

# Mobile Navigationssysteme

Ugur Örgün

LFE Medieninformatik  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Amalienstraße 17, 80333 München, Germany  
ugur1981@gmx.de

**Zusammenfassung** In dieser Arbeit wird der Stand der Forschung in Applikationen für mobile Navigationssysteme aufgezeigt. Dabei wird, nach der Definition mobiler Navigation, auf die drei Hauptkategorien dieser eingegangen. Diese beinhalten die schon weit verbreitete Navigation in Fahrzeugen, Applikationen für die Navigation von Fußgängern und zuletzt Systeme, die für die Navigation sehbehinderter Menschen entwickelt werden. Dabei wird auch versucht werden, Kombinationen und die mögliche Integration dieser Systeme in einem Gerät, für eine maximale Mobilität, zu erschließen. Der allgemeine Trend, dass die Entwicklung es vielleicht ermöglichen wird, die jeweiligen Endgeräte in der Zukunft in handlichere, diskretere und intuitiver zu bedienende weiter zu entwickeln wird auch angesprochen.

## 1 Einleitung

Die Mobilität der Menschen nimmt immer zu. Auch werden Reisen in fremde Städte oder Länder immer einfacher. Allerdings bleibt das Problem sich in einer fremden Umgebung zu befinden. Da wird viel von der oft knappen Zeit dazu verschwendet, eigentlich „triviale“ Informationen zu beschaffen. Wo findet man was? Wie komme ich von einem Punkt zum anderen? Hier können Navigationssysteme sehr von Nutzen sein, vor allem, wenn diese wirklich mobil sind und z.B. sowohl im Fahrzeug, als auch danach während einer Tour zu Fuß funktionieren. In Fahrzeugen haben sich diese Applikation schon seit einigen Jahren bewährt, werden sehr gut akzeptiert und oft genutzt.

Hier will ich den Begriff mobiles Navigationssystem definieren. In dieser Arbeit bezeichnet dieser ein System das nicht fest installiert ist. Ein mobiles Navigationssystem ist demnach transportierbar und somit an verschiedenen Orten einsetzbar. Denkbar wäre hier auch ein System, das im Fahrzeug genutzt wird. In dieser Arbeit wird nur kurz und oberflächlich auf fest installierte Systeme in Fahrzeugen eingegangen. Der Schwerpunkt liegt im Aufzeigen der aktuellen Applikationen für tragbare Systeme, sei es als ein Computer im Rucksack, PDA oder in Mobiltelefonen.

Für Menschen, die Ihre Umwelt visuell nicht oder nur unzureichend wahrnehmen können, spielt eine Hilfe durch ein Navigationssystem eine ganz andere Rolle. Diese hätten somit die Möglichkeit, sich ohne fremde Hilfe in einer Stadt zurechtzufinden und zu einem gewünschten Ziel zu gelangen. Wodurch eine stärkere soziale Integration ermöglicht werden könnte.

## 2 Navigation für Fußgänger

Als Fußgänger haben die Menschen im Allgemeinen andere Bedürfnisse während der Navigation als in Fahrzeugen. Hier reicht eine kleinere Skalierung und die Beschreibung anderer Einrichtungen. Vieles wird auch schon in der Fahrzeug-Navigation angeboten um Hotels, Restaurants, Tankstellen und ähnliches zu finden. In einer Stadt aber, wünscht man sich dann vielleicht Informationen über Gebäude und auch über historische Hintergründe usw. Vor allem in der Fußgängernavigation bieten sich Techniken mit Realitäts-Erweiterung an, um bestimmte Elemente der Umgebung, hervorzuheben oder Symbole und Informationen auf die Realität zu Projizieren.

Viele Navigationssysteme für Fußgänger setzen, obwohl es in der Umgebung einer Stadt mit einigen engen Gassen gravierende Probleme aufweist, GPS zur Lokalisation ein. Andere Systeme benutzen dagegen drahtlose Netzwerk-(im Folgenden oft W-Lan) Punkte, oder andere drahtlose Übertragungsmechanismen um einen Nutzer oder ein Gerät zu lokalisieren. Aktuelle Forschungen versuchen eine Lokalisation über die Umwelt herzustellen, indem sie im Speicher oder einer externen Datenbank gespeicherte geometrische Informationen von Gebäuden oder der Umwelt durch eine Kamera wiedererkennen. Dies wurde erst mit der rasanten Entwicklung von Rechenleistung und der Forschung in diesem Bereich möglich.

### 2.1 The Touring Machine

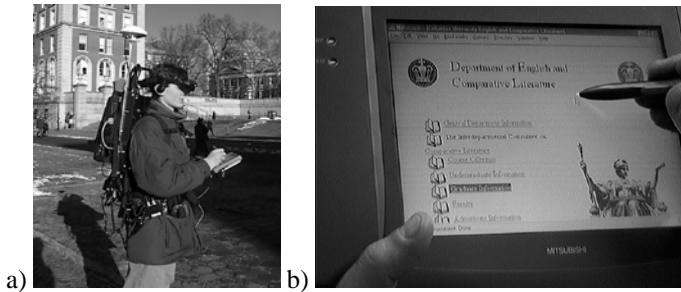
Erste Versuche Navigations- und Informationssysteme mit der Erweiterten Realität („AR“, Augmented Reality) zu realisieren entstanden an der Columbia University in New York um 1997, dessen Arbeit in [1] und kurz im Folgendem beschrieben wird. Das Resultat war ein Touren-Automat. Informationen wurden dabei auf Gebäude des Campus abgebildet, welche unter anderem durch die längere Betrachtung und Fixierung über eine Durchsichtsbille ausgewählt wurden. Die Motivation hierzu entstand durch die (rasche) Entwicklung von 3D Anzeigemedien, mobiler Computer und drahtlosen Netzwerken.

Da der Begriff der *Erweiterten Realität* (AR) im Folgendem des öfteren fallen wird, will ich hier eine kurze Definition geben. In [12] wird AR in drei Punkten zusammengefasst. Diese sind erstens die Kombination von realen- mit virtuellen Elementen, zweitens die Interaktivität in Echtzeit und drittens die dreidimensionale Wahrnehmung dieser. Es werden (noch) Anzeigemedien benötigt, wie etwa eine Durchsichtsbille oder ein Monitor, mit Hilfe derer virtuelle Objekte, in Kombination mit der Realität, angezeigt werden.

**Aufbau** Ein Ziel war es, das System möglichst klein und leicht zu halten, da es den Ansprüchen der Mobilität genügen sollte. Der Prototyp dieser Applikation besteht aus einem tragbaren Computer im Rucksack mit einer 3D Grafikkarte, einem differential GPS Empfänger, einem Magnetfeldstärkenmessgerät und einem Neigungsmesser. Zur Darstellung der Informationen werden eine 3D Durchsichtsbille und ein 2D Anzeigegerät (PDA) mit Eingabestift und einem auf der Rückseite befestigten Trackpad eingesetzt. Der Aufbau des Systems ist in der Abbildung 1-a zu sehen. Zur Kommunikation mit dem Computer, mit der Durchsichtsbille und mit Zugangspunkten in der

Umgebung kann das System auch mit einem drahtlos Netzwerk (W-Lan) ausgestattet sein. Die Stromversorgung wird hier von einem, wiederaufladbarem Batterie-Gürtel übernommen. Da für diesen Aufbau keine eigene Hardware entwickelt wurde, liefert die Konstellation keine allzu genaue Lokalisierung der Position und der Richtung des Nutzers. Dementsprechend wurde auch die Benutzerschnittstelle angepasst, welchem eine grobe Registrierung realer und virtueller Objekte ausreicht.

Die Orientierungsermittler, Magnetfeldstärkenmessgerät und Neigungsmesser sind an der Durchsichtsbatterie angebracht. Das erstere bestimmt den Gierwinkel und das zweite, ein zwei Achsen Neigungsmesser erfasst die Neigung/Steigung und die Drehung des Kopfes.



**Abbildung 1** a) Aufbau des Systems mit Durchsichtsbatterie, Rucksack, Gürtel und PDA. b) Ein Anzeigebeispiel der dynamischen Seiten auf dem PDA[1]

**Funktion** Während der Nutzer sich am Campus umsieht, überlagert die Durchsichtsbatterie, umgebende Gebäude mit Beschriftungen. (Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, war der Kontrast der damaligen Geräte noch ziemlich unzureichend.) Die Tatsache, dass nur ganze Gebäude und nicht bestimmte Teile dieser beschriftet werden, nimmt ungenaue Positionsmessungen wie oben beschrieben in Kauf. Auf dem Display gibt es verschiedene Auswahlmöglichkeiten: „Columbia:“, „Wo bin ich?“ usw. Ausgewählte Links werden als URL auf den PDA gesendet, worauf ein Browser läuft, wie in [1] ausführlich beschrieben wird. Da auf dem PDA auch ein http Server läuft, können dynamisch Seiten geladen werden, welche die relevanten/ortsbezogenen Informationen anzeigen. Der Aufbau dieser Seiten ist aus der Abbildung 1-b zu entnehmen. Es existiert auch ein Punkt „Blank“ um die Überlagerungen abzuschalten und die Umgebung ungestört zu betrachten. Die Menüpunkte der Durchsichtsbatterie werden über das Trackpad ausgewählt.

Beschriftungen erscheinen in grau und werden heller, wenn sie sich dem Zentrum nähern. Die dem Zentrum nächste Beschriftung leuchtet gelb auf. Wenn dieser Status über eine Sekunde aufrechterhalten wird, ändert sich die Farbe in grün um die Selektion anzuzeigen. Danach wird eine zweite Menüleiste unter die erste hinzugefügt, welche die Einträge für das Gebäude beinhaltet. Ein anderes Gebäude wird auch über die Betrachtung über eine Sekunde selektiert. Dieses Selektionsverfahren kann über einen Menüpunkt auch abgeschaltet werden. Wenn ein Gebäude selektiert ist, erscheint, wie aus der Abbildung 2 zu entnehmen ist, ein kegelförmiger, grüner Kompass, welcher in die Richtung des Gebäudes zeigt. Der Kompass erscheint auch, falls ein Gebäude über den PDA gewählt wird. Seine Farbe wechselt auf Rot, falls das Gebäude über 90 Grad von der Richtung des Nutzers entfernt ist.



**Abbildung 2** Schwarz-Weiß Aufnahme der Ansicht durch die Durchsichtsbille[1]

Die Menüleiste des Gebäudes hat 3 Punkte, „Architektur“, „Fakultäten“, und „Gemischtes“, wie in [1] gezeigt. Wenn das Gebäude selektiert wird, wird eine URL zum PDA gesendet, wo auch Einträge die sich in der Nähe der Durchsichtsbille befinden aufgelistet werden. Um den Nutzer auf eine neue Seite im PDA aufmerksam zu machen, erscheint eine Kopie des Menüpunktes am unteren Rand der Durchsichtsbille.

## 2.2 Gemeinsam benutzte AR für Navigations- und Informationssysteme

Schmalstieg und Reitmayr beschreiben in [2] ein System, inspiriert aus den Ideen der im oberen Abschnitt besprochenen Applikation. Dabei erweitern Sie den Navigationsradius von einem Campus auf einen größeren Teil der Stadt Wien. Hinzu kommt eine wirkliche Navigation von einem Anfangs- zu einem Zielpunkt. Wie im oberen System kann der Nutzer auch hier Informationen zu bestimmten Gebäuden oder anderen Elementen der Umwelt erhalten. Es wurde eine Interaktionsmöglichkeit mit der AR-Umwelt hinzugefügt, so dass der Nutzer neben virtuellen Symbolen, auch einen Text auf Objekte platzieren oder neue Wegpunkte setzen kann. Alle Funktionen lassen sich dabei mit verschiedenen Nutzern teilen, um gemeinsam zu Navigieren oder bestimmte Teile der Umgebung, vielleicht auch entferntere Objekte, gemeinsam zu betrachten.

**Aufbau** Der Aufbau, zu sehen in Abbildung 3-a, ist ähnlich dem oberen System auch mit GPS, mit dem Unterschied, dass neuere und effizientere Hardware eingesetzt wird. Die Durchsichtsbille, ein Orientierungssensor und eine Kamera sind auf einem Helm angebracht. Die Kamera dient zur Lokalisierung über die Struktur der Umwelt, diese Technik wird vorwiegend in Gebäuden eingesetzt. Darüber hinaus wird auf ein handgetragenes Gerät verzichtet, um eine wirklich freihändige Navigation zu ermöglichen. Alle Informationen werden über die Durchsichtsbille vermittelt. Für externe Eingaben wird ein Trackpad benutzt, das entweder am Gürtel angebracht ist oder doch in der Hand gehalten wird. W-Lan wird eingesetzt um mit anderen Nutzern über ein ad-hoc Netzwerk kommunizieren zu können.



**Abbildung 3** a) Die mobile und freihändige Ausrüstung. b) Die Anzeige im Navigationsmodus [2]

Diese Funktionalitäten erfordern das Management von großen Datenmengen verschiedener Art. Zur glaubwürdigen (AR) Interaktion mit der realen Welt liegt ein 3D Model, der Teile der Stadt in der die Applikation läuft, im 3D Studio Max Format vor. In GML2 Format (XML Basiert) liegen netzwerkfähige Routen für Fußgänger vor, welches aus der allgemeinen Karte von Wien abgeleitet ist und einen ungerichteten Graphen repräsentiert. Hier werden alle möglichen Wegpunkte und Gebäude aufgenommen. In diesem sind auch die Vermerke für die zu liefernden Informationen, wie Geschäfte oder Kulturinformationen aus einem Führungsbuch integriert, wie in [2] beschrieben wird.

**Funktion** Der Nutzer hat die Möglichkeit über einen trackpadgesteuerten Cursor verschiedene zweidimensionale Menüelemente zu bedienen. Darunter befinden sich die verschiedenen Applikationsmodi, wie Navigation, Informationssuche und Kommentierungsfunktion. Alle Modi haben wiederum verschiene Funktionalitäten. Diese werden in [2] beschrieben. Eine Informationsleiste am unteren Rand der Durchsichtsbilddrille, liefert die aktuelle Position, das gewählte Ziel, die Entfernung zu diesem und eine Orientierungsanzeige in Form eines Kompasses.

Im *Navigationsmodus*, wählt der Nutzer entweder eine Zieladresse oder ein Ziel einer bestimmten Art, wie einen Supermarkt oder eine Apotheke, worauf die kürzeste Route berechnet wird. Die Route ist interaktiv und wird neu berechnet, falls von der empfohlenen Strecke abgewichen wird. Der Weg wird in der Form von in der Umwelt stehen Zylindern angezeigt, welche, wie aus der Abbildung 3-b zu entnehmen ist, durch eine Linie verbunden sind. Diese können um einen realistischeren Eindruck zu vermitteln von Gebäuden geschnitten werden. Zusätzlich kann ein Pfeil eingeblendet werden, welcher zum nächsten Wegpunkt zeigt. Falls der Nutzer in eine falsche Richtung schaut und somit der nächste Wegpunkt nicht angezeigt werden kann, werden einfache Richtungsanweisungen angezeigt.

Befinden sich in Reichweite mehrere Nutzer sind gemeinsame Interaktionen möglich. Es wird eine Liste der Benutzer angezeigt, die den gemeinsamen Modus unterstützen. Nachdem ein anderer Nutzer gewählt wurde, kann der Nutzer zwischen drei Interaktionsmodi wählen. Wählt er *Folgen*, so wird der nächste Wegpunkt immer so gewählt, dass er mit dem zum anderen Nutzer nächsten zusammenfällt. Mit der Option *Führen* kann das Ziel der/des Anderen ausgewählt werden. Das Navigationssystem des Anderen verhält sich danach so, als ob er das Ziel selbst gewählt hätte. Wird *Tref-*

fen gewählt, berechnet das System einen Punkt in der Mitte der aktuellen Position beider Nutzer. Diese haben immer noch die Möglichkeit den gemeinsamen Punkt an eine angenehmere Position zu setzen.

Im Modus zur *Informationssuche* werden dem Nutzer Informationen präsentiert die auf den Ort bezogen sind. Darunter sind bestimmte Gebäude, auch Teile dieser, oder Sehenswürdigkeiten zu verstehen. Hierzu werden meistens die Orte die Informationen enthalten mit bestimmten Symbolen überlagert. Eine alternative zu den Symbolen ist, die entsprechenden Gebäudeteile durch die eigene geometrische Form, meistens die entsprechenden Umrisse, in Farbe zu überlagern. Abbildung 4-a gibt einen Eindruck davon. Die Symbole werden durch Anschauen ausgewählt, wozu in der Mitte der Durchsichtsbildschirm ein virtueller Sehstrahl einblendend wird. Daraufhin wird die dazu gehörende Information eingeblendet. Die Informationen bestehen aus Bild und Text. Der Nutzer kann auch eine Unterauswahl treffen um nur Symbole bestimmter Informationen anzeigen zu lassen, wodurch eine Überfüllung des Sichtfeldes mit Symbolen vermieden werden kann.



**Abbildung 4** Darstellung der Auswahl a) im Informationsmodus b) im Kommentierungsmodus [2]

Auch hier wird der gemeinsame Modus unterstützt, so dass der Nutzer seine Auswahl mit anderen teilen, oder die ausgewählte Information eines Anderen ansteuern kann. Hinzu kommt die Möglichkeit für Gruppenführer, die Selektion mehrerer Nutzer zu kontrollieren.

Während dem *Kommentierungsmodus* hat der Nutzer die Möglichkeit, die Umwelt mit verschiedenen Symbolen unterschiedlicher Farbe und Form zu vermerken. Hierzu wird wieder ein Sichtstahl über ein virtuelles Fadenkreuz assoziiert. Schneidet dieser die Geometrie eines Gebäudes oder einer anderen gespeicherten Form, leuchtet darin eine gelbe Kugel auf, um die Auswahl anzudeuten. Somit hat der Nutzer die Möglichkeit, dort ein dreidimensionales Symbol zu platzieren, welches sich an der Tangente der Oberfläche ausrichtet. Ein Beispiel dazu zeigt Abbildung 4-b.

Diese Symbole können im gemeinsamen Modus wiederum von allen Nutzern gesehen werden, und sind dazu mit dem Namen des Kommentators beschriftet. Nutzer können zu ihrer Selektion der angezeigten Symbole den Namen von Kommentatoren angeben, die auch angezeigt werden sollen. Diese Markierungen können behilflich sein, entfernte Objekte hervorzuheben und können darüber hinaus wegen der verschiedenen Formen und Farben mit entsprechend verschiedenen Bedeutungen assoziiert werden, welches von Vorteil in einer Gruppenkommunikation sein kann.

### 2.3 Das GUIDE Projekt

Das GUIDE Projekt unterscheidet sich in einigen Punkten von den oben genannten Applikationen. Es wird in [3] und [4] ausführlich beschrieben. Der Hauptunterschied besteht in der Präsentation der Information und in der Lokalisation. Das GUIDE Projekt ist eine kontextsensitive, elektronische Führung für Touristen, die bei der Berechnung der Führungsrouten auf die Interessen und die Umwelteigenschaften in der Umgebung des Nutzers eingeht. Sie setzt zur Lokalisation kein GPS, sondern ein drahtloses Netzwerk im 802.11 Standard ein. Durch den Verzicht auf Orientierungsinformationen werden auch weitere Geräte eingespart. Des Weiteren ist GUIDE eine Führung in einer Stadt, die den Menschen eine gewisse Flexibilität gewährt. Sie dient entweder als eine maßgeschneiderte- oder eine Standardtour, oder als ein Begleiter als Navigations- und Informationssystem. Dabei wird Wert darauf gelegt gute und effektive Führungen zu erstellen. Sie bietet auch noch eine gewisse Interaktivität in Form von Zimmerbuchungen oder Kontakt zum Touristen-Informationszentrum.

**Aufbau** Die Hauptkomponente im GUIDE System ist ein Tablet PC, wie in Abbildung 5 zu sehen, mit einer Auflösung von 800x600 Pixel und einen über Berührung bedienbaren Bildschirm, der auch unter Sonnenlicht lesbar ist. Diese Geräte verfügen über W-Lan Karten mit einer Bandbreite von 2Mb/sec. Der Applikation, reicht eine Lokalisationsgenauigkeit von 50-100 Metern, welche über drahtlose Zugangspunkte realisierbar ist. Diese Genauigkeit ist ausreichend, da die Nutzer mit generellen Informationen über das Gebiet in dem sie sich befinden versorgt werden.



**Abbildung 5** Tablet PC mit Eingabestift die drahtlose Schnittstelle ist integriert [3]

Auf die Lokalisation durch GPS wurde, nach [3], verzichtet da sie in der Stadt oft ausfällt, weil nicht genügend Satelliten empfangen werden können und da der Einsatz von W-Lan keine weitere Hardware benötigt, die mit Strom versorgt werden muss. Hinzu kommt, die Eigenschaft, dass die Stadtstruktur durch ihre Bebauung nur wenig Überschneidungen im Empfang der Zugangspunktzellen ermöglicht. Somit kann meistens sehr gut abgeschätzt werden, wo sich ein Nutzer befindet um ihn mit standortbezogenen Informationen zu versorgen, welche in der Form von HTML-Seiten mit Hyperlinks aufgebaut sind.

Die Zugangspunkte, welche über die Stadt Lancaster verteilt sind, senden jeweils zugehörige Informationen über das Gebiet, wo sie installiert sind. Diese sind über ein festes Netz mit einem Server verbunden. Vom Nutzer beantragte Seiten werden über http vermittelt. Einige Seiten befinden sich dabei im Cache des Endgerätes. Zugang zu externen Services, wie die Zimmer- oder Kartenbuchung und der Kontakt zum Touristen-Informationszentrum erfolgt auch über diese Schnittstellen.

**Funktion** Im GUIDE System wird Wert darauf gelegt, auf Kontexte zu reagieren. Hierzu werden zu Beginn einer Führung Informationen zu den Interessen, der zur Verfügung stehenden Zeit und den finanziellen Mittel angenommen. Es werden auch bestimmte Beschränkungen, wie Behinderungen, zur Kenntnis genommen. Darüber hinaus reagiert das System auf Wetterinformationen, um Vorschläge, die beispielsweise bei Regen nicht auszuführen sind, auszuschließen. Die zugrunde liegende Technik, gute Touren automatisch zu erstellen wird in [3,4] ausführlich behandelt, und würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Die Oberflächengestaltung ist in Abbildung 6 zu sehen. Die Informationen werden, nach [4] von einem freundlichen „Maskottchen“ präsentiert. Es ist eine Anzeige für die Signalstärke und Buttons zur Menü-Navigation, Information und interaktiven Diensten vorhanden. Im folgenden wird vorgestellt, welche Funktionalitäten die Applikation den Nutzern bietet.

Zum einen ist es der *Zugang zu Informationen*. Dies gestaltet sich auf verschiedene Arten. Es besteht die Möglichkeit mit Informationen über Geschichte und/oder Architektur der Umgebung und von Gebäuden beziehungsweise Sehenswürdigkeiten versorgt zu werden. Dazu wird, über von den Zugangspunkten permanent gesendeten UDP Datagrammen festgestellt, wo sich der Nutzer ungefähr befindet. Dementsprechend werden ihm Informationen in der Form von Hyperlinks angeboten. Dabei werden Informationen oder Fotos von den Sehenswürdigkeiten oder interessanten Objekten auf dem mobilen Endgerät angezeigt, die zur Auswahl stehen. Es werden auch automatisch generierte Seiten gesendet, um auf die Umgebung aufmerksam zu machen, welche danach den Zugang zu weiteren Informationen bieten.

Zum anderen werden dem Nutzer *zugeschnittene Führungen* angeboten. Diese reagieren auf die zu Beginn angegebenen Daten und Informationen. Hier können auch Informationen angegeben werden welche Sehenswürdigkeiten unbedingt besucht werden sollen. Neben zugeschnittenen- können Nutzer die sich Eingaben sparen wollen auch vorgegebene Führungen auswählen. In Versuchen, beschrieben in [3], hat sich ergeben, dass viele Menschen diese Touren bevorzugen. Dieses Ergebnis interpretieren die Autoren so, dass eine einfachere Interaktion gewährleistet werden müsse, um zugeschnittene Berechnungen attraktiver zu machen. In jedem Fall werden attraktionsspezifische Informationen, wie Öffnungszeiten, Preise und die beste Besuchszeit berücksichtigt und mitgeteilt. Auf die Umwelt wird reagiert, indem wie im Anfangsbeispiel erwähnt, Führungen am Fluss mit anschließendem Picknick im Freien gestrichen werden, falls es regnet.



**Abbildung 6** Die Benutzeroberfläche des GUIDE Systems [4]

Um die Führungen erfolgreich halten zu können und um dem Nutzer eine Hilfestellung zu geben, hat die Applikation auch die Funktion eines *Navigationssystems*. Nachdem die Richtung des Nutzers durch Benutzereingaben, zur Verfeinerung der Positionsbestimmung, festgestellt wurde, werden ihm Richtungsanweisungen und Wegbeschreibungen, wie beispielsweise „nach 100 Metern links“ gegeben, um an das nächste Ziel zu gelangen. Die Eingaben basieren auf Fragen, wie: „Welches Gebäude sehen sie vor Ihnen?“ und „Ist es weit weg oder nah?“, wie in [4] zu sehen. Diese Fragen werden auch zur Verfügung gestellt um Informationen zu den Gebäuden zu erhalten. Dabei werden bis zu zwölf Miniaturfotos der in Frage kommenden Objekte angezeigt. Falls gewünscht kann sich der Nutzer auf dem Endgerät auch eine Karte der Umgebung oder der gesamten Stadt anzeigen lassen.

Besonders ist, für eine Applikation dieser Art, der Zugang zu *interaktiven Diensten*. Diese bestehen aus dem Zugriff auf „externe Dienste“, wie zum Beispiel Zimmerbuchungen und Kartenreservierungen.

Hinzukommen weitere Funktionen wie das Senden und Empfangen von Nachrichten die andere Nutzer des Systems oder das Touristen-Informationszentrum als Kommunikationspartner haben. Dadurch können Gruppenmitglieder in Kontakt bleiben, oder Individuen Fragen an die Informationsquelle stellen. Der Ansatz des gemeinsamen Erlebens der Führung oder der Erkundung wird durch die Möglichkeit an bestimmte Orte gebundene virtuelle Notizzettel für die anderen Nutzer hinterlegen zu können und die Möglichkeit die eigene Position für andere sichtbar zu machen verstärkt.

## **2.4 Beispiel einer kommerziellen Anwendung**

Cityneo zum Beispiel, detailliert beschrieben unter [5], stellt ein kommerzielles Produkt dar. An diesem kann man einige Adaptionen aus der Forschung beobachten. Es ist eine Fußgängernavigation in einer Stadt, die neben der Navigierung andere Funktionalitäten bietet. Zum einen werden lokalisationsbasierte Spiele angeboten, unter anderem eine Art Schnitzeljagdspiel in der Stadt. Zum anderen können Nachrichten mit Foto und einer Notiz auf der Stadtkarte hinterlassen werden. Während der Navigation werden Sehenswürdigkeiten und nützliche Einrichtungen auf der Karte angezeigt. Die Karten sind einfach gehalten und für ein relativ kleines Endgerät skaliert. Es wird auch eine gewisse Interaktivität geboten, als dass die interessanten Punkte auf der Karte direkt auf-/ angerufen oder andere Informationen zu diesen auf der Karte angezeigt werden können.

## **3 Ansatz für die Fahrzeug- und Fußgängernavigation**

Die Kombination von beiden Navigationsarten ist für den Nutzer sehr positiv. Das Szenario wäre mit einem Gerät, beispielsweise PDA oder Mobiltelefon, sowohl im Fahrzeug als auch als Fußgänger navigiert zu werden. Im Folgenden werden einige Ansätze aus der Forschung und bereits entwickelte Prototypen vorgestellt die obigen Anforderungen zu genügen versuchen.

### 3.1 Navigation in Fahrzeugen

Navigationssysteme haben sich schon seit einigen Jahren in der Fahrzeugindustrie etabliert, und werden immer häufiger eingesetzt. Die einzige Lokalisierungsmethode, die hier eingesetzt wird ist das GPS. Um Empfangslücken zu überbrücken werden auch Daten von Reifen, Tacho etc. ausgewertet. Der Aufbau ist bei allen von Werk aus eingebauten Systemen gleich. Ein fest installierter GPS Empfänger, ein wiederum fest installierter Bildschirm und eine Eingabeschnittstelle. Navigationsanweisungen gibt es fast immer sprachlich und visuell. Meistens wird die Position, vermittelt über die Vogelperspektive, auf einer Karte angezeigt, mit Pfeilen die nächste Richtung und mit einer Entfernungsangabe die Entfernung der Strasse, in die abgebogen werden soll. Die Mobilität ist bei diesen Systemen eingeschränkt, da sie nicht aus dem Fahrzeug entfernt werden können und die Navigation nur in Gebieten funktioniert, für die Kartenmaterialien auf einem Speichermedium vorhanden sind.

### 3.2 Telmap 2-D Navigation

Telmap, vollständig beschrieben unter [6], benutzt GPS als Lokalisierungstechnologie. Die Applikation wurde für Mobiltelefone entwickelt, die Java unterstützen. Sie kann sowohl als Fahrzeug- als auch als Fußgängernavigation eingesetzt werden. Für diese Applikation wurden einige Aspekte aus der aktuellen Forschung aufgenommen und werden in einer kommerziellen Umgebung zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus ist dies eine Applikation, die vom Mobilfunknetz-Betreiber unabhängig ist.

**Aufbau und Funktion** Telmap [6] ist ein nahezu globales mobiles Navigationssystem. Diesem Anspruch genügt es dadurch, dass sich Kartenmaterialien nicht im Speicher des Endgerätes befinden müssen. Die Karte für den aktuellen Bereich wird von einem Server, der fast weltweite Karten (Europa, Nordamerika, Süd Afrika, Mittlerer Osten, Australien, Asien and Brasilien) mit zusätzlichen Informationen von Drittanbietern (Geschäften, Einrichtungen usw.) in großen Datenbanken verwaltet, zur Verfügung gestellt. Diese können sehr schnell heruntergeladen werden, da hierfür eine eigene Komprimierung eingesetzt wird [6]. Die Karten verfügen über eine Zoom-Funktion und sind gut lesbar, da Bildkantenglättung (anti-aliasing) eingesetzt wird. Auf den Karten sind Strassen mit ihren Namen, wichtige Orte und Beschilderungen abgebildet, wie in Abbildung 7 zu sehen ist. Dabei sind bestimmte Symbole für bestimmte Einrichtungen vorgesehen. Das Herunterladen der Daten erfolgt meistens über eine GPRS Verbindung.

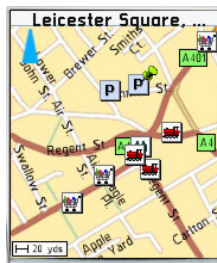
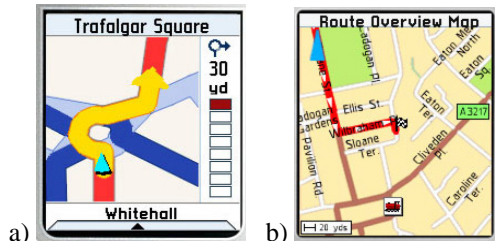


Abbildung 7 Die Übersichtskarte von Telmap [6]

Eine weitere wichtige Verbesserung gegenüber anderen mobilen Navigationssystemen basiert auf der Benutzerschnittstelle. Die Eingabe von Strassen wird durch Abschätzungen und Korrekturen unterstützt, um die Eingabe dieser zu ermöglichen, auch wenn der Nutzer nicht genau weiß, wie sie geschrieben wird. Dazu bietet es noch die Möglichkeit POI (Points of Interest) direkt anzurufen, und diese oder eine Ortsangabe per SMS zu versenden. Die Darstellung wird je nach Navigationsmodus, ob für Fußgänger oder Fahrzeuge, skaliert, und entsprechend angezeigt. Für Fahrzeuge werden die Strassen abgebildet und mit Pfeilen auf den Strassen und einer Entfernungsangabe die nächste angezeigt. Während der Fußgängernavigation kann auf GPS verzichtet werden, um über GSM Lokalisation oder mit der manuellen Eingabe Umgebungskarten mit der eingezeichneten Route anzeigen zu lassen. Beide Arten der Anzeige sind in Abbildung 8 verdeutlicht.



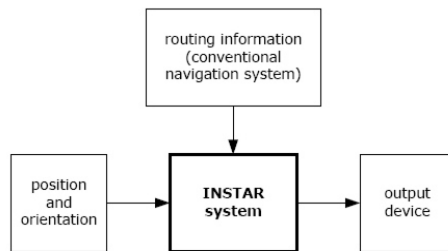
**Abbildung 8** Ansichten für a) die Fahrzeug- und b) die Fußgängernavigation [6]

### 3.3 Das INSTAR Projekt AR-Navigation

*INSTAR* steht für die Abkürzung *Information and Navigation Systems Through Augmented Reality* (Informations- und Navigationssysteme durch Erweiterte Realität). In diesem Projekt, veröffentlicht in [7], wird versucht die Mobilität auch im Sinne der benutzten Technologien und der Hardware zu erweitern. Angestrebt wird ein System das mit verschiedenen Lokalisierungsverfahren arbeiten kann. Dazu gehören GPS, GSM, WLAN, GPRS, UMTS und auch Bluetooth, Infrarot und akustische Lokalisationsmethoden, wobei nicht alle gleichzeitig benutzt werden müssen. Hinzu kommt die Erweiterung der Endgeräte, vom tragbarem Computer bis zu PDA (eventuell auch Mobiltelefonen). Die andere Erweiterung gilt der Präsentation von Navigationsanweisungen. Bisher bekannte Systeme, die auch in Fahrzeugen eine Navigation anbieten, präsentieren die Informationen mit Richtungsanweisungen in der Form von Pfeilen oder Sprache, oft unter Begleitung einer zweidimensionalen Karte, wo die aktuelle Position durch ein Symbol angezeigt wird. Hier wird eine neue Methode eingeführt, wo die Route auf die wirkliche Strasse, aufgenommen über eine Kamera, in Echtzeit überlagert wird. Dies gewährleistet dabei die Möglichkeit, die reale Umgebung mit den Bewegungen und dem Geschehen zu sehen, was im Straßenverkehr eine sicherere Anwendung von Navigationssystemen gewährleistet.

**Aufbau** INSTAR bezieht sich auf eine Applikation und nicht direkt auf bestimmte Hardware. Das Endprodukt will dem Anspruch genügen mit verschiedenen Geräten, Lokalisationstechniken und Anzeigemedien, die fähig sind AR anzuzeigen, zu funkti-

onieren. Das System besteht aus einer Software, dessen Trägergerät (Hardware) drei Schnittstellen bereitstellen sollte. Diese sind zwei Eingabeschnittstellen, zum Empfang von Navigationsinformationen in der Form von GPS Koordinaten und zum Empfang von anderen Informationsquellen zur Position und der Orientierung, und eine Schnittstelle zur Ausgabe der Daten. Abbildung 9 zeigt diese Schnittstellen mit ihren Richtungen. Dabei werden aktive und passive Lokalisationstechniken unterschieden. Aktive sind Arten, die ihre Position selbst bestimmen, wie GPS. Bei Passiven, werden diese von anderen Geräten mitgeteilt, wie in drahtlos Netzwerken oder anderen Navigationssystemen in Gebäuden. Hier wird ein Lokalisationsserver, welcher die Position aller Endgeräte die lokalisiert werden speichert, eingesetzt. Damit das System funktionieren und die verschiedenen Mechanismen vereinen kann, ist es nötig, dass die Sender von Positionsinformationen diese für das INSTAR System in GPS-Koordinaten umwandeln. Es bestünde auch die Möglichkeit, dass INSTAR selbst relative Koordinaten für sein System umwandelt.



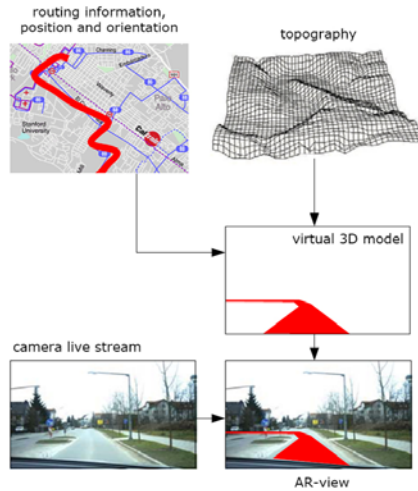
**Abbildung 9** Vereinfachte Darstellung der Komponenten von INSTAR [7]

In Fahrzeugen kann das System an ein vorhandenes Navigationssystem angeschlossen werden. Dazu wird eine Kamera an den Frontspiegel installiert um das Sichtfeld aufzunehmen. Die GPS-Daten kommen aus dem Navigationssystem, und das System mit INSTAR gibt das Ergebnis auf einem Monitor aus. Dies könnte ein PDA, ein Notebook, oder falls möglich auch der interne Monitor sein. Benutzt man INSTAR um als Fußgänger zu navigieren, kann man den PDA, worauf INSTAR installiert ist, aus dem Auto nehmen, und mit GPS ausstatten. Da PDA in der Hand getragen werden und die Kamera somit auch alle Bewegungen mit aufnimmt erschwert sich die Projektion der Route auf die Realität. Hierzu wird noch ein Orientierungsmesser benötigt. Im Versuchsaufbau, beschrieben in [7], war es wegen Schnittstellenmangel nicht möglich all diese Geräte an einen PDA anzuschließen, so dass ein weiterer PDA über W-Lan und ad-hoc Netz verbunden wurde, um z.B. die Informationen von dem Orientierungssensor zu übermitteln. In der Zukunft könnte man hier mit einem einzigen Endgerät auskommen, der all diese Technologien bereits integriert hat. Eine aktuelle Erleichterung besteht zum Beispiel durch die Verwendung der Bluetooth-Schnittstelle zum Anschluss von mobilen GPS-Empfängern (GPS-Maus). Als zurzeit am meisten ansprechendes Endgerät ist hier der PDA zu nennen, da er mobil ist und Schnittstellen bietet. Er wäre leicht im Fahrzeug anzuschließen und auch zu transportieren.

**Funktion** Die erwähnte neue Darstellungsmethode der Navigationsroute verringert den Abstraktionsgrad vorhandener Navigationssysteme drastisch. Pfeile und Entfernungsangaben müssen nicht mehr interpretiert werden. Dem Nutzer wird direkt in der

Realität gezeigt, welcher Weg als nächstes einzuschlagen ist. Dies nimmt weniger Konzentration auf die Interpretation in Anspruch und da es eine Sicht auf das Geschehen oder eventuelle Gefahrensituationen bietet, ermöglicht es eine deutlich sicherere Navigation.

Um eine Überlagerung der Realität mit einer virtuellen Route zu ermöglichen, braucht man zum einen die Routeninformationen, die Position und die Orientierung. Zum anderen wird eine topologische Karte des Gebietes benötigt, um eine glaubwürdige Anzeige erstellen zu können. Diese werden danach zu einem virtuellen dreidimensionalen Modell berechnet und mit den Bildern der Kamera überlagert um an das Ergebnis zu gelangen. Abbildung 10 zeigt die Zusammenstellung der ausgegebenen Sicht der Erweiterten Realität. Dabei spielt es keine Rolle, woher die Daten stammen oder auf welches Gerät sie ausgegeben werden, solange die graphische Darstellung unterstützt wird.



**Abbildung 10** Die Berechnung und Zusammensetzung der Erweiterten Realität [7]

Über die Kamera wird erkannt, wo sich die Strasse befindet, auf die, wie im Anwendungsbeispiel in Abbildung 11 zu sehen, eine gelbe, genau auf die Strassen aufgesetzte, halbtransparente Route projiziert wird. Diese passt sich dem Straßenverlauf an und überlagert jeweils die richtige nächste Strasse. Hier gibt es nicht viele Unterschiede in welcher Situation die Applikation eingesetzt wird. Dies gilt auch für die Navigation in Gebäuden, wo nur die Lokalisierung durch GPS ausgeschlossen wird.



**Abbildung 11** Anwendungsbeispiel der INSTAR Navigation [7]

## 4 Navigation für Sehbehinderte

Sehbehinderte Menschen sind in ihrer Bewegungsfreiheit sehr eingeschränkt. Die Hilfsmittel auf die sie zurzeit zurückgreifen können beschränken sich auf Blindenstock und Blindenhund. Es werden Applikationen entwickelt, die solchen Menschen eine elektronische Navigation ermöglichen sollen. Hierbei muss auf die visuelle Repräsentation der Informationen verzichtet werden. Zur Kommunikation werden dabei die alternativen Kommunikationskanäle Tast- und Hörsinn benutzt.

Ein weiterer Punkt der in der Entwicklung von Navigationssystemen für diese Gruppe beachtet werden muss ist, dass ca. zweidrittel dieser Menschen 65 Jahre und älter sind. Dieses bedeutet, eventuell, weitere Einschränkungen in anderen Sinnen wie im Tast-, Hör-, und Geschmacksinn; darüber hinaus können auch eingeschränkte kognitive und physische Fähigkeiten bestehen. Dieses impliziert auch die Notwendigkeit der Entwicklung intuitiv zu bedienender und zu benutzender Systeme.

Ein wichtiges Schlagwort bei der Entwicklung solcher Applikationen für Blinde ist die erweiterte Realität. Hierzu geht man nicht von der visuellen Überlagerung aus, sondern beschreibt die Instruktionen und Informationen, die für eine erfolgreiche Navigation nötig sind, über Kopfhörer und einer Antipp-Maschine.

**Anforderungen** Eine der größten Schwierigkeiten, auch für erfahrene Blinde, ist das Halten der Richtung während des Geradeausgehens ohne abzudrehen. Die meisten ändern dabei ungewollt die Richtung und weichen von der angestrebten Route ab. An Kreuzungen und Straßenübergängen, könnte dieses sehr gefährliche Folgen haben. Hier sind auch Einbiegungen in falsche Strassen möglich. Ein großer Wunsch wäre auch das Bewusstsein von der Umgebung, mit Hindernissen oder den Gebäuden in der Nähe.

### 4.1 Bisherige Entwicklungen

Neben dem Blindenstock und –Hund gab es noch weitere Entwicklungen um (auch teilweise-) blinden Menschen Navigationshilfe zu leisten.

Beispielsweise wurde und wird Blindenschrift, in der Form von Schildern oder Einprägungen, benutzt um wichtige Orte und Plätze zu beschreiben, in Aufzügen Knöpfe zu beschriften und ähnliches. Das Problem dabei ist der Zugang zu solchen Informationen, da die Menschen nicht wissen, wann oder wo Sie auf diese Hilfe stoßen und welche Information sie enthalten wird.

Darauf basierend wurden auch zu ertastende Stadtpläne entwickelt. Diese sind aber zu schwer und unhandlich. Für die meisten sind Sie auch schwer in geistige Karten zu interpretieren, um sich erfolgreich zu orientieren.

**Talking Signs** Der Ansatz von *Talking Signs* („sprechende Schilder“), genauer nachzulesen in [9,10], bietet, wie in [8] geschildert, einige Vorteile gegenüber der Blindenschrift. Sie funktionieren wie die sichtbare Beschilderung, liefern ihre Information dabei über Infrarot oder dem sichtbaren Licht. Die Nachrichten werden über einen Handempfänger angehört. Des weiteren können die ausgestrahlten Wellen als Richtungskeule eingesetzt werden, um ein Laufen in die gewünschte Richtung zu ermöglichen.

chen. Einige Arten, angebracht auf Ampeln, können auch zur richtigen Ausrichtung an Übergängen und Kreuzungen benutzt werden. Der Hauptvorteil ist dabei, dass diese über eine gewisse Distanz funktionieren und eine Hilfe zur Orientierung bieten. Somit muss der Blinde Hilfestellungen nicht erst finden und ertasten.

Die Nachteile ergeben sich in der Benutzung. Diese ist umständlich und unter Umständen peinlich, da im Einsatzfall mit dem Gerät und ausgestrecktem Arm das Gebiet abgetastet werden muss, bis eine Nachricht empfangen wird. Danach muss der ganze Körper in die Richtung des Arms ausgerichtet werden. Ein weiteres Problem ist wieder der Zugang zu diesen Informationen, welche ohne aktives Suchen, wie bei der Blindenschrift, nicht gewährt wird. Es wird an Lösungen gearbeitet, die permanent nach diesen Schildern suchen und den Nutzer mit Hilfe versorgen, ohne dass er die Suchbewegungen ausführen muss.

## 4.2 Tragbares System zur Navigation und Orientierung von Blinden

Den oben beschriebenen Lösungen fehlt die Mobilität. Der Nutzer ist an bestimmte Punkte gebunden, und kann sich nicht wirklich frei bewegen. Ein Ansatz dafür liefert das *Strider System*, in welchem auch *Atlas Speaks* integriert ist, genauer beschrieben in [11]. Beide Systeme werden in [8] zitiert. Atlas Speaks ist eine sprechende Karte für Computer, welche das Erschließen einer unbekanntem Umgebung ermöglichen soll. Das portable System besteht aus einem tragbaren Computer, verstaut in einem Rucksack, einem GPS Empfänger und einem digitalen Kompass. Damit kann draußen jederzeit eine Orientierungsinformation angefordert werden. Dies beinhaltet die aktuelle Position, eventuell Angaben und Informationen zu der Umgebung, und im Falle einer Navigation die Richtung, in welche sich der Benutzer bewegen muss.

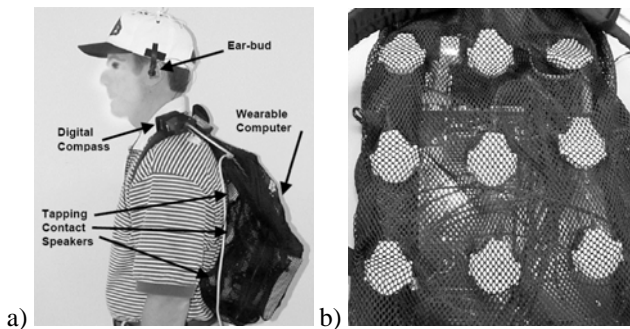
Auch dieses System weist einige Einschränkungen auf. Neben der Gebundenheit zum GPS System, und daraus resultierenden Genauigkeitsproblemen, gibt es keine Angaben zu Ampeln (und zum Verkehr) und nur wenige Informationen zur Umgebung. Sie kommuniziert dazu nur über den Audiokanal, was nicht für jedes Szenario und jeden Nutzer die optimale Lösung ist. Im Stadtverkehr z.B. könnten Sprachangaben nicht verstanden werden.

Ross & Blasch [8] entwickelten daraufhin einen Prototypen, der einige Aspekte verbessern sollte. Als die beiden wichtigsten Merkmale, um eine universelle Navigations- und Orientierungshilfe zu leisten, nennen sie die Integration aller Lokalisierungs-, Orientierungs- und Navigationstechnologien für den Innen- und Außenbereich und das Design einer freihändig und einfach zu bedienenden Oberfläche. Sie entwickelten und testeten drei Schnittstellen, darunter ein Schalllenker in der Form einer Schallkeule (sonic guide, „carrot“), eine Sprachschnittstelle und eine Schulter-Klopf-Anlage. Aus auf Verkehrsampeln installierten Sendern sollten Informationen zum Ampelstand und Daten gewonnen werden die bei der Ausrichtung zur Straßenkante dienlich sein sollten. Für die Testreihe wurde die Installation dieser Geräte von den zuständigen Behörden nicht gestattet [8].

**Aufbau** Als Basis dient ein tragbarer Computer, inklusive einer 3D Soundkarte, welcher alle Schnittstellen verwaltet. Um den universellen Navigationsansprüchen zu genügen, schlagen die Autoren in [8] den Einsatz von geeigneten Technologien (wie

GPS, Koppelnavigations- und zellenbasierter Triangulationshardware, kabellose Datenverbindungen, digitaler Kompass usw.) in dieser Plattform vor.

Die Hardware ist wie aus der Abbildung 12-a zu entnehmen angeordnet. Die Ohrhörer, montiert an einer Mütze, werden dabei in einem Abstand von ca. 1 cm vom Gehörgang platziert, damit der Nutzer auch die Geräusche aus der Umgebung ohne große Beeinträchtigungen wahrnehmen kann. Der digitale Kompass ist, um die Körperrichtung festzustellen, an einer Schulter und die Schulter-Klopf-Anlage an der Rückseite des Rucksacks angebracht, worin auch der tragbare Computer verstaut ist.



**Abbildung 12** a) Der Gesamtaufbau a) Die Schulter-Klopf-Anlage [8]

**Die Schallkeule** Die Schallkeule wird über die Soundkarte gesteuert und produziert einen digitalen Ton ähnlich der einer Klingel. Dieser Ton wird in Stereo ausgegeben und mit der 3D Funktion der Soundkarte optimiert. Die Zielrichtung der Schallkeule wird über die Daten des digitalen Kompass berechnet, und richtet sich dabei nach der Position des Körpers (oder des Kopfes) des Nutzers. Sie wird ca. 30 mal in der Sekunde aktualisiert. Die Keule ertönt im 1,5 Sekunden Takt und bewegt sich (aus der Sicht des Nutzers) währenddessen im „Raum“, falls der Nutzer seine Richtung, zum Ziel gegenüber, ändert.

**Die Sprachschnittstelle** Die gesprochenen Angaben werden durch eine digitalisierte Sprache präsentiert, welche auch über die Soundkarte läuft. Diese werden allerdings über beide Ohren in Mono vermittelt. Die Angaben werden auch hier über den digitalen Kompass berechnet und entweder in der Form von Ziffernblattrichtungen oder Winkelangaben relativ zur Richtung des Benutzers übersetzt. Diese Informationen über die relative Zielposition sind im 2 Sekunden Takt, in der Form von z.B. „1 Uhr“ „2 Uhr“ oder „10 Grad“ „15 Grad“, hörbar. Hier kann der Benutzer zwischen beiden Präsentationsmethoden wählen.

**Die Schulter-Klopf-Anlage** Diese Anlage wurde eigentlich entwickelt Autofahrern während der Nutzung einer Karte zu helfen den Blick auf der Strasse zu lassen. In der Urform, wie in der Abbildung 12-b zu sehen, waren es 3x3 Klopfer die von unten nach oben („geradeaus“), von links unten nach rechts oben („rechts orientieren“) oder rechts nach links („rechts abbiegen“), den Fahrer antippend, Richtungsanweisungen lieferten. Nach der Testphase wurden die Klopfer, aus ergonomischen Gründen und der Tatsache, dass diese Anordnung hinter dem Rucksack während der Bewegung nicht genügend Kontakt zum Rücken lieferte, auf 3 Stück reduziert. Diese waren nun

nur noch am oberen Schulterbereich angebracht, womit fast äquivalente Informationen geliefert werden konnten.

Die Berechnung der Daten erfolgt auch hier über den digitalen Kompass, und wird wie folgt vermittelt. Falls der Nutzer sich in die richtige Richtung bewegt tippt der zentrale Klopfer zweimal alle zwei Sekunden. Bei Abweichungen um 7,5 Grad nach rechts oder links tippen zusätzlich zum zentralen Klopfer der linke oder rechte Klopfer und bei Abweichungen über 15 Grad tippt nur der rechte oder linke Klopfer.

**Funktion** Als die schwierigste, komplexeste und kritischste Aufgabe für Blinde und das Navigationssystem wurde die Überquerung einer Strasse gewählt. Hier ist es wichtig, dass die Umwelt wahrgenommen wird und dass die Menschen einen direkten Weg auf den gegenüberliegenden Gehsteig finden. Ohne Hilfe kommt es vor, dass Blinde beim Überqueren der Strasse abdrehen und gegenüber in eine Parallelstrasse laufen oder schlimmer mitten auf der Kreuzung verzweifeln und stehen bleiben. Es wird angenommen, dass ein System das einen Blinden in dieser Situation Hilfe leisten und seine Ängste nehmen kann, auch allen anderen Anforderungen während der Navigation innerhalb oder außerhalb von Gebäuden genügen würde.

In den durchgeführten Tests, ausführlich geschildert in [8], hat sich das System im Allgemeinen als Navigationshilfe bewährt, wobei die Testpersonen mit den verschiedenen Schnittstellen unterschiedlich gut zurechtgekommen sind. Die zwei beliebtesten Arten (auch in der Kombination), waren die Schulter-Klopfer-Anlage und die Schallkeule, die auch die besten Verbesserungen (gegenüber keiner Navigationshilfe) in den Tests zu Folge hatten. Es wurden fast zu allen Schnittstellen Verbesserungsvorschläge gegeben die in [8] nachzulesen sind.

## 5 Zusammenfassung

Die Navigation in urbanen Umgebungen erfreut sich einer immer weiter wachsenden Beliebtheit. Sie bietet den Menschen eine Hilfestellung, um sich in fremden Gegenden zurecht zu finden, oder um eine Stadt zu erforschen und über das System mit Informationen versorgt zu werden. Diese können an den Ort gebundene oder gezielt gesuchte Informationen sein. Der Ansatz, den Navigationssystemen über die Erweiterung der Realität zu ermöglichen, Anweisungen in Echtzeit auf die direkte Aufnahme der wirklichen Umgebung abzubilden, eröffnet neue Sicherheits-Perspektiven während der Nutzung eines Navigationssystems. Die Navigationssysteme für Menschen mit eingeschränktem Sehvermögen bieten ein interessantes Forschungsfeld. Sie leisten diesen Menschen eine sehr große Hilfestellung, da diese sich ohne fremde Hilfe in neuen Umgebungen überhaupt nicht orientieren können bzw. ohne diese sich nicht an solche Orte trauen können.

## 6 Ausblick

Der allgemeine Trend in der Forschung wie auch im kommerziellen Bereich geht deutlich in die Richtung, die jeweiligen Endgeräte in der Zukunft möglichst klein,

leicht und handlich zu halten. Wobei auch zu bemerken ist, dass viele Anschlussgeräte, die zusätzlich nötig sind um die Funktion eines Navigationssystems zu gewährleisten (wie GPS-Empfänger, Orientierungssensor oder Kamera), in einem Endgerät integriert sein werden, siehe auch [7]. Es ist auch anzunehmen, dass die Benutzeroberfläche und die gesamte Schnittstelle vom Nutzer intuitiver zu bedienen sein wird. Diese wird zur Zeit von vielen als zu kompliziert eingeschätzt, was unter anderem ein Grund für die Ablehnung zur Interaktion mit solchen Applikationen ist, wie in [4] beschrieben wurde. Vor allem, aber nicht nur, bei Systemen zur Navigierung sehbehinderter Menschen ist auch eine gewisse Diskretion in Aufbau, Form und Handhabung der Endgeräte gewünscht. Technische Innovationen werden erst von der großen Masse adaptiert, wenn die Menschen sich damit identifizieren und „sich damit sehen lassen“ können.

## Literatur

1. Feiner, S., MacIntyre, B., Höllerer, T., “A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment”, IEEE in Proc ISWC '97, Cambridge, MA, pp 74-81, October 1997.
2. Reitmayr, G., Schmalstieg, D., “Collaborative Augmented Reality for Outdoor Navigation and Information Browsing.”, in Symposium Location Based Services and TeleCartography, Interactive Media Systems group, Vienna University of Technology, 2004.
3. Cheverst, K., Davies, N., Mitchell, K., Friday, A., Efstratiou, C., “Developing a Context-aware Electronic Tourist Guide: Some Issues and Experiences”, in Proceedings of CHI'00, pp 17–24, 2000.
4. Cheverst, K., Davies, N., Mitchell, K., Efrat, A., “Using and Determining Location in a Context-sensitive Tour Guide: The GUIDE Experience”, in MOBICOM 2000, Boston, MA, USA, 2000.
5. Cityneo: city guide wap pour les utilisateurs de mobiles et geolocalisation. 12.06.2005. <http://www.cityneo.com>.
6. Telmap: Mobile Mapping Applications. 12.06.2005. <http://www.telmap.com>.
7. Narzt, W., Pomberger, G., Ferscha, A., Kolb, D., Müller, R. Wieghardt, J., Hörtner, H., Lindinger, C., “Pervasive Information Acquisition for Mobile AR-Navigation Systems”, in Proceedings of the Fifth IEEE Workshop on Mobile Computing Systems & Applications (WMSCA), 2003.
8. Ross, D. A., Blasch, B. B., “Wearable Interfaces for Orientation and Wayfinding”, in ASSETS'00, Arlington, Virginia, November 2000.
9. Crandall, W., Bentzen, B.L., Myers, L., Mitchel, P., “Transit accessibility improvement through talking signs remote infrared signage: A demonstration and evaluation.” Smith-Kettlewell Eye Research Institute RERC, San Francisco, CA, 1995.
10. Bond, Y.M., “Parking and Traffic”, in Proceedings of a symposium of consumer, user agency, researcher, and commercial experience with talking signs and related technologies, San Francisco, CA. Smith-Kettlewell Eye Research Institute, 1995.
11. Busboom, M., May, M., “Mobile navigation for the blind”, in Proceeding of the International Conference on Wearable Computing, Vienna, Austria, 1999.
12. Azuma, R.T, “A Survey of Augmented Reality”, In Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, 4, pp 355-385, August 1997.