

Dynamische Beschilderung in der Flughafen-Metapher(Teil II)

Borys Kogan

25. Februar 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Abstrakt	4
2	Motivation	5
3	Aufgaben des Systems	6
4	Bestandteile des Systems	7
4.1	Darstellung der Navigationshinweise	7
4.2	Modellierungsebene	8
5	Verwandte Arbeiten und existierende Konzepte	9
5.1	Graphentheorie als Basis	9
5.1.1	OntoNav: Ein semantisches Navigationssystem	9
5.2	XML-Darstellung der Raummodelle	10
5.2.1	City GML	10
5.3	Navigation und Tracking	11
5.4	Verhaltensmodell eines Fußgängers	12
5.5	Dynamische Beschilderung	13
5.6	effiziente Verteilung der Ressourcen/Bearbeitungsstellen/Räume	14
5.6.1	Berechnung der Auslastung von einzelnen Räumen	14
5.6.2	Kontrolle der Auslastung von einzelnen Räumen	15
6	Zusammenfassung und Ausblick	16
7	Referenzen	17

Abbildungsverzeichnis

1	OntoNav: Ein semantisches Navigationssystem	10
2	City GML: Multiebenenmodell	11
3	EMIC Location and Mapping Framework: Beispielanwendung	12
4	Dicoll: Architektur	14

1 Abstrakt

Dynamische Beschilderung in der Flughafen-Metapher

Stichworte

Dynamische Beschilderung, Innenraum Navigationssystem, Flughafen, Informationsdienste, Ortsabhängige Dienste.

Abstrakt

Die vorliegende Ausarbeitung erweitert die Vision eines Gruppennavigationssystems für Fußgänger im Indoor-Bereich, was im Rahmen der Anwendung I vorgestellt wurde. Diese neue Sicht auf Aspekte der Fußgängernavigation macht es unmöglich, in den bereits entwickelten Systemen nach Lösungen zu suchen. Deswegen werde ich auf den nächsten Seiten dieses Werks versuchen, eine Reihe von Technologien zu untersuchen und zu beurteilen. Diese werden als Hilfskonzepte für die weitere Realisierung dienen.

2 Motivation

Heutzutage wird dem Kunden eine breite Palette von verschiedenartigen Navigationssystemen angeboten. Kaum ein Autofahrer kann sich heute einen komplizierten Weg ohne so einen unabdingbaren Helfer vorstellen. Die Situation mit dem beweglichen Fußgänger sieht einwenig anders aus: erstens stellt man sich die Frage ob ein angebotenes Navigationssystem bei einem Fußweg von Nutzen sein kann, ohne den Benutzer dabei mit unnötigen Meldungen zu stören. Zweitens muss das Verhaltensmodell eines Homo Sapiens realistisch simuliert werden, damit die Entwickler die Funktionalität eines solchen Navigationssystems an die Ziele des potentiellen Interessenten anpassen können. Diese Ausarbeitung hat zum Ziel, dem Leser ein innovatives Konzept eines Führungssystems für Fußgänger vorzustellen, das im Indoor-Bereich ohne zusätzliche Hardwareausstattung und Belastung der Benutzer als Navigationshilfe benutzt wird. Jetzt stellt sich eventuell die Frage, was dabei innovativ ist. Keine der eingesetzten Technologien beschäftigt sich mit der Gruppennavigation und es war bis jetzt nötig, den Fußgänger mit einem mobilen Gerät auszustatten, damit die Kommunikation mit dem System und die Abfrage der Navigationshinweise erfolgen kann. Diese Aspekte werden aus meiner Perspektive ganz anders betrachtet: der Benutzer erlebt keine Einschränkung der Freiheit durch die Geräte und die Navigation ist ein Bestandteil der Umgebung, auf deren Hilfsmeldungen man freiwillig horchen kann und die intuitiv leicht zu verstehen sind. Die mögliche Vision des zu realisierenden Systems wurde von mir im Rahmen der Ausarbeitung zu der Anwendung I präsentiert. Auf den Seiten dieser Arbeit wird eine Reihe von existierenden Technologien untersucht, um eine Basis für die zukünftige Entwicklung zu schaffen.

3 Aufgaben des Systems

In diesem Abschnitt möchte ich dem Leser eine kurze Liste von Aufgaben vorstellen, die das zu realisierende System effizient lösen muss, damit dem Endbenutzer ein interessantes Produkt angeboten werden kann. Die Umgebung, in der sich der Fußgänger bewegt, und seine Verhaltensweise unter bestimmten Umständen sind wichtige Einflussfaktoren, dessen Bedeutung nicht zu unterschätzen ist.

- *effiziente Verteilung der Ressourcen/Bearbeitungsstellen/Räume*

Durch die Teilbereiche des Flughafens, die für die Route des Fluggastes obligatorisch sind (z.B. Passkontrolle, Schalter der Fluggesellschaft, Gepäckabgabe, Ticketkontrolle, Untersuchung vom Metalldetektor, Gate beim Abflug), muss man ohne Zeitverlust und Gedränge gehen können, wobei das Bottle-Neck-Problem beachtet werden muss. Das heißt, jeder muss diese Teilstrecke zurücklegen und die Aufgabe des zu entwickelnden Systems ist, die Passagiere schnell und möglichst erwartungskonform zu navigieren.

- *kommerzielle Navigation zum richtigen Zeitpunkt, an der richtigen Stelle*

Die kommerzielle Navigationsinformation soll vom System rechtzeitig und attraktiv den potentiellen Kunden angeboten werden, damit der Kunde sagen kann: „genau das Wollte ich gerade kaufen“, „genau hier würde ich gerne meine Tasse Espresso vor dem Abflug trinken,„! Hier spricht man über die Stereotypen und Gruppierungen der Passagiere nach verschiedenen Merkmalen. Aus den erstellten Profilen wird die Information abgeleitet, welche Waren und Dienstleistungen für die aktuell im Raum vorhandene Gruppe von Interesse sein kann. Es gewinnen beide: der Fluggast wird schnell zu dem gewünschten Objekt delegiert und die kommerziellen Objekte des Flughafens bekommen zusätzliche Kundschaft.

- *SOS Situation unter den zeitkritischen Bedingungen kontrollieren*

Bei den unerwarteten Ereignissen muss das System den Passagieren den schnellsten Fluchtweg zeigen. Bei einem möglichen Brandfall soll man mit der Auslastung von bestimmten Räumen rechnen. Einige Objekte werden blockiert. Die Passagiere müssen möglichst ohne Panik und Gedränge das Gebäude verlassen können.

4 Bestandteile des Systems

In diesem Abschnitt werden die Hauptproblemstellungen des Systems aus der Reihe von Funktionsanforderungen herauskristallisiert und beschrieben. Dabei werde ich die folgend genannten Teilaspekte nach den wissenschaftlichen Gebieten klassifizieren, in denen man nach der möglichen Lösung suchen kann.

4.1 Darstellung der Navigationshinweise

Wir befinden uns auf der dem Benutzer sichtbaren Ebene. Hier handelt es sich um die Navigation als solche und ihre Benutzerfreundlichkeit.

- *Graphentheorie als Basis*

Dazu muss das Gebäude in einem passenden Format (technische Zeichenformate, XML etc.) dargestellt werden. Die Räume, Durchgänge und Korridore sind als Knoten und Kanten weiter zu betrachten. Auf dieser Ebene kann ein gewünschter Suchalgorithmus angewendet werden und die damit berechnete Route dient als Basis für die weitere Umwandlung in die dem Benutzer verständliche Beschreibung.

- *XML-Darstellung der Raummodelle*

Man muss die GEO-Objekte maschinell bearbeitbar machen. XML ist die perfekte Alternative dafür. Dabei überlegt man sich, ob nur die ortsbezogene Information oder auch die Nutzungsinformation der Objekte nötig ist.

- *graphische Darstellung der Gebäudekarten*

Für das geplante System ist die graphische Darstellung der Gebäudekarten nur als Simulations- oder Testmechanismus vorgesehen (weil die Karte von dem Fußgänger nicht benutzt wird). Für das Sammeln der Datenbestände müssen die Bewegungsbahnen der einzelnen Fußgänger mitprotokolliert und analysiert werden, Testpersonen werden getrackt. Dank dieser Information kann man das Verhalten einer bestimmten Personengruppe beschreiben.

- *Benutzerfreundlichkeit der Navigation*

Welche Aspekte des Verhaltens eines Fußgängers spielen dabei eine wichtige Rolle? Wie lässt sich ein Bewegungsmodell der Passagiere unter den kritischen Bedingungen (Zeitmangel, Chaos, begrenzte Bewegungsfreiheit) beschreiben? Welcher Navigationsmechanismus wäre für den Benutzer am schnellsten intuitiv zu beherrschen? Ein Hilfskonzept wäre zum Beispiel „Landmarks“.

- *Abbildungsmedien für Navigationshinweise*

Wo und wie muss die Information platziert werden? Wie sieht die Topologie der Monitore aus, die mir die Navigationshinweise anbieten? Wie viel Information ist für den beweglichen Fußgänger ausreichend aber nicht überflüssig? Diese Aspekte müssen im Rahmen der psychologischen und Usability Untersuchungen erforscht werden. Diese sind nicht als Teil der zukünftigen Arbeit vorgesehen.

4.2 Modellierungsebene

Man befindet sich in einem vom Benutzer verborgenen Teil des Systems. Hier werden alle benötigten Kalkulationen und Berechnungen implementiert und in die menschlich verständlichen Hinweise umgeformt.

- *Routenplanung als ein Context-Aware-System*

Der Begriff Context-Awareness wurde in verschiedenen Master-Projekten erläutert. Für meine Zwecke würde ich folgende Eigenschaften nennen: der Kontext, in dem der Benutzer sich bewegt (passierte oder vorgesehene Ereignisse), beeinflussen das Verhalten des Systems. Das heißt, dass die Route, die für den Benutzer generiert wird, abhängig von dem aktuellen und dem zukünftigen Zustand der Umgebung ist.

- *Stochastische Modelle zur Berechnung der Auslastung von einzelnen Räumen*

Unsere Hauptziele unter Betrachtung dieses Aspektes sind der erhöhte Komfort für Passagiere beim Transfer von einer Bearbeitungsstelle zu der anderen und die Kontrolle der sicherheitskritischen Objekte, die durch die minimierte Auslastung gut überwachbar bleiben.

- *Klassifizierung von Passagieren (Data Mining)*

Durch die Erstellung der Gruppenprofile und Analyse der potentiellen Interessen wird die Werbungsinformation gefiltert und dem Kunden effizient vorgeschlagen.

5 Verwandte Arbeiten und existierende Konzepte

Diesen Teil kann man als Kern der Arbeit betrachten. Es handelt sich um die Analyse von einer Reihe der existierenden Technologien. Wie schon erwähnt, man findet keine analoge wissenschaftliche Arbeit, die die oben beschriebene Problematik und Komplexität abdeckt. Mein Ziel ist aber, einige interessante Ideen auf Basis der schon entwickelten Konzepte für meine weitere Realisierung zu sammeln.

5.1 Graphentheorie als Basis

Es ist unnötig, über die trockenen theoretischen Grundlagen der Graphentheorie[Lit 9] zu schreiben. Weil jeder Informatiker verbindet intuitiv die Begriffe Navigation(Routenplanung) und Graphentheorie miteinander. Wir wissen, dass wir über eine Menge von Knoten und Kanten sprechen, die typischerweise miteinander verbunden sind. Knoten repräsentieren Räume, Städte und Gebäude. Kanten die möglichen Wege zwischen den Objekten. Aus den zahlreichen Arten von Graphen, sind folgende bei der Routenmodellierung besonders wichtig :

- *Gewichtet*
um die Distanzen als Kantenwerte zu definieren
- *Gerichtet*
um die Zugänglichkeit zu den Verschiedenen Objekten zu begrenzen bzw. zu kontrollieren
- *Gefärbt/Markiert*
Knoten mit gemeinsamen Kanten werden verschieden gefärbt. So kann man viele Konfliktsituationen lösen (wie z.B. Reihenfolge der Nutzung von gemeinsamen Ressourcen von mehreren Bearbeitungsstellen. Oder Anwendung bei der Navigation: Ampelproblem für mehrere wartende Autos)

5.1.1 OntoNav: Ein semantisches Navigationssystem

Das weiter beschriebene Navigationssystem[Lit 3] gibt dem Leser eine praktische Vorstellung davon, wie die Grundlagen der Graphentheorie für die Navigation der Fußgänger eingesetzt werden können. Dieses Indoor-Navigationssystem ist deswegen interessant, weil nicht nur die geometrische Kalkulation bei der Routenerstellung betrachtet wird, sondern auch die semantischen Aspekte der Umgebung, in der der Fußgänger sich bewegt. Diese graphische Beschreibung(s.Abb. 1) der Funktionalität des Geometric Path Computation Service (GEO) zeigt uns, wie die geometrische Ebene eines

Navigationssystem aufgebaut werden kann. Die Spatial Database enthält die Baupläne eines Gebäudes, daraus werden die entsprechenden Graphen generiert, sie sind praktisch Skelette des Gebäudes. Und schon auf solche dualen Graphen kann man einen beliebigen Suchalgorithmus anwenden.

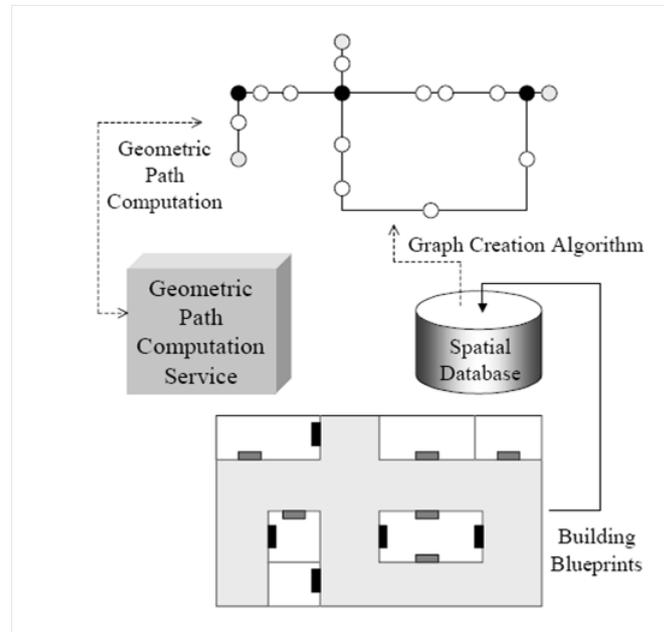


Abbildung 1: OntoNav: Ein semantisches Navigationssystem

5.2 XML-Darstellung der Raummodelle

5.2.1 City GML

Der unten beschriebene Standard [Lit 8] ist ein mächtiger Mechanismus für die Beschreibung der Stadtobjekte und wird von der Special Interest Group 3D (SIG 3D) nach der Initiative von Geodata Infrastructure North-Rhine Westphalia (GDI NRW) seit 2002 entwickelt. Der Standard definiert nicht nur Gebäudestrukturen, sondern auch Bodenerhebung, Vegetation, Wasser-Objekte, Stadtausrichtung und vieles mehr. Er beinhaltet Generalisierungshierarchien zwischen thematischen Klassen, Aggregationen, Relationen zwischen Objekten und räumliche Eigenschaften. Diese thematischen Informationen begrenzen sich nicht auf die Funktionalität eines Datenaustauschformates: Sie erlauben es, die virtuellen 3D Stadtmodelle für die anspruchsvolle Analyse in verschiedenen Applikationen in Bereichen der Simulation, Urban Data Mining und Facility-Management anzuwenden.

Die bequeme Strukturierung der XML-Repräsentation der Raumobjekte erlaubt es,

schnell und hierarchisch sortiert Stadtobjekte zu erstellen. Man hat dabei die Möglichkeit, die Komplexität der Beschreibungsebene(s. Abb. 2) auszuwählen. Heutzutage sind vielfältige Tools entwickelt mit denen man City GML bearbeiten und interpretieren kann. Die weitere praktische Anwendung einiger beschriebener Eigenschaften finden Sie in [Lit 1].

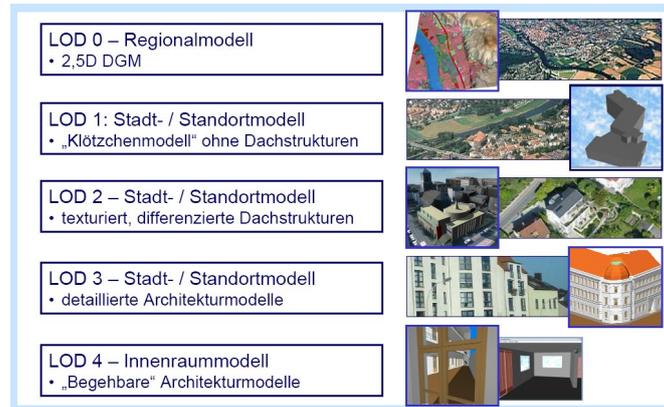


Abbildung 2: City GML: Multiebenenmodell

5.3 Navigation und Tracking

Tracking ist zwar nicht Teil der geplanten Arbeit. Dennoch würde ich gerne die für das Tracking der sich bewegenden Fußgänger geeignete Technologie vorstellen, weil sie für die weitere Testzwecke benutzt werden kann. Für das Tracking des Users, der mit dem mobilen Gerät ausgestattet ist und dessen aktuelle Position abgefragt werden kann, muss man in der Lage sein, eine graphische Darstellung des Navigationssystems zu haben. Eine passende Plattform dafür ist EMIC Location and Mapping Framework. Das Framework bietet die Möglichkeiten, um mit verschiedenen Typen von Karten zu arbeiten, sei es

- *Straßenkarten*
- *topographische Karten*
- *Straßenverkehrskarten*
- *Etagenkarten*

Man hat die Möglichkeit, die Darstellung für das aktuelle mobile Gerät anzupassen. Die möglichen Netzwerkprobleme werden auch betrachtet. Auf Basis des Frameworkes hat der Entwickler eine breite Palette von Werkzeugen, eigene Applikation für die

Out- und Indoor Fußgängernavigation zu schreiben(s. Abb. 3). Man verwendet die Bildvisualisierung der Karte und dazu eine passende XML Beschreibung, in der man die Maßstäbe und Koordinaten der Ecken definiert. Weitere Kalkulationen der aktuellen Position führt man durch die Hilfsfunktionen des Frameworks. Die Gruppe der HAW (Jan Napitupulu, Alewtina Schumann, Milen Koychev und Edita Kutek) haben im Rahmen eines Projektes ein Prototyp eines Innenraumnavigationssystems entwickelt. Als Positionierungstechnologie benutzte man das IMAPS, das Cricket-System dass im 7. Stock der HAW Hamburg installiert wurde.

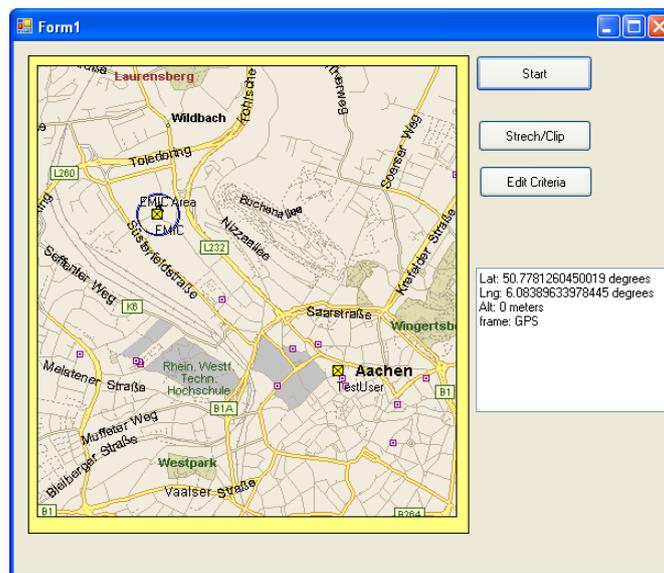


Abbildung 3: EMIC Location and Mapping Framework: Beispielanwendung

5.4 Verhaltensmodell eines Fußgängers

Anders ausgedrückt stellen wir uns die Frage, welche Bedingungen ein Fußgängernavigationssystem erfüllen muss, um gut vermarktet zu werden. Einige technische Aspekte wurden erwähnt, aber man muss damit rechnen, dass das Verhalten eines Fußgängers komplett unterschiedlich von der Bewegungsbahn eines Wagens ist. Navigation ist meistens ein Zwischenziel, Passagiere möchten zum Beispiel unterwegs zu dem Flug-Gate einige Sachen erledigen: Passkontrolle, Tasse Kaffee trinken, Spielzeuge für Kinder und aktuelle Presse kaufen. Folgende Aspekte muss man in Betracht ziehen:

- *Integration von Landmarken*

[Lit 2] Landmarken sind für die intuitive Wahrnehmung der Umgebung und für die räumliche Orientierung sehr nützlich. Einem Fußgänger sind solche Hinweise wie z.B. nach 50 Meter links abbiegen nicht wirklich hilfreich. Sondern für uns

sind eher solche Direktiven verständlicher: bei dem blauen Schild der Buchhandlung rechts. Zahlreiche Forschungen und Interviews mit Testpersonen geben dem Entwickler genug Informationen, nach welchen Kriterien die Objekte als Landmarken definiert werden können. Leider gibt es keine vernünftige Technologie zur automatischen Sammlung von Landmarken. Wissenschaftler von National Research Network sind z.B. gerade dabei, ein System zu entwickeln, das auf dem Videoausschnitt Objekte und Kategorien von Objekten identifizieren kann. Identifikation von Landmarken ist aber noch nicht möglich.

- *Betrachtung vom Benutzungskontext*

Wie gesagt, Navigation ist nicht unbedingt das Hauptziel sondern ein Hilfsmittel. Der Fußgänger kann mit dem Gepäck durch das Gebäude marschieren, was seine Bewegungsfreiheit limitiert. Solche Aspekte sind natürlich sehr wichtig, da sie die Wahrnehmung von Navigationshinweisen beeinflussen und nur wenn man diesen Kontext betrachtet, kann ein vernünftiges Navigationssystem entstehen, das für die Mehrheit nützlich und leicht bedienbar ist.

- *Versorgung mit zusätzlicher Information*

Im Rahmen des Projektes WalkOnWeb[Lit 4] wurden mehrere Probanden interviewt und die zusätzliche Information zu der Basis-Navigationsinformation wurde als nice-to-have von fast allen genannt. Z.B. Angebote der alternativen Routen, dynamisch änderbare Länge der Route, historische Information zu den GEO-Objekten, Zugänglichkeit von verschiedenen Objekten etc.

5.5 Dynamische Beschilderung

Dynamische Beschilderung ist das Stichwort und wird als Hardware-Lösung der oben erwähnten Probleme vorgeschlagen. Solche Beschilderung kennen wir z.B. aus einem Flughafen, wo die Information über die Abflugzeiten aktuell dargestellt wird. Wir reden über die Monitore, die eine clevere Infrastruktur der Informationseinheiten bilden, deren Hinweisen man wie dem Ariadnefaden folgt. Der Fußgänger bewegt sich von einem Monitor zu dem anderen, entsprechend den Richtungshinweisen, die man auf den Monitoren sieht. Dicoll (Großbritannien)[Lit 7] vermarktet verschiedene Systeme der dynamischen Beschilderung(für Flughäfen, Bahnhöfe, Messen etc.). Typische Architektur eines solchen Systems ist auf Abb. 4 dargestellt.

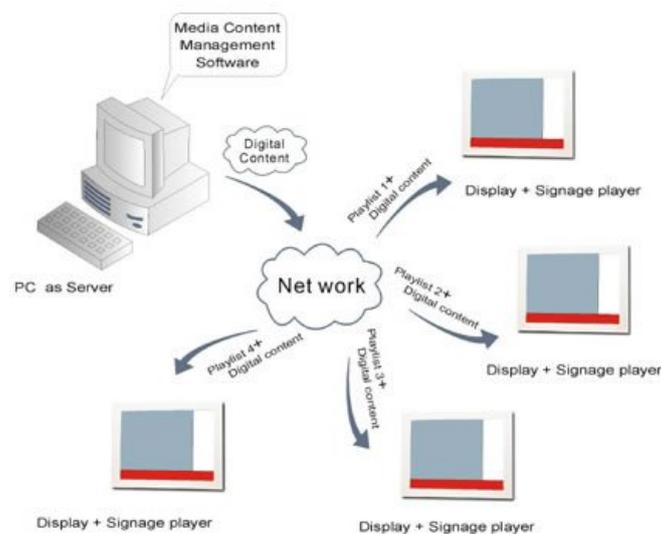


Abbildung 4: Dicoll: Architektur

5.6 effiziente Verteilung der Ressourcen/Bearbeitungsstellen/Räume

5.6.1 Berechnung der Auslastung von einzelnen Räumen

Ein wichtiger Aspekt, der bei der Erstellung eines Gruppennavigationssystems betrachtet werden muss, ist die Kontrolle der Anzahl der Fußgänger, die gleichzeitig von Systemkomponenten (seien es Räume, Bearbeitungsstellen, Passkontrolle, Schalter, Gepäckabgabebänder) bedient werden können. Durch entsprechende Verteilung des Kundenflusses erhöhen wir die Sicherheit und vermeiden Stress und Gedränge. Die erste Frage ist, wie bekommen wir die statistischen Daten über die Verteilung der Fußgänger zu dem bestimmten Zeitpunkt, nach dem bestimmten Ereignis im System (nämlich Kontext).

Diese Frage interessierte auch ein Team von Wiener Wissenschaftlern [Lit 6], die die Aspekte des Fußgänger-Verhaltens untersucht haben. Dafür wurde der am meisten besuchte Bahnhof mit mehreren Kameras ausgestattet. Die Streams wurden in den Hauptverkehrszeiten aufgenommen. Die Bewegungslinien einzelner Fußgänger wurden dann aufgezeichnet und bearbeitet. Insgesamt hatte man mehrere hunderttausend Bewegungsbahnen der Fußgänger. Erstens hatte man die Information über die Anzahl von Fußgängern, die den Bereich zu den bestimmten Zeiten betreten haben (von 12 bis 24 Uhr). Man merkte, dass die Anzahl der Fußgänger sich wesentlich erhöhte bei Ankunft und Abfahrt der Züge. Besonders interessant waren die kurzen Stops beim Laufen, die nicht länger als 3 Sekunden dauerten. Das heißt, der Benutzer hat sich nicht mehr als um einen Meter innerhalb von 3 Sekunden bewegt. Die Zonen mit der höchsten Rate der anhaltenden Fußgänger sind Ticket-Automaten, Rolltreppe, Eingang und auch

Supermarkt.

5.6.2 Kontrolle der Auslastung von einzelnen Räumen

Wenn wir über verschiedene Gruppen von Fußgängern reden, dann gehen wir wie bereits erwähnt davon aus, dass für die Mehrheit der Gruppenmitglieder ein Teil der Route obligatorisch gleich ist. Dies ist z.B. auf dem Weg vom Flugzeug bis zum Terminal der Fall, auf dem alle einige Bedienstationen passieren müssen (Passkontrolle, Gepäckausgabe, Check-In, Untersuchung mit Metalldetektor usw.). Das heißt in diesen Zonen muss man die Anzahl der Benutzer auf die Bedienrate der einzelnen Stationen anpassen. Genau das würde man mit der Gruppennavigation versuchen.

Es existieren schon verschiedene stochastische Modelle, die im Bereich der Warteschlangentheorie die Auslastung der Bedienstationen zu einem bestimmten Zeitpunkt berechnen können. Als Beispiel der Arbeit von Wissenschaftlern der IBM Deutschland Speichersysteme GmbH kann man online ein Warteanalysetool[Lit 5] benutzen. Dahinter steckt ein einfaches stochastische Modell. Je mehr Einflussfaktoren man aus der realen Welt in dem stochastischen Modell abbilden möchte, desto detaillierter muss das tatsächliche Verhaltensmodell.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Auf den Seiten dieser Arbeit warf ich den Blick auf die wissenschaftlichen Aspekte der schon existierenden und eingesetzten Projekte. Das von mir ausgewählte Entwicklungsfeld benötigt für die erfolgreiche Realisierung das Wissen aus vielen Branchen der technischen, psychologischen und mathematischen Welt. Die weitere Untersuchung und praktische Anwendung der oben beschriebenen Konzepte ist im Rahmen der zukünftigen Masterarbeit geplant. Eine andere Sicht auf die Problematik der Gruppennavigation für Fußgänger mit Hilfe der dynamischen Beschilderung findet der Leser in der schriftlichen Ausarbeitung zu der Seminar-Ringvorlesung. Als Endprodukt soll ein innovatives Gruppennavigationssystem entwickelt werden, das dem Benutzer eine neue Art der Navigationshilfe anbietet, ohne seine Freiheit zu begrenzen. Man spricht über einen unentbehrlichen Helfer auf dem unbekanntem Territorium, der seine Benutzer intuitiv und effizient zum Ziel führt. Aber hinter den Kulissen steckt ein mächtiger Planungsmechanismus, um die Anforderungen der Fußgänger zu erfüllen.

7 Referenzen

Literatur

- [Lit 1] ENTWICKLUNG EINER NAVIGATIONSPLATTFORM FÜR DIE DYNAMISCHE FUSSGÄNGERFÜHRUNG
Borys Kogan, HAW Hamburg, Ausarbeitung im Rahmen des Masterprojektes, Februar 2008
- [Lit 2] DEVELOPING LANDMARK-BASED PEDESTRIAN-NAVIGATION SYSTEMS
Alexandra Millonig, Katja Schechtner,
IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems,
VOL. 8, NO. 1, MARCH 2007
- [Lit 3] A SEMANTIC INDOOR NAVIGATION SYSTEM
Christos Anagnostopoulos, Vassileios Tsetsos, Panayotis Kikiras
Pervasive Computing Research Group, Communication Networks Laboratory,
Dept of Informatics & Telecommunications, University of Athens,
Panepistimioupolis, Athens 15784, Greece
- [Lit 4] WALKONWEB: DIGITALER WANDERFÜHRER FÜR EUROPA
Offizielle Seite des Projektes
www.walkonweb.org, 2008
- [Lit 5] ARBEITSGRUPPE STOCHASTISCHE MODELLE IN DEN INGENIEURWISSENSCHAFTEN
Prof. Dr. Th. Taschke, TU Clausthal, 2006
- [Lit 6] HUMAN TRACKING BY MODE SEEKING
C. Beleznai, B. Frühstück, and H. Bischof
in Proc. 4th Int. Symp. ISPA, Sep. 2005, pp. 1-6.
- [Lit 7] DICOLL, DIGITAL SIGNAGE <http://www.dicoll.co.uk/>, United Kingdom
- [Lit 8] CITYGML
Exchange and Storage of Virtual 3D City Models,
www.citygml.org, 2008
- [Lit 9] GRAPHENTHEORIE 2.AUFLAGE
R.Diestel, 2000

- [Lit 10] STRUCTURING SPACE WITH IMAGE SCHEMATA
Wayfinding in Airports as a Case Study,
M.Raubal, M.J.Egenhofer, D.Pfoser, N.Tryfona,
National Center for Geographic Information and Analysis,
University of Maine, Oktober 1997