

VICORA: Bundesweiter Forschungsverbund für Computerunterstützung in der klinischen Radiologie

Kraß S, Lang M, Peitgen HO

MeVis – Centrum für Medizinische Diagnosesystem und Visualisierung, Bremen

Einleitung Auf dem 84. Deutschen Röntgenkongress im Mai 2003 in Wiesbaden stellte der Direktor der National Institutes of Health (NIH), Prof. Elias A. Zerhouni, seinen strategischen Fahrplan zur Beschleunigung des medizinischen Fortschritts vor. Dabei definierte er die folgenden drei Leitmotive:

- Mit neuen Ansätzen und innovativen Technologien neue Wege beschreiten
- Mit neuen Organisationsmodellen multidisziplinärer Teams den komplexen Herausforderungen der Forschung des 21. Jahrhunderts begegnen
- Durch klinische Forschungsnetzwerke, informationstechnologische Forschung, Ausbildung, Öffentlichkeitsarbeit und Transferforschung die Zeit vom Labor zum Krankenbett verkürzen

Ganz im Sinne dieser Leitmotive formieren sich in den USA und in Europa in den letzten Jahren Institutionen und Netzwerke, die insbesondere klinische und informationstechnologische Forschung und Entwicklung verbinden. Mit dem „National Institute for Biomedical Imaging and Bioengineering“ (NIBIB) wurde Ende 2000 in den USA ein NIH-Institut gegründet, das sich mit einem Jahresetat von etwa 300 Mio. USD insbesondere dem notwendigen Brückenschlag von der Forschung zur Anwendung im Bereich des „Biomedical Imaging“ widmet. Auch in Europa haben vergleichbare Initiativen die Startlöcher verlassen, wie beispielsweise das Mitte 2001 gestartete Schweizer Verbundprojekt „Computer Aided and Image Guided Medical Interventions“ (CO-ME) mit einer in Aussicht gestellten Förderung von 12 Jahren und einem Volumen von 100 Mio. SF. In Deutschland formierte sich Ende 2000 ein Forschungsverbund [1] im Bereich des „Computational Medical Imaging“, der in den ersten drei Jahren vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit 4,7 Mio. € gefördert wurde. Dieses „Virtuelle Institut für Computerunterstützung in der klinischen Radiologie“, kurz VICORA, trat am 1. Januar 2004 in seine Hauptphase, wobei die Förderung durch das BMBF deutlich reduziert ist und ca. 65 % des Budgets durch industrielle Projektpartner finanziert wird. VICORA¹, das sich aus radiologischen Forschungseinrichtungen aus Deutschland, dem Forschungszentrum MeVis in Bremen sowie industriellen Partnern zusammensetzt, hat die folgenden Kernziele für seine Arbeit definiert:

- die Schaffung und Stabilisierung einer neuen bundesweit angelegten Forschungs- und Kooperationsplattform im Dreieck zwischen informationstechnologischer, klinischer und industrieller Forschung auf dem Gebiet der bildbasierten Diagnostik und Therapie, die streng auf gesicherten klinischen Nutzen gerichtet ist, sowie
- die Entwicklung von basalen, integrativen und innovativen Softwareassistenten für die computerbasierte Diagnose- und Therapieunterstützung in der klinischen Radiologie und deren Überführung in die praktische Anwendung.

VICORA Pilotphase In der Pilotphase von VICORA (2000 - 2003) sind klinische Prototypen für unterschiedlichste Fragestellungen entwickelt, getestet, klinisch evaluiert und kontinuierlich verbessert worden. Adressiert wurden dabei Fragen der Gefäßdiagnostik [2-4], der Leberoperationsplanung [5-6], der Kontrastmittelkinetik [7-9] und der Diagnostik und Therapieplanung von Lungenerkrankungen [10-14]. Die klinischen Prototypen haben inzwischen sowohl bei industriellen und akademischen Partnern im Bereich der medizinischen Bildverarbeitung als auch bei klinischen Anwendern eine nationale und internationale Verbreitung gefunden.

Beispielhaft für die VICORA-Entwicklungen sind die Softwareassistenten zur Leberoperationsplanung, die eine weltweite Anerkennung gefunden haben, und die Leberchirurgie auf ein wesentlich sichereres Fundament stellen. Sie bilden die Grundlage für ein weiteres vom BMBF gefördertes Projekt, in dem die Analyse und Visualisierung von medizinischen Bilddaten zum Zweck der Therapieplanung im Sinne eines „Distant Service“ erprobt wurde. Seit Beginn 2003 sind mehr als 1500 Fälle auf diese Weise für Leberzentren in Deutschland, Europa, USA, Japan, China, Taiwan und Singapur aufgearbeitet worden.

VICORA Hauptphase Aufbauend auf den Themen der Pilotphase von VICORA setzt die VICORA Hauptphase ihren Schwerpunkt auf computerunterstützte Diagnose und Therapie von Tumor- und Herz-Kreislaufkrankungen. Dabei stehen vor allem Fragen der Therapiekontrolle und der Interventionsunterstützung im Vordergrund.

Tumorerkrankungen: Die Projekte innerhalb des Bereiches Tumorerkrankungen haben das Ziel, die Planung, die Unterstützung sowie die Kontrolle von Tumortherapien zu verbessern. Dabei wurden insbesondere Methoden entwickelt, die die Objektivierung diagnostischer und therapeutischer Entscheidungen durch Quantifizierung erlauben. Dieser Objektivierungsprozess erstreckt sich sowohl auf die Quantifizierung morphologischer als auch funktioneller Größen, wie beispielsweise die Perfusion von Tumoren. Neben der Therapieplanung und -kontrolle wurde auch die direkte Interventionsunterstützung auf Grundlage bildbasierter Information umgesetzt. Innerhalb dieses Rahmens wurden Softwareassistenten entwickelt, die die folgenden klinischen Fragestellungen unterstützen:

- Volumetrische Therapiekontrolle von Tumoren zur Beurteilung der Wirksamkeit von Chemotherapien [15]
- Tumoralitätsbestimmung mittels dynamischer Bildgebung zur Diagnostik, Therapieplanung und zum Therapiemonitoring [16]
- Planung, Unterstützung und Monitoring bei Tumor-HF-Abationen [17]

Kardiovaskuläre Erkrankungen: Im zweiten großen Schwerpunkt der VICORA Hauptphase wurden Softwareassistenten zur Unterstützung der kardiovaskulären Diagnostik und Therapieplanung auf Basis von CT- und MRT- Untersuchungen entwickelt [18]. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der quantitativen Analyse der Koronararterien, der Plaquecharakterisierung sowie auf der Diagnoseunterstützung bei Herzerkrankungen, die durch Software gestützte Bestimmung der Myokardperfusion erzielt werden. Daneben können die erzielten Lösungen auch auf andere Gefäße, wie z.B. Karotiden, Mesenterial- und periphere Arterien angewandt werden.

Zusammenfassung In dem vorliegenden Beitrag wird der Forschungsverbund VICORA vorgestellt und insbesondere die Spezifikation, Entwicklung und Evaluierung in einem klinischen Netzwerk diskutiert. Weiterhin werden die in VICORA entstandenen Softwaresysteme und ihre klinischen Anwendungen vorgestellt.

¹Projektpartner im VICORA: Klinik für Radiologische Diagnostik (Universitätsklinikum Aachen), Institut für Radiologie (Charité Berlin), Zentrum für Radiologie (Zentralkrankenhaus Bremen-Ost), Institut für MR-Diagnostik (Zentralkrankenhaus St.-Jürgen-Straße, Bremen), Diagnostische Radiologie (Medizinische Hochschule Hannover), Radiologie (DKFZ Heidelberg), Klinik und Poliklinik für Radiologie (Universitätsklinikum Mainz), Institut für Strahlendiagnostik (Philipps-Universität Marburg), Institut für klinische Radiologie (Ludwig Maximilian Universität München), Institut für klinische Radiologie (Universitätsklinikum Münster), Radiologische Klinik (Eberhards-Karls-Universität, Tübingen), MeVis Technology, Celon, Siemens Medical Solutions, MeVis. VICORA wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Literatur

- [1] Leppek R, Krass S, Bourquain H, Lang M, Wein B, Mildenerger P, Schaller S, Klose KJ, Peitgen H-O. Virtuelle Organisation im digitalen Zeitalter der Radiologie - Königsweg und neue Kultur für die radiologische Forschung? Fortschr Roentgenstr 2003; 175: 1556-1563.
- [2] Shin H, Chavan A, Witthus F, Selle D, Stamm G, Peitgen HO, Galanski M. Precise determination of aortic length in patients with aortic stent grafts: in vivo evaluation of a thinning algorithm applied to CT angiography data. Eur Radiol 2001; 11: 733-738.
- [3] Gerhards A, Raab P, Herber S, Kreitner KF, Boskamp T, Mildenerger P. Softwareassistierte CT-Nachverarbeitung am Beispiel der Karotiden. Fortschr Roentgenstr 2004; 176(6):870-874.
- [4] Boskamp T, Rinck D, Link F, Kuemmerlen B, Stamm G, Mildenerger P. A new vessel analysis tool for morphometric quantification and visualization of vessels in CT and MRI datasets. Radiographics 2004; 24: 287-297.
- [5] Bourquain H, Schenk A, Peitgen HO. Computer-assisted planning and decision-making in living-donor liver transplantation. In: Tanaka K, Inomata Y, Kaihara S (eds.) Living-donor liver transplantation - Surgical techniques and innovations. Barcelona: Prous Science, 2003: 23-28.

- [6] Frericks BB, Caldarone FC, Nashan B, Savellano DH, Stamm G, Kirchoff TD, Shin HO, Schenk A, Selle D, Spindler W, Klempnauer J, Peitgen HO, Galanski M. 3D CT modeling of hepatic vessel architecture and volume calculation in living donated liver transplantation. *Eur Radiol* 2004; 14(2):326-333.
- [7] Kohle S, Preim B, Wiener J, Peitgen HO. Exploration of time-varying data for medical diagnosis. In: Greiner G, Niemann H, Ertl T, Girod B, Seidel H-P (eds). *Vision, Modeling and Visualization*. Amsterdam: IOS Press, 2002: 31-38.
- [8] Alfke H, Kohle S, Maurer E, Celik I, Rascher-Friesenhausen R, Behrens S, Heverhagen JT, Peitgen HO, Klose KJ. Analyse von Maustumormodellen mittels dynamischer MRT und einer dedizierten Softwareplattform. *Fortschr Roentgenstr* 2004; 176(9):1226-1231.
- [9] Leppek R, Hoos O, Sattler A, Kohle S, Azzam S, Al H, I, Keil B, Ricken P, Klose KJ, Alfke H. Magnetresonanztomographische Diagnostik der peripheren Durchblutung. *Herz* 2004; 29(1):32-46.
- [10] Kuhnigk JM, Hahn HK, Hindennach M, Dicken V, Krass S, Peitgen HO. Lung lobe segmentation by anatomy-guided 3D watershed transform. In: Sonka M, Fitzpatrick JM (eds). *Proceedings of SPIE Vol. 5032 Medical Imaging 2003: Image Processing*. Bellingham: SPIE, 2003: 1482-1490.
- [11] Dicken V, Wein B, Schubert H, Kuhnigk JM, Krass S, Peitgen HO. Novel Projection Views for Simplified Reading of Thorax CT Scans with Multiple Pulmonary Nodules. In: *Computer Assisted Radiology and Surgery*. Amsterdam: Elsevier, 2003: 59-64.
- [12] Kuhnigk JM, Dicken V, Bornemann L, Wormanns D, Krass S, Peitgen HO. Fast Automated Segmentation and Reproducible Volumetry of Pulmonary Metastases in CT-Scans for Therapy Monitoring. In: *MICCAI - Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, LNCS 3217*. Berlin: Springer, 2004: 933-941.
- [13] Bornemann L, Kuhnigk JM, Dicken V., Zidowitz S, Kuemmerlen B, Krass S, Peitgen H-O, Wein B, Schubert H, Shin H, Wormanns D. New tools for computer assistance in thoracic CT - Part II: Therapy monitoring of pulmonary metastases. *Radiographics* 2005; 25(3):841-848.
- [14] Wormanns D, Beyer F, Hoffknecht P, Dicken V., Kuhnigk JM, Lange T, Thomas M, Heindel WL. Clinical value of CT-based preoperative software assisted lung lobe volumetry for predicting postoperative pulmonary function after lung surgery. In: *Medical Imaging 2005: Physics of Medical Imaging*. Bellingham: SPIE, 2005: 78-83.
- [15] Bornemann L, Kuhnigk JM, Dicken V, Zidowitz S, Wormanns D, Shin H, Krass S, Peitgen HO. OncoTREAT – A software assistant for oncological therapy monitoring. In: *Computer Assisted Radiology and Surgery*. Amsterdam: Elsevier, 2005: 429-434.
- [16] Behrens, S., Kohle, S., Rascher-Friesenhausen, R., Alfke, H., Klose, K. J., and Peitgen, H.-O. Modellierung und Analyse von Kontrastmittelanreicherung in Tumoren. *Fortschr Roentgenstr* 2004; 176(S1):S276.
- [17] Preusser T, Weihusen A, Peitgen H-O. On the modelling of perfusion in the simulation of RF-ablation. In: *Simulation and Visualization*. Ghent: SCS, 2005: 259-269.
- [18] Hennemuth A, Bock S, Boskamp T, Fritz D, Kühnel C, Rinck D, Scheuring M, Peitgen HO. One-click coronary tree segmentation in CT angiographic images. In: *Computer Assisted Radiology and Surgery*. Amsterdam: Elsevier, 2005: 317-321.