
Navigation mittels RFID - Untersuchung der Navigationsmöglichkeiten durch RFID-Eintrittskarten bei der Fussball-WM 2006

Patrick TOMBERGE und Martin RAUBAL

Zusammenfassung

Diese Arbeit befasst sich mit dem möglichen Einsatz von Mobilfunkgeräten für die Fußgängernavigation in einem Fußballstadion und dessen unmittelbarer Umgebung. Bei der WM 2006 in Deutschland werden erstmalig kontaktlose RFID-Chips für die Eintrittskontrolle eingesetzt. Über die Position der RFID-Lesegeräte kann der Besucher geortet und somit bei der Wegesuche vom Parkplatz zum Sitzplatz unterstützt werden.

Diese Untersuchung zeigt die Möglichkeit, ohne explizite Interaktion des Nutzers mit dem System, eine Navigationshilfe vom Parkplatz bis zum Sitzplatz anzubieten. Weiterhin wird dargestellt, wie dem Stadionbesucher zusätzliche Location-Based Services (LBS) mittels der genutzten OpenLS-Dienste angeboten werden können.

1 Einleitung

2006 findet in Deutschland die Fußball-Weltmeisterschaft statt. Zu diesem Ereignis werden zahlreiche Gäste aus dem Ausland erwartet. Insgesamt stehen 3,2 Millionen Stadioneintrittskarten zur Verfügung, für ein einziges Spiel werden bis zu 74.500 Sitzplatzkarten angeboten (FIFA 2003).

Das Organisationskomitee der FIFA Fußball-Weltmeisterschaft 2006 führt im Bereich der Eintrittskartenkontrolle erstmalig Radio Frequency Identification (RFID) Eintrittskarten ein (kontaktlose Chipkarten). Hintergrund sind dabei die gestiegenen Sicherheitsanforderungen bei Großveranstaltungen: Mit RFID-Eintrittskarten lässt sich der Ausschluss von bekannten Gewalttätern gewährleisten und der Kartenhandel auf dem Schwarzmarkt unterbinden (DOMBERG 2004). In der folgenden Arbeit soll untersucht werden, inwieweit die RFID-Eintrittskarten zur Unterstützung der Stadionbesucher bei der Wegesuche zum entsprechenden Sitzplatz eingesetzt werden können.

In Verbindung mit der Eintrittskarte kann ein Parkplatz mit freien Plätzen ausgewählt werden, welcher dem Eingang zum eigenen Fanblock am Nächsten liegt. Je näher man dem Stadionbereich kommt, umso genauer muss die Positionsbestimmung sein. Innerhalb des Stadions können wenige Meter entscheidend sein, den richtigen Blockeingang zu finden. Problematisch hierbei ist die ungenaue Positionierungsmöglichkeit mittels Mobiltelefonen, die mit dem weitverbreiteten GSM (Global system for mobile communications)-Standard arbeiten. Daher werden in dieser Arbeit die RFID-Eintrittskarten für die Lokalisierung des Nutzers herangezogen.

Aus Sicherheitsaspekten wird ein Stadion in mindestens vier Sicherheitsbereiche aufgeteilt. Diese werden über das Stadiongebäude hinaus ausgedehnt und sind nur mit einer gültigen

Eintrittskarte für den ausgewiesenen Bereich zu betreten. Eine Wegbeschreibung zum Stadion kann somit zur Vermeidung großer Umwege um die abgeriegelten Sicherheitsbereiche führen und gleichzeitig den Kontakt zu fremden Fangruppen auf dem Fußweg verhindern.

In dieser Arbeit wird dargestellt, ob und inwieweit eine Navigation für Besucher im Indoor- und Outdoorbereich eines Stadions durchgeführt werden kann. Hierfür werden die RFID-Eintrittskarten genutzt. Wenn diese an einem RFID-Lesegerät (z. B. bei der Ticketkontrolle) vorgewiesen werden, erhält man entsprechende Informationen, die für eine Navigation genutzt werden können. Das Ziel ist in Form der Sitzplatzbeschreibung (Block, Reihe, Platz) mit der Eintrittskarte verknüpft.

Um die untersuchten Navigationsmöglichkeiten im Stadionbereich für andere Umgebungen (z. B. Flughäfen, Bahnhöfe) einsetzen zu können, ist es sinnvoll, einen standardisierten Dienst zu nutzen. Hierfür bietet sich OpenLS als Spezifikation für ortsbasierte Dienste an.

Als Fallbeispiel dient in dieser Arbeit die Navigation eines Besuchers der Arena AufSchalke.

2 Verwandte Arbeiten

Zu Beginn steht eine kurze Einführung zu Location Based Services. Anschließend werden Arbeiten zur (Fußgänger-) Navigation vorgestellt und diskutiert.

2.1 Location Based Services – LBS

Location Based Services (LBS) werden auch ortsbasierte (Informations-) Dienste genannt und liefern einem Nutzer Informationen entsprechend seines aktuellen Standortes. Die bekanntesten und am weitest verbreiteten kommerziellen Nutzungen für LBS sind Navigations- und Informationsdienste, die bei Fragen wie „Wo finde ich das nächste griechische Restaurant“ (Informationsdienst) und „wie komme ich von meinem Hotel dorthin?“ (Navigationsdienst) helfen.

Bei aktuellen LBS handelt es sich im Allgemeinen um Services für drahtlose Kleingeräte, wie Mobiltelefone (vor allem die leistungsstarken Smartphones) und PDA (Personal Digital Assistant). Umfrageergebnisse zeigen das Interesse der Mobilfunknutzer in Deutschland an Diensten für Reiseplanungen und zugehörigen Verkehrsinformationen (KÖLMEL & WIRSING 2002). Bei dieser Arbeit geht es um den LBS, der in seiner Spezialisierung als Navigationsservice zu betrachten ist. Das Besondere an einem Navigationsdienst besteht in den hohen Anforderungen an die Genauigkeit. Die Navigation im unmittelbaren Stadionbereich wird als Indoor-Navigation angesehen, daher kann ein Fehler von wenigen Metern zu einer falschen Wegentscheidung führen.

Um hier die entsprechenden Genauigkeiten zu erreichen wird mit den RFID-Chips der Eintrittskarten gearbeitet. Aufgrund der geringen Reichweite der RFID-Transponder kann die Position des Lesegerätes als aktuelle Position des Karteninhabers angesehen werden. Es existieren ähnliche Ansätze mit Infrarotbaken (BUTZ & KRÜGER 2001) und RFID-Transpondern (STAHL et al. 2004), welche vom Prinzip her umgekehrt arbeiten. Dabei ortet sich der Nutzer aktiv, in dem beispielsweise die RFID-Transponder ausgelesen werden und somit die eigene Position bestimmt werden kann.

Aufgrund der genauen Positionierung und zusätzlichen Informationen des Karteninhabers können weitere Informationsdienste angeboten werden (Wann fährt der nächste/letzte Zug zum Wohnort? Wo bekomme ich die Geldkarte, um Getränke kaufen zu können? Wo kann ich die hinterlegten Tickets abholen? Wo ist der offizielle Treffpunkt?).

2.2 Navigation und Fußgängernavigation

Bei der Berechnung der Position kann zwischen einer absoluten und einer relativen Positionsbestimmung unterschieden werden. Im Gegensatz zum Luftverkehr sind terrestrische Verkehrswege grundsätzlich als zweidimensionale Netzwerke anzusehen. Im Unterschied zur Navigation mit dem Auto oder dem ÖPNV kann der Fußgänger auch Abkürzungen nutzen (STAHL & HECKMAN 2004). Anwendungen zur Fußgängernavigation sind häufig im Zusammenhang mit Touristeninformationssystemen zu finden (z.B. MALAKA & ZIPF 2000). Hier wollen und sollen Touristen zielgerichtet geführt und mit zusätzlichen Informationen zu ihrem Weg versorgt werden (z. B. Points-of-Interest).

Ein Großteil der Literatur beschäftigt sich mit der *kognitiven Repräsentation* des Raumes, d.h. wie Menschen geografische Informationen aufnehmen, verarbeiten, und für die Entscheidungsfindung nutzen. Die kognitive Repräsentation zeichnet sich eher durch eine topologische, als durch eine metrische Abstraktion der Umwelt aus. Ein bedeutender Faktor für die Navigation von Individuen ist das vorhandene „Wissen in der Welt“ in Form von entsprechenden Symbolen (Verkehrsschilder, Straßennamen, etc.). Für die Orientierung bei der Wegesuche erfüllen Landmarken einen wichtigen Dienst (MAY et al. 2003). *Landmarken* sind auffällige und eindeutige Objekte mit Raumbezug in der Umwelt, anhand derer man sich orientieren und einen Weg beschreiben kann („Gehen Sie Richtung Dom bis der Fluss XY kreuzt, folgen Sie diesem in Fließrichtung bis zur Brücke YZ.“).

Da in dieser Arbeit das Augenmerk der Navigation auf dem Weg vom Parkplatz zum Sitzplatz im Stadion liegt, ist die Navigation in Gebäuden von zentraler Bedeutung. Sie unterscheidet sich deutlich von anderen Navigationsaufgaben. So stellte SEIDEL (1982) in seinen Untersuchungen am Flughafen Dallas fest, dass der Sichtkontakt zu einem Zielobjekt sehr wichtig für die Wegesuche in Gebäuden ist.

Ein besonderes Gebäude stellt in diesem Rahmen ein Stadion da. Die ausgewählten Fußballstadien der WM 2006 in Deutschland fassen im Schnitt um die 50.000 Zuschauer pro Spiel. Die von RAUBAL (2001) beschriebenen Schwierigkeiten bei der Wegesuche im Flughafen haben auch bei der Wegesuche in einem Fußballstadion Gültigkeit. Aufgrund der unterschiedlichen Erfahrungen und der ungewohnten Umgebung dürften viele der internationalen Besucher Schwierigkeiten bei der Suche des Sitzplatzes in einem Stadion haben, das von allen Seiten sehr gleich aussieht, so dass eine relative Position nur schwer bestimmt werden kann.

3 Technische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen der benötigten Techniken RFID und das Hintergrundwissen zu OpenLS vom OGC erläutert.

3.1 Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency Identification bedeutet im Deutschen eine „Identifizierung per Funk“. Mit RFID-Tags kann man kontaktlos Daten lesen und schreiben. Diese Etiketten sind sehr klein und können fast überall für eine automatische Identifikation von Objekten eingesetzt werden. Mit RFID können die Fragen „Was?/Wer?“, „Wann?“, „Wo?“, „Wie?“ eindeutig beantwortet werden. Es ist also möglich, eine Positionierung von RFID-Chips mit weiteren Informationen durchzuführen.

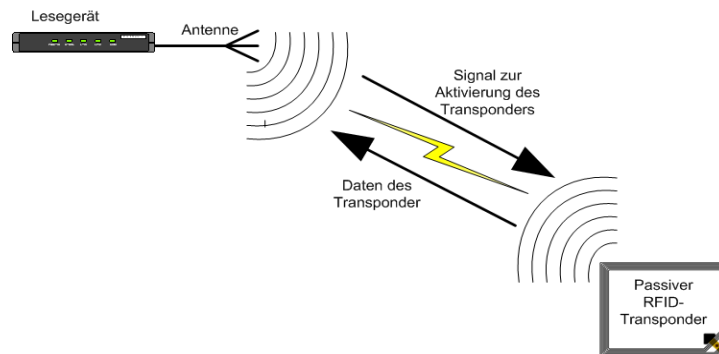


Abb. 1: Funktionsweise des RFID Systems (verändert nach (WOHLTORF 2004)).

Der Vorteil von RFID-Systemen gegenüber herkömmlichen automatischen Identifikationssystemen liegt darin, dass die dichtgespeicherten Daten maschinell gut auslesbar, die Informationen aber nicht für den Menschen lesbar und daher auch nicht manipulier- oder kopierbar sind. RFID Tags werden auch *Transponder* (TRANSMITTER/resPONDER) genannt und bestehen aus einem Chip mit einem integrierten, einfachen Mikroprozessor, Antenne und zusätzlichem Speicher. Ein RFID-System besteht aus einem Transponder und einem Lesegerät (siehe Abbildung 1).

Eine Unterscheidung wird häufig zwischen aktiven und passiven RFID-Tags vorgenommen. *Aktive RFID-Tags* zeichnen sich durch eine eigene Energieversorgung aus und sind typischerweise wiederbeschreibbar. Aufgrund der eigenen Energieversorgung haben die aktiven RFID-Tags den Vorteil einer höheren Reichweite. Nachteilig wirkt sich aus, dass aktive Chips bei geringerer Lebensdauer gegenüber passiven Chips, größer und teurer sind (vgl. LÜCK 2004). *Passive RFID-Tags* beziehen ihre Energie zur Datenübertragung hingegen aus den empfangenen Funkwellen. Meist besitzen die passiven Transponder eine geringere Speicherkapazität. Daraus resultieren sehr kleine Tags, die in verschiedenen Anwendungsszenarien eingesetzt werden können. Es ist möglich, sogenannte Smart-Labels in Papier einzuweben.

Es gibt verschiedene Systeme, die sich aufgrund der Reichweite des Transponders und dem darin begründeten Energieverbrauch unterscheiden. Die Tickets für die Fußballweltmeisterschaft 2006 werden nach *ISO 14443* - „*Identification cards-Proximity integrated circuit(s) cards*“ entwickelt. Diese Spezifikation ist für kontaktlose Chipkarten mit einer ungefähren Reichweite von 7-15 cm entwickelt.

3.2 OpenGIS Location Services – OpenLS

Das Open GIS Consortium (heute Open Geospatial Consortium) hat es sich zur Aufgabe gemacht eine Spezifikation zu erarbeiten, die eine Beschreibung der benötigten Dienste, Funktionen und Daten für LBS bereitstellt. Diese Spezifikation nennt sich OpenLS (MABROUK et al. 2004). Bei deren Erstellung wurden bestehende Spezifikationen beachtet und einbezogen. Damit eine sinnvolle Nutzung stattfinden kann, wurden bestehende Infrastrukturen der Telekommunikations- und Internetservices berücksichtigt. OpenLS ist eine Plattform, die für verschiedene Anwendungen aus dem Bereich der LBS als robuste Grundlage dienen soll. Das Ergebnis dieser Spezifikation wird GeoMobility Server genannt (GMS), dessen Aufgabe darin besteht, bestimmte Basisfunktionalitäten über bekannte Schnittstellen bereitzustellen. Der GMS besteht u. a. aus fünf einzelnen *Core Services* (Directory, Gateway, Location Utility, Presentation und Route Service), die zusammen die benötigte Funktionalität über entsprechende Interfaces bereitstellen. Für den Datenaustausch zwischen dem Client und den einzelnen Core Services werden eindeutig spezifizierte Abstract Data Types (ADT) benutzt, die für den Austausch von Daten in das XML-Format XLS (XML for Location Services) kodiert werden.

Zum GMS gehören aber auch Applikationen, die auf den Core Services aufbauen und diese über deren Interfaces nutzen. Weiterhin gehören zum GMS ortsbezogene Informationen, wie z. B. Kartenmaterial, „Point-of-Interest“ (POI, z. B. Sehenswürdigkeiten), die von verschiedenen Servern über das Internet eingebunden werden können.

4 Vorstellung des Anwendungsfalles

Die Arena AufSchalke hat für Spiele der WM 2006 ein Fassungsvermögen von 52.000 Zuschauern. Dieses Stadion besitzt schon vor der WM eine elektronische Ticketkontrolle. Diese funktioniert nicht, wie spätestens bei der WM 2006, mit RFID-Eintrittskarten, sondern mit einem Bar-Code, der auf den Tickets aufgedruckt ist und maschinell gelesen wird.

Die Parkplätze finden sich um das Stadion herum und bieten Platz für 14.000 Autos. Von den einzelnen Parkplätzen führen Wege zur Arena AufSchalke. Der „Arenaring“ ermöglicht den Rundgang um das Stadion. Aufgrund der Sicherheitsbestimmungen der FIFA wird das Stadion in mindestens vier Sicherheitsbereiche geteilt. Diese sollen verhindern, dass sich gegnerische Fans im Stadion, wie auch im näheren Umkreis begegnen (Abbildung 2).

Ausgehend von den Parkplätzen hat der Zuschauer eine unterschiedliche Anzahl von Entscheidungspunkten bis zu seinem Sitzplatz. Mit Entscheidungspunkten sind hier alle Abzweigungen vom zurückgelegten Weg gemeint. Die Anzahl der Möglichkeiten bei einer T-Kreuzung wird mit einer „2“ angegeben (Abbildung 3).

Eine Kreuzung hat drei Möglichkeiten. Entscheidungspunkte der Kategorie „1“, wie RAUBAL & EGENHOFER (1998) vorschlagen, wenn beispielsweise der Nutzer lange Strecken ohne Informationen zurücklegen muss und an der Richtigkeit des Weges zweifelt, werden in der Grafik nicht berücksichtigt. Über die Entscheidungspunkte ist es somit möglich, nicht nur die kürzeste, sondern auch die anhand der Entscheidungsmöglichkeiten einfachste Route auszuwählen.

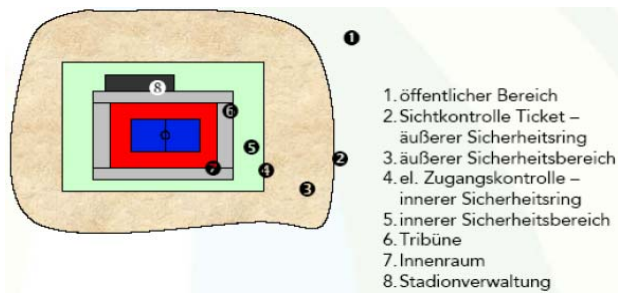


Abb. 2: Einteilung der Stadionumgebung in verschiedene Sicherheitsbereiche (nach DOMBERG 2004).

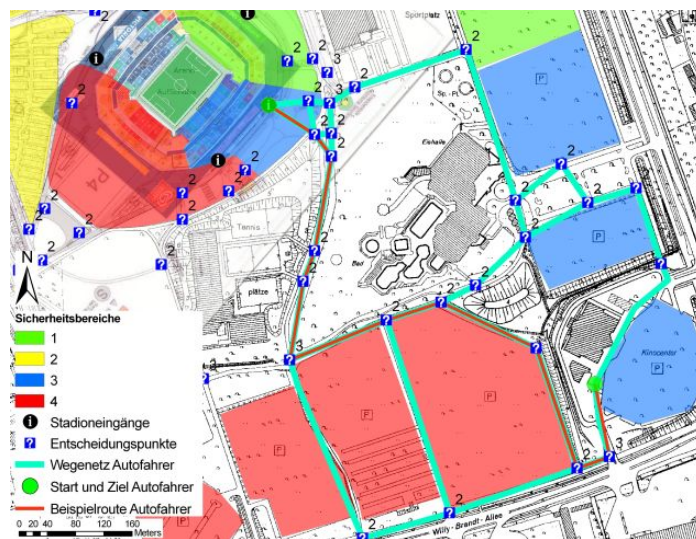


Abb. 3: Wegnetz und kürzester Weg für Zuschauer des Sicherheitsbereiches 3.

Für die elektronische Einlasskontrolle bei der WM 2006 werden Lesegeräte nur im direkten Umfeld des Stadions nötig sein. Um aber eine Navigation anhand der Tickets durchführen zu können, müssten auch Lesegeräte an den ersten Entscheidungspunkten aufgestellt werden, also beim Verlassen der Parkplätze oder der S-Bahnhaltestelle. Weitere Lesegeräte sollten vor dem Treppenhaus und zwischen den einzelnen Blöcken der Ebenen, beziehungsweise in den Blockeingängen platziert werden. Je mehr Lesegeräte im Einsatz sind, um so genauer und häufiger kann eine Routenbeschreibung überprüft und aktualisiert werden. Falls es vorkommen sollte, dass jemand die Routendarstellung falsch interpretiert hat, kann bei einer weiteren Kontrolle der RFID-Karte die aktuelle Position ermittelt und eine aktualisierte Route zum Sitzplatz erstellt werden.

Bei der Auswahl einer Route wurden die möglichen Routen anhand der Komplexität und der Distanz miteinander verglichen. Die Komplexität einer Route wird durch die Anzahl von Möglichkeiten an den einzelnen Entscheidungspunkten festgestellt.

5 Durchführung der Navigation

Beim Verlassen des Parkplatzes passiert der Besucher ein RFID-Lesegerät, worauf das Navigationssystem seinen Dienst für die gerade gelesene Karte startet. Da die Eintrittskarte des Besuchers bei der Bestellung schon mit einer Mobilfunknummer verbunden wurde, bekommt dieser nun einen Hinweis per SMS, dass er auf Wunsch bis zu seinem Sitzplatz navigiert werden kann. Bestätigt der Besucher diese SMS, wird eine Karte mit dem eingezeichneten Weg und weiteren Routeninformationen auf dem Display seines Mobilgerätes bis zum nächsten RFID-Kontrollpunkt dargestellt. Wenn der Nutzer eine weitere RFID-Kontrolle durchschreitet, wird eine entsprechende Darstellung des nächsten Abschnittes seines Weges gesendet, bis er den Sitzplatz erreicht hat. Herauszuheben ist hierbei, dass ein Nutzer dieses Systems ohne eigene, explizite Interaktion am Tag des Spiels (von einer „Bestätigungs-SMS“ für die Dienstnutzung abgesehen) bis zu seinem Sitzplatz geleitet wird. Weiterhin können dem Zuschauer zusätzliche Informationen rund um die Veranstaltung zur Verfügung gestellt werden. Die Interaktion des Nutzer mit dem System findet zum einen im Vorfeld bei der Bestellung der Tickets statt, zum anderen implizit am Tag des Spiels, indem der Nutzer an den RFID-Lesegeräten vorbeischiebt.

Ein notwendiger Bestandteil einer Navigationsanfrage ist immer die Angabe der aktuellen Position bzw. des Startpunktes der Route. Da der Lesebereich der RFID-Karten im Zentimeterbereich liegt, kann man die Position des Lesegerätes als Grundlage für die aktuelle Position des Besitzers nutzen. Die Zielposition in diesem System ist immer abhängig vom Sitzplatz im Stadion. Wenn man einen bestimmten Sitzplatz als Ziel hat, gibt es dementsprechend verschiedene temporäre Ziele (Wegepunkte), wie beispielsweise den besonderen Stadioneingang und das entsprechende Treppenhaus im Zusammenhang mit dem gesamten Weg. Das Ziel ist über die RFID-Eintrittskarte in Form der Sitzplatzbeschreibung mit Block-, Reihen- und Platznummer abrufbar. Aufgrund dieser Daten kann eine Route mit den benötigten Informationen für den Zuschauer erstellt werden. Somit sind alle benötigten Informationen für das Nutzen einer Navigationshilfe für Besucher der WM 2006 systemintern vorhanden.

Nachdem der Nutzer mit einer SMS auf das Navigationsangebot geantwortet hat, werden die benötigten Daten für eine Routenberechnung aus der Datenbank erfragt und in einem XML-Dokument verpackt. Jedesmal, wenn die Eintrittskarte des Nutzers von einem RFID-Lesegerät ausgelesen wird, erfolgt eine Zusammenstellung der aktuellen Daten. Die so erstellte Anfrage wird vom Navigationsportal in einzelne Anfragen aufgeteilt und an die entsprechenden Core Services weitergeleitet. Für diesen Anwendungsfall sind drei der fünf OpenLS Core Services von Interesse. Hierzu gehören der Location Utility Service, der Route Service und der Presentation Service. Um als Gesamtergebnis eine Routenbeschreibung für den Nutzer bereitstellen zu können, muss der Location Utility Service den Sitzplatz in für das System verständliche Koordinaten umwandeln. Danach kann der Route Service seine Routeninformation sammeln und diese vom Presentation Service für die Darstellung auf dem PDA aufbereiten lassen (Abbildung 4).

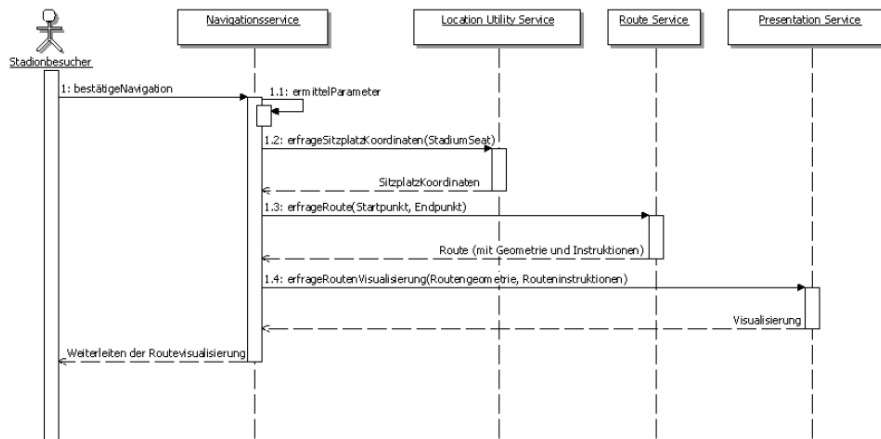


Abb. 4: Sequenzdiagramm für die Reihenfolge der OpenLS-Requests.

Der Directory Service findet erst Verwendung, wenn weitere Dienste aus dem geografischen Umfeld des Nutzers gesucht und beansprucht werden. Der Gateway Service findet hingegen grundsätzlich Anwendung bei der Positionierung eines Nutzers über sein Mobiltelefon, aber aufgrund der besonderen Eigenschaften der hier bearbeiteten Navigation mit RFID kann dieser Dienst praktisch vernachlässigt werden.

6 Visualisierung der Ergebnisse

Ein wichtiger Aspekt bei einem Navigationssystem ist die Präsentation der benötigten Informationen für den Nutzer. Im Folgenden wird daher die Darstellung der Route und weiterer Zusatzinformationen auf mobilen Geräten untersucht. Hierbei handelt es sich um eine zweidimensionale Darstellung der Routeninformation auf einem PDA.

In Abbildung 5 sind beispielhafte Routeninformation dargestellt. Der rote Pfad beschreibt den zu beschreitenden Weg und wird durch ein sich zum Ziel bewegendes „X“ verdeutlicht. Zur besseren Orientierung des Nutzers werden Entfernungen angezeigt, wenn die Teilstrecken bis zum nächsten markanten Punkt eine Länge von 100 Meter überschreiten. Im rechten Beispiel ist zusätzlich zu der in rot markierten Route und den Landmarken an Entscheidungspunkten (Eingang „Ost1“ und Treppenhaus „TH10“) ein kurzer Text in die Grafik eingebunden. Aus dem Text sind ergänzende Informationen zu entnehmen, die mittels Grafik nur schwer und nicht eindeutig darzustellen sind.

Wie vorgestellt, befinden sich die RFID-Lesegeräte an ausgewählten Positionen. Daher können dem Nutzer nicht an jeder Position neue Navigationsinstruktionen übermittelt werden. Um den Nutzer bei der Wegesuche an Entscheidungspunkten ohne RFID-Lesegerät zu unterstützen, besteht die Möglichkeit, bei Bedarf weitere Informationen vom Navigationsdienst auf das Mobilgerät zu laden. Hierfür wurde an Wegkreuzungen ein Hyperlink für das Abrufen zusätzlicher Informationen integriert. Der Hyperlink ist als kleines Photo in die Grafik eingebunden. Beim Klick öffnet sich ein neues Fenster mit dem

entsprechenden Bild. Die markierten Pfeile verdeutlichen den weiteren Verlauf der Route und können den Nutzer bei einer Wegentscheidung positiv beeinflussen (Abbildung 6).

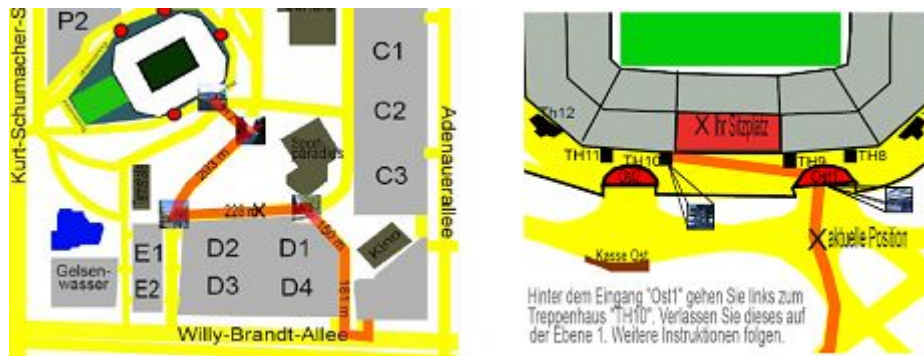


Abb. 5: Routendarstellungen mit SVG für den PDA.



Abb. 6: Der Hyperlink öffnet ein Foto zur Unterstützung bei Entscheidungspunkten.

Die Darstellung der Routeninformation weicht von den Darstellungen aktueller mobiler Navigationsgeräte ab. Dies liegt zum einen an dem Fehlen verschiedener Parameter (z. B. aktuelle Richtung und Geschwindigkeit), zum anderen daran, dass nur eine statische Teilroute zum PDA übertragen wird. Dennoch liefert die zweidimensionale SVG-Grafik einen guten Überblick und eine leicht verständliche Routenbeschreibung. Bei Bedarf können die erstellten Grafiken durch weitere Informationen aufgewertet werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorgestellten Arbeit wurden RFID-Karten für die Unterstützung von Stadionbesuchern bei der Wegesuche untersucht. Aufgrund der geringen Reichweite eines RFID-Transponders kann die aktuelle Position des Besuchers mit der benötigten Genauigkeit bestimmt werden. RFID-Tickets ermöglichen die Zusammenstellung weiterer Informationen für eine Navigationsanfrage des Nutzers, so dass keine explizite Interaktion des Nutzers am Spieltag nötig ist. Der vorgestellte Lösungsansatz lässt sich auf weitere

Anwendungsgebiete für den Einsatz von RFID-Tickets übertragen, z.B. Navigationshilfen auf Flughäfen oder Bahnhöfen anhand der RFID-Reisetickets. Mit OpenLS als Basis können weitere ortsbasierte Dienste hinzugefügt werden. Eine Visualisierung der Route als zweidimensionale Grafik kann mittels SVG vorgenommen werden. Als Ergebnis bleibt festzuhalten, dass dieser Dienst für einen Großteil der Zuschauer der WM 2006 in Deutschland einen enormen Nutzen darstellen würde. Aufgrund der austauschbaren Datengrundlage ist das System in verschiedenen Stadien einsetzbar.

Literatur

- BUTZ, A. & A. KRÜGER (2001): Orts- und richtungsabhängige Informationspräsentation auf Mobilien Geräten. In: ti+ti- Informationstechnik und technische Informatik, 43(02): 90-96. München.
- DOMBERG, J. (2004): Präsentation "Omnocard 2004". pers. Komm.
- FIFA (Hg) (2003): Ticket-Verkauf startet frühestens Weihnachten 2004. Online unter: <http://fifaworldcup.yahoo.com/06/de/021115/1/a.html> (abgerufen am 18.5.04).
- KÖLMEL, B. & M. WIRSING (2002): Nutzererwartungen an Location Based Services - Ergebnisse einer empirischen Analyse. In: ZIPF, A. & J. STROBL (Hg.): Geoinformation Mobil. Heidelberg, 85 - 97.
- LÜCK (2004): info-RFID. Online unter: <http://e24-5.bsm.dtrd.de/Aktivitaeten/info-RFID> (abgerufen am 26.5.2004).
- MALAKA, R. & A. ZIPF (2000): Deep Map - challenging IT research in the framework of a tourist information system. In: FESENMAIER, D. R., S. KLEIN & D. BUHALIS (Hg.): Information and communication technologies in tourism 2000. Wien, 15-27.
- MABROUK, M., T. BYCHOWSKI, J. WILLIAMS, H. NIEDZWIADK, Y. BISHR, J.-F. GAILLET, N. CRISP, W. WILBRINK, M. HORHAMMER, G. ROY & S. MARGOULIS (2004): Open GIS Location Services(OpenLS): Core Services. (OGC 03-006r3). Version 1.0.
- RAUBAL, M. & M. EGENHOFER (1998): Comparing the complexity of wayfinding tasks in built environments. In: Environment & Planning, B 25(6): 895-913.
- RAUBAL, M. (2001): Agent-based Simulation of Human Wayfinding: A Perceptual Model for Unfamiliar Buildings. Dissertation, Technische Univ. Wien.
- STAHL, C., J. BAUS, A. KRÜGER, D. HECKMANN, R. WASINGER & M. SCHNEIDER (2004): REAL: Situated Dialogues in Instrumented Environments. ITI Workshop, AVI 2004 (Advanced Visual Interfaces). Gallipoli (Lecce), Italien.
- STAHL, C. & D. HECKMAN (2004): Using Semantic Web Technology for Ubiquitous Hybrid Location Modelling. 1st Workshop on Ubiquitous GIS, in conjunction with 12th International Conference on Geoinformatics, 2004.
- SEIDEL, A. (1982): Wayfinding in Public Spaces: The Dallas/Fort Worth, USA Airport. 20th International Congress of Applied Psychology, Edinburgh, Scotland.
- WOHLTORF, J. (2004): Ubiquitous Access and Embedded Adressability. Technical Report. Kompaktseminar der Deutschen Telekom AG Berlin. Berlin.