

Benutzerorientierte Adaptivität und Adaptierbarkeit im Projekt AVANTI

Josef Fink, Alfred Kobsa und Andreas Nill

GMD - Forschungszentrum Informationstechnik GmbH
Institut für Angewandte Informationstechnik (FIT)
Forschungsbereich Mensch-Maschine Kommunikation (MMK)

Zusammenfassung

Ziel des Projekts AVANTI (AdaptiVe and Adaptable INteractions for Multimedia Telecommunications ApplIcations) ist es, multimediale Informationen über eine Region einem Benutzerkreis mit verschiedenen Vorkenntnissen und Interessenlagen, z.B. Touristen, Einwohnern, Reisekaufleuten, aber auch bestimmten Behindertengruppen wie Blinden und Rollstuhlfahrern adäquat anzubieten. Der Heterogenität der Benutzerbedürfnisse wird durch eine weitgehende Individualisierung des Informationsangebots auf der Basis modellierter Annahmen über die Interessen, Kenntnisse und Fähigkeiten von Benutzern Rechnung getragen. Der Zugriff auf das AVANTI-System kann sowohl von öffentlich zugänglichen Informationskiosken, Büros, vom heimischen Wohnzimmer als auch von entsprechenden mobilen Geräten (z.B. Laptops, Palmtops) aus erfolgen.

Die GMD ist innerhalb des Gesamtprojekts an der Ermittlung der Benutzerbedürfnisse, der Konzeption und Implementierung der für die Anpassungsleistungen zuständigen Komponenten und an der Evaluierung der Gesamtsysteme beteiligt. Darüber hinaus wirkt sie auch bei der Erstellung der Informationssysteme für die geplanten Feldtests mit. In diesem Papier stellen wir die wichtigsten Ergebnisse der ersten Projektphasen vor und geben einen Überblick über die Architektur des Gesamtsystems.

1 Einleitung

Das von der Europäischen Kommission im Rahmen des ACTS-Programms geförderte Projekt AVANTI wurde im März 1995 gestartet [1]. Elf Partner aus sieben europäischen Ländern sind derzeit an dem auf vier Jahre angelegten Projekt beteiligt. Adaptive und adaptierbare Systemleistungen¹ sollen dabei sowohl an der Benutzerschnittstelle als auch in den zu erstellenden Informationssystemen eingesetzt werden, um die *Benutzbarkeit* des Gesamtsystems für einen großen Personenkreis einschließlich bestimmter Behindertengruppen sicherzustellen und die individuelle *Nützlichkeit* der angebotenen Informationen zu gewährleisten [18]. Die Evaluierung der erstellten Informationssysteme hinsichtlich der Nutzenkriterien Effektivität, Effizienz und Akzeptanz mit dezidierten Benutzergruppen in Rom, Siena (Italien) und Kuusamo (Finnland) wird darüber Aufschluß geben, inwieweit diese Ziele erreicht werden.

Zur Zeit befinden sich die Projektarbeiten im Übergang von der Konzeptions- zur Implementierungsphase.

¹ Der Definition in [23] folgend bezeichnen wir die Anpassungsleistungen des Systems, die der Benutzer über Systemparameter selbst einstellen kann, als adaptierbar und die Anpassungsleistungen des Systems, die aus der Sicht des Benutzers vom System automatisch initiiert werden, als adaptiv.

Dementsprechend möchten wir in diesem Papier auch unsere Schwerpunkte setzen:

- Charakterisierung der im Projekt beteiligten Benutzer und ihrer Bedürfnisse,
- Überblick über die durchgeführte Benutzermodellierung,
- Szenarien adaptiver und adaptierbarer Systemleistungen, die der Heterogenität der Anforderungen an das AVANTI-System Rechnung tragen und
- Darstellung der zugrundeliegenden Software-Architektur auf der Basis des World-Wide Web.

2 Benutzercharakteristika

In der ersten Phase von AVANTI wurden in Italien, Finnland und Deutschland u.a. die Bedürfnisse der folgenden Benutzergruppen untersucht [2]:

- Benutzer mit speziellen Behinderungen:
 - Rollstuhlfahrer,
 - Blinde,
 - Personen, die an einer leichten Form von Muskeldystrophie (Muskelschwund) leiden und damit vor allem durch Störungen in der Feinmotorik gehandicapt sind,
- Reisekaufleute,
- Touristen,
- Einwohner und
- ältere Personen, meist ohne jede Computererfahrung.

Die durch obige Aufzählung beschriebene Benutzerpopulation ist sehr heterogen. Die Unterschiede betreffen u.a.:

- *Physische und sensorische Fähigkeiten*, die bei Benutzern mit speziellen Behinderungen und älteren Personen eingeschränkt sind [2].
- *Interessen und Präferenzen*, die u.a. vom Alter der Benutzergruppe abhängen [30]. So bevorzugen ältere Reisende i.d.R. eher kulturelle und geschichtliche Informationen, wohingegen jüngere Reisende Informationen über Einkaufs- und Unterhaltungsmöglichkeiten sowie über Sportereignisse präferieren. Auch wurden deutliche Unterschiede zwischen den Interessen und Präferenzen von Touristen und Einwohnern festgestellt [2].
- *Wissen*, das bei Benutzern z.B. auf die im AVANTI-Informationssystem beschriebene Stadt oder Region bezogen unterschiedlich sein kann. Reisekaufleute setzen sich in dieser Hinsicht als professionelle Experten gegenüber den anderen Benutzergruppen ab [2].
- *Kognitive Fähigkeiten*, die z.B. bei älteren Personen durch eine niedrigere Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung sowie durch eine nachlassende Kapazität des Arbeitsgedächtnisses und der Konzentrationsfähigkeit beeinträchtigt sein können [17].

Die in dieser Phase erhobenen Benutzerbeschreibungen wurden in einem zweiten Schritt um die spezifischen Charakteristika der älteren Personen und der Einwohner reduziert, da diese Benutzergruppen nicht an den Feldtests teilnehmen. Anschließend konnte eine weitere Eingrenzung unter dem Blickwinkel Mobilität in einem urbanen Raum und Kompetenz im Umgang mit Computern bzw. dem AVANTI-System erfolgen. Dadurch konnte nicht zuletzt

sichergestellt werden, daß eine handhabbare Menge an relevanten Benutzercharakteristika übrigblieb:

- *Physische und sensorische Fähigkeiten*, wie die Fähigkeit Treppen steigen zu können, ein Element der Benutzeroberfläche mit der Maus selektieren zu können oder grafische Information rezipieren zu können.
- *Interessen und Präferenzen*, z.B. das Interesse an Zugangsinformationen zu öffentlichen Gebäuden wie Angaben über das Vorhandensein von Aufzügen, Rampen, Leitsystemen, Telekommunikations- und sanitären Einrichtungen, an Detailinformationen über Kirchen oder die Präferenz eines Benutzers für bestimmte Modalitäten einer Information, z.B. Bilder oder Videos.
- *Wissen über die Domäne*, vornehmlich über prominente Orientierungspunkte wie öffentliche Plätze, Kirchen, Museen, Parks, etc. und die Infrastruktur in den Städten Siena, Kuusamo und Rom.
- *Kognitive Fähigkeiten*:
 - *Kompetenz im Umgang mit Computern*, z.B. die Fähigkeit, Elemente der Benutzeroberfläche eines Computers zielgerichtet manipulieren zu können.
 - *Kompetenz im Umgang mit dem AVANTI-System*, z.B. mit den im AVANTI-System angebotenen Orientierungs- und Navigationshilfen oder Kenntnisse über die angebotenen adaptiven und adaptierbaren Systemleistungen.

Die Relevanz dieser Benutzercharakteristika zur Steuerung der angebotenen Anpassungsleistungen wird nicht zuletzt dadurch betont, daß auch in der Literatur das Domänenwissen und die benannten Kompetenzfelder als Schlüsselfaktoren für die Lösung potentieller Ergonomieprobleme in Hypertext-Systemen beschrieben werden [21, 22].

Neben Benutzercharakteristika werden in AVANTI ein Domänenmodell und technische Kenngrößen, die die Leistungsfähigkeit der zur Verfügung stehenden Telekommunikations-Infrastruktur beschreiben, zur Steuerung von Anpassungsleistungen verwendet (vgl. das vierte Kapitel). Eine weitere Motivation für Anpassungsleistungen wäre der aktuelle Nutzungskontext des Systems [2], ob z.B. der Zugriff von einem Informationskiosk oder vom heimischen PC aus erfolgt. Dieses und weitere Motivationsfelder werden jedoch in den ersten Prototypen des AVANTI-Systems nicht berücksichtigt werden können.

3 Benutzermodellierung

Die Mehrzahl der Anpassungsleistungen in AVANTI stützen sich auf modellierte Annahmen² über Charakteristika eines Benutzers, die in einem sog. „Benutzermodell“ gespeichert werden. Die Bildung dieser Annahmen zum Aufbau und zur Pflege des Benutzermodells wird in der einschlägigen Literatur oft als problematisch beschrieben [9, 23].

² Durch die Verwendung des Begriffs Annahme in diesem Zusammenhang betonen wir die prinzipielle Unsicherheit, mit der die Repräsentation von Benutzercharakteristika in Benutzermodellen behaftet ist. Dies schließt natürlich die Existenz sicherer Benutzermodellinhalte keineswegs aus.

In AVANTI werden Annahmen aus den folgenden Informationsquellen gebildet:

- Die Eingaben des Benutzers mittels eines kurzen Eingangsfragebogens oder in einem Klärungsdialog führen i.d.R. direkt zum Eintrag entsprechender Annahmen ins Benutzermodell. Deshalb werden sie aus Benutzerperspektive bisweilen auch als explizite Annahmen bezeichnet, im Gegensatz zu den nachfolgenden, aus Benutzerperspektive als implizit bezeichneten Annahmen.
- Ausgewählte Dialogakte³ des Benutzers können zur Bildung von Annahmen und deren Eintrag ins Benutzermodell verwendet werden. Fordert ein Benutzer z.B. weitere Detailinformationen zu einer bestimmten Kirche an, dann kann angenommen werden, daß er Interesse an Informationen zu dieser Kirche hat.
- Die Teile eines Benutzermodells, die Annahmen über relevante Eigenschaften von Benutzergruppen (vgl. das zweite Kapitel) enthalten, werden als Stereotype [25] bezeichnet. Unter bestimmten Voraussetzungen, wie z.B. einer einschlägigen Antwort des Benutzers im Eingangsfragebogen, kann ein Stereotyp für einen Benutzer aktiviert (bzw. deaktiviert) werden, was bedeutet, daß die Annahmen, die in dem Stereotyp enthalten sind, das Modell des Benutzers anreichern (bzw. aus diesem entfernt werden).
- Basierend auf Annahmen über den Benutzer und Zusatzinformationen über die Domäne, kann das System durch Inferenzen weitere Annahmen über den Benutzer bilden. Ein Beispiel dafür wäre das inferierte Interesse eines Benutzers an Gemälden aufgrund der Tatsache, daß der Benutzer sich im Laufe der Interaktion für mehrere Einzelgemälde interessiert hat. Interesse an Einzelgemälden kann vom System angenommen werden, wenn sich der Benutzer z.B. Detailinformationen dazu angefordert hat.

Die Unsicherheit mit der eine Annahme im Benutzermodell behaftet ist, hängt maßgeblich von deren Herkunft ab. Explizite und über Dialogakte gebildete Annahmen haben in dieser Hinsicht eine höhere Sicherheit als Annahmen die über Stereotype zugesprochen, oder von Inferenzen gebildet, wurden. Deshalb stehen Annahmen aus Stereotypen und Inferenzen in der Folge nur noch für Abfragen zur Verfügung, nicht aber für die weitere Aktivierung/ Deaktivierung von Stereotypen und für weitere Inferenzen. Dadurch wird die Bildung stetig unsicher werdender Annahmen im Benutzermodell vermieden.

4 Anpassungsleistungen

Die in AVANTI angebotenen Anpassungsleistungen betreffen sowohl die Benutzerschnittstelle, als auch die Hypermedia-Seiten an sich. *Anpassungen der Benutzerschnittstelle* umfassen die Integration spezieller Hardware, wie Braille-Displays, Switches und/oder komplementäre bzw. alternative Software, wie Screen-Reader, Eingabehilfen oder „Dual Browser“ [3, 26]. *Anpassungen der Hypermedia-Seiten* [6] erfolgen sowohl bzgl. der Inhalte, wie beispielsweise die Prominenz, Detailliertheit, Ausführlichkeit und Modalität von Informationen über Objekte bzw. Links, als auch bzgl. der Struktur des Hyperraums, wie beispielsweise Anpassungen bzgl. der angebotenen Orientierungs- und Navigationsmöglichkeiten. Letztere orientieren sich dabei an den kognitiven Fähigkeiten des Benutzers [28, 27] und bei blinden Personen an deren zusätzlichem Bedarf an Orientierungs- und

³ Dialogakte repräsentieren Aktionen des Benutzers auf der Benutzeroberfläche (z.B. Anforderung von Hilfe in einem bestimmten Kontext), die zur Bildung von Annahmen über den Benutzer verwendet werden können [24]. Dieser Prozeß der Annahmenbildung kann insofern auch als eine Verallgemeinerung einer Präsuppositionsanalyse von Sprechakten in natürlich-sprachlichen Systemen interpretiert werden [14].

Navigationshilfen, wie seitenbezogene Inhaltsverzeichnisse und Übersichten mit Querverweisen [13].

Die folgenden Szenarien stellen einige der im System angebotenen adaptiven und adaptierbaren Systemleistungen im Kontext einer Systemnutzung vor. In unseren Beispielen beschränken wir uns dabei auf Anpassungsleistungen an Hypermedia-Seiten [6], da diese in der Literatur im Gegensatz zu Anpassungen der Benutzerschnittstelle weitaus seltener anzutreffen sind.

Für einen Benutzer, der in einem Eingangsfragebogen sein Interesse an Informationen für Rollstuhlfahrer bekundet hat, wird sein Benutzermodell mit dem Stereotyp „Rollstuhlfahrer“ verbunden. Dadurch wird sein individuelles Benutzermodell durch typische Charakteristika von Rollstuhlfahrern, z.B. einschlägiges Interesse an bestimmten Informationen, angereichert. Während bei Gebäuden die Eignung für Rollstuhlfahrer z.B. von bestimmten Türbreiten oder dem Vorhandensein geeigneter sanitärer Einrichtungen abhängt, ist für die Auswahl von Routen in einer Stadt die Beschaffenheit des Straßenpflasters, des Bordsteins, die Steigung einer Straße und/oder das Attribut „Fußgängerzone“ wichtig. Bei der Auswahl eines Buses sind dies Informationen wie vorhandene Einstiegshilfen oder Preisermäßigungen für behinderte Kunden. Diese relevanten Zusatzinformationen werden in der Folge auf den entsprechenden Hypermedia-Seiten automatisch vom System hinzugefügt. Ändert der Benutzer die vom System angebotene Informationsauswahl, dann wird das daraus gefolgerte Interesse an zusätzlichen Informationen bzw. Desinteresse an zuvor angebotenen Informationen im Benutzermodell vermerkt, wodurch ggf. aus dem Stereotyp „Rollstuhlfahrer“ stammende Interessen ganz oder in Teilen überschrieben werden. Ändert der Benutzer die angebotene Informationsauswahl nicht, dann wird in diesem Fall angenommen, daß das Benutzermodell den aktuellen Stand des Benutzerinteresses widerspiegelt.

Informiert sich ein Benutzer z.B. über den Dom „Santa Maria“ und fordert im Überblick weiterführende Informationen zur Baugeschichte an, dann kann auf ein diesbzgl. Interesse am Dom „Santa Maria“ geschlossen werden, was zur Bildung und zum Eintrag einer entsprechenden Annahme ins Benutzermodell führt. Fordert der Benutzer im weiteren Verlauf der Sitzung baugeschichtliche Detailinformationen zur Basilika „San Domenico“ an, so führt auch dies zur Bildung und zum Eintrag einer entsprechenden Annahme ins Benutzermodell. Da der Benutzer wiederholt Detailinformationen zu Sakralbauten angefordert hat, kann nun eine Inferenzregel innerhalb des Benutzermodells auf ein Benutzerinteresse an Detailinformationen zu Sakralbauten schließen. Diese im Benutzermodell gezogene Inferenz würde dazu führen, daß der Benutzer bei weiteren sakralen Bauwerken entsprechende Zusatzinformationen automatisch angeboten bekommt, solange er dieses Informationsangebot nicht weiter qualifiziert (siehe oben).

Bei jeder Anforderung einer Hypermedia-Seite überwacht das AVANTI-System die Zeiten, die zur Anpassung, Übertragung und zum vollständigem Aufbau einer Hypermedia-Seite auf der Benutzeroberfläche notwendig sind. Die Verbindung der Übertragungszeit mit Größeninformation zu einer Hypermedia-Seite erlaubt zudem eine Berechnung der verfügbaren Bandbreite im Netzwerk. Die Anwendung einfacher statistischer Verfahren auf diesen Informationen erlaubt nun eine Prognose der verfügbaren Bandbreite und der Antwortzeit für zukünftige Anforderungen von Hypermedia-Seiten. Damit können bei der Zusammenstellung einer Hypermedia-Seite technisch aufwendige Modalitäten einer Information zu einem Objekt, wie Videos oder große Bilder, im Falle einer langsamen Modem-Verbindung durch inhaltlich gleichwertige textuelle Beschreibungen und einen Link auf die substituierte Modalität ersetzt werden. Zusätzlich können noch die Originalgröße und die voraussichtliche Ladezeit für die substituierte Modalität mit angegeben werden. Aufgrund der angebotenen Informationen kann der Benutzer dann entscheiden, ob er die substituierte Modalität anfordern möchte oder nicht.

5 Systemarchitektur

Die folgende Grafik gibt einen Überblick über die Architektur von AVANTI:

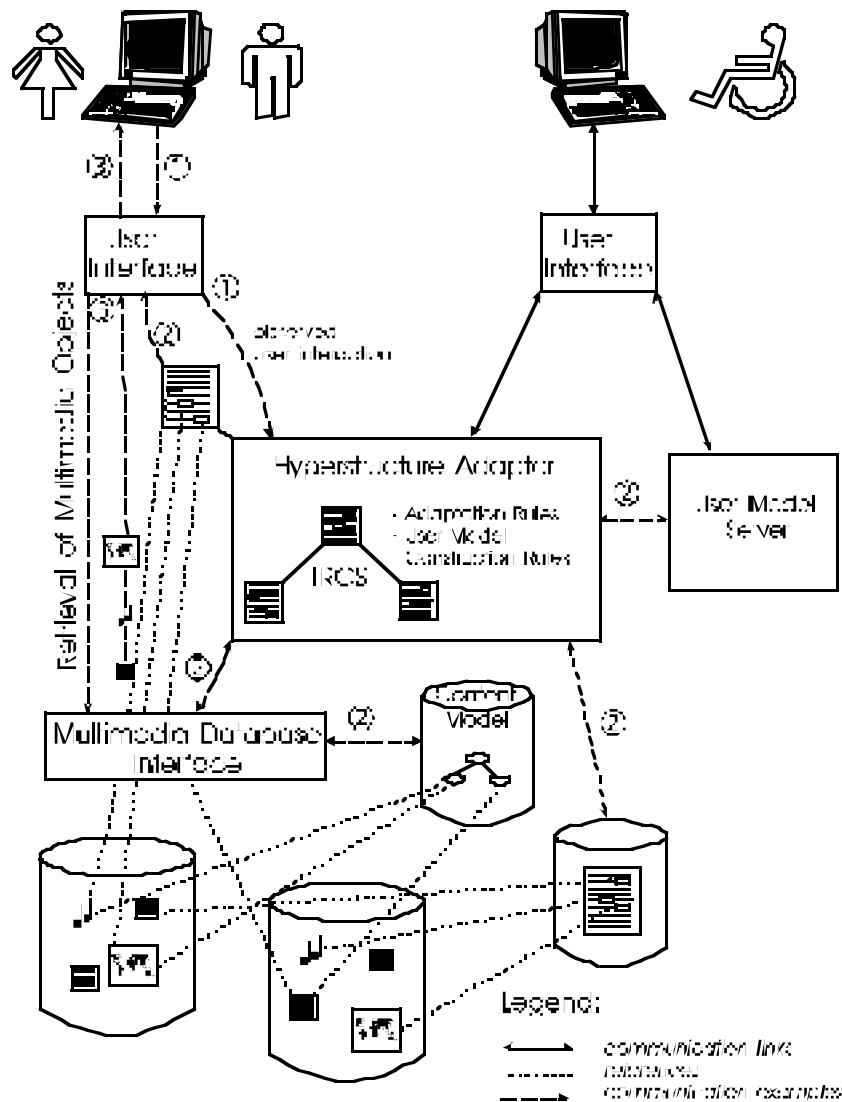


Abbildung 1: Architektur des AVANTI Systems

Die Aufgaben und die Interaktion zwischen den Hauptkomponenten, dem *User Interface* (UI), dem *Hyperstructure Adaptor* (HSA), dem *User Model Server* (UMS) und dem *Multimedia Database Interface* (MDI), können dabei entlang des in der obigen Abbildung angedeuteten Beispiels einer Seitenanforderung skizziert werden (①-③ finden sich dabei in der Grafik wieder):

- ① Ein Benutzer fordert über das UI eine neue Hypermedia-Seite vom HSA an.
- ② Der HSA lädt die Hypermedia-Seite im *IRCS-Format* (*Information Resource Control Structure*) [4], das eine Untermenge und eine Erweiterung von HTML [29] darstellt, und beginnt mit der inhaltlichen Aufbereitung. Dazu enthält die *IRCS*-Seite neben festen Bestandteilen Verweise auf Anpassungsregeln (*Adaptation Rules*), die das Aufbereiten der

adaptiven und/oder adaptierbaren Teile einer Hypermedia-Seite steuern. Anpassungs-regeln können Informationen von anderen AVANTI-Komponenten einholen, z.B.:

- Annahmen über Fähigkeiten, Interessen oder Wissen des Benutzers vom UMS z.B. der Benutzer bevorzugt Bilder gegenüber textuellen Erklärungen, und/oder
- inhaltliche Meta-Informationen zu Multimedia-Objekten über das MDI aus dem *Content Model*, z.B. ein Bild ist eine Erklärung zu einem assoziierten Begriff.

Zusätzlich stehen innerhalb des HSA Informationen über die aktuelle Sitzung des Benutzers, z.B. frühere Eingaben oder Angaben über bereits angeforderte Seiten, zur Verfügung. Akquisitionsregeln (*User Model Construction Rules*) ermöglichen die Bildung von Annahmen aus der Interaktion des Benutzers mit dem System, z.B. kann angenommen werden, daß ein Benutzer an einem Objekt interessiert ist, wenn er Detailinformationen dazu anfordert. Die vom HSA solchermaßen aufbereitete *IRCS*-Seite wird dann an das UI übergeben.

- ③ Das UI fordert über das MDI die auf der *IRCS*-Seite referenzierten Objekte aus den AVANTI-Datenbanken an und präsentiert dem Benutzer die angeforderte Hypermedia-Seite⁴.

Die Architektur von AVANTI baut auf dem World-Wide Web (WWW) bzw. den damit verbundenen Standards der IETF (Internet Engineering Task Force) auf [12], d.h.:

- URLs (Universal Resource Locators) als universellen Adressierungsmechanismus für jegliche Art von Objekten, z.B. *IRCS*-Seiten, Multimedia-Objekte,
- HTTP (HyperText Transfer Protocol) bzw. MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) als universelles Kommunikationsprotokoll zwischen allen Software-komponenten⁵, und
- HTML (HyperText Markup Language) als Grundlage der *IRCS*-Beschreibungssprache für Hypermedia-Seiten.

⁴ Auch das *User Interface* von AVANTI kann ggf. noch weitere Anpassungen durchführen. Dies wurde hier jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen.

⁵ Ausnahme: Die Kommunikation mit dem *User Model Server* wird mittels KQML (Knowledge Query and Manipulation Language [10, 14] durchgeführt.

Die wichtigsten Vorteile dieser Architektur sind:

- Der Zugriff auf das AVANTI-System kann über die gängigsten der heute im Umfeld des WWW verfügbaren Browser erfolgen.
- Bereits existierende Software im Umfeld des WWW, z.B. Browser, Server, Gateways, Proxies, Kommunikationsbibliotheken, kann ganz oder in Teilen als Entwicklungsgrundlage oder -umgebung für AVANTI-Komponenten verwendet werden.
- Komponenten von AVANTI können entsprechend organisatorischer und/oder technischer Anforderungen flexibel verteilt werden. Die Mobilität eines Benutzers wird dabei insofern unterstützt, als sein Benutzermodell und der korrespondierende UMS jederzeit ermittelt werden können. Ein HTTP-basierter Name Service bildet durch die Auflösung symbolischer Referenzen die hierfür notwendige Grundlage [11].
- Der HSA kann zur Laufzeit in der Programmiersprache Java [8] geschriebene Funktionalität aus dem *Hyperstructure Adaptor* in das *User Interface* verlagern, insofern dort die entsprechenden Voraussetzungen zur Ausführung von Java-Code gegeben sind.
- AVANTI unterstützt in Zusammenarbeit mit verbreiteten HTTP-Servern, wie z.B. den Servern der Netscape Corporation [19], gängige Sicherheitsstandards [7], wie z.B. SSL (Secure Sockets Layer) und SHTTP (Secure HTTP).

Die zentralen Komponenten in der AVANTI-Architektur sind der *Hyperstructure Adaptor* und der *User Model Server*. Die Grundlage für deren Entwicklung bilden das Produkt „WebObjects“ [20] für den HSA und das Benutzermodellierungs-Shell-System „BGP-MS“ (Belief, Goal and Plan Maintenance System) [5, 15] für den UMS.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Gaby Nordbrock, Reinhard Oppermann und Christoph Thomas für ihre wertvollen Kommentare und Anregungen zu früheren Versionen dieses Papiers.

Literaturverzeichnis

- [1] AVANTI: Offizielle AVANTI-Seite der Europäischen Kommission, URL: <http://drogo.csel.stet.it/sonah/AVANTI/index.html>;
GMD-Projektseite, URL: <http://www.gmd.de/fit/projects/avanti.html>, 1996.
- [2] AVANTI Deliverable DE001 - User groups' needs and requirements. Project Report, Brüssel, 1996.
- [3] AVANTI Deliverable DE004 - Selection of terminals and terminal adaptations. Project Report, Brüssel, 1996.
- [4] AVANTI Deliverable DE005 - Adaptable Multimedia Document Structure. Project Report, Brüssel, 1996.
- [5] BGP-MS: Projektseite, URL: <http://zeus.gmd.de/projects/bgp-ms.html>, 1996.
- [6] P. Brusilovsky: Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. In: *User Modeling and User-Adapted Interaction* 6 (2-3), 1996, 87-129.
- [7] A. Cain: Web Security - Technologies for Security, Authentication, and Privacy on the World-Wide Web. In: *Tutorial Notes, Fifth International World-Wide Web Conference*. Paris. O'Reilly & Associates, Inc., Sebastopol, California, 1996, 1-31.
- [8] M. Campione, K. Walrath: The Java Tutorial. URL: <http://www.javasoft.com/tutorial/index.html>, 1996.
- [9] D. N. Chin: Acquiring User Models. *Artificial Intelligence Review* 7, 1993, 185-197.
- [10] T. W. Finin, J. Weber, G. Widerhold, M. Genesereth, R. Fritzson, D. McKay, J. McGuire, R. Pelavin, S. Shapiro und C. Beck: Specification of the KQML Agent-Communication Language. URL: <http://www.cs.umbc.edu/kqml/papers/kqmlspec.ps>, 1993.

- [11] KAPI: KAPI Software Overview. URL: <http://hitchhiker.space.lockheed.com:80/aic/shade/software/KAPI/README.html>, 1996.
- [12] D. Keller: Creating Web Pages: Introduction to HTML und HTML Authoring for the Web, Part II. In: Tutorial Notes, Fifth International World-Wide Web Conference, Paris. O'Reilly & Associates, Inc., Sebastopol, California, 1996, 46-58 und 59-100.
- [13] A. Kennel, L. Perrochon, A. Darvishi: WAB: World-Wide Web Access for Blind And Visually Impaired Computer Users. New Technologies in the Education of the Visually Handicapped, Paris, Juni 1996 und ACM SIGCAPH Bulletin, Juni 1996. URL: <http://www.inf.ethz.ch/departement/IS/ea/blinds/>.
- [14] A. Kobsa: Benutzermodellierung in Dialogsystemen. Springer Verlag, Berlin u.a., 1985.
- [15] A. Kobsa, W. Pohl: The User Modeling Shell System BGP-MS. In: User Modeling and User-Adapted Interaction 4(2), 1995, 59-106.
- [16] A. Kobsa, J. Fink, W. Pohl: A Standard for the Performatives in the Communication between Applications and User Modeling Systems (draft). URL: <ftp://ftp.informatik.uni-essen.de/pub/UMUAI/others/rfc.ps>, 1996.
- [17] A. Kruse, U. Lehr: Reife Leistung - Psychologische Aspekte des Alterns. In: Funkkolleg Altern, Studienbrief 2, Studieneinheit 5, DIFT (Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen), 1996.
- [18] R. Kuhlen: Pragmatischer Mehrwert von Information - Sprachspiele mit informationswissenschaftlichen Grundbegriffen. Bericht 1/89, Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1989.
- [19] Netscape Corporation: Introducing the next Generation of Open Servers. URL: http://home.netscape.com/comprod/server_central/index.html, 1996.
- [20] NeXT Corporation. WebObjects. URL: <http://www.next.com/WebObjects/Products.html>, 1996.
- [21] J. Nielsen: The matters that really matter for hypertext usability. In: Proc. ACM Hypertext '89, Pittsburg, 1989.
- [22] J. Nielsen: Usability Engineering. Academic Press Inc., San Diego, 1993.
- [23] R. Oppermann : Adaptively supported Adaptability. In: International Journal of Human-Computer Studies. 40, 1994, 455 - 472.
- [24] W. Pohl, A. Kobsa, O. Kutter: User Model Acquisition Heuristics Based on Dialogue Acts. Bericht Nr. 56/94 (WIS-Bericht 6), Informationswissenschaft, Universität Konstanz, 1994.
- [25] E. Rich: User Modeling via Stereotypes. In: Cognitive Science, 3, 1979, 329-354.
- [26] A. Savidis, C. Stephanidis: Developing Dual User Interfaces for Integrating Blind and Sighted Users: the HOMER UIMS. In: Proceedings of the CHI'95 Conference on Human Factors in Computing Systems, Denver, Colorado, 1995.
- [27] H. Schaumburg, L. J. Issing: Lernen mit Hypermedia: Verloren im Hyperraum? HMD - Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik. Nr. 190, 1996, 108-121.
- [28] B. White: Web Document Engineering. In: Tutorial Notes, Fifth International World-Wide Web Conference, Paris. O'Reilly & Associates, Inc., Sebastopol, California, 1996, 101-113.
- [29] World Wide Web Consortium: HyperText Markup Language (HTML). URL: <http://www.w3.org/pub/WWW/MarkUp/>, 1996.
- [30] M. Zeiner, B. Harrer, L. Bengsch: Städtetourismus in Deutschland. Deutscher Fremdenverkehrsverband, Bonn, 1995.

Adressen der Autoren

Josef Fink
GMD - Forschungszentrum
Informationstechnik GmbH
Institut für Angewandte
Informationstechnik (FIT)
Forschungsbereich Mensch-
Maschine Kommunikation (MMK)
D-53754 Sankt Augustin
Tel.: 02241/14-2729
E-mail: Josef.Fink@gmd.de

Prof. Dr. Alfred Kobsa
GMD - Forschungszentrum
Informationstechnik GmbH
Institut für Angewandte
Informationstechnik (FIT)
Forschungsbereich Mensch-
Maschine Kommunikation (MMK)
D-53754 Sankt Augustin
Tel.: 02241/14-2315
E-mail: Alfred.Kobsa@gmd.de

Andreas Nill
GMD - Forschungszentrum
Informationstechnik GmbH
Institut für Angewandte
Informationstechnik (FIT)
Forschungsbereich Mensch-
Maschine Kommunikation (MMK)
D-53754 Sankt Augustin
Tel.: 02241/14-2859
E-mail: Andreas.Nill@gmd.de