

Adaptive Verfahren – Benutzermodellierung

Alfred Kobsa

University of California, Irvine

1. Motivation

Informationssysteme werden laufend komplexer und funktionsreicher, und die damit zugreifbaren Informationsräume immer umfangreicher. Auf der anderen Seite steigt die Anzahl und insbesondere auch die Vielfalt der Nutzer solcher Systeme. Der weitaus größte Anteil von neuen Nutzern sind dabei keine technischen Experten, sondern Berufstätige in nicht-technischen Disziplinen, ältere Personen und Kinder. Diese Computerbenutzer weisen große Unterschiede auf in Bezug auf ihre Computererfahrung, Fachkenntnisse, Aufgaben und Ziele, Motivation und Stimmungslage, als auch ihre intellektuellen und physischen Fähigkeiten.

Um diesen sehr heterogenen Nutzergruppen trotzdem zu ermöglichen, die Komplexität und Reichhaltigkeit gegenwärtiger Informationssystem zu bewältigen, wurde die Benutzung dieser Systeme bisher sehr einfach gestaltet, und damit auf den “kleinsten gemeinsamen Nenner” aller Benutzer abgestellt. Zunehmend können solche Systeme jedoch manuell auf die individuellen Bedürfnisse jedes einzelnen Benutzers einstellt werden. Einige neuere Systeme gehen noch darüber hinaus: Sie sind innerhalb gewisser Grenzen in der Lage, Benutzerbedürfnisse selbst zu erkennen und sich entsprechend anzupassen. Die Terminologie von [Oppermann 1994] aufgreifend wollen wir hier die erstere Art von Anwendung als “(benutzer)-adaptierbar” bezeichnen und die letztere als “(benutzer)-adaptiv”. Die im System gespeicherten Informationen oder Annahmen über den Benutzer werden üblicherweise “Benutzermodell” oder “Benutzerprofil” genannt.

2. Gegenwärtige adaptierbare und adaptive Systeme

Benutzeradaptierbare Systeme existieren derzeit bereits in großer Anzahl. Fast alle kommerziellen Anwendungen erlauben es, Systemparameter zu verändern und individuelle Benutzerpräferenzen einzustellen. Web-Portale gestatten die Vorauswahl von Daten (etwa bestimmter Aktienkursen oder Nachrichtenthemen) sowie die Wahl ihrer Präsentationsform. Online-Läden können zur Interaktionsvereinfachung Daten ihrer Kunden speichern, wie etwa Versandadresse und Kreditkartennummer, Käufe und

Zahlungen in der Vergangenheit, Wunschlisten für zukünftige Käufe, und Geburtstage von Verwandten und Bekannten.

Adaptive Systeme sind im Gegensatz dazu derzeit noch etwas rar. Einige Online-Läden geben Kunden Kaufempfehlungen, die auf ihrem vergangenen Kaufverhalten und dem Kaufverhalten aller anderen Kunden beruhen. In vielen amerikanischen High Schools wird Lernsoftware verwendet, die ihr Lehrverhalten an das derzeitige Wissen jedes einzelnen Schülers anpaßt. Handy-Benutzern in Japan und Korea wird Werbung gezielt dann zugeschickt, wenn sie sich in bestimmten eng begrenzten Gebieten aufhalten. Suchmaschinen zeigen bestimmte Werbebanner nur solchen Benutzern an, die nach bestimmten Begriffen suchen.

Benutzeradaptierbarkeit und -adaptivität erlangte in den letzten Jahren unter dem Schlagwort "Personalisierung" große Popularität auf dem World Wide Web. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, daß der Benutzerkreis von Websites oft noch inhomogener ist als derjenige der meisten Anwendersoftware. Des weiteren wurde Personalisierung als wichtiges Instrument zur Kundenbindung erkannt [Kobsa et al. 2001].

3. Erwerb von Annahmen über den Benutzer

Zur Gewinnung von Informationen über den Benutzer, die nachfolgend eine Anpassung an diesen ermöglichen, stehen mehrere Quellen zur Verfügung. Im einfachsten Falle kann der Benutzer direkt gefragt werden, üblicherweise mittels eines einfachen Eingabeformulars zu Beginn der Interaktion. Die Anzahl der Fragen muß dabei allerdings sehr begrenzt werden (üblicherweise auf fünf oder weniger). Computernutzer sind nämlich im allgemeinen nicht willens, selbst nur geringfügige Anstrengungen für Zwecke zu unternehmen, die nicht unmittelbar ihren gegenwärtigen Aufgaben dienen, selbst wenn die Benutzer davon auf längere Sicht gesehen profitieren würden [Carroll and Rosson 1989]. In einigen Arten von Anwendungssystemen, speziell tutoriellen Systemen, können solche Interviews in Prüfungen oder Spiele gekleidet werden und damit einen größeren Umfang annehmen. In der nahen Zukunft werden Basisinformationen über Benutzer auch auf Smartcards zur Verfügung stehen. Diese können vor Dialogbeginn durch einen Kartenleser gezogen werden, oder auch auf Distanz gelesen werden, während der Benutzer sich dem Computerterminal nähert.

Des weiteren existieren eine Reihe von Methoden, mit denen ein adaptives System aus Beobachtungen der Benutzerinteraktion Annahmen über den Benutzer ziehen kann. Dazu gehören einfache Regeln, mittels derer von bestimmten Benutzeraktionen auf bestimmte Benutzereigenschaften geschlossen oder der Benutzer in eine oder mehrere vorher identifizierte Benutzergruppen mit gemeinsamen Eigenschaften eingeordnet wird (letzteres wird auch als "Stereotypenansatz" bezeichnet [Rich 1979, 1983]). Probabilistische Methoden berücksichtigen Unsicherheit von Schlußfolgerungen und multiple Evidenzen dafür. Planerkennungsmethoden zielen darauf ab, Benutzeraktionen auf zugrunde liegende Benutzerziele und -pläne zurückzuführen. Maschinelle Lernverfahren versuchen, Regularitäten in Benutzerverhalten zu entdecken und mittels

der gelernten Muster zukünftiges Benutzerverhalten verherzusagen. Cliquen-basierte (“kollaborative”) Filtering-Methoden identifizieren diejenigen Benutzer, die in einem gegebenen Eigenschaftsraum die größte Ähnlichkeit mit dem derzeitigen Benutzer aufweisen, und verwenden diese zur Voraussage von noch unbekannten Eigenschaften des gegenwärtigen Benutzers. Clusterverfahren gestatten es, Abstraktionen von Benutzern mit ähnlichem Verhalten oder ähnlichen Eigenschaften zu erzeugen, und diese als Stereotype zu verwenden.

4. Arten von Informationen über Benutzer

Verschiedenste Arten von Daten über Benutzer wurden bislang zu Personalisierungszwecken in Betracht gezogen. Zu den Hauptgruppen gehören [Kobsa et al. 2001]:

Benutzerdaten, wie etwa demographische Daten, sowie Informationen oder Annahmen über das Wissen und die Fähigkeiten, Interessen, Präferenzen, Ziele und Pläne des Benutzers.

Benutzungsdaten, wie etwa

- Selektionen des Benutzers (etwa von Webseiten oder Hilfetexten mit bestimmten Inhalten),
- zeitliches Benutzungsverhalten (insbesondere das “Überspringen” von Webseiten und das Stoppen von strömenden Medien wie Audio oder Video),
- Bewertungen durch den Benutzer (etwa über die Brauchbarkeit von Produkten, oder die Relevanz von Informationen),
- Käufe, und verwandte Benutzeraktionen etwa in elektronischen Einkaufskörben oder Wunschlisten, und
- Regularitäten im Benutzungsverhalten, wie etwa Benutzungshäufigkeit, Situations-Aktions-Korrelationen, und häufig vorkommende Aktionssequenzen.

Umgebungsdaten, etwa über die Hardware- und Software-Umgebung des Benutzers, seinen Aufenthaltsort (wobei die Granularität variieren kann zwischen dem Staat, in dem sich der Benutzer befindet, und den exakten Positionskoordinaten), sowie personalisationsrelevante Charakteristika des Aufenthaltsorts.

5. Datenschutz

Die Sammlung und Speicherung von Benutzerdaten zu Personalisierungszwecken ist hochgradig datenschutzrelevant. Zahlreiche Konsumentenbefragungen in den letzten Jahren zeigen übereinstimmend, daß Web-Benutzer sehr besorgt über den Schutz ihrer Daten sind. Dies betrifft auch personalisierte Systeme auf dem Web [Teltzrow and Kobsa 2004]. Einige populäre Personalisierungsmethoden stehen auch im Konflikt mit Datenschutzgesetzen, die in mehr als 30 Ländern für die Daten von identifizierten und identifizierbaren Personen gelten. Diese Gesetze verlangen üblicherweise Datensparsamkeit, Zweckgebundenheit, und Kenntnis oder sogar Zustimmung des Benutzers zur Sammlung und Verarbeitung personenbezogener Daten. Die

Datenschutzgesetze mancher Länder regulieren auch den grenzüberschreitenden Datenverkehr oder haben extraterritoriale Geltung. Selbst wenn Websites nicht nationalen Datenschutzgesetzen unterworfen sind, können sie daher trotzdem noch von ausländischen Bestimmungen betroffen sein, sofern sie Daten von im Ausland ansässigen Personen verarbeiten [Kobsa 2002]. Personalisierte Systeme benötigen also eine wohlgestaltete Benutzerschnittstelle, die Benutzern die zu erwartenden Vorteile von Personalisierung sowie die Datenschutzkonsequenzen erklärt und ihnen damit ermöglicht, eine wohlinformierte Entscheidung zu treffen. Auch ist eine flexible Architektur von Nöten, die eine Optimierung von Personalisierungsleistung innerhalb der Grenzen gestattet, die von Benutzerpräferenzen und gesetzlichen Regelungen bezüglich Datenschutz gesetzt sind. Alternativ kann auch anonyme aber trotzdem personalisierte Interaktion angeboten werden, die dann üblicherweise von Datenschutzgesetzen nicht mehr betroffen ist [Kobsa and Schreck 2003].

6. Empirische Evaluierung

In einer Reihe empirischer Untersuchungen in verschiedenen Anwendungsbereichen konnte bereits gezeigt werden, daß gut gestaltete adaptive Anwendungen Benutzern beträchtlichen Nutzen bieten können. [Boyle and Encarnacion 1994] demonstrierten, daß die automatische Anpassung der Erklärungstiefe eines Hypertext-Dokuments an die vermutlichen technischen Terminologiekenntnisse des Benutzers im Vergleich mit einem statischen Hypertext signifikant das Textverständnis und die Suchgeschwindigkeit erhöht. [Conati et al. 2002] präsentierte Belege, daß Studenten bessere Lernerfolge zeigen, wenn das Lehrsystem diese zu Erklärungen dann auffordert, wenn im gegenwärtigen Studentenmodell dafür Indikationen vorliegen. [Corbett and Trask 2000] zeigten, daß eine bestimmte Lehrstrategie (nämlich "subgoal scaffolding", welche auf permanentem Verfolgen des Benutzerwissensstands basiert), die durchschnittlich benötigte Problemlösezahl zur vollständigen Beherrschung der Programmiersprache Lisp verringert. Mehrere Experimente (siehe [Specht and Kobsa 1999]) führten zur Beobachtung, daß sich die Lernzeit und die Behaltesdauer von Lernmaterial dann signifikant verbesserten, wenn Lernende mit geringen Vorkenntnissen strikte Empfehlungen über den nachfolgenden Lernschritt erhielten (was bedeutete, daß alle Alternativen ausgeschlossen waren), während Studenten mit hohen Vorkenntnissen nicht-verpflichtende Empfehlungen bekamen. [Strachan et al. 2000] wies nach, daß Benutzer eines Hilfesystems für ein kommerzielles Steuerberatungssystem die personalisierte Version signifikant besser bewerteten als die nicht-personalisierte Version.

Personalisierung für E-Commerce erfuhr zu einem bestimmten Grade ebenfalls eine positive Evaluierung, sowohl aus Benutzer- als auch aus Anwendersicht. Jupiter Communications stellte fest, daß die Einführung von Personalisierung an 25 betrachteten Websites im ersten Jahr die Anzahl der Kunden um 47% und den Umsatz um 52% steigerte [Hof et al. 1998]. Nielsen NetRatings berichtete, daß registrierte Benutzer von Web-Portalen (die präsentierte Informationen an ihre Bedürfnisse anpassen können) die dreifache Zeit an ihren personalisierten Portalen verbrachten und drei bis vier mal mehr Seiten besuchten als Benutzer von nichtpersonalisierten Portalen [Thompson 1999]. Ferner weist Nielsen NetRatings darauf hin [ICONOCAST 1999], daß E-Commerce

Websites, die personalisierte Dienste anbieten, ungefähr zweimal mehr Besucher in Käufer konvertieren als solche, die keine Personalisierung anbieten. In einer Studie von [Alpert et al. 2003] über Personalisierung in einem web-basierten Beschaffungssystem zeigten Versuchspersonen aber das starke Bedürfnis, "eine volle und explizite Kontrolle über die Daten und die Interaktion zu besitzen" und "im Verhalten einer Website Sinn zu erkennen, d.h. die Gründe für die Präsentation eines bestimmten Inhalts zu verstehen".

7. Zusammenfassung und Ausblick

Benutzeradaptierbare und –adaptive Systeme haben vielversprechende Ergebnisse in mehreren Anwendungsbereichen gezeigt. Die steigende Zahl und Variabilität von Computerbenutzern lässt für die Zukunft eine noch größere Bedeutung solcher Systeme erwarten. Die klassische Beobachtung von [Browne 1993] hat aber weiterhin Gültigkeit: "Lohnende Adaption ist systemspezifisch; sie hängt von den Benutzern eines Systems ab und von den Anforderungen, die dieses System erfüllen soll." Umfassende Benutzerstudien mit einem Fokus auf erwarteten Nutzen durch Personalisierung sind daher für praktische Anwendungen unabdingbar.

8. Literatur

- Alpert, S. R., J. Karat, C.-M. Karat, C. Brodie and J. G. Vergo (2003). "User Attitudes Regarding a User-Adaptive eCommerce Web Site." *User Modeling and User-Adapted Interaction* 13(4), 373-396.
- Boyle, C. and A. O. Encarnacion (1994). "MetaDoc: An Adaptive Hypertext Reading System." *User Modeling and User-Adapted Interaction* 4(1): 1-19.
- Browne, D. (1993). Experiences from the AID Project. In: M. Schneider-Hufschmidt, T. Kühme and U. Malinowski, eds: *Adaptive User Interfaces: Principles and Practise*. Amsterdam, Netherlands, Elsevier.
- Carroll, J. and M. B. Rosson (1989). The Paradox of the Active User. In: J. Carroll, ed. *Interfacing Thought: Cognitive Aspects of Human-Computer Interaction*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Conati, C., A. Gertner and K. VanLehn (2002). "Using Bayesian Networks to Manage Uncertainty in Student Modeling." *User Modeling and User-Adapted Interaction* 12(4): 371-417.
- Corbett, A. T. and H. Trask (2000). Instructional Interventions in Computer-Based Tutoring: Differential Impact on Learning Time and Accuracy. Proceedings of ACM CHI'2000 Conference on Human Factors in Computing Systems, Den Haag, Niederlande, 97-104.
- Hof, R., H. Green and L. Himmelstein (1998). "Now it's YOUR WEB." *Business Week* October 5: 68-75.
- ICONOCAST (1999). Brand Conversion.
<http://www.iconocast.com/issue/1999102102.html>.

- Kobsa, A. (2002). "Personalized Hypermedia and International Privacy." *Communications of the ACM* 45(5): 64-67.
<http://www.ics.uci.edu/~kobsa/papers/2002-CACM-kobsa.pdf>.
- Kobsa, A., J. Koenemann and W. Pohl (2001). "Personalized Hypermedia Presentation Techniques for Improving Customer Relationships." *The Knowledge Engineering Review* 16(2): 111-155. <http://www.ics.uci.edu/~kobsa/papers/2001-KER-kobsa.pdf>.
- Kobsa, A. and J. Schreck (2003). "Privacy through Pseudonymity in User-Adaptive Systems." *ACM Transactions on Internet Technology* 3(2): 149–183.
<http://www.ics.uci.edu/~kobsa/papers/2003-TOIT-kobsa.pdf>.
- Oppermann, R., Ed. (1994). Adaptive User Support: Ergonomic Design of Manually and Automatically Adaptable Software. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.
- Rich, E. (1979). "User Modeling via Stereotypes." *Cognitive Science* 3: 329-354.
- Rich, E. (1983). "Users are Individuals: Individualizing User Models." *International Journal of Man-Machine Studies* 18: 199-214.
- Specht, M. and A. Kobsa (1999). "Interaction of Domain Expertise and Interface Design in Adaptive Educational Hypermedia." Proceedings of the Second Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web at WWW-8, Toronto, Canada, and UM-99, Banff (Canada), 89-93.
<http://www.ics.uci.edu/~kobsa/papers/1999-WWW8UM99-kobsa.pdf>
- Strachan, L., J. Anderson, M. Sneesby and M. Evans (2000). "Minimalist User Modelling in a Complex Commercial Software System." *User Modeling and User-Adapted Interaction* 10(2-3): 109-146.
- Teltzrow, M. and A. Kobsa (2004). Impacts of User Privacy Preferences on Personalized Systems – a Comparative Study. In: C.-M. Karat, J. Blom and J. Karat, eds: Designing Personalized User Experiences in eCommerce. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Thompson, M. (1999). Registered Visitors Are a Portal's Best Friend. The Industry Standard. Print <http://www.thestandard.net>.