Bildgestützte Telediagnostik und 3D-Teleimaging in Java

H. Schmidt, H. Handels, U. Knopp[1], G. Seidel und S.J. Pöppl[2]

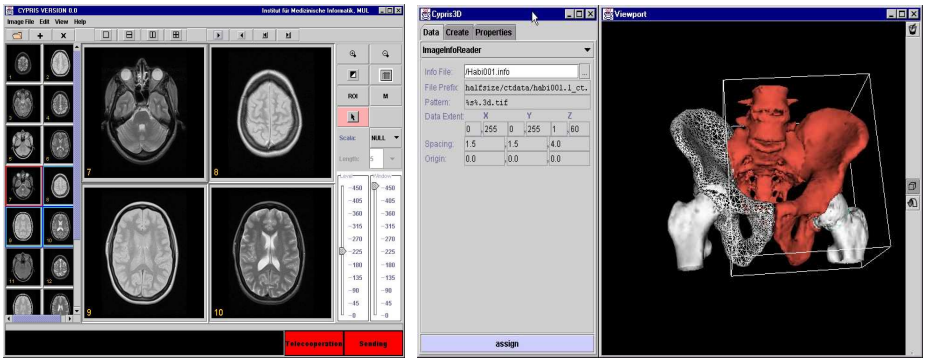
Institut für Medizinische Informatik
[1]Klinik für Neurochirurgie
[2]Klinik für Neurologie
Medizinische Universität zu Lübeck, Ratzeburger Allee 160, 23538 Lübeck
Email: heike.schmidt@medinf.mu-luebeck.de

Zusammenfassung. Bei dem hier vorgestellten Programm Cypris handelt es sich um ein Telemedizinsystem, mit dem medizinische Bilddaten eingelesen, angezeigt, bearbeitet, verschlüsselt über ein Netzwerk verschickt und in kooperativen Sitzungen synchron analysiert werden können. Unter Nutzung kryptographischer Verfahren für die Datenverschlüsselung wurde dabei ein PGP-ähnliches hybrides System für den sicheren Transport der Bilder über ein Netzwerk integriert. Zusätzlich bietet das Programm die Möglichkeit zur Generierung von 3D-Modellen aus medizinischen Bildfolgen und deren synchronisierte Visualisierung während einer Telekonferenz. Durch die Verwendung der Java-Technologie gewährleistet das System die Unabhängigkeit von den zugrundeliegenden Plattformen und Betriebssystemen.

1 Einleitung

Das schnelle Voranschreiten in der Entwicklung digitaler Netzwerktechnologien – wie z.B. ISDN, Internet und Intranet – hat in den letzten Jahren auch die Möglichkeiten für den computerbasierten Bilddatenaustausch und die computergestützte Besprechung medizinischer Bilder erweitert. Für den klinischen Alltag sind telemedizinische Systeme entstanden, die hohen Anforderungen an Funktionalität, Bildauflösung und Bedienfreundlichkeit entsprechen und zur Übermittlung von radiologisch digitalen Bildern und deren telekonsiliarischer Besprechung und Bearbeitung eingesetzt werden. Teleradiologiesysteme wie KAMEDIN, MEDICUS oder CHILI [1-2] unterstützen den DICOM-Standard, zeigen die medizinischen Bilder in ihrer originären Qualität an und übertragen die Daten über auf dem TCP/IP-Protokoll basierende Netze wie ISDN, LAN und ATM. Des weiteren bieten sie die Möglichkeit zur Bildbearbeitung und zur Durchführung von Telekonferenzen, bei denen die Sprachkommunikation meistens über Telefon oder optional mittels eines Videokonferenzsystems erfolgt. Der Einsatz dieser Telemedizinsysteme erweist sich in der Praxis jedoch oft wegen inkompatibler Standards, Herstellerabhängigkeit und heterogener Rechensysteme als schwierig. Vor diesem Hintergrund wurde in neuerer Zeit im Rahmen verschiedener Projekte [3-5] die Java-Programmiertechnik zur Realisierung medizinischer Betrachtungs- und Bildbearbeitungssoftware eingesetzt.

Abb. 1: Cypris2D (links) und Cypris3D (rechts)



2 Bildgestütztes Telemedizinsystem Cypris

Das Telemedizinsystem Cypris ist ein Java-basiertes Programm, das sich aufgrund der Plattformunabhängigkeit der Programmiersprache auf jedem marktüblichen PC installieren lässt. Gleichzeitig sind alle Anforderungen an ein Teleradiologiesystem zum Austausch und zur Bearbeitung medizinischer Bilddaten unter Berücksichtigung des Datenschutzes und der Datensicherheit bei der Übertragung der Daten umgesetzt worden. Cypris beinhaltet neben der Anzeige der Daten Funktionen zur Bildbearbeitung und für den Versand medizinischer Bilddaten über ein Netzwerk sowie für deren Verschlüsselung mit kryptographischen Verfahren. Neben der lokalen Nutzung bietet Cypris die Möglichkeit zur telekooperativen Besprechung der Bilddaten während einer Telekonferenz. Zusätzlich gibt es Funktionen zur Generierung und kooperativen Visualisierung von 3D-Modellen aus medizinischen Bildfolgen. Nachfolgend werden die wichtigsten Funktionen und Eigenschaften von Cypris näher beschrieben.

2.1 Bildgestützte Telediagnostik mit Cypris2D

Cypris2D bildet das Grundgerüst des Telemedizinsystems Cypris, das für die zweidimensionale bildgestützte Telediagnostik verwendet wird. Es ist eine Java-Application bestehend aus einer leicht verständlichen und intuitiv handhabbaren Benutzeroberfläche (Abb. 1, links). Für die Bildanzeige wurde ein DICOM-Viewer realisiert, der zudem in der Lage ist, Bilddaten in den gängigen Formaten wie gif, jpg etc. darzustellen. Als Bildbearbeitungsfunktionen wurden neben den Standardoperationen für Teleradiologiesysteme wie Zoom, Invertieren, die Fensterung der Daten, das Hineinlegen eines Zentimetermaßes, das Ausmessen eines Abstandes und die Mittelwertermittlung in einer ROI auch Funktionen zur Filterung, Faltung, Histogrammerzeugung und zum Region Growing integriert.

2.2 Versand und Verschlüsselung

Der Transfer medizinischer Bilddaten zwischen zwei Rechnern wird in Cypris über die in der Java-Standardbibliothek enthaltene Remote Method Invocation (RMI) realisiert, die die Kommunikation mit entfernten Rechnern auf Methodenaufrufe abstrahiert. Die Daten müssen vor Beginn einer Telekonferenz versendet werden, um sie anschließend während einer Sitzung besprechen zu können. Für die Verschlüsselung der Daten während des Transports wurde in Cypris ein PGP-ähnliches hybrides System unter Nutzung asymmetrischer und symmetrischer Verfahren ohne Schlüsselaufbewahrung integriert [6]. Alle Schlüssel werden einmal pro Transaktion generiert und anschließend wieder gelöscht. Für die symmetrische Verschlüsselung stehen mit dem IDEA- und dem DES-Algorithmus zwei verschiedene Verfahren zur Auswahl. Als asymmetrisches Verschlüsselungsverfahren zur Chiffrierung des Session Keys wird das RSA-Verfahren benutzt.

2.3 Telekonferenz

Telekonferenzen werden in Cypris über die integrierte, Java-basierte CSCW-Toolbox Jermes [7] realisiert, mit der jede Java-Anwendung, sowohl Applet als auch Application, telekonferenzfähig gemacht werden kann. Zur Synchronisation der Benutzeraktionen werden dabei Java-Events übertragen. Für das Telepointing werden die Mauszeiger der jeweils anderen Teilnehmer zusätzlich zum eigenen in der Anwendung dargestellt. So kann jeder Benutzer die Anwendungen der anderen per Telekonferenz mit ihm verbundenen Teilnehmer fernsteuern. Für den grundlegenden Kommunikationsaufbau und die Datenübermittlung wird in der Jermes-API die Remote Method Invocation benutzt. Ausgetauscht werden dabei zwischen den verschiedenen Applikationsinstanzen bei einer Telekonferenz zum einen die Bewegungen der Mauszeiger der jeweils anderen Teilnehmer und zum anderen die Aktionen, die die Benutzer in ihren Programmen ausführen. Das dabei entstehende Datenvolumen ist sehr gering, so dass auch schmalbandige Netze benutzt werden können.

2.4 3D-Teleimaging

Cypris bietet durch die Integration eines 3D-Tools unter Nutzung des Visualization ToolKits (VTK) [8] auch die Möglichkeit zur Generierung von 3D-Modellen aus medizinischen Bildfolgen. Auch dieser Teil des Systems ist entweder im lokalen single-user-Modus oder während einer telekooperativen Sitzung ausführbar. Für eine Telekonferenz werden die in Kooperation zu bearbeitenden 3D-Modelle entweder vorab übertragen oder aber unter Verwendung identischer Parameter während der Sitzung auf allen teilnehmenden Rechnern aus den lokal vorliegenden Bildfolgen generiert. So können beispielsweise für die Prothesenkonstruktion oder die Operationsplanung aus zuvor übertragenen Bildfolgen in einer kooperativen Sitzung 3D-Modelle generiert und synchron analysiert werden. Abb. 1, rechts zeigt die Benutzeroberfläche der Cypris3D-Toolbox.

3 Einsatz von Cypris und Ausblick

Eingesetzt wird das System zur Zeit im Rahmen eines Modellprojekts in zwei Abteilungen der Medizinischen Universität zu Lübeck, der Klinik für Neurologie und der Klinik für Neurochirurgie. Das Programm wird dabei hinsichtlich der Anforderungen an die Bedienbarkeit und Funktionalität, die sich im praktischen Einsatz ergeben, optimiert. Des weiteren wird im Rahmen dieses Projekts die Tauglichkeit von eingescannten Röntgenbildern für die Diagnose evaluiert. Eine Weiterentwicklung des Systems wird am Institut für Medizinische Informatik vor allem im Hinblick auf eine Erweiterung der Bildbearbeitungsfunktionalität und eine optimierte Anpassung an die jeweiligen Einsatzbereiche betrieben. So werden beispielsweise für die Notfallbefundung oder die Teleradiologie unterschiedliche Programme aus dem Grundsystem heraus entwickelt. Des weiteren werden Elemente des Programms im Rahmen des Bmbf-geförderten Projekts „Multimediales Fernstudium Medizinische Informatik“ als Plattform für ein virtuelles Bildverarbeitungslabor eingesetzt.

4 Literatur

1. Engelmann U, Schröter A, Baur U, et al.: Second Generation Teleradiology. Computer Assisted Radiology: 437—442, 1997
2. Handels H, Busch C, Encarnacao J, et al.: KAMEDIN: A Telemedicine system for Computer Supported Cooperative Work and Remote Image Analysis in Radiology. Computer Methods and Programs in Biomedicine: 175—183, 1997
3. Schmidt H, Handels H, Knopp U, et al.: Kryptographischer Versand und kooperative Befundung medizinischer Bilddaten in Java. Procs Telemed 2001: 111—117, 2001
4. Unglauben F, Hillen W, Kondring T, et al: Java DICOM Viewer für die Teleradiologie. Bildverarbeitung für die Medizin: 404—408, Springer, 2001
5. Kleber K, Schröter A, Holstein J, et al.: Jive – Ein Konzept zum Java-basierten Zugriff auf DICOM-Bidarchive. Telemedizin: 18—24, Shaker, 1999
6. TeleTrusT Deutschland e.V.: Kryptoreport – Kryptographische Verfahren im Gesundheits- und Sozialwesen in Deutschland. Telemedizinführer Deutschland: 95—118, 2000
7. Handels H, Schößler T, Ehrhardt J, et al.: Ein CSCW-Tool für die kooperative Bildbesprechung in Telekonferenzen unter Java. Telemedizinführer 2001:220—223, Medizin Forum, Bad Nauheim, 2000
8. Schroeder W, Martin K, Lorensen B: The Visualization Toolkit – An Object-Oriented Approach to 3D Graphics. Prentice Hall, New Jersey, 1998