



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Seminararbeit

Jan Napitupulu

Multimediale Fluggastführung

Jan Napitupulu

Multimediale Fluggastführung

Seminararbeit im Rahmen der Veranstaltung Anwendungen II

im Studiengang Master of Science Informatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Professor: Prof. Dr. rer. nat. Kai v. Luck

Abgegeben am 22. Februar 2007

Jan Napitupulu

Thema der Seminararbeit

Multimediale Fluggastführung

Stichworte

mobile Fußgängernavigation, Flughafen, Landmarke, dynamische Beschilderung

Kurzzusammenfassung

Moderne Flughäfen sind *multifunktionale Gebäudekomplexe* und bestehen durch sehr große Terminals und einer Vielzahl von Dienstangeboten. Für die Fluggäste gestaltet sich in diesem Umfeld die Wegfindung zum einem bestimmten Ziel teilweise sehr schwierig. Ein System für die *multimediale Fluggastführung* könnte hier hilfreich sein. In dieser Arbeit werden die allgemeinen Problemstellungen der *Fußgängernavigation* genauer analysiert. Dabei werden abstrakte Konzepte und konkrete Lösungsansätze untersucht. Ein besonderer Augenmerk gilt in diesem Zusammenhang der Frage, welche Medien sich wie einsetzen lassen, um einen Fluggast (bzw. allgemein: Fußgänger) optimal bei der Navigation zu unterstützen. Ein Blick auf verwandte Forschungsarbeiten wird den aktuellen Erkenntnisstand darlegen und eine Bewertung der dort eingesetzten Medien abliefern. Bei dieser Betrachtung wird insbesondere die Sichtweise des Benutzers in Bezug auf Ergonomie und Anwendbarkeit verschiedener Medien eine wichtige Rolle spielen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Was bedeutet Fluggastführung?	1
1.2	Multimediale Möglichkeiten	2
1.3	Einordnung in das Projekt	3
1.4	Eingrenzung des Themas	3
2	Probleme der Fußgängernavigation	4
2.1	Allgemeine Probleme	4
2.2	Spezifische Probleme im Flughafen	4
2.3	Wesentliche Fragestellungen	5
3	Navigation in der Theorie	5
3.1	Funktionsweise der <i>menschlichen Navigation</i>	5
3.2	Navigation mit Hilfe von Landmarken	6
4	Navigation in der Praxis	7
4.1	The Rotating Compass	7
4.1.1	Verwendete Medien	8
4.1.2	Untersuchungsschwerpunkte	8
4.1.3	Ergebnisse und Bewertung	9
4.2	ActiveBelt	9
4.2.1	Verwendete Medien	10
4.2.2	Untersuchungsschwerpunkte	10
4.2.3	Ergebnisse und Bewertung	11
4.3	Weitere Arbeiten	11
5	Bewertung und Ausblick	12

1 Einleitung

Bei modernen Flughäfen handelt es sich heutzutage um *multifunktionale Gebäudekomplexe*. Mit den teilweise sehr großen Terminals und der Vielzahl der dort existierenden Dienstangebote leidet auch die Orientierung, die man benötigt, um sich in diesen Gebäudekomplexen zurechtzufinden (Napitupulu, 2007). Insbesondere für die zahlreichen Fluggäste macht es daher Sinn, über ein geeignetes System für die *Fußgängernavigation* bzw. (speziell hier) *Fluggastführung* nachzudenken. Der grundsätzliche Ansatz ähnelt dabei den Navigationssystemen, wie sie bereits in vielen Fahrzeugen eingesetzt werden. Jedoch ist die Anwendbarkeit solcher Systeme nicht nahtlos auf das Umfeld eines Fußgängers zu übertragen. Beispielsweise befinden sich Fußgänger in der Regel nicht in einem klar definierten Straßennetz. Begehbare Pfade sind oft nur implizit vorhanden, was eine genaue Wegbeschreibung erschwert. Weiterhin kann sich die Aufmerksamkeit, die einem Gerät bei einer mobilen Nutzung im Kontext eines Fluggastes entgegengebracht werden muss, als problematisch erweisen:

- *Die Aufmerksamkeit des Benutzers **kann nicht** ständig auf dem mobilen Gerät liegen.* In den meisten Fällen ist davon auszugehen, dass ein Fluggast keine Hand für die ständige Nutzung eines mobilen Geräts frei hat, z.B. weil er Gepäck zu tragen hat oder Kinder an der Hand führt.
- *Die Aufmerksamkeit des Benutzers **soll nicht** ständig auf dem mobilen Gerät liegen.* Für den Betreiber des Flughafens ist es aufgrund von Umsatzbeteiligungen an den diversen Dienstangeboten und Geschäften wünschenswert, dass ein Fluggast diese Dienste auch wahrnimmt.
- *Die Aufmerksamkeit des Benutzers **darf nicht** ständig auf dem mobilen Gerät liegen.* In einigen Fällen ist es denkbar, dass ein Benutzer sich vollständig auf seine Umgebung konzentrieren muss (z.B. *Ad-Hoc-Warnschilder* aus Sicherheitsgründen).

An dieser Stelle knüpft die *multimediale Fluggastführung* an. Die Ausgangssituation ist dabei ein Benutzer, der mit einem mobilen Gerät ausgestattet ist und dieses zur Navigation in dem Gebäudekomplex eines Flughafens verwenden möchte. Neben der Frage welche Informationen überhaupt für die (Fußgänger-)Navigation geeignet sind, ist dabei ein weiterer Aspekt, welche Medien sich optimal für den Transfer dieser Informationen einsetzen lassen.

1.1 Was bedeutet Fluggastführung?

Die Bedeutung des Begriffs *Fluggastführung* kann aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet und definiert werden.

Aus Benutzersicht ist aufgrund der Größe und Komplexität der Gebäude des Flughafens eine Wegfindung von einem Punkt A (z.B. Terminal 1, Check-In Schalter der Lufthansa)

zu einem Punkt B (z.B. Gate 22) mitunter sehr schwierig. Unter dieser Betrachtungsweise steht hier daher die *sichere, schnelle und effiziente Wegfindung* (Tscheligi und Sefelin, 2006) zwischen einem Start- und einem Zielpunkt im Vordergrund.

Aus Betreibersicht (z.B. der Fraport AG ¹) besteht ein Interesse an einem *geeigneten* System für die Fluggastführung, wobei jedoch hier das Hauptaugenmerk auf die optimale Ressourcenausnutzung innerhalb des Flughafens gelegt wird. Ein Grund dafür ist der Wunsch, dass *Menschenströme* innerhalb des Gebäudekomplexes erkennbar sein sollen. Mit diesem Wissen kann flexibel auf die jeweilige Situation reagiert und diese Ströme gleichmäßig auf die zur Verfügung stehenden Ressourcen verteilt werden (z.B. durch Umverteilung der Mitarbeiter). Ein weiterer Grund sind die Provisionsbeteiligungen an den diversen dort ansässigen Geschäften (Fraport, 2005). Hier ist es für den Betreiber wichtig, dass Fluggäste innerhalb des Gebäudekomplexes möglichst *gezielt* an den verschiedenen Dienstabgeboten und Geschäften entlang geführt werden. Der Fokus der *Fluggastführung* aus Betreibersicht wird daher auf den *logistischen und betriebswirtschaftlichen Nutzen* gelegt.

Aus technischer Sicht darf man unter dem Begriff *Fluggastführung* nicht einfach nur eine Art *Navigationsoftware* verstehen. Dies wäre nur eine von mehreren möglichen Ausprägungen. Tatsächlich ist hier alles mit einzubeziehen, womit ein Fluggast auf seinem Weg geleitet werden kann. Darunter zählen somit z.B. auch klassische Wegweiser oder Schilderleitsysteme.

Im Rahmen dieser Ausarbeitung wird der hauptsächliche Fokus auf die hier dargestellte *Benutzersicht* gelegt werden.

1.2 Multimediale Möglichkeiten

Für ein Navigationssystem sind grundsätzlich verschiedene technische Möglichkeiten denkbar, um dem Benutzer die notwendigen Navigationsinformationen *multimedial* vermitteln zu können. Autonavigationssysteme setzen z.B. in der Regel auf die bewährte Kombination aus einem Display (mit Straßenkarte und Richtungsanzeige) und einem Lautsprecher (für die Sprachausgabe der Navigationsinstruktionen). Die verwendete Technik allein bezeichnet jedoch noch nicht das verwendete Medium. Auch moderne mobile Geräte bringen zahlreiche technische Möglichkeiten, wie z.B. hochauflösende Farbdisplays oder Lautsprecher, mit sich. Diese müssen jedoch nicht zwangsläufig genauso wie bei den Navigationssystemen für Fahrzeuge genutzt werden.

Daher ist es wichtig, den Begriff *Medium* genauer zu spezifizieren. Für eine differenzierte Beschreibung der *multimedialen Möglichkeiten* werden an dieser Stelle die Begriffe „*Medienart*“, „*Medienausprägung*“ und „*Medienausgabekanal*“ eingeführt.

Medienarten beschreiben hier die *allgemeine* Form der Informationsdarstellung. Einige Beispiele dafür sind *Text*, *Audio*, *Grafik*, *mechanische* oder *optische Signale*.

¹Die Fraport AG ist Betreiberin und Inhaberin des Flughafens Frankfurt

Medienausprägungen stellen eine Verfeinerung der Medienarten dar und beschreiben die *konkrete* Form der Informationsdarstellung. Dabei kann es sich beispielsweise um *textliche Richtungsbeschreibungen* (Medienart: Text), *Sprachkommandos* (Medienart: Audio) oder *Vibrationsalarm* (Medienart: mechanische Signale) handeln.

Medienausgabekänale bezeichnen schließlich die Geräte, mit denen dem Benutzer die Informationen über einen oder mehrerer seiner *Sinne* zugeführt werden. Dies können beispielsweise *Kopfhörer* oder verschiedene Formen von *Bildschirmen* (Handydisplays, Head-Mounted-Displays,...) sein.

Die hier eingeführten Begriffe werden im weiteren Verlauf dieser Ausarbeitung aufgegriffen und für die Analyse bestehender Lösungsansätze herangezogen.

1.3 Einordnung in das Projekt

Innerhalb des Projekts wurde ein *Indoor Map Server* (Napitupulu, 2006) entwickelt, mit dem das Gebäudemodell und die diversen Dienstangebote eines Flughafens verwaltet werden. Das System stellt über Webservice-Schnittstellen verschiedene Dienste bereit, über die beispielsweise Lage- und Gebäudepläne oder ortsbasierte Auskünfte (z.B. welche Geschäfte an einer gegebenen Position oder innerhalb eines Bereichs angeboten werden) bezogen werden können. Basierend auf dieser Entwicklung und dem Indoor-Positionierungssystem

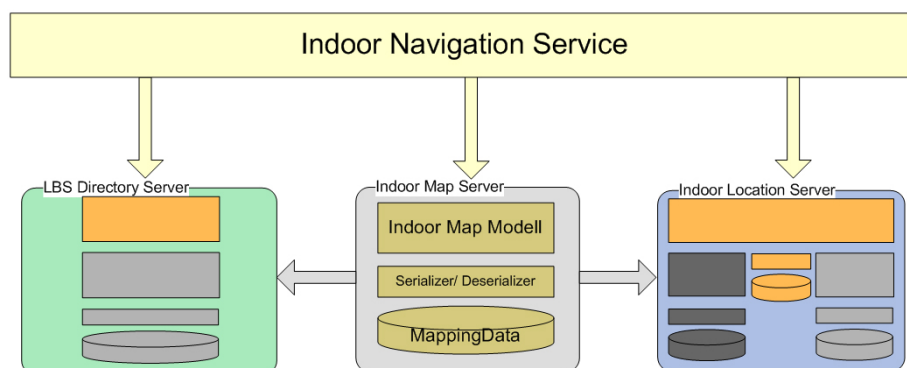


Abbildung 1: Einordnung in das Projekt

IMAPS (Gregor, 2006) gehen die Überlegungen dahingehend, einen *Indoor Navigation Service* (Abbildung 1) für die Nutzung innerhalb eines Flughafens oder ähnlicher Gebäudekomplexe zu etablieren.

1.4 Eingrenzung des Themas

In dieser Ausarbeitung werden die allgemeinen Problemstellungen der Fußgängernavigation genauer analysiert. Dabei werden abstrakte Konzepte und konkrete Lösungsansätze unter-

sucht. Ein besonderes Augenmerk gilt in diesem Zusammenhang der Frage, *welche Medien sich wie einsetzen* lassen, um einen Fluggast (bzw. allgemein: Fußgänger) optimal bei der Navigation zu unterstützen. Ein Blick auf verwandte Forschungsarbeiten wird den aktuellen Erkenntnisstand darlegen und eine Bewertung der dort eingesetzten Medien abliefern. Bei dieser Betrachtung wird insbesondere die Sichtweise des Benutzers in Bezug auf Ergonomie und Anwendbarkeit verschiedener Medien eine wichtige Rolle spielen.

2 Probleme der Fußgängernavigation

Bei den Überlegungen zur Entwicklung eines (allgemeinen) Navigationssystems für Fußgänger liegt es auf dem ersten Blick nahe, Erfahrungswerte aus den bereits sehr verbreiteten Navigationssystemen für Fahrzeuge heranzuziehen. Dieser Ansatz ist jedoch nur bedingt sinnvoll, da man im Umfeld von Fußgängern mit einigen besonderen Problemen konfrontiert wird.

2.1 Allgemeine Probleme

Fußgängerpfade sind oft nicht so klar definiert wie die Wege in einem Straßensystem. Dieses Problem ist insbesondere bei großen *Indoor*-Szenarien, wie z.B. in Museen oder Flughäfen, zu finden. Solche Szenarien zeichnen sich durch weitläufige Gebäude mit zahlreichen interessanten Orten, Ein- und Ausgängen aus. Die Wege, die ein Fußgänger dabei beschreiten kann, sind dabei oft nur implizit vorhanden. Daher machen Navigationsinstruktionen, wie man sie von Autonavigationssystemen kennt (z.B. „in 50 Metern rechts abbiegen“), in einem solchen Umfeld meist nur wenig Sinn.

Während Autofahrer im Wesentlichen mit nur einer Aufgabe beschäftigt sind (nämlich dem Navigieren des Fahrzeugs), ist die Navigation eines Fußgängers oft nur eine von mehreren nebensächlichen Aufgaben (Tscheligi und Sefelin, 2006). Die Hauptaufgaben, die einen Großteil der Aufmerksamkeit einnehmen, sind dabei in der Regel ganz anderer Art, wie z.B. die Besichtigung eines Museums oder die Erledigung von Einkäufen. Ein weiterer wichtiger Punkt in diesem Zusammenhang ist, dass ein Fußgänger nicht immer die Möglichkeit hat, ein mobiles Gerät mit einem Navigationssystem in den Händen zu halten. Ein möglicher Grund dafür ist beispielsweise das Tragen von Gepäck oder Einkaufstüten.

2.2 Spezifische Probleme im Flughafen

In Ergänzung zu den zuvor dargelegten allgemeinen Problemen, bringt das Flughafenumfeld einige weitere mit sich. Fluggäste befinden sich oft unter Zeitdruck und damit in Stresssituationen, in denen die *Aufgabe der Orientierung* in den Vordergrund rückt. Dagegen sinkt

die Aufmerksamkeit gegenüber anderen Angelegenheiten. Ihre Bewegungen zeichnen dabei sich in der Regel durch höhere Geschwindigkeiten und plötzliche Richtungswechsel aus, was in einem möglichen System berücksichtigt werden müsste.

Auch die Umgebung eines Benutzers kann seine Aufmerksamkeit negativ beeinflussen. In großen Flughäfen, wie z.B. dem Frankfurter Flughafen, ist in der Regel ein erhöhtes Menschaufkommen mit einem entsprechenden Lärmpegel zu verzeichnen. Dieses mitunter *ablenkende* Umfeld kann dazu führen, dass die Übersichtsfähigkeit leidet.

2.3 Wesentliche Fragestellungen

Die in den vorherigen Abschnitten (2.1 und 2.2) dargelegten Probleme sind die wesentlichen Ausprägungen aller relevanten Probleme der Fußgängernavigation. Zusammenfassend lassen sich diese konkreten Ausprägungen zu drei Kernfragen abstrahieren:

1. *Welche* Informationen braucht ein Benutzer?
2. *Wie* können die Informationen genutzt werden?
3. *Wie* können die Informationen *unter erschwerten Bedingungen* genutzt werden?

Im weiteren Verlauf dieser Ausarbeitung werden diese Kernfragen (und deren möglichen Antworten) weiter untersucht und an gegebener Stelle wieder aufgegriffen.

3 Navigation in der Theorie

Wie in Abschnitt 2.1 dargestellt sind Fußgängerpfade nicht so klar definiert wie in einem Straßensystem. Damit stellt sich die Frage, welche Charakteristika die Informationen aufweisen müssen, die ein Benutzer in seiner Rolle als Fußgänger benötigt. In diesem Kapitel werden daher die Erkenntnisse einiger Forschungsarbeiten zusammengefasst, die sich mit dieser Thematik auseinander gesetzt haben.

3.1 Funktionsweise der *menschlichen Navigation*

Eine gute Grundlage für die mögliche Entwicklung eines *multimedialen Fluggastführungssystems* ist es, ein Verständnis dafür zu entwickeln, wie die *natürliche menschliche Navigation* funktioniert. Der Biologe Robin Baker hat sich in seiner Arbeit „*Human navigation and sixth sense*“ (Baker, 1981) schon sehr früh mit diesem Thema beschäftigt. Er beschreibt die menschliche Navigation dort wie folgt:

„...*the method of determining the directions of a familiar goal across unfamiliar terrain*“ (Baker, 1981)

Auf der Basis zahlreicher empirischer Studien belegt er, dass die natürliche Navigation und Orientierung des Menschen zwischen zwei Punkten im Wesentlichen auf zwei Mechanismen beruht:

- routenbasierter Mechanismus:
Der Weg zwischen einem Start- und einem Zielpunkt wird in mehrere *Etappenpunkte* (Knoten) eingeteilt. Die Navigation eines Individuums entlang der Route basiert dabei auf der *Richtung* und dem *Abstand* zum jeweils nächsten *Etappenpunkt*.
- ortsbasierter Mechanismus:
Die Navigation eines Individuums basiert dabei auf der *Position* und dem *Abstand* zu einer nahe gelegenen *Landmarke*, die auf dem Weg zwischen einem Start- und einem Zielpunkt identifiziert werden kann.

Insbesondere der ortsbasierte Mechanismus unter Verwendung von *Landmarken* wurde in weiteren Arbeiten immer wieder bestätigt und erweitert. [Hirtle und Jonides \(1985\)](#) legten beispielsweise dar, dass Landmarken für den Menschen die *natürlichere Form der Orientierung* darstellen. Neben *Landmarken* würden jedoch auch noch *Routenkenntnisse* und *Übersichtsvermögen* während der Navigation eingesetzt werden. Auch in einem Artikel aus der jüngeren Zeit werden Landmarken als „*die Eckpfeiler der Navigation*“ ([Tscheligi und Sefelin, 2006](#)) bezeichnet.

In Bezug auf die Frage „*Welche Informationen braucht ein Benutzer?*“ scheinen Landmarken in diesem Zusammenhang also das bevorzugte *Mittel der Wahl* zu sein. Daher empfiehlt es sich, einen Blick darauf zu werfen, was Landmarken genau sind und wie diese bei der Navigation eingesetzt werden können.

3.2 Navigation mit Hilfe von Landmarken

Nach [Hirtle und Jonides \(1985\)](#) sind Landmarken „*in Begriff und Wahrnehmung klar unterscheidbare Orte*“. Auf Basis dieser Definition sind intuitiv bereits einige Navigationsinstruktionen denkbar, wie z.B. „*hinter der **Bank** nach rechts*“ oder „*am **Restaurant** nach links*“.

Tatsächlich gibt es bei der Auswahl der zu verwendenden Landmarken jedoch massive qualitative Unterschiede. In einer Studie von [May u. a. \(2003\)](#) wurde untersucht, welche Art von Landmarken sich für die Navigation besonders gut eignen. Angemessene Landmarken sind demnach beispielsweise Bars/Kneipen, besondere Geschäfte (inkl. Restaurants und Fast-Food Betriebe), Banken und Supermärkte. Für Outdoor-Szenarien wurden zudem noch Tankstellen, Verkehrssignale und Parks als gut geeignet identifiziert. Eine weitere wertvolle Erkenntnis der Studie war zudem, dass *Landmarken mit einem sichtbaren Namen* auch über diesen referenziert werden sollten. Das oben genannte Navigationsbeispiel „*hinter der **Bank** nach rechts*“ würde also gemäß dieser Studie besser in der Form „*hinter der **Haspa** nach rechts*“ gestaltet werden.

Speziell für die Entwicklung von Navigationssystemen für Fußgänger schlagen [May u. a. \(2003\)](#) weitere Designimplikationen vor, die eine Qualitätssteigerung mit sich bringen könnten. So sollten zum einen richtige Routenentscheidungen eines Benutzers durch weitere Landmarken verifiziert werden. Zum anderen sollten auf längeren geraden Streckenabschnitten weitere Landmarken identifiziert werden, um dem Benutzer die Gewissheit zu geben, dass er sich noch immer auf dem richtigen Weg befindet.

Optimale Landmarken, die auf den Ergebnissen dieser Untersuchung aufbauen, lassen sich mittlerweile methodisch bestimmen ([Sefelin u. a., 2005](#)). Der für die Definition der Landmarken notwendige Arbeitsaufwand ist jedoch selbst bei dieser methodischen Vorgehensweise sehr beträchtlich, vor allem bei der Betrachtung eines komplexen Flughafengebäudes. Ein wirklicher Fortschritt wäre an dieser Stelle die Möglichkeit Landmarken automatisch definieren zu können (z.B. über Kameras und Bildinterpretationsalgorithmen).

4 Navigation in der Praxis

Zu der Thematik *Fußgängernavigation* gibt es diverse aktuelle Forschungsarbeiten, die sich insbesondere mit der Fragestellung auseinandersetzen, wie dem Benutzer Navigationsinstruktionen mitgeteilt werden können. Ganz im Sinne der *multimedialen Fluggastführung* kommen dabei verschiedene Medien zum Einsatz. In diesem Kapitel wird daher ein kleiner Auszug dieser praktischen Ansätze vorgestellt. Damit soll ein Überblick darüber geschaffen werden, welche Medien sich exemplarisch für die Navigation einsetzen lassen.

4.1 The Rotating Compass

Bei dem Projekt „*The Rotating Compass*“ ([Rukzio u. a., 2005](#)) handelt es sich um eine Interaktionstechnik für die mobile Navigation, bei der die Aufmerksamkeit des Benutzer während der Navigation nicht *aktiv* auf dem mobilen Gerät liegen muss. Erreicht werden soll dies durch den Einsatz von großen öffentlichen Bildschirmen bzw. Projektionen (Public Displays), die einem Benutzer in Anlehnung an die Metapher Kompass den Weg weisen sollen, und der weitestgehend üblichen Vibrationsfunktion von mobilen Telefonen.

Die grundsätzliche Funktionsweise des Systems wird in [Abbildung 2](#) skizziert. An verschiedenen Entscheidungspunkten (z.B. Wegkreuzungen) innerhalb des Gebäudes werden mehrere Pfeile auf den Boden projiziert, die in alle möglichen begehbaren Richtungen zeigen. In regelmäßigen Abständen wird jeder dieser Pfeile reihum einzeln hervorgehoben. Dadurch entsteht der Eindruck einer rotierenden Kompassnadel. Wenn diese in die gewünschte Richtung zeigt, wird die Vibrationsfunktion des mobilen Geräts eines Benutzers aktiviert. Damit weiß dieser, welche Richtung er einzuschlagen hat.

Natürlich ist die Voraussetzung dafür, dass der Benutzer sich zuvor an dem System angemeldet hat und eine Routenberechnung zwischen den einzelnen Entscheidungspunkten

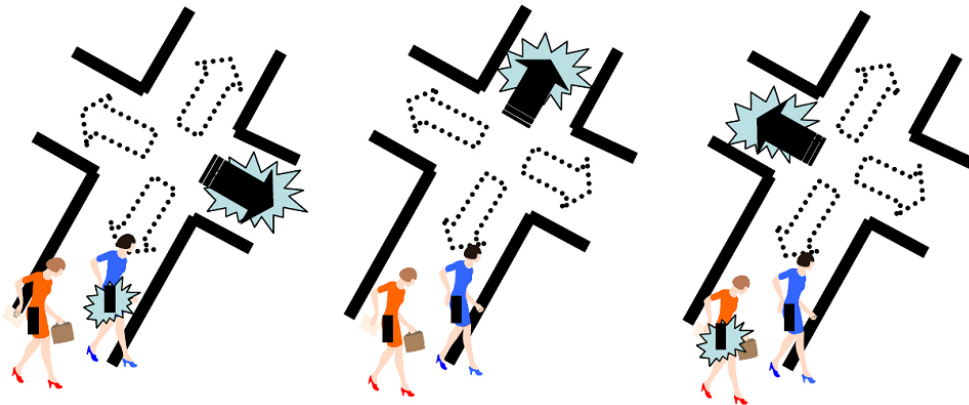


Abbildung 2: Nutzungsbeispiel von „The Rotating Compass“ (Rukzio u. a., 2005)

vollzogen wurde. Diese und tiefergehende technische Details werden an dieser Stelle jedoch nicht genauer betrachtet, da hier der Fokus auf den eingesetzten Medien liegen soll.

4.1.1 Verwendete Medien

Bei der Umsetzung dieses Navigations- bzw. Führungssystem wurden im Wesentlichen zwei Medien eingesetzt. Gemäß der in Abschnitt 1.2 eingeführten Begriffe *Medienart*, *Medienausprägung* und *Medienausgabekanal* lassen sich diese wie folgt aufschlüsseln:

- **Art:** Grafik, **Ausprägung:** 2D-Pfeile, **Ausgabekanal:** Projektion oder Bildschirm
- **Art:** mechanisches Signal, **Ausprägung:** Vibration, **Ausgabekanal:** Handy

Insbesondere durch die Verwendung der mittlerweile handelsüblichen Vibrationsfunktion mobiler Telefone wurden hier sehr geringfügige und praxisorientierte Anforderungen an die Benutzer gestellt.

4.1.2 Untersuchungsschwerpunkte

Der Schwerpunkt der Untersuchung galt insbesondere der Fragestellung, ob das System überhaupt funktioniert und tatsächlich eine Navigationshilfe darstellt. Eine wichtige Vorgabe war dabei, dass ein Benutzer bei der Nutzung nicht anhalten muss, um auf seine Richtung zu warten. Diese Vorgabe wurde im Wesentlichen durch zwei Faktoren bestimmt: die *cycle-time* und die Darstellungsgröße der Pfeile. Die *cycle-time* ist die Zeit, die benötigt wird, bis alle Pfeile des Kompasses einmal durchlaufen wurden. Sie entspricht also (in der Theorie) der maximalen Wartezeit eines Benutzers, wenn er seine Richtung *verpasst* hat.

4.1.3 Ergebnisse und Bewertung

Bei den durchgeführten Studien fand das System Anklang bei den Benutzern. Einerseits ermöglichte der gewählte Versuchsaufbau² eine Navigation ohne anzuhalten. Andererseits könnten die Probanden die mobilen Telefone in ihren Hosentaschen verstauen und hatten somit die Hände frei für andere Sachen. Für den Einsatz in einem realistischen Umfeld wurden jedoch seitens der Versuchspersonen einige Bedenken angemeldet. Beispielsweise kam die Frage auf, wie man die Vibration als Navigationsinstruktion von einem gewöhnlichen Anruf unterscheiden kann. Ein weiterer Aspekt bezog sich auf die Sichtbarkeit der Projektion auf dem Boden in einem *menschenüberströmten* Umfeld, wie z.B. im Flughafen.

Die Bedenken der Probanden müssen sicherlich noch näher berücksichtigt werden. Mögliche Lösungsansätze wären z.B. eine Kodierung des Vibrationssignals und eine Projektion an Wand, deren Tauglichkeit jedoch erst in einer weiteren Evaluation bestätigt werden müsste. Insgesamt ist aber festzuhalten, dass es sich beim Rotating Compass um einen sehr praxisorientierten Ansatz mit aktuellem Technologiebezug handelt. Es bietet zumindest für eines der in Kapitel 2 dargestellten Probleme („*Navigation ist nicht die Hauptaufgabe*“) einen brauchbaren Lösungsansatz. Die Verwendung von Landmarken wird zwar nicht explizit untersucht, ist hier jedoch auch ohne weiteres denkbar. So könnte man bei der Darstellung des Kompasses nicht einfach nur Pfeile sondern auch bekannte Trademarks einsetzen (z.B. McDonald's oder Starbucks).

Die Voraussetzung für das System ist jedoch, dass es Entscheidungspunkte (z.B. Wegkreuzungen) gibt, an denen der Kompass platziert werden kann. Wie bereits in Kapitel 2 dargestellt, sind Wege und Pfade im Umfeld eines Fußgängers aber meist nur implizit vorhanden, so dass diese Voraussetzung nicht immer erfüllt werden kann. Eine ausschließliche Navigation über dieses System ist daher in diesem Zusammenhang nicht möglich.

Positiv erwähnenswert sei aber noch, dass hier kein flächendeckendes Positionierungssystem erforderlich ist: es muss lediglich festgestellt werden, ob sich ein Benutzer in der Nähe eines Entscheidungspunktes befindet. Dieses lässt sich über eine einfache zellenbasierte Positionierung (z.B. über Bluetooth) realisieren.

4.2 ActiveBelt

Bei *ActiveBelt* (Tsukada und Yasumura, 2004) handelt es sich um einen ähnlich motivierten Ansatz, wie bei *The Rotating Compass*. Auch hier ist das Bestreben, dass der Benutzer die Hände frei hat und seine Aufmerksamkeit nicht aktiv auf dem mobilen Gerät liegen muss. Zudem sollen die Navigationsinformationen hier unmittelbar auf den realen Kontext abbildbar sein. Während *The Rotating Compass* aber speziell für den Indoor-Bereich entwickelt wurde, ist *ActiveBelt* zunächst für Outdoor-Szenarien unter Verwendung von GPS³ konzipiert.

²Größe des Kompasses: 1,5m * 1,3m, cycle-time: 8s bzw. 16s

³Global Positioning System: ein satellitengestütztes Positionierungssystem für den *Outdoor*-Bereich

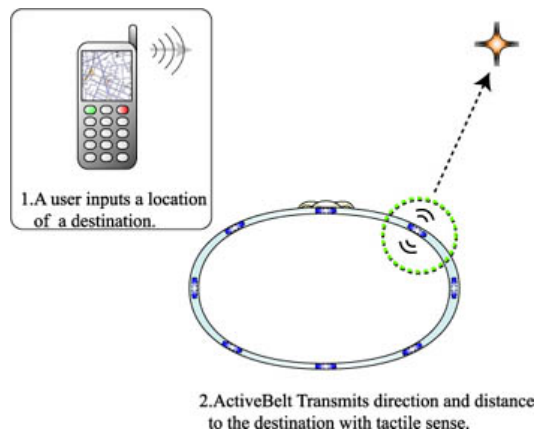


Abbildung 3: Grundkonzept von „ActiveBelt“ (Tsukada und Yasumura, 2004)

Für die Übermittlung der Navigationsinstruktionen wurde daher ein spezieller Gürtel entwickelt, auf dem in gleichmäßigen Abständen mehrere Vibrationsmotoren und an der Vorderseite ein GPS-Empfänger installiert wurden (Abbildung 3). Diese Komponenten werden von einem mobilen Telefon aus angesteuert, welches wiederum mit einem Navigationssystem ausgestattet ist. Die Eingabe des gewünschten Ziels und die Routenberechnung erfolgt auf dem Telefon. Sobald die Position des Benutzers über GPS festgestellt wurde, wird derjenige Vibrationsmotor aktiviert, der auf den nächsten Wegpunkt der Route zeigt. Der Benutzer muss damit nur den Vibrationen folgen, um das gewünschte Ziel zu erreichen.

4.2.1 Verwendete Medien

Bei der Umsetzung dieses Navigationssystems wurde im Kern auf nur ein Medium gesetzt:

- **Art:** mechanisches Signal, **Ausprägung:** Vibration, **Ausgabekanal:** ActiveBelt

Wie zuvor beim *Rotating Compass* läuft auch hier die eigentliche Navigationssoftware auf einem handelsüblichen mobilen Telefon und es wird auf dieselbe Medienausprägung *Vibration* gesetzt. Mit der Verwendung des *ActiveBelt* liegt das Hauptaugenmerk hier jedoch nicht auf der aktuellen Anwendbarkeit für die breite Benutzermasse, sondern auf der Entwicklung eines neuen *Medienausgabekanals*.

4.2.2 Untersuchungsschwerpunkte

Auch hier lag der Schwerpunkt der Untersuchung auf der Frage, ob das System überhaupt funktioniert. Zwei Kernaspekte waren dabei die Anzahl der benötigten Vibrationsmotoren und die Stärke bzw. Intervalle mit denen diese an den unterschiedlichen Körperbereichen betrieben werden müssen.

4.2.3 Ergebnisse und Bewertung

Insgesamt wurde festgestellt, dass eine Richtungserkennung und damit die Navigation mit dem *ActiveBelt* funktioniert. In Bezug auf den Stromverbrauch und der genauen Differenzierung der einzelnen Vibrationssignale hat sich dabei die Verwendung von *acht* Vibrationsmotoren als besonders brauchbar erwiesen. Zudem konnte gezeigt werden, dass für die unterschiedlichen Körperpartien (z.B. Bauch, Taille oder Rücken) individuelle Empfindlichkeitsbereiche gegenüber von Vibrationssignalen existieren. Damit verfügt jeder Motor an dem Gürtel über eigene Einstellungen bezüglich Stärke und Intervalllänge der Vibrationen.

Aus Benutzersicht muss man sich hier allerdings die Frage stellen, ob der *ActiveBelt* (oder eine ähnliche Entwicklung) jemals eine wirkliche praktische Akzeptanz finden wird. Abgesehen von der Tatsache, dass hier Anschaffungskosten für zusätzliche Hardware entstehen, ist auch zu berücksichtigen, dass ein Benutzer unter Umständen gar nicht bereit dazu ist, einen solchen Vibrationsgürtel zu tragen. In anderen Arbeiten wurde beispielsweise gezeigt, dass viele Benutzer sogar schon den Einsatz von gängigen Kopfhörern ablehnen (Bornträger u. a., 2003) bzw. allgemein durch die Verwendung neuartiger Technologien ungerne die Aufmerksamkeit anderer Menschen auf sich ziehen (Tscheligi und Sefelin, 2006).

In Hinblick auf die Anwendbarkeit in einem Indoor-Szenario entsteht hierbei zudem die Problematik, dass eine exakte Benutzerlokalisierung erforderlich ist. Brauchbare flächendeckende Indoor-Positionierungssysteme sind jedoch immer noch in der Entwicklung und in der Regel sehr kostspielig.

4.3 Weitere Arbeiten

In den letzten Jahren gab es diverse Forschungsarbeiten, die sich intensiv mit dem Thema Fußgängernavigation auseinandergesetzt haben. Ein Konzept, das ebenfalls auf den Einsatz von Vibrationssignalen setzt ist *GentleGuide* (Bosman u. a., 2003). Die grundlegende Funktionsweise ähnelt dabei sehr stark dem *ActiveBelt*. Nur wird hier kein Spezialgerät eingesetzt, sondern zwei herkömmliche mobile Telefone, die beidseitig in den Hosentaschen getragen werden. Bei *GAUDI*⁴ (Kray u. a., 2005) liegt der Schwerpunkt nicht auf einem *persönlichen Navigationssystem*, sondern auf der Umsetzung einer dynamischen Beschilderung für z.B. Sonderveranstaltungen in großen Gebäudekomplexen. Es kann ein *Netz aus autonomen Displays* aufgestellt werden, mit dem den Besuchern der Weg entlang einer Route gezeigt werden kann. Die Besonderheit dabei ist, dass jedem Display der räumliche Kontext und die Positionen der übrigen Displays bekannt ist. Daher lassen sich diese jederzeit dynamisch entfernen, hinzufügen bzw. umstellen, ohne dass die Routeninformation verfälscht wird. Eine der ersten Forschungsarbeiten, in der eine Kombination aus mobilen Geräten und öffentlichen Bildschirmen zur Bereitstellung von Navigationsinstruktionen eingesetzt wurde,

⁴Grid of Autonomous Displays

ist das *REAL*⁵ System (Baus u. a., 2002). Im Gegensatz zum *Rotating Compass* von Rukzio u. a. (2005) werden die Geräte hier jedoch *sequentiell* und mit einer anderen Absicht eingesetzt: Benutzer können auf öffentliche Bildschirmen sehr genaue 3D-Visualisierungen einer Route erfragen und diese dann als Navigationshilfe für unterwegs in stark vereinfachter 2D-Darstellung auf ihre mobilen Geräte laden. Für die multimediale Fluggastführung lohnt es sich aber auch einen Blick auf Arbeiten zu werfen, deren Schwerpunkt nicht explizit im Bereich der Fußgängernavigation liegt. *ARQuake*⁶ (Thomas u. a., 2002) ist beispielsweise die Variation eines bekannten Computerspiels, welches jedoch *in die reale Welt hineingetragen wird*. Dazu wird ein Head-Mounted Display eingesetzt, dass die virtuelle Welt in die reale Welt *hineinprojiziert*. Interessant ist dieser Ansatz hier deshalb, da man für die Navigation beispielsweise virtuelle Richtungspfeile in das reale Umfeld des Benutzers einblenden könnte.

5 Bewertung und Ausblick

Ob sich Fußgängernavigationssysteme wie ihre Vorbilder aus dem Fahrzeugbereich durchsetzen werden, ist schwer einzuschätzen. Als Ergebnis kann jedoch festgehalten werden, dass eine Fußgängerunterstützung *grundsätzlich* funktionieren kann, wenn einige Voraussetzungen erfüllt werden:

- *Betrachtung und Integration von Landmarken als Mittel der Navigation*
Wie in Kapitel 3 dargestellt wurde, sind Landmarken als Mittel der Navigation unverzichtbar. Die optimalen Auswahlmethoden sind bekannt, die Erfassung und Definition allerdings sehr ressourcenintensiv (Sefelin u. a., 2005). Generelle Möglichkeiten zur Automatisierung dieses Prozesses existieren momentan noch nicht. Für die Anwendung in einem Flughafenszenario muss diese Aussage jedoch relativiert werden. Die dort ansässigen Dienstangebote und Geschäfte sind in der Regel schon zentral erfasst und auf das Gebäudemodell abgebildet. Eine automatisierte Erfassung und Definition von Landmarken ist daher in diesem konkreten Umfeld durchaus möglich.
- *Verstärkte und realistische Betrachtung des Benutzerkontexts*
Es müssen sowohl die kontextabhängigen (physischen) Möglichkeiten als auch die Bereitschaft des Benutzers, ein Navigationssystem mit mobilen Geräten einzusetzen, berücksichtigt werden. Die in dieser Ausarbeitung präsentierten Forschungsarbeiten *The Rotating Compass* und *ActiveBelt* liefern beide einen adäquaten Lösungsansatz, so dass Benutzer keine Geräte in den Händen halten müssen. Während *The Rotating Compass* auf die Standardausrüstung eines Benutzers setzt, bleibt bei *ActiveBelt*

⁵Resource-Adaptive Localization

⁶Augmented Reality Quake

allerdings fraglich, ob ein solches System mit dem Spezialgerät auf die notwendige Einsatzbereitschaft stoßen würde.

- *Bereitstellung von Informationen über die Navigation hinaus*

Wie bei Tscheligi und Sefelin (2006) herausgestellt wird, ist es für potentielle Benutzer eines Fußgängerführungssystems sehr wichtig, dass die Navigation als solche nur eine von mehreren Funktionen darstellt. Andere Funktionen könnten beispielsweise nutzbare Dienste im Umfeld oder Abfahrtspläne von öffentlichen Verkehrsmitteln bereitstellen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass letztendlich der Benutzer über Erfolg und Misserfolg solcher System entscheiden wird. Für den Benutzer muss „ein klarer Mehrwert“ (Tscheligi und Sefelin, 2006) entstehen, sonst wird er die neue Technik verweigern. Bei der Entwicklung neuartiger Geräte, wie z.B. dem *ActiveBelt*, kann sich der Anwender dabei mitunter als „Forschungsbremse“ erweisen. Unter diesem Aspekt lässt sich die Forschung in dem Bereich *Fußgängernavigation* daher grundsätzlich in zwei Richtungen treiben:

- *user-centred*

Der Benutzer und die tatsächliche Anwendbarkeit in der aktuellen Technologielandschaft stehen hierbei im Vordergrund. Die Entwicklungen in diesem Bereich sind die „*Technik von Morgen*“.

- *device-centred*

Hier liegt der Fokus auf der Gestaltung neuartiger Interaktionsgeräte, die noch nicht für die breite Benutzermasse gedacht sind. Die Entwicklungen in diesem Bereich sind die „*Technik von Übermorgen*“.

Ein Fußgängernavigationssystem, das alle in dieser Ausarbeitung vorgestellten Probleme bewältigt und die oben genannten Voraussetzungen erfüllt, ist derzeit noch nicht auf dem Markt verfügbar. Auch die hier untersuchten Forschungsarbeiten bieten jeweils nur Teillösungen an. Sofern man ein wirklich brauchbares System konzipieren möchte, dass z.B. für die *multimedialen Fluggastführung* nutzbar ist, empfiehlt es sich daher, die Forschungen sowohl in Richtung *user-centred* als auch in Richtung *device-centred* laufen zu lassen und die Ergebnisse dann geeignet zu kombinieren.

Literatur

- [Baker 1981] BAKER, R.Robin: *Human Navigation and the Sixth Sense*. Hodder Arnold, 1981. – ISBN 978-0340260814
- [Baus u. a. 2002] BAUS, Jörg ; KRÜGER, Antonio ; WAHLSTER, Wolfgang: A resource-adaptive mobile navigation system. In: *IUI '02: Proceedings of the 7th international conference on Intelligent user interfaces*. New York, NY, USA : ACM Press, 2002, S. 15–22. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/502716.502723>. – Zugriffsdatum: 09.02.2007. – ISBN 1-58113-459-2
- [Borntträger u. a. 2003] BORNTRÄGER, Christian ; CHEVERST, Keith ; DAVIES, Nigel ; DIX, Alan J. ; FRIDAY, Adrian ; SEITZ, Jochen: Experiments with Multi-modal Interfaces in a Context-Aware City Guide. In: *Mobile HCI: Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces*, Springer, 2003, S. 116–130. – URL www.borntraeger.net/christian/science/experiments.pdf. – Zugriffsdatum: 21.02.2007. – ISBN 3-540-40821-5
- [Bosman u. a. 2003] BOSMAN, S. ; GROENENDAAL, B. ; FINDLATER, J. W. ; VISSER, T. ; GRAAF, M. de ; MARKOPOULOS, Panos: GentleGuide: An Exploration of Haptic Output for Indoors Pedestrian Guidance. In: *Mobile HCI 2003 - Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, 5th International Symposium* Bd. 2795, Springer, September 2003, S. 358–362
- [Fraport 2005] FRAPORT: *Geschäftsbericht 2005 der Fraport AG*. 2005. – URL <http://www.fraport.de/>. – Zugriffsdatum: 14.02.2007
- [Gregor 2006] GREGOR, Sebastian: *Entwicklung einer Hardwareplattform für die Ermittlung von Positionsdaten innerhalb von Gebäuden*. 2006. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/bachelor/gregor.pdf>. – Zugriffsdatum: 20.02.2007
- [Hirtle und Jonides 1985] HIRTLE, S.C. ; JONIDES, S.: Evidence of hierarchies in cognitive maps. In: *Memory & Cognition* 13 (1985), Nr. 3, S. 208–217. – ISSN 0090-502X
- [Kray u. a. 2005] KRAY, Christian ; KORTUEM, Gerd ; KRÜGER, Antonio: Adaptive navigation support with public displays. In: *IUI '05: Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces*. New York, NY, USA : ACM Press, 2005, S. 326–328. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1040830.1040916>. – Zugriffsdatum: 09.02.2007. – ISBN 1-58113-894-6
- [May u. a. 2003] MAY, Andrew J. ; ROSS, Tracy ; BAYER, Steven H. ; TARKIAINEN, Mikko J.: Pedestrian navigation aids: information requirements and design implications. In: *Personal*

- Ubiquitous Comput.* 7 (2003), Nr. 6, S. 331–338. – URL <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-003-0248-5>. – Zugriffsdatum: 09.02.2007. – ISSN 1617-4909
- [Napitupulu 2006] NAPITUPULU, Jan: *Indoor Map Server in einem Flughafenszenario*. 2006. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2006/napitupulu/abstract.pdf>. – Zugriffsdatum: 20.02.2007
- [Napitupulu 2007] NAPITUPULU, Jan: *Multihead-Display als interaktives Informationssystem*. 2007. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master06-07/napitupulu/report.pdf>. – Zugriffsdatum: 20.02.2007
- [Rukzio u. a. 2005] RUKZIO, Enrico ; SCHMIDT, Albrecht ; KRÜGER, Antonio: The rotating compass: a novel interaction technique for mobile navigation. In: *CHI '05: CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM Press, 2005, S. 1761–1764. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1056808.1057016>. – Zugriffsdatum: 09.02.2007. – ISBN 1-59593-002-7
- [Sefelin u. a. 2005] SEFELIN, Reinhard ; BECHINIE, Michael ; MÜLLER, Regine ; SEIBERT-GILLER, Verena ; MESSNER, Peter ; TSCHELIGI, Manfred: Landmarks: yes; but which?: five methods to select optimal landmarks for a landmark- and speech-based guiding system. In: *MobileHCI '05: Proceedings of the 7th international conference on Human computer interaction with mobile devices & services*. New York, NY, USA : ACM Press, 2005, S. 287–290. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1085777.1085834>. – Zugriffsdatum: 09.02.2007. – ISBN 1-59593-089-2
- [Thomas u. a. 2002] THOMAS, Bruce ; CLOSE, Ben ; DONOGHUE, John ; SQUIRES, John ; BONDI, Phillip D. ; PIEKARSKI, Wayne: First Person Indoor/Outdoor Augmented Reality Application: ARQuake. In: *Personal Ubiquitous Comput.* 6 (2002), Nr. 1, S. 75–86. – URL <http://dx.doi.org/10.1007/s007790200007>. – Zugriffsdatum: 09.02.2007. – ISSN 1617-4909
- [Tscheligi und Sefelin 2006] TSCHELIGI, Manfred ; SEFELIN, Reinhard: Mobile navigation support for pedestrians: can it work and does it pay off? In: *interactions* 13 (2006), Nr. 4, S. 31–33. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1142169.1142192>. – Zugriffsdatum: 09.02.2007. – ISSN 1072-5520
- [Tsukada und Yasumura 2004] TSUKADA, K. ; YASUMURA, M.: ActiveBelt: Belt-Type Wearable Tactile Display for Directional Navigation. In: *Proceedings of Ubicomp 04*, Springer, 2004, S. 384–399. – URL <http://mobiubiquitous.com/pub/ubicomp2004-activebelt.pdf>. – Zugriffsdatum: 09.02.2007