



Universität zu Lübeck

Institut für Mathematik

Kern der Transferaktivitäten ist die Forschungsgruppe SAFIR (Solutions and Algorithms For Image Registration; www.math.mu-luebeck.de/safir/). Sie besteht neben dem Institutsleiter Professor Dr. Bernd Fischer und PD Dr. Jan Modersitzki derzeit aus zwei PostDocs und fünf Doktoranden, die alle drittmittelgefördert sind. SAFIR gilt als Innovations schmiede für Bildregistrierungs Probleme, eine Schlüsselaufgabe in vielen medizinischen Bildverarbeitungsanwendungen. Die SAFIR-Lösungsansätze zeichnen sich insbesondere durch ihre Robustheit und Schnelligkeit aus und werden speziell für die jeweilige Anwendung maßgeschneidert. Die Fachwelt spricht schon vom *Lübecker Modell*.

Neben der Anerkennung in der internationalen Forschungsgemeinde erfreut sich die Gruppe vieler Kooperationsanfragen aus der Wirtschaft. Um diesen Anfragen in genügender Weise nachzukommen zu können sind jetzt zwei Maßnahmen geplant, die die Infrastruktur entscheidend verbessern sollen:

- Es ist die Gründung eines Kompetenzzentrums CICAD (Center for Imaging and Computer Aided Diagnosis) mit der Kernaussrichtung Medical Vision geplant. Die Kompetenzen der Universität zu Lübeck im Bereich medizinische Bildverarbeitung sollen gebündelt und gemeinsam vermarktet werden. Im Anschluss an die Förderphase ist geplant, das Zentrum in eine eigenständige Rechtsform zu überführen (z.B. als Teil der UniTransferKlinik) um dann professionell in dem hoch kompetitiven Bereich der medizinischen Bildverarbeitung tätig zu sein.
- Es ist eine Ausgründung in Form eines Spin-Offs aus der SAFIR Gruppe geplant. Das Geschäftsmodell umfasst im Wesentlichen die Erstellung und den Vertrieb von State-of-the-Art- Software im Bereich Bildregistrierung.

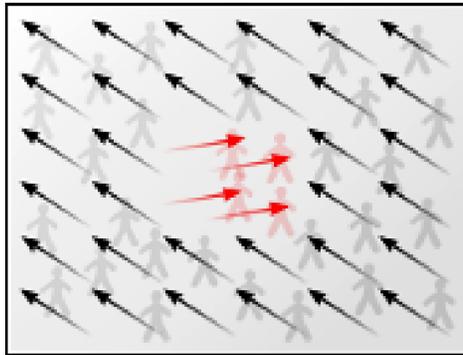
Zu den industriellen Kooperationspartnern, mit denen unsere Erkenntnisse aktiv in die Wirtschaftsunternehmen transferiert werden, gehören: *Bosch, Dräger, Localite, MeVis, MiE, Philips, Siemens*. Daneben werden enge wissenschaftliche Kontakte gepflegt unter anderem zu *Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Harvard Medical School, Princeton, Rochester, RWTH Aachen, Stanford, TU München*.

Folgende Transferprojekte skizzieren beispielgebend das Spektrum der ARBEITSGRUPPE safir AM Institut für Mathematik:

Counterflow - Detection für Überwachungskameras

In diesem Projekt geht es um die Erkennung von „unnormalen“ Bewegungen in bewegten Szenen. Insbesondere soll ein Algorithmus erarbeitet werden, der es in real-time erlaubt, einzelne „gegen den Strom schwimmende“ Personen in einer Menschenmenge zu detektie-

ren. Die Firma Bosch plant, diese Software in ihre Überwachungskameras einzubauen und z.B. auf Flughäfen zum Einsatz zu bringen. Erste Ergebnisse lassen darauf schließen, dass unser auf optical flow basierender Ansatz diese komplexe Aufgabe erstmalig lösen kann. Ein Prototyp steht kurz vor der Fertigstellung.



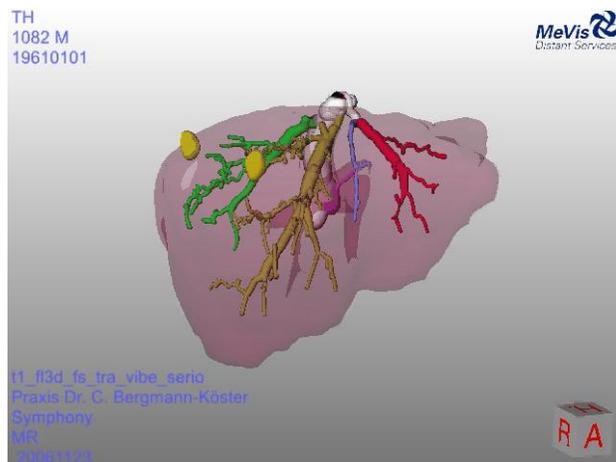
Ansprechpartner: Dr. Hartmut Loos (Hartmut.Loos@de.bosch.com)

FUSION (Lübeck)

Registrierung in der Weichgewebschirurgie

Bisher war die chirurgische Resektion neben der interventionellen Tumorablation die einzige anerkannte Therapieform gegen bösartige Tumorerkrankungen der Leber. Die Optimierung dieser Therapieformen ist das Ziel des groß angelegten Forschungsvorhabens FUSION. Eine zentrale Komponente des Konzepts ist die optimale Übertragung von drei-dimensionalen, präoperativ gewonnenen Bilddaten auf das Operationsfeld, sodass die Operationsplanung wesentlich präziser und damit schonender als bisher umgesetzt werden kann. Für diesen Kern des FUSION-Projektes, die Bildregistrierung, ist die SAFIR - Forschergruppe zuständig. Registrierung bedeutet in diesem Zusammenhang die Angleichung und Überlagerung der Bildgebung vor der Operation (MRT/CT; linkes Bild) mit der Bildgebung während der Operation (Ultraschall; rechte Bilder).

In dem Gesamtprojekt werden drei Interventionsarten behandelt: die offene Chirurgie, die Tumorablation und die Laparoskopie. Zu jeder Interventionsart wird ein Assistenzsystem erstellt. Der Erfolg und die klinische Akzeptanz dieser Systeme hängt wesentlich von der Leistungsfähigkeit der jeweiligen Registrierungssoftware ab. Die professionelle Erstellung und die wirtschaftliche Verwertung dieser Software gehört zu den initialen Aufgaben der geplanten Ausgründung.



Auf der MEDICA 2007 ist das Lübecker „Laparoskopierteam“ bereits auf dem Norddeutschen Gemeinschaftsstand präsent gewesen. Dieses Assistenzsystem wird auch auf dem BMBF-Stand der CEBIT 2008 vorgestellt. Einen besonderen Schwerpunkt soll hier unsere Registrierungssoftware bilden.

Ansprechpartner: Prof. Hans-Peter Bruch (Bruch@uni-luebeck.de)

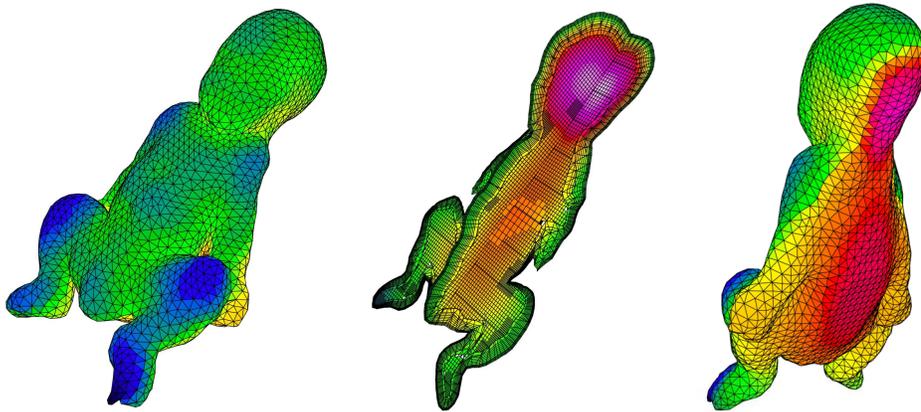
Förderung: BMBF

Dräger (Lübeck)

Thermoregulation bei Frühgeborenen

Inkubatoren und Wärmestrahlungsgeräte werden eingesetzt, um Frühchen vor Wärme- und Feuchtigkeitsverlusten an die Umgebung, Infektionen und Hypoxie zu schützen. Für eine optimale Festlegung der Einstellgrößen an diesen Geräten erweist sich die Kenntnis über die Wirkung der beabsichtigten Maßnahmen als wesentlich. In diesem Projekt wurde ein Simulationstool entwickelt, um zu einem tieferen Verständnis des Wärmehaushalts in Interaktion mit dem umgebenden Mikroklima zu gelangen. Das Tool erlaubt die Simulation von klinischen Situationen und die Vorhersage der Wirkung von Maßnahmen, ohne dass reale Patienten zu Versuchen herangezogen werden brauchen.

Damit steht weltweit erstmalig ein 3D- zeitabhängiges Simulationstool für die Wärmeverteilung zur Verfügung. Die nachfolgenden Bilder zeigen einige Ergebnisse für Frühchen. Eine Verwertung in einem Drägerprodukt steht noch aus.



Ansprechpartner : Prof. Dr. Joerg Uwe Meyer (Joerg-Uwe.Meyer@draeger.com)
Förderung: Technologiestiftung Schleswig-Holstein

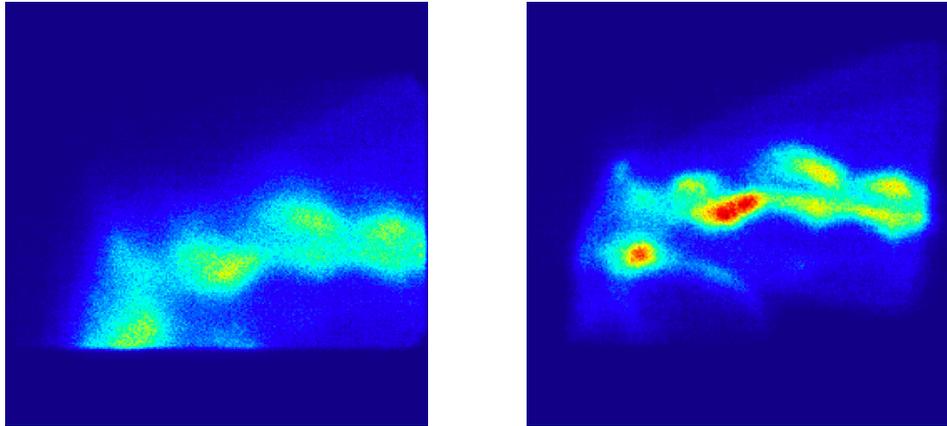
MiE (Medical imaging Electronics, Seth)

SPECT steht für Single Photon Emission Computed Tomography und bezeichnet ein bildgebendes Verfahren in der Nuklearmedizin in Form eines hochauflösenden Monitoring von radioaktiven Markersubstanzen. Bis zu 30 Minuten müssen Patienten bei nuklearmedizinischen Untersuchungen still liegen, damit Aufnahmen von hoher Qualität entstehen. Nicht nur ärgerlich und teuer, auch gesundheitsbelastend ist es dann, wenn man anschließend noch einmal in die „Röhre“ muss, weil trotz größter Disziplin die Bilder nicht genau genug waren. Der Patient kann nichts dafür, sind es doch unkontrollierbare Bewegungen wie z. B. durch Hustenanfälle oder Zittern, die die Bilder beeinträchtigen können. Diese Bewegungen zu erkennen und herauszurechnen, bildet den Kern der Zusammenarbeit mit der Fa. MiE in Seth.

Bewegungskorrektur in der Szintigraphie

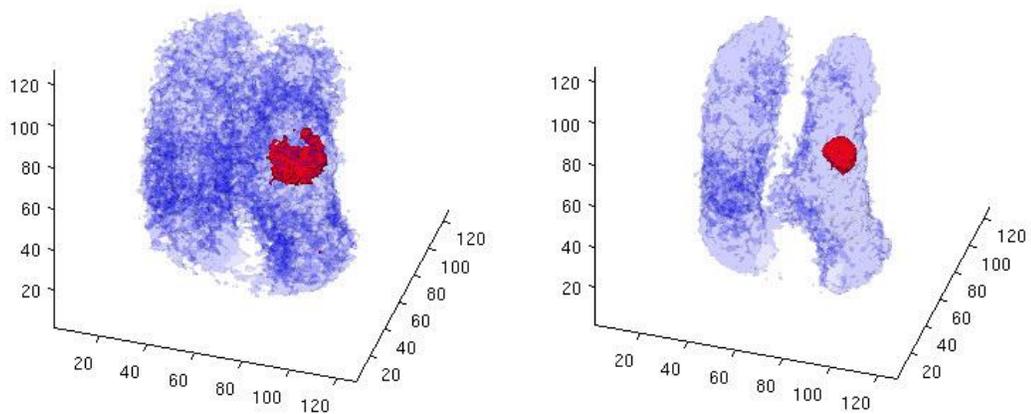
Unser erstes gemeinsames Projekt war die Bewegungskorrektur in der Pferdeszintigraphie. Hier macht der Scanner typischerweise in drei Minuten 180 Aufnahmen. Natürlich hat das Tier solange nicht völlig ruhig gestanden. Stand der Technik war, alle Bilder übereinanderzulegen, mit einem relativ unscharfen Resultat (linkes Bild). Wendet man aber einen von uns entwickelten Algorithmus auf die Daten an, so wird das Ergebnis scharf: Deutlich ist zu erkennen, wo sich der Tracer ansammelt (rechtes Bild).

Dieser Algorithmus ist bereits Teil der Software von MiE und hat für uns den Einstieg in eine sehr fruchtbare Kooperation und Zusammenarbeit bedeutet.



Bewegungskorrektur in SPECT-Aufnahmen

Das Nachfolgeprojekt befasst sich mit Bewegungskorrektur bei humanen Patienten. Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung und algorithmische Umsetzung von mathematischen Modellen und Verfahren zur automatisierten Korrektur von Bewegungsartefakten. Die ersten Ergebnisse sind sehr vielversprechend, wie das folgenden Beispiel aufzeigt (links vor, rechts nach der Korrektur).

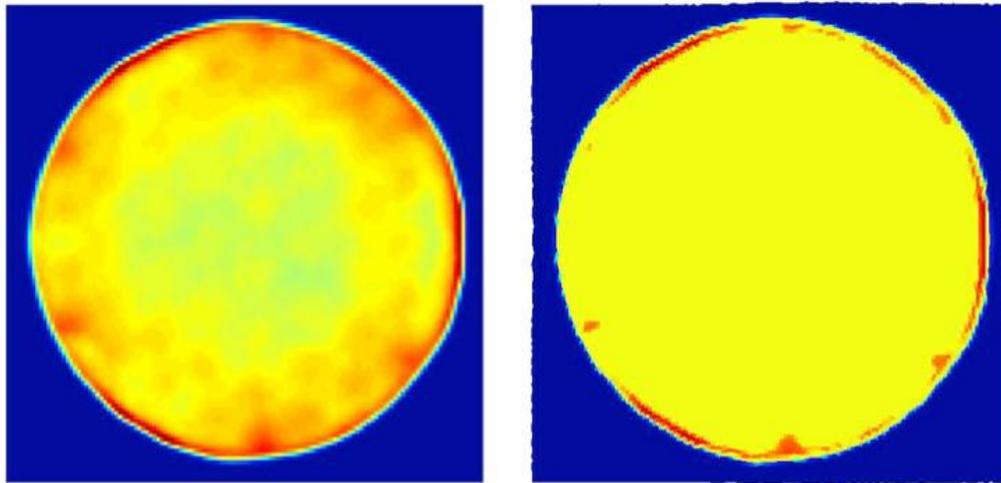


Neben der erstmaligen Entwicklung eines parameterfreien, elastischen Verfahrens für die Nuklearmedizin steht der Ansatz, direkt die Rohdaten des bildgebenden Gerätes zu verwenden, im Vordergrund. Diese weltweit einmalige Vorgehensweise unterscheidet sich wesentlich von den üblichen Algorithmen, die auf den bereits rekonstruierten Bildern fußen.

Einer der Mitarbeiter der SAFIR-Truppe wird im Februar, nach erfolgreicher Promotion, zur Fa. MiE wechseln. Zu seinen ersten Aufgaben wird die Umsetzung des Korrekturverfahrens in das MiE-Software-Package gehören.

Kalibrierung von Gamma-Kameras

Ferner haben wir uns mit der Kalibrierung von Gamma-Kameras beschäftigt. Hier treten trotz kalibrierter Hardware und ihrer Komponenten Inhomogenitäten auf. Das linke Bild zeigt die Aufnahme eines eigentlich homogenen Phantoms. Die Inhomogenitäten entstehen durch die Anordnung sowie die platzbeanspruchende Bauweise der Röhren. So sind zu einer Lichtquantenemission nur wenige Stützwerte für die genannte Berechnung der Position in den X- und Y-Schaltkreisen vorhanden. Die Folge ist eine nicht exakte Berechnung der Position einer Photon Interaktion mit dem Kristall. Derzeit werden die Artefakte durch aufwendiges und kostspieliges Testen mit Bleischlitzphantomen vorgenommen. In der SAFIR-Gruppe wurde weltweit erstmalig eine Software zur Kalibrierung entwickelt. Das rechte Bild zeigt ein erstes Ergebnis.



Rekonstruktionsalgorithmen für ein Kleintier-SPECT

Schließlich befassen wir uns mit der Entwicklung eines Kleintier SPECTS. Es ist das Ziel, ein SPECT-Gerät mit erhöhter Auflösung zu entwickeln, um auch bei Kleintieren eine gute Auflösung zu erzielen. Der Entwicklungsprozess setzt auf die MULTISPECT-3-Dreikopfkamera und das Bildverarbeitungssystem der Firma MiE auf.

Die angestrebte Verbesserung der räumlichen Auflösung soll erreicht werden durch die Entwicklung eines Lupenkollimators in Verbindung mit der Entwicklung neuartiger Rekonstruktionsalgorithmen. Mit der Lösung dieser anspruchsvollen mathematischen Rekonstruktionsaufgabe würde die Nuklearmedizin in völlig neue Dimensionen vorstoßen, deren Anwendung bei weitem nicht auf die Kleintieraufnahme beschränkt bliebe. Auch hier gibt es bereits erste Ergebnisse, die einen erfolgreichen Abschluss des Projektes erwarten lassen. Die Diskussion über eine geeignete Verwertung steht noch aus.

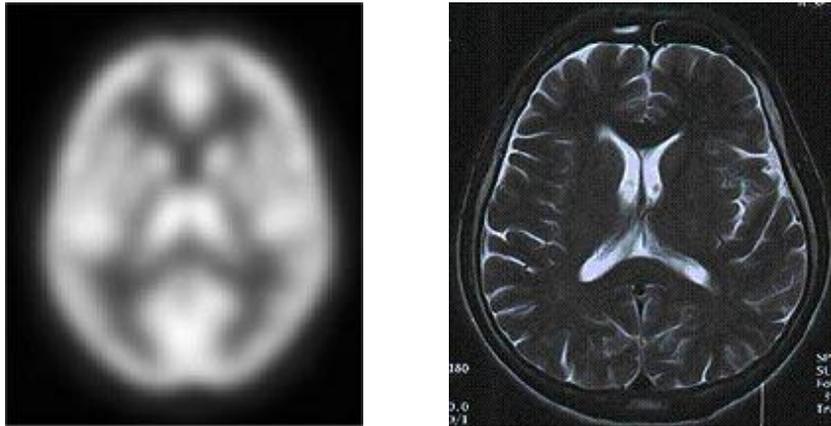
Ansprechpartner: Günther W. Kühl (mie@miegermany.de)

Förderung: Innovationsstiftung im Rahmen des HWT - Projektes

Philips (Hamburg)

Multimodale Bildregistrierung

Mit der Fa. Philips haben wir seit etwa fünf Jahren eine intensive Kooperation auf verschiedensten Ebenen, in der Regel mit dem Department Digital Imaging, Philips Research Europe in Hamburg. Die Thematiken befassen sich im Wesentlichen mit Registrierung und Segmentierung. Stellvertretend sei ein Projekt zur Früherkennung von Demenz vorgestellt. Hier geht es im Kern darum, die MR-Aufnahme eines Patienten (rechtes Bild) mit einem PET-Atlas (linkes Bild) zu vergleichen, um individuelle Abweichungen messen zu können, die dann zur Diagnose herangezogen werden.



Augenscheinlich ist die Registrierung keine einfache Aufgabe. Wir verfolgen nun die Idee, Registrierung und Segmentierung in einen gemeinsamen Lösungsansatz zu integrieren. Wir erhoffen uns von diesem neuartigen Ansatz einen Durchbruch für diese komplexe Aufgabenstellung. Wiederum sprechen erste Resultate dafür, dass der gewählte Ansatz tatsächlich zielführend sein könnte, was die Tür zu einer „Killerapplikation“ (im wirtschaftlichen Sinne) weit aufmachen würde. Auch hier soll bei der Verwertung die Ausgründung eine Schlüsselrolle spielen.

Ansprechpartner: Dr. Lothar Spiess (lothar.spies@philips.com)