

Zwei Ressourcenadaptierende Navigationssysteme für Fußgänger

Antonio Krüger
FR Informatik
Universität des Saarlandes
krueger@cs.uni-sb.de

Jörg Baus
FR Informatik
Universität des Saarlandes
baus@cs.uni-sb.de

19. Februar 2001

1 Einleitung

Navigationssysteme im automobilen Sektor haben schon jetzt eine recht große Verbreitung gefunden und stoßen bei den meisten Benutzern auf Akzeptanz. Dies hängt im wesentlichen mit der klar definierten Aufgabe zusammen, die zu erfüllen ist der visuelle und verbale Beschreibung des Weges. Das Auto bewegt sich dabei meistens im Freien, erhält also in der Regel verlässlich GPS-Daten, die mithilfe von Geschwindigkeitsmessung und Kompaßeinsatz präzisiert werden. Der Benutzerkontext des Fahrers variiert aufgrund der fixen Sitzposition wenig, seine Aufmerksamkeit ist voll auf die Straße gerichtet. Aufbauend darauf liefert das System inkrementelle, d.h. Abschnittswegbeschreibungen in visueller und vor allem in akustischer Form.

Im Gegensatz dazu gestalten sich der Entwurf von Personennavigationssystemen deutlich schwieriger, da der Benutzerkontext viel stärkeren Variationen unterliegt. Dies betrifft zum Einen die Sensordaten, die abhängig vom Ort des Benutzer von unterschiedlicher Qualität sein können, zum Anderen ist die Bandbreite der zu unterstützenden Aufgaben umfangreicher. So unterscheidet sich z.B. eine Wegbeschreibung für einen Geschäftsmann, der in höchster Eile zum Bahnhof möchte, in hohem Maße von der gleichen Wegbeschreibung für einen Touristen für den der Bahnhof nur eines unter mehreren touristischen Zielen einer Tour ist.

Das Teilprojekt REAL nimmt sich innerhalb des SFB 378¹ dieser Fragestellung an, indem an Hand eines Navigationsszenarios der Einfluss von Ressourcenbeschränkungen untersucht wird. Ein fiktiver Besucher des Frankfurter Flughafens soll bei dem Auffinden für ihn relevanter Ziele (z.B. des Abflugterminals) unterstützt werden. Gleichzeitig sollen Nebenaufgaben (z.B. der Einkauf von Reiseproviant) Berücksichtigung finden. Eine große Vielfalt von Ressourcenbeschränkungen wird dadurch abgedeckt, dass der Passagier sowohl stationär an

¹Ressourcenadaptive kognitive Prozesse

einem Informationskiosk als auch mobil unterwegs informiert wird. Stationärer und mobiler Teil bilden ein *Hybrides Navigationssystem*, das über die verschiedenen Ausgabemodilitäten hinweg konsistente Navigationshinweise generiert.

Dieses System sollte sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden funktionsfähig sein. Der Übergang zwischen beiden Gebrauchsformen sollte dabei möglichst nahtlos erfolgen. Die folgenden Abschnitte widmen sich den damit verbundenen Fragestellungen am Beispiel der von uns entworfenen Navigationssysteme IRREAL und ARREAL.

2 Das Indoor-Navigationssystem IRREAL

Die Navigation innerhalb von Gebäuden wird durch das IRREAL-System abgedeckt, wobei eine einfache, billige Lösung gesucht war, die möglichst viel Intelligenz in die Umgebung verlagert und die Endgeräte möglichst wenig belastet. Bei den Endgeräten fiel die Wahl auf einen Vertreter aus der Klasse der Handhelds (PalmOS-Geräte), die einen vernünftigen Kompromiss aus Gehäuse- und Bildschirmgröße aufweisen. Die Datenübertragung zum Gerät erfolgt per Infrarot, wobei diese Technologie gleichzeitig eine grobe Bestimmung des Ortes und der Blickrichtung liefert. Da in den meisten Handhelds bereits eine Infrarotschnittstelle integriert ist, benötigen diese Handhelds keinerlei Zusatzhardware, um im IRREAL-System verwendet zu werden. Die eingebaute Infrarotschnittstelle und die entsprechenden Routinen des Handheld-Betriebssystems PalmOS) folgen dem IrDA-Standard, der für bidirektionale Nahverbindungen (maximal 2 Meter) mit entsprechend schwacher Leistung der Sender ausgelegt ist.

Für den Einsatz in Gebäuden, bei dem Sender an der Decke oder hoch an Pfeilern befestigt werden müssen kommt diese Art der Kommunikation, auf Grund des großen Abstands, nicht in Frage. Um dieses Problem zu lösen wurden in IRREAL leistungsstarke Sender entwickelt, die bis zu 20 Metern überbrücken können [5]. Ein Server versorgt die Sender ständig mit Information, so daß auch zeitabhängige Daten (z.B. Busfahrpläne) zur richtigen Zeit am richtigen Ort vorliegen. Der weite Weg zwischen Sender und Empfänger machte ein spezielles Übertragungsprotokoll erforderlich [2], das den unidirektionalen Datentransfer von den Sendern zu den Handcomputern ermöglicht und einen Rückkanal überflüssig macht. Dies unterscheidet das IRREAL-System erheblich von ähnlichen bisherigen Ansätzen, in denen durch Spezial- oder Zusatzhardware bidirektionale Verbindungen realisiert wurden (vgl. [6] und [7]). Die von IRREAL verwendete Push-Technologie ähnelt der Videotext-Technologie [1], die auch ohne Rückkanal auskommen muss und alle Daten ständig im Zyklus aussendet. Im Gegensatz zum Videotext versendet das IRREAL-System allerdings interaktive Texte und Grafiken in Form eines Präsentationsgraphen. Dies ermöglicht dem Benutzer die Interaktion mit der Präsentation, obwohl ein Rückkanal nicht besteht.

Abbildung 1 zeigt den Teilgraphen einer inkrementellen Wegbeschreibung. Die Pfeile in der Abbildung verdeutlichen die Benutzerinteraktionsmöglichkeiten. Die Überlappungen der Teilansichten in der Abbildung repräsentieren zeitli-

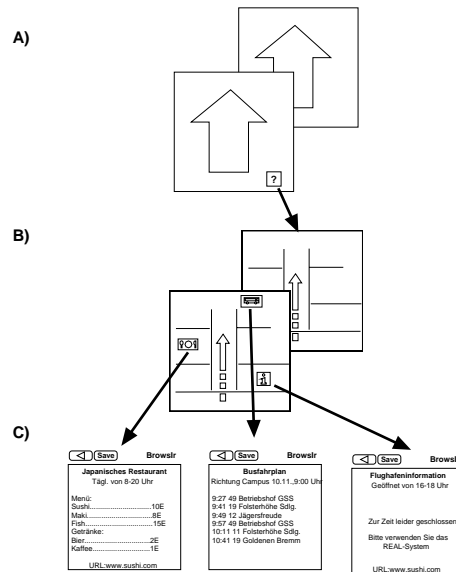


Abbildung 1: Ansicht eines IRREAL-Präsentationsgraphen.

che Veränderungen der Präsentation, die von Benutzerinteraktionen unabhängig sind. Die Präsentation selbst besteht dabei aus einzelnen Knoten, die sowohl Graphiken als auch Texte enthalten können. Innerhalb der Knoten lassen sich interaktive Bereiche definieren, sogenannte Hotspots, die dann wiederum zu neuen Knoten führen. Da die gesamte Information eines Senders ständig zyklisch ausgesendet werden muss, wurde ein spezielles Protokoll entwickelt, das große Wartezeiten verhindert. Statt jeden Knoten gleich häufig auszusenden, werden wichtige Knoten häufiger ausgesendet als unwichtige. So können insbesondere Knoten an der Wurzel des Präsentationsgraphen häufiger und Knoten, die am Ende einer Präsentation stehen, sehr viel seltener gesendet werden. Da der Benutzer ohnehin eine gewisse Zeitspanne benötigt, um zu diesem Teil der Präsentation zu gelangen und da das Gerät ständig empfängt, kann so das Nachladen der unwichtigeren Teile des Präsentationsgraphen hinter der Betrachtungs- und Interaktionszeit des Benutzers versteckt werden.

In dem Beispiel aus Abbildung 1 erhält der Benutzer beispielsweise zunächst nur einen Pfeil, der die weitere Gehrichtung anzeigt. Hält sich der Benutzer längere Zeit im Sendebereich auf, so wird diese Ansicht durch einen Hilfefknopf ergänzt (Abbildung 1 A). Wird dieser betätigt, so wird zur besseren Orientierung ein größerer Ausschnitt des Pfadsegments dargestellt (Abbildung 1 B). Wird noch länger gewartet, so verfeinert sich auch diese Darstellung um zusätzlich Hintergrundinformationen, die abrufbar sind (Abbildung 1 C).

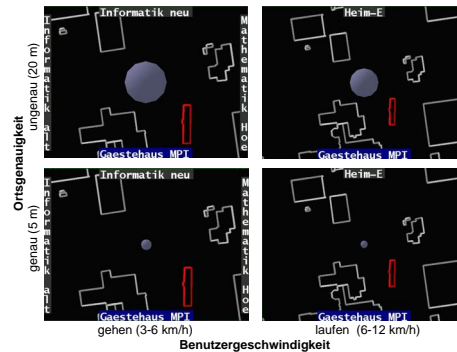


Abbildung 2: Anpassung der Graphikausgabe an die Ressourcen Benutzergeschwindigkeit und Ortsgenauigkeit

3 Das Outdoor-Navigationssystemen ARREAL

Im Teilprojekt ARREAL wird an der Entwicklung eines Navigationssystem für Fussgänger gearbeitet, die sich im Freien bewegen. Dies stellt besondere Bedingungen an die verwendete Hardware, damit ein solches System akzeptiert wird. Die Komponenten des Systems sollten alle möglichst leicht, klein, somit bequem zu transportieren, und unauffällig sein. Die Hardware des ARREAL-Systems setzt sich aus vier Komponenten zusammen. Kernstück ist ein kleines Notebook (Sony Vaio C1XN), auf dem alle relevanten Berechnungen durchgeführt werden. Die Benutzerposition wird von einem handelsüblichen GPS-Handgerät (Garmin eTrax Summit) und einem magnetischen Tracker (CyberTrack II von General Reality) bestimmt, die mit der Zentraleinheit über ein serielles Kabel verbunden sind. Graphische und textuelle Systemausgaben werden dem Benutzer über ein spezielles Brillen-Clip-on (von MicroOptical Corp.) präsentiert. Der magnetische Tracker wird dabei entweder in der Hand getragen, oder am Gürtel befestigt. Zwei zusätzlich angebrachten Tasten auf der Geräteoberseite erlauben die Interaktion mit dem System. Die Auswertung der Orientierung kombiniert mit einer Eingabemöglichkeit erlaubt den optionalen Einsatz des Geräts als 3D-Zeigeeinheit. So kann der Benutzer z.B. durch Zeigen auf ein Gebäude weiterführende Informationen abrufen.

Die Zentraleinheit wird in einem kleinen Rucksack verstaut, wobei der Platz trotzdem noch zur Aufbewahrung persönlicher Gegenstände ausreicht.

Das kleine Display des Clip-On (640x320 Pixel) erlaubt nur die Darstellung relativ einfacher skizzenhafter Graphiken sowohl aus der Vogel- als auch aus der Egoperspektive. Während die Vogelperspektive einen Eindruck darüber vermittelt wo sich der Benutzer zur Zeit befindet, erlaubt die Egoperspektive eine detailliertere Ansicht, um z.B. auf Gebäude im Sichtbereich des Benutzers Bezug nehmen zu können. Verschiedene Detaillierungsgrade sind dazu vorgesehen. Zum Einen kann der Ausschnitt der Kartendarstellung variiert werden, um

so zwischen Überblicks- und Detailsdarstellung zu wechseln. Zum Anderen lassen sich textuelle und graphische Annotationen einblenden, wie z.B. Strassen- und Gebäudenamen oder kleinere Abbildungen von Landmarken. Navigationshinweise werden mit Hilfe von Pfeilen und einer Darstellung des Gesamtweges visualisiert. ARREAL reagiert auf wechselnde Qualität der Orts- und Orientierungsinformation auf unterschiedliche Art und Weise. Zunächst wird einer der beiden Darstellungsmodi Vogel- bzw. Egoperspektive abhängig von diesen Ressourcen automatisch gewählt. Eine Darstellung in der Egoperspektive ist nur sinnvoll, wenn im ausreichenden Maß sowohl der Ort als auch die Orientierung bekannt ist. Bei unzureichender Qualität findet ein Wechsel in die Vogelperspektive statt. In dieser wird zusätzlich die Genauigkeit der Ortsinformation über die Größe der Markierung der Benutzerposition kodiert. Je ungenauer die Ortsinformation, desto größer wird die Markierung. Dieses Prinzip wird in Abbildung 2 verdeutlicht, in der die kombinierte Systemreaktion auf Benutzergeschwindigkeit und Ortsgenauigkeit zu sehen ist. Bei höherer Benutzergeschwindigkeit (z.B. beim Laufen) wird einerseits ein größerer Ausschnitt der Karte gewählt, um einen besseren räumlichen Überblick zu schaffen und andererseits die Gebäudebeschreibungen am Rand verringert und auf wesentliche Informationen reduziert. Da es sich bei den Beschreibungen um interaktive Menüeinträge handelt werden so Interaktionsmöglichkeiten unterdrückt, die aber auf Grund des situativen Kontextes mit hoher Wahrscheinlichkeit sowieso nicht vom Benutzer in Anspruch genommen worden wären.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die beiden vorgestellten Systeme IRREAL und ARREAL reagieren sowohl auf technische Ressourcenbeschränkungen (wie z.B. verschiedene Bildschirmgrößen oder Rechenleistung) als auch auf kognitive Beschränkungen des Benutzers (z.B. verursacht durch eine hohe Geschwindigkeit). Dies betrifft nicht nur Variationen der Systemausgabe, sondern auch das Angebot an Interaktionsmöglichkeiten, die dem Benutzer zur Verfügung stehen. Damit der Übergang zwischen Indoor und Outdoor Szenario möglichst nahtlos erfolgt, wurde bisher ein zentraler Präsentationsserver eingesetzt. Eine Reihe interessanter Fragestellungen ergeben sich, wenn von dem Prinzip abgewichen wird und wie im Falle von informatisierten Umgebungen diese Leistung von mehreren schwächeren Recheneinheiten erbracht werden müssen. Hier stellt sich auch die prinzipielle Frage, wie in solchen Umgebungen Informationen und Navigationshinweise kombiniert über mehrere Ausgabemodalitäten hinweg gegeben werden können.

Literatur

- [1] ARD. *Videotext Information*. <http://www.ard-digital.de/>.
- [2] J. Baus, A. Butz, and A. Krüger. One Way Interaction: interactivity over unidirectional links. In *Proceedings of I3 workshop on Adaptive Design of*

Interactive Multimedia Presentations for Mobile Users, Sunday, March 7, 1999. www.i3net.org, 1999.

- [3] A. Butz, J. Baus, and A. Krüger. Augmenting Buildings with Infrared Information. In *Proceedings of the International Symposium on Augmented Reality, ISAR 2000*, Los Alamitos, CA, 2000. IEEE Computer Society Press.
- [4] A. Butz, J. Baus, A. Krüger, and M. Lohse. A Hybrid Indoor Navigation System. In *IUI2001: International Conference on Intelligent User Interfaces*, New York, 2001. ACM.
- [5] Andreas Butz and Antonio Krüger. Orts- und richtungsabhängige informationspräsentation auf mobilen geräten. *IT+TI, Oldenbourg*, (2), 2001. im Druck.
- [6] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao, and Jonathon Gibbons. The active badge location system. *ACM Transactions on Information Systems*, 10(1):91–102, January 1992.
- [7] Roy Want, Bill Schilit, Norman Adams, Rich Gold, Karin Petersen, John Ellis, David Goldberg, and Mark Weiser. The parctab ubiquitous computing experiment. Technical Report CSL-95-1, Xerox Palo Alto Research Center, mar 1995.