



Fakultät II – Informatik, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften
Department für Informatik

Ein generisches Verfahren zur adaptiven Visualisierung von strukturierten medizinischen Befundberichten

Dissertation zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften

von

Dipl.-Inform. Jörg Riesmeier

Gutachter:

Prof. Dr. Peter Jensch
Prof. Dr. Reinhold Haux

Tag der Disputation: 20. Oktober 2005

Kurzfassung

Eine detaillierte, medizinische Dokumentation ist die Grundvoraussetzung für eine zeitgemäße, qualitätsgesicherte Behandlung von Patienten. Auch wenn die Form, in der dies geschieht, bislang wenig standardisiert ist, so sind bestimmte Angaben schon deshalb erforderlich, weil sie zur Erfüllung gesetzlicher Vorgaben, etwa im Rahmen der Qualitätssicherung, oder für die Abrechnung benötigt werden. Strukturierte Dokumente, die zudem eine einheitliche Terminologie verwenden, haben hier den Vorteil, daß sie zuverlässig automatisch ausgewertet werden können und damit die erforderlichen Angaben im allgemeinen ohne zusätzlichen Aufwand zur Verfügung stehen.

Strukturierte medizinische Befundberichte haben jedoch ebenso wie andere elektronische Dokumente den Nachteil, daß sie nicht unmittelbar betrachtet werden können. Um den Inhalt aus strukturierten Einzelinformationen einem menschlichen Betrachter zugänglich zu machen, ist daher immer ein Prozeß des Sichtbarmachens erforderlich. Bei dieser Visualisierung ist sicherzustellen, daß die Inhalte so dargestellt werden, daß dem Betrachter alle notwendigen Informationen zur Verfügung stehen, um zur gleichen medizinischen Interpretation zu gelangen wie der Ersteller des Dokuments. Wenn dieses Angemessenheitskriterium nicht erfüllt ist, kann dies Auswirkungen auf die Behandlung des Patienten haben. Existierende Visualisierungsverfahren beschränken sich daher auf die Unterstützung von wenigen, vorwiegend einfach strukturierten Dokumenten.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Verfahren entwickelt, das es erlaubt, beliebige strukturierte Dokumente in angemessener Weise zu visualisieren. Das grundlegende Konzept basiert auf einer Vereinheitlichung des Visualisierungsprozesses. Das strukturierte Dokument wird hierzu schrittweise transformiert, wobei bestimmte Teilstrukturen auf geeignete Darstellungskomponenten abgebildet und schließlich in eine visuell erfassbare Darstellung überführt werden. Die Verarbeitung erfolgt dabei weitgehend generisch. Entscheidend für die Qualität des Visualisierungsergebnisses ist daher die Wissensbasis, die der Transformation zugrundeliegt. Diese strikte Trennung erlaubt es zum einen, das Verfahren auf unterschiedliche Dokumentenformate anzuwenden, und zum anderen, das Wissen separat zu erweitern und anzupassen. Letzteres ist von besonderer Bedeutung, da an der Entwicklung Experten aus unterschiedlichen Domänen beteiligt sind.

Das erarbeitete Konzept wurde am Beispiel des Standard-Austauschformats DICOM Structured Reporting auch praktisch umgesetzt. Die Evaluation der prototypischen Implementierung hat gezeigt, daß es mit Hilfe des vorgestellten Ansatzes prinzipiell möglich ist, unterschiedlich strukturierte Dokumente in angemessener Weise zu visualisieren. Als problematisch hat sich vor allem die Klassifikation von bekannten Teilstrukturen in einem Dokument herausgestellt. Hintergrund ist die große Flexibilität, die der DICOM-Standard für die Definition von solchen „Templates“ vorsieht. Darüber hinaus kann der Mechanismus, der dafür vorgesehen ist, die in einem Dokument verwendeten Templates zu markieren, nur in bestimmten Fällen eingesetzt werden. Es werden daher Änderungen am DICOM-Standard vorgeschlagen, um die Klassifikation zukünftig zu erleichtern und zuverlässiger zu gestalten.

Das neue Verfahren versteht sich als ein Schritt zur Verbesserung der Interoperabilität von strukturierten medizinischen Befundberichten: Anbieter von Befundungsarbeitsplätzen müssen ihre Produkte nicht mehr wie bisher individuell für bestimmte Klassen von Dokumenten anpassen und können damit dem Bedarf nach einer allgemeinen Arbeitsstation für Mediziner nachkommen.

Abstract

A detailed medical documentation is a prerequisite for an up-to-date, quality-assured treatment of patients. Even though the form of documentation has only been standardized to a little extent so far, documentation of certain data is already mandatory in order to fulfill legal requirements, e. g. for quality assurance and for billing purposes. In this context, structured documents using a consistent terminology provide the advantage that they can be evaluated automatically in a reliable manner and that, therefore, required data is generally available without additional effort.

However, structured medical reports like other electronic documents have the disadvantage that they cannot be viewed directly. In order to make the content of structured information accessible to a human observer, a visualization process is always necessary. During this process it has to be ensured that the contents are displayed in a way so that all information required to come to the same medical interpretation as the creator of the document is available to the observer. If this criterion of adequacy is not fulfilled, effects on the treatment of the patient are possible. Therefore, existing visualization methods restrict their support to a few, predominantly simply structured documents.

Within the scope of this work a method has been developed that allows for a visualization of arbitrary structured documents in an adequate manner. The concept is based on the unification of the visualization process. For this purpose, the structured document is transformed successively: particular sub-structures are mapped to appropriate display components and, finally, transferred into a visually perceivable presentation. Since the processing is mainly performed in a generic manner, the underlying knowledge is critical for the quality of the visualization result. This strict separation allows on the one hand for an application of this method to different document formats, and on the other hand for a separate expansion and adaptation of the knowledge. The latter is of particular importance since experts from different domains are involved in the development.

The developed concept has been implemented practically considering the standard exchange format DICOM Structured Reporting as an example. The evaluation of the prototypical implementation showed that the presented approach in principle allows to visualize differently structured documents in an adequate manner. Especially, the classification of known sub-structures in a document turned out to be problematic. The reason for this problem is the great flexibility that the DICOM standard provides for such "templates". In addition, the mechanism that is intended to mark the templates that are used in a document can only be applied in specific cases. Therefore, modifications to the DICOM standard are proposed in order to facilitate the classification and to make it more reliable in the future.

The new method can be understood as a step towards the improvement of interoperability of structured medical reports. Vendors of reporting workstations no longer need to adapt their products individually for particular classes of documents. This way, they can meet the demands for general purpose workstations for physicians.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Visualisierung	2
1.2	Zielsetzung der Arbeit	6
1.3	Gliederung der Arbeit	7
2	Medizinische Befundberichte	9
2.1	Medizinische Dokumentation	9
2.1.1	Grundlagen	9
2.1.2	Wichtige Formen	13
2.1.3	Anwendung	16
2.2	Medizinische Linguistik	19
2.2.1	Grundlagen	19
2.2.2	Medizinische Fachsprache	20
2.2.3	Anwendung	22
2.3	Medizinische Begriffsordnungen	23
2.3.1	Grundlagen	23
2.3.2	Medizinische Ordnungssysteme	27
2.4	Strukturierte Dokumente in der Medizin	29
2.4.1	Vom Freitext zum strukturierten Dokument	29
2.4.2	Vorteile der Strukturierung	31
2.4.3	Strukturierte Befundberichte	33
3	DICOM Structured Reporting	35
3.1	Einführung in den DICOM-Standard	35
3.1.1	Aufbau des Standards	35
3.1.2	Informationsmodell	37
3.1.3	Datenstrukturen	39
3.1.4	Netzwerkdienste	42
3.1.5	Weitere Dienste und aktuelle Entwicklungen	44
3.2	Konzepte von DICOM Structured Reporting	49
3.2.1	Hintergrund und Geschichte	50
3.2.2	Konzepte	52
3.2.3	Datenstrukturen	53
3.2.4	Codes und Templates	61
3.2.5	Dokumenten-Management	77
3.2.6	Konformität	83
3.2.7	Sicherheitsaspekte	85
3.2.8	Anwendungsbereiche	87
3.2.9	Aktuelle Entwicklungen	90

3.3	Praktische Erfahrungen	93
3.3.1	Prototypische Umsetzungen	93
3.3.2	Validierung von DICOM Structured Reporting-Dokumenten	98
3.3.3	DICOM Structured Reporting in der klinischen Praxis	100
3.3.4	Zusammenfassende Bemerkungen	101
4	Visualisierung strukturierter Dokumente	103
4.1	Anforderungen	103
4.1.1	Allgemein	103
4.1.2	Medizinische Dokumente	105
4.2	Ausgewählte Ansätze	106
4.2.1	Allgemein	106
4.2.2	DICOM Structured Reporting	112
4.2.3	HL7 Clinical Document Architecture	122
4.2.4	Weitere Ansätze	124
4.3	Vergleich und Bewertung	125
4.3.1	Vergleich und Bewertung	125
4.3.2	Einschränkungen existierender Ansätze	127
5	Ein generisches Verfahren zur adaptiven Visualisierung	131
5.1	Vorüberlegungen	131
5.2	Konzept	135
5.2.1	Modellierung der Wissensbasis	137
5.2.2	Transformation der Dokumentenstruktur	139
5.2.3	Klassifikation von Teilstrukturen	143
5.2.4	Visualisierung und Bearbeitung	155
5.3	Entwurf und Implementierung	159
5.3.1	Grundlagen	159
5.3.2	Entwurf	163
5.3.3	Prototypische Umsetzung	181
5.4	Ergebnisse	185
5.4.1	Evaluation	185
5.4.2	Erweiterungsmöglichkeiten	193
5.4.3	Anwendungsbereiche	194
6	Zusammenfassung und Ausblick	197
6.1	Bewertung	198
6.2	Ausblick	201
A	Eine Notation zur syntaktischen Beschreibung von DICOM SR-Dokumenten	203
B	Textuelle Darstellung der DICOM Structured Reporting-Beispiele	207
B.1	Beispiel 1 – Radiology Report	207
B.2	Beispiel 2 – Chest X-Ray	209

C XML-Datenstrukturen	215
C.1 DICOM Document Type Definition (DTD)	215
C.2 DICOM Structured Reporting XML-Schema	216
C.3 XML-Schemata zur Repräsentation der Wissensbasis	228
C.3.1 Verzeichnis der Wissensbasen	228
C.3.2 Templates einer Content Mapping Resource	229
C.3.3 Kontextgruppen einer Content Mapping Resource	233
C.3.4 Codes eines Kodierungsschemas	234
C.3.5 Abbildung von Templates auf XHTML-Code	235
C.3.6 Verzeichnis sprachabhängiger Bezeichnungen	236
D XML-Repräsentation der DICOM Structured Reporting-Beispiele	237
D.1 Beispiel 1 – Radiology Report	237
D.2 Beispiel 2 – Radiology Report (kompakt)	239
E XML-Repräsentation der Wissensbasis (Auszug)	243
E.1 Templates aus der DICOM Content Mapping Resource	243
E.2 Kontextgruppen aus der DICOM Content Mapping Resource	262
E.3 Codes aus verschiedenen Kodierungsschemata	266
E.3.1 DICOM Controlled Terminology (DCM)	266
E.3.2 Country Codes (ISO 3166-1)	275
E.3.3 Identification of Languages (RFC 3066)	276
E.3.4 Logical Observation Identifier Names and Codes (LOINC)	276
E.3.5 SNOMED International Version 3 (SNM3)	277
E.3.6 SNOMED Reference Terminology (SRT)	278
E.3.7 Unified Codes for Units of Measure (UCUM)	279
Abkürzungsverzeichnis	281
Literaturverzeichnis	285
Index	301
Lebenslauf	311