassischen CURAC-Themen hinaus weiten. Mit Wilfried Jacobs konnte ein herausragender Vertreter der Krankenkassen gewonnen werden, um über das wichtige Thema der Finanzierung medizintechnischer Innovationen zu referieren. Prof. Barbara Deml befasst sich aus psychologischer und arbeitswissenschaftlicher Sicht mit Fragen der Automatisierung und Navigationsunterstützung in der Chirurgie, aber auch in anderen Bereichen, wie z.B. in der Fahrzeugindustrie. Ihr Vortrag soll dazu beitragen, den Einfluss unserer technischen Entwicklungen auf die Kompetenzen von Ärzten und ihre Zusammenarbeit besser zu verstehen und zu antizipieren.

Im Rahmen eines DFG-Rundgesprächs möchten wir den bereits angesprochenen Punkt des langfristigen Erfolgs von Methoden aus unserem Forschungsfeld diskutieren und gemeinsam die nächsten Schritte definieren. Anerkannte Wissenschaftler und Meinungsbildner wurden gebeten, in Kurzvorträgen Stellung zu beziehen und den zukünftigen Forschungsbedarf zu skizzieren. Unser gemeinsames Ziel sollte sein, dass Deutschland den weltweiten Spitzenplatz in bestimmten Themenfeldern der computer- und roboterassistierten Chirurgie und Therapie einnimmt.

Neben neuen Akzenten greifen wir bewährte Elemente der bisherigen Jahrestagungen auf. Dabei ist die Zusammenarbeit mit der CTAC, die als Teil der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie den Fokus auf die Viszeralchirurgie legt, an erster Stelle zu nennen. Bei Prof. Peter Schlag und Prof. Hubertus Feussner bedanken wir uns herzlich, dass sie erneut ein interes-

santes und aktuelles Vortragsprogramm aus ihrer Gesellschaft zusammengestellt haben. Die CURAC-Jahrestagung bietet auch die Gelegenheit, Workshops der jeweiligen CURAC-Fachgruppen durchzuführen. Davon macht die Fachgruppe „Medizinische Visualisierung“ bereits zum siebenten Mal Gebrauch. Die Arbeitsgruppe „Surgical Workflow“ pflegt ebenfalls auf der Jahrestagung ihren Zusammenhalt. Ziel für kommende Jahrestagungen sollte sein, dass jede Arbeitsgruppe der CURAC sich mit einer Session auf der Tagung trifft. Unter den öffentlich geförderten Projekten in unserem Bereich ist das von der DFG geförderte Graduiertenkolleg 1126 „Intelligente Chirurgie“ (Heidelberg) von besonderer Bedeutung. Es ist z. Zt. das einzige größere DFG-Projekt mit dem Schwerpunkt auf CURAC-Themen. Wir freuen uns, dass das Jahreskolloquium dieses Graduiertenkollegs im Rahmen der CURAC stattfindet, so dass die spannenden Entwicklungen in Heidelberg in größerem Rahmen bekannt gemacht und diskutiert werden können.

Gestatten Sie uns einige Anmerkungen zum Tagungsprogramm der CURAC im engeren Sinn: 55 Beiträge sind eingereicht worden. Aus der Begutachtung ergab sich die Annahme von 46 Beiträgen, wobei 36 als Vortrag akzeptiert werden konnten. Insgesamt 54 Gutachter (Mitglieder und die Vorsitzenden des Programmkomitees) waren an der Begutachtung beteiligt. Im Mittel wurde jeder Beitrag von drei Gutachtern bewertet. Bei starker Diskrepanz von Einzelgutachten wurden zusätzliche Erläuterungen angefragt bzw. durch das Programmkomitee zusätzliche Gutachten erstellt. Alle Beiträge, über die aufgrund der Gutachten nicht sicher entschieden werden konnte, wurden von mindestens einem der Vorsitzenden des Programmkomitees noch einmal gründlich gelesen und in einer Telefonkonferenz intensiv diskutiert. Um den Autoren die Möglichkeit zu geben, die sehr konstruktiven Gutachterkommentare adäquat einarbeiten zu können, wurde die Seitenzahl für die finale Version einiger Beiträge im Tagungsband auf fünf Seiten erhöht. Im Einzelfall sind die Entscheidungen sicher streitbar, wir hoffen aber, dass der Prozess als transparent und fair wahrgenommen wird.

Wir freuen uns darauf, Sie auf der diesjährigen Jahrestagung der CURAC in Düsseldorf begrüßen zu dürfen und verbleiben mit freundlichen Grüßen,

Oliver Burgert, Lueder Kahrs, Bernhard Preim, Jörg Schipper

## Inhaltsverzeichnis

### Session 1 – OP-Planung

Optimization of Line Cut Strategy for Bone Tissue Ablation Using Short-Pulsed CO <sub>2</sub> Laser Based on Thermal Relaxation .....	3
<i>Y. Zhang, J. Burgner, J. Raczowsky, H. Wörn (Karlsruhe)</i>	
Interactive Approximation of the Ablation Zone incorporating Heatsink Effects for Radiofrequency Ablation .....	9
<i>C. Rieder, I. Altrogge, T. Kröger, S. Zidowitz, T. Preusser (Bremen)</i>	
Evaluation of Resection Proposals for Liver Surgery Planning .....	13
<i>D. Demedts, A. Schenk, C. Hansen, H.-O. Peitgen (Bremen)</i>	
TTM Tumor Therapy Manager .....	17
<i>A. Boehm, J. Dornheim, S. Müller, G. Strauß, G. Wichmann, A. Dietz, B. Preim (Leipzig, Magdeburg)</i>	
Ein Framework zur Daten- und Kontextintegration für den modularen integrierten OP .....	21
<i>S. Bohn, D. Lindner, C. Petzold, O. Burgert (Leipzig)</i>	

### Session 2: Lokalisation und Navigation

Evaluation of a Navigation System for Minimally Invasive Esophagectomy in a Porcine Model .....	27
<i>F. Nickel, H.G. Kenngott, J. Neuhaus, A. Kolb, C.-M. Sommer, T. Gehrig, B. Radeleff, H.-P. Meinzer, C. N. Gutt, B.P. Müller-Stich (Heidelberg)</i>	
Benutzerinteraktion und Evaluierung eines semiautomatischen Trepanationssystems .....	31
<i>A. Follmann, W. Lauer, A. Korff, T. Fürtjes, S.C. Kunze, K. Schmieder, K. Radermacher (Aachen, Mannheim)</i>	
Pipeline for the evaluation of navigated 3D intraoperative enhanced ultrasound imaging in neurosurgery for brain tumor resection .....	35
<i>C. Chalopin, D. Lindner, A. Müns, F. Arlt, J. Meixensberger (Leipzig)</i>	
Soft Tissue Surface Tracking for Open Liver Surgery .....	39
<i>T. Oliveira-Santos, S. Hofmann, M. Peterhans, S. Weber (Bern)</i>	
Überwachung eines Operationssaals für die kooperative robotergestützte Chirurgie mittels neuartiger Tiefenbildkameras .....	45
<i>P. Nicolai, H. Mönnich, J. Raczowsky, H. Wörn, J. Bernshausen (Karlsruhe, Siegen)</i>	

### Session 3: – Herz, Gefäße, Blutfluss

Repräsentation flexibler Implantate durch DICOM .....	53
<i>N. Ritter, M. Werner, S. Scherer, W.-G. Drossel, O. Burgert (Leipzig, Dresden)</i>	
Real-Time Tracking of Aortic Valve Landmarks Based on 2D–2D Fluoroscopic Image Registration .	57
<i>M. E. Karar, T. Noack, J. Kempfert, V. Falk, O. Burgert (Leipzig, Zürich)</i>	
Entwurf einer angepassten Visualisierung von zerebralen Aneurysmen mit innenliegenden Blutflussinformationen .....	61
<i>R. Gasteiger, M. Neugebauer, B. Preim, V. Diehl, O. Beuing (Magdeburg, Bremen)</i>	
Blood Flow Estimation by Means of Intraoperative Rotational Angiographic System .....	67
<i>C. M. Hentschke, S. Serowy, G. Rose, K.-D. Tönnies (Magdeburg)</i>	
Rekonstruktion dreidimensionaler OCTDatensätze aus ungetriggerten rotatorischen 2DOCT– Videoaufnahmen .....	71

*J. Thommes, C. M. Happel, T. M. Yelbuz, T. Ortmaier (Hannover)*

#### **Session 4: Robotik**

An Accuracy Approach to Robotic Microsurgery in the Ear .....	77
<i>B. Bell, J. Salzmann, E. Nielsen, N. Gerber, G. Zheng, L. Nolte, C. Stieger, M. Caversaccio, S. Weber (Bern, Buchs)</i>	
Minimal-invasive chirurgische Zugänge für Cochlear Implant Operationen – Ein Überblick .....	83
<i>O. Majdani, T. Ortmaier, H. Eilers, S. Baron, R. Labadie, M. Leinung, T. Lenarz, T.S. Rau (Hannover, Nashville, Frankfurt)</i>	
Kombination eines navigierten Assistenzroboters mit einem ISO 3D C-Bogen .....	87
<i>M. Schlimbach, S. Sahm, J. Wahrburg (Siegen)</i>	
Netzwerkschnittstelle zur Steuerung eines navigierten Assistenzroboters für die Chirurgie .....	93
<i>M. Schlimbach, S. Sahm, J. Wahrburg (Siegen)</i>	
Light-Weight Robot Stability for Orthognathic Surgery. Phantom and Animal Cadaver Trials .....	99
<i>V. M. M. Vieira, G. J. Kane, H. Ionesco, J. Raczowsky, R. Boesecke, G. Eggers (Heidelberg, Karlsruhe)</i>	

#### **Session 5: Training, Virtuelle und Erweiterte Realität**

Neue VR- und AR- Umgebungen zur Therapie von Phantomphänomenen .....	105
<i>F. Bach, J. Buschmann, B. Schmitz, H. Maaß, H. Cakmak, M. Diers, J. Foell, S. Kamping, H. Flor (Karlsruhe, Mannheim)</i>	
VR-Map: A New Device for Patient Registration and Optimal Robot Positioning .....	111
<i>A. Schwier, R. Konietzschke, T. Bodenmüller, T. Ende, S. Kielhöfer, G. Hirzinger (Wessling)</i>	
Mini-Projektor basierte Augmented Reality für medizinische Anwendungen .....	115
<i>J.-P. Kobler, A. Hussong, T. Ortmaier (Hannover)</i>	
Intuitive Visualisierung von Zielregionen als Navigationshilfe für Operateure mittels projektorbasierter Erweiterter Realität in der minimal invasiven Chirurgie .....	119
<i>O. Weede, T. Stark, B. Müller, H. Wörn (Karlsruhe, Heidelberg)</i>	
Enhanced Intraoperative Visualization for Brain Surgery: A Prototypic Simulated Scenario .....	125
<i>Z. Salah, B. Preim, A. Samii, R. Fahlbusch, G. Rose (Magdeburg, Hannover)</i>	
Interaktives 3D-basiertes Training der Planung von Eingriffen an der Wirbelsäule .....	131
<i>K. Kellermann, J. Mönch, B. Preim, J. Franke, C. Bochwitz (Magdeburg)</i>	
Medical training simulators for bilateral sagittal split osteotomy and regional anaesthesia in virtual environments .....	137
<i>T. Knott, S. Ullrich, O. Grottko, T. Fries, M. Gerressen, T. Deserno, R. Rossaint, T. Kuhlen (Aachen)</i>	
Das chirurgische Operationsphantom ELITE – die Alternative zu Box- und virtuellen Trainern .....	141
<i>A. Fiolka, S. Gillen, F. Knöden, M. Wolf, M. Meyer, A. Schneider, H. Feußner (München, Freiberg)</i>	

#### **Session 6: Bilddatenanalyse**

Segmentierung von Faserbahnsystemen mit einem strahlenbasierten Ansatz und Glättung der FA- und Winkel-Karten .....	147
<i>M. H. A. Bauer, S. Barbieri, J. Egger, D. Kuhnt, J. Klein, H. K. Hahn, B. Freisleben, C. Nimsky (Marburg, Bremen)</i>	

Funktionelles Modell der rotationsabhängigen Strukturverschieblichkeiten im humanen Hals: Datenakquisition, Methoden und erste Ergebnisse .....	153
<i>L. Colter, L. A. Kahrs, J. Hirschfeld, J. Schipper (Düsseldorf)</i>	
Interaktive Techniken zur Nachkorrektur medizinischer Segmentierungen auf Basis Stabiler Feder–Masse–Modelle .....	159
<i>S. Rahner, J. Dornheim, L. Dornheim, B. Preim (Magdeburg)</i>	
Multimodale Bildregistrierung von fpVCT– und OCT–Daten zur Realisierung hochgenauer medizinischer Navigation .....	165
<i>J. Díaz Díaz, H. Eilers, A. Niemann, M. Leinung, O. Majdani, T. Ortmaier (Hannover)</i>	
Grenzflächendetektion im Felsenbein .....	169
<i>T. Klenzner, L. A. Kahrs, R. Huber, J. Raczowsky, H. Wörn, J. Schipper (Düsseldorf, München, Karlsruhe)</i>	
Ultrasound Segmentation in Navigated Liver Surgery .....	173
<i>S. Anderegg, M. Peterhans, S. Weber (Bern)</i>	
Elastische Registrierung der Leber mit laparoskopischem Ultraschall in drei Schritten .....	179
<i>V. Martens, A. Besirevic, O. Shahin, M. Kleemann, A. Schlaefer (Lübeck)</i>	
Lokalisierung der Leber mittels einer Diskriminativen Generalisierten Hough Transformation .....	183
<i>H. Ruppertshofen, C. Lorenz, S. Schmidt, P. Beyerlein, Z. Salah, G. Rose (Kiel, Magdeburg, Hamburg, Wildau)</i>	

## Postersession

Der chirurgische Workflow bei Hirntumoren – statistisch aufwendig und klinisch relevant? .....	191
<i>D. Lindner, S. Blecha, T. Neumuth, J. Meixensberger (Leipzig)</i>	
Nutzerzentrierte Video–Content–Generierung für die webbasierte chirurgische Aus– und Weiterbildung mit SurgeryTube .....	195
<i>H. Schlieffe, K. Mühler, B. Preim (Magdeburg)</i>	
PMD–Kameratechnik als Teil eines Sicherheitskonzeptes für roboterunterstützte Operationen .....	199
<i>J. Bernshausen, J. Wahrburg, P. Nicolai, H. Mönnich (Siegen, Karlsruhe)</i>	
Ein 3D–Ultraschallnavigationssystem für die computer–assistierte Chirurgie im Kopf–Halsbereich – Visionen und Konzepte .....	203
<i>T. Brennecke, J. Burgner, L.A. Kahrs, C. Günther, T. Beyl, J. Raczowsky, S. Tretbar, T. Klenzner, J. Schipper, H. Wörn (Karlsruhe, Düsseldorf, St. Ingbert)</i>	
Vom seriellen Schliffbild zum Dicom–Datensatz. Hochdetaillierte 3D Bildgebung mikro–anatomischer Strukturen am Beispiel des humanen Innenohres .....	207
<i>T.S. Rau, W. Würfel, T. Lenarz, O. Majdani (Hannover)</i>	
Electromagnetic Anchor Tracking for Soft Tissue Navigation .....	211
<i>T. Lange, S. Eulenstein, S. Kraft, P.M. Schlag (Berlin)</i>	
Methoden für die patienten– und krankheitsfallspezifische Simulation minimal–invasiver Interventionen an der Leber .....	255
<i>S. Adler, T. Mönch, R. Mecke, B. Preim, C. Wex (Magdeburg)</i>	
Automatische, intraoperative Untersuchung großer Gewebeflächen mittels Optischer Kohärenztomographie .....	221
<i>M. Finke, A. Schweikard (Lübeck)</i>	

Probleme und Lösungen bei der Anwendung des Navigationssystems in der laparoskopischen Leberchirurgie .....	225
<i>A. Besirevic, V. Martens, O. Shahin, H.-P. Bruch, M. Kleemann (Lübeck)</i>	

Entwicklung eines robotergeführten Lichtschnittsensors für die berührungslose Erfassung anatomischer Strukturen .....	371
<i>D. Scarpin, J. Wahrburg (Siegen)</i>	

## **Workshop Graduiertenkolleg 1126: Intelligente Chirurgie**

Vorwort .....	239
Navigierte Leberchirurgie mit Time-of-Flight Kamertechnologie für die intraoperative Bildakquisition .....	241
<i>S. Mersmann, F. Arnegger, B. Schmied, H.-P. Meinzer, L. Maier-Hein (Heidelberg)</i>	
Hybrides Tracking für Augmented Reality – Anwendungen in der laparoskopischen Chirurgie .....	242
<i>M. Müller, D. Teber, A. Groch, M. Baumhauer, H.-P. Meinzer, J. Rassweiler (Heidelberg)</i>	
Markerlose Bewegungskompensation für navigierte, minimal-invasive Interventionen .....	243
<i>A. Seitel, C.M. Sommer, B. Radeleff, H.-P. Meinzer, L. Maier-Hein (Heidelberg)</i>	
Optimierung der Anfangskonfiguration eines Telemanipulatorsystems .....	244
<i>O. Weede, B. Müller, H. Wörn (Karlsruhe, Heidelberg)</i>	
Modellbasierte intraoperative Registrierung von Weichgewebe für ein chirurgisches Assistenzsystem .....	245
<i>S. Röhl, S. Speidel, S. Suwelack, H. Kenngott, B. Müller-Stich, R. Dillmann (Karlsruhe, Heidelberg)</i>	
Respiratorische Organdeformation des Ösophagus und Bewegungskorrelation mit Hautmarkern im Großtiermodell für navigierte Interventionen .....	246
<i>F. Nickel, H. Kenngott, J. Neuhaus, J. Kast, C.M. Sommer, A. Kolb, T. Gehrig, B. Radeleff, A. Schaible, H.-P. Meinzer, C. Gutt, B.P. Müller-Stich (Heidelberg)</i>	

## **Workshop Surgical Workflow**

Vorwort .....	249
Workflowanalytik in der Neurochirurgie – wann, wie und warum? .....	251
<i>D. Lindner, C. Chalopin, J. Meixensberger</i>	
Online-Erfassung von intraoperativen Zuständen zur Analyse chirurgischer Workflows .....	252
<i>A. Schneider, M. Kranzfelder, L. Bouarfa, C. Leuxner, H. Friess, H. Feussner</i>	
Detection of Surgical Phases based on Laparoscopic Video .....	253
<i>T. Blum, N. Navab</i>	
Wissensbasierter Ansatz zur kontextbezogenen Erweiterten Realität in der Dentalimplantologie ..	254
<i>D. Katic, G. Castrillon-Oberndorfer, G. Sudra, S. Speidel, G. Eggers, R. Dillmann</i>	
Evaluierung eines chirurgischen Workflowmanagementsystems .....	255
<i>P. Liebmann, T. Neumuth</i>	
Workflow controlled Robotic Surgery .....	256
<i>H. Mönnich, J. Raczowsky, H. Wörn</i>	

<b>Autorenindex</b>	<b>257</b>
---------------------	------------