DICOM Presentation States

ein neuer Dienst für die digitale Bildverteilung und Softcopy-Befundung

Marco Eichelberg, Jörg Riesmeier, Klaus Kleber+, Jörg Holstein+,
Dietrich H. W. Grönemeyer+, Peter Jensch*

Kuratorium OFFIS e.V.
Escherweg 2, 26121 Oldenburg
+ Institut für Mikrotherapie
Universitätsstraße 142, 44799 Bochum
* Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg
Fachbereich Informatik, 26111 Oldenburg
Email: eichelberg@offis.de

Zusammenfassung. Der DICOM-Standard ermöglicht es, heterogene Bildmanagement-Netzwerke (PACS) zu realisieren, in denen Modalitäten, Informationssysteme und Arbeitsplatzrechner verschiedener Hersteller zusammenspielen. Eine neue Erweiterung von DICOM erlaubt es, zusammen mit den medizinischen Bildern sogenannte "Presentation States" zu speichern und zu übertragen – Objekte, die präzise beschreiben, wie die Bilder auf einem Monitor dargestellt werden sollen. Mögliche Anwendungen hierfür sind die genauere Dokumentation bei der filmlosen Befundung, Bildverteilung im Klinikum wie auch die Teleradiologie.

Schlüsselwörter: DICOM, Presentation States, Bildverteilung, Softcopy

1 Einführung

Der DICOM-Standard [1] definiert, wie medizinische Bilder verschiedener Modalitäten so gespeichert und ausgetauscht werden können, daß die medizinisch relevanten Zusatzinformationen zum Bild erhalten bleiben (z. B. demographische Daten des Patienten, Strahlungsdosis, Kontrastmittelgabe oder Datum und Uhrzeit der Aufnahme). Solche bildbezogenen Daten werden in den "Header" jedes DICOM-Bildes geschrieben, um sicherzustellen, daß der Zusammenhang zwischen Bild und Kontext nie verloren geht. Bei üblichen PACS-Konfigurationen senden alle Modalitäten die Bilder nach der Aufnahme an das Archiv. Das Archiv speichert die Bilder dauerhaft, sendet sie eventuell auch gleich an den dafür vorgesehenen Befundungsarbeitsplatz weiter. Im Gegensatz zur Befundung von konventionellem Film werden bei digitalen Bildern in aller Regel Verfahren der Bildverarbeitung zur Befundung eingesetzt. Die Orientierung der Bilder muß (z. B. bei Speicherfoliensystemen) gelegentlich korrigiert werden und die Anpassung des Kontrastbereichs ("Window Level and Width") ist allgegenwärtig. Diese Einstellungen bestimmen die optische Erscheinung ("Präsentation") des Bildes auf dem Monitor und machen das Bild häufig überhaupt erst befund-

bar. Leider ist es aber in der Regel nicht möglich, diese Einstellungen permanent im Archiv zu speichern. Daher ist es zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr möglich, zu rekonstruieren, was genau der Radiologe gesehen hat, als er das Bild befundete. Zudem müssen die Anzeigeparameter nach jeder Abfrage des Bildes aus dem Archiv neu eingestellt werden.

2 DICOM Softcopy Presentation States

Eine neue Erweiterung des DICOM-Standards namens "Grayscale Softcopy Presentation State Storage" [2] versucht, die beschriebenen Probleme zu lösen. Zu diesem Zweck wird ein neues DICOM-Objekt definiert, welches einen umfangreichen Satz von Parametern enthält, die beschreiben, wie ein bestimmtes Bild (oder eine Gruppe von Bildern, z. B. eine Serie oder Studie) auf einem Monitor angezeigt werden soll. Dieses neue, "Presentation State" genannte Objekt enthält nur Referenzen zu den Bildern, auf die es sich bezieht, und keine Kopie der Bilddaten. Presentation States sind daher sehr klein (typischerweise ein paar KBytes) und können mit minimalem Aufwand gespeichert oder übertragen werden. Da Presentation States sich gut in das bestehende DICOM-Informationsmodell einfügen, können diese Objekte mit den bestehenden DICOM-Diensten übertragen, gespeichert und von einem Archiv angefordert werden. An bestehenden Archivsystemen sind dazu nur geringe Änderungen notwendig. Die im folgenden beschriebenen Parameter können dabei in einem Presentation State abgelegt werden.

2.1 Transformationen des Grauwertbereichs

Diese Transformationen beschreiben, wie die DICOM-Bilddaten in ein perzeptiv lineares Bild der ausgewählten Fensterung ("Window Level and Width") umgewandelt werden. Der erste Schritt, die Modalitäts-Transformation, wandelt dabei die Bilddaten von einem herstellerspezifischen Format in ein herstellerunabhängiges Format um, z. B. Hounsfield für CT. Der zweite Schritt, in DICOM als "Value of Interest"-Transformation bezeichnet, wählt die gewünschte Fensterung. Der dritte Schritt, die sogenannte Präsentations-Transformation, ermöglicht es, eine zusätzliche nichtlineare Bildtransformation zu spezifizieren, etwa eine organabhängige Anhebung bestimmter Grauwertbereiche, wie sie bei einigen Speicherfoliensystemen verwendet wird.

2.2 Räumliche Transformationen

Bilder können gedreht und gespiegelt werden (z. B. für digitale Radiographie). Bilder oder Bildausschnitte können vergrößert werden, indem ein Vergrößerungsfaktor oder ein darzustellender Bildbereich angegeben wird. Es ist auch möglich, das Bild mit seiner echten "physikalischen" Größe anzuzeigen, falls diese bekannt ist, was etwa bei Schichtbildverfahren normalerweise der Fall ist.

2.3 Grafische Annotationen

Bilder können mit grafischen oder textuellen Anmerkungen versehen werden, etwa um bestimmte Bildbereiche hervorzuheben oder um Stellen zu markieren, an denen Messungen im Bild durchgeführt wurden. Diese Anmerkungen werden über das Bild gelegt, können aber – im Gegensatz zu fest "eingebrannten" Grafiken wie sie etwa bei Ultraschall üblich sind – bei Bedarf abgeschaltet werden. Sogenannte "Shutter" erlauben es, Randbereiche des Bildes abzudecken, z. B. nicht belichtete Teile eines Röntgenbildes.

3 Standardisierung der Bilddarstellung

Die mit [2] erfolgte präzise Definition der DICOM-Grauwerttransformationen ermöglicht es, eine konsistente Darstellung desselben Bildes auf unterschiedlichen Ausgabegeräten (Monitoren, Laserkameras) verschiedener Hersteller zu erreichen. Zu diesem Zweck müssen die Ausgabegeräte allerdings nach einem einheitlichen Verfahren kalibriert werden. Auch hierzu enthält der DICOM-Standard mit der "Grayscale Standard Display Function" (GSDF) [3] einen Vorschlag.

Bei der Kalibrierung wird die Helligkeitsverteilung des Ausgabegerätes mit einem Photometer vermessen und mit einer mathematisch beschriebenen "idealen" Helligkeitsverteilung verglichen. Schließlich wird eine Korrekturfunktion berechnet, welche die Abweichung des Ausgabegerätes von der Norm durch entsprechende Aufbereitung des Bildes ausgleicht.

Abbildung 1 zeigt die gemessene Helligkeitsverteilung (CC) eines realen Monitors und die durch die GSDF beschriebene Verteilung, die ein "idealer" Monitor haben müßte, um vom menschlichen Auge so wahrgenommen zu werden, daß die Helligkeitsabstände zwischen benachbarten Graustufen immer gleich groß wirken.

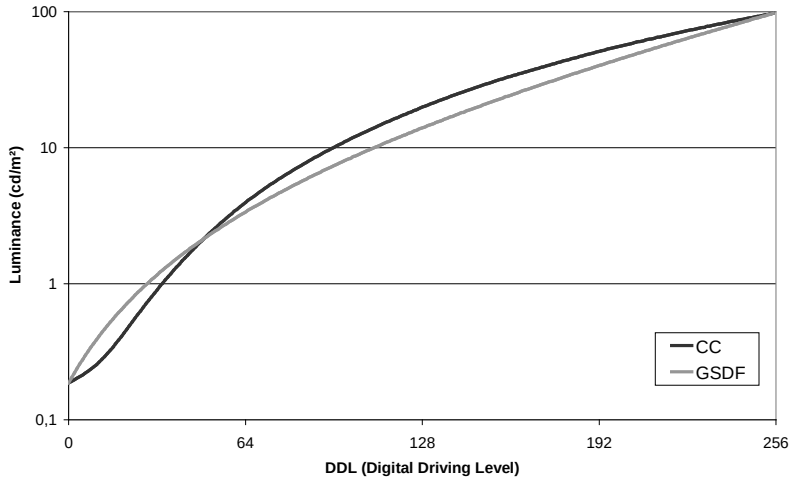

Abb. 1. Standardfunktionen für die Darstellung von Grauwertbildern

4 Prototyp-Implementierung

Um die Umsetzbarkeit des vorliegenden Entwurfs zu "Presentation States" zu überprüfen und um die möglichen Anwender frühzeitig über die kommenden Neuerungen zu informieren, hat das DICOM-Komitee eine Prototyp-Implementierung von DICOM-Presentation States in Auftrag gegeben. Diese Software wurde auf dem Europäischen Radiologiekongress ECR 1999 sowie auf der RSNA infoRAD 1999 der Öffentlichkeit vorgestellt. Gezeigt wurde ein simulierter radiologischer Workflow (Abbildung 2), bei dem Bilder von einer Modalität erzeugt und an einen Diagnostik-Arbeitsplatz geschickt wurden, der mit einem hochauflösenden Monochrom-Monitor ausgerüstet war. Dort wurden Presentation States erstellt und zusammen mit den Bildern an den dritten, "klinischen" Arbeitsplatz weitergeschickt – ein PC mit handelsüblichem Farbmonitor, der allerdings nach [3] kalibriert wurde.

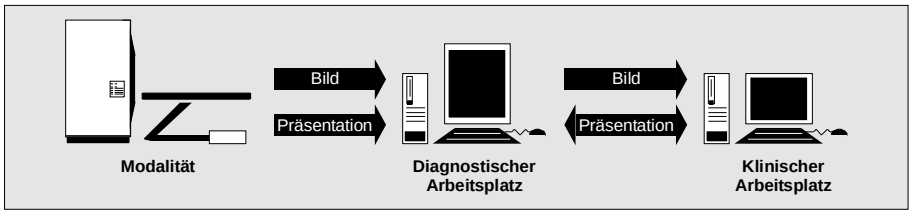

Abb. 2. Simulierter radiologischer Workflow der Presentation-State-Demonstration

Das gezeigte Szenario dürfte zum einen ein typisches Einsatzgebiet von Presentation States darstellen (Bildverteilung im Klinikum), zum anderen erlaubt es den direkten Vergleich der Bilddarstellung zwischen Monitoren mit sehr unterschiedlicher Charakteristik, insbesondere im Zusammenhang mit der Kalibrierung. Die für diese Demonstration entwickelte Software ist im Internet inklusive der Quelltexte frei verfügbar [4,5].

5 Diskussion

Verschiedene Anwendungsgebiete für Presentation States bieten sich an. Obwohl die meisten Radiologen, die sich auf der ECR- und RSNA-Demonstration über Presentation States informierten, diese für eine nützliche Sache hielten, gingen die Meinungen darüber, wozu man sie in erster Linie einsetzen würde, weit auseinander. Hier einige mögliche Szenarien:

- Verbesserte Dokumentation bei der filmlosen Befundung: Bei der konventionellen Befundung von Film dokumentiert der Film selbst, auf der Basis welcher Informationen ein Radiologe seine Entscheidungen getroffen hat. Bei der filmlosen Befundung hingegen gibt es nur ein digitales Bild, das auf unterschiedliche Arten visualisiert werden kann – zum Beispiel mit unterschiedlichen Einstellungen von Window Level/Width. Da solche Einstellungen bislang nicht archiviert werden, ist später kaum nachzuvollziehen, was auf dem Bild eigentlich zu sehen war. Pre-

sentation States erlauben es, diese Information mit minimalem Aufwand dauerhaft zu archivieren und damit zu dokumentieren.

- Bildverteilung an klinische Abteilungen: Mit einer durchgängigen Unterstützung von Presentation States läßt sich sicherstellen, daß Bilder, die von der Radiologie in digitaler Form an zuweisende klinische Abteilungen verschickt werden, immer mit "vernünftigen" Einstellungen (Fensterung, Orientierung usw.) dargestellt werden. Annotationen ermöglichen es, auf wichtige Details im Bild hinzuweisen.
- Teleradiologie: Da Presentation States sehr klein sind (Übertragungszeit mit ISDN typischerweise weniger als 0.5s), sind sie gut für Teleradiologie-Anwendungen geeignet, bei denen Bilder vorab übertragen werden und nur Presentation States "online" zurückgeschickt werden, z. B. zusammen mit einem Kurzbefund.

6 Fazit

Die Möglichkeit, die Parameter der Bilddarstellung zu speichern und zwischen Workstations bzw. DICOM-Viewern verschiedener Hersteller austauschen zu können, ist eine Neuerung für die PACS-Welt, ebenso wie die Möglichkeit zum Austausch und Versand grafischer Annotationen. Dennoch ist der vorliegende Entwurf zu "Presentation States" noch sehr einfach gehalten: Es gibt bislang keine Möglichkeit, Bemaßungen, Winkel usw. so als Annotation abzuspeichern, daß ein anderes System sie auch wieder als Winkel oder Strecken erkennt. Farbbilder werden noch gar nicht unterstützt – für die Radiologie sicherlich nicht allzu problematisch, für andere Fachgebiete wie etwa die Ophtalmologie natürlich ein Problem. Schließlich gibt es auch noch keine Möglichkeit, komplexere Bildschirm-Layouts mit mehreren gleichzeitig sichtbaren Bildern zu spezifizieren, wie sie bei der Befundung von Schichtbildern üblich sind. Das alles steht noch auf dem Arbeitsplan der Arbeitsgruppe "Display" des DICOM-Komitees, die für den vorliegenden Entwurf verantwortlich ist.

Dennoch scheinen Presentation States insgesamt eine nützliche Erweiterung von DICOM zu sein – speziell im Bereich der Befundung digitaler Röntgenbilder, bei der die genannten Einschränkungen kaum eine Rolle spielen. Es bleibt abzuwarten, ob und in welchem Zeitraum Presentation States in kommerziellen Produkten verfügbar werden.

7 Literatur

1. NEMA Standards Publications PS 3-1998, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), National Electrical Manufacturers Association, Rosslyn, VA, 1998.
2. DICOM Standards Committee, Working Group 11 Display: Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), Supplement 33: Grayscale Softcopy Presentation State Storage, Final Text, September 1999.
3. NEMA Standards Publications PS 3.14-1998, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), Part 14: Grayscale Standard Display Function, National Electrical Manufacturers Association, Rosslyn, VA, 1998.
4. OFFIS DICOM-Projekt, http://www.offis.de/projekte/dicom/
5. Institut für MikroTherapie, http://www.microtherapy.de/go/dicomscope