

Datengrundlage für Location-based Services (LBS)

Joachim BALDEGGER, Christine GIGER

Zusammenfassung

In der Telekommunikationsbranche werden grosse Hoffnungen in die standortbezogenen Dienste (LBS) gesteckt. Da der Erfolg von solchen Angeboten nicht nur von der technischen Seite, sondern ebenso von deren Inhalt abhängt, spielen die zugrundeliegenden Daten eine wichtige Rolle. Der grösste Teil dieser Information hat einen Raumbezug, weshalb LBS im Bereich der Geoinformation immer wichtiger werden.

In unserem Beitrag gehen wir näher auf die Anforderungen und Problematik der Daten für die Fussgängernavigation ein. Präzise Navigation ist eine der Grundvoraussetzungen für die erfolgreiche Einführung von LBS. Wir untersuchen verschiedene bestehende Datenquellen auf ihre Eigenschaften und Eignung für den Einsatz mit LBS. Ebenfalls zeigen wir unsere Strategie auf, diese Daten, die aus verschiedenen Quellen stammen, zusammenzuführen. Unser Ansatz basiert hierbei auf der Beschreibung von Ontologien, welche uns nicht nur den Transfer ermöglichen, sondern auch kontrollierten Zugriff auf die Daten selber geben. Dies ist im Hinblick auf die Datenvereinfachung und die Integration für den Einsatz auf mobilen Endgeräten von zentralem Interesse.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Der allgemeine technologische Trend zu mobilen Anwendungen eröffnet für die Geoinformationsbranche einen neuen Zweig, der mobile Dienste wie Location-based Services (LBS) beinhaltet. Die immer präziseren Positionierungsverfahren sowie die Einführung von neuen Mobilfunkstandards (GPRS, UMTS) ermöglichen die Bereitstellung von hochkomplexen Informationen für den Kunden. Netzwerkanbieter suchen nach Anwendungen, die einen genügend grossen Umsatz generieren, um die hohen Investitionskosten in Lizenzen und Funknetze zu rechtfertigen. Standortbezogene Dienste werden als solche ‚Killerapplikation‘ gesehen und deren Entwicklung dementsprechend gefördert.

Eine der grundlegenden Funktionalitäten von LBS ist die Möglichkeit, den Nutzer an ein bestimmtes Ziel zu navigieren. Aus diesem Grund beschränken wir uns in diesem Beitrag auf die Navigationsaspekte von LBS. Auch für solche Navigationsdienste gilt der Grundsatz „Jeder Dienst ist nur so gut wie die zugrundeliegenden Daten“, weshalb den Daten als Grundlage ein hohes Gewicht beigemessen werden muss.

Fahrzeugnavigationssysteme sind seit mehreren Jahren kommerziell verfügbar und haben sich im Einsatz bewährt. Trotzdem ist der Übergang zur Fussgängernavigation nicht einfach, ist der Fussgänger nicht an so klare Verkehrswege und -regeln gebunden.

1.2 Inhalt

Viele Datendomänen, die für die Fussgängernavigation interessant oder gar notwendig sind, wurden in anderen Zusammenhängen bereits erfasst. Die Idee, diese Daten auch in den entsprechenden Systemen zu verwenden ist somit naheliegend und Inhalt dieses Artikels.

In einem ersten Arbeitsschritt untersuchen wir die Anforderungen an Daten, welche als Basis für die Fussgängernavigation dienen sollen. Da dieser Begriff sehr breit gefasst werden kann, stellen wir ein Szenario vor, auf dem unsere Untersuchungen aufbauen.

Im zweiten Schritt werden bestehende Datenquellen untersucht, ob sie die Möglichkeit für die Extraktion der gesuchten Daten in einer geeigneten Form bieten. Im dritten Abschnitt stellen wir einen Lösungsansatz und Konzepte zur Gewinnung einer geeigneten Datenbasis für die Fussgängernavigation dar.

2 Anforderungen

2.1 Qualitative Anforderungen

Die Anforderungen werden durch die Anwendung definiert. Während sehende Menschen fähig sind, visuelle Informationen (z B. Strassenrand) in die Wegefindung einfließen zu lassen, sind sehbehinderte Menschen auf präzise Angaben des Systems angewiesen (HELAL ET AL. 2001). So muss die Datengrundlage für ein Blinden-Navigationssystem sicherlich geometrisch genauer sein als ein Navigationssystem für Touristen..

Die generellen Anforderungen können in fünf Kategorien gefasst werden:

- Kompakte Datenformate
- Intelligente, dynamische Darstellung
- Attribute für multi-modale Navigation (Auto, Fussgänger, etc.)
- Überlagerte, dynamische Information (Verkehrsverhältnisse, freie Zimmer, Speisekarten, etc.)
- Personenrelevante Attribute

Je weniger kompliziert die verwalteten Geodaten sind, desto weniger Zeit beansprucht die Bearbeitung der Anfrage. Vor allem die Geometrie sollte so einfach wie möglich gehalten werden, da komplizierte Geometrien die Rechenleistung stark beanspruchen, diese aber auch für andere Prozesse wie Darstellung oder Navigationsinstruktionen gebraucht wird. Ein gutes Beispiel für die starke Minimierung der Geometrien sind die GDF-Datensätze für die Fahrzeugnavigation, wo Strassen nur durch ihre Achse beschrieben sind und auf eine Erfassung der Flächen verzichtet wird.

Neben Geometrie ist die Topologie ein unverzichtbarer Teil für ein Netzwerk, wie sie z B. Strassen oder Fahrwege bilden. Sie beinhaltet Informationen über Knoten und Kanten, was für die Berechnung von Wegen benötigt wird. Auf diesen Knoten-Kantenstrukturen können mathematische Algorithmen verschiedene Wegeprobleme (z B. kürzeste Wege, Wegekostenanalyse etc.) ermitteln.

Bei dynamischer Nutzung stellt sich die Frage, wie man den momentanen Standpunkt in das Netz einbinden kann. Dies kann durch einen senkrechten Schnitt und Auftrennung der am nächsten liegenden Kante geschehen. Bei einer genügend grossen Auflösung von Knoten empfiehlt es sich jedoch, einfach den nächstliegenden Knoten als Startpunkt des Wegealgorithmus zu definieren. Dies verhindert aufwändige Operationen und genügt den Anforderungen in den meisten Fällen.

2.2 Inhaltliche Anforderungen

Neben der Qualität spielt aber auch der Inhalt eine entscheidende Rolle. Während die qualitativen Anforderungen generell gelten, hängt die Funktionalität direkt von den inhaltlichen Kriterien ab. Im Folgenden gehen wir auf ausgesuchte Daten-Domänen für die Fussgängernavigation ein und versuchen die Anforderungen an diese zu konkretisieren. Wir gehen dabei von einem Regelfall-Szenario aus, in dem ein sehender Nutzer von seinem momentanen Standpunkt aus zu einer bestimmten Adresse oder verschiedenen Points-of-interest wie Tankstellen, Einkaufsläden, Poststellen etc. gelangen will. Blinden-, Notfall- und andere Szenarien können zwar auf unsere Überlegungen aufbauen, bedingen aber eine Anpassung an die entsprechenden Bedürfnisse.

Strassen spielen in der Fussgängernavigation eine wichtige Rolle als gefährliches Hindernis, aber auch als wichtige Orientierungshilfe, z B. durch Adressen. Im Hinblick auf die Performanz der Applikation (Reduktion der Transfer-Datenmenge, Rechengeschwindigkeit, Wegealgorithmen) macht es Sinn, Strassenflächen über ihre Achse als Linienelement mit Attributen zu Klassifizierung, Durchmesser etc. zu verwalten.

Auf den ersten Blick würde es im Hinblick auf die möglichst starke Vereinfachung sinnvoll erscheinen, die Gehwege ebenfalls als Strassenattribut zu handhaben. Somit könnte neben einem Attribut zur Strassenklassifizierung ein weiteres Attribut beschreiben, ob auf diesem Abschnitt ein beidseitiger, links- oder rechtsseitiger oder gar kein Fussweg besteht. Allerdings würde die Beschreibung von toten Enden oder reinen Fussgängerwegen nicht möglich sein, da wir an die Unterteilung der Strassenabschnitte gebunden sind. Gehwege sind das hauptsächliche Bewegungsgebiet von Fussgängern, womit strikte Anforderungen an die Genauigkeit bestehen. Deshalb sollten sie für die Fussgängernavigation als eigenständige Klasse behandelt werden. Auch hier ist eine geometrische Reduktion auf die Mittellinie nicht nur wünschenswert, sondern notwendig.

Neben Strassen und Gehwegen sind Informationen über Fussgängerzonen, Zebrastreifen, Ampeln, Unter- und Überführungen, Verbote und andere Hindernisse wie Parkfelder, Blumenboxen, Treppen etc. notwendig. Die benötigten Datendomänen richten sich wie oben erwähnt nach der Art der Navigationsapplikation. Die zugehörigen Geometrien (Punkte oder Linien) richten sich nach Wichtigkeit und Ausdehnung der Elemente. Somit wird eine Fussgängerampel sicherlich kein Linienelement sein, während Unter- und Überführungen je nach Ausdehnung durchaus als solche gehandhabt werden können.

3 Datenquellen

Ein grosser Teil der gesuchten Informationen wurde bereits in anderem Zusammenhang erfasst. Daher macht es Sinn, die vorhandenen Datenquellen auf ihre Eignung für den Einsatz in der Fussgängernavigation zu untersuchen. Als vorhandene Datenquellen bieten sich Datensätze für die Fahrzeugnavigation, topographische Datensätze sowie die offizielle Katastervermessung an. Die existierenden Datensätze differieren in 4 Hauptbereichen:

- Erfassungstiefe (Skalierung):
Die Erfassungstiefe beschreibt die Tiefe, bis zu der Information erfasst wurde. So ist z B. die Anlieferungsstrasse im Hinterhof eines Restaurants von wenig Interesse für Fussgängernavigation. Hier kann mit guten, auf die Anwendung zugeschnittenen Konzepten die Datenmenge stark verringert werden.

- **Detaillierung:**
Mit Detaillierung ist die Generalisierung gemeint, die bei der Erstellung des Datensatzes vorgenommen wurde. So kann z. B. eine komplizierte Kreuzung als einfacher Punkt mit mehreren Ästen vereinfacht werden. Wichtig hierbei ist, dass für die Applikation entscheidende Informationen nicht verloren gehen, überflüssige jedoch vereinfacht oder gar weggelassen werden.
- **Genauigkeit:**
Die Genauigkeit der Datensätze hängt in erster Linie von der Erfassungsart ab. Üblicherweise führen Rastererfassungs-Methoden zu geringeren Genauigkeiten als Vektorerfassungs-Methoden. Auch hier gilt: die Anwendung definiert die benötigte Genauigkeit und beeinflusst somit auch die Erfassungsmethode.
- **Geometriertypen:**
In räumlichen Informationssystemen werden üblicherweise Punkt-, Linien- und Flächenelemente unterschieden. Im Hinblick auf die Rechenzeiten auf einem mobilen Gerät sind in Navigationssystemen möglichst einfache Geometriertypen anzustreben. Solche Vereinfachungen sind aber immer auch mit einem Verlust an Information verbunden und sollten deshalb mit Vorsicht vorgenommen werden. Im Zusammenhang mit Fussgängernavigationsaufgaben ist vor allem die Vereinfachung von flächenhaften Objekten wie Strassen, Zebrastreifen etc. zu Linien nötig. Zur Wegermittlung benötigen die mathematischen Algorithmen eine Netzwerkstruktur mit einer entsprechenden Topologie.

Die Kombination von Datensätzen aus verschiedenen Quellen wäre wünschbar, um Mehrfach-Erhebungen zu vermeiden und bestehende Daten nutzen zu können. Diese Integration hat sich aber als schwierig erwiesen (WALTER 2001). Die Hauptprobleme sind die geometrische Übereinstimmung, die oftmals nicht gegeben ist, sowie fehlende gemeinsame Identifikationsmerkmale der verschiedenen Datensätze.

3.1 Fahrzeugnavigationsdaten

Fahrzeugnavigationssysteme verbinden Koordinaten oder Adressinformationen mit den Strassendaten. Neben den Grundlagen für die Routenplanung sind viele interessante Objekte wie Hotels, Tankstellen, Geldautomaten etc. im Datensatz enthalten. Vorteile dieser Datensätze sind die Aktualisierungsintervalle von 6 Monaten und die Eignung für schnelle Verarbeitung. Probleme tauchen allerdings im Zusammenhang mit der Visualisierung auf, da topographische Informationen fehlen und eine optimale Darstellung für den Nutzer nicht möglich ist.

Aus folgenden Gründen sind Fahrzeugnavigationsdaten nur bedingt brauchbar für die Fußgängernavigation:

- Genauigkeit mit 10 bis 30 m zu gering
- Netzwerk basiert auf Fahrstreifen, die nicht unbedingt für die Fußgängernavigation genutzt werden können
- Fussgängerzonen sind nicht erfasst
- Wichtige Landmarken für die Orientierung fehlen üblicherweise

3.2 Topographische Daten

VECTOR25 ist ein digitales, vektororientiertes Landschaftsmodell der Schweiz, welches auf der Landeskarte im Massstab 1:25000 basiert. Inhaltlich und geometrisch stimmt es mit dieser überein und wird auch in den entsprechenden Intervallen nachgeführt (6 Jahre). Die Genauigkeit richtet sich nach der Kartengenauigkeit und bewegt sich zwischen 3 bis 8 Metern. Durch das Vektorformat ist eine flexible Visualisierung möglich.

Folgende Vorbehalte für den Einsatz von VECTOR25 ergeben sich:

- Erfassungstiefe zu gering
- Detaillierung aufgrund der Generalisierung mangelhaft
- Genauigkeit aufgrund des Massstabes und der Generalisierung ungenügend
- Lange Nachführungsintervalle (6 Jahre)
- Wichtige topologische Eigenschaften fehlen

3.3 Daten aus der amtlichen Vermessung

Die Daten der Amtlichen Vermessung (AV) sind in der Genauigkeit besser erfasst, als dies für die Fussgängernavigation nötig ist und die Detaillierung ist sehr hoch. Zudem sind diese Daten beinahe flächendeckend verfügbar und genügen gewissen Normen, was die Integration mit anderen Datenquellen vereinfacht. Leider sind die Daten oft über mehrere Stellen der Verwaltung verteilt und teils nur in analoger Form verfügbar.

Betrachtet man die oben definierten vier Unterschiede zwischen Datensätzen und vergleicht die Daten der AV und die gewünschten Daten für die Fussgängernavigation, stellt man fest, dass erstere in drei Punkten (Erfassungstiefe, Detaillierungsgrad, Genauigkeit) besser als gewünscht sind. Bei der Geometrie besteht das Problem, dass die interessanten AV-Daten i.d.R. flächenorientiert sind und die Topologie fehlt. Deshalb muss für den Einsatz mit einem Fussgängernavigationssystem ein neuer, linienorientierter Datensatz aus den bestehenden Daten extrahiert und dessen Netz-Topologie erstellt werden.

4 Lösungsansätze

Der Vergleich der drei Datenquellen zeigt, dass die amtliche Vermessung als Grundlage am Geeignetesten erscheint. Allerdings genügen auch hier die Daten nicht vollständig den Anforderungen. Wünschbar wäre ein (halb-)automatisches Werkzeug, das uns aus den Daten der AV die benötigten Daten in der notwendigen Form bezüglich Geometrie und Topologie extrahiert. In Abbildung 1 stellen wir ein mögliches Ablaufschema eines solchen Werkzeuges vor.

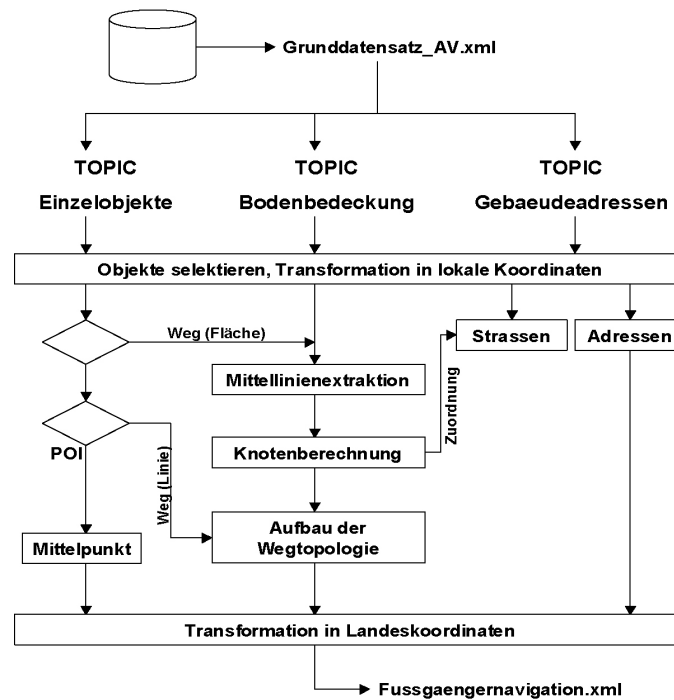


Abb. 1: Ablaufschema für die Aufbereitung von AV-Daten zu nutzbaren Navigationsdaten

4.1 Datenmodell

Eine Untersuchung hat gezeigt, dass in der Stadt Zürich der grösste Teil der benötigten Grunddaten für die Fussgängernavigation vorhanden ist. Mittels Ontologien können diese Daten aus verschiedenen Systemen importiert und in der benötigten Form erstellt werden. Für die Beschreibung der Ontologien benutzen wir ein in der Schweiz normiertes Werkzeug für den Austausch von Geodaten aus der AV namens INTERLIS (INTERLIS 2002). Dies ist eine modellorientierte Datenbeschreibungssprache die auf der formalen Implementierung von Ontologien basiert. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, Daten die auf verschiedenen Systemen in verschiedenen Abteilungen der öffentlichen Verwaltung vorhanden sind in ein einheitliches System zu integrieren.

```
TABLE Liegenschaft =
  Objekt: -> Grundstueck // Art = Liegenschaft //; !! Beziehung 1-c
  Geometrie: AREA WITH (STRAIGHTS, ARCS) VERTEX LKoord BASE
            // LKoord nur LFP,GP und Hoheitsgrenzpunkte //
            WITHOUT OVERLAPS > 0.050;
  Flaechenmass: DIM2 1 999999999;           !! Flächenmass in m2
  NO IDENT
  END Liegenschaft;
```

Abb. 2: Beispiel der Beschreibung des Typs Liegenschaft mit der formellen Datenbeschreibungssprache INTERLIS

INTERLIS ist nicht nur eine wirksame Möglichkeit zur Spezifizierung von Ontologien, sondern bietet auch objekt-orientierte Werkzeuge um UML-Eingaben (Unified Modeling

Language) zu verarbeiten und um XML-Ausgaben (eXtensible Markup Language) zu erstellen. XML ist gut für die weitere Nutzung im Zusammenhang mit mobilen Diensten geeignet. INTERLIS generiert für jeden Datensatz zwei Dateien. Die Erste enthält eine Beschreibung des benutzten Datenmodells, die Zweite die entsprechend codierten Daten. In Abbildung 3 ist ein denkbare Datenmodell für ein Fussgängernavigationssystem aufgezeichnet. Unterschieden werden können im wesentlichen ein Visualisierungs-, ein Wegedetections- und ein Start/Zielblock. Durch diese Unterteilung kann auf die spezifischen Bedürfnisse und Eigenschaften der einzelnen Bereiche eingegangen werden. Natürlich hängen die Bereiche zusammen. So kann z. B. eine Kante als Polylinie (Linielement) graphisch dargestellt werden oder zu jedem Start-/Zielpunkt ist ein Knotenpunkt zugeordnet.

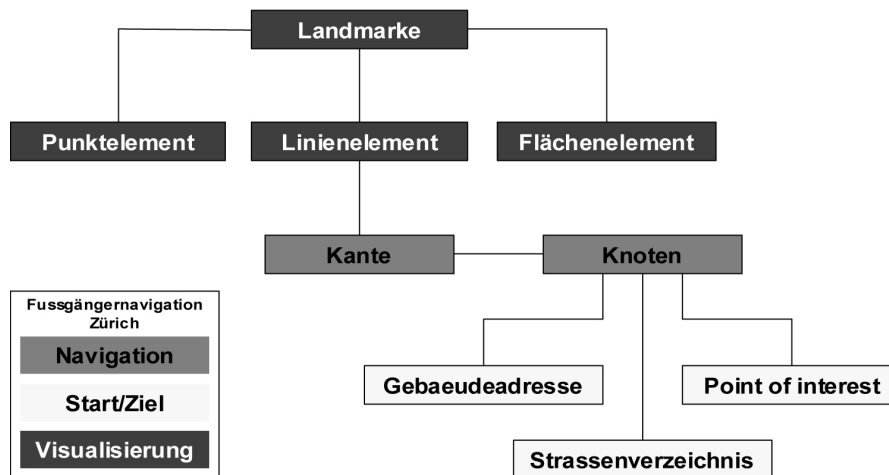


Abb. 3: Ein mögliches konzeptionelles Schema für eine Fussgängernavigationsapplikation

4.2 Wegedetektion

Eine mit INTERLIS formal vollständig spezifizierte Ontologie bietet uns neben dem Transfer auch die Möglichkeit, kontrolliert auf die Daten zuzugreifen. Diese Eigenschaft können wir nutzen, um die Daten in die gewünschte Form zu portieren. Dazu wird zuerst die Codierung der gesuchten Datensätze aus der ersten Datei ermittelt und die entsprechenden Daten aus der zweiten Datei extrahiert. Anschliessend wird mit entsprechenden Werkzeugen die Reduktion von spezifischen Geometrien wie z. B. die Reduktion von flächenhaften Gehsteigen auf deren Mittellinie vorgenommen. Die neu errechneten Daten können gemäss dem Applikations-Datenmodell in eine neue INTERLIS-Datei codiert werden. Natürlich muss auch das entsprechende Datenmodell in einer dazugehörigen Datei beschrieben sein. Die Wegedetektion ist ebenfalls sehr stark von der Applikationsart beeinflusst. Der Pfad von Start A zum Ziel B kann nach verschiedenen Kriterien ausgewählt werden. Abhängig vom momentanen Einsatz des Systems kann z. B. der schnellste, der attraktivste oder der praktikabelste Weg gewünscht werden. Ein Navigationssystem muss solche Kriterien den Nutzerwünschen entsprechend in die Lösungssuche einbeziehen. Eine Möglichkeit für die Berücksichtigung dieser Bedürfnisse ist die Einführung entsprechender Kanten-Attribute. Eine Bewertung über den gesamten Weg kann nun z. B. mit Hilfe einer Wegekostenanalyse

über die entsprechenden Attribute erfolgen. Zwar ist eine automatische Ermittlung von diesen Attributen (z. B. Aufwandsattribut entsprechend dem Höhenunterschied zwischen Anfang- und Endpunkt der Kante) denkbar, allerdings müssen Bewertungen wie der Attraktivität etc. höchstwahrscheinlich manuell erfasst werden.

4.3 Visualisierung

Gerade bei mobilen Geräten, deren Bildschirme klein und der Speicherplatz sowie die Rechenleistung begrenzt sind, sollte der Aspekt der Visualisierung nicht vergessen werden. Hierzu untersuchen wir, welche Art der Darstellung bis zu welchem Detaillierungsgrad im Hinblick auf die technischen Möglichkeiten des mobilen Gerätes, aber auch auf die ‚Lesbarkeit‘ der Information für den Nutzer, geeignet ist. So ist die Darstellung des amtlichen Katasters zwar sehr detailliert, die Leistung des Gerätes dürfte hingegen nicht zur Visualisierung ausreichen. Auf der anderen Seite dürfte ein als einfacher Linienzug dargestellter Weg den Benutzer beim Versuch, sich zu orientieren, heillos überfordern. Als Orientierungshilfe wird untersucht, welche auffälligen Objekte (z. B. Kirchen, Stadien etc.) in welcher Form für die Orientierung des Nutzers in der Realität geeignet und hilfreich sind. Solche Landmarken erleichtern die Wegfindung erheblich. Gerade in unbekanntem Umfeld sind die Nutzer auf sinnvolle und einfach verständliche Informationen angewiesen (CORONA & WINTER 2001).

5 Schlussbemerkung

Wie bereits erwähnt ist ein Grossteil der benötigten Daten für die Fussgängernavigation vorhanden, aber der Zugang und Informationen über diese Daten fehlen. Die Daten liegen nicht in der gewünschten Form vor und müssen in bezug auf Geometrie, Topologie und Attribute adaptiert werden. Auf der Basis von Ontologien (modell-basierten Ansätzen gemäss ISO/TC 211) sind Werkzeuge vorhanden, die den kontrollierbaren Zugang zu den Daten und ihrer Semantik bieten. Noch sind nicht alle Daten für die Fussgängernavigation in digitaler Form vorhanden. Die fehlenden Elemente (z. B. Zebrastreifen) müssen aus sinnvollen Quellen wie Luftbildern etc. erfasst und in das System integriert werden. Wichtig ist, dass dabei ein sauberes Netzwerk mit korrekter Topologie entsteht, da ansonsten die Wegdetektionsalgorithmen schlechte Resultate liefern oder gar scheitern.

Gegenwärtig beschäftigen wir uns mit der Modellierung der Daten für die Fußgängernavigation in der Stadt Zürich. Die nächsten Schritte beinhalten Algorithmen für die automatische Verbesserung von existierenden Daten aus der amtlichen Vermessung im Hinblick auf deren Einsatz in Navigationsaufgaben, sowie die Einführung eines formalen Nutzer- und Aufgabenmodells, um die Dienste besser an die verändernden Situationen anpassen zu können.

Literatur

- Baus, J. et al. (2002): *A resource-adaptive mobile navigation system*. IUI'02, 13. – 16. Januar 2002, San Francisco, Kalifornien, USA.

-
- Corona, B.; Winter, S. (2001): *Datasets for Pedestrian Navigation Services*. In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.), *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung*. Proceedings des AGIT Symposiums, Salzburg 2001, S. 84-89.
- Giger, Ch., Baldegger, J.: *Datengrundlage für die multimodale Verkehrsmittelnutzung*. In: Möltgen, Wytzisk (Hrsg.): *GI-Technologien für Verkehr und Logistik*, IfGI prints Nr. 13 2002, S. 59-71.
- Helal, A. et al. (2001) : *Drishti : An Integrated Navigation System for Visually Impaired and Disabled*. Proceedings des Fifth International Symposium on Wearable Computers (ISWC'01), Zürich 2001, S. 149 – 156.
- INTERLIS (2002): *INTERLIS – the GeoLanguage*, <http://www.interlis.ch>, 2002-11-21
- Walter V. (2001): *Matching spatial data from different sources*. Universität Stuttgart, Institut für Photogrammetrie, <http://www.ifp.uni-stuttgart.de/forschung/gis/Matching/matching.htm>, 2002-11-21