

Telekonferenzen über ISDN mit dem Softwaresystem KAMEDIN

Ch. Hahn¹⁾, H. Handels¹⁾, E. Rinast²⁾, Ch. Busch³⁾, M. Groß³⁾,
J. Miehe⁴⁾, S. Nowacki⁵⁾, A. Will⁵⁾, K. Rösler⁶⁾, H. Putzar⁶⁾

- 1) Institut für Medizinische Informatik, Medizinische Universität zu Lübeck
- 2) Institut für Radiologie, Medizinische Universität zu Lübeck
- 3) Zentrum für Graphische Datenverarbeitung e. V., Darmstadt
- 4) Zentrum für Graphische Datenverarbeitung e. V., Außenstelle Rostock
- 5) Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung, Außenstelle Rostock
- 6) Radiologische Klinik, Universität Rostock

1. Einleitung

Im Zuge der beständig fortschreitenden Entwicklungen in der Medizin werden neue Arbeits- und Kooperationsformen zusehends wichtiger:

Zum einen zieht die zunehmende Spezialisierung einen hohen Kommunikationsbedarf nach sich, um das gesteigerte Wissen in breitgefächerten Disziplinen auch einer umfassenden und sorgfältigen Patientenbehandlung zugute kommen zu lassen. Große Bedeutung kommt hierbei bildgebenden Verfahren in der Radiologie zu.

Zum anderen befinden sich moderne Untersuchungsgeräte, die meist einem ihrem technischen Niveau entsprechenden hohen Preis haben, immer öfter zentralisiert in großen Kliniken oder Praxen. Untersuchungsergebnisse müssen dann weitergeleitet und idealerweise auch besprochen werden können.

Ansätze des *computer supported cooperative work* (CSCW) beschäftigen sich intensiv mit dieser Problematik. Der allgemeinen Verfügbarkeit und der relativ geringen Kosten wegen bietet sich als Kommunikationsmedium ISDN an.

In diesem Kontext ist das Kooperationsprojekt KAMEDIN (Kooperatives Arbeiten und MEDizinische Diagnostik auf Innovativen Netzen, siehe auch [1],[2]) entstanden, finanziell gefördert durch die Deutsche Telekom und der Hewlett Packard GmbH. KAMEDIN ist ein für UNIX-Workstations konzipiertes Programmpaket, das über das Standard-ISDN-Netz der Deutschen Telekom kooperatives Arbeiten auf der Grundlage radiologischer Bilddatenmaterials ermöglicht. Bilddaten können ausgetauscht und anschließend im Rahmen einer kooperativen Diagnosesitzung besprochen oder einer automatischen Klassifikation durch künstliche neuronale Netze zugeführt werden.

2. Funktionalität

Zur diagnoseunterstützenden Arbeit mit Daten aus Computer- und Kernspintomographie bietet KAMEDIN vier sich ergänzende Einsatzmöglichkeiten:

- 1) Lokale Sitzung zur Vorbereitung von 2), 3) und 4) und zur Visualisierung von Bilddaten
- 2) Batchorientierte Übertragung von Bilddaten
- 3) Kooperative Sitzung mit einem zweiten, über ISDN verbundenen Anwender
- 4) Supercomputeranbindung zur automatischen Klassifizierung von Gewebestrukturen in den ausgewählten Daten

Das System ist auf die Verarbeitung und Analyse von CT- und MR-Daten ausgerichtet; eine Integration von Bilddaten anderer Herkunft ist prinzipiell möglich.

Um mit dem KAMEDIN-System zu arbeiten, benötigt jeder Kooperationspartner eine ISDN-fähige Workstation mit 8-Bit-Farbgraphik, mindestens 16 MByte Arbeitsspeicher, Festplattenplatz nach zu erwartendem Datenaufkommen, sowie einen ISDN-Basisanschluß (S₀-Basisschnittstelle, 2 Kanäle á 64 kBit/s für die Datenübertragung). Ein Multimedia-Toolkit bzw. eine Fernsprecheinheit ist hilfreich, da dann auf dem einen der beiden ISDN-Kanäle auch eine Sprachverbindung aufgebaut werden kann.

Für eine Installation und Kompilierung der KAMEDIN-Software sind eine UNIX-Systemumgebung sowie das auf UNIX aufsetzende Fenstersystem X-Window und OSF-Motif erforderlich.

2.1. Lokale Sitzung

Ausgangspunkt für das Arbeiten mit KAMEDIN ist für alle Einsatzmöglichkeiten die lokale Sitzung.

Um die Bilddatenverwaltung innerhalb von KAMEDIN zu standardisieren, werden CT- und MR-Daten aus der KAMEDIN-Benutzeroberfläche heraus zunächst menügesteuert in ein KAMEDIN-eigenes Format konvertiert. Im wesentlichen werden dabei

- a) eine Sequenzübersicht mit allen Bildern der Sequenz in verkleinertem Maßstab erzeugt (siehe Abb. 1); diese erleichtert den Umgang mit den teilweise sehr umfangreichen Bildsequenzen.
- b) die Bilddaten konvertiert.
- c) die Headerinformationen in separate Sequenz- und Bildbeschreibungsdateien überführt. Die Beschreibungsdateien enthalten ASCII-Text, so daß sie mit beliebigen Editoren gelesen werden können.

Bilddaten im KAMEDIN-Format können im Rahmen einer KAMEDIN-Sitzung mit in der Radiologie verbreiteten Basisbildverarbeitungsfunktionen zur Sequenz-, Einzelbild- und Doppelbilddarstellung, Fensterung, Dichtemessung, Zooming etc. analysiert werden.



Abb. 1: KAMEDIN-Benutzeroberfläche mit Sequenzübersicht (links) und Einzelbild (rechts)

Durch Funktionselemente wie einen Dateimanager und ein internes Adreßbuch können sog. Konferenzakten maus- und menügesteuert für einen bestimmten Empfänger zusammengestellt werden. Eine Konferenzakte enthält das zu besprechende Datenmaterial und notwendige Informationen für den Empfänger. Sie muß vor einer Konferenz übertragen werden, damit auf ihr als Grundlage eine kooperative Sitzung stattfinden kann.

2.2. Batchorientierte Übertragung von Bilddaten

Da eine Online-Übertragung des zu analysierenden Bilddatenmaterials (130 bis 512 kByte pro Schicht, d.h. bis zu 100 MByte pro Patient bei CT und MR Datensätzen) über das schmalbandige ISDN während einer Sitzung zu zeitaufwendig wäre, wird es in der Konferenzakte batchorientiert vor einer Konferenz per ISDN verschickt. Beiden Konferenzpartnern steht somit bereits vor einer Sitzung das gemeinsam zu analysierende Bildmaterial zur Verfügung. Während einer Sitzung müssen lediglich Steuerkommandos über das ISDN-Netz übertragen werden. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied des KAMEDIN-Systems zu anderen Systemen (z.B. [6]).

Die beteiligten Prozesse bei der Datenübertragung laufen im Hintergrund, ohne die lokale Arbeit der Anwender zu behindern.

2.3. Telekonferenz

Für eine Telekonferenz wird eine Point-to-Point-Verbindung zwischen zwei KAMEDIN-Anwendern aufgebaut. Dazu wird von dem initiiierenden Anwender ("Master") aus einer lokalen Sitzung heraus eine Konferenz eröffnet. Voraussetzung ist, daß die Konferenzvorbereitung abgeschlossen ist und beim angewählten Partner ("Slave") der KAMEDIN-Dämon (siehe Kap. 3) läuft.

Gemeinsames Bilddatenmaterial kann nun wie in einer lokalen Sitzung bearbeitet werden. Alle Bilddarstellungsfunktionen werden synchronisiert und quasiparallel auf beiden Rechnern ausgeführt.

Die Vergabe eines Rederechts vermeidet Kollisionen zwischen Aktionen der Sitzungspartner, da es nur dem redeberechtigten Partner das Auslösen von KAMEDIN-Funktionen gestattet. Zu Beginn einer Sitzung ist es dem Initiator der Konferenz zugeteilt. Ein Button erlaubt das Anfordern und Abgeben des Rederechts.

Die Mausposition des Partners ist stets als zweiter Cursor sichtbar, wodurch Telepointing ermöglicht wird und die Aktionen des Gegenübers verfolgt werden können.

2.4. Automatische Klassifikation

Zur Diagnoseunterstützung sind künstliche neuronale Netze (Backpropagation-Netzwerke sowie dreidimensionale Kohonen-Feature-Maps, siehe [3], [4], [5]) implementiert, um eine automatische Segmentierung und Klassifikation von Geweben in den Datensätzen zu ermöglichen.

Anhand einer mit KAMEDIN aufgebauten Bilddatenbasis werden möglichst viele repräsentative Beispiele für untersuchte Gewebeklassen anhand von ROIs charakterisiert, mit denen das neuronale Netz trainiert wird.

Durch die trainierten Netzen kann anschließend eine automatische Klassifikation erfolgen.

Klassifikationsergebnisse können unter Einbindung der externen Software PHIGS+ dreidimensional visualisiert werden.

Wegen des erforderlichen hohen Rechenaufwands insbesondere in der Trainingsphase können Training und Klassifikation der Netzwerke unter Ausnutzung der KAMEDIN-Funktionalität auf über ISDN angeschlossene Supercomputer (derzeit der Supercomputer Siemens-Fujitsu S400/40 des Landes Hessen) ausgelagert werden.

3. Systemstruktur

Das KAMEDIN-System besteht aus mehreren modular strukturierten Systemkomponenten, die großenteils als Prozesse unter UNIX organisiert sind. Vaterprozeß aller Prozesse ist der *KAMEDIN-Dämon* (mit Dämon werden Hintergrundprozesse unter UNIX bezeichnet). Weitere wichtige Prozesse sind der *Sitzungsmanager*, dem die Verwaltung der KAMEDIN-Kommandos s.u. obliegt, die *Benutzerschnittstelle*, die die Interaktionen mit dem Benutzer

verwaltet und die dem Senden und Empfangen von Dateien zugrundeliegenden *Filetransferprozesse*.

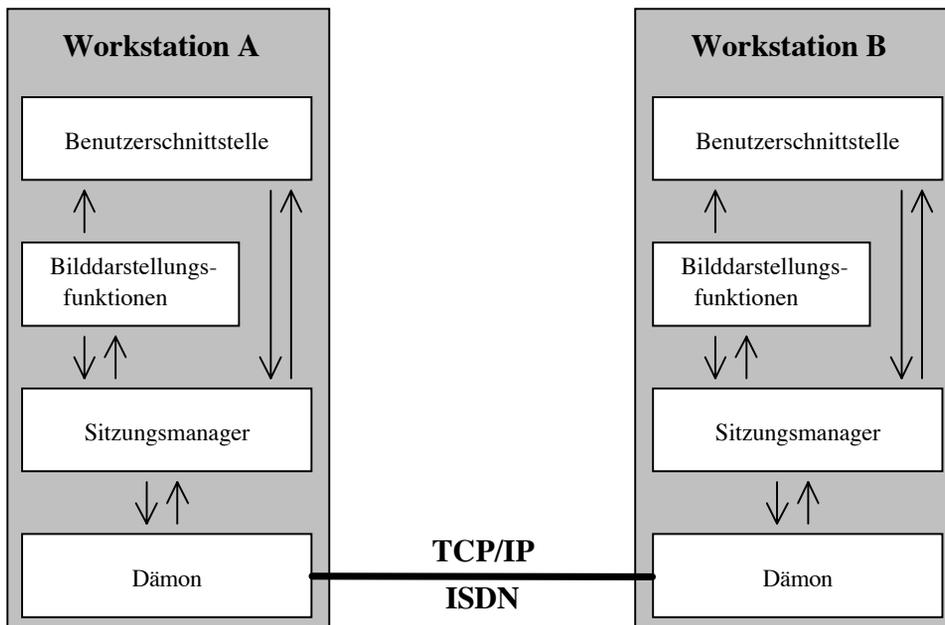


Abb. 2: System-Grobstruktur

Die Interprozeßkommunikation erfolgt über eine einheitliche Datenstruktur fester Länge, die sog. KAMEDIN-Kommandos. Diese werden in den einzelnen Prozessen zugeordnete UNIX-Fifos – nach dem Warteschlangenprinzip organisierte Dateien – geschrieben und von dem jeweiligen Zielprozeß ausgelesen und bearbeitet.

Der Beginn einer Sitzung erfolgt durch Senden eines entsprechenden KAMEDIN-Kommandos, d.h. für den erfolgreichen Beginn einer kooperativen Sitzung sind die Empfangsbereitschaft des Partners und dessen aktiver KAMEDIN-Dämon Voraussetzung.

Während einer Konferenz werden vom Rederechthinhaber ausgelöste Kommandos durch den lokalen Sitzungsmanager dupliziert und sowohl an die lokale Benutzerschnittstelle zur lokalen Ausführung als auch an den lokalen Dämon zur Übertragung an den Sitzungspartner weitergegeben. Die Übertragung der für den Sitzungspartner bestimmten Kommandos erfolgt von Dämon zu Dämon über ISDN auf der Basis von TCP/IP; der Dämon des Sitzungspartners leitet das ankommende Kommando wiederum an "seinen" Sitzungsmanager weiter, der eine entsprechende Aktion über die Benutzerschnittstelle veranlaßt. Das Resultat ist eine quasiparallele Ausführung der betreffenden Aktion.

4. Diskussion

Derzeit befindet das Projekt sich noch in der Entwicklungsphase. Ein erster Prototyp läuft zwischen den Standorten Darmstadt, Lübeck und Rostock (siehe Abb. 3 und [1],[2]).

Abb. 3: Prototyp-Szenario

Als mögliche Anwender des KAMEDIN-Systems kommen z.B. niedergelassene Ärzte in Frage, die auf diese Weise Experten aus Spezialabteilungen in Kliniken oder Großpraxen konsultieren könnten. Auch die Kooperation zwischen verschiedenen Krankenhäusern könnte durch KAMEDIN unterstützt werden. Mehrfachuntersuchungen ließen sich mancherorts vermeiden und die langen Wege patientenbezogenen Datenmaterials auf bisher üblichen Wegen deutlich verkürzen. So sollten auch Kosten einsparbar sein.

Eine erhebliche Zeitersparnis bietet sich KAMEDIN-Teilnehmern an; wo zur Zeit nicht wenige Ärzte lange auf eine Befundung von mit der Post verschickten Bilddaten warten, wo viele Wege, die Ärzte persönlich zurücklegen, anfallen, kann mit KAMEDIN ein sehr viel rascherer und unkomplizierterer Austausch erfolgen.

Die Vorteile des KAMEDIN-Systems liegen hierbei in seiner allgemeinen Verfügbarkeit und den geringen Kommunikationskosten: Die Kosten einer kooperativen Sitzung betragen maximal 40,- DM pro Stunde im Inland beim heutigen Stand der Telephonkosten; ein ISDN-Anschluß kostet zur Zeit 74,- DM im Monat.

Aspekte des Datenschutzes und der Datensicherheit, insbesondere hinsichtlich der Datenübertragung per ISDN, werden für einen praktischen Einsatz von KAMEDIN derzeit geklärt. Offen ist desweiteren die Abrechnung von im Rahmen von CSCW erbrachten Beratungsleistungen, die gesetzlich noch nicht geregelt ist, wodurch eine Anwendung von Systemen wie KAMEDIN in der Praxis eingeschränkt sein dürfte.

5. Literatur

- [1] Busch, Ch., Groß, M., Handels, H., Roß, Th., Hahn, Ch., Rinast, E., Rösler, K., Putzar, H., Miehe, J., Nowacki, S., Will, A., Lukas, U. von: Kooperatives Arbeiten und rechnergestützte Ferndiagnostik mittels neuronaler Netze auf ISDN-Leitungen, Tagungsband der 38. GMDS-Jahrestagung, 1993, im Druck
- [2] Busch, Ch., Groß, M., Handels, H., Roß, Th., Hahn, Ch., Rinast, E., Rösler, K., Putzar, H., Miehe, J., Nowacki, S., Will, A., Lukas, U. von: KAMEDIN - Kooperatives Arbeiten und rechnergestützte MEDizinische Diagnostik auf Innovativen Netzen, Tagungsband der 38. GMDS-Jahrestagung, 1993, im Druck
- [3] Busch, C., Groß, M.H.: Interactive Neural Network Texture Analysis and Visualization for Surface Reconstruction in Medical Imaging, in: Computer Graphics Forum, Vol. 12, No. 3, Conf. Iss., Barcelona, Eds. R. J. Hubbard und R. Juan, 1993
- [4] Franzke, M., Handels, H.: Topologische Merkmalskarten zur automatischen Mustererkennung in medizinischen Bilddaten, in: Fuchs, S., Hoffmann, R. (Hrsg.), Mustererkennung 1992, Informatik aktuell, 329-334, 1992.
- [5] Groß, M., Seibert, F.: Visualization of Multidimensional Image Data Sets using a Neural Network, in "The Visual Computer", Vol. 10, 1993.
- [6] Ricke, H., Kanzow, J.: BERKOM, Breitbandkommunikation im Glasfasernetz, R. v. Decker, 1991.