

Effektive Nutzung von Stadtmodellen für die Fahrzeugnavigation

Arne Mittelstaedt¹, Marc-Oliver Löwner²

¹ TU Braunschweig, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
a.mittelstaedt@tu-bs.de

² TU Braunschweig, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
m-o.loewner@tu-bs.de

Citation Notes:

Mittelstaedt, A. & Löwner, M.-O. (2009): Effektive Nutzung von Stadtmodellen für die Fahrzeugnavigation. In: Reinhardt, W., Krüger, A. & Ehlers, M. (Hrsg.): Geoinformatik 2009, ifgiPrints 35: 37 - 41.

Abstract. Wir beschreiben hier ein Konzept für einen Service zur robusten Fahrzeugortung durch Kombination von Ortungssensoren und 3D-Stadtmodellen. Nicht nur komplementär zur Satellitennavigation wird solch ein System für Navigationszwecke benötigt; es dient auch als wichtige Qualitätskomponente hinsichtlich der kommenden Generation an Fahrerassistenzsystemen und autonomen Fahrzeugen. Eine wichtige Schnittstelle ist die effiziente Auswahl von benötigten Informationen aus dem gesamten Stadtmodell-Datensatz, um die zur Ortung benötigten Geometriedaten nahezu echtzeit-basiert verarbeiten zu können. Diese Schnittstelle kann durch einen OGC-konformen Web Feature Service bereitgestellt werden, der die Kommunikation in bidirektionaler Weise zwischen egozentriertem Fahrzeug und infrastrukturellen Stadtmodell-Daten ermöglicht.

1 EINFÜHRUNG

Fahrerassistenzsysteme sollen zukünftig zunehmend aktiv in die Fahrzeugsteuerung eingreifen. Dies stellt jedoch enorme Anforderungen an die Eigenortung, auf deren Grundlage Fahrentscheidungen getroffen werden. Dies führt wiederum zu Forderungen, bei denen die Zuverlässigkeit derartiger Systeme im Sinne von Genauigkeit, Verfügbarkeit, Integrität und Kontinuität im Vordergrund steht und somit nicht mehr ausschließlich mit einem egozentrierten Fahrzeugansatz oder den in Stadtgebieten problema-

tischen GNSS (*Global Navigation Satellite System*) gewährleistet werden kann. Die Ableitung einer Position aus Fahrzeugsensoren ist zwar hochgenau, neigt jedoch aufgrund relativer Bezugspunkte zur Fehlerfortpflanzung und ist somit nur kurzzeitstabil. Ein GNSS ist in einem absoluten Bezugssystem vorhanden, jedoch u.a. durch Abschattung und Mehrwegsproblematik nicht zuverlässig verfügbar.

Daher ist unser Ziel die Entwicklung eines hochgenauen Ortungssystems, welches zusätzlich zu den fahrzeuginternen Sensoren einen externen, infrastrukturellen Ansatz für eine absolute Ortung implementiert. Dazu sollen georeferenzierte Fassadengeometrien mit den Messergebnissen eines am Fahrzeug befindlichen Laserscanners weitestgehend echtzeit-basiert abgeglichen und daraus eine absolute Position berechnet werden. Vor dem Hintergrund sich baulich schnell verändernder Städte muss der Datenbestand der Stadtmodelle aktuell im Fahrzeug verfügbar sein.

Mit diesem effektiven service-orientierten Ansatz sollen die Anforderungen an sicherheitskritischen Fahrerassistenzsysteme gerecht werden können und sich komplementär in das zukünftige Servicekonzept des sich im Aufbau befindlichen europäischen Satellitennavigationssystems „Galileo“ einordnen lassen.

2 GRUNDANSATZ

Eine Möglichkeit zur Erfüllung der Forderung nach hochpräziser Ortung ist die Verknüpfung von Messergebnissen eines Laserscanners mit georeferenzierten Stadtmodellen. Aufgrund der typischen Einbauorte von Laserscannern im Bereich der vorderen Stoßfänger und der daraus resultierenden Diagonalschnitte von Fassaden, bietet die Verwendung von 3D-Stadtmodellen deutliche Vorteile gegenüber reinen Grundrissinformationen (vgl. Niemeier et. al. 2006, Kern 2003). Ein solches Verfahren gewinnt mit steigender Komplexität der Umgebung an Genauigkeit und ist somit vom Standpunkt der Umgebungsbedingungen als komplementär zur Satellitennavigation anzusehen. Ferner schafft es in Bereichen, in denen eine Ortung mit Hilfe von Satellitennavigation möglich ist, zusätzliche Redundanzen und steigert somit die Integrität einer fusionierten Ortungslösung. Die dabei zu verarbeitenden Datenmengen machen es jedoch hinsichtlich eines echtzeit-basierenden Systemansatzes dringend erforderlich, effektive Strukturen bzw. Servicekonzepte zur Ermittlung und Übermittlung des notwendigen Datenmaterials zu entwickeln.

Hier setzt das Konzept an (Abb. 1): Einerseits werden die benötigten Daten aus Stadtmodellen für die Fahrzeugnavigation identifiziert und verschiedene Formate von Gebäude- und Stadtinformationen integriert. Andererseits werden die Aktualitätskomponente und effektive Datenübertragung hin zum Fahrzeug behandelt. Das Ziel ist dabei die Entwicklung eines Services zur effektiven Datenextraktion aus Stadtmodellen verschiedener Herkunft. Für die Fahrzeugnavigation ist hierbei eine hohe Performance aufgrund des sicherheitsrelevanten Echtzeitansatzes unabdingbar. Dies gilt für die fahrzeugseitige Geometrieerkennung, die hier nicht näher betrachtet wird ebenso, wie für die Bereitstellung der Daten durch den internetbasierten Service.

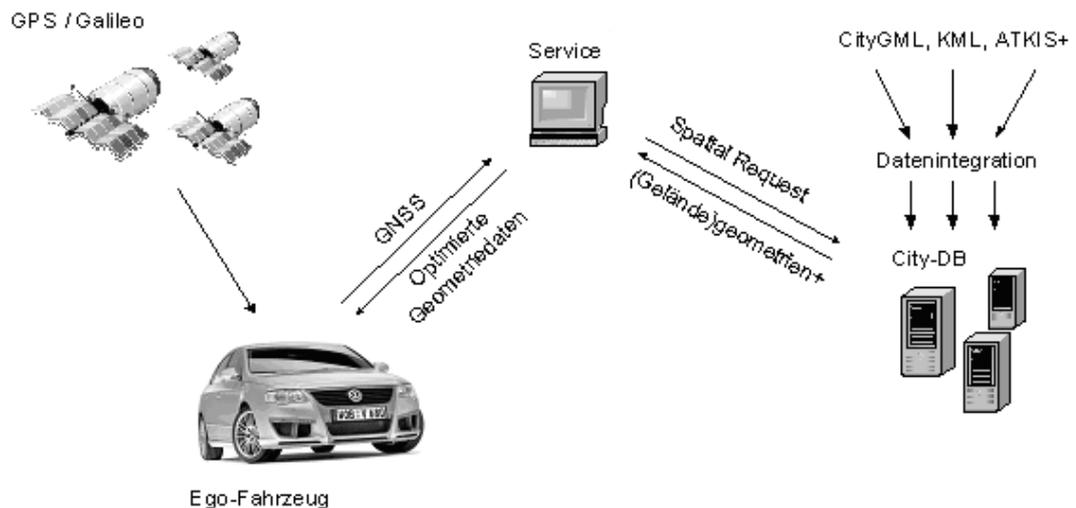


Abbildung 1: Konzept für einen Navigationsservice

3 PROBLEME DER DATENINTEGRATION

Die Integration von Daten aus verschiedenen Datenquellen stellt auch heute noch eine große Herausforderung dar. Gründe dafür sind die Heterogenität der Datenbankschemata und Semantik der Daten sowie die individuell auf diese heterogenen Datenbanken angepasste Middleware, die zwischen dem DBMS (Datenbankmanagementsystem) und der eigentlichen Anwendung steht. Gebäudegrundrissinformationen liegen in Deutschland etwa durch die Automatische Liegenschaftskarte (ALK) oder dem in Teilen bereits verfügbarem Amtlichen Topographisch- Kartographischen Informationssystem (ATKIS) in einem absoluten Koordinatensystem vor.

Daneben werden von Städten und Gemeinden sowie von Geoinformationsanbietern zunehmend 3D-Stadtinformationen erhoben.

Diese Daten stehen allerdings in heterogenen und unterschiedlich komplexen Datenformaten zur Verfügung, die eine Übertragung zum Fahrzeug und damit zur Nutzung für die Navigationsunterstützung nicht direkt möglich machen. Während Daten des ALK in zweidimensionalen Folien vorliegen, die für das angestrebte Ortungskonzept veredelt werden müssen, ist das Datenformat CityGML in Geometrie und Semantik zu komplex. So werden dort etwa die für das Projekt unwichtigen Dachformen gespeichert (vgl. Gröger et al. 2005, Gröger et al. 2007). Auch steht keine Technologie zur Verfügung, die die Anfrage von fahrzeuggestützten Navigationskomponenten auf die zunehmend vorliegenden Daten bearbeiten könnte. Daher werden hinsichtlich der Datenintegration drei wesentliche Schritte bearbeitet:

- Bewertung der verfügbaren Datenquellen für das angestrebte Ortungskonzept. Im Zentrum steht hier die Frage nach einer Aussage, welche Qualität in Genauigkeit, Aktualität oder Vollständigkeit die einzelnen Datenquellen haben und in wie weit sie tatsächlich als Information für die hier zu entwickelnde Ortungskomponente genutzt werden können.
- Erstellung eines Anforderungskataloges in Abhängigkeit vorhandener und neu generierbarer Datenquellen.
- Entwicklung eines Datenbankschemas, welches für zukünftige Anforderungen mehrere Schichten der Genauigkeit hinsichtlich der Datenpräzision ermöglicht. Hierfür ist zunächst eine Anforderungsprüfung in Bezug auf Ortung durch Sensorfusion und 3D-Daten durchzuführen.

4 ENTWICKLUNG EINES SERVICES ZUR EFFEKTIVEN ÜBERMITTLUNG VON GEBÄUDEDATEN

Der Service stellt als Middleware den Kern der Kommunikation zwischen der Stadtmodell-Datenbank und dem Egofahrzeug dar. Hier werden Anfragen des Egofahrzeugs interpretiert, Anfragen an die Datenbank formuliert und für die Übertragung (z.B. per Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) bereitgestellt. Seine Architektur orientiert sich dabei an einem OGC Web Feature Service, der bidirektional mit dem Ego-Fahrzeug kommuniziert.

Die erste Stufe ist die Entwicklung einer Implementierungsspezifikation. Hier werden die Parameter beschrieben, die bei einer Anfrage benannt werden müssen oder können. Geplant sind die Übermittlung der initialen Position des Egofahrzeugs sowie die Version der ggf. auf dem Fahrzeug

vorhandenen Geometrien. Als optionale Parameter sind die Verwendung von Geschwindigkeit und Richtung sowie eine vom Navigationssystem des Fahrzeuges geplante Route realisierbar.

In der zweiten Stufe werden Applikationen entwickelt, die die oben gestellte Anfrage des Egofahrzeuges auf der Stadtmodell-Datenbank ausführen. Hier sind in Abhängigkeit der übertragenen Anfrageparameter, der Version der Daten auf dem Egofahrzeug und der zur Verfügung stehenden Bandbreite verschiedene räumliche Abfrage-Algorithmen zu entwickeln. Ziel ist es, die Ergebnismenge der Abfrage bei optimalem Informationsgehalt zu minimieren.

Die dritte Stufe ist die Bereitstellung von einer Ergebnismenge der Datenbankabfrage für die physische Übertragung auf das Egofahrzeug. Hier ist unter anderem der Aufwand einer aufwendigen Komprimierung der zu übermittelnden Daten zu klären. Der Aufbau des Services soll so erfolgen, dass in weiteren Entwicklungen auch Daten aus der Umgebung des Fahrzeuges, wie etwa Verkehrsdichte an die Datenbank gesendet werden können. Damit wird der Service zu einem potenziellen Kernstück eines integrierten Verkehrsleitsystems mit vielfältigen Anwendungsfällen.

Das Projekt wird innerhalb eines Konsortiums vom Institut für Flugführung (TU Braunschweig), Institut für Geodäsie und Photogrammetrie (TU Braunschweig), der IBEO Automobile Sensor GmbH, der OECON GmbH und Volkswagen durchgeführt.

5 REFERENCES

Niemeier, W.; Tengen, D. und Elkhachy, I.: Zur automatischen Extraktion von Geometrieinformationen aus Punktwolken bei der Erfassung von Unfallstellen, 72. DVW-Seminar Terrestrisches-Laser-Scanning (TLS), Fulda 2006

Kern, F.: Automatisierte Modellierung von Bauwerksgeometrien aus 3D-Laserscanner-Daten, Dissertation, Braunschweig 2003

Gröger, G., Benner, J., Dörschlag, D., Drees, R., Gruber, U., Leinemann, K. und Löwner, M.-O. (2005): Das interoperable 3D Stadtmodell of der SIG 3D. Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, 6/2005: 343-353.

Gröger, G.; Kolbe, T. H. und A. Czerwinski: City Geography Markup Language (CityGML) OGC Best Practices Document, Version 0.4.0, OGC Doc. No. 07-062, Open Geospatial Consortium 2007