



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Seminarausarbeitung

Alewtina Schumann

Fußgänger-Navigation mittels Landmarken

Alewtina Schumann
Fußgänger-Navigation mittels Landmarken

Seminarausarbeitung eingereicht im Rahmen
der Veranstaltung "Anwendungen 1"
im Studiengang Informatik Master of Science
am Studiendepartment Informatik
des Departments Informations- und Elektrotechnik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuer : Prof. Kai von Luck

Abgegeben am 30. Juli 2007

Alewtina Schumann

Thema der Seminausarbeitung

Fußgänger-Navigation mittels Landmarken

Stichworte

Fußgänger-Navigation, Landmarken, mobile Fußgänger-Führung

Kurzzusammenfassung

Mobile Fußgänger-Navigation gewinnt immer mehr Aufmerksamkeit. Sie könnte in vielen unterschiedlichen Bereichen wie Touristik-Branche, Rettungsdienste, Militär sehr hilfreich sein. Ein Fußgänger-Navigationssystem muss aber viele Anforderungen erfüllen, die in der Verbindung mit der natürlichen menschlichen Orientierung stehen. In dieser Ausarbeitung werden die Problemstellungen der Fußgänger-Navigation analysiert. Dabei wird ein Schwerpunkt auf die Rolle der Landmarken bei der Lösung dieser Problematik gemacht. Es wird untersucht welche Objekte als Landmarken geeignet sind und wie werden diese identifiziert. Dabei stößt man an mangelnde Automatisierung der Verfahren und kaum vorhandene Datenbestände.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
2	Besonderheiten von Fußgänger-Navigation	6
2.1	Warum ist Auto-Navigation ungeeignet?	6
2.2	Was sind Landmarken ?	7
2.3	Anforderungen an Landmarken-basierte Navigationssysteme	8
3	Identifizieren von Landmarken	9
3.1	Klassifikation von Landmarken	9
4	Navigation mit Hilfe von Landmarken	13
4.1	Route erstellen	13
4.2	Route präsentieren	13
5	Fazit und Ausblick	15
5.1	Fazit	15
5.2	Ausblick	15
	Literaturverzeichnis	17

1 Einführung

Die Navigationssysteme für Autos sind lange keine Neuigkeit mehr. Die Technik ist ausgereift und Systeme sind stabil. Sie benutzen GPS für die Positionserkennung und Tracking und Straßenkarten für die Navigation selbst.

Seit kurzen gewinnt auch die Fußgänger-Navigation immer mehr Aufmerksamkeit. Das kommt einerseits daher, dass die Technologien sich weiterentwickelt haben und eine neue Generation von mobilen Geräten auf dem Markt erschienen ist. Diese erlauben erst die Entwicklung mobiler Navigationssysteme für Fußgänger. Andererseits gibt es immer mehr öffentliche Einrichtungen und Bauten, die große Flächen besitzen und von komplexer Struktur sind. Um sich in solchen Einrichtungen zu recht zu finden, braucht man Hilfe einer Navigationssystem. Als anderen Grund kann man die wachsende Touristikbrange nennen. Immer mehr Menschen verreisen und besuchen fremde Städte. Ein Navigationssystem könnte dabei helfen, schnell die POIs (points of interest) zu finden.

Die Fußgänger-Navigation kann in ganz verschiedenen Gebieten Einsatz finden.

- **Tourismus:** Navigationssystem kann Menschen in einer unbekannten Umgebung helfen und Routen anbieten, die interessante Stellen mit einbinden und sogar zusätzliche Informationen dazu liefern.
- **Geschäftsreisende:** der Benutzer kann mit Hilfe von Navigationssystem schnell und komfortabel zum gewünschten Ziel geführt werden, ohne dass er viel Zeit verliert.
- **Freizeitausflüge:** Navigationssystem kann zusätzlich als Informationssystem dienen, indem es Informationen über Wanderungswege, Klettermöglichkeiten, mit zusätzlichen Informationen für den Notfall liefert.
- **Rettungsdienste:** Navigationssysteme werden bereits benutzt für die Lokalisierung von Unfällen und Opfern. Sie können aber auch den Rettungsteams helfen, sich in den Umgebungen mit eingeschränkter Sicht zu orientieren.
- **Militär:** Soldaten können sich mit Hilfe von Navigationssystemen lokalisieren, sammeln und Informationen austauschen/übermitteln.

2 Besonderheiten von Fußgänger-Navigation

2.1 Warum ist Auto-Navigation ungeeignet?

Die ersten Fußgänger-Navigationssysteme basierten auf Auto-Navigation. Es gibt aber eine Menge Merkmale, die Fußgänger-Navigation von Auto-Navigation unterscheiden.

Als erstes ist GPS für die Positionsbestimmung von Personen ungeeignet, da es viel zu ungenau ist. Außerdem sind Fußgängerwege nicht klar definiert wie die Autostraßen. Es gibt eher große Plätze, Messehallen oder Flughäfen mit nur implizit vorhandenen Wegen und vielen Ein- und Ausgängen. Wenn man sich zu Fuß bewegt, gelten andere Regeln. Die Aussagen, wie „in 50m nach links“ gelten nicht, da man als Fußgänger nicht weiß, wann er die 50m zurückgelegt hat. Fußgänger verhalten sich auch anders. Für sie gibt es keine strengen Vorgaben, wie auf der Straße (Verkehrsregeln). Eine optimale Route heißt für die Fußgänger auch nicht immer die kürzeste Route. Es ist einerseits von dem Ziel der Navigation abhängig. Z.B. wollen Touristen die interessanteste Route wählen, die vielleicht etwas länger ist, aber viele POIs einbezieht. Sicherheitsaspekte spielen auch eine wichtige Rolle. So würde man am Abend einen anderen Weg nehmen wollen, als am Tag (z.B. wenn dieser über einen Wald geht). Oft bevorzugen Fußgänger einfachere Routen mit weniger Entscheidungspunkten den kürzeren, aber komplizierten Wegen.

Also wir sehen, dass Fußgänger-Navigation mehr Anforderungen an ein System stellt, als Auto-Navigation. Die wichtigsten Fragen dabei sind: Wie soll sich der Fußgänger orientieren und welche Informationen braucht er dabei.

Um ein geeignetes Navigationssystem für Fußgänger zu erstellen, muss man erst feststellen wie finden denn die Fußgänger den Weg, wie orientieren sie sich, also wie die natürliche menschliche Navigation funktioniert. Die Fußgänger-Navigation ist eher eine Interaktion zwischen dem Fußgänger und seiner Umgebung. Für die Navigation nutzen Fußgänger ihre persönlichen Fähigkeiten: räumliche Orientierung, kognitive und Verhaltensfähigkeiten. Außerdem ist sein Verhalten von dem eigentlichen Ziel des Fußgängers anhängig. So benutzt er für das Finden eines Weges in einer Großstadt andere kognitive Fähigkeiten als bei der Orientierung in einem Gebäude.

Auf der Basis zahlreicher empirischer Studien wird belegt, dass die natürliche Navigation und Orientierung des Menschen zwischen zwei Punkten im Wesentlichen auf zwei Mechanismen beruht [Napitupulu \(2007\)](#):

- **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.

Weitere Arbeiten und Untersuchungen bestätigen, dass Landmarken für den Menschen die natürlichere Form der Orientierung darstellen. In Bezug auf die Frage „Welche Informationen braucht ein Fußgänger?“ scheinen Landmarken also das bevorzugte Mittel der Wahl zu sein. Daher sollte man, einen genauen Blick darauf werfen, was Landmarken sind und wie diese bei der Navigation eingesetzt werden können.

2.2 Was sind Landmarken ?

Als Landmarken („Merkzeichen“) werden jegliche Orientierungspunkte im Raum bezeichnet [Elias \(2003\)](#). Eine andere Definition sagt, dass Landmarken „in Begriff und Wahrnehmung klar unterscheidbare Orte sind“ [Napitupulu \(2007\)](#). Auf Basis dieser Definition kann man sich bereits einige Navigationsinstruktionen vorstellen, wie z.B. „am Supermarkt nach links“ oder „vor der Bar nach rechts“.

Im Kontext der Wegsuche soll eine Landmarke folgende Eigenschaften aufweisen:

- eine spezielle visuelle Charakteristik (auffällige Abweichung zu Nachbarschaft)
- eine einzigartige Funktion oder Bedeutung oder
- eine zentrale oder hervorstechende Lage.

Dabei steigt die Bedeutung als Landmarke mit der Zunahme der zutreffenden Eigenschaften. Angemessene Landmarken sind demnach z.B. Bars/Kneipen, Restaurants (incl. Fast-Food-Ketten), Hotels und Banken.

2.3 Anforderungen an Landmarken-basierte Navigationssysteme

Die Art wie Landmarken verwendet werden ist von den verschiedenen Einflussfaktoren sowie der Situation abhängig. Solche Faktoren können Bildungsstand und Alter des Nutzers sein (Umgang mit der Karte), oder der Zeitpunkt für den die Wegbeschreibung gelten soll (Tag/Nacht- Beleuchtung, Winter/Sommer wegen Bepflanzung), der Zweck der Wegbeschreibung (Tourist, oder schnellstes Erreichen des Ziels, Wanderung) sowie die Art der Fortbewegung (besonders für die Rollstuhlfahrer relevant).

Das System soll sich an die Situation anpassen und sich *benutzeradaptiv* verhalten, d.h. danach streben, dass es Benutzerverhalten interpretieren und ggf. passende Aktionen einleiten kann. Als ein Beispiel könnte man sich vorstellen, dass nach der Geschwindigkeit des Benutzers abgeleitet werden kann, ob der Benutzer sich eilt oder umgekehrt besonderes Interesse an Sehenswürdigkeiten in seiner Nähe zeigt. Auch die Abweichung zwischen Blickrichtung und Bewegungsrichtung z.B. kann Auskunft erteilen, an welchen Zielen der Benutzer in besonderes interessiert ist.

Außerdem sollen Landmarken *klar definiert und sichtbar* sein. Klar definiert heißt, dass man die Landmarken mit sichtbaren Namen über diese auch referenzieren soll [May \(2003\)](#). So sollte ein Geschäft, wenn es allgemein bekannt ist, per Namen genannt werden wie z.B. „Al-di“, statt „Supermarkt“. Die Landmarken sollen auch gut sichtbar sein, das System soll diese immer aus der Benutzerperspektive betrachten. Während der Navigation sollten richtige Entscheidungen durch Landmarken bestätigt werden, z.B. auch wenn man lange nur geradeaus geht, sollte das System es bestätigen („An dem McDonalds vorbei weiter laufen“).

Außerdem führen oft mehrere Wege zum Ziel. Der Benutzer soll die Möglichkeit haben, aus mehreren Alternativen für sich die beste Route auswählen zu können.

3 Identifizieren von Landmarken

3.1 Klassifikation von Landmarken

Um fest zu stellen, welche Landmarken für die Navigation geeignet sind, werden sie kategorisiert. Landmarken können anhand ihrer individuellen Eigenschaften in *visual*, *structural* und *cognitive* unterteilt werden. Visual-Landmarken sind visuell auffällige Gegenstände und Einrichtungen wie z.B. ein großes Werbeplakat oder buntes Schild. Struktural-Landmarken sind an erste Stelle Bauwerke besonderer Bedeutung: Museen, Denkmale, Brücken. Objekte, die sich leicht zu erkennen lassen und allen bekannt sind gehören in die Kategorie kognitiver Objekte. Beispiel ist: McDonalds. Einige Quellen beschreiben mehr als 40 Unterkategorien für Landmarken [May \(2003\)](#).

Landmarken können klassifiziert werden, indem man ihre Attraktivität für Benutzer bewertet. Dabei untersucht man bestimmte Eigenschaften von Landmarken: *visuelle Anziehungskraft*, *semantische Bedeutung* und strukturelle Attraktivität.

Landmarken werden als visuell anziehend qualifiziert, wenn sie bestimmte visuelle Eigenschaften besitzen, wie starken Kontrast zu ihrer Umgebung, oder besondere Positionierung (z.B. am Hügel). Es gibt vier Merkmal nach denen Landmarken zu visuell attraktiven bestimmt werden:

- **Fassadenumfang:** Fassadenumfang ist eine wichtige Eigenschaft für den Vergleich eines Objektes mit seinen Nachbarn. Objekte, die wesentlich größer oder kleiner sind als ihr Umfeld, werden von Personen leichter gemerkt. Im einfachsten Fall, wenn das Gebäude eine rechteckige Form hat, wird Fassadenumfang durch Multiplikation der Höhe und Breite bestimmt. Dieses Merkmal wird später bei der Identifizierung von Landmarken mittels DataMining benutzt.
- **Form:** Visuelle Anziehungskraft eines Objektes wird auch durch seine Form bestimmt. Unorthodoxe Formen inmitten gewöhnlicher Bauten fallen schnell auf. Der Maß, inwieweit eine Form ungewöhnlich ist, kann durch verschiedene Parameter bestimmt werden. Das kann Verhältnis Höhe zu Breite sein. Wolkenkratzer sind z.B. sehr lang und relativ zu ihrer Länge nicht breit. Deswegen sind sie für die Fußgänger sehr auffällig. Man darf aber nicht vergessen, dass Objekte sich von ihrer Umgebung unterscheiden

sollen, wenn sie als Landmarken bezeichnet werden. Ein Wolkenkratzer unter vielen ist schwer zu differenzieren.

- **Farbe:** Ein Objekt kann sich durch seine Farbe hervorstechen, wie z.B. ein rotes Haus zwischen grauen Gebäuden. Farbe ist aber eine Eigenschaft, die schwer zu messen und vergleichen werden kann. Außerdem ist die Wahrnehmung der Farbe von der Beleuchtung abhängig. So scheint eine Farbe in der Nacht anders zu sein als am Tag.
- **Sichtbarkeit:** Objekt soll aus der Benutzerperspektive sehr gut sichtbar sein und nicht durch andere Objekte verdeckt sein. Das ist besonders in Outdoor-Umgebung relevant.

Semantische oder kognitive Attraktivität basiert auf der allgemeinen Bedeutung des Objektes. Es wird in Kulturelle und Historische Objekte, und explizite Merkzeichen unterschieden. Objekte die eine historische oder kulturelle Bedeutung haben gehören zu der ersten Gruppe. Das sind Museen, Paläste, Kirchen. Objekte mit dieser Eigenschaft können in den Datenbanken gefunden werden, die historische Objekte enthalten. Markierungen wie Schilder an Gebäuden, spezifizieren explizit Bedeutung dieser für Fußgänger. Z.B. Schild „Balzac Cafe“ sagt uns ohne weiteren, dass hier ein Cafe namens „Balzac Cafe“ befindet. Straßenschilder gehören ebenso zu dieser Kategorie von Landmarken.

Eine Landmarke ist strukturell attraktiv, wenn sie eine wichtige Rolle für die Route spielt, oder eine bedeutende Lage hat. Beispiele sind Straßenkreuzungen oder Plätze. Genaue Definition und Beschreibung dieser Eigenschaft findet sich in [Raubal \(2002\)](#).

Auch wenn man weiß, welche Landmarken für die Wegbeschreibung am besten passen, muss man eine Sammlung von Landmarken haben, um diese für die Navigation zu benutzen. Leider gibt es solche Sammlungen noch nicht, oder nur für sehr kleine Gebiete. Man muss Landmarken identifizieren und Informationen über sie sammeln.

Optimale Landmarken lassen sich methodisch bestimmen. Es gibt unterschiedliche Methoden zu Identifikation von Landmarken [Sefelin \(2005\)](#):

- **Bildbasierte Objekterkennung:** Testteilnehmern werden mehrere Bilder von einem Ort (z.B. Bahnhofstation) gezeigt. Danach müssen Teilnehmer die am meisten auffallenden Objekte auf einem Rastergitter zeigen.
- **Wegbeschreibung:** Personen sollten ein Bestimmtes Ort finden und Objekte nennen, die sie auf ihrem Weg zur Orientierung benutzt haben.
- **Eye-Catcher-Ermittlung:** Personen laufen über alle Ebenen des Gebäudes (z.B. Bahnhof) und nennen zehn am meisten auffallende Objekte.

- **Simulation:** Interaktion zwischen Personen und System wird simuliert, indem eine Person das System simuliert und Anweisungen den Fußgängern gibt.

Diese Methoden werden in Rahmen von Studien gemacht, und danach können Ergebnisse interpretiert und elektronisch erfasst werden.

Eine andere Möglichkeit Landmarken zu identifizieren bietet Data-Mining. Dabei werden die bestehenden topographischen Datenbanken untersucht. Die Idee von Data-Mining ist es, Objekte mit eindeutigen Merkmalen in einer bestimmten Umgebung als Landmarken zu bezeichnen. Man benutzt digitale Karten als Datenquelle. Dabei werden Merkmale aller Objekte verglichen und nach ihrer Relevanz für Landmarken-Identifizierung geordnet und in einer Attribute/Value Liste erfasst. Leider existieren fast keine elektronische Datensammlungen, die als Quelle für die Landmarken-Identifizierung benutzt werden können.

In einer Studie von [Elias \(2003\)](#) wird ID3 - ein Data-Mining Algorithmus - zur Klassifikation von Landmarken angewendet. Man erstellt dabei Entscheidungsbäume für alle Objekte, die in Betracht kommen. Kurze Bäume, die zu einem positiven Ergebnis führen präsentieren potenzielle Landmarken. Die untere Abbildung zeigt ein Beispiel für den ID3 Algorithmus.

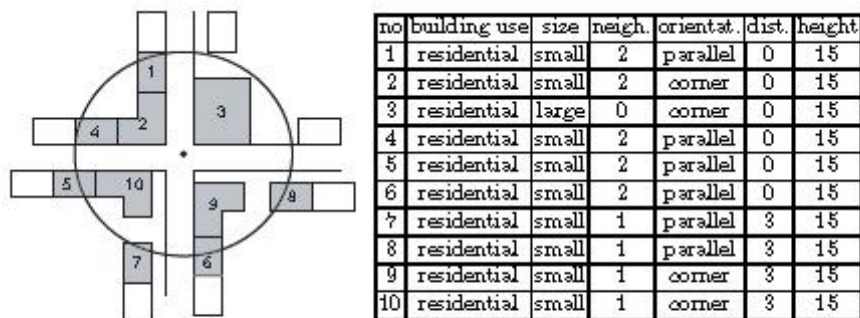


Abbildung 3.1: Landmarken identifizieren mit ID3 Quelle: [Elias \(2003\)](#)

Unterschiedliche topographische Datenbanken sind aber nicht für die Fußgänger-Navigation erstellt worden, so dass die nötigen Informationen erst den Anforderungen angepasst und aufbereitet werden müssen, z.B. durch mapping. Außerdem fordern unterschiedliche Ziele der Routererstellung verschiedene Modelle der Fußgänger-Navigation. Solche Modelle können mit Hilfe der Ontologie erstellt werden. In [Gartner \(2004\)](#) wird genauer beschrieben, wie Ontologie als ein Modell, das Verhalten von Fußgängern bei Weg -Suche und -Erkennung

simuliert, für Fußgänger-Navigation eingesetzt werden kann. Danach soll formale Ontologie Kriterien, Aktionen und Landmarken identifizieren, die Fußgänger bei der Auswahl ihrer Route benutzen.

4 Navigation mit Hilfe von Landmarken

4.1 Route erstellen

Sind Landmarken identifiziert, können sie für die Fußgänger-Navigation eingesetzt werden. Um den Benutzer zum Ziel zu führen, erstellt das System eine geeignete Route, den Weg, den die navigierte Person folgen soll. Mathematisches Routing basiert auf Graphentheorie. Mögliche Routen (Straßen- oder Gebäudepläne) werden in Sektionen aufgeteilt, die von einer zu einer anderen Landmarke führen. Dabei sind Landmarken Verbindungsknoten in diesen Sektionen. Die üblichen Objekte, wie Kreuzungen und Straßen werden auch einbezogen. Man wird von einem Knoten zu dem anderen navigiert. Dabei darf nicht vergessen werden, dass optimale Route situationsabhängig und nicht immer die kürzeste ist.

4.2 Route präsentieren

Es gibt verschiedene Medienarten, die für die Fußgänger-Navigation eingesetzt werden können: textliche Beschreibung, Sprachkommandos über die Lautsprecher des Gerätes. Es kann Graphik eingesetzt werden und verschiedene mechanische sowie optische Signale. Die Kombinationen von mehreren Methoden sind am stärksten, wenn es um die Informationsübermittlung geht.

Bei der Präsentation der Route ist gewöhnliche Präsentation wie bei Auto-Navigation ungeeignet. Erst haben die Geräte kleinere Bildschirme, so dass Kartendarstellung nur sehr eingeschränkt sein kann. Fußgänger bewegen sich langsamer, also würde man eine sehr hohe Skalierung der Karte brauchen, was man meistens nicht hat. Die Fußgänger-Navigation wurde als Interaktion zwischen Benutzer und System definiert. Sie ist sehr situations- und kontextabhängig. Also braucht man z.B. mehrere Darstellungen einer Route (je für Tag und Nacht). Es soll dem Benutzer auch möglich sein das System selbst zu konfigurieren, um Parameter wie Maßstab und Inhalt einzustellen. Für die Darstellung des Weges ist die Kombination 3D-Karte/Bilder/Text am besten geeignet.

Auch Audio-Unterstützung sollte optional möglich sein, was aber u.U. nutzlos ist (bei gehörlosen Nutzern oder in lauter Umgebung).



Abbildung 4.1: mögliche Präsentation der Route

Nach einem alten Sprichwort sagen Bilder „mehr als Tausend Worte“. Der Grund dafür liegt darin, dass „Bilder von einer enormen Bandbreite kortikaler Fähigkeiten Gebrauch machen: Farbe, Form, Mehrdimensionalität, visueller Rhythmus und insbesondere Vorstellungskraft“ [Schulz \(2004\)](#). Bilder rufen deshalb häufig viel mehr hervor als gelesene Wörter. Sie sind genauer und kraftvoller, wenn es darum geht, eine Assoziationskette auszulösen. Für weit verbreitete und bekannte Logos wie z.B. die von Haltestellen, Apotheken, der Post, oder großen Handelsketten bietet sich die Möglichkeit, Graphiken zu verwenden. Da allerdings keine allgemein-verbindliche Festlegung zwischen dem Zeichen (Syntax) und seinem begrifflichen Sinngehalt (Semantik) besteht, ist bei einer Verwendung von Bildern daher noch eine besondere Zeichenerklärung (Legende) notwendig.

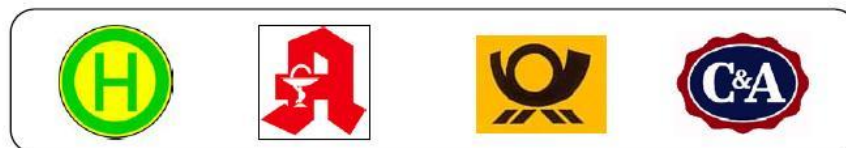


Abbildung 4.2: Bekannte Logos lösen eine schnellere Informationsassoziation aus

5 Fazit und Ausblick

5.1 Fazit

Fußgänger-Navigation gewinnt in der letzten Zeit immer mehr Aufmerksamkeit. Einerseits hat es die Entwicklung mobiler Geräte erlaubt, Informations- und Navigationssysteme für Fußgänger zu realisieren. Andererseits ist es die wachsende Anzahl großer und komplizierter Einrichtungen wie Flughäfen und Bahnhöfe, die solche Systeme notwendig machen. Fußgänger-Navigation kann aber nicht auf die bereits weit entwickelte Auto-Navigation stützen, da sie ganz andere Voraussetzungen unterliegt wie z.B. Tageszeit, Ziel der navigierten Person (Wanderung, schnelles Ankommen etc.). Dabei ist es wichtig das natürliche Verhalten der Menschen bei ihrer Navigation zu berücksichtigen.

Landmarken spielen wesentliche Rolle für die Fußgänger-Navigation. Sie sind die „Eckpfeiler“ der menschlichen Navigation. Daher ist es wichtig bei der Entwicklung von Navigationssystemen für Fußgänger Landmarken einzusetzen. Es existieren zwar Methoden für Identifizierung optimaler Landmarken, sie sind aber meistens nicht automatisiert (außer Data-Mining) und dazu noch sehr ressourcenintensiv. Solche Methoden wurden in Rahmen von Forschungen und Experimenten gemacht und sind noch nicht „industriereif“.

Es existieren kaum elektronische Sammlungen von Landmarken (besonders für Größere Umgebungen). Möglichkeiten zur automatischen Erfassung existieren noch nicht. Dazu erschwert die Kontextabhängigkeit die Erfassung von Landmarken, da die Randbedingungen wie Alter, Tageszeit berücksichtigt werden müssen.

5.2 Ausblick

Der Ausblick bezieht sich auf die Master-Arbeit. Das große Thema „Fußgänger-Navigation und Landmarken“ enthält mehrere Gebiete, die man tiefer untersuchen könnte. Es ist die Automatisierung der Landmarkenerfassung und -identifizierung. Hier könnte man überlegen, ob es sich und mit wie viel Aufwand realisieren lässt.

Ein anderer Aspekt ist die Fußgänger-Navigation selbst. Hier sind die Hauptprobleme die Routen-Erstellung (unter Berücksichtigung des Kontextes) und Präsentation der Route.

Die große Frage, die man dabei beantworten will ist: Wie bringe ich den Fußgänger schnell und komfortabel zum Ziel?

Literaturverzeichnis

- [Elias 2003] ELIAS, B.: Extracting Landmarks with Data Mining Methods. In: *International Conference on Spatial Information Theory, COSIT 2003*. Kartause Ittingen, Switzerland, 2003
- [Gartner 2004] GARTNER, G. ; FRANK, A. ; RETSCHER, G: Pedestrian Navigation System in Mixed Indoor/Outdoor Environment-The NAVIO Project. In: *CORP 2004 and Geomultimedia04. Proceedings of the CORP 2004 and Geomultimedia04 Symposium*. Vienna, Austria, Feb 2004
- [May 2003] MAY, A.J. ; ROSS, T. ; BAYER, S.H. ; TARKIAINEN, M.J.: Pedestrian navigation aids: information requirements and design implications. In: *Personal und Ubiquitous Computing*. Vol. 7, Nr. 6 Dec 2003
- [Millonig 2007] MILLONIG, A. ; SCHECHTNER, K.: Developing landmark-based pedestrian navigation systems. In: *IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems*. Vol. 8, Nr. 1 2007
- [Napitupulu 2007] NAPITUPULU, J.: *Multimediale Fluggastführung*, Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg, Seminausarbeitung WS06/07, 2007
- [Raubal 2002] RAUBAL, S. ; WINTER, S.: Enriching Wayfinding Instructions with Local Landmarks. In: *Geographic Information Science. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 2478, pp 243-259 2002
- [Sefelin 2005] SEFELIN, R. ; BECHINIE, M. ; MÜLLER, R.: Landmarks: Yes; but Which? Five Methods to Select Optimal Landmarks for a Landmark- and Speech-based Guiding System. In: *7th International Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices & Services*. 2005
- [Siegel 2002] SIEGEL, A. ; WHITE, S.: The Development of Spatial Representations of Large-Scale Environments. In: *Pittsburgh Univ., PA. Learning Research and Development Center*. 1977
- [Tschelegi 2006] TSCHIELEGI, M. ; SEFELIN, R.: Mobile Navigation Support for Pedestrians: Can It Work and Does It Pay Off. In: *interactions - Gadgets*. Vol. 13 July/Aug 2007

- [Schulz 2004] SCHULZ, D.: *3D-Beschriftung im Objektraum für die videobasierte Fußgängeravigation*, RHEINISCHE FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT BONN, Diplomarbeit Juli 2007