

REIHE INFORMATIK
TR-2005-014

Verfahren zur Inhaltsadaption von Darstellungselementen

Stephan Kopf
University of Mannheim
– Fakultät für Mathematik und Informatik –
Praktische Informatik IV
A5, 6
D-68159 Mannheim, Germany

Verfahren zur Inhaltsadaption von Darstellungselementen

Stephan Kopf

Dept. of Computer Science IV, University of Mannheim, Germany

kopf@informatik.uni-mannheim.de

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Bericht gibt einen Überblick über bekannte Verfahren und Technologien zur automatischen Adaption von Darstellungselementen für mobile Endgeräte, wobei der Schwerpunkt bei Verfahren zur Adaption von Bildern, Videos, Webseiten und Audiodateien liegt. Ziel ist es, basierend auf den Eigenschaften des Endgerätes und den Interaktionsmöglichkeiten, geeignete Darstellungsformate automatisch abzuleiten. Als mögliche Endgeräte werden Mobiltelefone, PDAs, Tablet PCs und Notebook PCs betrachtet. Ein guter Adaptionalgorithmus sollte eine computergestützte Umformatierung von nur einmal bereit gestellten Inhalten für die verschiedenen Formfaktoren, Auflösungen, Bildschirmgrößen, Interaktionstechniken (Maus, Stift, Touchscreen usw.) und Netzbandbreiten unterstützen.

1. MOTIVATION

Durch den schnellen Fortschritt in der Leistung der Mikroprozessoren, der Größe und Schnelligkeit der Speicherelemente, der hoch auflösenden Farbbildschirme und zugleich einer Verminderung der Leistungsaufnahme sind mobile Endgeräte in den letzten Jahren immer populärer geworden. Schon heute liegt die Versorgung der Bevölkerung in den Industrieländern mit Mobiltelefonen bei über 80%, PDAs (Handheld PCs) haben sich auf breiter Basis durchgesetzt, und immer weitere Kreise der Berufstätigen und Studierenden verfügen über Notebook- oder Tablet-PCs, die sie ständig mit sich führen.

Es entsteht somit ein immenses Potenzial, mobile Endgeräte für den Abruf von Informationen und für die Abwicklung von elektronischen Geschäftstransaktionen zu nutzen (Mobile Business). Es können nicht nur vorhandene Geschäftsvorgänge auf mobilen Endgeräten elektronisch abgewickelt werden, sondern es entstehen auch völlig neue Geschäftsfelder, die ohne mobile, vernetzte Endgeräte nicht umsetzbar waren.

Zwar bescheinigen Marktstudien dem Geschäftsfeld Mobile Business grundsätzlich ein erhebliches Zukunftspotential, doch kann vieles davon nicht realisiert werden, da grundlegende technische Probleme noch immer nicht gelöst sind. So erfordert heute beispielsweise die Heterogenität der Endgeräte eine mehrfache Bereitstellung von Inhalten (wie z.B. Videos, Musik, Bilder oder Texte) in Abhängigkeit von der Bildschirmgröße, Leistungsfähigkeit

des Prozessors und Größe des Speichers. Das von der Industrie in einem Schnellschuss entwickelte WAP-Protokoll zur Darstellung von Web-Inhalten auf Mobiltelefonen hat sich deshalb nicht durchgesetzt. Auch sind manche Endgeräte über Wireless LAN an stark frequentierten Lokationen (sog. 'hot spots') mit dem Netz verbunden, andere über GPRS oder UMTS, wobei jede dieser Netztechniken andere Durchsatzparameter, Zugangsmechanismen, Verzögerungen und Fehleranfälligkeiten hat.

Mobile Endgeräte können durch eine Vielzahl von Ausstattungsmerkmalen charakterisiert werden. Neben den unterschiedlichen Geräteklassen wie beispielsweise Notebooks, Tablet-PCs, Handheld PCs (PDAs) oder Mobiltelefonen gibt es auch deutliche Unterschiede in der Ausstattung innerhalb einer Geräteklasse. Eine große Anzahl Geräte mit unterschiedlichsten Eigenschaften ist zur Zeit auf dem Markt, wobei ständig neue Geräte mit zusätzlichen Funktionen erscheinen.

Neben den offensichtlichen Unterschieden wie Größe und Farbtiefe des Displays, Arbeitsspeicher oder Prozessor bestimmen viele weitere Merkmale die Eigenschaften eines mobilen Gerätes. Um beispielsweise Multimediadaten und insbesondere Videos wiedergeben zu können, müssen Prozessor, Architektur und die auf dem Gerät verfügbare Software die Wiedergabe dieses Mediums unterstützen. Häufig sind mehrere Technologien zur Kommunikation und zum Datenaustausch in einem Gerät integriert, wobei nicht immer alle Kommunikationswege gleichzeitig nutzbar sind und die tatsächlich verfügbare Übertragungskapazität durch die Umgebung beeinflusst wird.

Ein weiteres Merkmal mobiler Geräte sind die unterschiedlichen Interaktionsmöglichkeiten: die Eingabe kann über Tastatur, Maus, die Tasten eines Mobilfunktelefons, einen Touchscreen oder Sprache erfolgen, die Ausgabe auf dem Display oder über einen Lautsprecher. Neben den technologischen Ausstattungsmerkmalen spielen individuelle Nutzerpräferenzen und Konfigurationsmöglichkeiten für die Akzeptanz eines mobilen Systems eine entscheidende Rolle.

Für eine hohe Akzeptanz durch die Benutzer ist es notwendig, dass die Möglichkeiten der unterschiedlichen Geräte möglichst gut unterstützt werden. Unterschiedliche technologische Ausstattungsmerkmale erfordern aber heute eine spezielle Anpassung der Inhalte. Eine manuelle Anpassung der Inhalte für jedes Gerät verursacht einen viel zu hohen Aufwand für die Anbie-

ter von Inhalten, da die Kombination aus Hardwareausstattung, Software und Benutzerpräferenzen eine große Anzahl an individuell angepassten Inhalten erfordert. Verfahren zur automatischen Anpassung der Inhalte werden dringend benötigt damit Inhalte nur einmal erstellt werden müssen und dann auf jedem mobilen Gerät sinnvoll wiedergegeben werden können. Hierbei ist besonders wichtig, dass trotz einer Änderung der Darstellung der wesentliche semantische Inhalt erhalten bleibt.

2. BEGRIFF INHALTSADAPTION

Aus den bisherigen Überlegungen kann eine Definition des Begriffes Inhaltsadaption ('content repurposing') abgeleitet werden. Im Kontext mobiler Geräte bezeichnet Inhaltsadaption die automatische, zeitnahe Aufbereitung von Inhalten an die

- Eigenschaften von heterogenen mobilen Geräten,
- unterschiedlichen Netzwerkkapazitäten,
- Interaktionsmöglichkeiten und
- individuellen Nutzerpräferenzen.

Abbildung 1 verdeutlicht schematisch den Aufbau eines Systems zur Inhaltsadaption. Die Medieninhalte werden mit einer ergänzenden semantischen Beschreibung (Metadaten) zentral auf einem Server gespeichert. Bei der Anfrage eines mobilen Gerätes werden die Medieninhalte dynamisch und in Echtzeit anhand der Gerätemerkmale, Netzkapazitäten und Benutzerpräferenzen mit Hilfe der zusätzlichen Informationen der Metadaten adaptiert.

Im Folgenden werden Beispiele für mögliche Inhaltsadaptionen vorgestellt. Für einen Dienst, der einen Stadtplan zur Verfügung stellt, sind Straßen, Straßennamen, die aktuelle Position und ggf. die Zielposition die zentralen Informationen. Nach der Adaption des Stadtplans müssen diese Informationen sowohl auf Mobiltelefonen als auch Notebooks einfach und schnell wahrgenommen werden können, wobei abhängig von den Benutzerpräferenzen und der Displaygröße auch zusätzliche Informationen angezeigt werden können.

Insbesondere beim Bau und der Wartung von komplexen Maschinen werden viele Einsatzmöglichkeiten von mobilen Geräten deutlich. Während Konstruktionsbeschreibungen und -zeichnungen im Allgemeinen auf einem PC erstellt werden, bestehen bisher nur eingeschränkte Möglichkeiten, auf diese vor Ort digital zuzugreifen. Die Herausforderungen liegen darin, die komplexen Zeichnungen mit den textuellen Erläuterungen in geeigneter Form für mobile Geräte zu adaptieren, so dass diese effizient genutzt werden können. Eine weitere Einsatzmöglichkeit liegt in der Verwendung von digitalen Bauplänen, so dass Architekten und Bauleiter jederzeit und an jedem Ort auf aktuelle Pläne zugreifen können.

Im Rahmen von Supply-Chain-Management bietet sich der Einsatz von mobilen Geräten auch zur kurzfristigen Steuerung der

Kette an. Kurzfristige Managementaufgaben (z.B. beim Ausfall einer Maschine oder bei Lieferschwierigkeiten) können direkt vor Ort unter Zuhilfenahme eines mobilen Endgerätes und einer graphischen Repräsentation der Supply-Chain erfolgen. Dies bietet Vorteile und erhöht die Flexibilität der Supply-Chain.

Auch bei der Produktbeschreibung von Spezialbauteilen kann eine graphische Darstellung den Bestellvorgang unterstützen. Die Erweiterung zu einer dreidimensionalen Darstellung (z.B. durch Animation oder Rendern) von Bauteilen, Maschinen oder Gebäuden bietet eine zusätzliche Darstellungsform auf dem mobilen Gerät. Eine besondere Herausforderung liegt in der Entwicklung eines geeigneten Verfahrens zur Interaktion des Benutzers mit den dreidimensionalen Modellen auf dem mobilen Gerät.

Bei Großbaustellen im Anlagenbau müssen kritische Ressourcen über mehrere Projekte hinweg koordiniert werden. Im Rahmen des Projektmanagements ist ein Zugriff auf die jeweils aktuellen Projektpläne auch vor Ort wünschenswert, um situativ eine Entscheidung treffen zu können. Ein Beispiel ist die graphische Darstellung der zeitlichen Abfolge von Aktivitäten durch Netzpläne oder Gantt-Diagramme. Für alle vorgestellten Anwendungsszenarien sind Algorithmen zur Adaption der darzustellenden Inhalte erforderlich, damit die relevanten Informationen auf mobilen Geräten sinnvoll angezeigt werden können.

Der Handel mit digitaler Musik nimmt über das Internet kontinuierlich zu, wobei zu erwarten ist, dass auch der Bedarf nach individuell aufbereiteten Informationen im Audioformat z.B. in Form von Nachrichten, Kundendaten oder technischen Beschreibungen in der Zukunft ebenfalls an Bedeutung gewinnen wird. Informationen im Audioformat sind insbesondere für Benutzer relevant, die aufgrund ihrer aktuellen Tätigkeit (z.B. Fahrt im PKW) längere Texte nicht lesen können. Damit ein Benutzer erkennen kann, ob die ausgewählte Audiodatei für ihn relevant ist, könnte zusätzlich zunächst eine gekürzte Version zur Verfügung gestellt werden. Der Benutzer sollte anhand der verkürzten adaptierten Audiodatei schnell und einfach erkennen können, ob der Inhalt für ihn relevant ist.

Die Wiedergabe eines Videos auf einem mobilen Gerät ist aufgrund der beschränkten Kapazität häufig nicht in akzeptabler Qualität möglich, da eine CPU mit zu geringer Leistung oder ein überlastetes Netzwerk zu Unterbrechungen bei der Wiedergabe und zu Bild- bzw. Tonfehlern führen können. Als Lösung können einzelne aussagekräftige Bilder ('key frames') mit der Audiospur übertragen werden, wobei die Schwierigkeit darin liegt, den wesentlichen semantischen Inhalt zu erhalten.

Neben Display und Netzwerkverbindung sollten auch die unterschiedlichen Eingabemöglichkeiten der Geräte Auswirkungen auf die Darstellung haben. Falls die Eingabe mittels Touchscreen möglich ist, sollte die Navigation durch entsprechend hervorgehobene Elemente im Display unterstützt werden. Bei Mobiltelefonen mit eingeschränkten Eingabemöglichkeiten über wenige Tasten bieten sich einfache Strukturen wie Menüs oder Listen für die Interaktion an.

Anhand der Beispiele soll deutlich werden, dass unterschiedliche Adaptionverfahren für die verschiedenen Medientypen in

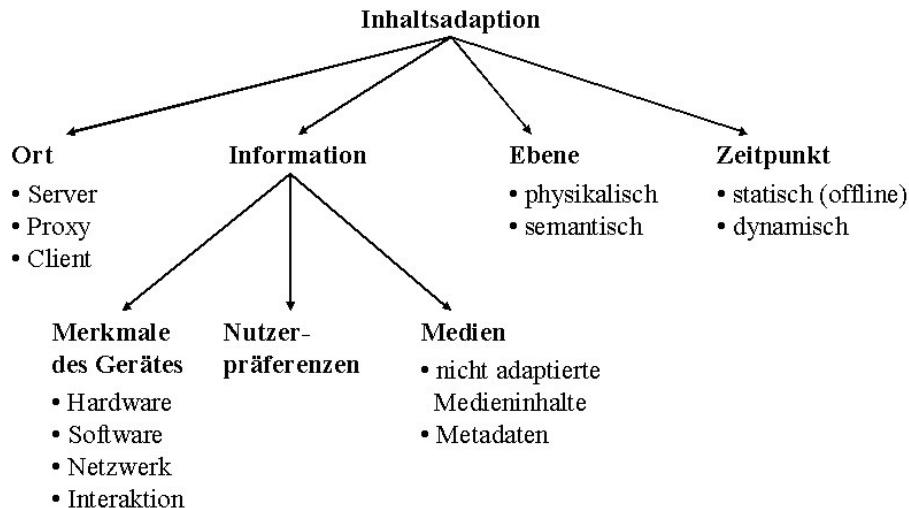


Abbildung 1: Aufbau eines Systems zur Inhaltsadaption

Betracht gezogen werden müssen. Damit Anwendungen auf mobilen Geräten akzeptiert werden, ist es notwendig, die Inhaltsadaption für alle eingesetzten Medientypen zu unterstützen.

Versionen im Vorfeld berechnet und gespeichert werden müssen. Ein dynamischer Algorithmus würde erst bei Bedarf die Inhalte in Echtzeit adaptieren.

3. KLASSIFIKATION DER VERFAHREN ZUR INHALTSADAPTION

Algorithmen zur Adaption von Inhalten können anhand verschiedener Merkmale klassifiziert werden (vgl. Abbildung 2) [29]. Zunächst muss der Ort festgelegt werden, an dem die Inhaltsadaption durchgeführt wird. Die automatische Adaption von Inhalten kann auf einem Server [31, 34], einem Proxy [17, 30] oder dem Client [28] erfolgen, wobei jede Methode Vor- und Nachteile mit sich bringt. Bei dem Einsatz einer serverbasierten Lösung wird es insbesondere bei einer großen Anzahl an Clients und der Verwendung komplexer Adaptionalgorithmen zu Performanceengpässen kommen. Proxies können diese reduzieren, indem sie die Anfragen von Endgeräten mit möglichst ähnlichen Eigenschaften bearbeiten und bei nicht verfügbaren zwischengespeicherten Daten die Anfrage an den Server weiterleiten. Ein Nachteil liegt in der höheren Komplexität der Architektur. Clientbasierte Ansätze eignen sich wegen der Übertragung der Originalmedien auf das mobile Endgerät und den begrenzten Netz- und Rechenkapazitäten nicht [9].

Neben dem Ort muss festgelegt werden, welche Informationen bei der Adaption verwendet werden sollen. Die technischen Merkmale des mobilen Endgerätes [13], d.h. die Hardware und Software, die aktuell verfügbare Netzwerkkapazität und die Interaktionsmöglichkeiten des mobilen Gerätes müssen für die Adaption der Inhalte berücksichtigt werden.

Ein weiteres Klassifikationskriterium betrifft den Zeitpunkt der Adaption. Oft können aufgrund der Datenmenge im Bereich der Inhaltsadaption komplexe Algorithmen nicht in Echtzeit ablaufen, so dass für ausgewählte Profile von Endgeräten statische

4. STANDARDISIERUNG IM KONTEXT VON INHALTSADAPTION

Durch verfügbare Standards wie HTML, XML oder CSS können strukturierte Inhalte in Webseiten schnell und effizient adaptiert werden [2, 19, 29, 60]. Die textuelle Beschreibung erleichtert die Umwandlung in andere Formate und Darstellungsformen. Neben HTML wurden Varianten mit geringerem Funktionsumfang wie WML, S-HTML oder HDML speziell für mobile Geräte entwickelt. Die Eigenschaften multimedialer Daten werden durch diese Standards insbesondere im Bereich von Videos, Animationen oder Audio nicht ausreichend abgebildet. Eine Erweiterung für Multimediadaten kann durch PML (Procedural Markup Language) realisiert werden [42]. Anhand einer PML-Spezifikation ist es möglich, Daten auf der Basis individueller Anforderungen automatisch aufzubereiten. SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language, [61]) ist ein weiterer Standard, der die Darstellung von Medieninhalten innerhalb einer Präsentation beschreibt. Ein SMIL-Dokument enthält die Informationen, wann, wie und wo ein Medienobjekt sichtbar sein soll, und spezifiziert den Ablauf einer Präsentation. Innerhalb von SMIL ist die konkrete Umsetzung der Adaption aus den ursprünglichen Daten nicht definiert [7, 46].

Die Entwicklung von Systemen zur Annotation von Videos war über viele Jahre ein bedeutender Forschungsbereich [12], aus dem sich viele Prototypen und auch kommerzielle Anwendungen entwickelt haben. Die bekanntesten Standards in diesem Umfeld sind MPEG-7 und MPEG-21 [53, 56]. Für die Schemata zur Beschreibung der Inhalte eines Videos stehen viele Editoren und Bibliotheken zur Bearbeitung zur Verfügung. MPEG-7 und MPEG-21 sind besonders gut zur Personalisierung und

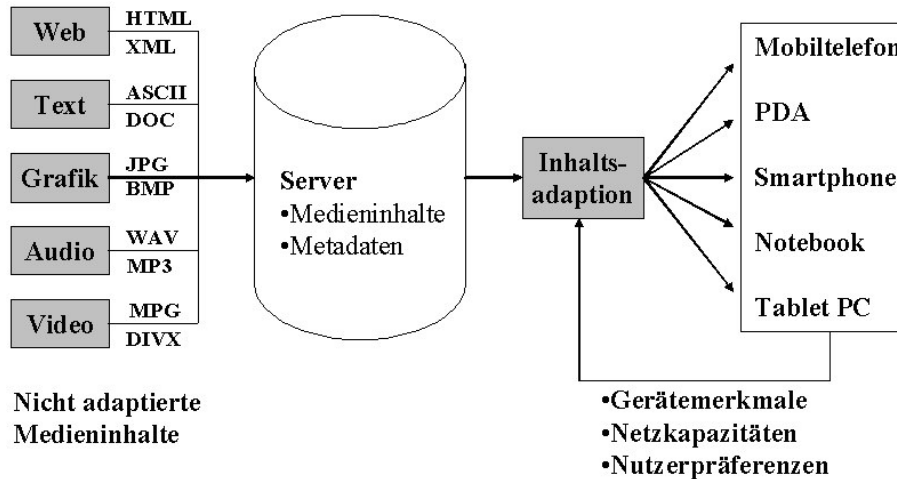


Abbildung 2: Klassifikation der Inhaltsadaption

Adaption von Videos geeignet [24, 25, 53]. MPEG-7 standardisiert die Struktur zur Beschreibung eines Videos, wobei die Frage, wie eine konkrete Beschreibung erzeugt wird, nicht Teil des MPEG-7 Standards ist. Benutzerpräferenzen können innerhalb von MPEG-7 festgelegt werden (User Preference Description). MPEG-21 erweitert die verfügbaren Metadaten, so dass eine Beschreibung der Umgebung des Nutzers möglich wird (Usage Environment Description). Innerhalb dieser Beschreibung sind Merkmale zur Charakterisierung des Displays, der eingesetzten Hardware und Software oder der Systemkonfiguration vorgesehen.

In jüngster Zeit wurden zusätzliche Techniken standardisiert, um Nutzeranfragen und Nutzerpräferenzen modellieren zu können, so dass jetzt auch die Möglichkeit besteht, Parameter für die Adaption digitaler Inhalte zu spezifizieren [35]. Der Begriff Digital Item Adaptation (DIA) wurde durch den MPEG-21 Standard geprägt [32]. DIA soll Informationen, die für eine Adaption benötigt werden, zur Verfügung stellen. So können Informationen über verfügbare Video-Codex, Ein- und Ausgabemöglichkeiten, die Hard- und Softwareausstattung des mobilen Gerätes und der aktuelle Netzwerkzustand spezifiziert werden. Weiterhin ermöglicht es DIA, Präferenzen bezüglich des Benutzerinterface sowie Informationen über die Umgebung des Benutzers (Zeit und Ort) zu speichern. Der netzbasierte Zugriff von beliebigen Endgeräten auf Multimediadaten wird unter dem Begriff Universal Multimedia Access (UMA) zusammengefasst [58].

5. ARCHITEKTUREN ZUR INHALTS-ADAPTION

Neben den Metadaten können unterschiedliche Architekturen für Systeme zur Inhaltsadaption eingesetzt werden. Ein Beispiel für ein System zur Adaption der Inhalte einer Webseite ist Aurora [22, 23]. Das System wurde entwickelt, um Menschen mit geringer Sehkraft oder Koordinationsproblemen Webinhalte durch individuell angepasste Darstellungen leichter zugänglich zu ma-

chen. Ein wesentliches Ziel ist es, die Inhalte konsistent und möglichst einfach darzustellen sowie komplexe Benutzerinteraktionen zu vermeiden. Die Webinhalte werden zunächst in eine XML-Notation überführt und anschließend entsprechend der individuellen Präferenzen aufbereitet. Um die Adaption zu verbessern, werden Webseiten in Kategorien (z.B. Auktion, Web-suche, Reise oder Bank) eingeteilt, für die spezielle Regeln zur Adaption hinterlegt sind.

Mehrere Architekturen zur Adaption von Inhalten wurden in der Literatur vorgeschlagen. Obrenovic et al. schlagen eine generische Architektur vor, um unabhängig von konkreten Geräten multimediale Inhalte an vorgegebene Parameter anzupassen [36]. Bei diesem Ansatz teilt ein Metadatenmodell multimediale Inhalte in Pakete ein und spezifiziert diese anhand physikalischer Faktoren und menschlicher Präferenzen. Hossain und Paul stellen zwei relativ ähnliche Architekturen zur Adaption von multimedialen Inhalten vor, die auf Webdiensten basieren [20, 37]. Erhält das System eine Anfrage zur Adaption eines Mediums, so wird ein Dienst ausgewählt, der die Daten entsprechend des Nutzerprofils aufbereiten kann.

6. VERFAHREN ZUR ADAPTION VON INHALTEN

Innerhalb der letzten Jahre wurde eine große Anzahl sehr spezialisierter Adaptionsverfahren veröffentlicht. Ausgewählte Verfahren für die Adaption von Webseiten, Bildern und Videos sowie aus dem Umfeld von E-Learning werden im Folgenden vorgestellt.

6.1 Adaption von Webseiten

Um eine gute Darstellung der Inhalte einer Webseite zu gewährleisten, ist eine Mindestauflösung und -größe des Displays sinnvoll. Eine manuelle Anpassung der Inhalte speziell für kleine Displays ist mit sehr hohen Kosten verbunden und wird sich –

wie am Beispiel von WAP deutlich wird – ohne automatisierte Adaptionsverfahren nicht durchsetzten. Allgemein hat sich der Ansatz zur Konvertierung bestehender Webseiten bewährt, eine Webseite zunächst in eine XML-Notation zu konvertieren und aus den strukturierten XML-Daten eine speziell angepasste Darstellung für ein mobiles Endgerät zu erzeugen [4, 39].

Viele Ansätze legen ihren Schwerpunkt ausschließlich auf eine ansprechende Darstellung der Webinhalte [4, 10, 16, 41], ohne den Erhalt der semantischen Bedeutung zu berücksichtigen [5, 8, 38]. Ein anderer Forschungsbereich analysiert Verfahren zur Anzeige von Webseiten für Geräte mit sehr geringer Speicher- und Rechenkapazität. Besonders geeignet zur Reduktion der Komplexität einer Webseite ist das Entfernen von Formatierungen [13].

6.2 Bildadaption

Beim Einsatz von sehr kleinen – aber auch sehr großen – Displays werden neue Verfahren zur Visualisierung von Bildern benötigt. Jede Adaption eines Bildes sollte das Ziel haben, die Bildinhalte einfach und verständlich darzustellen [26, 43]. Es hat sich herausgestellt, dass zum Betrachten eines großen Bildes ein manuelles Scrollen besonders ineffizient ist. Eine Verkleinerung des Bildes liefert ebenfalls nur bis zu einem gewissen Grade akzeptable Ergebnisse, da – wie am Beispiel von Stadtplänen deutlich wird – wesentliche semantische Inhalte bei zunehmender Skalierung verloren gehen. Eine Möglichkeit, ein größeres Bild auf einem mobilen Gerät anzuzeigen, besteht darin, es in mehrere kleinere Bilder zu unterteilen, die auch einzeln betrachtet eine semantische Aussagekraft besitzen.

Im Bereich der automatischen Analyse von Bildern und Videos wurden viele Verfahren veröffentlicht [44]. Hu und Bagga schlagen vor, Bilder aus dem Web in funktionale Kategorien zu untergliedern [21]. Ein Bild kann beispielsweise in einem direkten Zusammenhang mit einem Text stehen, als Icon eine spezielle Funktion repräsentieren, eine Überschrift ersetzen oder Werbung beinhalten. Die Adaption eines Bildes hängt wesentlich von dessen Funktion ab.

6.3 Videoadaption

Die Adaption von Videos ist durch eine besonders hohe Komplexität gekennzeichnet [31, 57]. Viele Ansätze beschränken sich auf die Anpassung globaler Parameter eines Videos, was durch Skalierung, Reduktion der Farbtiefe, Änderung der Bildwiederholrate oder Anpassung der Kompressionsrate möglich ist [45]. Statt ein Video gleichmäßig anzupassen, ist es effizienter, den semantischen Inhalt des Videos einzubeziehen [50]. So kann die Adaption eines Videos durch eine Berücksichtigung relevanter Objekte [3, 59] oder spezieller Ereignisse [27] erfolgen.

Mehrere Systeme zur automatischen Adaption von Videos wurden entwickelt, die in eingeschränktem Maße Nutzerpräferenzen sowie Netzwerk- und Gerätekapazitäten einbeziehen [18, 50]. DAVE ist ein System zur Adaption von Videos, das Mechanismen zur Beschreibung des Inhalts des Videos und der physikalischen Parametern des mobilen Gerätes zur Verfügung stellt

[33]. Das Ziel der Adaption innerhalb von DAVE ist es, die empfundene Qualität des Videos zu maximieren, ohne die Ressourcenbeschränkung zu verletzen.

Eine weitere Möglichkeit zur Adaption von Videos wird durch einen Medienwechsel erreicht. Bei Netzverbindungen mit geringem Datendurchsatz ist es nicht möglich, einen Videostrom auf dem mobilen Endgerät wiederzugeben. Als Lösung eignet sich die Darstellung des Videos als Folge von einzelnen aussagekräftigen Standbildern ('key frames') [63]. Ein weiteres Problem sind unzuverlässige Netzverbindungen, so dass längere Videosequenzen nicht übermittelt werden können. Automatisch erzeugte Zusammenfassungen von Videos ('video summaries') bieten bei schlechten Netzverbindungen die Möglichkeit, die wesentlichen Inhalte des deutlich längeren Originalvideos zu übertragen und wiederzugeben [15, 47, 51]. Die Struktur eines Videos, die durch ähnliche Kameraeinstellungen und Szenen definiert wird, sollte bei der Adaption ebenfalls berücksichtigt werden [52, 54, 62].

6.4 Audioadaption

Zwei Forschungsbereiche sind für die automatische Adaption von Audiodateien besonders relevant. Der erste Bereich umfasst die Spracherkennung, d.h. die Umwandlung eines akustischen Signals in einen Text. Bevor einzelne Wörter analysiert und erkannt werden können, muss zunächst die Kategorie des Audiosignals (Sprache, Musik oder Geräusch) spezifiziert werden. Gauvain et al. stellen ein System zur Spracherkennung für Nachrichtensendungen vor [14]. Eine weitere Anwendung, die Spracherkennung zur Indexierung von Videos nutzt, ist das CueVideo System von IBM [49].

Ein zweiter Forschungsbereich befasst sich mit der Aufbereitung, Umwandlung und Ausgabe von Texten als Audiosignale. Wichtige Fragestellungen in diesem Bereich sind das Einfügen von Pausen, die Betonung einzelner Wörter und die Qualität der Aussprache [40]. Eine zusätzliche Möglichkeit zur Adaption eines Audiosignals ist die Anpassung der Abspielgeschwindigkeit, wobei der Inhalt verständlich und die Tonhöhe unverändert bleiben muss [55].

6.5 Inhaltsadaption im Bereich von E-Learning

Die Adaption von Inhalten an die unterschiedlichen Anforderungen und Fähigkeiten der Benutzer wird im Rahmen von E-Learning schon seit vielen Jahren erforscht. Ein wesentlicher Standard in diesem Bereich ist SCORM (Sharable Content Object Reference Model) [1], um Inhalte im Rahmen von E-Learning anzupassen und auszutauschen. Adaptive kollaborative Systeme, die individuell auf einen Lernenden zugeschnittene Lerneinheiten zur Verfügung stellen, können den Lernerfolg signifikant steigern [48]. Ein wesentlicher Vorteil dieser Systeme besteht in der Möglichkeit, Inhalte wiederzuverwenden und automatisch zu adaptieren. Insbesondere ein komponentenbasierter Ansatz [11] bzw. die Integration von Hypermedia-Dokumenten in webbasierte Systeme bietet deutliche Vorteile gegenüber ei-

ner klassischen Webseite [6].

7. ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Bericht wurden unterschiedliche Verfahren zur Adaption von Inhalten vorgestellt. Nach der Darstellung des generellen Aufbaus eines Systems zur Inhaltsadaption wurde speziell auf die Adaption von Webseiten, Bildern, Videos und Audiodateien eingegangen. Obwohl die vorgestellten Verfahren nur einen Medientyp berücksichtigen, ist eine Adaption von unterschiedlichen Medientypen für konkrete Anwendungen auf mobilen Endgeräten wünschenswert. Weitere bisher unberücksichtigte Kriterien sind die zeitnahe Aufbereitung der Inhalte und die Auswirkung von Interaktionsmöglichkeiten auf die Darstellung der Inhalte.

8. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] ADLI. Overview of SCORM 2004. In *Advanced Distributed Learning Initiative*, 2004.
- [2] H. Amielh and S. Devillers. Multimedia content adaptation with xml. In *8th International Conference on Multimedia modeling '01*, 2001.
- [3] M. Bertini, R. Cucchiara, A. Bimbo, and A. Prati. An integrated framework for semantic annotation and adaptation. In *Multimedia Tools and Applications*, volume 26(3), pages 345–363. Springer Science & Business Media B.V., August 2005.
- [4] T. Bickmore. Device-independent access to the world wide web. In *Proceedings of the WWW Conference*, pages 655–663, 1997.
- [5] T. Bickmore, A. Girgenson, and J. Sullivan. Web page filtering and re-authoring for mobile users. In *The Computer Journal*, volume 42(6), pages 334–346, 1999.
- [6] P. Brusilovsky. Knowledge tree: A distributed architecture for adaptive e-learning. In *WWW*, pages 104–113. ACM press, Mai 2004.
- [7] D. Bulterman. SMIL 2.0 - repurposing broadcast content for the web, XML technologies in broadcasting. In *EBU Technical Review*, Juni 2001.
- [8] O. Buykkokten, H. Garcia-Molina, and A. Paepcke. Seeing the whole in parts: Text summarization for web browsing on handheld devices. In *Proceedings of the WWW Conference*. ACM Press, Mai 2001.
- [9] V. Cardellini, P. Yu, and Y. Huang. Collaborative proxy system for distributed web content transcoding. In *Proceedings of 9th International ACM Conference on Information and Knowledge Management*, pages 520–527, November 2000.
- [10] J. Chen, B. Zhou, J. Shi, H. Zhang, and Q. Wu. Function-based object model toward website adaption. In *Proceedings of the WWW Conference*, Mai 2001.
- [11] O. Conlan, D. Dagger, and V. Wade. Towards a standards-based approach to e-learning personalisation using reusable learning objects. In *M. Driscoll and T.C. Reeves (eds.): Proceedings of World Conference on E-learning, E-Learn 2002*, pages 210–217. AACE, Oktober 2002.
- [12] N. Correia and T. Chambel. Active video watching using annotation. In *ACM Multimedia*, pages 151–154. ACM press, 1999.
- [13] A. Fox, S. Gribble, Y. Chawathe, and E. Brewer. Adapting to network and client variation using infrastructural proxies: Lessons and perspectives. In *IEEE Personal Communication*, volume V5(4), pages 10–19, 1998.
- [14] J. Gauvain, L. Lamel, and G. Adda. Transcribing broadcast news for audio and video indexing. In *Communications of the ACM*, volume Vol. 43(2), pages 64–70. ACM press, Februar 2000.
- [15] Y. Gong and X. Liu. Video summarization using singular value decomposition. In *CVPR*, 2002.
- [16] X. Gu, J. Chen, W. Ma, and G. Chen. Visual based content understanding towards web adaptation. In *Proceedings of 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web Based Systems*, pages 164–173, Mai 2002.
- [17] R. Han, P. Bhagwat, R. LaMaire, T. Mummert, V. Perret, and J. Rubas. Dynamic adaptation in an image transcoding proxy for mobile www browsing. In *IEEE Personal Communication*, volume 5(6), pages 8–17, 1998.
- [18] R. Hjelsvold, S. Vdaygiri, and Y. Leaute. Web-based personalization and management of interactive video. In *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web*, pages 129–139, 2001.
- [19] K. Holtman and A. Mutz. Transparent content negotiation in HTTP. In *IETF RFC 2295*, 1998.
- [20] M. Hossain, A. Rahman, and A. Saddik. A framework for repurposing multimedia content. In *Proceedings of the Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, pages 971–974. IEEE, Mai 2004.
- [21] J. Hu and A. Bagga. Categorizing images in web documents. In *IEEE Multimedia*, volume 11(1), pages 22–30. IEEE, Januar 2004.
- [22] A. Huang and N. Sundaresan. Aurora: A conceptual model for web-content adaptation to support the universal usability of web-based services. In *CUU*, pages 124–131. ACM Press, 2000.
- [23] A. Huang and N. Sundaresan. A semantic transcoding system to adapt web services for users with disabilities. In *ASSETS*, pages 156–163. ACM Press, 2000.
- [24] ISO/IEC. Information technology – multimedia content description interface (MPEG-7) – part 8: Extraction and use of MPEG-7 descriptions. Technical Report TR 15938-8, ISO/IEC, 2002.

- [25] ISO/IEC. Information technology – multimedia framework (mpeg-21) – part 1: Vision, technologies and strategy. Technical Report TR 21000-1, ISO/IEC, 2004.
- [26] D. Kasik. Strategies for consistent image partitioning. In *IEEE Multimedia*, volume 11(1), pages 32–41, Januar 2004.
- [27] J.-G. Kim, Y. Wang, and S.-F. Chang. Content-adaptive utility-based video adaptation. In *Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, pages 281–284, Juli 2003.
- [28] Z. Lei and N. Georganas. Context-based media adaptation in pervasive computing. In *Proceedings of IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer (CCECE)*, Mai 2001.
- [29] H. Lie and J. Saarela. Multipurpose web publishing using HTML, XML and CSS. In *Communications of the ACM*, volume 42(10), pages 95–101. ACM Press, Oktober 1999.
- [30] W. Lum and F. Lau. A context-aware decision engine for content adaptation. In *IEEE Pervasive Computing*, volume 1(3), pages 41–49, Juli 2002.
- [31] R. Mohan, J. Smith, and C. Li. Adapting multimedia internet content for universal access. In *IEEE Transactions on Multimedia*, volume 1(1), pages 104–114, März 1999.
- [32] MPEG MDS Group. Part 7: Digital item adaptation. In *MPEG-21 Multimedia Framework*, Juli 2003.
- [33] S. Nepal and U. Srinivasan. DAVE: A system for quality driven adaptive video delivery. In *Proceedings of the 5th ACM SIGMM international workshop on Multimedia information retrieval*, pages 223–230, 2003.
- [34] B. Noble, M. Satyanarayanan, D. Narayanan, J. E. Tilton, J. Flinn, , and K. R. Walker. Agile application-aware adaptation for mobility. In *Proceedings of the 16th Symposium on Operating System Principles (SOSP)*, pages 276–287, 1997.
- [35] I. Nurnett. MPEG-21: Goals and achievements. In *IEEE Multimedia*, volume 10(6), pages 60–70, Oktober 2003.
- [36] Z. Obrenovic, D. Starcevic, and B. Selic. A model-driven approach to content repurposing. In *IEEE Multimedia*, volume 11(1), pages 62–71, Januar 2004.
- [37] S. Paul. Designing content management systems using web services. In *Web Services Journal*, volume 2(2), 2002.
- [38] G. Penn. Flexible web document analysis for delivery to narrow-bandwidth devices. In *Proceedings of International Conference on Document Analysis and Recognition*, pages 1074–1078. IEEE CS Press, September 2001.
- [39] M. Perkowitz. Towards adaptive web sites: Conceptual framework and case study. In *AI Journal*, volume 118(1,2), 2000.
- [40] I. Pitt and A. Edwards. Improving the usability of speech-based interfaces for blind users. In *Proceedings of the ACM conference on Assistive technologies*, pages 124–130, 1996.
- [41] A. Rahman, H. Alam, R. Hartono, and K. Ariyoshi. Automatic summarization of web content to smaller display devices. In *Post Presentations of 6th International Conference on Document Analysis and Recognition*, September 2001.
- [42] A. Ram. PML : Adding flexibility to multimedia presentations. In *IEEE Multimedia*, volume 6(2), pages 40–52, April 1999.
- [43] T. Rist and P. Brandmeir. Customizing graphics for tiny displays of mobile devices. In *Proceedings of 3rd International Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices*, pages 1–4, September 2001.
- [44] N. Rowe. Content repurposing for small devices. In M. Pagani, editor, *Encyclopedia of Multimedia Technology and Networking (Volume 1)*. The Idea Group, Hershey, PA, USA, April 2005.
- [45] T. Shanableh and M. Ghanbari. Heterogeneous video transcoding to lower spatio-temporal resolution and different encoding formats. In *IEEE Transactions on Multimedia*, volume 2(2), pages 101–110, Juni 2000.
- [46] SMIL. SMIL. In *SMIL*, Mai 2005.
- [47] M. Smith and T. Kanade. Video skimming for quick browsing based on audio and image characterization. Technical Report CMU–CS–95–186, Carnegie Mellon University, 1995.
- [48] A. Soller and A. Lesgold. A computational approach to analysing online knowledge sharing interaction. In Hoppe, U., Verdejo, F. and Kay, J. (eds.) *Artificial intelligence in education: Shaping the future of learning through intelligent technologies*, pages 253–260. IOS Press, 2003.
- [49] S. Srinivasan, D. Petkovic, and D. Ponceleon. Towards robust features for classifying audio in the cuevideo system. In *Proceedings of the ACM international conference on Multimedia (Part 1)*, pages 393–400. ACM Press, 1999.
- [50] O. Steiger, T. Ebrahimi, and D. Sanjuan. MPEG-based personalized content delivery. In *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, volume 3, pages 45–48, September 2003.
- [51] H. Sundaram and S. Chang. Determining computable scenes in films and their structures using audio-visual memory models. In *Proceedings of the eighth ACM international conference on Multimedia*, pages 95–104. ACM Press, 2000.
- [52] B. Tseng and C. Lin. Personalized video summary using visual semantic annotations and automatic speech transcriptions. In *IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing*, pages 5–8, Dezember 2002.

- [53] B. Tseng, C.-Y. Lin, and J. R. Smith. Using MPEG-7 and MPEG-21 for personalizing video. In *IEEE Multimedia*, volume 11(1), pages 42–52, Januar 2004.
- [54] B. Tseng and J. Smith. Hierarchical video summarization based on context clustering. In *Proceedings of IS&T/SPIE conference on Internet Multimedia Management Systems IV*, pages 14–25, November 2003.
- [55] S. Vemuri, P. DeCamp, W. Bender, and C. Schmandt. Improving speech playback using time-compression and speech recognition. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 295–302, 2004.
- [56] A. Vetro. MPEG-21 digital item adaptation: Enabling universal multimedia access. In *IEEE Multimedia*, volume 11(1), pages 84–87, Januar 2004.
- [57] A. Vetro, C. Christopoulos, and H. Sun. Video transcoding architectures and techniques. an overview. In *IEEE Signal Processing Magazine*, volume 20(2), pages 18–29, März 2003.
- [58] A. Vetro, T. Christopoulos, and T. Ebrahimi. Special issue on universal multimedia access. In *IEEE Signal Processing Magazine*, volume 20(2), pages 69–79, März 2003.
- [59] A. Vetro, T. Haga, K. Sumi, and H. Sun. Object-based coding for long-term archive of surveillance video. In *Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, volume 2, pages 417–420, 2003.
- [60] W3C. Extensible markup language 1.0. W3C recommendation. Technical Report XML 1.0., W3C, 1998.
- [61] W3C. Synchronized multimedia integration language (SMIL) 1.0 specification. Technical Report REC-smil-19980615, W3C, 1998.
- [62] B.-L. Yeo and M. Yeung. Retrieving and visualizing video. In *Communications of the ACM*, volume 40(12), pages 43–52. ACM Press, Dezember 1997.
- [63] M. Yeung. Video browsing using clustering and scene transitions on compressed sequences. In *Proceedings of IS&T/SPIE conference on Multimedia Computing and Networking*, volume 2417, pages 399–413, 1995.