

Interoperable multimediale Kommunikation im Internet mittels MPEG-21 Digital Item Adaptation

Christian Timmerer und Hermann Hellwagner

Institut für Informationstechnologie, Universität Klagenfurt
Universitätsstrasse 65-67, A-9020 Klagenfurt
christian.timmerer@itec.uni-klu.ac.at
hermann.hellwagner@itec.uni-klu.ac.at

Abstract: *Digital Item Adaptation (DIA)* ist der jüngste Standard im Rahmen des ISO/IEC MPEG-21 Multimedia Frameworks. Dieser Standard spezifiziert Deskriptoren und Konzepte (*Tools*) für die interoperable Kommunikation und ggf. Adaption von komplexen digitalen multimedialen Objekten, sog. *Digital Items*. Schwierigkeiten der Kommunikation und ggf. die Notwendigkeit der Adaption multimedialer Inhalte entstehen durch die Heterogenität und Beschränkungen der durchlaufenen Netze (z.B. im heutigen Internet) und der benutzten Endgeräte sowie durch unterschiedliche Präferenzen und Profile der Nutzer. Dieser Artikel beschreibt eine endgeräte- und codierformat-unabhängige Komponente zur Adaption von Digital Items an verschiedene (mobile) Endgeräte und Netzcharakteristika.

1 Einleitung

Eine der treibenden Kräfte der Forschung zur Adaption von Multimedia-Daten in den vergangenen Jahren war der Wunsch nach universellem Zugang zu multimedialen Inhalten (*Universal Multimedia Access, UMA*), unabhängig von Zeit und Ort (Kontext generell), benutztem Endgerät, Netzanbindung sowie Quelle (Server) und Format der Inhalte. UMA beschränkt sich jedoch nicht nur auf die Überwindung von Schwierigkeiten, die durch die heterogene IT-Infrastruktur für die Übermittlung und Präsentation der Daten entstehen, sondern will auch die Benutzer berücksichtigen, z.B. deren Präferenzen oder mögliche Beeinträchtigungen, um ihnen ein möglichst angenehmes und reichhaltiges multimediales Erlebnis zu ermöglichen.

Möglichkeiten der Realisierung von UMA, wie die Erstellung von Zusammenfassungen von Multimedia-Inhalten, Hinweise für deren Transcodierung sowie das Anbieten von Varianten eines einzelnen Medienstromes, werden in [Be03] bzw. [SML99] beschrieben. Diese Verfahren basieren teilweise auf Metadaten, wie sie im MPEG-7 Standard (Teil 5) [M7-5] festgelegt sind.

Das MPEG-21 Multimedia Framework (ISO/IEC 21000) [Bu03] versucht nun, die noch vorhandenen Lücken für die Realisierung von UMA zu schließen. Speziell Teil 7 (*Digital Item Adaptation, DIA*) [M21-7][VT04][VTD04] beschäftigt sich explizit mit der Adaption von digitalen Objekten (*Digital Items, DIs*) für die Zwecke von UMA. Ein

Digital Item im Kontext von MPEG-21 bezeichnet ein eindeutig identifizierbares, digitales Objekt bestehend aus Mediendaten, zugehörigen Metadaten und deren Struktur und Zusammengehörigkeit, die mit Hilfe eines XML-Dokuments, der sog. *Digital Item Declaration* [M21-2], ausgedrückt werden. Dieses Digital Item steht im Mittelpunkt von multimedialen Transaktionen zwischen Benutzern im Kontext von MPEG-21, wobei der Begriff „Benutzer“ (*User*) nicht nur menschliche Endbenutzer bezeichnet, sondern jede Instanz meint, die ein Digital Item beispielsweise erzeugt, modifiziert, vertreibt, übermittelt oder konsumiert, d.h. etwa auch ein Software-Paket.

Der DIA-Standard spezifiziert für die Adaption von DI's die Syntax (in XML) und Semantik von Deskriptoren (allgemein: *Tools*), welche MPEG-21-Benutzer verwenden können, um beispielsweise Restriktionen hinsichtlich der Netzwerkbedingungen oder Fähigkeiten von Endgeräten zu genügen. Dazu müssen die in den DI's enthaltenen oder referenzierten multimedialen Daten (Medienressourcen) adaptiert werden. So muss etwa ggf. die räumliche Auflösung und die Farbcharakteristik eines auf einer Website verfügbaren Bildes verändert werden, um es in angemessener Zeit über ein GSM-Netzwerk transportieren und auf einem Mobiltelefon mit Schwarz-Weiß-Display anzeigen zu können. Im Idealfall basiert dies auf skalierbaren Medienressourcen, im Beispiel etwa auf einem JPEG2000-Bild. Den Adaptationsvorgang selbst schreibt DIA *nicht* fest, es spezifiziert nur die Rahmenbedingungen dafür, dass Medieninhalte in interoperabler Weise angeboten, übermittelt und konsumiert werden können.

Abschnitt 2 beschreibt eine codierformat-unabhängige Adaptionarchitektur unter Verwendung von DIA-Deskriptoren. Abschnitt 3 geht auf mögliche Applikationen und Beispiele ein. Abschnitt 4 gibt einen Ausblick auf zukünftige Forschungsthemen.

2 Codierformat-unabhängige Adaption

Ein Dilemma von UMA ist die Vielfalt an multimedialen Inhalten einerseits (ermöglicht z.B. durch Standards wie MPEG-4) und andererseits die wachsende Zahl und die unterschiedlichsten Eigenschaften von (mobilen) Endgeräten sowie der Netze, über die multimediale Inhalte transportiert werden sollen. Dazu kommen noch verschiedenartige Präferenzen und auch Einschränkungen der Benutzer hinsichtlich der Präsentation dieser Inhalte. Folglich ist ein Vorhalten aller multimedialen Angebote für jeden denkbaren Nutzungskontext aus Effizienzgründen (z.B. Arbeitsaufwand, Speicherbedarf) nicht praktikabel. Man ist daher bestrebt, die Multimedialdaten nur einmal und in bester Qualität zur Verfügung zu stellen und bei Bedarf an den jeweiligen Nutzungskontext anzupassen. Um diesem Ziel gerecht zu werden, wurde eine Komponente zur endgeräte- und codierformat-unabhängigen Adaption von Digital Items hinsichtlich des Nutzungskontexts entwickelt, deren Architektur in Abbildung 1 dargestellt ist.

Das *Input Digital Item* beinhaltet eine *BSDLink*-Beschreibung [Ti03], welche die benötigten Informationen für die Adaption referenziert. Dazu zählen der eigentliche Medien-Bitstrom (*Bitstream*), dessen Struktur mittels der Bitstrom-Syntax-Beschreibung (*generic Bitstream Syntax Description*, (*g*)*BSD*) [Pa03] beschrieben wird, sowie ein *Transformation Style Sheet* und dessen *Parameter*.

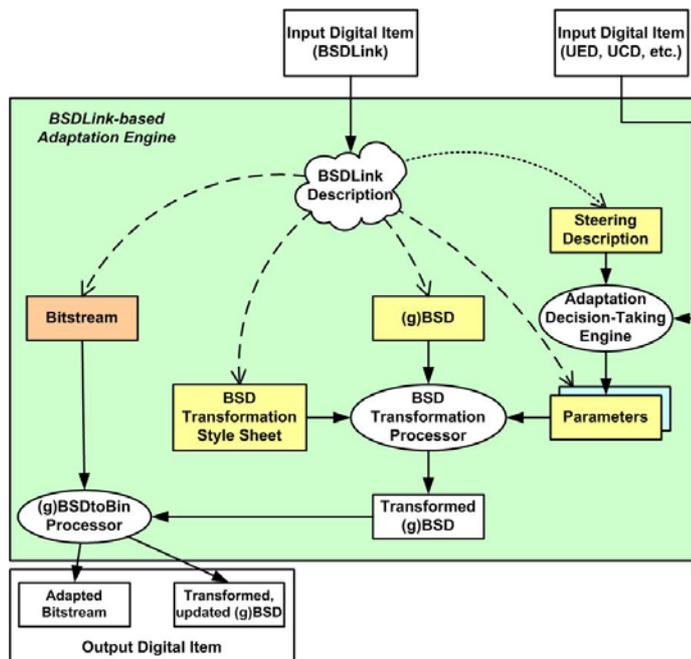


Abbildung 2: Adaptiertes JPEG2000-Bild auf unterschiedlichen mobilen Endgeräten

Abbildung 1: Architektur einer DIA-Komponente zur endgeräte- und codierformat-unabhängigen Adaption

Eine Bitstrom-Syntax-Beschreibung beschreibt die Struktur eines Bitstroms nicht Bit für Bit, sondern gibt die allgemeine syntaktische Organisation des Bitstroms wieder, beispielsweise in Form von Frames eines Videos oder Schichten eines Bildes. Das daraus resultierende XML-Dokument ermöglicht die Beschreibung des Bitstroms in unterschiedlicher Granularität gemäß den Anforderungen verschiedenster Applikationen.

Die Transformationsparameter beinhalten entweder konstante Werte oder werden entsprechend dem Nutzungskontext – enthalten im zweiten Input Digital Item – aufgrund der zur Verfügung gestellten Information in der so genannten *Steering Description* zur Laufzeit erzeugt. Diese Beschreibung, welche zur Steuerung des gesamten Adaptionprozesses herangezogen wird, enthält Informationen bezüglich der Beziehungen zwischen QoS-Restriktionen, möglichen Adaptionmethoden, welche diese Restriktionen erfüllen, und den Qualitätsstufen, die aus verschiedenen Adaptionen des Medien-Bitstroms resultieren. Ein allgemeiner Ansatz zur Entscheidungsfindung, welche Adaption unter welchen Umständen anzuwenden ist, ist in [Mu04] beschrieben.

Anstatt dass nun der Bitstrom direkt manipuliert wird – was für Endgeräte bedeuten würde, dass sie für alle auf dem Gerät darstellbaren Medieninhalte, d.h. Codierformate, entsprechende Softwaremodule zur Verfügung haben müssten –, wird dessen Bitstrom-Syntax-Beschreibung mittels herkömmlicher XML-Transformationswerkzeuge (z.B. XSLT [XSLT]) transformiert, gesteuert durch die genannten Beschreibungen. Anhand der transformierten (g)BSD wird dann mit Hilfe eines generischen Softwaremoduls ((g)BSDtoBin, (g)BSD to Binary), dessen Verhalten in DIA eindeutig spezifiziert ist, der

adaptierte Bitstrom erzeugt, welcher nun den Fähigkeiten der Endgeräte, Restriktionen des transportierenden Netzwerkes sowie Präferenzen und Wünschen der jeweiligen Benutzer entspricht. Da die (g)BSD ein XML-Dokument mit genau spezifizierter Syntax und Semantik ist, wird nur ein einziges Softwaremodul, welches XML-Daten verarbeiten kann, zur Adaption beliebiger Codierformate benötigt.

3 Applikationen

Die vorgestellte Komponente ermöglicht die Adaption von multimedialen Inhalten unabhängig vom Codierformat, d.h., diese Komponente verarbeitet nur standardkonforme MPEG-21-Beschreibungen. Mögliche Applikationen sind genauso mannigfaltig wie vorhandene Codierformate oder Endgerätetypen. Dok. 1 und Dok. 2 zeigen Fragmente des DIA-Nutzungskontextes für die Endgeräte von Abbildung 2.

Dok. 1: DIA-Fragment für Endgerät von
Abbildung 2 (a)

```
<TerminalCapability
xsi:type="CodecCapabilitiesType">
  <Decoding
xsi:type="ImageCapabilitiesType">
    <Format
href="urn:mpeg:mpeg7:cs:VisualCodingFormatCS:2001:6.1">
      <mpeg7:Name xml:lang="en">
JPEG2000</mpeg7:Name>
    </Format></Decoding>
  </TerminalCapability>

<TerminalCapability
  xsi:type="DisplaysType">
  <Display><DisplayCapability
xsi:type="DisplayCapabilitiesType"
colorCapable="false">
    <Resolution horizontal="91"
vertical="80"/>
  </DisplayCapability></Display>
</TerminalCapability>
```

Dok. 2: DIA-Fragment für Endgerät von
Abbildung 2 (b)

```
<TerminalCapability
xsi:type="CodecCapabilitiesType">
  <Decoding
xsi:type="ImageCapabilitiesType">
    <Format
href="urn:mpeg:mpeg7:cs:VisualCodingFormatCS:2001:6.1">
      <mpeg7:Name xml:lang="en">
JPEG2000</mpeg7:Name>
    </Format></Decoding>
  </TerminalCapability>

<TerminalCapability
  xsi:type="DisplaysType">
  <Display><DisplayCapability
xsi:type="DisplayCapabilitiesType"
colorCapable="true">
    <Resolution horizontal="167"
vertical="160"/>
  </DisplayCapability></Display>
</TerminalCapability>
```

Dabei wird die vorgestellte Adaptionskomponente verwendet, um JPEG2000-codierte Bilder entsprechend den Decodier- (*CodecCapabilitiesType*) und Displayfähigkeiten (*DisplaysType*) des jeweiligen Mobiltelefons anzupassen. Aus den Dokumenten geht hervor, dass beide Geräte das JPEG2000-Format (*Decoding*, *ImageCapabilitiesType*) unterstützen, jedoch unterschiedliche Display- (*Resolution*) und Farbdarstellungseigenschaften (*colorCapable*) haben.

In ähnlicher Weise lassen sich beispielsweise Videos aufgrund von Decodierfähigkeiten oder Benutzercharakteristika anpassen. Eine Möglichkeit ist, dass dem Benutzer personalisierter Inhalt aufgrund von zuvor übermittelten Präferenzen angeboten wird, z.B. Nachrichten oder Sport, oder dass Szenen dynamisch weggefiltert werden, welche etwa ein definiertes Gewaltpotential überschreiten. Beispielsweise könnte man sich

vorstellen, dass in einem Haushalt ein so genannter MPEG-21-kompatibler Media-Gateway mit Proxy-Funktionalität zum Einsatz kommt, der Videoinhalte aufgrund des Alters personalisiert. Dies würde ermöglichen, dass Kinder eine „gewaltfreie“ Version eines Films erhalten, Erwachsene (bei geänderten Präferenzen) jedoch die volle Version.

4 Ausblick

Die Autoren haben aktiv zu MPEG-21 DIA beigetragen, speziell zur Entwicklung der codierformat-unabhängigen Adaptationsmethode. Dieser Artikel spiegelt den Stand und die Zielrichtung der DIA-Spezifikation und der zugehörigen Referenzsoftware wider und zeigt den Nutzen von DIA auf. Die in DIA spezifizierten Konzepte und Metadaten sind jedoch nur der Ausgangspunkt für eine Reihe von interessanten Forschungsthemen. Dazu zählen etwa die effiziente und gemeinsame Übertragung (*Streaming*) von Medien- und Metadaten über heterogene Netzwerke, die Kommunikation und Interpretation des Nutzungskontextes sowie die Reduzierung des durch die Metadaten erzeugten Overheads durch geeignete Kompression sowie Verarbeitung im komprimierten Bereich. Im EU FP6-Projekt DANAE (IST-1-507113 – Dynamic and Distributed Adaptation of Scalable Multimedia Content in a Context-aware Environment) wird derzeit eine durchgängige MPEG-21-Infrastruktur entwickelt und in größerem Maßstab erprobt.

Literaturverzeichnis

- [Be03] van Beek, P. et.al.: Metadata-driven Multimedia Access. *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 20, no. 2, pp.40-52, March 2003.
- [Bu03] Burnett, I. et.al.: MPEG-21: Goals and Achievements. *IEEE Multimedia*, vol. 10, no. 6, pp. 60-70, Oct.-Dec. 2003.
- [M21-2] ISO/IEC 21000-2:2003: *Information Technology – Multimedia Framework (MPEG-21) – Part 2: Digital Item Declaration*. 2003.
- [M21-7] ISO/IEC 21000-7:2004: *Information Technology – Multimedia Framework (MPEG-21) – Part 7: Digital Item Adaptation*. 2004.
- [M7-5] ISO/IEC 15938-5:2003: *Information Technology – Multimedia Content Description Interface – Part 5: Multimedia Description Schemes*. 2003.
- [Mu04] Mukherjee, D. et.al.: Terminal and Network Quality of Service. *IEEE Transactions on Multimedia, Special Issue on MPEG-21*, 2004 (to appear).
- [Pa03] Panis, G. et.al.: Bitstream Syntax Description: A Tool for Multimedia Resource Adaptation within MPEG-21. *EURASIP Signal Processing: Image Communication Journal*, vol. 18, no. 8, pp. 721-747, Sept. 2003.
- [SML99] Smith, J.; Mohan, R.; Lee, C.-S.: Scalable Multimedia Delivery for Pervasive Computing. *Proc. ACM Multimedia*, pp. 131-140, 1999.
- [Ti03] Timmerer, C. et.al.: Coding format independent multimedia content adaptation using XML. *Proc. SPIE Int'l. Symp. ITCOM 2003*, vol. 5242, Orlando, FL, USA, Sept. 2003.
- [VT04] Vetro, A.; Timmerer, C.: Overview of the Digital Item Adaptation Standard. *IEEE Transactions on Multimedia, Special Issue on MPEG-21*, 2004 (to appear).
- [VTD04] Vetro, A.; Timmerer, C.; Devillers, S.: Digital Item Adaptation. In: *The MPEG-21 Book*. John Wiley & Sons, 2004 (to appear).
- [XSLT] W3C Recommendation: *XSL Transformations (XSLT) Version 1.0*. 16 Nov. 1999. <http://www.w3.org/TR/xslt>.