Medizinische Bildverarbeitung und Mustererkennung

H. Handels, U. Breuer, C. Hahn, T. Roß, C. Roßmanith

Institut für Medizinische Informatik (Vorstand: Prof. Dr. Dr. S.J. Pöppl)
Medizinische Universität zu Lübeck, Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck
Email: handels@medinf.mu-luebeck.de
WWW: http://www.medinf.mu-luebeck.de

Die Arbeitsgruppe 'Medizinische Bildverarbeitung und Mustererkennung' (Leitung: Dr. rer. nat. Heinz Handels) des Instituts für Medizinische Informatik der Medizinischen Universität zu Lübeck (MUL) beschäftigt sich mit der Entwicklung von Bildverarbeitungsmethoden und Mustererkennungssystemen in der Medizin. Wichtige Aspekte bilden hierbei die Entwicklung von Verfahren zur 2D und 3D-Bildanalyse sowie ihre Verknüpfung mit Methoden der Mustererkennung und Visualisierung. Die nachfolgend im Überblick vorgestellten Forschungsarbeiten sind orientiert an medizinischen Fragestellungen klinischer Kooperationspartner und werden in enger Zusammenarbeit mit Ärzten der Medizinischen Universität zu Lübeck entwickelt.

Keywords: Bildanalyse, Mustererkennung, 3D-Visualisierung, Telemedizin

1 3D-Bildanalyse und Erkennung intrakranieller Tumoren

Ziel der in Kooperation mit dem Institut für Radiologie der MUL (Vorstand: Prof. Dr. H.D. Weiss) durchgeführten Forschungsarbeiten ist die Entwicklung eines diagnoseunterstützenden Bildanalysesystems, das dem Arzt die quantitative Beschreibung und Charakterisierung intrakranieller Tumoren in dreidimensionalen MR-Schichtbildfolgen ermöglicht und deren Interpretation und Erkennung unterstützt [1, 2]. Zur Beschreibung typischer Tumorcharakteristika werden fraktale und morphologische Analysen der Tumorkonturen in Kombination mit Texturanalyseverfahren herangezogen. Desweiteren wird untersucht, welche Merkmale zur Tumorcharakterisierung geeignet sind und inwieweit eine automatische Erkennung verschiedener Hirntumortypen (Abb. 1) durch Mustererkennungsverfahren möglich ist. Die Entwicklungsarbeiten wurden unterstützt durch Diplomarbeiten, die in Kooperation mit dem Institut für Angewandte Mathematik, insbesondere Informatik (Vorstand: Prof. Dr. W. Oberschelp) der RWTH Aachen vergeben wurden.

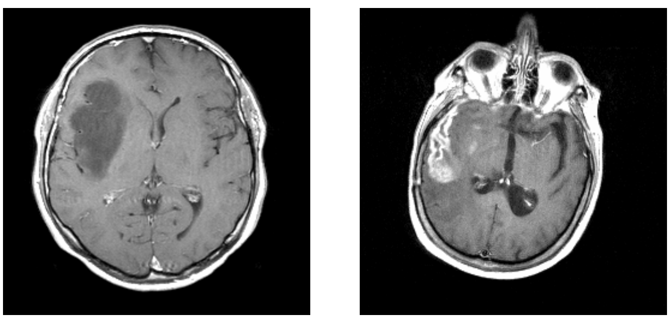

Abb. 1: Astrozytom (links) und Glioblastom (rechts)

2 Telemedizinsystem KAMEDIN: Kooperative radiologische Diagnostik via ISDN

Im Rahmen eines von der Deutschen Telekom geförderten Forschungsprojektes haben wir uns mit der Entwicklung und praktischen Evaluierung des Telemedizinsystems KAMEDIN - **K**ooperatives **A**rbeiten und **ME**dizinische **D**iagnostik auf **I**nnovativen **N**etzen (ISDN) - für die ISDN-basierte Übertragung und kooperative Besprechung medizinischer Bilder in Telekonsultationen beschäftigt [3]. Die Forschungsarbeiten, die kürzlich abgeschlossen werden konnten, wurden gemeinsam mit Kooperationspartnern am Zentrum für Graphische Datenverarbeitung e. V. in Darmstadt und Rostock, dem Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung in Rostock, dem Institut für Radiologie der Medizinischen Universität zu Lübeck, dem Krankenhaus Lüdenscheid und der Radiologischen Klinik der Universität Rostock durchgeführt. Techniken des kooperativen Arbeitens (computer supported cooperative work, CSCW) ermöglichen die Synchronisation und quasiparallele Ausführung aller Aktionen während einer kooperativen Telesitzung (Abb. 2). Neben einer UNIX-Workstation-Version ist eine PC-Version des KAMEDIN-Systems unter WINDOWS NT verfügbar. Im Rahmen eines halbjährigen Feldversuchs wurde KAMEDIN in 15 medizinischen Einrichtungen aus ganz Deutschland installiert und praktisch eingesetzt.

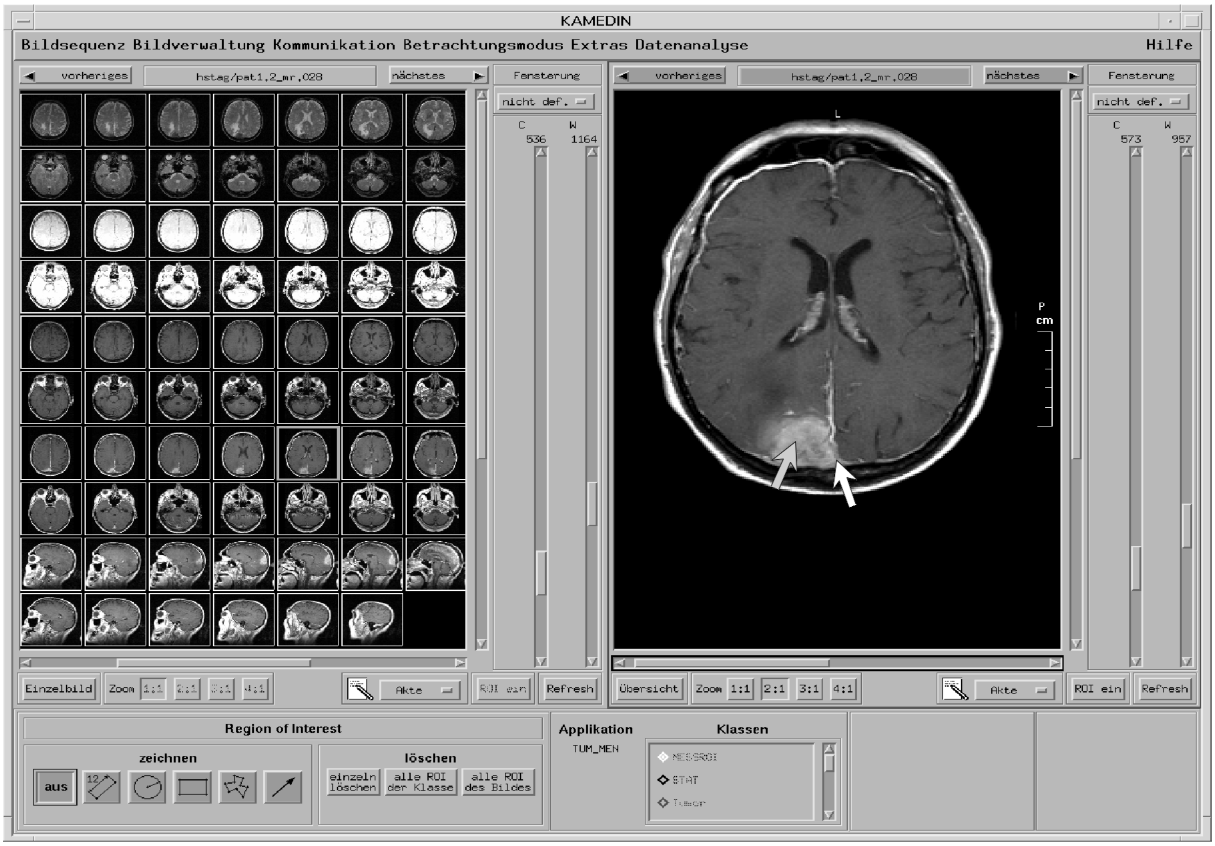

Abb. 2: KAMEDIN-Benutzer-Oberfläche mit einem Sequenzübersichtsbild (links) und einem hieraus selektierten MR-Bild (rechts). Während der Telesitzung wird der Cursor des Konferenzpartners permanent als grau markierter Telepointer dargestellt (rechts).

3 Funktionelle Kernspintomographie

Die funktionelle Kernspintomographie ist eine junge Teildisziplin der Magnetresonanztomographie, die die Untersuchung und Analyse funktioneller Eigenschaften und Zustände des menschlichen Gehirns ermöglicht und somit im klinischen Umfeld eine neue Dimension in der neurologischen Forschung eröffnet hat (Abb. 3). Im Rahmen einer interdisziplinären Forschergruppe, in der wir mit Mitarbeitern der Klinik für Neurologie (Vorstand: Prof. Dr. D. Kömpf) und des Institutes für Radiologie (Vorstand: Prof. Dr. H.D. Weiss) der MUL zusammenarbeiten, wird an unserem Institut ein Auswerte- und Visualisierungsprogramm für funktionelle MR-Untersuchungen zur weitgehend automatischen Extraktion und Visualisierung erregter Hirnareale entwickelt [4].

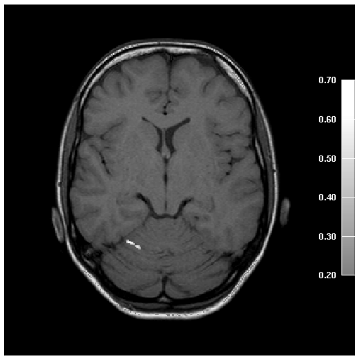

Abb. 3 : FMR-Bild: Die durch Fingerbewegungen im Kleinhirn erregten Areale sind weiß markiert.

4 Computergestützte Vorverarbeitung und 3D-Visualisierung anatomischer Schnittbildfolgen

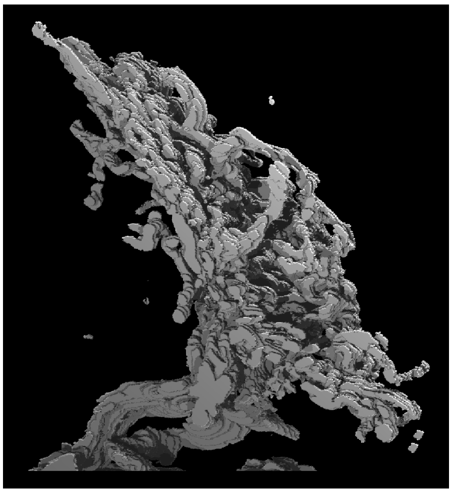

Abb. 4: 3D-Visualsierung eines mikroskopisch kleinen Kapillargeflechtes (Volumen < 1 mm^3)

Auf der Basis digitalisierter, anatomischer Schnittbildserien werden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Anatomie (Vorstand: Prof. Dr. W. Kühnel) der MUL Verfahren zur computergestützten Vorverarbeitung und 3D-Visualisierung anatomischer Strukturen realisiert (Abb. 4). Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die 3D-Analyse und Visualisierung mikroskopisch kleiner, komplexer Kapillargeflechte [5]. Zur Beschleunigung der rechenzeitintensiven 3D-Visualisierungsverfahren (Ray-Tracing) wurden parallelisierte/vektorisierte Algorithmen entwickelt und auf einer CONVEX 3240 implementiert [6]. Unterstützt wurden die Entwicklungsarbeiten durch in Kooperation mit dem Institut für Angewandte Mathematik, insbesondere Informatik (Vorstand: Prof. Dr. W. Oberschelp) der RWTH Aachen vergebene Diplomarbeiten.

5 Computerunterstützte Auswertung von Hirnstamminfarktmustern mit Bildverarbeitungsmethoden

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Radiologie (Vorstand: Prof. Dr. H.D. Weiss) der MUL wird zur Interpretation und Analyse von Hirnstamminfarktmustern eine Anpassung und Korrelation von digitalisierten Schnittbildern des Hirnstamms zu einem Hirnatlanten durchgeführt [7]. Durch die Entwicklung computergestützter Auswertungstechniken wird eine qualitative Verbesserung und Beschleunigung der atlasbasierten Auswertung von Infarktmustern des Hirnstamms erzielt (Abb. 5).

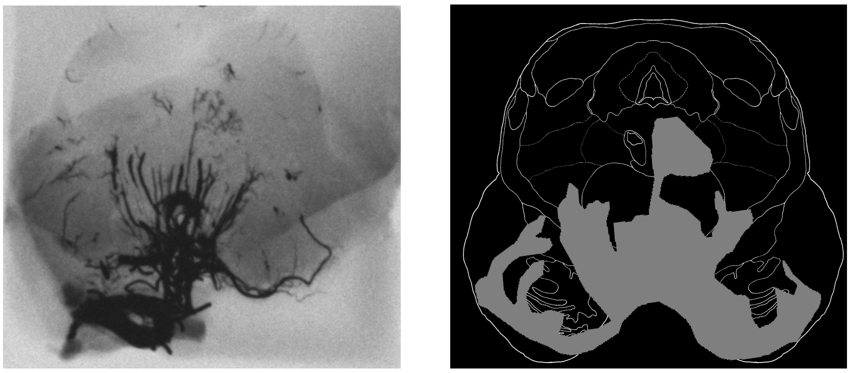

Abb. 5.: Digitalisiertes Schnittbild durch den Hirnstamm mit markierten Gefäßen (links) und das in den neuroanatomischen Atlas übertragene Füllungsgebiet, das die durch den Hirnstamminfarkt beeinflußte Bildregion darstellt (rechts).

6 Automatische Analyse hochaufgelöster Oberflächenprofile zur Hauttumorerkennung

Ziel der Arbeiten ist die Entwicklung eines Mustererkennungssystems zur Charakterisierung und Erkennung von Melanomen in Abgrenzung zu Nävuszellnävi (Muttermalen) auf der Basis hochaufgelöster Oberflächenprofile, die an der Klinik für Dermatologie (Vorstand: Prof. Dr. H. Wolff) der MUL generiert werden (Abb. 6). Im Kontext dieser Problemstellung werden verschiedene Bildanalyseverfahren (Fourieranalyse, Texturanalyse, fraktale Analyse) zur quantitativen Beschreibung der Oberflächenmuster eingesetzt. Genetische Algorithmen ermöglichen die Auswahl einer für die Unterscheidung von Melanomen und Nävuszellnävi geeigneten Merkmalsteilmenge. Zur Musterklassifikation werden Neuronale Netze (Back-Propagation) mit verschiedenen Netzwerktopologien untersucht und

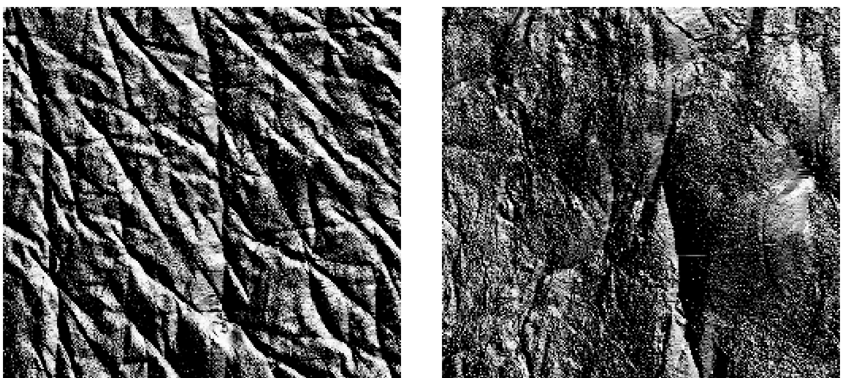

Abb. 6: Oberflächenprofilee eines Nävuszellnävi (links) und eines Melanoms (rechts) dargestellt unter Verwendung der Lambert-Schattierung.

die erzielten Klassifikationsraten mit denen des Nächste-Nachbar-Klassifikators verglichen [8].

Literatur

[1] Roßmanith C, Handels H, Rinast E, Pöppl SJ: Bildanalytische Verfahren zur Charakterisierung von Hirntumoren in dreidimensionalen MR-Bildfolgen. In: Kropatsch WG, Bischof H (Hrsg.), 16. DAGM Symposium und 18. ÖAGM-Workshop, Mustererkennung 1994. Wien: TU Wien, 466-473, 1994.

[2] Handels H, Roßmanith C, Rinast E, Weiss H-D, Pöppl SJ: Objektbezogene Bildanalyse von Hirntumoren zur Unterstützung der neuroradiologischen Diagnostik. In: Trampisch HJ, Lange S (Hrsg.), Medizinische Forschung - Ärztliches Handeln. München: MMV Verlag, 232-235, 1995.

[3] Handels H, Hahn C, Miehe J, Will A, Bernardes P, Busch C, Kühn V, Rinast E, Putzar H, Rösler K: Computer Supported Cooperative Work and Image Analysis in Teleradiology. In: Lemke HU, Inamura K, Jaffe CC, Vannier MW (Hrsg.) Computer Assisted Radiology. Berlin: Springer Verlag, 754-758, 1995.

[4] Nitschke MF, Hahn C, Melchert U, Handels H, Wessel K: Activation of the Human Anterior Cerebrellum by Finger Movements and Finger Stimulation as Detected by Functional Magnetic Resonance Imaging. NeuroImage, 2nd International Conference on Functional Mapping of the Human Brain 3 (3): 334, 1996.

[5] Handels H, Breuer U, Roß Th., Szabó K.: Volume Visualization of Capillary Vessel Systems. Journal of Bioimaging, in press, 1996.

[6] Breuer U, Handels H, Pöppl SJ: 3D Volume Visualization in Medical Imaging using Parallel Algorithms. In: Fifth Eurographics Workshop on Visualization in Scientific Computing, Rostock, 1994.

[7] Roßmanith C, Meins E, Handels H, Brückmann H, Pöppl SJ: Atlasbasierte Auswertung von Hirnstamminfarktmustern. In: Arnolds B, Müller H, Saupe D, Tolxdorff T (Hrsg.), 4. Workshops Digitale Bildverarbeitung in der Medizin. Freiburg: Universität Freiburg, 126-131, 1996.

[8] Roß T, Handels H, Busche H, Kreusch J, Wolf HH, Pöppl SJ: Automatische Klassifikation hochaufgelöster Oberflächenprofile von Hauttumoren mit neuronalen Netzen. In: Sagerer G, Posch S, Kummert F (Hrsg.), Mustererkennung 1995. Berlin: Springer Verlag, 379-386, 1994.