

1. Genaue Bezeichnung der Arbeitsgruppe

**Sonderforschungsbereich 414 „Informationstechnik in der Medizin -
Rechner- und sensorgestützte Chirurgie“** der Deutschen
Forschungsgemeinschaft

2. Zusammensetzung

Wissenschaftler der Universität Karlsruhe, der Universität Heidelberg und des
Deutschen Krebsforschungszentrum

3. Außeruniversitäre Partner, Industriekooperation

- Stryker-Leibinger
Planungssystemen für die Unterstützung des Chirurgen
Automatisches Matchen von CT und MRT –Schnittbildern
System zur direkten Projektion von Planungsdaten
- Aesculap
Intraoperativen Navigation
Integration der Navigationsdaten in ein flexibles Operationssystem für den
Kopfbereich
- TaMed
Entwicklung eines dreidimensionalen Planungssystems für die dentale
Implantologie und deren Umsetzung mittels Roboter.
- DenX
Entwicklung eines dreidimensionalen Planungssystems für die dentale
Implantologie und deren Umsetzung mittels eines Navigationssystems.
- Medical Intelligence
Vakuumkissen zur intraoperativen Kopffixierung.
- Friadent
Die Entwicklung eines dreidimensionalen Planungssystems und eines
Navigationssystems für die dentale Implantologie
- orto-MAQUET
Operationsroboter für kopfchirurgische Eingriffe
- Medtronic
Entwicklung von Defibrillatoren, bereits ein marktreifes Produkt.
- Biotronic
Entwicklung von Defibrillatoren.
- Scientific Instruments
Muskelanalysegerät (marktreif).
- St. Jude
Optimierung der Hämodynamik künstlicher Herzklappen.
- Cobe
Optimierung der extrakorporalen Zirkulation.
- Jostra
Optimierung der extrakorporalen Zirkulation.
- Hewlett-Packard
Datendigitalisierung intraoperativ.
3D-Sonographie mit erweitertem Sonos 5500

- Biomedicus, USA
Optimierung und Testen einer Zentrifugalpumpe
- Leycom
Testen des Conductance-Systems
- Medtronic
Datenerhebung mit dem EnSite-System
- Elekta
Novac 7-Elektronenbeschleuniger (Spende)
- Radiance Medical Systems
RDX-Kathetersysteme

4. Leiter

- Prof. Dr. Dr. Joachim Mühling,
Universität Heidelberg
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg

Telefon: 06221 / 56 - 7300
Telefax: 06221 / 56 - 4375
E-Mail: Joachim_Muehling@Med.Uni-Heidelberg.de
- Prof. Dr. Heinz Wörn,
Universität Karlsruhe
Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik
76131 Karlsruhe

Telefon: 0721 / 608 - 3957
Telefax: 0721 / 608 - 7141
E-Mail: woern@ira.uka.de
- PD Dr. Christian Vahl,
Universität Heidelberg
Klinik für Herzchirurgie

Telefon: 06221 / 56 - 6272
Telefax: 06221 / 56 - 5585
E-Mail: Christian_Vahl@Med.Uni-Heidelberg.de

5. Mitarbeiter

PD Dr. R. De Simone
PD Dr. C.-F. Vahl
Prof. Dr. H.P. Meinzer
I. Wolf
Dr. G. Glombitza
H. Hastenteufel

Dr. S. Mottl-Link
G. Thomas, M.A.
Dr. B.R. Osswald
Dr. J. Tremper
T. Wolf
Prof. Dr. U. Kiencke
Dr. G. Szabó
Lee Waite
Prof. Dr. med. S. Hagl
Dipl.-Ing. E. Naujokat
W. Nold
H. Dilger
Prof. Dr. rer. nat. O. Dössel
Dipl.-Ing. W. Sediono
Dr. med. S. Kewitz
Dr. med. J. Bay
N. Stumpf
PD Dr. Dr. Stefan Haßfeld
Dr. Jörg Raczkowsky
Dr. Jakob Brief
Dipl.-Inform. Jan Münchenberg
Dipl.-Inform. Oliver Schorr
Dipl.-Inform. C. Burghart
Dipl.-Inform. D. Engel
Dipl.-Inform. A. Pernozzoli
Dr. T. Redlich
Dr. Th. Heurich
PD Dr. Dr. U. Mende
Prof. Dr. Th. Beth
Dr. med. Robert Krempien
Dipl.-Inform. Matthias Hahn
Dipl.-Inform. Hartwig Grabowski
Dipl.-Phys. Sascha Däuber
Dr. J. Albers
Dr. G. Glombitza
A. Schroeder
Dr. J. Tremper
Dr. F. Prußas
Dr. sc. hum. Christoph Gieß
Dr. sc. hum. Harald Evers
Dr. sc. hum. Marc Heiland
Dipl.-Inf. med. Carlos Cárdenas
Dipl.-Inf. med. Volker Braun
Dipl.-Inf. med. Kilian Lorenz
Cand.-Inf. med. Michael Klemke
Dipl.-Inf. med. Tobias Kunert
Dipl.-Inf. Dipl.-Ing. (FH) Mark Hastenteufel
Cand.-Inf. med. Marco Knödler
Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Dillmann
Dipl.-Inform. O. Burgert
Dipl.-Inform. T. Salb

Dipl.-Ing. T. Asfour
Dipl.-Ing. T. Gockel
Dipl.-Inform. P. Steinhaus
Prof. Dr. M. Georgi
PD Dr. M. Walz
Dr. Dominik Janzing
Dipl.-Inform. Jörg Moldenhauer

6. Schwerpunkte

Die Universität Heidelberg, das Deutsche Krebsforschungszentrum und die Universität Karlsruhe gründeten 1996 diesen interdisziplinären Sonderforschungsbereich mit dem Ziel ein Forschungsprojekt zu etablieren, bei dem Methoden der Informatik und der Ingenieurwissenschaften zur Verbesserung der Diagnostik und Therapie in der Medizin eingesetzt werden sollen.

Am Beispiel von Pilotprojekten in den Anwendungsgebieten Herzchirurgie und Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie werden Problemlösungen und Prototypsysteme erarbeitet und anschließend implementiert. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf konkrete medizinische Fragestellungen. Die rechnerunterstützten Systeme dienen zur Unterstützung der Chirurgen bei Diagnosestellung, Therapie- bzw. Operationsplanung, Abschätzung der Folgen von Therapiemaßnahmen und Operationsausführung sowie Ergebniskontrolle nach den Eingriffen.

Ein wesentliches Merkmal des SFB 414 ist, dass die Methoden der rechnerunterstützten Chirurgie in enger Zusammenarbeit zwischen Chirurgen, Ingenieuren, Informatikern und Mathematikern erforscht, entwickelt und in konkreten klinischen Bereichen zur praktischen Anwendung gebracht werden.

Die Basis der gesamten Entwicklungen bilden dabei digitalisierte Bilddaten. Durch die Entwicklung im Laufe der letzten Jahre, insbesondere im Bereich der Computertomographie, der Magnetresonanztomographie und der Ultraschallbildgebung und durch verbesserte Rechenmethoden sowie durch den Einsatz von imaginären Lichtquellen sind wir inzwischen in der Lage eine zunehmend bessere Bildqualität zu erhalten. Die Techniken der mehrdimensionalen Visualisierung eröffneten ungeahnte Perspektiven. Mit Hilfe dieser Basistechnologien war und ist es uns nun möglich, die Ideen und Projekte des interdisziplinären Sonderforschungsbereich 414 zu entwickeln, zu evaluieren und zum Wohle des Patienten einzusetzen.

In dem SFB werden von den medizinischen Partnern die zu bearbeitenden Fragestellungen definiert. Von den Ingenieuren und Informatikern wurden die Werkzeuge und Systeme entwickelt, um diese Forderungen umzusetzen. Von medizinischer Seite ist die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie beteiligt, die insbesondere an der Bearbeitung der knöchernen Bilddaten interessiert ist. Der zweite medizinische Partner ist die Herzchirurgie. In diesem Bereich sollen vor allem Weichgewebe und das bewegte Organ "Herz" bearbeitet werden. Die angestrebten Ergebnisse sind jedoch im gesamten medizinischen Bereich einsetzbar.

Die Entwicklungen sollten vor allem dazu beitragen, die chirurgischen Therapiekonzepte zu optimieren, die perioperativen Risiken zu mindern, die Effizienz der Operationsplanung zu erhöhen, die Präzision der chirurgischen Eingriffe zu verbessern, die Operationszeiten zu verkürzen sowie die Belastung des Patienten zu vermindern.

Zur Umsetzung seiner Ziele wurde der Sonderforschungsbereich in 3 Teile eingeteilt, nämlich die Herzprojekte, die Kopfprojekte und die Querschnittsprojekte. In den Herzprojekten wurden die herzspezifischen Fragen erarbeitet, in Kopfprojekten die kopfspezifischen Fragestellungen, während in den Querschnittsprojekten vor allem Werkzeuge entwickelt wurden, die von beiden Seiten benötigt wurden.

Ein wesentliches Ziel im Kopfbereich ist die Entwicklung eines Operationsplanungssystems. Dieses Planungssystem sollte insbesondere zur Verbesserung der Diagnostik als auch zur Simulation von Eingriffen dienen (z. B. Fronto-Orbitales Advancement oder Dysgnathien). Die gewonnenen Daten sollen im weiteren Schritt zur Ansteuerung eines aktiven oder passiven Robotersystems verwendet werden. Daneben sollten Planungsergebnisse mittels Projektion oder See-Through-Brillen direkt auf den OP-Situs übertragen werden.

In den Herzbereichen ging es vor allem darum, den intrakardialen Fluss mittels Ultraschall darzustellen, um die gewonnenen Erkenntnisse in die Planung von Herzklappenoperationen einzubeziehen. Ein weiteres Ziel war die Erstellung eines Herz-Kreislauf-Modells, das die Simulation der hämodynamischen Folgen von Operationen gestattet. Ferner sollte mittels Rechnerdaten und Sensorik eine individuell gesteuerte Herz-Lungen-Maschine entwickelt werden. Ein weiteres wichtiges Projekt ist die Visualisierung der elektromechanischen Abläufe am Herzen, um damit wiederum gezielt Therapien bei Rhythmusstörungen simulieren und festlegen zu können.

Zur Umsetzung dieser Ziele werden in den Querschnittsprojekten die entsprechenden Basisstrukturen entwickelt und geprüft. Unter anderem wurden beispielsweise ein System zur Fusion unterschiedlicher Bilddaten entwickelt. Daneben arbeiten wir an der automatischen Segmentierung von anatomischen Strukturen. Um Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen, wurde auch eine Normdatenbank angelegt.

Einem weiteren Querschnittsprojekt war die Aufgabe der Methodevaluierung zugeordnet, d. h. insbesondere im Tierexperiment wurden die erarbeiteten Modelle überprüft. Es mussten aber auch spezielle Werkzeuge zum Schneiden, Sägen, Bohren und Nähen entwickelt werden. Ein weiteres wichtiges Projekt im Rahmen der Querschnittsprojekte war das Thema der Datensicherheit und der Datenübertragung sowie der Datenkompression.

Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass das Ziel des Sonderforschungsbereichs die Entwicklung von Techniken zur Verbesserung der Diagnostik und Therapie ist. Anhand dieser Entwicklung sollte dann im

Kopfbereich ein Robotersystem betrieben werden, das im Unterschied zu den herkömmlichen Robotersystemen mit Wissen hinterlegt ist, so dass es auf Grund seiner eigenen Intelligenz bestimmte Aktionen selbständig ausführen kann.

Im Herzbereich stand vor allem die Visualisierung des bewegten Organs, die Darstellung der Strömungsverhältnisse, die Sichtbarmachung von elektromechanischen Vorgängen im Vordergrund, um damit letztendlich eine individuelle Herz-Lungen-Maschine anzusteuern.

7. Ausgewählte Publikationen

siehe <http://sfb414.ira.uka.de/>

8. Kontakt – Sprecher des SFB

- Prof. Dr. Dr. Joachim Mühling - **Sprecher SFB 414**, stellvertretender Sprecher ab 1.1.2002

Universität Heidelberg
Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg

Telefon: 06221 / 56 - 7300
Telefax: 06221 / 56 - 4375
E-Mail: Joachim_Muehling@Med.Uni-Heidelberg.de

- Prof. Dr. Heinz Wörn - stellvertretender Sprecher SFB 414, **Sprecher ab 1.1.2002**

Universität Karlsruhe
Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik
76131 Karlsruhe

Telefon: 0721 / 608 - 3957
Telefax: 0721 / 608 - 7141
E-Mail: woern@ira.uka.de

- PD Dr. Christian Vahl - stellvertretender Sprecher SFB 414
Universität Heidelberg
Klinik für Herzchirurgie

Telefon: 06221 / 56 - 6272
Telefax: 06221 / 56 - 5585
E-Mail: Christian_Vahl@Med.Uni-Heidelberg.de