Qualität von DICOM-Informationen in Bilddaten aus der klinischen Routine

Michael Kohnen, Henning Schubert, Berthold B. Wein, Rolf W. Günther, Jörg Bredno[a], Thomas M. Lehmann[a] und Jörg Dahmen[b]

Klinik für Radiologische Diagnostik
Email: {kohnen, schubert, wein, guenther}@rad.rwth-aachen.de

[a] Institut für Medizinische Informatik, RWTH Aachen
Email: {jbredno, tlehmann}@mi.rwth-aachen.de

[b] Lehrstuhl für Informatik VI, RWTH Aachen
Email: dahmen@informatik.rwth-aachen.de

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH), 52057 Aachen

Zusammenfassung. In der medizinischen Diagnostik wird in zunehmendem Maße das DICOM-Format bei digitalen Modalitäten verwendet. Diese Arbeit untersucht, inwieweit der DICOM-Standard in der Version 3.0 von 1999 eingehalten wird und damit Informationen aus den DICOM-Headern über die aufgenommene Region des Körpers zu einer zuverlässigen automatischen Kategorisierung des Bildmaterials verwendet werden können. Dazu wurden Bilder aus der klinischen Routine von insgesamt 4 verschiedenen digitalen Modalitäten der Klinik für Radiologische Diagnostik der RWTH Aachen untersucht.
Bisher können DICOM-Informationen nicht für eine zuverlässige Kategorisierung des Bildmaterials verwendet werden. Dies hat zwei wesentliche Gründe: nur bei 1 von 4 untersuchten Geräten sind die benötigten Informationen in den Headern enthalten. Zusätzlich kommt es in der klinischen Routine durch das medizinische Personal mit einer Häufigkeit von 15,5% zu konfigurationsbedingten Fehlbelegungen der relevanten DICOM Einträge.

1 Einleitung

In der medizinischen Diagnostik wird bei digitalen Modalitäten zunehmend das DICOM-Format zur Speicherung der Bilddaten verwendet. DICOM-Daten enthalten neben der reinen Bildinformation zusätzliche Informationen über die aufgenommene Körperregion sowie Aufnahmeparameter, Patientenstammdaten und gerätespezifische Einstellungen, die in definierten DICOM-Tags abgelegt sind.

Die hier vorgestellte Untersuchung zur Korrektheit und Vollständigkeit von DICOM-Daten wurde im Rahmen des IRMA-Projektes [1, 2, 3] (Image Retrieval in Medical Applications) durchgeführt. Innerhalb dieses Vorhabens wird eine automatische Kategorisierung radiologischen Bildmaterials vorgenommen. Die hier vorgestellte Analyse soll zeigen, inwieweit DICOM-Informationen für diese Kategorisierung verwertbar sind. Weiterhin soll aufgezeigt werden, in welchem Rahmen der DICOM-Standard bei verschiedenen Aufnahmemodalitäten eingehalten wird.

2 Methoden

Für die Untersuchung standen verschiedene Aufnahmegeräte der Klinik für Radiologische Diagnostik der RWTH Aachen zur Verfügung. Tabelle 1 enthält die Art des Gerätes sowie Baujahr, Stand der installierten Softwareversion und Anzahl der untersuchten Bilder des Gerätes.

Gerät	Baujahr	Softwareversion	Anz. Bilder
Computertomograph (CT1)	1996	1999	462
Computertomograph (CT2)	1999	Aug. 2000	580
Magnetresonanztomograph (MR1)	1995	Dez. 1999	35
Magnetresonanztomograph (MR2)	1999	Jun. 2000	7
Summe			1084

Tabelle 1. Untersuchte Modalitäten

Insgesamt wurden die Inhalte von 1084 Bildern bezüglich ihrer Kompatibilität mit dem DICOM-Standard überprüft. Die Bilder wurden aus der klinischen Routine entnommen. Die Überprüfungen, die die aufgenommenen Körperregionen betreffen, wurden von Fachärzten mittels eines Vergleichs von Bildinhalt und den einzelnen DICOM-Tags durchgeführt.

Der Arbeit liegt der DICOM Standard in der aktuellen Version 3.0 von 1999 zugrunde [4]. Informationen über die dargestellten anatomischen Strukturen können im Tag *Body Part Examined* als Schlüsselwort aus einer festgelegten Liste von 25 verschiedenen Regionen "SKULL, CSPINE, TSPINE, LSPINE, SSPINE, COCCYX, CHEST, CLAVICLE, BREAST, ABDOMEN, PELVIS, HIP, SHOULDER, ELBOW, KNEE, ANKLE, HAND, FOOT, EXTREMITY, HEAD, HEART, NECK, LEG, ARM, JAW" oder im Tag *Anatomical Structure* abgelegt werden, wobei hier die SNOMED Codierung (internationaler Standard für medizinische Nomenklatur Version 3.5 von 1998) [5] als Inhalt empfohlen, aber nicht festgeschrieben wurde. Der DICOM-3 Standard schreibt jedoch eine Verwendung des letztgenannten Tags *Anatomical Structure* nicht zwingend vor. Verpflichtend ist zur Lokalisation von dargestellten Strukturen nur das Tag *Image Position*, welches Koordinatenangaben über die Positionierung des Bildes enthält.

3 Ergebnisse

Dieser Abschnitt enthält nach den Geräten in Tabelle 1 aufgeschlüsselt, inwiefern der DICOM-Standard von 1999 eingehalten wird. Weiterhin wird angegeben, ob bestimmte Tags wie *Body Part Examined* und *Anatomical Structure*, die für die Bestimmung der aufgenommenen Körperregion benötigt werden, gesetzt sind.

3.1 Computertomograph CT1

Bei allen 462 von diesem Gerät stammenden Bildern ist das Tag *Recognition Code* auf "ACR-NEMA 1.0" gesetzt. Dabei handelt es sich um einen veralteten Standard von 1985 [6], einem Vorgänger des DICOM-Standards, der ein Setzen des Tags *Body Part Examined* nicht vorsieht. Durch die Benutzung des ACR-NEMA Standards findet die SNOMED-Nomenklatur in Verbindung mit Tag *Anatomical Structure* ebenfalls keine Verwendung. Somit kann bei diesem Gerät anhand der DICOM-Information nicht festgestellt werden, welche Körperregion aufgenommen wurde.

Die Bilder dieses Gerätes enthalten darüber hinaus zusätzliche Tags wie *Repitition Time* und *Inversion Time*, wie sie eigentlich für Magnetresonanzaufnahmen benötigt werden. Das Setzen solcher Tags in CT-Bildern ist nach dem aktuellen DICOM-Standard nicht zulässig.

3.2 Computertomograph CT2

Bei den 580 Bildern von diesem Gerät war lediglich das Tag *Body Part Examined* gesetzt, das optionale Tag *Anatomical Structure* wurde nicht verwendet. Insgesamt ist bei diesem Gerät der DICOM-3 Standard eingehalten worden. Daher ist hier auch eine differenziertere Analyse der Einträge des Tags *Body Part Examined* möglich.

Für die jeweilige medizinische Fragestellung werden in der klinischen Routine Standarduntersuchungsschemata (Protokolle) verwendet, die eine bestimmte Parametrierung der Aufnahmemodalitäten einschließen. Diese Information wird hier für die Belegung des Tags *Body Part Examined* verwendet.

Tabelle 2 zeigt, daß bei 90 von 580 Bildern der Inhalt des Tags nicht mit der tatsächlich abgebildeten Körperregion übereinstimmt, was einer Fehlerrate von 15.5% entpricht. Die Tabelle enthält der Übersichtlichkeit halber nur die Schlüsselworte, die in den DICOM-Headern, der betrachteten Bilder, gefunden wurden.

3.3 Magnetresonanztomographen MR1 und MR2

Diese beiden Geräte stimmten bei der Belegung und dem Vorhandensein der relevanten DICOM-Tags überein, so daß sie hier zusammengefaßt werden können.

Beide Geräte enthalten weder das Tag *Anatomical Structure* noch wurde das Tag *Body Part Examined* gesetzt. Daher ist eine Bestimmung der aufgenommenen Körperregion anhand der DICOM-Information bei beiden Geräten nicht

Region	Anzahl	Falsche Einträge									
		ABDOMEN	BREAST	CHEST	EXTREMITY	HEAD	NECK	PELVIS	SHOULDER	SSPINE	Summe
ABDOMEN	231	×	0	0	15	0	0	0	0	0	15
BREAST	113	9	×	0	2	8	0	0	0	0	19
CHEST	169	30	1	×	0	20	0	0	0	0	51
EXTREMITY	4	0	0	0	×	0	0	0	0	0	0
HEAD	6	0	0	0	0	×	0	0	0	0	0
NECK	22	0	0	1	0	0	×	3	0	0	4
PELVIS	2	0	0	0	0	0	0	×	0	0	0
SHOULDER	4	0	0	0	0	0	0	0	×	0	0
SSPINE	29	1	0	0	0	0	0	0	0	×	1
Summe	580	40	1	1	17	28	0	3	0	0	90

Tabelle 2. Belegungen des Tags *Body Part Examined* bei Gerät CT2.

möglich. Weiterhin ist bei beiden Geräten das Tag *Recognition Code* ebenfalls nicht gesetzt, so daß hier nicht eindeutig festgestellt werden kann, welchen Standard das Gerät unterstützt.

4 Diskussion

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die übermittelten DICOM-Informationen zur automatischen Kategorisierung des Bildmaterials hinsichtlich der untersuchten Körperregion nicht zuverlässig verwendet werden können. Nach unserer Analyse ist bei 3 von 4 Geräten kein auswertbares Tag vorhanden. Beim untersuchten Gerät CT2 weisen die gesetzten Tags in 15.5% der Fälle falsche Einträge auf. Aus der Auswahl eines Protokolls wird bei allen Geräten auf die dargestellten anatomischen Regionen geschlossen, da eine manuelle Eintragung in der klinischen Routine inakzeptabel zeitaufwendig ist und insbesondere der Standard selbst keine Vorgaben macht, welche Datenquellen einbezogen werden sollen. Dies führt dazu, daß Einträge entweder fehlen oder aus dem verwendeten Protokoll vorgegeben werden, so daß lediglich das nicht differenzierte Tag *Body Part Examined* verwendet werden kann. Verpflichtend ist lediglich das Tag *Image Position*, welches jedoch keine Information über die dargestellten anatomischen Strukturen enthält. Freitexteinträge, wie beim Tag *Study Description* können ebenfalls für eine Kategorisierung nicht verwendet werden, da hier keine einheitliche Nomenklatur vorgeschrieben ist.

Zur Untersuchung eines Patienten werden oft Protokolle verwendet, die für eine Fragestellung und Untersuchung die bestmögliche Information und Bildqualität liefern. In diesem Fall kann die zu einem Protokoll abgelegte Information über die Körperregion von der tatsächlich untersuchten Region abweichen. Dies kann beispielsweise dazu führen, daß eine Thoraxuntersuchung mit eingestelltem Abdomenprotokoll durchgeführt wird, so daß die Tags der Thoraxschichtbilder zur Körperregion fälschlicherweise "ABDOMEN" anstatt "CHEST" lauten. Daher sind im vorliegenden Format die DICOM-Informationen zur untersuchten Körperregion auch als Unterstützung für eine automatische Bildkategorisierung nicht verwertbar.

5 Resümee

Zur Verbesserung der Informationsqualität muß einerseits der DICOM-Standard konsequenter umgesetzt werden, andererseits ergeben sich Schwierigkeiten durch die Wahl der Aufnahmeparameter, die sich in der klinischen Routine auf die bestmögliche Einstellung der wählbaren Parameter konzentriert. Daher ist eine zuverlässige Kategorisierung des Bildmatierials anhand von DICOM-Informationen nicht möglich, so daß eine inhaltsbasierte Kategorisierung, wie im IRMA Projekt verwirklicht, notwendig ist.

Literatur

1. Lehmann T, Wein B, Dahmen J, Bredno J, Vogelsang F, Kohnen M: Ein strukturiertes Konzept zum inhaltsbasierten Zugriff auf medizinische Bildarchive. Proc. BVM 2000, S. 218-222.
2. Dahmen J, Keysers D, Motter M, Ney H, Lehmann T, Wein B: An Automatic Approach to Invariant Radiograph Classification, wird erscheinen in Proc. BVM 2001, Lübeck, Germany, March 2001.
3. Dahmen J, Lehmann T, Spitzer K, Ney H: Image Retrieval für klinische Bilddatenbanken. Proc. BVM 1998, S. 442-446.
4. Digital Communications in Medicine (DICOM). Final Draft, National Electrical Manufacturers Association (NEMA), USA 1999.
5. Wingert F: Snomed-Systematisierte Nomenklatur der Medizin. Springer Verlag, Berlin, 1984.
6. ACR-NEMA Standards Publication No. 300-1985, National Electrical Manufacturers Association (NEMA), USA 1985.