# Modell und Realisierung einer Client/Server-Bildverarbeitungsumgebung

A. Schroeder, U. Engelmann, U. Baur, A. Schröter, H.P. Meinzer

Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Abteilung Medizinische und Biologische Informatik / 0805, Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg
A.Schroeder@DKFZ-Heidelberg.de

*Die Berücksichtigung von Bildern aus dem Körperinneren spielt in der klinischen Routine eine wesentliche Rolle. Daher müssen auch Methoden zur Darstellung und Verarbeitung in medizinische Arbeitsplatzcomputer integriert werden. Das Client/Server-Konzept ermöglicht die einfache Integration von existierenden Bildverarbeitswerkzeugen in integrierte aufgabenbezogene Applikationen. Diese Arbeit stellt ein entsprechendes Konzept eines Bildverarbeitungsservers vor.*

**Keywords:** Bildverarbeitungsserver, abstrakte Kommunikationsschnittstelle, Integration.

## 1 Einleitung

Die Bildverarbeitung gewinnt in der Medizin zunehmend an Bedeutung. Zum einen liegt das an dem Trend zur minimal invasiven Medizin, bei der es besonders wichtig ist, dem Arzt anhand dreidimensionaler Rekonstruktionen Einblicke in das Körperinnere zu ermöglichen. Zum anderen hat die Weiterentwicklung bildgebender Verfahren, die eine immer detailliertere Darstellung einzelner Körperregionen ermöglichen, stark dazu beigetragen. Auch im Bereich der Therapieplanung spielt die Bildverarbeitung bei der Analyse des Bildmaterials eine wesentliche Rolle.

Durch die Bildverarbeitung wird dem medizinischen Personal eine zusätzliche Hilfe bei der Behandlung der Patienten geboten. Zusammen mit den Daten, die durch klinische Informationssysteme zur Verfügung gestellt werden, kann der Arzt sich ein umfassendes Bild über den Zustand seiner Patienten machen.

Aus diesem Grund scheint es sinnvoll, eine Bildverarbeitungskomponente in klinische Multimediasysteme zu integrieren. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten. Man kann die Funktionalität entweder direkt in das System einbauen oder von der eigentlichen Applikation getrennt von einem Server erledigen lassen. Die zweite Lösung hat gegenüber der ersten den Vorteil, daß sie flexibler ist, die eigentliche Applikation nicht belastet, und daß der Server auf spezialisierter Hardware laufen kann.

Im folgenden wird zunächst das klinische Umfeld, in dem ein derartiger Server eingesetzt werden kann, erläutert. Im Anschluß daran werden die Projekte HELIOS-2 und MEDICUS-2, in denen erste Erfahrungen mit der Client/Server-Architektur in der medizinischen Bildverarbeitung gemacht worden sind, beschrieben. Nachdem die Entwicklungsziele aufgeführt worden sind, wird die eigentliche Implementierung dargestellt.

# 2 Klinisches Umfeld

Aufgabe eines Krankenhauses ist es, eine qualitativ hochwertige Patientenversorgung auch unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Gesichtspunkte zu gewährleisten. Dazu ist ein gutes Informationsmanagement nötig. Dies macht den Einsatz neuer Informationstechnologien unumgänglich. Das führte zur Einführung rechnergestützter Krankenhausinformationssysteme. Diese sollen alle informationsverarbeitenden Verfahren für die Patientenversorgung und Verwaltung unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Aspekte und gesetzlicher Anforderungen ermöglichen. Die Aufgabe ist es also, die richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort den richtigen Personen geeignet zur Verfügung zu stellen. Bei diesen Informationen kann es sich um patientenbezogene, abrechnungsrelevante, organisatorische Daten sowie zusätzliches medizinisches Wissen handeln. Dadurch sollen die Qualität der Patientenversorgung gesichert, eine Entscheidungsunterstützung gewährleistet, die Kommunikation zwischen einzelnen Fachabteilungen verbessert und die laufenden Kosten reduziert werden [1].

Mit dem Trend zu einer nichtinvasiven Medizin und der rasanten Entwicklung im Bereich bildgebender Verfahren wächst die Bedeutung radiologischer Abteilungen. Auch hier ist der Einsatz rechnergestützter Informationssysteme sinnvoll, um Ärzte bei Diagnostik und Therapieplanung zu unterstützen. Das Radiologieinformationssystem kann zur Erledigung organisatorischer Aufgaben (Patientenanmeldung, Terminplanung, ...), zur Erstellung von Berichten, zur Verwaltung von Bildmaterial und zur Kommunikation aller relevanten Patientendaten eingesetzt werden [2].

Durch die zunehmende Anzahl bildgebender Verfahren wurde es sinnvoll, die Bilder nicht mehr wie herkömmlich auf Filmen in einem Bildarchiv zu lagern, sondern sie digital zu archivieren. Das führte zur Einführung von Picture Archiving and Communication Systems, deren Aufgabe die Archivierung und Verwaltung digitaler Bilder ist. Durch Einsatz dieser Systeme ist das Zusammenführen des Bildmaterials eines Patienten und der Mehrfachzugriff auf die Bilder möglich. Dadurch werden Mehrfachuntersuchungen eines Patienten unnötig, so daß die Aufenthaltsdauer sich gegebenfalls verkürzt. Aber auch unter ökonomischen Gesichtspunkten ergeben sich Vorteile [3] [4].

Da zur Behandlung eines Patienten die Daten aus einem dieser Systeme nicht genügen, ist es wichtig, diese Systeme zu integrieren. So kann es sein, daß ein Arzt für die Behandlung eines Patienten Bilder aus dem PACS anfordert und zusätzlich Behandlungsberichte aus dem RIS und Untersuchungsergebnisse aus dem KIS benötigt. Durch die Integration wird der Zugriff auf alle relevanten Patientendaten gewährleistet. Die Funktionalität aller integrierten Systeme kann genutzt und eine Mehrfacherfassung der Daten vermieden werden [5]. Eine gute Möglichkeit zur Integration dieser Systeme bietet das Client/Server-Konzept.

Die Telekommunikation ist ein weiteres Gebiet, das in der Medizin eine immer wichtigere Rolle spielt. Mehrere Experten an verschiedenen Orten können gemeinsam Bilder befunden, die über ein Rechnernetz verschickt worden sind. Auf diese Art ist ein schneller Informationsaustausch mit Fachkollegen möglich. Dadurch wird sowohl der organisatorische, zeitliche und finanzielle Aufwand für alle Beteiligten reduziert. Dies ist im Hinblick auf die im GSG geforderten Kosteneinsparungen ein wesentlicher Gesichtspunkt. Ebenso können Ressourcen gespart und Patiententransporte vermieden werden [6].

# 3 Beispiele für das Client/Server-Konzept in der Bildverarbeitung

Im folgenden sollen zwei Projekte mit einem medizinischen Einsatzgebiet beschrieben werden. Beide setzen Bildverarbeitung ein und basieren auf dem Client/Server-Konzept.

Zunächst wird das HELIOS-2-Projekt vorgestellt, in dem es um die Entwicklung einer Softwareentwicklungsumgebung für medizinische Informationssysteme geht. Im Anschluß daran wird MEDICUS-2, ein Projekt aus dem Bereich der Teleradiologie, erläutert.

## 3.1 HELIOS-2

Im Rahmen des HELIOS-2 Projektes ist eine Softwareentwicklungsumgebung (SEU) zur Entwicklung medizinischer Informationssysteme, insbesondere von Abteilungsinformationssystemen entwickelt worden [7]. Diese Softwareentwicklungsumgebung unterstützt den Entwickler während aller Phasen des Software-Lifecycles (Spezifikation, Design, Entwicklung, Validierung, Einführung und Pflege). Das führt zu einer Steigerung der Qualität und einer Senkung der Kosten der Software. Im medizinischen Kontext stellt eine SEU Tools zur Verfügung, mit deren Hilfe erweiterbare und flexible Anwendungen entwickelt werden können, die auf die Bedürfnisse der jeweiligen Krankenhäuser und Abteilungen abgestimmt sind. Basierend auf einer objektorientierten Datenbank, die sowohl die Anwendungsdaten als auch die Softwarebausteine enthält, kann das Abteilungsinformationssystem vor Ort entsprechend den Anforderungen der jeweiligen Abteilung konfiguriert werden.

Die HELIOS-SEU setzt sich aus Softwarekomponenten zusammen, die sich in zwei Klassen einteilen lassen: die Kernel-Routinen zur Unterstützung der Softwareentwicklung und die Service-Routinen für spezielle Dienste, wie beispielsweise für die Bildverarbeitung.

## 3.2 MEDICUS-2

Das Teleradiologiesystem MEDICUS-2 unterstützt den Austausch digitaler Bilder zwischen unterschiedlichen bildgebenden Leistungsträgern in der Medizin. Dabei wird ein offenes Bildkommunikationskonzept verfolgt: Die Bilddaten aus verschiedenen geschlossenen Systemen werden externen Kommunikationspartnern zugänglich gemacht, so daß diese die Möglichkeit der Betrachtung und der geeigneten Weiterverarbeitung haben. Somit sind die Konsultation eines Experten, ein Informationsaustausch und eine gemeinsame Therapieplanung mit anderen Ärzten, klinische Kooperationen, die Durchführung von Bildanalyseverfahren auf geeigneter Hardware und die gemeinsame Nutzung von Ressourcen möglich.

Das System ist so entworfen worden, daß es ohne Detailkenntnisse bedienbar ist und daß die täglichen Routinearbeiten eines Mediziners unterstützt werden. Dazu werden neben den Bildern auch zusätzliche Informationen über den Patienten verarbeitet. Es stellt Funktionen zum Senden und Empfangen von Bilddaten, zum Anzeigen, gegebenenfalls Drucken, Speichern, Löschen und Suchen von Bildern, zum Freisprechen, für Telekonferenzen sowie unterschiedliche Möglichkeiten zur Bildmanipulation und Bildverarbeitungsalgorithmen zur Verfügung [8].

Die Kommunikation der Daten erfolgt über wahlvermittelte ISDN Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Dabei werden die in der Medizin gestellten Datenschutzanforderungen gewährleistet [9].

# 4 Entwurf und Implementierung

Ein wichtiges Ziel beim Entwurf des Servers war die problemlose Einbindung in medizinische Multimediasysteme. In diesem Zusammenhang spielen Kriterien wie die Allgemeingültigkeit, die Unabhängigkeit vom verwendeten Kommunikationsmechanismus, die Portabilität und die Flexibilität eine entscheidende Rolle.

Im folgenden wird der Aufbau des realisierten Servers beschrieben. Dieser besteht aus einer Bildverarbeitungsbibliothek, einem Parser und einer abstrakten Kommunikationsschnittstelle (Abb. 4.1).

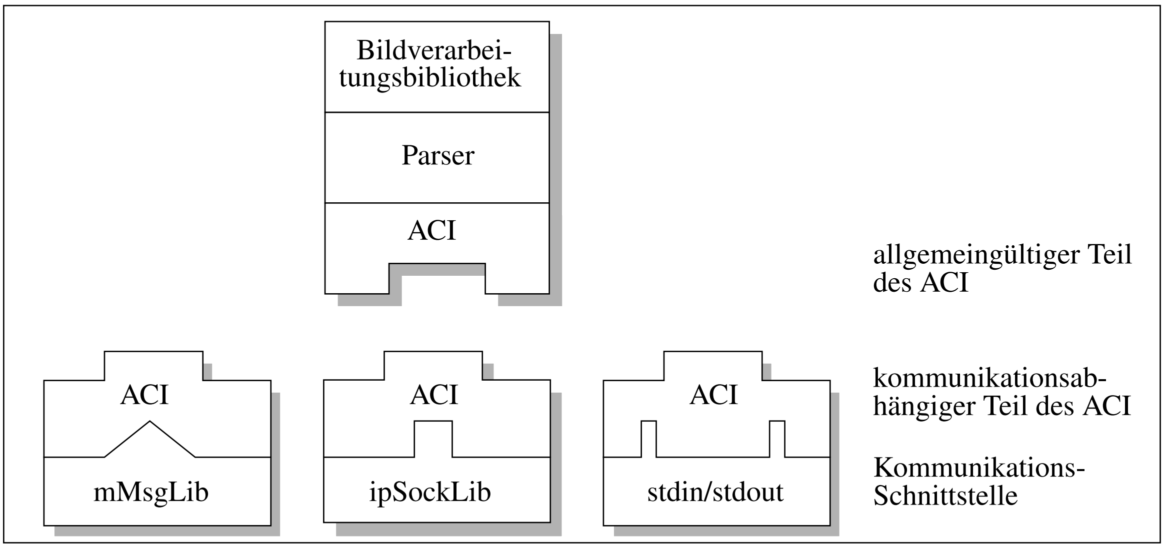


Abbildung 4.1: Aufbau des Bildverarbeitsungsservers

## 4.1 Bildverarbeitungsbibliothek

Die Bildverarbeitungsbibliothek bildet das Kernstück des Servers. Sie besteht aus ungefähr 70 Funktionen, die einen großen Bereich der Basisbildverarbeitung abdecken. Sie enthält arithmetische, logische, lokale, morphologische und geometrische sowie Punkt- und Segmentierungsoperatoren und Funktionen zur Berechnung statistischer Kenngrößen. Alle realisierten Funktionen basieren auf dem PIC-Format, einem Metaformat, das sowohl die Handhabung von Bildern unterschiedlicher Datentypen als auch beliebiger Dimension erlaubt [10]. Dies trägt dazu bei, das Ziel der Allgemeingültigkeit zu erreichen.

## 4.2 Abstrakte Kommunikationsschnittstelle (ACI)

Die abstrakte Kommunikationsschnittstelle bildet die Verbindung zu anderen Anwendungen. Da in verschiedenen Bereichen unterschiedliche Kommunikationssoftware verwendet wird, die gewünschte Funktionalität aber gleich bleibt, wird von dem zugrundeliegenden Kommunikationsmechanismus abstrahiert. Die abstrakte Kommunikationsschnittstelle empfängt die Nachricht eines Anwendungsprogramms (Clients), übersetzt diese in ein internes Zwischenformat und leitet diese dann an den Parser weiter. Der führt eine Syntaxprüfung durch und ruft die entsprechende Bildverarbeitungsroutine auf. Das Ergebnis wird in einer Nachricht im internen Format zusammengefaßt und an das ACI übergeben. Diese wandelt das Ergebnis in das ursprüngliche Nachrichtenformat um und schickt es an den Client zurück.

Durch die Verwendung dieser abstrakten Kommunikationsschnittstelle, die aus einem kommunikationsabhängigen und einem -unabhängigen Teil besteht, ist der Server leicht in vorhandene Applikationen mit verschiedenen Kommunikationsschnittstellen zu integrieren. Es muß lediglich der kommunikationsabhängige Teil, der für das Empfangen, Übersetzen und Versenden der Nachricht zuständig ist, ergänzt werden. Die dazu notwendigen Schnittstellen sind definiert, so daß eine Integration problemlos möglich ist.

## 4.3 Parser

Der Parser, der die Syntaxprüfung durchführt, die entsprechenden Bildverarbeitungsfunktionen aufruft und die Antwort erstellt, wird aus den Funktionsbeschreibungen generiert. Anhand einer Liste aller Funktionen, die der Parser aufrufen können soll, werden die funktionsinternen Dokumentationen mit Hilfe von Skripten in der Sprache *nawk* eingelesen, die relevanten Informationen ermittelt und daraus der Quelltext erzeugt.

Bei Einhaltung vorgegebener Dokumentationsrichtlinien für die Funktionen kann der Server einfach an Änderungen der Bibliothek angepaßt werden. Er wird neu generiert, wenn die Bibliothek um Funktionen ergänzt wird, Funktionen gelöscht werden oder Aufrufparameter sich ändern. Hierdurch wird ein hohes Maß an Flexibilität erzielt.

# 5 Ergebnisse und Diskussion

Mit Hilfe des in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Servers ist es einfach möglich, eine flexible Bildverarbeitungsumgebung zu erstellen. Aufgrund der Implementierung einer abstrakten Kommunikationschnittstelle kann der Server mit nur geringem Aufwand in vorhandene Arbeitsumgebungen integriert werden. Da der Parser generiert wird, erhält der Server eine sehr große Flexibilität. Änderungen an der Funktionsbibliothek (Löschen, Hinzufügen von Funktionen oder Veränderung der Aufrufparameter) können durch eine Neugenerierung schnell und einfach in den Server übernommen werden.

Die verwendete Technik ermöglicht allen Benutzergruppen ein problemorientiertes Arbeiten. Der Endanwender muß sich nicht mit einer Vielzahl unterschiedlicher Tools auskennen, sondern kann sich auf seine eigentliche Aufgabe konzentrieren und medizinische Daten effizienter verarbeiten. Für den Anwendungsentwickler ist ein effizienteres Arbeiten aufgrund der

Wiederverwendbarkeit einzelner Softwarekomponenten möglich. Der Bildverarbeitungsentwickler kann sich auf die Entwicklung neuer Bildverarbeitungsalgorithmen konzentrieren, ohne sich um die Endanwendung und den Kommunikationsteil kümmern zu müssen.

## Literaturverzeichnis


[1] Bakker A.R.: HIS, RIS and PACS. Computerized Medical Imaging and Graphics, Vol 15, No 3, (1991), 157-160.

[2] Osteaux, M. (Ed.): A Second Generation PACS Concept. Springer: Berlin-Heidelberg 1992.

[3] Meyer-Ebrecht D.: PACS oder der zukünftige Arbeitsplatz des Radiologen. Radiologe, 28 (1988), S. 195-199.

[4] Inamura K., Takahashi T.: Storage and Presentation of images. International Journal of Bio-Medical Computing, Vol. 39, (1995), 157-162.

[5] Bakker A.R., Osseyran a.: Fusion of PACS and RIS becoming Reality.In Lemke H.U., Inamura K., Jaffe C.C., Felix R. (Eds.): Computer Assisted Radiology CAR 1995. Berlin: Springer-Verlag, 1995, 417-427.

[6] Palsson T., Brekkan A., Eiriksson A.: Establishing Teleradiology and International Consultation Network. In Lemke H.U., Inamura K., Jaffe C.C., Felix R.: Computer Assisted Radiology CAR 1995. Berlin: Springer-Verlag, 1995, 717-722.

[7] Engelmann U., Schäfer M., Scheppelmann D., Meinzer H.P., Jean F.C., Degoulet P.: AIM-Projekt HELIOS: Eine Software-Entwicklungsumgebung für Abteilungs-Informationssysteme im Krankenhaus. In Michaelis J., Hommel G., Wellek S. (Eds.): Europäische Perspektiven der Medizinischen Informatik, Biometrie und Epidemiologie, 37. Jahrestagung der GMDS 1992, Mainz: Medizin-Verlag, 1992, 427-432.

[8] Engelmann U., Schröter A., Baur U., Schroeder A., Werner O., Wolsiffer K., Baur H.J., Göranson B., Borälv E., Meinzer H.P.: Teleradiology System MEDICUS. In Lemke H.U., Vannier M.W., Inamura K., Farman A.G.: Computer Assisted Radiology CAR 1996. Amsterdam: Elsevier, 1996, 537-542.

[9] Baur H.J., Saurbier F., Engelmann U., Schröter A., Baur U., Meinzer H.P.: Aspects of Data Security and Privacy in Teleradiology. In Lemke H.U., Vannier M.W., Inamura K., Farman A.G.: Computer Assisted Radiology CAR1996. Amsterdam: Elsevier, 1996, 525-530.

[10] Engelmann U., Schröter A.: PIC Image File Standard. Technical Report 48/1994. Heidelberg: Abteilung Medizinische und Biologische Informatik. Deutsches Krebsforschungszentrum, 1994.