Ein vereiltes Bilddatenbank- und Bildverarbeitungssytem für medizinische Bilder

Michael Prinz, Thomas Lorang, Manfred Gengler und Ernst Schuster*, Stefan Wachter und Natascha Gerstner†

Universität Wien, Allgemeines Krankenhaus
Währinger Gürtel 18-20, A-1090 Wien
*Institut für Medizinische Computerwissenschaften
†Univ. Klinik für Strahlentherapie und Strahlenbiologie
Email: Michael.Prinz@akh-wien.ac.at

Zusammenfassung. Internetbasierte Anwendungen eröffnen weitreichende Möglichkeiten der Kommunikation und des Datenaustausches. Wir stellen in diesem Zusammenhang ein in Entwicklung befindliches verteiltes Bilddatenbank- und Bildverarbeitungssystem für medizinische Bilder vor. Die Benutzerschnittstelle und Kommunikation mit Servern wird in Java-Technologie realisiert. Das System verwaltet medizinische Bilder verschiedener Formate (DICOM [1], JPEG, GIF, ...), und erlaubt dem Benutzer, Bildverarbeitungsoperationen auf die in der Datenbank oder lokal abgelegten Bilder anzuwenden. Hierbei werden einfache Bildmanipulationen wie Drehen, Spiegeln, Kontrast- und Helligkeitsveränderungen und Markierungsfunktionen bis zu Segmentationsverfahren wie Watershedding und der Visualisierung von dreidimensionalen Volumendaten [2] unterstützt. Die Datenbank wird in der Lage sein, einfache Abfragen bezüglich Patienten, Organen, Krankheitssymptomen u.ä. zu beantworten.

Schlüsselwörter: Bilddatenbank, Bildverarbeitung, Java, DICOM

1 Einleitung

Der Austausch bildhafter medizinischer Daten wird im Spitalsbereich meist über proprietäre *Picture-Archiving-and-Communication-System* (PACS)-Lösungen durchgeführt. Diese Lösungen sind zwar für den Routinebetrieb am besten geeignet, deren Anschaffungskosten sind jedoch sehr hoch. Bereits bestehende Computerhard- und -software kann kaum bis überhaupt nicht eingebunden werden. Die mitgelieferte Software ist in den Möglichkeiten der Bildbearbeitung stark eingeschränkt.

Viele beispielhafte Anwendungen am World-Wide-Web (WWW) haben gezeigt, daß mit geringem Aufwand benutzerfreundliche und mächtige kommunikationsunterstützende Systeme erstellt werden können. Dateneingabe und Visualisierung bildhafter Daten lassen sich unter Nutzung bestehender Bibliotheksklassen einfach implementieren. Bereits bestehende Rechnerhardware (PCs, Macintosh-Rechner und Workstations) mit verschiedenen Betriebssytemen lassen sich unter Nutzung der Java-Technologie problemlos integrieren. Die einzige Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein der *Java-Runtime-Umgebung* (JRE) für das jeweilige Betriebssystem.

Unter diesen Voraussetzungen bietet sich die Entwicklung eines internetbasierten Bildkommunikationssystems für den Krankenhausbereich an. Abrardo und Casini zum Beispiel berichteten in [3] von dem Java-basierten Teleradiologie-System Medinet an der Universität Pisa.

2 Die Netzwerkarchitektur

Das für die Wissenschaft dedizierte Netz im Wiener AKH baut auf IBM Token-Ring- und IBM ATM-Technologie auf. Wählleitungszugriffe können derzeit nicht direkt, sondern nur über die Universität Wien oder andere Internet-Provider durchgeführt werden. In naher Zukunft jedoch, werden im Rahmen der Implementierung einer Firewall eigene ISDN- und normale Wählleitungszugänge eingerichtet werden.

Das medizinische Bildkommunikationssystem im Wiener AKH ist auf einem Datenbank-, einem WWW- und einem Bildverarbeitungsserver aufgebaut, wobei die Services auch von einem einzigen physikalischen Rechner zur Verfügung gestellt werden können (Abb. 1). In der ersten Entwicklungsphase ist eine SGI Octane-Workstation als einziger physikalischer Server geplant. Im AKH-Intranetbereich können im Rahmen eines durch das System definierten Intranets, für verschiedene Aufgaben ausgestattete Klienten mit unterschiedlichen Berechtigungen und unterschiedlicher Hardware auf die Services zugreifen. So wird es Dateneingabe-, Datenvisualisierungs-, Bildbearbeitungsstationen und Systemkonsolen geben.

In der zweiten Entwicklungsphase sollen auch Zugänge von außerhalb des AKHs via Internet oder Wählleitung ermöglicht werden. Speziell Zugriffe über Internet werden nur eingeschränkt und unter Beachtung rigider Sicherheitsmaßnahmen möglich sein. So werden z.B. Daten zwar angezeigt aber nicht verändert werden können.

3 Benutzerinterface Melange

Da im Bereich des Allgemeinen Krankenhauses Wien eine stark heterogene Hardwarelandschaft existiert (PCs, Apple Macintosh Rechner und vereinzelt auch Workstations), wird die Benutzerschnittstelle in Form der JAVA-Application Melange realisiert, wodurch ein Maximum an Plattformunabhängigkeit und ein Minimum an Wartungsaufwand erreicht wird. Die Entwicklung basiert zur Zeit auf dem *Java-Development-Kit* (JDK) Version 1.1.6 [4]. Die Graphische Benutzeroberfläche wird mit Swing-Komponenten gestaltet (Abb. 2).

Als eine der ersten Entwicklungen in diesem Projekt wurde die DICOM-Einleseschnittstelle geschaffen. Über die Versuche hierzu wurde in [5] berichtet. Letztendlich soll der Funktionsumfang, des auf lokale Aufgaben beschränkten

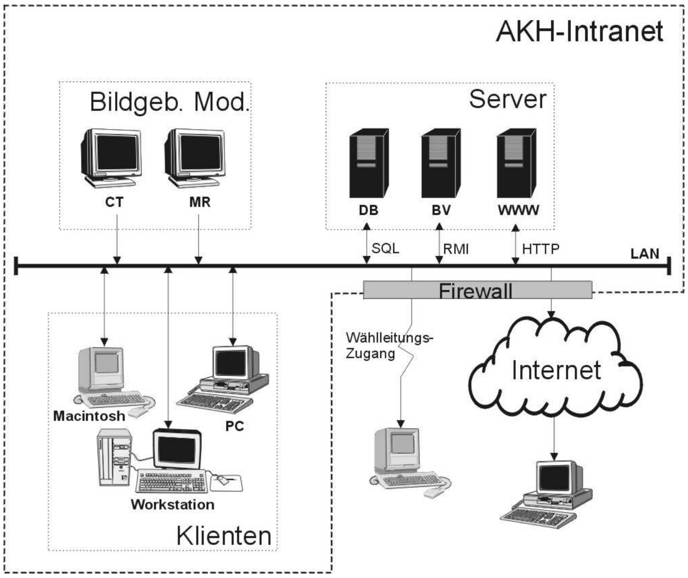

Abb. 1. Netzwerkarchitektur des AKH-Bildkommunikationssystems

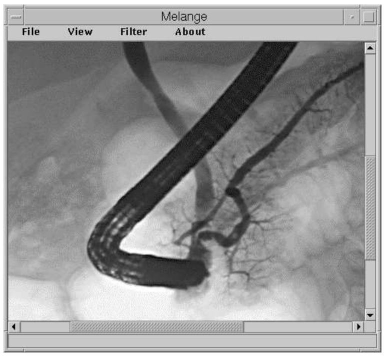

Abb. 2. Der Java-Klient Melange mit einem dargestellten DICOM-Bild

Teiles von Melange, dem des Osiris-Programmes [6] des University Hospital of Geneva entsprechen.

4 Bilddatenbanksystem

Die Datenbankinhalte basieren auf den Einträgen des DICOM 3.0-Standards. Dateneinträge von bildgebenden medizinischen Modalitäten wie CT, MR, Ultraschall etc. werden direkt oder über Zwischenbegutachtung durch einen Administrator in die Datenbank transferiert, wobei die Bilddaten selbst nicht in der Datenbank abgespeichert werden. Die Bilddaten werden als Dateien extra abgelegt, in der Datenbank werden nur Verweise auf diese Dateien eingefügt. Dieser Ansatz entlastet einerseits die Datenbank und bietet andererseits die Möglichkeit, auf die Bilder via Ftp, unter Einhaltung rigider Sicherheitsmaßnahmen, zuzugreifen. Die bildgebenden Modalitäten liefern bereits alle relevanten Informationen wie Patientendaten und die Bilder selbst, die Daten müssen daher im Normallfall nicht ergänzt werden. Es ist jedoch möglich, Bilddaten anderer Formate wie JPEG und GIF über das Hinzufügen relevanter Daten über Eingabemasken in die Datenbank einzuspielen. In diesem Fall werden die Bilder und die zugehörigen Daten in das DICOM 3.0-Format konvertiert und in der Folge als DICOM-Dateien behandelt.

Die Datenbank wird den Zugriff über Such- und Listenfunktionen unterstützen. Der Zugriff soll patienten-, organ- und krankheitsbezogen möglich sein. Hier ist das System auf die Vollständigkeit der Daten angewiesen.

5 Bildverarbeitungsumgebung

Im Rahmen der Benutzerschnittstelle werden dem Anwender Bildverarbeitungswerkzeuge angeboten. Diese reichen von einfachen Spiegelungs-, Rotierungs-, Vergrößerungs- und Verkleinerungsoperationen über Kontrast- und Helligkeitsanpassungen und Filtern bis zu komplexen Segmentationsalgorithmen. Da Ärzte im Normalfall nicht das Wissen besitzen, die komplexen Werkzeuge effizient und zielführend einzusetzen, werden über WWW-Dokumente begleitende Hilfen und Anleitungen angeboten.

Je nach Rechenintensität werden die Bildverarbeitungsoperationen entweder lokal von dem Java-Klienten selbst durchgeführt oder über den Bildverarbeitungsserver abgearbeitet. Durch den Einsatz des *Just-In-Time-Compilings* (JIT) können Java-Programme selbst rechenaufwendige Aufgaben in akzeptabler Geschwindigkeit ausführen. Komplexe Bildverarbeitungsoperationen werden per Java-*Remote-Method-Invocation* (RMI) [4] an den Bildverarbeitungsserver weitergeleitet. Der Server startet daraufhin über das *Java-Native-Interface* (JNI) [4] in C oder C++ geschriebene Bibliotheksfunktionen. Diese Funktionen führen dann entweder die gewünschte Operation selbst durch oder starten unter der Bildverarbeitungsumgebung KB-Vision der Firma Amerinex implementierte Funktionen (Abb. 3). Die Ergebnisse werden über den umgekehrten Weg wieder an den Java-Klienten zurückgereicht, der es dann am Bildschirm visualisiert. Tabelle 1 zeigt den Geschwindigkeitunterschied der lokalen und serverseitigen Berechnung.

6 Ergebnisse und Ausblick

Durch die klare Trennung der Services in Datenbank, Bildverarbeitung und WWW lassen sich unterschiedliche Technologien wie Java, C / C++ und SQL problemlos miteinder verbinden. Ein Wehrmutstropfen ist, daß Java vor allem im Bereich der Darstellung der Graphischen Benutzeroberfläche noch merklich zu langsam ist.

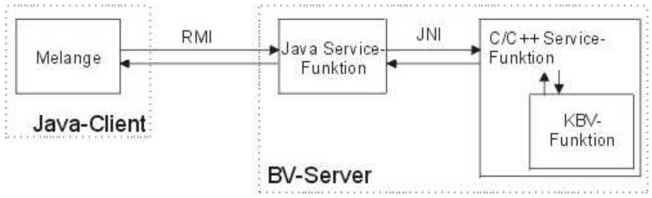

Abb. 3. Funktionsaufruf einer serverseitigen Bildverarbeitungsfunktion

Tabelle 1. Rechenzeitvergleich der Filterung eines 750 × 500 Pixel großen Bildes mit einem Mittelwert- und einem Medianfilter mit und ohne Nutzung von JIT bzw. Serverberechnung. Die Java-Routinen wurden lokal auf einer IBM-RS6000/365 Workstation ausgeführt. Als Server diente eine SGI-Onyx Workstation. Die Zeitangaben sind in Sekunden zu verstehen.

	lokal		servergestützt
	ohne JIT	mit JIT	
Mittelwertfilter	56	9	2
Medianfilter	266	56	8

Besonderes Augenmerk wird auf die Verschlüsselung der Daten vor dem Transport über das Netz zu legen sein. Sicherheitsrestriktionen beim Zugriff auf lokale Dateien wie in [7] erwähnt, sind in der Java-Technologie bereits gelöst und stellen daher keine Einschränkung mehr dar.

Literatur

1. ACR-NEMA: Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). ACR-NEMA Standards, 1996.
2. Lorang T, Schuster E, Prinz M, Gengler M, Wachter S, Gerstner N: Developing a Medical Multimedia and Image Processing Database. 16.EUROPACS'98 Annual Meeting, Barcelona, 195–199,1998.
3. Abrardo A, Casini A L: Embedded Java in a web-based teleradiology system. IEEE Internet Computing, May-June 1998:60–68, 1998.
4. Sun Microsystems: Java Platform Documentation. http://java.sun.com/docs.
5. Prinz M, Schiefthaler H: Evaluation eines Java-basierten DICOM-Viewer für eine verteilte Bildverarbeitungsumgebung. Fachtagung der OCG: Medizinische Informatik in Österreich, 1997.
6. Ligier Y, Funk M, Ratib O, Perrier R, Girard C: The OSIRIS user interface for manipulating medical images. NATO ASI meeting on 'Picture Archiving and Communication System (PACS) in Medicine', 1990.
7. Prinz M, Gengler M, Schuster E: A HTML-based environment for standard and advanced image processing. 21.Workshop der Austrian Association for Pattern Recognition, Hallstatt, 293–297, 1997.