

Adaptive Internet-Dienste

Wolfgang Wahlster

**Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
und Fachbereich Informatik der Universität des Saarlandes**

**Stuhlsatzenhausweg 3,
66123 Saarbrücken**

Email: wahlster@dfki.de

Homepage: www.dfki.derwahlster

Das Internet und das darauf aufsetzende multimediale World Wide Web (WWW) bieten heute den ersten universalen Infobahn-Service für breitere Bevölkerungsschichten an. Allerdings weisen die derzeitigen Netzanwendungen aus Benutzersicht noch zahlreiche Defizite auf, die nur durch Informatik-Forschungen im Bereich der Intelligenten Systeme überwunden werden können:

- ❑ relevante Information wird meist erst nach langwierigem und teurem "Surfen" oder Schlüsselwortsuchen sowie anschließendem Ausfiltern einer großen Zahl irrelevanter Verweise gefunden
- ❑ Problemlösungen, die sich durch die Auswertung von multimedialen WWW-Dokumenten, durch deren intelligente Verknüpfung sowie durch Schlußfolgerungen über der gefundenen Information ergeben, müssen meist ohne Systemunterstützung vom Benutzer selbst erstellt werden
- ❑ die angebotenen Netzdienste sind undifferenziert in Bezug auf die sehr unterschiedlichen Benutzergruppen (z.B. Alter, Bildungsniveau, Internet-Expertise) und Nutzungskontexte (beruflich vs. privat, Kurzauskunft vs. wissenschaftliche Recherche)

Darüber hinaus müssen auch noch weitere technische und wirtschaftliche Hürden durch geringere Zugangskosten, eine sicherere Zahlungsabwicklung und höhere Übertragungsgeschwindigkeiten überwunden werden, bis z.B. der elektronische Handel mithilfe des WWW wirklich aufblühen kann. Aber für diese Probleme gibt es bereits Lösungen, die man unmittelbar umsetzen kann, während die oben genannten Defizite noch grundlegende Forschungsfragen aufwerfen.

Während die heutige WWW-Nutzung noch durch den adreßorientierten Zugriff über sog. URLs sowie einfache Präsentationssysteme geprägt ist, werden künftig immer mehr intelligente Netzassistenten als Software-Agenten den Endbenutzer bei seiner Aufgabenstellung unterstützen (vgl. Fig. 1). Letztlich sollte es dem Benutzer möglich sein, Aufgaben an seinen persönlichen Netzassistenten zu delegieren, der dann bestimmt, welche Aktionen zur Lösung der Aufgabe notwendig sind, diese im WWW ausführt und die Resultate in einer für den jeweiligen Nutzer angemessenen Form präsentiert. Analog zu der Metapher von den Datenautobahnen kann man sich die nächste Generation intelligenter Netzassistentensysteme als Privatchauffeure vorstellen, die den Benutzer entsprechend seinen individuellen Wünschen und Gewohnheiten schnell und sicher zum vorgegebenen Ziel führen.

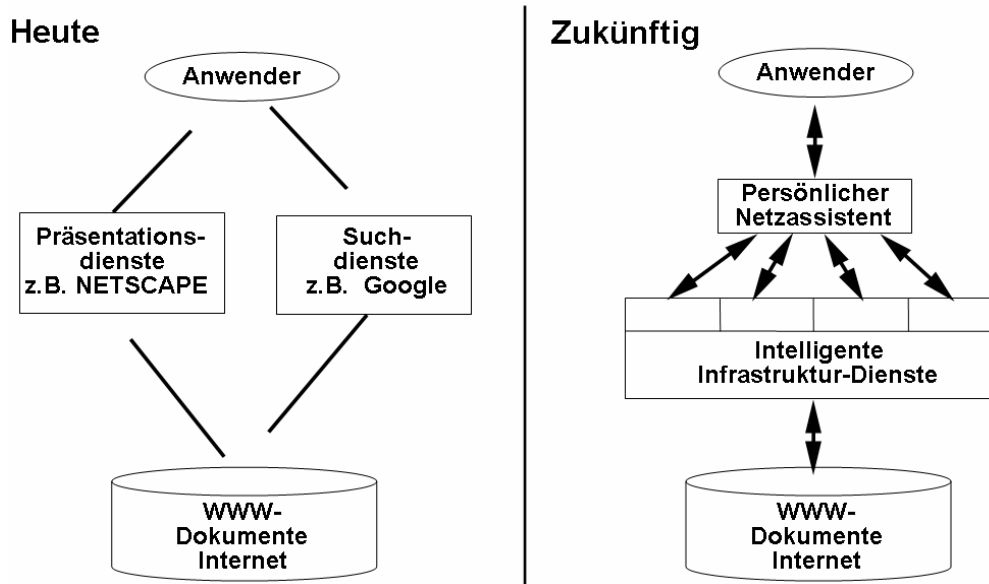


Fig. 1: Persönliche Netzassistenten als Alternative zum Internet-Surfen

Software-Agenten, Softbots und Netbots

Als Software-Agenten bezeichnet man Programmsysteme, die bestimmte Such-, Planungs-, Auswertungs- und Telekommunikationsaufgaben autonom ausführen. Softbots (von Software Robot) sind Software-Agenten, die auf Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) beruhen und als persönliche Assistenten andere Softwarepakete im Auftrag eines Benutzers ansteuern, bedienen und nutzen. Netbots (von InterNet Robot) sind spezielle Softbots, die ausschließlich im Internet agieren und dabei KI-Techniken aus Bereichen wie heuristisches Suchen, deduktives Planen, maschinelles Lernen, Sprachverarbeitung, Dokumentanalyse und wissensbasierte Informationspräsentation integrieren.

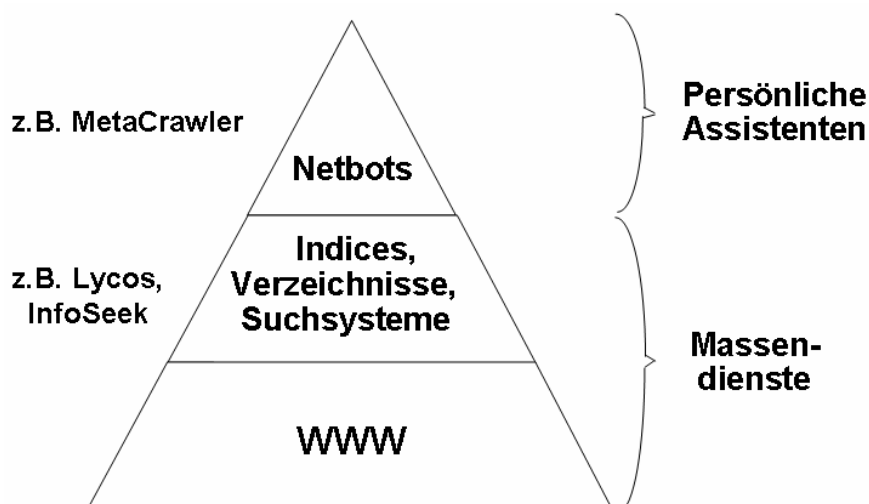


Fig. 2: Netbots als höchste Ebene der Informationsdienste im Internet

In einem Schichtenmodell (vgl. Fig. 2) kann man sich klarmachen, daß auf der untersten Schicht des WWW mit seiner Fülle multimedialer Informationsdienste die Schicht der Suchsysteme, Indizes und Verzeichnisse für WWW-Dienste als weiterer Massendienst

aufsetzt, die dann schließlich das Einsatzfeld der Netbots als persönliche Assistenten bildet. So bedient z.B. MetaCrawler als ein erfolgreicher Vorläufer eines Netbots parallel neun Suchsysteme, wobei er die Benutzeranfrage in deren diverse Eingabeformate transformiert und deren Ergebnisse anschließend intelligent zusammenfaßt (vgl. Etzioni 1996).

Intelligente Such- und Teleshopping-Assistenten

Ein typisches Beispiel für intelligente Suchassistenten, die nach der Devise "Weniger ist mehr!" konzipiert sind, ist der Netbot Ahoy! zum Auffinden persönlicher Homepages (vgl. Shakes et al. 1996). Ahoy! greift selbst wiederum auf die Dienste des einfachen Netbots MetaCrawler zurück, um im Mittel nach 13 Sekunden aufgrund des vom Benutzer eingegebenen Vor- und Familiennamens einer Person deren persönliche Homepage zu finden. Ahoy! überwindet die Nachteile und kombiniert die Vorteile konventioneller Suchdienste, die in zwei Kategorien aufgeteilt werden können:

- ❑ Suchdienste auf der Basis manuell erstellter Verzeichnisse (z.B. Yahoo!)
 - ☹ Für große und dynamische Informationskategorien werden oft aktuelle Verweise nicht gefunden, da die Klassifikation zu aufwendig und damit zu langsam erfolgt.
 - ☺ Für kleine und statische Informationsbestände sind die Suchergebnisse präzise treffend und umfassend.
- ❑ Suchdienste auf der Basis automatisch generierter Verzeichnisse (z.B. AltaVista)
 - ☹ Sehr umfangreiche Ergebnisse mit vielen irrelevanten Verweisen, die vom Benutzer gefiltert werden müssen
 - ☺ Relativ vollständiges Verzeichnis bis auf sehr aktuelle Seiten, die noch nicht indexiert wurden

Ahoy! greift über MetaCrawler auf beide Arten von Suchdiensten zurück, aber benutzt noch weitere Filterprozesse für die gefundenen Verweise. So werden parallel noch Email-Suchdienste wie WhoWhere? und IAF verwendet, um u.a. eine Kreuzvalidierung und weitere Filterung der durch MetaCrawler zusammengestellten Ergebnisse zu ermöglichen. Außerdem wird bei zusätzlich spezifizierter Institution für die gesuchte Person auch die Institutionen-Datenbank von Yahoo! genutzt, um z.B. gezielt nach WWW-Servern an der gesuchten Institution zu suchen und irrelevante Homepages von Personen mit gleichem Namen an nicht passenden Institutionen auszusortieren.

Der Netbot Ahoy! findet auch persönliche Homepages, die noch in keinem Index verzeichnet sind, indem er wissensbasiert potentielle URLs für die gesuchte Person generiert, danach sucht und falls sie existiert, das Ergebnis filtert und präsentiert. Der URL-Generator (vgl. Fig. 3) greift auf eine URL-Musterbasis zu, die aus Tripeln der Form (Name, Institution, URL) besteht. Diese Datenbasis wird im Laufe der Ahoy!-Anwendungen inkrementell aufgebaut. Jeder mit hoher Bewertung als persönliche Homepage über MetaCrawler gefundene Verweis (erkennbar z.B. an der Überschrift <Name>'s Homepage) wird als Erfolg bewertet und vom Musterextraktor als positives Lernbeispiel betrachtet. Es werden

schrittweise sowohl die Namen von WWW-Servern an Institutionen gelernt als auch die typischen Pfadkonventionen zur Lokalisierung persönlicher Homepages auf den betreffenden WWW-Servern.

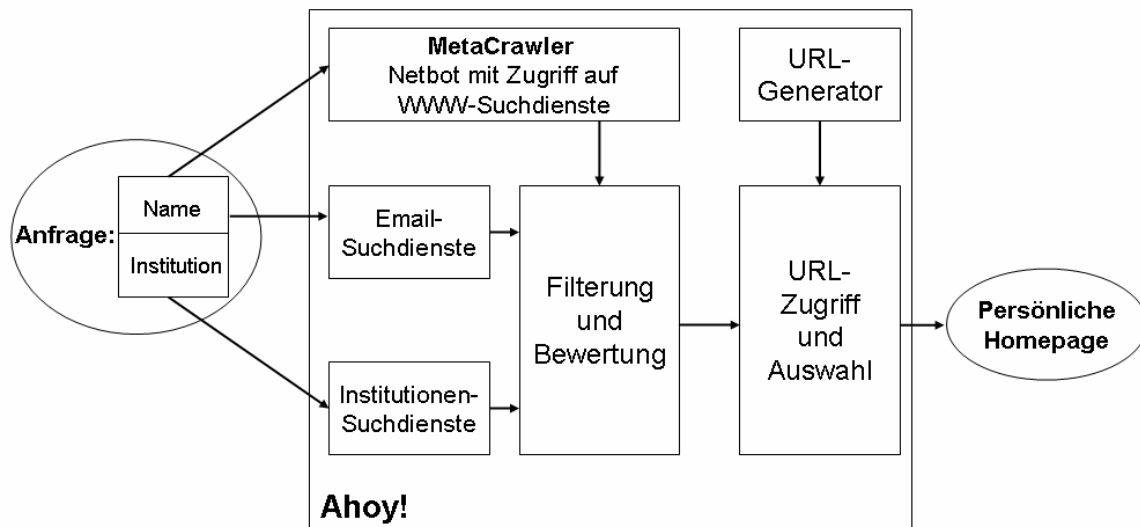


Fig. 3: Die Grobarchitektur des Netbots Ahoy!

Falls z.B. meine persönliche Homepage nicht indexiert wäre und der Musterextraktor in der Datenbasis als relevanter Server meine Institution "www.dfki.uni-sb.de" mit typischen Pfadnamen wie "~<Name>/" und "w5.cs.uni-sb.de" mit Pfadnamen wie "people/<Name>/" gespeichert hat, rät der URL-Generator einen möglichen Benutzernamen (z.B. ww, wwahlster, wahlster, wolfgangw, wowa) und kombiniert ihn systematisch mit den gelernten Servern und Pfadnamen. Der Netbot Ahoy! würde dann u.a. "www.dfki.uni-sb.de/~ww" und "w5.cs.uni-sb.de/people/wowa" als URL testen, bevor er schließlich mit "www.dfki.uni-sb.de/~wahlster" meine persönliche Homepage findet.

Die Leistungen von Netbots gehen aber erheblich über einfache Suchdienste hinaus. So kann z.B. der Netbot ATA (Automated Travel Agent, vgl. Linden et al. 1997) als persönlicher Flugreiseberater dienen. Dieser Netbot nutzt Auskunftsdienste von Fluggesellschaften auf dem WWW, um für eine geplante Flugreise das preisgünstigste Angebot unter Berücksichtigung von individuellen Benutzerpräferenzen zu finden. So kann das Benutzerprofil beispielsweise eine negative Bewertung für Flüge mit Zwischenstops und Präferenzen für bestimmte Fluggesellschaften enthalten, bei denen der Benutzer an einem Bonusprogramm teilnimmt. Der Benutzer kann das zunächst präsentierte Reiseangebot kritisieren und weitere Präferenzen formulieren und/oder bestehende anders gewichten, um in weiteren Iterationen durch ATA das für ihn optimale Flugangebot bestimmen zu lassen. Durch die Kritik an seinen Vorschlägen lernt der Netbot ein immer spezifischeres Benutzermodell (vgl. Kobsa/Wahlster 1989).

Automatische Preisvergleiche sind auch ein Hauptmerkmal von Teleshopping-Assistenten, die man sich als elektronische Schnäppchenjäger vorstellen kann, weil sie das Internet systematisch nach dem günstigsten Angebot für ein Produkt durchsuchen. Dazu werden wissensbasierte Dokumentanalysemethoden verwendet, weil aus sehr unterschiedlich strukturierten elektronischen Katalogen gezielt die Preisinformation für ein gesuchtes Produkt aus HTML-Seiten extrahiert werden muß. Der Netbot BargainFinder von Anderson Consulting (vgl. Kruwlich 1996) findet z.B. das günstigste Versandhausangebot für einen

bestimmten CD-Musiktitel (vgl. Fig. 4), ohne dabei auf eine zentrale Datenbasis mit Preisvergleichstabellen zugreifen zu müssen. Einige Unternehmen versuchen bereits, auf ihren Web-Seiten den Zugriff solcher Shopbots durch die Analyse stereotyper Zugriffsmuster zu erkennen und zu blockieren, um Preisvergleiche zu ihren Ungunsten zu verhindern. Bei einer weiteren Verbreitung von Netbots für die Teleshopping-Assistenz dürften solche Anti-Netbots aber ihre Wirksamkeit verlieren, da letztlich kaum noch Transaktionen über den blockierten Seiten ausgeführt werden, wenn der Anteil an Direktzugriffen durch den Endbenutzer durch die Verbreitung von Netbots immer geringer wird.

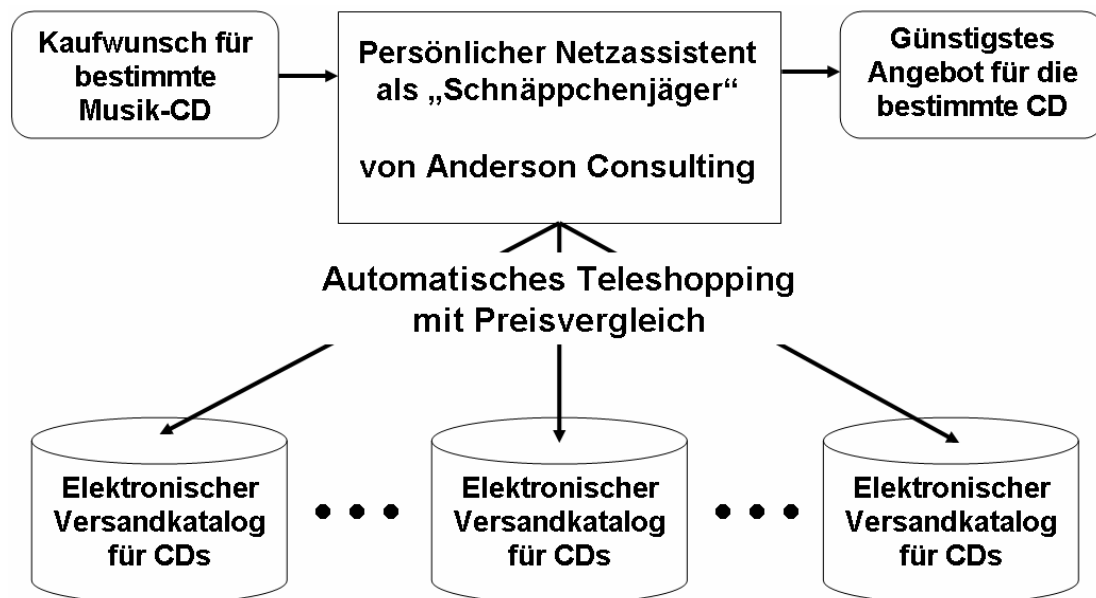


Fig. 4: Teleshopping-Assistenz durch den Netbot Bargainfinder

Netbots können aber auch Produkte finden, die nicht exakt die Spezifikation des Kunden erfüllen, sondern nur eine Annäherung an seinen Kaufwunsch darstellen. So wird derzeit eine Erweiterung des virtuellen Autosalons von Daimler-Benz erprobt, bei dem durch sog. Soft-Matching bei Nichtverfügbarkeit des gesuchten Produktes ähnliche Produkte in der Angebotspalette gefunden werden (vgl. Mehlmann 1997). Hierzu wird eine Wissensbasis mit Regeln, Constraints und Ähnlichkeitswerten benutzt, um z.B. aus dem Angebot verfügbarer Jahreswagen hinsichtlich Fahrzeugtyp, Serien- und Sonderausstattung sowie Preis das dem Kundenwunsch am nächsten kommende Fahrzeug zu finden. Ein von meiner Arbeitsgruppe am DFKI entwickelter Ansatz zur Modellierung individueller Kundenprofile (IKP) auf der Basis bayesscher Netze unterstützt dabei auch die Vorauswahl der für den Kunden wahrscheinlich interessanten Produkte und steuert die Minimierung von Systemfragen nach Kundenpräferenzen.

Netbots können aber nicht nur einem Konsumenten dazu dienen, den richtigen Anbieter für eine Information, Ware oder Dienstleistung zu finden, sondern umgekehrt können sie von einem Anbieter auch als Telemarketing-Assistent dazu verwendet werden, potentielle Kunden zu finden. Dies wird insbesondere durch die Erstellung von Benutzermodellen und Kundenprofilen während des Zugriffs auf WWW-Seiten möglich. Da WWW-Nutzer prinzipiell über elektronische Post erreichbar sind, kann ein Anbieter aufgrund der von Netbots erstellten Benutzermodelle zielgruppenspezifische Marketing-Information über das WWW verbreiten.

Animierte Präsentations- und Interface-Agenten

Noch weitergehend sind die im IntelliMedia-Labor des DFKI erstellten adaptiven Präsentations- und Interface-Agenten wie WIP, PPP und AIA, welche die Präsentation von Web-Seiten dynamisch dem individuellen Benutzerprofil anpassen. Das System WIP (vgl. Wahlster et al. 1993) personalisiert multimediale Präsentationen, indem eine einzige Informationsstruktur abhängig von einer Vielzahl von Generierungsparametern durch wissensbasierte Text- und Graphikgenerierung an die individuellen Präsentationsbedürfnisse und Medienpräferenzen eines Benutzers angepaßt werden. Ausgehend von einem in einer intentionalen Logik beschriebenen Präsentationsziel setzt der Präsentationsplaner von WIP eine Informationsstruktur in eine multimediale Präsentation um, in der alle Bestandteile automatisch aus verschiedenen Wissensquellen generiert werden. In PPP (vgl. Fig. 5) und AIA gibt es noch eine zweite Ebene der Personalisierung, die durch den Interface-Agenten Persona (vgl. Müller et al. 1997) entsteht, welcher Elemente der generierten Multimedia-Präsentation noch zusätzlich kommentiert und Kritik des Benutzers an der laufenden Präsentation entgegennimmt. Somit kann der Benutzer jederzeit in eine laufende WWW-Präsentation über die Persona eingreifen, um z.B. die Geschwindigkeit und Länge der Präsentation oder den Detaillierungsgrad zu variieren. In PPP und AIA kann auch der Interaktionsstil zwischen System und Benutzer automatisch adaptiert werden.

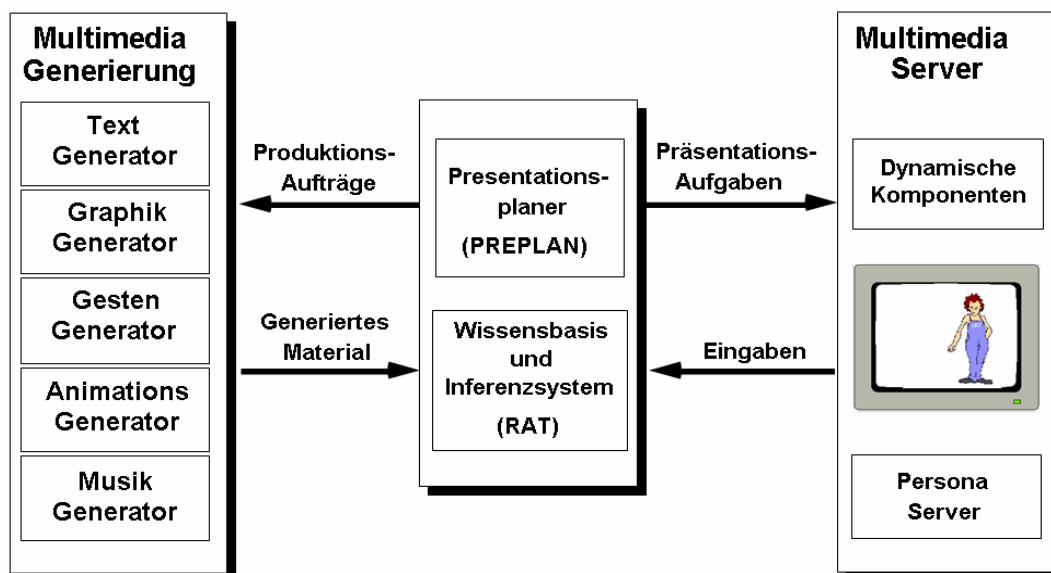


Fig.5: Grobarchitektur des interaktiven Präsentationsgenerators PPP

Die lateinische Bezeichnung Persona (ursprüngliche Bedeutung: von einem Schauspieler getragene Maske, später metonymisch auch für dessen Rolle verwendet) für den in PPP und AIA verwendeten Interface-Agenten soll darauf hindeuten, daß der animierte Präsentationsagent die Funktion eines anthropomorphen, audio-visuellen Repräsentanten für einen Software-Agenten übernehmen kann. Derzeit werden in PPP und AIA durch das Präsentationssystem benutzeradaptive HTML-Dokumente generiert, die mit einem WWW-Browser wie Netscape betrachtet werden können. Die Persona wird über Java-Applets realisiert, wobei Aktionen der Persona (z.B. Sprechen, Lachen) durch passende Audioausgaben begleitet werden können. Der Persona-Server kann an verschiedene Anwendungssituationen angepaßt werden, indem z.B. statt verschiedener Zeichentrick-Figuren auch Folgen von Videobildern realer Personen synthetisiert werden können (vgl. Fig. 6).

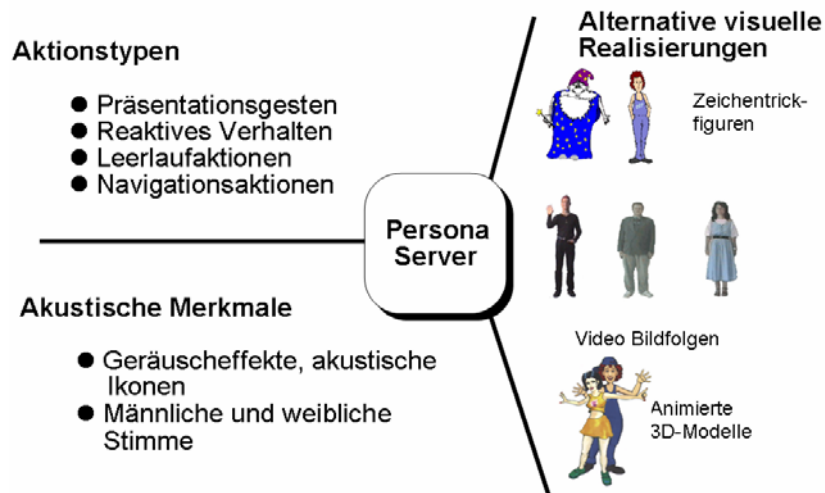


Fig. 6: Anpassungen der Persona an verschiedene Anwendungsszenarien

Durch die Kopplung von dynamisch generierten WWW-Seiten mit Datenbanken werden völlig neuartige Informationsdienste möglich. So wurde z.B. in einer DFKI-Studie für den Condor-Flugdienst die Persona verwendet, um auf einer WWW-Seite mit einer Skizze der Flugzeugkabine bei einer Reservierung etwa die Lage gebuchter Sitzplätze für ein Ehepaar durch Zeigeoperationen der Persona anzuzeigen. Im Projekt AIA untersuchen wir derzeit die Möglichkeiten, benutzeradaptiv HTML-Dokumente - ausgehend von Fragmenten anderer manuell erstellter HTML-Dokumente - zu generieren und durch die Persona präsentieren zu lassen. So können in einem ersten Prototyp beispielsweise die Daten zu einer gebuchten Flugreise noch durch Zusatzinformationen, wie ein Photo einer touristischen Attraktion des Zielortes, einer Angabe des derzeitigen Wechselkurses im Zielland und einer Wetterkarte für den Zielort ergänzt werden, die aus verschiedenen WWW-Servern von einem Netbot extrahiert wird.

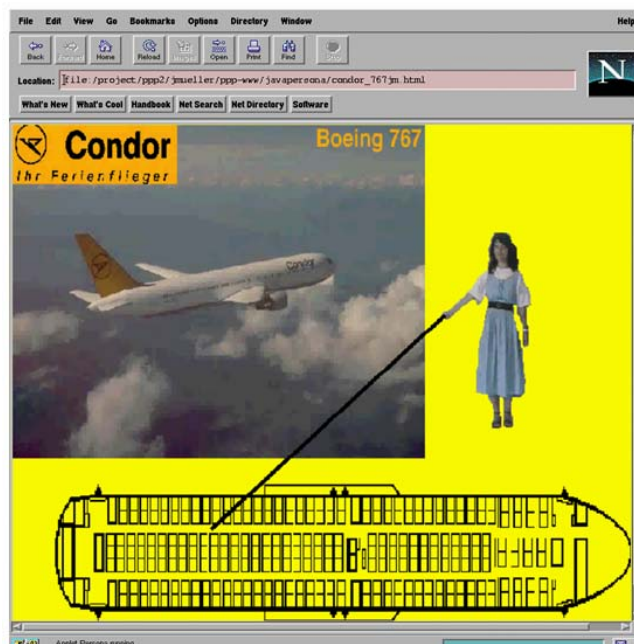


Fig. 7: Durch Java-Applets realisierte Zeigegesten von Persona

Es ist offensichtlich, daß bei mehr als 60 Millionen potentieller Nutzer einer WWW-Seite beim Entwurf eines Multimedia-Dokumentes nicht alle Präsentationssituationen und möglichen Benutzerprofile antizipiert werden können. Daher gibt es zu dem in WIP, PPP und AIA verfolgten generativen Ansatz für benutzeradaptive Präsentationen keine Alternative, wobei durch die Persona und den dahinterliegenden reaktiven Planer sogar während der laufenden Präsentation aufgrund von Benutzerkritik noch Adaptionen vorgenommen werden können.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß Netbots die Möglichkeit bieten, den Zugang zum WWW für jedermann drastisch zu vereinfachen, dem Benutzer viel Aufwand für Such- und Filterungsprozesse zu ersparen, benutzer- und situationsadaptiv eine Vielzahl von Varianten für WWW-Präsentationen zur Laufzeit zu erzeugen, und dem Benutzer als persönliche Netzassistenten völlig neuartige Informationsdienste zu offerieren (vgl. Fig. 8).

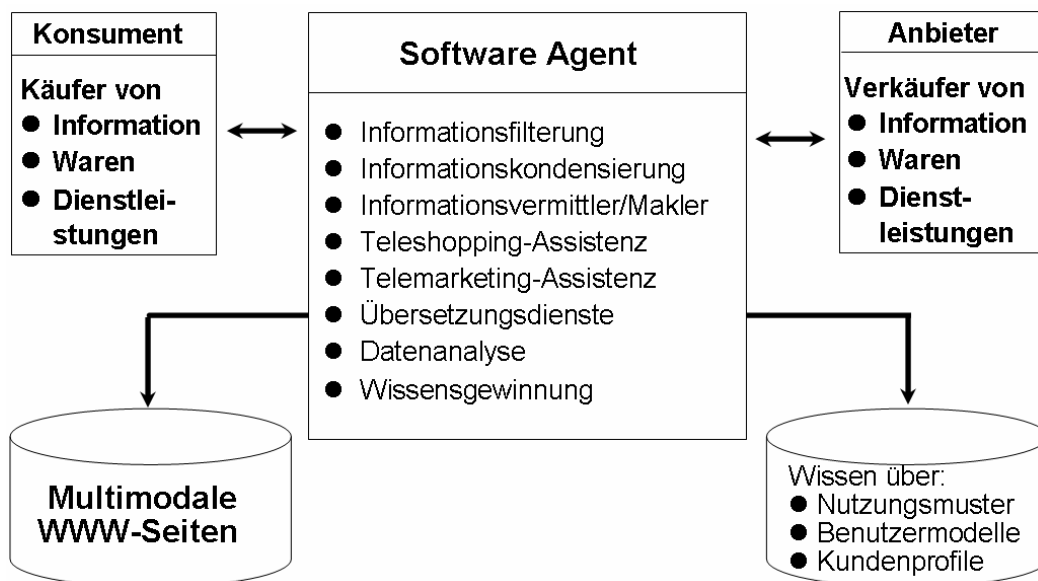


Fig. 8: Intelligente Software-Agenten für WWW-Anwendungen

Die Entwicklung von intelligenten Systemen für multimediale Netzanwendungen steht noch ganz am Anfang und ist besonders auf Fortschritte auf dem Gebiet der automatischen Präsentationsplanung, der maschinellen Lern- und Planungsverfahren, der Benutzermodellierung, der wissensbasierten Graphik-, Animations- und Sprachgenerierung sowie einer Integration dieser KI-Techniken in Java-basierte Internet-Technologien angewiesen.

Literatur:

- Etzioni, O. (1996): Moving up the information food chain: Deploying Softbots on the Web.
In: Proc. of the Fourteenth National Conference on Artificial Intelligence, AAAI-96
- Kobsa, A., Wahlster, W. (1989) (eds.): User Models in Dialog Systems. Heidelberg: Springer
- Kruwlich, B. (1996): The BargainFinder agent: Comparison price shopping on the Internet.
In: Williams, J.: Bots and other Internet Beasts. Sams.Net

- Linden, G., Hanks, S., Lesh, N. (1997): Interactive Assessment of User Preference Models: The Automated Travel Assistant. In: Proc. of the Conference on User Modeling, 1997
- Mehlmann, F. (1997): Multimediale Marktplätze - ein Medium zum elektronischen Handel. In: Wahlster, W. (ed.): Software-Werkzeuge für den Online-Handel. Velbert: Online-Verlag, S. 1103-1111
- Müller, J., André, E., Rist, Th. (1997): Eine Life-Like-Character als Präsentationsagent für WWW-Präsentationen. In: Wahlster, W. (ed.): Software-Werkzeuge für den Online-Handel. Velbert: Online-Verlag, S. 1303-1311
- Shakes, J., Langheinrich, M, Etzioni, O. (1996): Dynamic Reference Sifting: A Case Study in the Homepage Domain. In : Proc. of the 6th WWW Conference, 1996
- Wahlster, W., André, E., Finkler, W., Profitlich, H.-J., Rist, T. (1993): Plan-based Integration of Natural Language and Graphics Generation. In: Artificial Intelligence Journal, 63, p. 387-427