

# Mobile Computing in der Medizin

## Projektleiter

Prof. Dr. Dr. med. habil.  
Hans-Gerd Lipinski

## Forschungsschwerpunkt

Medizinische Informatik

## Projektdauer

2001 bis 2004

## Mitarbeiter

M.Sc. Michael Kroll  
(Doktorand),  
M.Sc. Robert Mahnke  
(Doktorand),  
M.Sc. Kay Melzer  
(Doktorand),  
B.Sc. M. Sudyatma

## Kooperation

Grönemeyer-Institut  
für Mikrotherapie,  
Bochum,  
Pflegedienst Deppe,  
Bergkamen,  
Pflege & Mehr,  
Osnabrück,  
Visus-TT GmbH, Bochum

## Finanzierung

Land NRW, Transfer-  
orientierte Forschung  
an Fachhochschulen  
in NRW (TRAFO),  
Fachhochschule  
Dortmund,  
Forschungsbudget

## Kontakt

Prof. Dr. Dr. med. habil.  
Hans-Gerd Lipinski,  
Fachbereich Informatik,  
Fachhochschule  
Dortmund,  
Emil-Figge-Straße 42,  
44227 Dortmund,  
Telefon:  
(0231) 755-6724,  
E-Mail: lipinski@  
fh-dortmund.de

## 1. Zusammenfassung

Ziel des Vorhabens war es, die technischen Basisprobleme von Kommunikations- und medizinspezifischer EDV mit Hilfe kommerzieller mobiler Endgeräte (z.B. Personal Digital Assistants, PDA) zu lösen. Neben der Telekommunikation zwischen Server und PDAs sowie zwischen mehreren PDAs stand die Entwicklung von Beispiellösungen für die Medizin im Mittelpunkt. Zu diesen gehören Signaltransfer und -analyse; Bildverteilung und -analyse und deren Integration in das Patientenmonitoring (einschl. Home-care) und rechnergestützte Operationsverfahren.

## 2. Gegenstand des Forschungsprojektes

Entwicklung von Software für den Einsatz mobiler Endgeräte für verschiedene Anwendungsgebiete der Medizin.

## 3. Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes wurden Programme entwickelt und implementiert, mit denen rechenaufwendige Signal- und Bildverarbeitungsverfahren durchgeführt und komplexe medizintechnische Steuerungsaufgaben erledigt werden können. Sie werden verwendet für die Unterstützung bei chirurgisch-operativen Eingriffen und der Patientenüberwachung insbesondere im Home-Care Bereich. Dazu wurden folgende Forschungs- und Entwicklungsaufgaben durchgeführt. Um den mobilen Endgeräten den Zugang zu der Serverapplikation zu ermöglichen wurde Bluetooth-Technologie eingesetzt. PalmOS basierte PDA, die mit Hilfe der WidComm Bluetooth Module um Funkfähigkeiten erweitert wurden, bauen über einen Bluetooth Access Point die Verbindung zum Server auf. Da die verwendeten Komponenten auf dem PDA das TCP/IP Protokoll auf Applikationsebene bereitstellen, bei der Bluetooth nur als Transportmedium verwendet wird, ist die Entwickelte Software von Bluetooth APIs losgelöst und somit unterstützt große Flexibilität bei der Verwendung zukünftiger Funktechnologien. Damit können die PDA Geräte eine direkte Verbindung über den Accesspoint herstellen, sofern sich diese innerhalb des vom Accesspoint abgedeckten Empfangsbereich befinden, aber auch eine Bluetooth Verbindung zu einem Bluetooth Mobiltelefon aufbauen, das über das GSM Netz eine Verbindung zu dem Server herstellt.

Auf dieser technologischen Basis wurden Prototypen entwickelt, welche die Bearbeitung diverser biomedizinischer Probleme, wie Signalregistrierung und -auswertung (EKG, EEG), Bildtransfer und -analyse, Monitoring bei Patienten, Unterstützung im Home Care Bereich sowie Unterstützung bei operativen Eingriffen und das eLearning ermöglichen. Diese verschiedenen Anwendungsszenarien, die in Kooperati-

on mit den Partneereinrichtungen entwickelt wurden, werden im Folgenden vorgestellt.

## a) Mobile Systeme für die Bereitstellung von Algorithmen und Informationssystemen in den Biowissenschaften

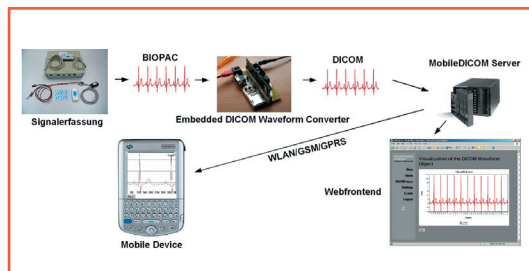
Einleitende Studien haben gezeigt, dass die Nachfrage an mobilen Lösungen für die medizinische und biologische Forschung auch die Nachfrage an Wissensbasen stark anwachsen lässt. Im Rahmen dieses Teilprojektes wurde untersucht, in wieweit mobile Computersysteme wie PDAs oder Mobiltelefone auch für die biowissenschaftliche Forschung einsetzbar sind. Diese Systeme verfügen derzeit noch nicht über die Rechen- und Speicherkapazität von Desktopsystemen, weshalb es notwendig ist Datenbanken und Algorithmenbanken auf einem zentralen Rechner bereitzuhalten und über Portale für diese mobilen Geräte verfügbar zu machen.

Es wurde ein Portal eingerichtet, welches Datenbanken, Klassifikationssysteme und Algorithmensammlungen für die Signal- und Bildanalyse zur Verfügung stellt. Die Nutzung des Portals gliedert sich in drei Hauptbereiche: die Recherche im Dienstangebot, die Ausführung eines Dienstes und die Implementierung eines Clientdienstes in eigene Software. Mit der installierten Servlet Engine ist es möglich, Serverdienste unter Verwendung geeigneter Clientsoftware für PDAs oder Mobiltelefone zu nutzen. Des Weiteren stellt der Server über SOAP (Simple Object Access Protocol) Dienste zur Verfügung die über XML Schnittstellen aus Fremdprogrammen nutzbar sind. Java Implementierungen von Algorithmen der Signal- und Bildanalyse liegen auf dem Server zum Download bereit und stehen zur Integration in eigene Programme zur Verfügung. Mit Hilfe des beschriebenen Internetportals ist es möglich, mobile Informationsgeräte wie PDAs und Mobiltelefone zur biologischen Signal- und Bildanalyse zu nutzen. Hierbei kommen die neuesten Java Technologien sowohl auf dem Server als auch auf den mobilen Endgeräten zum Einsatz. Unter Verwendung des beschriebenen Portals können mobile Endgeräte auch zur Analyse von digitalen Signal- und Bilddaten herangezogen werden.

## b) Mobile Systeme für die Bild- und Signalverarbeitung

Im Rahmen dieses Teilprojektes wurde zunächst eine auf Java basierte Applikation für PDAs zur die Nutzung eines Internetportals entwickelt und implementiert, welches medizinische Bild- und Signaldaten verfügbar macht bzw. solche Daten empfangen, speichern und verwalten kann. Anschließend wurde diese Applikation auch auf die Nutzung von Mobiltele-

lefonen ausgedehnt. Zudem wurde ein „Embedded System Motherboard“ zur Konvertierung proprietärer Biosignaldateien wie z.B. EKG/EEG in das DICOM Waveform Dateiformat mit Hilfe mobiler Kommunikationssysteme entwickelt. Ziel dieser Arbeiten war es, Techniken zu entwickeln, mit denen sowohl einfache Signal- als auch Bildverarbeitung mit mobilen Systemen möglich ist. Dazu zählen neben der graphischen Darstellung von Bildern und Signalen insbesondere die Berechnung charakteristischer Eigenschaften von Biosignalen bzw. medizinischen Bilddaten, wie etwa die mittlere Frequenz und die Amplitudenverteilung der Signale bzw. mittlere Grauwerte von Bilddaten, Größe von Objekten im Bild oder die Verteilung von Grauwerten innerhalb einer ausgewählten Region im Bild. Die Untersuchungen erstreckten sich sowohl auf Biosignale, die vom Menschen abgeleitet werden können, als auch auf radiologisches oder mikroskopisches Bildmaterial. Die Abbildung zeigt die Komponenten solcher mobiler Systeme am Beispiel der Elektrokardiographie.



*Biosignalverarbeitung (EKG-Registrierung und Auswertung) mit mobilen Kommunikationssystemen*

Abschließend wurde noch eine Softwarelösung für ein Embedded System zur digitalen Bilddatenerarbeitung und zur DICOM konformen Signatur von DICOM Bilddaten entwickelt. Dieses erlaubte die Integration des Embedded Systems in alte Modalitäten wie z.B. CT und MRT, die noch nicht den DICOM Signaturstandard unterstützen.

### c) Mobile Systeme für operative Eingriffe am Menschen

Untersucht wurden zwei Anwendungsbereiche, nämlich stereotaktische neurochirurgische Eingriffe und mikrochirurgische Wirbelsäuleneingriffe beim Menschen.

#### • Stereotaktische Eingriffe beim Menschen zur Behandlung zentralmotorischer Störungen

Stereotaktische Eingriffe beim Menschen werden in der Neurochirurgie seit etwa 1947 insbesondere für die Behandlung zentralmotorischer Störungen

durchgeführt. Mit beginnender Verfügbarkeit von Computern (etwa Mitte der 60er Jahre) wurde diese Operationstechnik weitgehend computergestützt durchgeführt. Einen weiteren Schub erhielt diese OP-Technik mit Einführung der modernen digitalen bildgebenden Verfahren der Radiologie. Durch die zielgerichtete Einführung einer Sonde in ein bestimmtes Hirnareal werden dort entweder neuronale Verbindungen zerstört oder durch das Legen einer Dauersonde Hirnareale durch Elektrostimulation angeregt, so dass die zu behandelnde zentralmotorische Störung, etwa der Parkinsontremor, behoben werden kann.

Es gelang, wesentliche OP-Abläufe auf mobilen Geräten darzustellen. Dazu gehört die Visualisierung des Zielgebietes durch radiologische Bilddaten (z.B. Computertomogramm oder Ventrikulogramm), die Übertragung der Lage des Zielpunktes des Eingriffs auf einen Referenzatlas des Gehirns sowie die Simulation der elektrophysiologischen Testung des Zielgebietes durch die Analyse modellierter spontaner Neuronenaktivität (incl. Verletzungspotenziale) und virtueller intracerebraler Stimulationen.

#### • Mikrochirurgische Wirbelsäuleneingriffe

Für die mikrochirurgischen Eingriffe bei Wirbelsäulen- und Rückenmarksoperationen wurde ein Pilotsystem entwickelt, das auf dem Chromotek-Verfahren basierende stereoskopische 3D-Ansicht des jeweiligen OP-Areals erlaubt. Die dafür notwendigen

Berechnungen aus vorliegenden CT- oder MRT-Bilddaten erfolgen auch hier wieder auf einem Server, der seine Rechenergebnisse via WLAN an ein mobiles Kommunikationssystem (PDA, Tablet-PC) weiterleitet. Auf dem Display dieses Systems können dann die jeweiligen Betrachtungswinkel eingestellt und die Eingriffe mit der Tastatur simuliert werden. Die Ergebnisse dieser Manipulationen werden an den Server via WLAN zurückgeschickt und dort weiterverrechnet.

#### d) Mobile Systeme für die ambulante Pflege

Mit dem Thema der Anwendung mobiler Computer in der ambulanten Pflege beschäftigen sich Pflegedienste und Softwarefirmen bereits seit einigen Jahren. Die konkrete Durchführung wird heute durch das Fortschreiten der Technik zusehends einfacher und vorteilhafter, da die mobilen Geräte kleiner und dennoch leistungsstärker geworden sind. Ein PDA kann beispielsweise problemlos in Hemd- oder Hosentasche transportiert werden, stellt aber trotzdem ein vergleichsweise großes Display (in der Regel 160x160 Bildpunkte) zur Verfügung. Diese Eigenschaften machen den PDA zum favorisierten Gerät, wenn es darum geht, Patienten- und Pflegedaten mobil

verfügbar zu machen und zu bearbeiten. Der Umgang mit Papierakten wird für den Mitarbeiter eines Pflegedienstes somit weitestgehend überflüssig, da die Pflegedaten direkt im mobilen Gerät erfasst und durch eine entsprechende Schnittstelle in ein bestehendes Informationssystem, welches Voraussetzung für eine sinnvolle Planung und Weiterverarbeitung der Pflegedaten ist, übertragen werden. Fehler in der Leistungserfassung und daraus resultierenden Abrechnung werden somit vermieden und die Arbeit bei der Abrechnung allgemein verkürzt, da keine Übertragung der Daten von Hand notwendig ist. Die Betriebsführung, die Qualität und das pflegerische Handeln eines ambulanten Pflegedienstes werden unterstützt und die administrative Arbeit erleichtert. Das System besteht dabei aus folgenden Komponenten:

- Das Desktop-System – Stammdaten und Pflegeplanung
- Tägliche Einsatzplanung
- Identifikation von Mitarbeitern und Geräten
- Mobile Terminplanung
- Flottenmanagement in der ambulanten Pflege mit Hilfe von GSM und GPS

Die Systemkomponenten wurden in Zusammenarbeit mit diversen Pflegeeinrichtungen entwickelt und in der Praxis getestet.

#### e) Mobile Systeme in der akademischen Lehre

In der medizinischen Ausbildung sind in Deutschland für das kombinierte On- und Off-Campus Lernen – auch „Blended Learning“ genannt - die notwendigen modernen Kommunikationswege in vielerlei Hinsicht in Pilotprojekten erprobt. Gleichzeitig beschränkt sich das Angebot jedoch bisher nur auf wenige ausgewählte Fächer und ist höchstens in den Anfängen im regulären Lehrangebot etabliert. Vor dem Hintergrund schrumpfender personeller und finanzieller Ressourcen und den gerade in der Medizin steigenden Anforderungen in der Lehre (Wissenszunahme) ist eine Flexibilisierung und Individualisierung für die Lernenden im Angebot erforderlich, die mit diesen Mitteln erreichbar sind. Dazu erleichtert der hier vorgestellte Ansatz das problemorientierte und selbstgesteuerte Lernen, das an den deutschen Fakultäten zunehmend Anwendung findet und die folgenden Anforderungen definiert:

- eine akzeptierbare Nutzerschnittstelle,
- ein entwicklungsfähiges Backend,
- leistungsfähige mobile Geräte und
- hinreichender Datenschutz.

Im Rahmen dieses Projektes wurde geprüft, ob es aktuell verfügbare Telematik Technologien erlauben, bei den konkreten Problemen des blended Learnings eine Erleichterung anzubieten. Dazu wurden

aktuell auf dem Markt befindliche mobile Endgeräte kombiniert mit einem dedizierten Rechnersystem hinsichtlich ihrer Eignung auf eine adäquate Kombination des Lernens zu Hause mit dem Lernen in der Hochschule getestet. Als medizinisches Anwendungsfach wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Mikrotherapie der Universität Witten/Herdecke und dem Anatomischen Institut der Universität Münster der Kurs der makroskopischen Anatomie wegen seines hohen Praxisanteils und der schwierigen Lernbedingungen im Präpariersaal, die sich durch das parallele Lernen am Präparat und Buch ergeben, gewählt. Den Studierenden wird der Wert der eigenen Präparation durch deren Archivierung in Form von Fotografien nachhaltig verdeutlicht. Das sonst eher getrennte theoretische und praktische Lernen wird somit enger verzahnt.

#### 4. Veröffentlichungen (referierte Buch- und Zeitschriftenbeiträge):

Die wichtigsten Ergebnisse des Projektes wurden vom Berichterstatter und seinen Mitarbeitern auf dem im April 2003 in Dortmund ausgerichteten Workshop „Mobile Computing in Medicine – MoCoMed-2003“ und auf dem ersten Forschungsforum TRAFO am 10.5.2004 in Düsseldorf sowie auf zahlreichen weiteren nationalen und internationalen Tagungen präsentiert. Darüber hinaus wurden folgende Beiträge nach erfolgter Begutachtung publiziert (nach Jahrgang gegliedert):

Kroll M., Schütze B., Lipinski H.-G., Filler T.J.: Embedded systems for signing medical images using DICOM security profiles European Radiology, 14 (2004) Suppl.2: B-095, 2004.

Kroll M., Sudyatma M., Lipinski H.-G.: The Mobile DICOM Internet Portal serving DICOM waveforms to J2ME capable devices - A feasibility study. In: S. Kirn, C. Anhalt, C. Heine (Hrsg), Mobiles Computing in der Medizin, MOCOMED 2004, Shaker Verlag, Aachen, 2004, pp. 101-107.

Mahnke R., Sudyama M., Kroll M., Lipinski H.-G.: Flottenmanagement in der Ambulanten Pflege mit Hilfe von Mobile-Computing Komponenten. In: S. Kirn, C. Anhalt, C. Heine (Hrsg), Mobiles Computing in der Medizin, MOCOMED 2004, Shaker Verlag, Aachen, 2004, pp. 94-100.

Mahnke R., Lipinski H.-G.: Mobile Kommunikationstechnologien für die ambulante Pflege. Z. Printer- net/Pflegeinformatik 11 (2004), 605-609.

Schütze B., Kroll M., Lipinski H.-G., Filler T.J.: Einsatz mobiler IT-Systeme in der anatomischen Lehre. In: Pöpl S, Bernauer J, Fischer M et al. (Hrsg.). „Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin“. Proceedings zum 8. Workshop der GMDS AG „Computergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin“; Shaker-Verlag, Aachen, 2004, pp.125- 136.

- Schütze B., Kroll M., Lipinski H.-G., Filler T.J.: Mobiles computerbasiertes Lernen in der anatomischen Lehre. In: Höpfner H, Saake G (Hrsg.). Beitragsband zum Workshop „Grundlagen und Anwendungen mobiler Informationstechnologie“. GI-Arbeitskreises „Mobile Datenbanken und Informationssysteme“. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 2004, pp. 104-113
- Mahnke R., Kroll M., Melzer K., Lipinski H.G.: Ein mobiles Informationssystem für die häusliche Pflege. In: M. Kroll, H.-G. Lipinski, K. Melzer (Hrsg.), Mobiles Computing in der Medizin - 3.Workshop - GI-EDITION - Lecture Notes in Informatics, 2003, pp. 65-70.
- Melzer K., Kroll M., Mahnke R., Lipinski H.-G.: Mobile access to medical 2D/3D-images and biological waveform data on PDAs and Smartphones. In: Käfer J., Zündt M. (eds.), Momuc 2003 – Proceedings of the 8th international workshop on mobile multimedia communications, Center for Digital Technology and Management, 2003, pp. 429.
- Melzer K., Kroll M., Mahnke R., Lipinski H.-G.: Biological image and waveform data on mobile devices. Biomed. Technik 48/1(2003), 130-131.
- Roth A., Melzer K., Annacker K., Lipinski H.G., Wiemann M., Bingmann D.: 3D Visualisierung vitaler Knochenzellen. In: Wittenberg T. et al. (Hrsg.), Bildverarbeitung für die Medizin, BVM 2003. Algorithmen - Systeme - Anwendungen (Informatik aktuell). Springer Verlag 2003, pp. 225-229.
- Kroll M., Riesmeier J., Melzer K., Annacker K., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Displaying and Analysing DICOM Waveforms on Java based Cell Phones and PDAs. In: Lemke H.U., Vannier M.W., Inamura K., Farman A.G., Doi K, Reiber J.H.C. (eds.); Computer Assisted Radiology and Surgery - CARS 2002, Springer Verlag Heidelberg, 2002, pp. 503-506.
- Kroll M., Melzer K., Lipinski H.-G.: Accessing DICOM 2D/3D-Image and Waveform Data on mobile devices. In: Koop A, Bludau H.B.(Hrsg.), Mobiles Computing in der Medizin, 2. Workshop, GI-edition, Lecture Notes in Informatics, Bonn, 2002, pp. 81-86.
- Melzer K., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Interactive (stereoscopic) dicom image access on mobile devices. In: Lemke H.U., Vannier M.W., Inamura K., Farman A.G., Doi K, Reiber J.H.C. (eds.); Computer Assisted Radiology and Surgery - CARS 2002, Springer Heidelberg, 2002, pp. 714-719.
- Melzer K., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Medizinische 3D-Simulationsumgebungen mit software-optimierten und haptischen Manipulatoren sowie stereoskopischen Visualisierungstechniken. Fortschr. Röntgenforsch. 174/S1 (2002), 81.
- Melzer K., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Software Standard-DirectX-Steuerungen und spezielle haptische Manipulatoren in medizinischen 3D-Simulationsumgebungen. In: Meiler M., Saupe D., Kruggel F., Handels H., Lehmann T (Hrsg.), Bildverarbeitung für die Medizin, BVM 2002. Informatik aktuell, Springer Verlag, Berlin, pp. 385-389.
- Melzer K., Kroll M., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Accessing 2D and stereo 3D-DICOM image on mobile devices. European Radiol. 12/1(2002), 221.
- Kroll M., Lipinski H.-G.: Java-2-Microedition – the connected limited device configuration. In: A. Koop, H.-B. Bludau (Hrsg.), Mobiles Computing in der Medizin – MOCOMED 2001. Shaker Verlag, Aachen, 2001, pp. 11-21.
- Kroll M., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Mobile wireless Client-Server Systeme für die medizinische Signal- und Bildanalyse. Inform. Biom. Epidem. Med. Biol. 32/2-3 (2001), 199-200.
- Kroll M., Lipinski H.-G.: Personal Digital Assistants in der funktionellen Neurochirurgie. In: Wörn H., Mühling J., Vahl C., Meinzer H.-P. (Hrsg.), Rechner- u. Sensorgestützte Chirurgie, GI-Edition Lecture Notes in Informatics Vol. P4, Bonn, 2001, pp. 349 - 355.
- Kroll M., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Deep brain EEG processing by Palm connected organizers. In: H. Lemke et al. (eds.), C.A.R.S 2001 - Computer Aided Radiology and Surgery. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2001, pp. 1199.
- Kroll M., Annacker K., Holstein J., Kleber K., Schröter A., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Decentral biosignalprocessing on Personal Digital Assistants. ECR 2001. European Radiol. 11/1(2001), 270.
- Lipinski H.-G., Annacker K., Brauer K., Melzer K., Grönemeyer D.H.W.: A computerized training neuronavigator for stereotaxic functional neurosurgery In: H. Lemke et al. (eds.), C.A.R.S 2001 - Computer Aided Radiology and Surgery. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2001, pp. 1146-1147.
- Melzer K., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Stereoskopische 3D Verfahren und 3D-Interaktionsmethoden für chirurgische Navigationssimulatoren. Biomed. Technik, Band 46/1 (2001), 382-383.
- Melzer K., Lipinski H.-G., Grönemeyer D.H.W.: Interactive medical 3D-simulations by means of stereoscopy and standard hardware. In: H.Wörn, J.Mühling, C.Vahl, H.P.Meinzer; Rechner- u. Sensorgestützte Chirurgie, GI-Edition Lecture Notes in Informatics Vol. P4, Bonn, 2001, pp.148-152.
- Melzer K., Lipinski H.-G.: Interaktive Stereoskopische Visualisierung In: H.Handels, A.Horsch, T.Lehmann, H.Meinzer; Bildverarbeitung für die Medizin 2001. Algorithmen, Systeme, Anwendungen; Informatik aktuell. Springer, Berlin, 2001 pp.148-151.
- Melzer K., Lipinski H.-G.: Interaktive stereoskopische Visualisierung. In: Handels H., Horsch A., Lehmann T., Meinzer H. (Hrsg.), Bildverarbeitung für die Medizin 2001. GI-Edition – Informatik aktuell. Springer, Berlin, 2001, pp. 148-153.