

Henning Müller

Konzeption und Realisierung von DICOM Schnittstellen für ein Teleradiologiesystem

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 1997 Diplomica Verlag GmbH
ISBN: 9783832402044

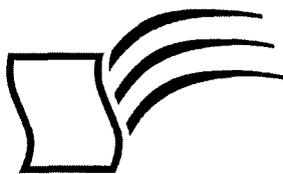
Henning Müller

**Konzeption und Realisierung von DICOM Schnittstellen
für ein Teleradiologiesystem**

Henning Müller

Konzeption und Realisierung von DICOM Schnittstellen für ein Teleradiologiesystem

Diplomarbeit
an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
August 1997 Abgabe



Diplomarbeiten Agentur
Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey
Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke
und Guido Meyer GbR

Hermannstal 119 k
22119 Hamburg

agentur@diplom.de
www.diplom.de

ID 204

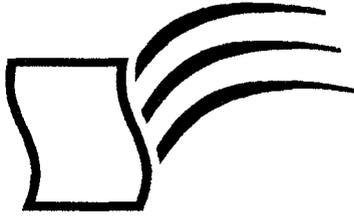
Müller, Henning: Konzeption und Realisierung von DICOM Schnittstellen für ein Teleradiologiesystem / Henning Müller - Hamburg: Diplomarbeiten Agentur, 1997
Zugl.: Heidelberg, Universität, Diplom, 1997

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey, Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke & Guido Meyer GbR
Diplomarbeiten Agentur, <http://www.diplom.de>, Hamburg
Printed in Germany



Diplomarbeiten Agentur

Wissensquellen gewinnbringend nutzen

Qualität, Praxisrelevanz und Aktualität zeichnen unsere Studien aus. Wir bieten Ihnen im Auftrag unserer Autorinnen und Autoren Wirtschaftsstudien und wissenschaftliche Abschlussarbeiten – Dissertationen, Diplomarbeiten, Magisterarbeiten, Staatsexamensarbeiten und Studienarbeiten zum Kauf. Sie wurden an deutschen Universitäten, Fachhochschulen, Akademien oder vergleichbaren Institutionen der Europäischen Union geschrieben. Der Notendurchschnitt liegt bei 1,5.

Wettbewerbsvorteile verschaffen – Vergleichen Sie den Preis unserer Studien mit den Honoraren externer Berater. Um dieses Wissen selbst zusammenzutragen, müssten Sie viel Zeit und Geld aufbringen.

<http://www.diplom.de> bietet Ihnen unser vollständiges Lieferprogramm mit mehreren tausend Studien im Internet. Neben dem Online-Katalog und der Online-Suchmaschine für Ihre Recherche steht Ihnen auch eine Online-Bestellfunktion zur Verfügung. Inhaltliche Zusammenfassungen und Inhaltsverzeichnisse zu jeder Studie sind im Internet einsehbar.

Individueller Service – Gerne senden wir Ihnen auch unseren Papierkatalog zu. Bitte fordern Sie Ihr individuelles Exemplar bei uns an. Für Fragen, Anregungen und individuelle Anfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Wir freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit

Ihr Team der *Diplomarbeiten Agentur*

Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey –
Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke —
und Guido Meyer GbR —————

Hermannstal 119 k —————
22119 Hamburg —————

Fon: 040 / 655 99 20 —————
Fax: 040 / 655 99 222 —————

agentur@diplom.de —————
www.diplom.de —————

Vorwort

Diese Diplomarbeit wurde in der Abteilung Medizinische und Biologische Informatik (MBI) des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) in Heidelberg durchgeführt. Es bestand eine enge Zusammenarbeit mit dem Steinbeis-Transferzentrum Medizinische Informatik in Heidelberg.

Hiermit möchte ich allen recht herzlich danken, die, auf welche Art auch immer, meine Diplomarbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt dabei Herrn Dr. Uwe Engelmann für die Überlassung des Themas in dem Teleradiologieprojekt CHILI und für die gute Betreuung meiner Diplomarbeit.

Herrn Prof. Dr. Claus O. Köhler und Herrn PD Dr. H.P. Meinzer danke ich dafür, daß sie als Referenten für das Thema zur Verfügung standen.

Vielen Dank auch an Andre Schröter und Uli Baur für die vielen Hilfen bei den Problemen, die C mir bereitet hat, und an Oliver Werner für die gute Zusammenarbeit bei den Datenbankroutinen.

Für die vielen kleinen Tips und Anregungen zu DICOM möchte ich auch dem OFFIS e.V. in Oldenburg und dort vor allem Marco Eichelberg danken. Erst hierdurch konnte ich die DICOM Routinen ordentlich testen.

Und natürlich ist mir auch die Arbeitsgruppe sehr wichtig, die nicht nur viele fachliche Anstöße und Hilfen gegeben hat. Es hat immer Spaß gemacht, in dieser Gruppe zu arbeiten.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Überblick	3
Kapitel 2	Ziele und Problematik	5
2.1	Kommunikation im Krankenhaus.....	5
2.2	Kommunikation in der Radiologie	7
2.2.1	KIS/RIS Kopplung	8
2.2.2	PACS.....	9
2.2.3	Modalitäten und Viewing Stations.....	10
2.2.4	Teleradiologie	11
2.3	Beispielszenarien in der Radiologie	12
2.3.1	CHILI Radiologie	12
2.3.2	Optimale Radiologie	13
2.4	Ziele	14
Kapitel 3	Standards in der medizinischen Bildverarbeitung und Bildkommunikation	17
3.1	Problematik.....	17
3.2	Herstellerstandards	18
3.2.1	Beispiel Siemens	19
3.2.2	Beispiel GE	19
3.2.3	Weitere Hersteller	20
3.3	ACR/NEMA	20
3.3.1	ACR/NEMA 1.0.....	20
3.3.2	ACR/NEMA 2.0.....	21
3.3.3	DICOM 3.0	21
3.4	Gründe für DICOM	22
Kapitel 4	Beschreibung des DICOM Standards	25
4.1	Problematik.....	25
4.2	DICOM Konzepte.....	26
4.2.1	Objektorientiertheit	27
4.2.2	Attribute und Attributwerte.....	27
4.2.3	Tags.....	28
4.2.4	Value Representation	29
4.2.5	Informationsobjekte	30
4.2.6	Serviceklassen	32

4.2.7	Service Object Pairs	33
4.2.8	Client/Server	34
4.2.9	Unique Identifier	35
4.2.10	Transfersyntaxe	36
4.3	DICOM Kommunikation	36
4.3.1	Netzwerkkonzepte	37
4.3.1.1	TCP/IP	38
4.3.1.2	ISO/OSI	38
4.3.1.3	Point-to-Point	39
4.3.2	Application Entity und Presentation Address	39
4.3.3	Verbindungsaufbau	40
4.3.4	Präsentationskontext	40
4.4	Speicherkonzepte	40
4.4.1	Dateiformat	40
4.4.2	Verzeichnisformat	42
4.4.3	Medien	43
4.5	Conformance Statement	43
4.6	Beschreibung der DICOM Unterlagen	43
4.6.1	Einführung und Überblick	44
4.6.2	Conformance	44
4.6.3	Definition der Informationsobjekte	44
4.6.4	Serviceklassen	45
4.6.5	Datenstrukturen und Verschlüsselung	45
4.6.6	Data Dictionary	45
4.6.7	Nachrichten	46
4.6.8	Netzwerkkommunikation	46
4.6.9	Punkt-zu-Punkt Kommunikation	47
4.6.10	Speicherung auf festen Medien	47
4.6.11	Applikationen für die Speicherung	47
4.6.12	Physische Medienformate	48
4.6.13	Print Management Punkt-zu-Punkt	48
4.6.14	Supplements	49
4.6.15	Correction Proposals	49

Kapitel 5 CHILI DICOM Implementierung 51

5.1	Vorhandene DICOM Routinen	51
5.1.1	Freie Quelltexte	51
5.1.1.1	UC Davis	51
5.1.1.2	Universität Oldenburg	52
5.1.1.3	Mallinckrodt Institute of Radiology	52
5.1.1.4	Sonstige	53
5.1.2	Kommerzielle Quelltexte	53
5.1.2.1	Merge	54
5.1.2.2	De Jarnette	54
5.2	Die Mallinckrodt Quelltexte	54

5.2.1	Vorteile der Mallinckrodt Quelltexte	55
5.2.2	Unterstützte Plattformen	55
5.2.3	Vorhandene Routinen.....	56
5.2.3.1	Basisroutinen	56
5.2.3.2	Beispielapplikationen	58
5.2.4	Gründe für Eigenentwicklungen	59
5.3	Konzepte der implementierten Routinen	60
5.3.1	Wartbarkeit.....	60
5.3.2	Erweiterbarkeit	62
5.3.3	Dokumentation	62
5.3.4	Benutzbarkeit	63
5.4	DICOM Implementierung	63
5.4.1	DICOM Server	64
5.4.1.1	Aufgaben	64
5.4.1.2	Besonderheiten	65
5.4.1.3	Implementierung.....	66
5.4.2	Query/Retrieve als User	68
5.4.2.1	Aufgaben	68
5.4.2.2	Besonderheiten	68
5.4.2.3	Implementierung.....	69
5.4.3	DICOM Datenbanktreiber.....	72
5.4.3.1	Aufgabe	72
5.4.3.2	Besonderheiten	72
5.4.3.3	Implementierung.....	74
5.4.4	Echo als User.....	76
5.4.4.1	Aufgabe	76
5.4.4.2	Besonderheiten	76
5.4.4.3	Implementierung.....	76
5.4.5	Store als User	77
5.4.5.1	Aufgaben	77
5.4.5.2	Besonderheiten	77
5.4.5.3	Implementierung.....	79
5.5	Conformance Statement.....	79
5.5.1	Implementation Model	79
5.5.1.1	Datenflußdiagramm der Applikationen	80
5.5.1.2	Funktionale Definition von Applikations Entities.....	81
5.5.2	Spezifikationen der Applikations Entities.....	81
5.5.2.1	Unterstützte SOP Klassen.....	81
5.5.2.2	Verbindungsaufbau.....	83
5.5.2.3	Verbindungsanfragen.....	83
5.5.2.4	Verbindungsannahme	85
5.5.3	Kommunikationsprofile	87
5.5.3.1	TCP/IP	87
5.5.3.2	Physische Medien	87
5.5.4	Erweiterungen und Spezialisierungen.....	88
5.5.5	Konfiguration	88

5.5.5.1	Applikationsname, Präsentationsadresse.....	88
5.5.5.2	Sicherheitsaspekte	88
5.5.5.3	Konfigurierbare Parameter	89
5.5.5.4	Erweiterte Buchstabensätze.....	89
5.6	Weitere wichtige Services	89
Kapitel 6	Ergebnisse	91
6.1	Das Teleradiologiesystem der 2. Generation: CHILI.....	91
6.2	Die Benutzbarkeit	92
6.3	Der Einsatz in der Praxis	93
Kapitel 7	Diskussion	97
Kapitel 8	Ausblick	99
Kapitel 9	Zusammenfassung	101
Anhang A: ER Diagramm		103
Anhang B: DICOMDIR		105
Literaturverzeichnis		109
Internet Referenzen		117
Abbildungsverzeichnis		121
Tabellenverzeichnis		123
Glossar		125
Index		135

1 Einleitung

In dieser Einleitung wird eine Übersicht über die einzelnen Kapitel der Arbeit gegeben. Dabei wird der grundlegende Aufbau der Arbeit erläutert und gesagt, warum es zu diesem Aufbau gekommen ist.

Zuerst erfolgt eine Einführung in das Thema, in der die Grundgedanken der Arbeit und die Anwendungsszenarien in den radiologischen Abteilungen der Krankenhäuser erläutert werden. Es wird dabei vor allem auf die Besonderheiten dieses Anwendungsbereiches eingegangen.

Und natürlich soll schon in dieser Einleitung ein Eindruck vermittelt werden, was DICOM (**D**igital **I**maging and **C**ommunications in **M**edicine) beinhaltet und wozu dieser Standard zur digitalen Bildverarbeitung und Bildkommunikation verwendet werden kann.

1.1 Motivation

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sind verschiedene DICOM Routinen entwickelt worden. Diese Programme können für die verschiedensten Aufgaben der digitalen Bildkommunikation benutzt werden.

Diese Routinen sind im Rahmen des Teleradiologieprojektes **CHILI** entstanden. Unter Teleradiologie versteht man dabei nicht nur das einfache Verschicken von Röntgenbildern oder Bildern von digitalen Modalitäten, sondern auch das gemeinsame, kooperative Bearbeiten von diesen Bildern, das räumlich verteilt stattfinden kann. Ein System, das diese Bereiche abdeckt, ist das Teleradiologiesystem **MEDICUS**, ein Vorgängersystem von **CHILI**. Bei der Entwicklung und dem Einsatz von **MEDICUS** wurden vor allem Erfahrungen mit der Teleradiologie gesammelt. Dabei wurde die Notwendigkeit klar, daß ein modernes Teleradiologiesystem möglichst stark an DICOM orientiert sein muß. Diese Erfahrungen wurden in das Teleradiologiesystem **CHILI** umgesetzt. Weitere Informationen über diese beiden Systeme sind in den Arbeiten von Schwab und Engelmann zu finden [Schwab 97], [Engelmann 96].

Wichtig für ein solches Teleradiologiesystem ist es vor allem, die Bilder direkt von den digitalen Modalitäten wie einem Computertomographen (CT) oder Magnetresonanztomographen (MR) zu empfangen und dies möglichst ohne einen Qualitätsverlust. Die Bilder sollen möglichst direkt nach der Aufnahme ohne große Verzögerungen übertragen werden. Dafür wird der DICOM Server und die weiteren Routinen, die im Rahmen dieser Diplomarbeit entwickelt wurden, eingesetzt.

Im Zusammenhang mit der Bildübertragung spielen **Kommunikationsstandards** eine wesentliche Rolle. Ohne derartige Standards, die es lange Zeit nicht gab, ist der Anschluß verschiedener Modalitäten sehr aufwendig. Hierauf wird im dritten Kapitel noch genau eingegangen. Jeder Hersteller hatte seinen eigenen "Standard", und teilweise arbeiteten noch nicht einmal Geräte eines Herstellers zusammen. Das ist leider heute noch oft der Fall.

Zum Beginn der Ära von CT und MR war diese Kommunikation noch nicht so wichtig, weil die damaligen Computer nur schwer eine umfangreiche digitale Kommunikation solcher großer Datenmengen zuließen. Ein Großteil der Kommunikation wie das Archivieren fand über analoge Filme statt. Auch die digitale Bildverarbeitung steckte zu dieser Zeit noch in den Kinderschuhen, und digitale Bilder wurden kaum weiterverarbeitet.

DICOM ist der erste weltweit verbreitete und vor allem auch akzeptierte Standard, der eine solche Kommunikation ermöglicht. Hervorgegangen ist DICOM aus den Standards der ACR/NEMA, die schon sehr verbreitet waren. Momentan haben zwar noch nicht alle Geräte eine DICOM Schnittstelle (nur etwa 15% sind DICOM-fähig), aber dieser Anteil wird steigen, weil es mittlerweile schwierig ist, Modalitäten ohne DICOM zu vermarkten. Theoretisch sollte es dann so einfach sein, ein solches Gerät in einem Netzwerk anzuschließen, wie das heute bei einem Fernseher im Wohnzimmer der Fall ist.

Leider ist der Anschluß der Modalitäten heute noch nicht so einfach, da DICOM ein sehr komplexer Standard ist. Es ist eine große Menge an Vorwissen nötig, um wirklich effektiv DICOM Programme entwickeln zu können. Der Standard ist extrem umfangreich und wird vor allem ständig weiterentwickelt und erweitert. Man muß sich regelmäßig über die Änderungen informieren, um auf einem aktuellen Stand zu sein. Hierzu gibt es leider kaum gute Bücher, die auch erhältlich sind. Teilweise sind sie zu alt und teilweise einfach "out of print" [Weaver 94]. Zum Glück gibt es im Internet eine Menge an Referenzen, auf denen die aktuellen Entwicklungen und Veränderungen gezeigt werden. Hierbei ist besonders der Webserver von David Clunie zu erwähnen [<http://www.rahul.net/dclunie/html/>]. Desweiteren gibt es im Internet ein paar gute Einführungen in DICOM, wie das DICOM Cookbook von Philips [Revet 97]. Nur mit Printmedien ist ein ordentliches Arbeiten mit DICOM nicht möglich.

Ein anderes Problem bei DICOM ist, daß der Standard in verschiedenen Bereichen etwas auslegungsfähig ist, und sich nicht alle Hersteller genau an diesen Standard halten. Das führt natürlich zu Problemen. Je mehr die gesamte Kommunikation über DICOM läuft, umso mehr werden sich die Hersteller anpassen müssen. Ein paar dieser Probleme sind in dem Vortrag von Ratib zusammengefaßt [Ratib 96].

Immerhin ist DICOM von den verschiedenen nationalen und internationalen Normungsgremien wie der JIRA in Japan und der CEN in Europa sowie den amerikanischen Behörden (ANSI) abgenommen. Somit ergibt sich die Chance für einen umfassenden und vor allem weltweiten Standard.

Da die Großgerätehersteller ebenfalls an dem Standard mitgearbeitet haben und weiter mitarbeiten werden, ist auch von dieser Seite keine (technische) Opposition zu erwarten. Es