

Universeller Zugriff auf multimediale Dokumentstrukturen auf der Basis von RDF und MPEG-7

Stefan Audersch, Thomas Courvoisier, Guntram Flach

Zentrum für Graphische Datenverarbeitung e.V., Rostock
Joachim-Jungius-Str. 11, 18059 Rostock
{audersch, tc, gf}@rostock.zgdv.de

Abstract: Datenbanksysteme bieten komfortable Möglichkeiten bzgl. der Speicherung, der Verwaltung, dem Retrieval, der Datenanalyse und der Datentransformation multimedialer Dokumente. Jedoch stellt der Zugriff, die Repräsentation und die endgeräteabhängige Transformation der Daten eine Herausforderung dar. Benötigt wird demnach eine Schnittstelle zum jeweiligen DBMS, die eine Nutzung der Datenbankfähigkeiten und die anwendungsabhängige Präsentation ermöglicht. Im vorgestellten Ansatz werden Metadaten (RDF, MPEG-7) speziell zur Steuerung signifikanter Transformationsprozesse eingesetzt. Anhand der Bereitstellung von OLAP-Funktionalität und dem universellen Zugriff auf audiovisuelle Daten in einer offenen erweiterbaren XML-Framework-Architektur soll die breite Palette von Anwendungsmöglichkeiten dieses Ansatzes dargestellt werden.

1. Einleitung

Die Integration von Datenbanksystemen in XML-Infrastrukturen bietet eine Möglichkeit zur effizienten Verwaltung von multimedialen Dokumenten für die unterschiedlichsten Anwendungen. Der Zugriff auf die Dokumente und die Repräsentation in unterschiedlichen Geräte- bzw. Applikationskontexten stellt jedoch ein Problem dar, welches durch den Einsatz einer geeigneten Schnittstelle gelöst werden kann. In diesem Kontext spielen Metadaten speziell zur Steuerung signifikanter Transformationsprozesse eine zentrale Rolle. Technologien wie das Resource Description Framework (RDF) oder das Multimedia Content Description Interface (MPEG-7) - beide basieren auf XML - bieten hier neue Lösungsmöglichkeiten.

Der hier vorgestellte, entwickelte Ansatz einer offenen und erweiterbaren XML-Framework-Architektur stellt die Grundlage für eine serverseitige Request-Verarbeitung sowie einer anwendungs- bzw. endgerätespezifischer Anfragetransformation und eröffnet so ein breites Spektrum von Anwendungsfeldern.

Im Rahmen der Entwicklungsarbeit wurden verschiedene Anwendungsfelder konzipiert und prototypisch umgesetzt:

- Das *Multichannel Publishing* erlaubt eine generische Zugriffsteuerung auf multimediale Dokumentstrukturen in objekt-relationalen DBMS. Dabei wird speziell die Nutzung medienspezifischer Manipulationsfunktionen (z.B. Konvertierung, Komprimierung) von DBMS unterstützt. Ergebnis ist eine kontextabhängige Darstellung und Präsentation multimedialer Dokumente

- Das *wireless-orientierte OLAP* bietet die Möglichkeit einer multidimensionalen Analyse in einem mobilen Umfeld. Hierdurch ergibt sich eine Technologie, die durch die Online Analyse über multidimensionale Datenstrukturen zur Entscheidungsunterstützung beitragen kann.
- Ein *personalisiertes Retrieval auf audiovisuellen Daten* stellt eine personalisierte, semantische Selektion und Filterung multimedialer Information auf der Grundlage eines serverseitigen Content-Managements unter Einbeziehung von MPEG-7-konformen Inhaltsinformationen dar.

Im nachfolgenden wird ein kurzer Überblick über die entwickelten Konzepte und die Realisierungsarbeiten gegeben. Die Schwerpunkte Metadaten und Request-Verarbeitung werden dabei an dem Anwendungsfeld wireless-orientiertes OLAP und speziell für das personalisierte Retrieval auf audiovisuellen Daten vorgestellt.

2. Systemarchitektur

Der in diesem Abschnitt vorgestellte Ansatz ist Teil von Realisierungsarbeiten, die im Rahmen des XPEA¹-Projektes [CF01, DCF01, FG00] am ZGDV e.V. Rostock erarbeitet und umgesetzt werden. Bearbeitungsschwerpunkte bei der XPEA-Architektur sind: Multimedia-Content-Management, Content-Based-Retrieval, Datenreduktion, Metadatenverwaltung und Metadatenretrieval.

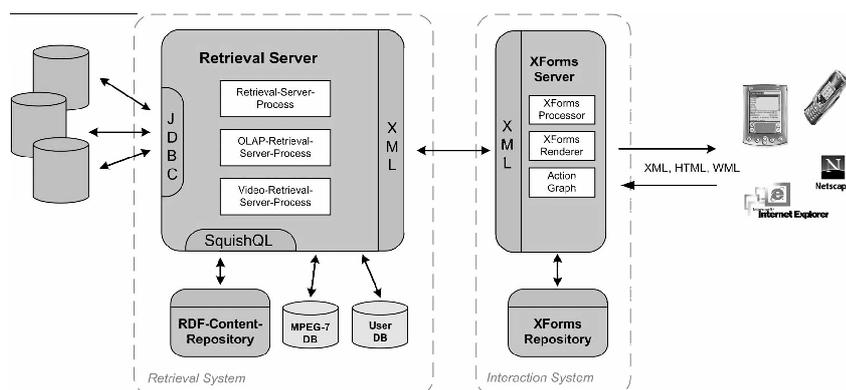


Abbildung 1: XML-Framework-Architektur

Zentraler Kern der Architektur (Abbildung 1) ist das Retrieval System, bestehend aus Retrieval Server (Bearbeitung clientseitiger Anfragen, Datentransformation) und RDF-Content-Repository. Der Retrieval Server hat Zugriff auf verschiedene integrierte Datenquellen und stellt für den Client eine XML-Schnittstelle zur Verfügung. Die Bearbeitung von Anfragen erfolgt abhängig vom Anwendungskontext im entsprechenden Retrieval-Server-Process. Das OLAP-Retrieval-Server-Modul stellt dem Retrieval Server beispielsweise die notwendige Funktionalität zur multidimensionalen Analyse von Daten bereit. Dieses ermöglicht innerhalb eines Anwendungsszenarios mit Hilfe von multidimensionalen Operatoren durch den multidimensionalen Datenraum zu

¹ XPEA: XML-basierte Plattform für wireless-orientierte E-Business- und Content-Management-Applikationen

navigieren. Die in den externen Datenquellen befindlichen multidimensionalen Datenstrukturen, werden hierzu mit Metadaten in Form von RDF [LS99] beschrieben. Eine Bereitstellung von personalisierten Such- und Filterfunktionen auf Videobeständen ermöglicht das Video-Retrieval-Server-Modul. Das Modul hat dabei Zugriff auf die MPEG-7-Datenbank, die komplexe Metadatenbeschreibungen der audiovisuellen Daten beinhaltet. Durch die Kopplung von MPEG-7 mit RDF-Metadaten ergeben sich Möglichkeiten bzgl. verschiedener Anwendungsszenarien sowie der Content Mediation (Multichannel Publishing) für den Streaming-Media-Bereich, dem mit dem Einsatz von UMTS und leistungsfähigeren Endgeräten in mobilen Umgebungen zunehmende Bedeutung zukommt. Eine Verwaltung der RDF-Daten erfolgt im RDF-Content-Repository [Au02, Co01], welches neben dem Metadatenbestand im Abschnitt 3 näher erläutert wird. Die Aufgaben des Interaction System, bestehend aus XForms Server und XForms Repository, sind die generische Generierung endgerätespezifischer Dialogstrukturen und die Interaktionssteuerung. Hierzu umfasst das XForms Repository neben XForms-Dokumenten einen Aktionsgraphen.

3. Metadaten

Voraussetzung für die Integration verschiedener Datenquellen in das System, die semantische Beschreibung von multimedialen Daten zur Content Transformation auf struktureller Ebene sowie auf den Datenelementen selbst und die Anbindung verschiedener Endgeräte sind Metadaten. Die Beschreibung der Metadaten erfolgt in einem RDF-Modell. RDF definiert einen Mechanismus zur Beschreibung von Ressourcen und bietet hierzu eine Metasprache für Metadaten. In dem hier vorgestellten Ansatz lassen sich so beispielsweise Datenstruktur, Endgeräte und Applikationskontext geeignet beschreiben.

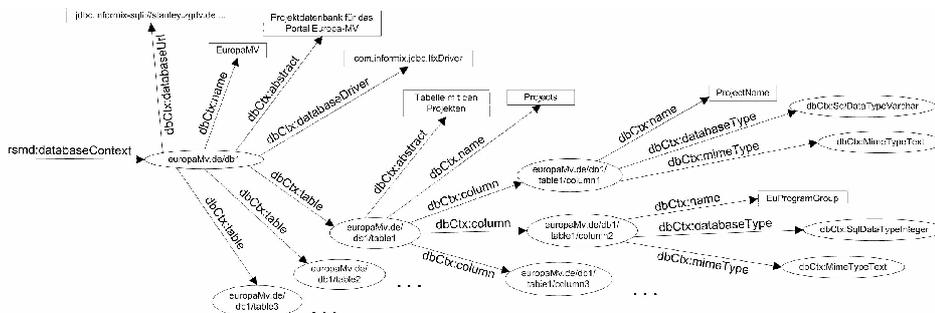


Abbildung 2: Database Context

Der Metadatenbestand des Systems unterteilt sich in drei wesentliche Teile: Für die Unterstützung verschiedener Arten von Endgeräten enthält der jeweilige *Device Context* Metadaten in Form von gerätespezifischen Parametern (z.B. Displayauflösung, Arbeitsspeicher). Der *Database Context* (Abbildung 2) beinhaltet Informationen zu den unterschiedlichen Datenbankmanagementsystemen (z.B. multimediale Fähigkeiten) und den integrierten Datenbanken (z.B. Relationen, Attribute).

projizierte Wert auf eine bestimmte Länge reduzieren lässt. Die Beschreibung der Selektionen erfolgt bei der derzeitigen Konzeption in Form einer Konjunktiven Normalform, wobei eine einzelne Selektion durch einen Pfad, eine Operation und einem Wert beschrieben wird. Der Wert kann dabei ein exakter Wert oder eine Variable, die bei einer Anfrage entsprechend belegt wird, sein. Die Pfadbeschreibungen (Identifikation von Knoten im XML-Baum) erfolgen ausgehend vom Knoten AudioVisualSegment mit Hilfe von XPATH-Ausdrücken, wobei relative als auch absolute Pfade verwendet werden können. Mit einer für einen Applikationskontext beschriebenen Sicht können nun bei einer clientseitigen Anfrage, Teilbäume aus den MPEG-7-Daten selektiert und daraus gewünschte Werte projiziert werden (Abbildung 4).

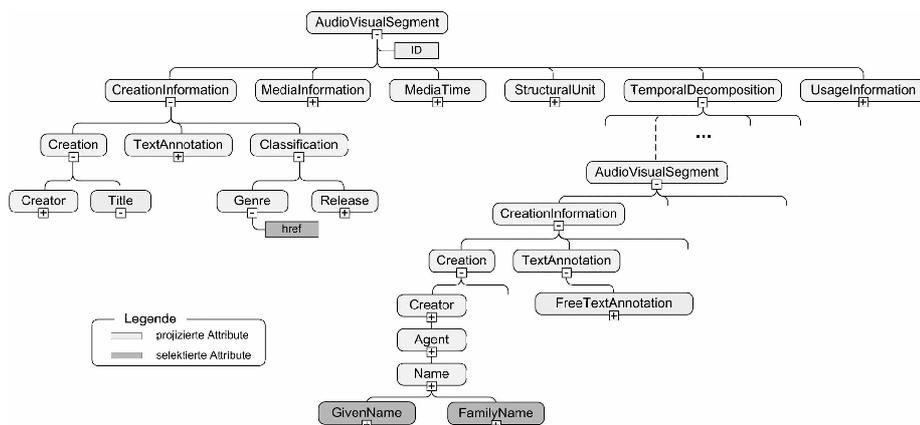


Abbildung 4: Selektionen und Projektionen auf dem MPEG-7-XML-Baum

Der Metadatenbestand des Systems wird innerhalb des RDF-Content-Repository verwaltet. Hierbei wird das RDF-Modell in einer relationalen Datenbank gehalten, wobei die RDF-Statements in ihrer Tripelform gespeichert und geeignet indiziert werden. Für das Metadatenretrieval kommt eine Erweiterung der Anfragesprache SquishQL zum Einsatz (Listing 1). Die Anfragesprache wurde um zusätzliche Konstrukte zur Formulierung von Bedingungen erweitert und baut auf einer XML-Syntax auf. Für eine effiziente Anfragebearbeitung macht sich die Implementierung der Anfragesprache u.a. spezielle Eigenschaften zur Optimierung von Anfragen in relationaler DBMS (z.B. Verbundoptimierungen) zu nutzen.

```

<SELECT><VARIABLE name="name"/><VARIABLE name="path"/></SELECT>
<FROM><DATABASE name="RDFDB1" user="user" pass="pass"/></FROM>
<WHERE>
  <STATEMENT>
    <SUBJECT><VARIABLE name="appld"/></SUBJECT>
    <PREDICATE><CONSTANT value="rsmid:applicationContext"/></PREDICATE>
    <OBJECT><CONSTANT value="NewsSearch"/></OBJECT>
  </STATEMENT>
  ...
  <STATEMENT>
    <SUBJECT><VARIABLE name="projld"/></SUBJECT>
    <PREDICATE><CONSTANT value="applCb:path"/></PREDICATE>
    <OBJECT><VARIABLE name="path"/></OBJECT>
  </STATEMENT>
</WHERE>

```

Listing 1: SquishQL-Anfrage

Die Wahl auf SquishQL als RDF-Anfragesprache für das RDF-Content-Repository erfolgte bei der Entwicklung des Systems zunächst aus Gründen der Verfügbarkeit. Für die im System bisher anfallenden Anfragen ist die Anfragemächtigkeit von SquishQL durchaus noch tragbar. Für die Weiterentwicklung des Frameworks, soll hier jedoch die wesentlich mächtigere RDF-Anfragesprache RQL [Ka00] eingesetzt werden.

4. Request Processing

Auf Grundlage des RDF-Content-Repository und dem Metadatenbestand sind die Voraussetzungen zur Steuerung der Request-Verarbeitung und Datentransformation gegeben. Ziel des Request Processing ist es mit Hilfe der Anfrageparameter, des Metadatenbestandes, und den eigentlichen Daten aus den integrierten Datenquellen kontextabhängige Ergebnisse für das Endgerät zu erstellen. Dabei basiert die Lösung auf einem zweistufigen Ansatz, bei der die Multimedia Content Transformation sowohl auf struktureller Ebene als auch auf den Datenelementen selbst stattfindet. Der Retrieval-Server-Process wird dabei direkt durch die Kontext-Informationen des RDF-Content-Repository gesteuert. Abbildung 6 veranschaulicht, wie die Anfragebearbeitung abläuft und welche Teilschritte notwendig sind.

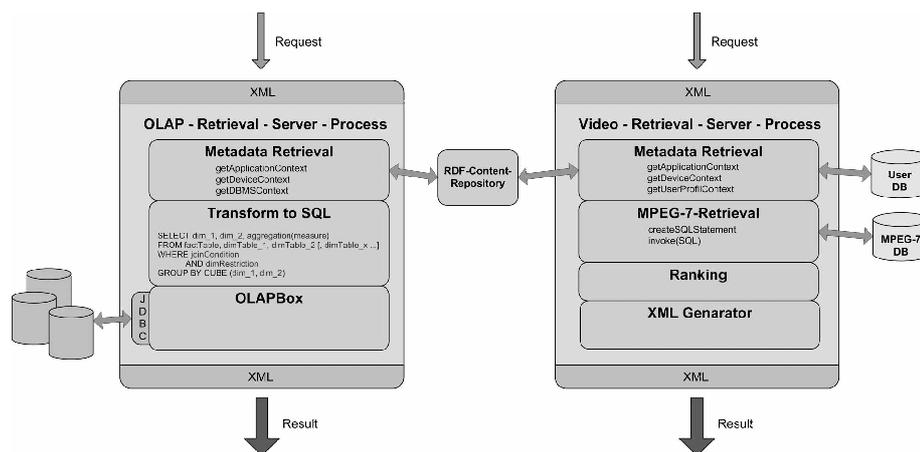


Abbildung 5: OLAP- und Video-Retrieval-Server-Process

Ist der Endanwender zu einem bestimmten Thema (der Kontext ergibt sich dabei aus der Anwendung und dem Aktionsgraph) an Dokumenten interessiert, so sendet der Client hierzu eine Anfrage in XML-Syntax mit den entsprechenden Anfrageparametern an den Retrieval Server (Listing 2). Die Anfrage wird am Server validiert und analysiert. Ausgehend von den Anfrageparametern kann ein Retrieval über den Metadatenbestand des Systems erfolgen.

Beim OLAP-Retrieval-Server-Process umfasst die ermittelten Metadaten neben Informationen über die Datenbank und das Endgerät die Schemabeschreibungen des Würfels (Aggregation des Measures, Tabelle und Attribute für Dimensionen und Measure, Tabellenbeziehungen) Mit den Informationen aus der Anfrage und dem Metadatenretrieval kann eine SQL-Anfrage generiert werden. Die Anfrage wird an die

jeweilige integrierte Datenbank weitergeleitet und aus dem Ergebnis innerhalb der OLAPBox ein XML-Dokument erzeugt. Entsprechend dem Engerätetyp kann gegebenenfalls auf dem XML-Dokument eine Transformation auf struktureller Ebene (XML/XSLT) erfolgen.

```
<REQUEST applKb="NewsSearch" userKb="user31" deviceKb="PC">
  <SELECT>
    <PROPERTY name="GivenName" value="Wolf"/>
    <PROPERTY name="FamilyName" value="von Lojewski"/>
  </SELECT>
</REQUEST>
```

Listing 2: Anfrage vom Client

Bei einem Retrieval auf audiovisuelle Daten werden innerhalb des Metadaten-Retrievals Informationen über die MPEG-7-Sicht, über das Userprofil und über das Endgerät ermittelt. Ergebnis des Metadatenretrieval ist eine Menge von Selektionen und Projektionen über den XML-Baum mit den MPEG-7 Beschreibungen. Werden die MPEG-7-Daten wie im derzeitig entwickelten Prototyp in relationaler Form gespeichert, so kann mit den Informationen vom Metadatenretrieval die Generierung einer SQL-Anfrage für die MPEG-7-Datenbank gesteuert werden. Erfolgt die Speicherung der MPEG-7-Daten in einer anderen Form (z.B. XML-Datenbank, OODBMS), so ist die Integration dieser Informationen durch eine Anpassung der entsprechenden Zugriffskomponente möglich.

```
<RESULTS>
  <RESULT rankValue="70">
    <Id>16</Id>
    <Title>US-Präsident während Asienreise in China</Title>
    <Text><H4>USA und China auf Annäherungskurs</H4>China und die USA sehen sich angesichts der jüngsten Zusammenarbeit im Kampf gegen den Terrorismus auf Annäherungskurs. ...</Text>
  </RESULT>
  <RESULT rankValue="32">
    <Id>25</Id>
    <Title>Preussen Name für Zusammenschluss der Länder Berlin und Brandenburg?</Title>
    <Text><H4>Bundesland Preußen</H4>Die Idee des Brandenburger Sozialministers Alwin Ziel, das geplante gemeinsame Bundesland Berlin-Brandenburg »Preußen« zu nennen, ...</Text>
  </RESULT>
</RESULTS>
```

Listing 3: Ergebnisdokument nach dem Retrieval

Entsprechend dem Userprofil und den Anfrageparametern kann ein Ranking auf der Ergebnisrelation erfolgen. Das ermittelte Ergebnis wird vom XML Generator in ein XML-Dokument, in dem sich letztendlich die Informationen zu den audiovisuellen Daten befinden, abgebildet (Listing 3). Bei clientseitigem Zugriff auf ein Audio- bzw. Videostrom erzeugt der Retrieval Server dynamisch ein Metafile (Smil, Windows Media Files), in dem Zugriffsinformationen für den Streaming-Server eingebettet sind. Unter Voraussetzung gegebener Leistungsmerkmale des Videoservers, ist so neben der Selektion und Filterung auch die Transformation von audiovisuellen Daten in Echtzeit denkbar.

5. Zusammenfassung

Die Architektur stellt einen offenen und erweiterten Frameworkansatz zur universellen Zugriffsteuerung auf multimediale Dokumente dar. Die Funktionsbausteine zur Request-

Verarbeitung werden direkt durch die Kontextinformationen aus dem Metadatenbestand des Systems gesteuert. Anfragen an die Datenquellen können entsprechend der aufgetragenen Lösung generiert werden. Dieses ermöglicht eine intelligente Datenprojektion auf genau die für die Anwendung spezifizierten und vom Endgerät darstellbaren Datenobjekte. Dabei ist eine Möglichkeit zur Einbindung medienspezifischer Preprocessing-Funktionalität (Content Mediation) gegeben. Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten wurden verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten umgesetzt, wobei sich die Verwendung von Metabeschreibungen in Form von RDF bzw. MPEG-7 als grundsätzlich tragfähig erwiesen hat.

Literatur

- [Au02] S. Audersch: Metadatenverwaltung für Multimedia Content Management mit OLAP-Funktionalität. Diplomarbeit an der Universität Rostock, 2002.
- [BG01] A. Bauer, H. Günzel: Data-Warehouse-Systeme: Architektur Entwicklung Anwendung. dpunkt.verlag, 2001.
- [CF01] T. Courvoisier, G. Flach: XML based Multimedia Content Management for wireless-oriented Applications. COMPUTER GRAPHIK topics, 2/2001 Vol. 13.
- [Co01] T. Courvoisier: RDF-basiertes Content Repository im Rahmen eines wireless-orientierten Multimedia-Informationssystems. In Tagungsband: 13. GI-Workshop Grundlagen von Datenbanken, Gommern, 2001.
- [DCF01] C. Dittberner, T. Courvoisier, G. Flach: Using Object-Relational Database Systems and XML in the Context of an wireless-oriented Multimedia Information System. In Proc. of the 2th Int. Conf. of Advances in Web-Age Information Management (WAIM), Xian, China, 2001.
- [FG00] G. Flach, N. Günther: Architecture for the Interaction and Access on Multimedia Database Systems in the Context of Mobile Environments. In Proc. of the 4th Int. Database Engineering and Application Symposium (IDEAS), Yokohama, Japan, 2000.
- [Hu01] J. Hunter: Adding Multimedia to the Semantic Web - Building an MPEG-7 Ontology. International Semantic Web Working Symposium (SWWS), Stanford, 2001.
- [Ka00] G. Karvounarakis, V. Christophides, D. Plexousakis, S. Alexaki: Querying Community Web Portals. Technical Report, Institute of Computer Science, FORTH, Heraklion, Greece, 2000.
- [LS99] O. Lassila, R. Swick: Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification. W3C Recommendation, 1999.
- [Ma01] J.M. Martinez: Overview of the MPEG-7 Standard. International Organisation For Standardisation (ISO), 2001.