

Praktische Erfahrungen mit Teleradiologiesystemen

C. Busch², H.P. Hebestreit¹, V. Kühn², F. Seibert²

1 Radiologisches Zentrum, Krankenhäuser des Märkischen Kreises, Lüdenscheid

2 ZGDV Darmstadt e.V.

Zusammenfassung. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Inhalte und Ziele des Telemedizin-Projektes KAMEDIN. Mit Schwerpunkt auf dem Anwendungsfeld Teleradiologie ermöglicht es die Akquisition digitaler radiologischer Bilder zum Beispiel von der Computertomographie und der Kernspintomographie. Im Rahmen einer kooperativen Sitzung auf der Basis von Weitverkehrsnetzen der Deutschen Telekom können Online-Diskussionen über einen vorliegenden Behandlungsfall durchgeführt werden. Hiermit sind Szenarien von der Konsultation eines Radiologie-Kollegen zum Einholen von Expertenmeinungen bis hin zur schnellen Einbeziehung anderer medizinischer Fachdisziplinen möglich.

15 beteiligte niedergelassene und Krankenhaus-Radiologen konnten sich in dem 1995 durchgeführten Feldversuch von der Leistungsfähigkeit des Systems überzeugen und erste Erfahrungen sammeln, sowie einen Vergleich mit anderen Systemen ziehen. Daraus erwachsene Anregungen führten bereits zu einer Optimierung von KAMEDIN.

Schlüsselwörter: Telekommunikation, Telemedizin, Teleradiologie, Digitale Radiologie, Expertenkonsultation, Graphische Datenverarbeitung, Neuronale Netzwerke, CSCW, Telepointing, Weitverkehrsnetze (ISDN).

1 Einführung in KAMEDIN

Im Auftrag der Deutschen Telekom wird seit 1992 das System KAMEDIN (Kooperatives Arbeiten und MEDizinische Diagnostik auf Innovativen Netzen der Telekom) entwickelt. Mitte 1996 wird es der Vermarktung durch die Deutsche Telekom AG zugeführt.

Mit KAMEDIN steht dem Anwender ein verteiltes System zur Verfügung, das die Kommunikation von Radiologen und anderen medizinischen Experten unterstützt. Es ermöglicht zwei räumlich voneinander getrennten Benutzern die Besprechung von gemeinsamem Bildmaterial. Grundvoraussetzung für ein schnelles Kooperieren ist der gegenseitige lokale Zugriff auf die in der Konferenz zu behandelnden Bilder. Aus diesem Grund ist die kooperative Sitzung in die Teile Konferenzvorbereitung und Konferenz unterteilt. Die Hardware-Voraussetzungen sind bei beiden Partnern jeweils ein Rechner (Workstation oder PC) und deren Verbindung über ISDN oder LAN.

Medizinisch / radiologische Partner waren an der Spezifikation des Systems sowie am Layout der Benutzungsoberfläche beteiligt, womit ein möglichst enger Praxisbezug angestrebt wurde. Die Benutzungsoberfläche bietet Basisfunktionalität für die radiologische Diagnostik, wie etwa Übersicht- und Einzelbilddarstellung, interaktive Fensterung auf den Originaldaten, Abstands- oder Dichtemessungen.

Das System bietet den Vorzug der kooperativen Diagnose und kompensiert die Nachteile der zentralisierten Verfügbarkeit moderner Bildakquisitionstechnologie. Bilddaten werden unter Nutzung des Schmalband-ISDN übertragen und gemeinsam diskutiert. Bei der Entwicklung des KAMEDIN-Systems wurde bewußt auf die Nutzung von kostenintensiven Breitbandnetzen verzichtet, um die Einsatzmöglichkeit bis hin zum niedergelassenen Arzt offen zu halten.

Ziel des Systems ist es, den Anwender bei der Diagnose zu unterstützen. Dies wird durch zwei Aspekte des computerunterstützten Arbeitens erreicht:

1. Telekonferenzen von räumlich getrennten Radiologen, Neurochirurgen oder anderen klinischen Anwendern durch Nutzung von effizienten Techniken des CSCW (Computer Supported Cooperative Work) unter Einsatz moderner, flächendeckend verfügbarer Rechner- und Kommunikationstechnologie.
2. Automatische Segmentierung von medizinischen Bilddaten durch Bildanalyse. Die Segmentierung liefert dabei eine Separierung in einzelne Gewebetypen unter Nutzung von künstlichen neuronalen Netzen.

Zur Diagnoseunterstützung bietet KAMEDIN dem medizinischen Anwender neben der kooperativen Telediagnose auch die Möglichkeit, Bilddaten automatisch analysieren zu lassen. Ziel einer solchen automatischen Datenanalyse ist ein klassifizierter Volumendatensatz, der farbkodiert Lage und Ausmaß von pathologischen Gewebestrukturen, wie beispielsweise Gehirntumoren, visualisiert.

Im Jahr 1995 wurde eine PC-Version von KAMEDIN entwickelt. Über die einheitliche Kommandosprache sind heterogene Kommunikationsszenarien zwischen der Unix-Version und der PC-Version von KAMEDIN möglich. Gegenüber der Unix-Version weist die PC-Version einen geringfügig reduzierten Funktionsumfang auf, der sich im wesentlichen auf radiologischen Funktionen beschränkt. Da zum Zeitpunkt des Arbeitsbeginns MS Windows 95 am Markt noch nicht verfügbar war, wurde als Betriebssystemplattform MS Windows NT 3.5.1 gewählt, da es multi-processing und multi-tasking erlaubt. Als Entwicklungsumgebung kam Visual C++ zum Einsatz. Es wird als relativ kleiner Schritt erachtet, von Windows NT zu Windows 95 zu wechseln, vor allem vor dem Hintergrund, daß Microsoft in 1996 bestrebt ist, Windows NT und Windows 95 zusammenzuführen.

1.1 Telekonferenzen mit KAMEDIN

Das KAMEDIN System ist ein verteiltes System, das unter Nutzung des TCP/IP Protokolls homogene und heterogene Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen

UNIX Workstations und PCs aufbaut. Das schmalbandige ISDN-Netzwerk mit 2 x 64 kbits/s wird dabei für den Datenaustausch sowie die Kommunikation während einer Konferenz genutzt. Durch die Verwendung dieser Netzinfrastruktur und die Standardisierungsbemühungen der europäischen Netzbetreiber wird eine europaweite Nutzung des Systems in naher Zukunft möglich sein. Die meisten europäischen Nachbarn können bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt über das EDSS1-Protokoll angebunden werden. Aufgrund der begrenzten Bandbreite des ISDN-Netzes werden Telekonferenzen offline vorbereitet. Zu diesem Zweck werden die gesamten Daten (bis zu 100 MB Bilddaten und zusätzliche textliche Annotationen) in einer Konferenzakte zusammengestellt und zum ausgewählten Partner übertragen. Als Folge der vorbereitenden Übertragung kann der Kommunikationsbedarf während einer Konferenz auf eine beschränkte Anzahl von Kommandos reduziert werden, die Telepointing, Übertragung von eingezeichneten ROIs (Regions Of Interest), Session Management und andere CSCW-Kontroll-Mechanismen umsetzen. Gerade dadurch zeichnet sich der Vorteil des KAMEDIN-Systems gegenüber vergleichbaren Systemen aus, die auf teurer Netzwerk-Infrastruktur aufsetzen.

Im Verlauf einer Konferenz wird die Benutzungsoberfläche (User-Interface) auf der verbundenen Workstation gespiegelt. Sämtliche Benutzeraktionen, sowie die Systemreaktion kann vom angewählten Partner verfolgt werden. Das Aktionsrecht, das durch ein Session-Management verwaltet und kontrolliert wird, kann als Token wechselseitig zwischen den Partnern ausgetauscht werden.

1.2 Modularität

Das KAMEDIN System ist realisiert durch mehrere abhängige Prozesse. Darunter fallen ein ständig laufender Hintergrund-Daemon, ein Session-Manager sowie das User-Interface, die sowohl lokales als auch kooperatives Arbeiten koordinieren. Im folgenden wird deren Funktionalität kurz umrissen.

1.2.1 Daemon

Der KAMEDIN-Daemon bildet den Kern des Systems. Zu seinen Aufgaben zählt das Verbindungsmanagement zu anderen KAMEDIN Systemen. Dazu gehört die Kontrolle über die Nutzung der ISDN-Kapazitäten, der Verbindungsaufbau und Abbau, Filetransfer von Konferenzakten oder Supercomputer-Batchjobs, sowie die Verteilung von Batchjob-Ergebnissen.

1.2.2 Session-Manager

Der Session-Manager kontrolliert eine interaktive Sitzung eines KAMEDIN-Anwenders. Seine Aufgaben sind die Notifikation beim lokalen Daemon, die Allokierung der notwendigen Ressourcen, sowie die Kontrolle über das User-Interface einschließlich sämtlicher Aktionen des Anwenders. Der Session-Manager gewährleistet ferner die Synchronisation zwischen den verbundenen Partnern während einer Konferenz.

1.2.3 User-Interface

Das User-Interface ist ein abhängiger Prozeß, der die Schnittstelle zwischen dem Anwender und dem System darstellt. In diesem Prozeß sind Online-Bildverarbeitungsfunktionen wie Fensterung, Zooming, etc. enthalten.

1.3 Automatische Datenanalyse

KAMEDIN bietet eine Reihe von Bildverarbeitungsfunktionen, die eine automatische Analyse von multidimensionalen Daten, wie etwa kernspintomographische Multiechosequenzen erlauben. Originaldaten dieser Art werden automatisch analysiert, um unterschiedliche Gewebetypen zu identifizieren. Vom medizinischen Gesichtspunkt gesehen liegt das besondere Interesse dabei auf der Tumorerkennung in Bilddaten des Gehirns. Das Ergebnis einer automatischen Analyse ist eine farbkodierte Resultatsequenz wie in Abbildung 1. Resultatergebnisse können dreidimensional unter PHIGS+ visualisiert werden.

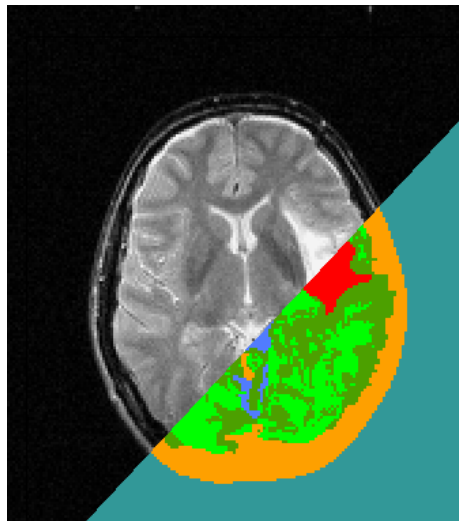


Abbildung 1: Farbkodierte Resultatsequenz

Die automatische Analyse und Klassifikation wird unter Verwendung von künstlichen neuronalen Netzen realisiert. Die einzelnen Arbeitsschritte werden unterteilt in:

- Einteilung in Klassen
- Definition von Trainingsgebieten
- Merkmalsextraktion
- Training eines neuronalen Netzes
- Analyse von Anwenderdaten

Die Klasseneinteilung ist abhängig von den abgebildeten anatomischen Objekten, sowie vom verwendeten Akquisitionsverfahren. Sie bezweckt eine Unterteilung des Bildes in verschiedene Gewebstypen wie etwa Tumor, Knochen, Fettgewebe,

etc. Um ein neuronales Netz zu trainieren, ist eine Auswahl von statistisch repräsentativen Bildmustern erforderlich. Diese Auswahl wird aus den Originaldaten durch Definition von Trainingsgebieten getroffen, welche in Verbindung mit dem durch einen Experten definierten anatomischen Attribut in Datenbasen gespeichert werden.

Die lokale dreidimensionale Nachbarschaft eines Volumenelements wird bei der Extraktion der relevanten Merkmale berücksichtigt. Bei der Analyse multidimensionaler Daten werden die Merkmale korrespondierender Pixel in einem Merkmalvektor akkumuliert. Die Anpassung eines neuronalen Netzes auf das Klassifikationsproblem erfolgt iterativ während des Trainingprozesses. KAMEDIN stellt verschiedene neuronale Netze wie etwa Multilayer-Perceptrons oder Kohonen-Feature-Maps bereit. Aufgrund der rechenintensiven Operationen bei der Analyse wird die Klassifikation offline auf einem Supercomputer (Siemens-Fujitsu S400/40) durchgeführt. Dieser Rechner mit einer vektoruellen Peakleistung von 2*2500 MFlops kann über ISDN vom KAMEDIN Anwender genutzt werden. Die notwendigen Benutzerinteraktionen werden dabei durch das KAMEDIN System und entsprechendes Batchjob-Management kontrolliert. Der Einsatz einer solch hohen Rechenleistung ist jedoch nicht zwingend erforderlich, um die Diagnoseunterstützung zu nutzen. Wahlweise ist auch eine Ausführung auf der lokalen Workstation möglich.

1.4 Architektur und Adaptionfähigkeit

Kern des Systems KAMEDIN bildet das Kommunikationsmodul, das die Werkzeuge des Kooperativen Arbeitens, das Application-Sharing und die Daten- und Kommandokommunikation zur Anwendung durchreicht. Die übergeordnete Anwendung beinhaltet die anwendungs-spezifischen Module und Funktionen, sowie die auf die spezielle Anwendung angepaßte Benutzungsoberfläche. Darüber hinaus bedient das Kommunikationsmodul nach unten mit dem standardisierten TCP/IP-Protokoll die Schnittstelle zur Transportschicht. Durch die Verwendung des TCP/IP abstrahiert die übergeordnete Anwendung von der LAN / WAN-Kommunikation. Somit ist ohne Anpassungsaufwand die Lauffähigkeit in LAN Ethernet-Netzen, sowie im WAN-Bereich für ISDN und ATM gesichert. Hieraus leitet sich die folgende Struktur ab:

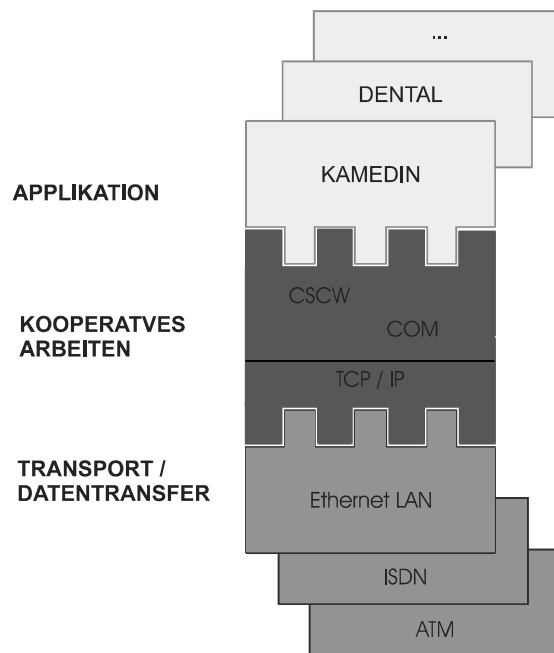


Abbildung 2: Architektur und Adaptionpotential von KAMEDIN

Dies bietet die folgenden Vorteile:

- Applikationsneutral
- Transportplattform adaptierbar
- Hohe Verfügbarkeit bei geringen Kommunikationskosten
- Rechnerplattform-übergreifend verfügbar
- Diagnosesicherheit durch Expertenkommunikation
- Optimierung von Behandlungen durch Hinzuziehen anderer Fachdisziplinen
- Zeitgewinn bis zur Entscheidung über Behandlungsstrategie
- Qualitätssteigerung der gesamten medizinischen Versorgung
- Einsparen von Patiententransporten durch Austausch von Behandlungsdaten
- Datentransfer wirkt kostensparend: Kostensenkung im Gesundheitswesen

Das Alleinstellungsmerkmal im Vergleich mit allen anderen Systemen ist nach wie vor

- die TCP/IP basierte Telekonferenzfähigkeit bei
- der erzielten Produktreife.

Aufgrund des großen Erfolges im Rahmen von Anwenderpräsentationen und Ausstellungen bei Fachmessen, die den innovativen Charakter von KAMEDIN herausstellten, wurde KAMEDIN im Jahr 1995 in einem Feldversuch von medizinischen Anwendern im klinischen Alltag getestet. Zu diesem Zweck wurde in 15 ausgewählten radiologischen Einrichtungen von der Gemeinschaftspraxis bis zur Uniklinik, verteilt über das gesamte Bundesgebiet, das System installiert.

Dort sollten bestehende umständliche Kommunikationswege ersetzt, oder neue sinnvolle Kommunikation wie beispielsweise zwischen Neuroradiologie und Neurochirurgie gefördert werden. Hierzu wurde auf die folgende Vernetzungstopographie auf ISDN-Basis zurückgegriffen (Abbildung 3):

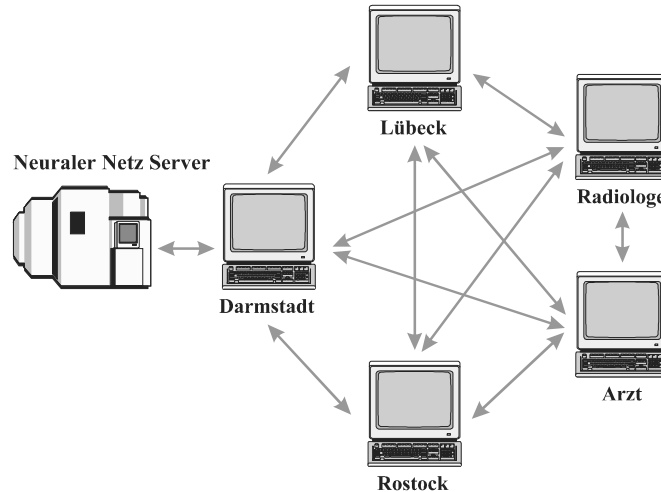


Abbildung 3: Vernetzungstopographie des Feldversuches

Hierbei kommt KAMEDIN bei den folgenden radiologischen Anwendungsszenarien zum Einsatz, um die tägliche Routine im klinischen Umfeld wie auch in Praxen zu unterstützen:

- Telekonferenz zwischen Radiologen
- Operationsplanung zwischen Radiologie und Neurochirurgie
- Bestrahlungsplanung zwischen Experten
- Datenaustausch zwischen Radiologie und ausgelagerten Klinikbereichen
- Betreuung von Teilbereichen einer Großpraxis mit mehreren Standorten
- Befundung durch radiologische Experten (Kinderradiologie)
- Datenbank mit Fallbeispielen (Tele MR Atlas)

KAMEDIN ist ein marktreifes stabiles Produkt. Nach Aussagen der Teilnehmer am Feldversuch ist KAMEDIN „von der Konzeption und Funktionsumfang ein bisher konkurrenzloses Teleradiologiesystem, das sowohl im Tagesgeschäft wie auch zur notfallmäßigen interaktiven Expertenkonsultation geeignet ist“.

2 Erfahrungen aus dem Feldversuch

Ziel des Feldversuchs war die Erprobung und Bewertung des Systems in der medizinischen Praxis. Die bei den verschiedenen Instituten gegebene Infrastruktur wurde im Vorfeld des Feldversuchs durch Fragebogen erfaßt. Dabei war unter anderem der Zugang zu einem bildgebenden Gerät von Interesse.

Wegen der ursprünglich vorrangig radiologischen Ausrichtung von KAMEDIN bedingte dies die Verfügbarkeit eines Computertomographen (CT) oder eines Magnetresonanztomographen (MRT) beim sendenden Partner. Dabei war außerdem die Möglichkeit zum Export der in den geräteeigenen Netzen verwalteten Bilddaten bzw. die Bereitschaft zur Anschaffung der dazu benötigten Geräte Voraussetzung. Ein weiteres Kriterium stellte das Kommunikationsszenario dar.

Um eine möglichst häufige Nutzung des Systems im Feldversuch zu erreichen, wurden Institutionen gesucht, die einen hohen Grad der Zusammenarbeit erwarten ließen. Dies waren beispielsweise Kliniken ohne radiologische Abteilung, die üblicherweise einen hohen Grad des Bild- und Patiententransfers mit den radiologischen Abteilungen anderer Institutionen aufzuweisen haben oder die üblicherweise in hohem Maße auch hausintern kommunizierenden radiologischen und neurochirurgischen Abteilungen, für die die Nutzung eines Telemedizin-systems Einsparungen bei den Wartezeiten und Behandlungs- bzw. Transferkosten erbringen würde.

Vor dem eigentlichen Start des Feldversuchs wurde die Protokollierung des Benutzerverhaltens in KAMEDIN integriert, die in eine Auswertung des Systems miteinfließen sollte. Von Interesse war dabei neben der Übersicht über die Menge der vom Benutzer wirklich genutzten Funktionen auch die Protokollierung der Zeiten für die Datenübertragung und die eigentliche Konferenz, da diese letztlich die Kommunikations- bzw. Personalkosten bestimmen und somit für die Wirtschaftlichkeit des Systems von hoher Bedeutung sind. Ein weiterer Aspekt war die Protokollierung der Nutzung des Hilfesystems, die Aussagen über Verständnisprobleme und Informationsdefizite der Benutzer liefern sollte.

Voraussetzung zur Akzeptanz des Systems war die Schulung der beteiligten Ärzte. Diese erfolgte im Frühjahr 1995 in drei Workshops für verschiedene Ärztegruppen in Darmstadt und Rostock. Im Oktober desselben Jahres wurden die beteiligten Institutionen erneut zu einem Workshop nach Darmstadt eingeladen, um die Erfahrungen mit dem System gemeinsam zu diskutieren und Empfehlungen für nötige Verbesserungen daraus abzuleiten. Nach anfänglichen, teilweise längeren Verzögerungen im Zusammenhang mit dem Anschluß der Rechner an die bildgebenden Geräte und teilweise ernüchterndem Umgang mit der Verwaltungsbürokratie großer Kliniken bei der Beantragung von ISDN-Anschlüssen konnten in der zweiten Hälfte des Jahres die meisten Gruppen miteinander kommunizieren. Die größte Aktivität war zu beobachten beim Einsatz auf einem hauseigenen und damit kostengünstigen ISDN-Netz und bei der Konsultation von Spezialisten.

Die Bewertung des Systems durch die einbezogenen Ärzte ist heterogen und häufig abhängig von den jeweiligen Gegebenheiten vor Ort. So wird z.B. von einigen die Ausweitung der von KAMEDIN importierbaren Bildformate gewünscht, während bei anderen mehr die Dokumentierbarkeit der Sitzung in Form von Hardcopies gefordert wird. Auch die Benutzungsoberfläche wird

naturgemäß unterschiedlich beurteilt. Dies hängt zum Teil mit der jeweiligen Erfahrungswelt des Bedieners und dessen Gewöhnung an die Benutzungsoberflächen anderer Produkte, vornehmlich der PC/Windows-Welt oder (beim Radiologen) der Benutzerführung der Bildauswertestationen zusammen.

Gemeinsam ist allen am Feldversuch Beteiligten die Einschätzung eines prinzipiellen Bedarfs an der Funktionalität des KAMEDIN-Systems. Allerdings stellen in diesem Zusammenhang die noch nicht geregelte Abrechnung der entstehenden Kommunikations- und Personalkosten mit den Krankenkassen ein großes Hindernis bei der Anwendung des Systems in der medizinischen Praxis dar.

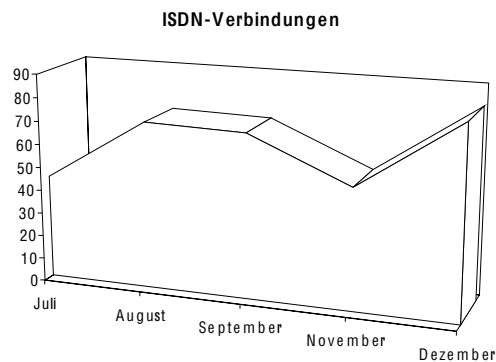


Abbildung 4: Anzahl der ISDN-Verbindungen von Juli bis Dezember 1995

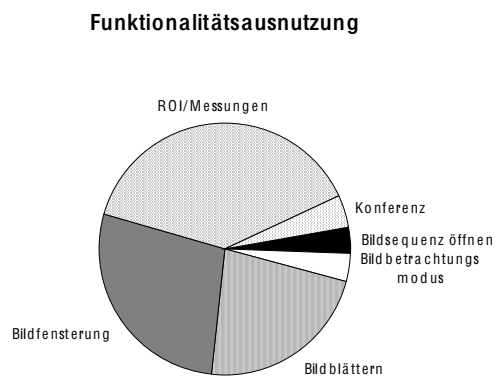


Abbildung 5: Übersicht über die Ausnutzung der verfügbaren Funktionalität

Abbildung 6: Übersicht über die Lokationen der Feldversuchsteilnehmer

3 Praxiseinschätzung und Vergleich mit anderen Systemen

Im Rahmen des Feldversuches wurde KAMEDIN für die folgenden Aufgaben aus der täglichen Krankenhausroutine eingesetzt.

Die KAMEDIN-Workstation wurde als Empfangsstation für Bilddaten aus der Universitätsklinik Lübeck eingesetzt. Die empfangenen Daten wurden bearbeitet und zur Gewebeklassifizierung an das ZGDV Darmstadt geschickt. Es ging darum, für die Gewebeklassifizierung von kernspintomographischen Protonen- und T2-gewichteten Bildsequenzen von gesicherten Hirntumoren „regions-of-interest“ folgender Gewebe einzuzeichnen:

Knochen, Fett, Ödem, Tumor, Liquor, graue und weiße Substanz

Insgesamt wurden bei 27 Patienten mit jeweils 2 Bildsequenzen a 5 Bildern jeweils 25 ROI eingezeichnet, so daß insgesamt 270 Bilder mit 6750 ROI zur Klassifizierung durch ein neuronales Netzwerk übergeben werden konnten.

Gegenüber den kommerziellen Workstations der Großgerätehersteller kann mit der KAMEDIN-Workstation eine interaktive kooperative Diagnostik räumlich getrennter Experten durchgeführt werden. Die KAMEDIN-Workstation kann und soll nicht die Programmvierfalt zur Bearbeitung von Bildsequenzen beinhalten, wie sie bei den Systemen der Gerätehersteller angeboten wird.

Abbildung 7: Diapositiv, Kommunikations-Workstation . (Kamedin)

Wollte man mit den von den Geräteherstellern angebotenen Workstations konkurrieren, so müßte man deren Programmangebot vollständig implementieren. Dieses hieße, daß man z.B. alle 3-D-Rekonstruktionen sowie die Gefäßrekonstruktionen in vergleichbarer Qualität vorhalten müßte. Damit würde man aber den ursprünglich geplanten Einsatz der KAMEDIN-Workstation in den Bereich der Großgeräte-Workstation verschieben und hier eine unnötige Konkurrenzsituation erzeugen. Es ist ausreichend, wenn Kamedin über die gängigen Bildformate wie ACR-NEMA 2.0 und DICOM 3.0 verfügt, was bereits im Lieferumfang enthalten ist.

Da im Augenblick in vielen radiologischen Abteilungen noch nicht alle Bilddaten digital oder noch keine geeigneten Schnittstellen für die Bilddaten-Übertragung vorhanden sind, wird am Krankenhaus in Lüdenscheid zusätzlich auch noch ein Videokamera-System zur Kommunikation von PC zu PC über ISDN mit der Neurochirurgie in Essen in Notfällen mit der Frage der Operations-Indikation eingesetzt, um teure Taxifahrten zur Übermittlung der Röntgenbilder einzusparen.

Abbildung 8: Diapositiv, Video-Bildübertragungssystem. (MediCom)

Das optische System ist umständlich zu handhaben, es lassen sich nur Bildausschnitte in noch gerade ausreichender Bildqualität übertragen. Durch interaktive Mauszeiger können Bilddetails erläutert werden. Dieses System ist sehr preiswert und einfach zu handhaben. Die Verwendung eines besseren Videosystems oder eines Röntgenfilm-Scanners ist empfehlenswert.

Das dritte Bildübertragungssystem sendet Computertomographien von einem Nachbar Krankenhaus ohne ständig vor Ort anwesenden Radiologen bei Routine- und bei Notfällen an die Radiologie in Lüdenscheid zur Beurteilung. Hierbei handelt es sich um Bilder im DICOM 3.0 - Format von PC zu PC über ISDN.

Abbildung 9: Diapositiv, DICOM 3.0 Bildübertragungssystem (MDS)

Die Bildqualität ist gut. Helligkeit und Kontrast können geregelt werden. Dichtemessungen sind bisher nicht mit der Hounsfield-Skala identisch. Das System ist störanfällig. Interaktives Arbeiten ist nicht möglich. Sobald exakte Dichtemessungen möglich sind, ist das System als Befundungsstation geeignet.

Insgesamt wurden bei uns mit KAMEDIN die bisher besten Erfahrungen hinsichtlich Bildqualität, Einstellung der Bildparameter und Stabilität des Programms gemacht.

Durch die Teleradiologie können nicht nur neuroradiologische Notfallkonferenzen sondern auch allgemeinradiologische Routine-Konferenzen zeit- und kosten-sparend durchgeführt werden. Bedarf besteht sowohl außerhalb als auch innerhalb von medizinischen Einrichtungen.

An kleineren Krankenhäusern können Arztstellen und/oder Großgeräte eingespart werden. Gleichzeitig entsteht Bedarf an teleradiologisch ausgebildeten Ärzten.

Aufgrund der positiven Erfahrungen soll bei der totalen Vernetzung der Krankenhäuser des Märkischen Kreises in Lüdenscheid das KAMEDIN-System bei den radiologischen Konferenzen mit den klinischen Abteilungen der Häuser eingesetzt werden.

4 Literatur

- Encarnacao J.E., Hornung C., Noll S (1994). Computer Supported Cooperative Work (CSCW): Stand und Perspektiven, mit Beiträgen von Kühn V. „CSCW in der Medizin“, IT-TI-Sonderheft 4/5 '94 Umweltinformatik / Informatik und Mobilität, August 1994, S 96 - 105, Oldenbourg-Verlag
- Busch Ch., Bernardes P., Kühn V. (Issue Editor), Mieke J. Will A. (1994). KAMEDIN - A System for Medical Teleconferencing coming into Clinical Application now, Computer Graphik Topics 6 / 94, Vol. 6, 1994, S. 10 - 11.
- Busch C., Hahn C., Handels H., Rinast E., Kühn V., Mieke J., Will A., Putzar H., Rösler K., Bernardes P. (1995). ISDN based Teleradiology and Image Analysis with the Software System KAMEDIN, MEDINFO '95, 8th World Congress on Medical Informatics, Vancouver, July 1995.
- Handels H., Hahn C., Busch C., Rinast E., Kühn V., Mieke J., Will A., Putzar H., Rösler K. (1995). Computer Supported Cooperative Work and Image Analysis in Teleradiology, Proceedings of the International Symposium on Computer and Communications Systems for Image Guided Diagnosis and Therapy, CAR '95, Berlin 1995, pp. 754 - 758.
- Kühn V., Handels H., Hahn C., Busch C., Rinast E., Mieke J., Will A. (1995). Kooperatives Arbeiten und rechnergestützte Ferndiagnostik mit dem Telemedizinssystem KAMEDIN - Erfahrungen und Ergebnisse aus einem Feldversuch, Tagungsband der 40. GMDS Jahrestagung, MMV Medizin Verlag, München 1995.
- Kühn V., Busch C., Mieke J., Seibert F., Will A. (1995). KAMEDIN^{PC} - Ein System für kooperatives Arbeiten und Expertenkonsultation in der medizinischen Diagnostik, Computer Graphik Topics 6 / 95, Vol. 7, 1995, S. 23 - 24.
- Kühn V. (1995). Cooperative Work and Computer-Aided Medical Diagnosis Support on Digital Networks, RSNA '95, InfoRad, Chicago, USA.