



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Seminarausarbeitung

Jan Napitupulu

Indoor Map Server in einem Flughafenszenario

Jan Napitupulu
Indoor Map Server in einem Flughafenszenario

Seminararbeit im Rahmen der Veranstaltung Anwendungen I
im Studiengang Informatik (Master)
am Studiendepartment Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

bei Prof. Dr. Kai von Luck

Abgegeben am 20. Juli 2006

Jan Napitupulu

Thema der Seminararbeit

Indoor Map Server in einem Flughafenszenario

Stichworte

Indoornavigation, ortsbezogene Dienste, Verzeichnisdienst, Gebäudemodell, GebIS, Map Server, mobile Geräte, Flughafen, Point-of-Interest, OpenLS, Nimbus, OntoNav

Kurzzusammenfassung

Mit dieser Ausarbeitung soll die Konzeption eines Systems, das ortsbezogene Dienste verwalten und auf ein Gebäudemodell abbilden kann, vorbereitet werden.

In der Metapher *Flughafen* soll ein solches System exemplarisch durch einen *Indoor Map Server* umgesetzt werden. Dieser soll es ermöglichen, die ortsbezogenen Dienste in einem Flughafen zu verwalten und die Zusammenführung von Anwendern (z.B. Fluggästen oder Bodenpersonal) mit diesen Diensten zu unterstützen.

Die Ergebnisse dieser Ausarbeitung werden als Grundlage für die weitere Arbeit im Projekt zu der Flughafen-Metapher dienen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Einordnung in das Projekt	2
1.4 Gliederung	2
2 Analyse.....	3
2.1 Beispielszenario im Flughafen	3
2.2 Identifikation der Kernkomponenten.....	4
2.2.1 Indoor-Positionierungssystem.....	4
2.2.2 Gebäudeinformationssystem (GebIS)	4
2.2.3 Verzeichnis für ortsbezogene Dienste.....	4
2.2.4 Navigationssystem	5
2.3 Aktuelle Arbeiten	5
2.3.1 OpenGIS Location Service (OpenLS).....	5
2.3.2 Nimbus	8
2.3.3 OntoNav	9
3 Resümee und Ausblick.....	12
3.1 Bewertung und Zusammenfassung.....	12
3.2 Ausblick auf das Projekt.....	13
Abbildungsverzeichnis	14
Literaturverzeichnis	15

1 Einleitung

Mobile Geräte werden immer kleiner, leistungsfähiger und erfreuen sich einer stetig wachsenden Verbreitung. Darüber hinaus verfügen moderne mobile Endgeräte in der Regel über eine hohe Kommunikationsfähigkeit (z.B. über Bluetooth, WLAN oder GPRS). Den mobilen Benutzern wird es damit ermöglicht, zunehmend umfangreichere Anwendungen mit ihren Geräten in Anspruch zu nehmen.

Der Aufenthaltsort eines Benutzers stellt bei ortsbezogenen Diensten (*location-based services*) eine besonders wichtige Information dar. Solche Dienste können beispielsweise Auskunft über bestimmte Dienstleistungen geben, die in der Umgebung des Anwenders zur Verfügung stehen (z.B. der nächstgelegene Geldautomat, die nächstgelegene Tankstelle), oder aber auch selbst eine lokal verfügbare Dienstleistung bereitstellen.

Die Metapher *Flughafen* bietet sich als exemplarisches Anwendungsumfeld für solche Dienste besonders gut an: „Viele Menschen, die sich einem großen Gebäudekomplex mit vielen unterschiedlichen Points-of-Interest (POI), wie z.B. Restaurants, Geschäfte oder Raucherbereiche, bewegen.“

In den folgenden Unterkapiteln werden die Motivation (1.1) und die Zielsetzung (1.2) dieser Ausarbeitung dargelegt. Im Unterkapitel 1.3 folgt eine Einordnung in das übergeordnete Projekt, zu dem diese Ausarbeitung ihren Beitrag leisten möchte. Abschließend wird in Unterkapitel 1.4 eine kurze Übersicht zur weiteren Gliederung gegeben.

1.1 Motivation

Eine effiziente Nutzung ortsbezogener Anwendungen ist für einen Benutzer nur dann uneingeschränkt möglich, wenn folgende Fragestellungen beantwortet werden können:

- *Welche Dienste werden angeboten?*
- *Wo werden diese Dienste angeboten?*
- *Wie gelangt man zu einem Dienst mit bekannten Ort bzw. bekannter Adresse?*

Die Motivation dieser Ausarbeitung besteht in der Konzeption eines Systems, das eine Beantwortung auf diese drei Fragestellungen ermöglicht bzw. unterstützt. Der dabei verfolgte Ansatz beruht dabei im Wesentlichen auf zwei grundlegenden Ideen:

- 1) *Es muss ein Verzeichnis von verfügbaren ortsbezogenen Diensten oder Dienstleistungen (z.B. Geldautomaten, Restaurants, ...) existieren, in dem die verschiedenen Informationen zu einem Dienst oder einer Dienstleistung hinterlegt werden und jederzeit abrufbar sind.*
- 2) *Die Dienste oder Dienstleistungen müssen zusätzlich auf ein geografisches bzw. geometrisches Modell abgebildet werden, so dass jederzeit eine Auskunft über den Ort des Dienstangebots gegeben werden kann.*

In der Metapher *Flughafen* soll ein solches System exemplarisch durch einen *Indoor Map Server* umgesetzt werden. Dieser soll es ermöglichen, die ortbezogenen Dienste in einem Flughafen zu verwalten und die Zusammenführung von Anwendern (z.B. Fluggästen oder Bodenpersonal) mit diesen Diensten zu unterstützen. Die Bezeichnung *Indoor Map Server* wurde gewählt, um die wesentlichen Charakteristika des Systems festzuhalten. Zum einen ist es speziell für die Anwendung innerhalb von Gebäuden bzw. Gebäudekomplexen gedacht. Zum anderen ist das Konzept eine Anlehnung an existierende *Map Services*, die insbesondere für Outdoor-Szenarien

eine dynamische Erstellung von Karten innerhalb eines verteilten Geoinformationssystems (GIS) erlauben.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel dieser Ausarbeitung ist die Analyse der Funktionalität eines *Indoor Map Servers* und die Identifikation der notwendigen Kernkomponenten für die Entwicklung. Dadurch soll ein grundlegender Überblick über die konzeptionellen und technischen Anforderungen geschaffen werden, an dem dann im Projekt angeknüpft werden kann.

1.3 Einordnung in das Projekt

Diese Ausarbeitung ist Teil eines übergeordneten Projekts, bei dem weitere Aspekte in der Metapher *Flughafen* behandelt werden. Die vorläufige Projektarchitektur wird in Abb. 1-1 dargestellt.

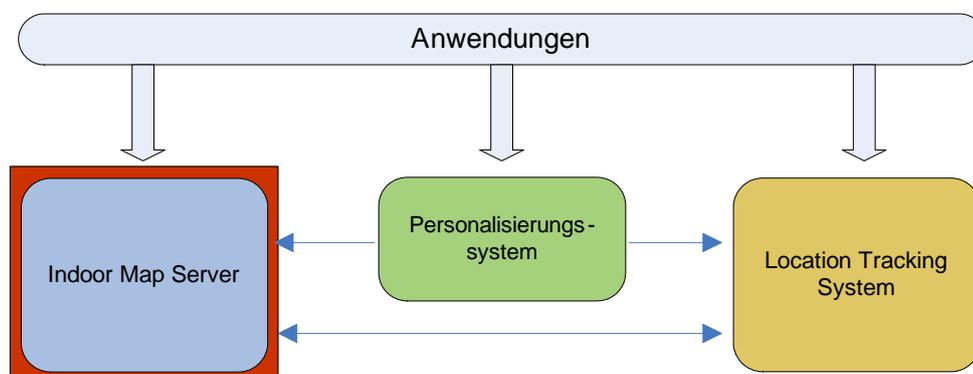


Abb. 1-1: Einordnung in die Projektarchitektur

Derzeit sind für das übergeordnete Projekt drei miteinander kooperierende Systeme vorgesehen:

- Location Tracking System [Kutak 2006]
- Personalisierungssystem [Koychev 2006]
- Indoor Map Server (diese Ausarbeitung)

Von einer Darstellung der parallel laufenden Arbeiten wird an dieser Stelle abgesehen und auf die oben angegebene Literatur verwiesen. Im weiteren Verlauf dieser Ausarbeitung, werden an den entsprechenden Stellen die Bezugspunkte zu den beiden anderen Systemen durch weitere Literaturverweise kenntlich gemacht.

1.4 Gliederung

In Kapitel 2 (Analyse) wird ein Beispielszenario für die Anwendung des *Indoor Map Servers* skizziert. Anhand dessen werden die wichtigsten Kernkomponenten identifiziert und erläutert. Anschließend werden einige aktuelle Arbeiten, die sich mit einer ähnlichen Thematik beschäftigen, vorgestellt und untersucht. Bei dieser Betrachtung steht insbesondere ein kritischer Blick auf die Anwendbarkeit bzw. Wiederverwendbarkeit dieser Arbeiten für das Projekt im Vordergrund.

Kapitel 3 (Resümee und Ausblick) liefert eine Bewertung der Analyseergebnisse und gibt einen konkreten Ausblick auf das geplante Projekt.

2 Analyse

Für den Einstieg in die Analyse ist es zunächst wichtig, die tatsächlichen Anwendungsmöglichkeiten eines *Indoor Map Servers* zu verdeutlichen. Daher wird die allgemeine Metapher *Flughafen* in Unterkapitel 2.1 zunächst auf ein sehr konkretes Anwendungsbeispiel reduziert. Das dort skizzierte Beispielszenario dient als Grundlage für die Untersuchung der Funktionalität des *Indoor Map Servers*. Im Rahmen der weiteren Analyse werden darauf in Unterkapitel 2.2 anhand des Beispielszenarios die wichtigsten Kernkomponenten identifiziert und erläutert. Abschließend werden in Unterkapitel 2.3 aktuelle Arbeiten untersucht und deren Nutzen für das Projekt beurteilt.

2.1 Beispielszenario im Flughafen

Für das Beispielszenario wird angenommen, dass über den gesamten Flughafen so genannte *Business Corner* verteilt sind. In diesen Bereichen werden Drucker, Kopierer, PCs, usw. zur Verfügung gestellt, deren Dienste von den Fluggästen in Anspruch genommen werden können.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass auf dem gesamten Flughafengelände (speziell: in allen Flughafenterminals) die Positionsbestimmung eines Anwenders mit einem mobilen Gerät möglich ist.

Szenariobeschreibung:

Ein Geschäftsmann befindet sich im Flughafenterminal und ist auf dem Weg zum Check-In. Er verfügt über ein mobiles Gerät mit verschiedenen Kommunikationsschnittstellen (Bluetooth, GPRS, WLAN).

Noch bevor er den Check-In erreicht, signalisiert ihm das mobile Gerät den Empfang einer neuen Email. Die Email enthält im Anhang wichtige Vertragsdokumente, die der Geschäftsmann noch dringend vor dem Abflug in schriftlicher Form vorliegen haben muss. Da er über keinen mobilen Drucker verfügt, muss er nun zügig eine andere Möglichkeit finden, die Vertragsdokumente auszudrucken.

In diesem Beispielszenario ist es nun möglich, dass über das mobile Gerät ein Dienst gesucht werden kann, der das Drucken von Dokumenten erlaubt. In dem Flughafen wird dieser Dienst in jedem der über den Gebäudekomplex verteilten *Business Corner* angeboten. Nach der Auswertung der Dienstsuche wird dem Geschäftsmann ein *Business Corner* vorgeschlagen, der sich in kürzester Entfernung von seinem aktuellen Aufenthaltsort befindet. Der Geschäftsmann bestätigt den Vorschlag. Um den vorgeschlagenen *Business Corner* innerhalb des Flughafenkomplexes auch tatsächlich in minimaler Zeit zu erreichen, wird ein Navigationsdienst gestartet, der den Geschäftsmann auf kürzestem Wege zu dem gewünschten Ziel führt. An dem *Business Corner* angekommen, kann der Druckauftrag schließlich an einen der zur Verfügung stehenden Drucker weitergeleitet werden.

Der Geschäftsmann kann nun mit den ausgedruckten Vertragsdokumenten im Gepäck sein Flugzeug noch pünktlich erreichen.

Mit diesem kurzen Szenario soll kurz angerissen werden, was der hier geplante *Indoor Map Server* im tatsächlichen Betrieb leisten soll bzw. welche Art von Anwendungsmöglichkeiten sich durch diesen ergeben. Mit dieser Grundlage lässt sich erschließen, aus welchen (zunächst sehr groben) Kernkomponenten sich das System zusammensetzen muss, so dass die gewünschte Funktionalität erreicht werden kann.

In dem folgenden Unterkapiteln werden daher die verschiedenen Bestandteile des *Indoor Map Servers* identifiziert und anhand des Beispielszenarios veranschaulicht.

2.2 Identifikation der Kernkomponenten

Im Rahmen dieser Ausarbeitung wurden unter Verwendung des Beispielszenarios aus Unterkapitel 2.1 folgende Kernkomponenten identifiziert:

- Indoor-Positionierungssystem
- Gebäudeinformationssystem (GebIS)
- Verzeichnis für ortsbezogene Dienste
- Navigationssystem

Die einzelnen Komponenten werden nun in den weiteren Abschnitten dieses Unterkapitels näher erläutert.

2.2.1 Indoor-Positionierungssystem

In dem Beispielszenario wurde der Geschäftsmann zu dem nächstgelegenen *Business Corner* geführt. Damit wurde gleichzeitig impliziert, dass die Position des Anwenders bekannt ist. Die Möglichkeit zur Positionsbestimmung von Anwendern innerhalb des Flughafengebäudes ist somit eine wesentliche und grundlegende Voraussetzung.

Für den Einsatz in Indoor-Szenarien kommen verschiedene Positionierungstechnologien in Frage. Einige konkrete Beispiele dafür sind beispielsweise das *Cricket Indoor Location System* [MIT Cricket] oder *Indoor GPS*. Innerhalb des übergeordneten Projektes wird das Thema Indoor-Positionierung im Rahmen der Ausarbeitung zum *Location Tracking System* ausführlich behandelt. Daher wird an dieser Stelle auf eine umfassende Darstellung verzichtet und auf [Kutak 2006] verwiesen.

Für die Verwendung in Verbindung mit dem *Indoor Map Server* ist hier jedoch noch anzumerken, dass eine Abstraktion von der tatsächlichen verwendeten Positionierungstechnologie erstrebenswert ist. Damit wäre das System flexibel gegenüber Änderungen in der Infrastruktur des Flughafens, wenn z.B. auf eine neue Positionierungstechnologie gesetzt werden soll oder wenn mehrere verschiedene Technologien parallel zum Einsatz kommen sollen.

2.2.2 Gebäudeinformationssystem (GebIS)

Als weitere wichtige Grundlage muss ein Gebäudemodell vom Flughafen verfügbar sein. Erst mit Hilfe eines solchen Modells ist eine Bestimmung der absoluten Position von Anwendern und Diensten innerhalb des Gebäudekomplexes möglich.

Für die Verwaltung von Informationen zu Gebäuden kommt in der Regel ein *Gebäudeinformationssystem* (GebIS) zum Einsatz. Dabei handelt es sich nach [Jurgeit 2003] um ein System zur Erfassung, Dokumentation und Herausgabe von Gebäudeinformationen. Es umfasst ein Datenmodell, das sich in Geometrie- und Sachdaten unterteilen lässt. Bei den Geometriedaten handelt es sich zumeist um Vektor- oder Rasterdaten, mit denen die Gebäudebeschreibung in Drahtmodellen, Begrenzungsflächen oder Volumenmodellen vorgenommen wird (vgl. [Zippelt 1999]). Die fachlichen Daten stellen eine (optionale) Erweiterung der Gebäudebeschreibung dar. Hiermit lassen sich beispielsweise Raum- oder Telefonnummern innerhalb eines Gebäudes hinterlegen.

2.2.3 Verzeichnis für ortsbezogene Dienste

Damit ein Anwender, wie im Beispielszenario gezeigt, für ihn interessante Dienste in seinem Umfeld finden kann, müssen diese durch einen Verzeichnisdienst verwaltet werden. Der Verzeichnisdienst ermöglicht die Registrierung eines verfügbaren Dienstes (z.B. Drucken im *Business Corner*). Dabei werden alle wesentlichen semantischen Informationen (z.B. Dienstname, Diensttyp, Dienstort,...) durch eine *geeignete Darstellungsform* im Verzeichnis hinterlegt.

Eine Besonderheit gestaltet sich durch die Absicht, dass die registrierten Dienste unmittelbar mit dem Gebäudemodell bzw. dem GebIS verknüpft werden sollen. Der *Indoor Map Server* kann einen Anwender somit allein durch eine *geeignete semantische Beschreibung* der Dienste zu dem entsprechenden Dienstort, also der Ort der tatsächlichen Nutzbarkeit des Dienstes, führen. Der Verzeichnisdienst stellt damit die wesentliche Komponente des *Indoor Map Servers* dar, da hier die verfügbaren Dienste auf tatsächliche Positionen innerhalb des Flughafens abgebildet werden.

Ein nicht trivialer Aspekt ist die Wahl einer *geeigneten Darstellungsform* und einer *geeigneten semantischen Beschreibung* für die Dienste. Bislang wurden dahingehend noch keine Festlegungen getroffen. Dies wird sich erst im Verlauf des Projekts und in Absprache mit den parallel laufenden Arbeiten ergeben.

2.2.4 Navigationssystem

Das Navigationssystem (im Beispielszenario: Geschäftsmann wird zum *Business Corner* geleitet) setzt als Anwendung oberhalb der zuvor beschriebenen Komponenten auf. Hier werden sowohl die Daten des Gebäudemodells als auch die Dienstbeschreibungen im Verzeichnisdienst benötigt.

Die Navigation basiert im Wesentlichen auf graphentheoretischen Grundlagen, indem die Wegenetze durch das geometrische Gebäudemodell als gewichtete Graphen aufgezogen werden. Für spezielle Wegabschnitte (z.B. bei Rolltreppen) kann es zudem notwendig sein gerichtete Graphen zu verwenden (normalerweise fahren Rolltreppen nur in eine Richtung).

Der bekannteste Algorithmus für eine Suche nach dem kürzesten, günstigsten Weg ist der Dijkstra-Algorithmus. Die aktuellen Algorithmen sind effektiver als der ursprüngliche Dijkstra-Algorithmus, basieren aber dennoch alle auf diesem. Weiterführende Informationen zu Graphentheorien finden sich in [Diestel 2000].

2.3 Aktuelle Arbeiten

Im vorangegangenen Unterkapitel wurde zusammengetragen, aus welche grundlegenden Bestandteilen ein *Indoor Map Server* aufzubauen ist.

In diesem Unterkapitel wird nun ein Blick auf aktuelle Arbeiten geworfen, die sich mit einer ähnlichen Thematik auseinandergesetzt haben. Sinn und Zweck dieser Betrachtung wird es sein, diese Arbeiten auf eine praktische Anwendbarkeit bzw. Wiederverwendbarkeit für das geplante Projekt zu prüfen.

2.3.1 OpenGIS Location Service (OpenLS)

Unter der Bezeichnung *OpenGIS Location Service* verbirgt sich der Ansatz, ein Rahmenwerk für die Entwicklung ortbezogener Anwendungen zu gestalten.

Hintergrund

Aufgrund der hohen marktwirtschaftlichen Erwartungen an ortsbezogene Anwendungen wurden laut [Tomberge 2004] in den Anfängen verschiedene monolithische Systeme entwickelt.

Da auch zukünftig weitere neue Dienste entwickelt werden, wurde im Zuge der allgemeinen Standardisierung von Geografischen Informationssystemen (*Geographic Information Systems*, GIS) und den dafür nötigen, einheitlichen Datenaustauschformaten im Jahr 2000 eine Initiative für die Standardisierung von *Location Based Services* vom damaligen *Open GIS Consortium* (heute: *Open Geospatial Consortium*) [OGC] ins Leben gerufen. Diese Initiative hat sich die Erarbeitung einer Spezifikation zur Aufgabe gemacht, die eine grundlegende Plattform für ortsbezogene Anwendungen beschreibt. Diese Spezifikation nennt sich *OpenLS* [OpenLS Spec].

Durch den *OpenGIS Location Service* wird eine grundlegende Beschreibung der benötigten Dienste, Funktionen und Daten geliefert. Hierzu wurde eine offene Spezifikation erstellt, welche die aktuelle Position eines Nutzers mit weiteren räumlichen Daten und benötigten Methoden

zusammenarbeiten lässt. 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 *ortsbezogenen Dienste* als robuste Grundlage dienen soll.

Architektur

Die gesamte Architektur der Spezifikation von *OpenLS* wird als *GeoMobility Server* (GMS) bezeichnet. Seine Aufgabe besteht darin, bestimmte Basisfunktionalitäten über bekannte Schnittstellen bereitzustellen. Die Abb. 1-2 zeigt ein Schaubild der Architektur des *GeoMobility Server*.

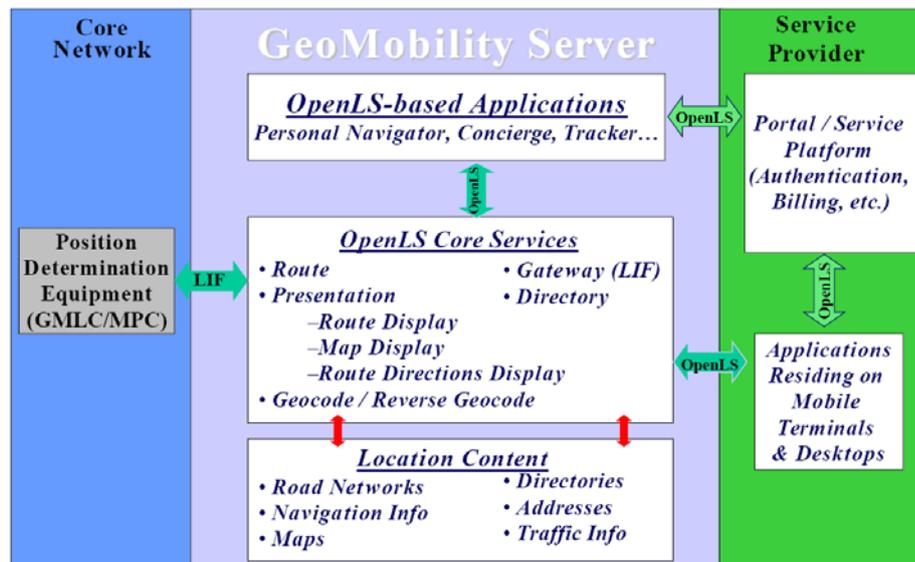


Abb. 1-2: Architektur von OpenLS (GeoMobility Server) [OpenLS Spec]

Der GMS besteht unter anderem aus fünf einzelnen *Core Services*, die zusammen die benötigte Funktionalität über entsprechende Schnittstellen bereitstellen. Für den Datenaustausch zwischen einem Client und den *OpenLS Core Services* werden eindeutig spezifizierte *Abstract Data Types* (ADT) benutzt. Diese werden für den Austausch von Daten in das Format *XLS* (*XML for Location Services*) kodiert.

Zum GMS gehören auch solche Anwendungen, die auf den *Core Services* aufbauen und diese über deren Schnittstellen nutzen. Erweiterbar ist der GMS beispielsweise um die Möglichkeiten einer Personalisierung durch den Nutzer, was für das geplante Personalisierungssystem des Projektes ([Koychev 2006]) nützlich sein könnte.

Im Folgenden werden die fünf *Core Services* kurz dargestellt:

- **Directory Service**

Der *Directory Service* ermöglicht den netzwerkbasierten Zugriff auf Verzeichnisse (z.B. *Gelbe Seiten*), um nach Orten, Diensten oder Produkten zu suchen. Eine Anwendung, die auf Basis der *OpenLS* Spezifikation entwickelt wurde, wandelt eine Suchanfrage des Nutzers von seinem mobilen Gerät in einen *XLS-Request* um. Diese Anfrage enthält bestimmte Parameter die vom *Directory Service* empfangen, dekodiert und bearbeitet werden.

Das in Abschnitt 2.2.3 beschriebene Verzeichnis für ortsbezogene Dienste findet sich damit in diesem Teil der *OpenLS* Architektur wieder.

- **Gateway Service**

Der *Gateway Service* ermöglicht den netzwerkbasierten Zugriff auf die Positionsdaten eines bekannten mobilen Gerätes. Dieser Service dient als Schnittstelle zwischen dem GMS und

einem sogenannten *Location Server* dar. Ein *Location Server* kann (z.B. bei der Indoor-Positionierungsbestimmung) die Position eines mobilen Gerätes innerhalb des zugehörigen Netzwerkes berechnen. Näheres dazu wird in [Kutak 2006] dargestellt.

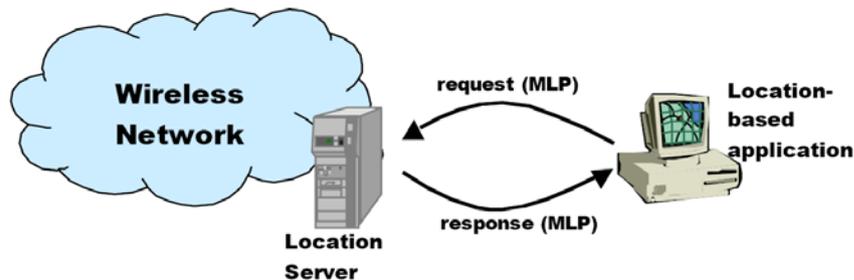


Abb. 1-3: Kommunikation über das Mobile Location Protocol (MLP) [MLP Spec]

Die verwendete Schnittstelle entspricht der *Mobile Location Protocol Specification (MLP)* [LIF 2002]. Diese Spezifikation definiert den Zugriff auf die Positionsdaten mobiler Geräte und ist unabhängig vom dem darunter liegenden Netzwerk. Damit können die Positionsdaten des Anwenders eines beliebigen Netzwerkes zwischen dem *Gateway Service* und dem *Location Server* ausgetauscht werden können.

In Bezug auf die Darstellungen in Unterkapitel 2.2 stellt der *Gateway Service* das Bindeglied zwischen dem Indoor-Positionierungssystem (2.2.1) und dem Verzeichnis für ortsbezogene Dienste (2.2.3) dar.

- *Location Utility Service (Geocode/ Reverse Geocode)*

Die Aufgabe des *Location Utility Service* ist die Umwandlung von Koordinaten eines Referenzsystems in eine normalisierte Darstellung (und umgekehrt). Diese bidirektionale Konvertierung wird durch die *Geocode* und *Reverse Geocode Services* geleistet. Der *Geocode Service* kann einen Ort auf Basis einer informellen Beschreibung (z.B. Name oder Adresse) als Punktgeometrie zurückgeben. Der *Reverse Geocode Service* antwortet dagegen auf eine übergebene Punktgeometrie mit Informationen über den dort befindlichen Ort (z. B. Adresse).

Die Dienste des *Location Utility Service* lassen sich hier auf die Verknüpfung zwischen dem GebIS (2.2.2) und der im Verzeichnis registrierten Dienste (2.2.3) übertragen.

- *Presentation Service*

Der *Presentation Service* ist ein Dienst, der für die grafische Präsentation der Ergebnisse auf den mobilen Endgeräten zuständig ist. Der Dienst soll beispielsweise in der Lage sein, Routenrichtungen und Routeninstruktionen abbilden zu können.

Die Form der Präsentation wurde bis zum momentanen Stand noch nicht betrachtet und wird erst im Verlauf des Projekts festgelegt.

- *Route Service*

Der *Route Service* ermöglicht die Ermittlung von Navigationsinstruktionen zwischen mindestens zwei Punkten. Zwingend erforderliche Parameter einer Anfrage sind dabei natürlich die Start- und Endposition der zu suchenden Route. Weiterhin besteht die Möglichkeit weitere Zwischenpunkte (*WayPoints*) anzugeben. Die Positionen der Start-, Ziel- und Zwischenpunkte lassen sich dabei mittels des *Directory Service* bestimmen. Optional können weitere Auswahlkriterien für die Route angegeben werden (z.B. kürzeste oder schnellste Route).

Damit entspricht der *Route Service* unmittelbar dem in Abschnitt 2.2.4 geforderten Navigationssystem.

Für vertiefende Informationen wird an dieser Stelle auf die offizielle Spezifikation [OpenLS Spec] verwiesen. Eine anschauliche Zusammenfassung der Spezifikation findet sich in [Tomberge 2004].

2.3.2 Nimbus

Ähnlich wie bei dem zuvor vorgestellten *OpenGIS Location Service* verbirgt sich hinter dem Begriff *Nimbus* ein Rahmenwerk, das die Entwicklung für ortsbewusste Anwendungen erleichtern und unterstützen soll.

Hintergrund

Verschiedene Positionsbestimmungssysteme haben höchst unterschiedliche Eigenschaften bezüglich Abdeckung, Genauigkeit oder Art der zur Verfügung gestellten Positionsangaben. Auf dem Gebiet ortsbewusster Anwendungen, z.B. in dem Mobilfunksektor, kann man daher bei aktuellen Entwicklungen folgende Probleme identifizieren. Nach [Nimbus] sind das insbesondere:

- Ein einzelnes Positionsbestimmungssystem ist häufig fest in die Anwendung integriert. Anwendungen können daher nur schwer oder gar nicht auf Änderungen bei der eingesetzten Positionsbestimmungstechnologie reagieren. Eine vollständige Trennung von Anwendung und Positionsbestimmung wäre hier erstrebenswert.
- Die Positionsangaben durch die Positionierungssysteme sind in der Rohform für die Anwendung häufig ungeeignet. Eine Anwendung ist neben den reinen Koordinaten oft an Informationen über den aktuellen Standort interessiert. Solche Informationen werden jedoch häufig nicht zur Verfügung gestellt oder aufwändig durch die Anwendung selbst generiert.
- Viele wiederkehrende Operationen mit Ortsbezug werden noch innerhalb der Anwendung kodiert. Hier wäre eine Plattform sinnvoll, die der Anwendung einen Satz von Standard-Operationen zur Verfügung stellt.
- Dezentral vorliegende Informationen über Orte werden häufig noch zentral gespeichert, obwohl solche Lösungen schwer zu administrieren sind und schlecht skalieren.

Mit Blick auf diese Probleme präsentiert sich *Nimbus* als Lösungsvorschlag in Form einer Plattform, die die entsprechenden Dienstleistungen zur Verfügung stellt. Ein mobiler Anteil der Plattform wird auf den mobilen Endgeräten installiert. Dabei besteht die Möglichkeit, beliebige Systeme zur Positionsbestimmung transparent anzubinden. Ein Netzwerkanteil von *Nimbus* nimmt eine Erweiterung der Positionsangaben vor. Hinter dem Netzwerkanteil verbirgt sich ein dezentraler, selbstorganisierender Verbund logisch gekoppelter Server.

Architektur

Nimbus kann in die drei Schichten *Basisschicht*, *Service-Schicht* und *Anwendungsschicht* unterteilt werden. Ein Schaubild für die Architektur des *Nimbus*-Rahmenwerks findet sich in Abb. 1-4. Die drei Schichten der *Nimbus*-Architektur werden im Folgenden kurz dargestellt:

- **Basisschicht:**
Durch die Komponente *Virtual Positioning* können verschiedene Systeme zur Positionsbestimmung verändert oder hinzugefügt werden, ohne dass eine Modifikation der aufsetzenden Komponenten erforderlich ist. Dazu werden Treiber (*Positioning Driver*) eingesetzt, die eine Abstraktion von der verwendeten Hardware leisten. Die Komponente *Location Model* stellt einen Formalismus zur Instanziierung der Positionsdaten zur Verfügung, die später in der Plattform gespeichert werden. Für die Umrechnung zwischen verschiedenen Koordinatensystemen und für die effiziente Durchführung von notwendigen Polygonoperationen, steht eine Bibliothek mit Geometrie- und Geodäsie-Funktionen zur Verfügung. Die Dienstinfrastruktur (*Location Server Infrastructure*) besteht aus einem selbstorganisierenden Verbund von *Location Servern*, die jeweils einen bestimmten Anteil der verfügbaren Positionsdaten verwalten.
Die Komponenten der Basisschicht lassen sich vor allem mit den Anforderungen an das GebIS (2.2.2) und an das Verzeichnis für ortsbezogene Dienste (2.2.3) vergleichen. Die Komponenten *Virtual Positioning* und *Positioning Driver* sind für die Anbindung an das Indoor-Positionierungssystem (2.2.1) und vor allem für das Teilprojekt [Kutak 2006] interessant.
-

- **Serviceschicht**

Mit den Komponenten *Location Resolution Position* und *Location Resolution Proximity* können die Positionsinformationen erweitert werden. Hier wird eine flächendeckende Versorgung von semantischen Positionen zur Verfügung gestellt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit weitere Informationen zu den Positionen in Form von Metadaten zu hinterlegen. Die Komponente *Geocast* erlaubt das Senden von Netzwerknachrichten an eine Gruppe mobiler Benutzer, die eine bestimmte Position einnehmen. Durch *Trigger Services* kann die Anwendung informiert werden, wenn ein bestimmtes ortsbezogenes Ereignis eintritt. So kann eine Anwendung beispielsweise darüber in Kenntnis gesetzt werden, wenn ein mobiler Benutzer den Flughafen verlässt oder betritt.

In der Serviceschicht sind für das Projekt besonders die Komponenten zur Positionsauflösung interessant, da mit diesen die Verknüpfung zwischen den ortsbezogenen Diensten (2.2.3) und dem GebIS (2.2.2) abgebildet werden können.

- **Anwendungsschicht**

Die Anwendungsschicht enthält schließlich die ortsbewussten Anwendungen, deren Entwicklung durch den Einsatz des Nimbus-Rahmenwerkes erleichtert werden soll. Auf dieser Schicht lässt sich hier das Teilprojekt [Koychev 2006] einordnen, in dem ein System zum Personalisieren von Diensten geplant wird.

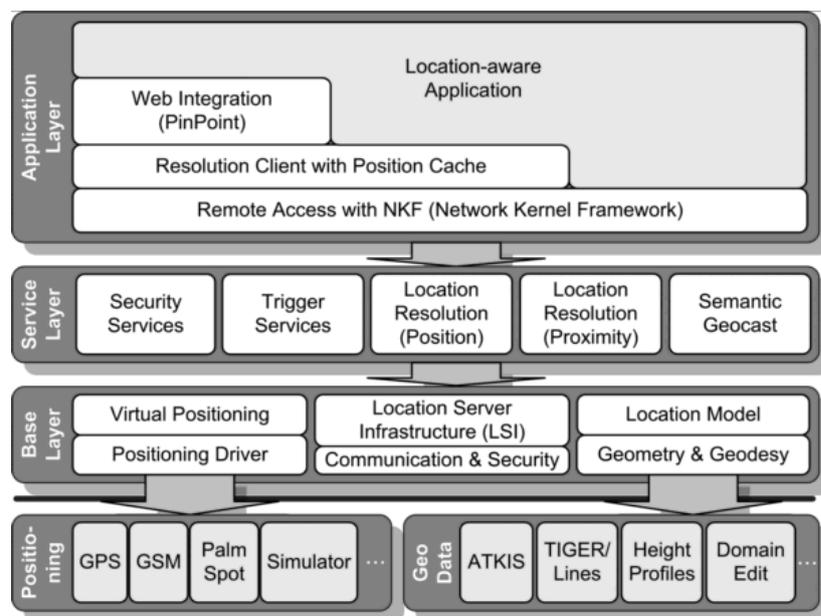


Abb. 1-4: Architektur des Nimbus-Rahmenwerkes [Nimbus]

Eine ausführliche Beschreibung des Nimbus Projekts findet sich in [Roth 2004]. Weitere zusammenfassende Darstellungen finden sich unter anderem in [Nimbus], [Roth 2003] und [Roth 2006].

2.3.3 OntoNav

Während die beiden zuvor vorgestellten Arbeiten als allgemeines Rahmenwerk für die Entwicklung ortsbezogener Anwendungen konzipiert wurden, handelt es sich bei *OntoNav* um die konkrete Umsetzung eines Navigationssystems für Indoor-Szenarien. Diese Arbeit wurde in die Betrachtung miteinbezogen, da hier der interessante Ansatz eines semantischen Navigationssystems verfolgt wurde.

Hintergrund

Laut [Anagno u.a. 2005] basieren existierende Ansätze für die Navigation innerhalb von Gebäuden nahezu ausschließlich auf geometrischen Informationen. Andere wichtige Aspekte, wie z.B. semantische Begrenzungen von Gebäudeflächen (u.a.: Wände und Türen) oder Benutzerprofile werden dabei ignoriert.

OntoNav versucht an diesem Punkt anzusetzen. Durch eine semantische angereicherte Systemmodellierung soll eine Anwendung mit erhöhter Funktionalität und fortgeschrittenen Schlussfolgerungsmechanismen entstehen. Nach [Anagno u.a. 2005] wird dies unter anderem durch eine hybride Modellierung ermöglicht. Dabei wird die Umgebung nicht nur in einem geometrischen sondern auch in einem semantischen Modell abgebildet. Für das semantische Modell kommt die *Indoor Navigation Ontology* (INO) zum Einsatz, die speziell für *OntoNav* entwickelt wurde. Mit dieser Ontologie lässt sich die Gebäudeumgebung geeignet beschreiben. In Abb. 1-5 werden die wichtigsten Bestandteile in einem Schaubild dargestellt.

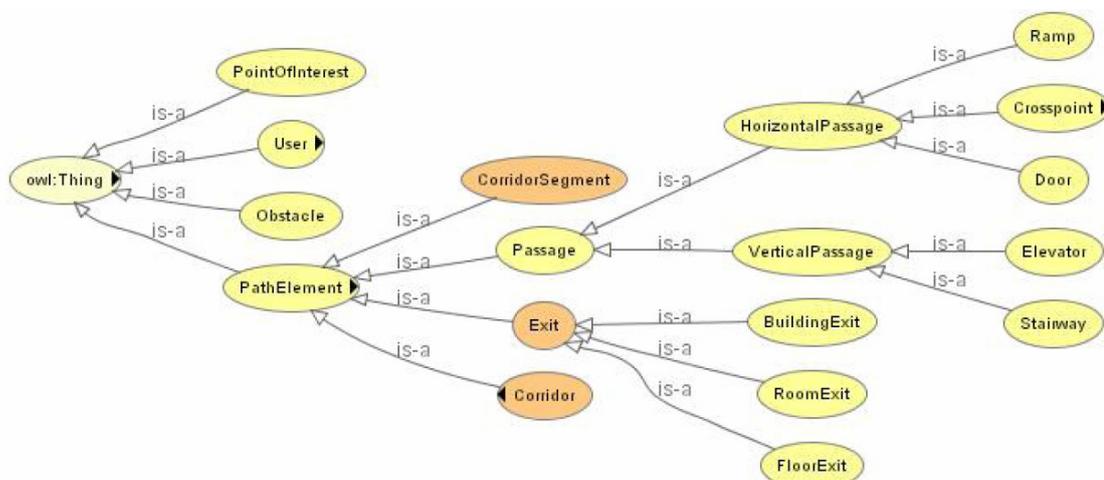


Abb. 1-5: Indoor Navigation Ontology (INO) von OntoNav [Anagno u.a. 2005]

Um die Berücksichtigung von Benutzerprofilen in dem semantischen Navigationssystem zu demonstrieren, wird bei *OntoNav* ein besonders Augenmerk auf Menschen mit körperlichen Einschränkungen gelegt. Als Beispiel aus der Metapher *Flughafen* könnte hier ein gehbehinderter Mensch, der die nächstgelegene Toilette sucht, genannt werden. Die Berücksichtigung des Benutzerprofils (z.B. Rollstuhlfahrer) würde hier zu einer Route führen, die keine Treppen oder ähnliche Hindernisse enthält.

Architektur

Ein Überblick über die Architektur von *OntoNav* wird in der Abb. 1-6 gegeben. Die Architektur besteht im Wesentlichen aus drei Komponenten:

- **Navigation Service (NAV):**
Der *Navigation Service* nimmt die Anfragen des Benutzers entgegen antwortet mit dem angeforderten Pfad. Der *Navigation Service* aggregiert den *Geometric Path Computation Service* (GEO) und den *Semantic Selection Service* (SEM) zu einem System und präsentiert sich dem Anwender damit als exklusive Schnittstelle.
- **Geometric Path Computation Service (GEO):**
Dieser Dienst ist für die Berechnung aller möglichen geometrischen Pfade zwischen der Anwender- und der Zielposition zuständig. Das geometrische Gebäudemodell wird dabei im *Spatial Database* hinterlegt. Wie auch schon in Abschnitt 2.2.4 erläutert, basieren die Pfadberechnungen hier ebenfalls auf den traditionellen Algorithmen der Graphentheorie.

- *Semantic Path Selection Service (SEM):*

Der *Semantic Path Selection Service* bietet die Hauptfunktionalität des Systems. Dieser Dienst ermittelt den besten Navigationspfad aus der Menge der Pfade, die durch den GEO Service berechnet wurden. Als Grundlage dafür dienen das semantische Modell (im *Navigation Ontology Repository*) und das Profil des Anwenders (im *User Profile Registry*).

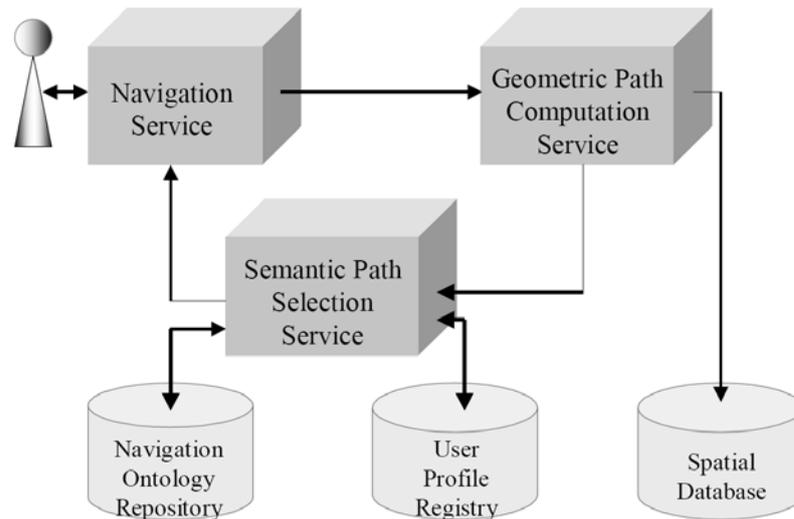


Abb. 1-6: Überblick über die Architektur von OntoNav [Anagno u.a. 2005]

Die Berücksichtigung von Benutzerprofilen könnte besonders für das parallel laufende Teilprojekt zum Personalisierungssystem ([Koychev 2006]) interessant sein. In der Metapher Flughafen wäre es so beispielsweise denkbar, dass die Route für einen Anwender mit dem Benutzerprofil *Raucher* an Raucherbereichen und Tabakgeschäften vorbeigeführt wird.

3 Resümee und Ausblick

In diesem Kapitel werden die zunächst die wichtigsten Beobachtungen aus dem Kapitel 2 (Analyse) zusammengefasst und mit Bezug auf das anstehende Projekt bewertet (3.1). Abschließend wird dann in Unterkapitel 3.2 mit den Ergebnissen dieser Ausarbeitung ein Ausblick auf das anstehende Projekt gegeben.

3.1 Bewertung und Zusammenfassung

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Kernkomponenten, die in dieser Ausarbeitung für den *Indoor Map Server* identifiziert wurden, im Wesentlichen auch in den untersuchten Arbeiten des vorangegangenen Kapitels eine Entsprechung finden.

Darüber hinaus wurden einige interessante Aspekte ausgemacht, die für die weitere Planung des *Indoor Map Servers* und in Hinblick auf das Projekt relevant sein könnten:

- **Abstraktion von der Positionierungstechnologie**
Die Abstraktion von den Systemen zur Positionsbestimmung durch *Positioning Driver* (2.3.2) ist gerade für den Einsatz in größeren Gebäuden, wie z.B. einem Flughafen, sinnvoll. Für die verschiedenen Bereiche des Flughafenkomplexes könnten so unterschiedliche Positionierungssysteme zum Einsatz gebracht werden. Dies könnte unter anderem zu einer Senkung der Kosten für den Aufbau einer gebäudeweiten Infrastruktur führen, da in kleineren Räumen mit nur einem Ein- bzw. Ausgang (z.B. Toiletten) eventuell ein vergleichsweise günstiges Positionierungssystem ausreichend ist. Ein sehr einfaches Beispiel für ein solches System könnte eine Lichtschranke in Kombination mit einem RFID-Scanner sein (vgl. [Tomberge 2004]).
 - **Rahmenwerk mit Standardoperationen/Abstract Data Types**
Mit *OpenLS* und *Nimbus* werden zwei umfassende Rahmenwerke angeboten, in die prinzipiell eine Integration des hier geplanten *Indoor Map Servers* möglich ist. Insbesondere bei *Nimbus* wird die Anwendungsentwicklung durch den Einsatz von Standardoperationen erleichtert. Zudem können die Standardoperationen für die Kommunikation zwischen den Teilprojekten in der Metapher *Flughafen* (vgl. Unterkapitel 1.3) herangezogen werden. *OpenLS* bietet keine direkten Standardoperationen an. Allerdings werden in der Spezifikation eine Vielzahl von *Abstract Data Types* (ADT) definiert, mit denen zumindest alle Anforderungen bezüglich der Kommunikation abgedeckt werden können.
 - **Hybride Modellierung**
Die hybride Modellierung (also die Kombination aus geometrischer und semantischer Modellierung) der Umgebung, ist ein Ansatz, der auch für den *Indoor Map Server* interessant sein könnte. In der bisherigen groben Konzeption des System (2.2) gingen die Überlegungen dahingehend, die im Verzeichnis registrierten Dienste auf das GebIS abzubilden bzw. mit diesem zu verknüpfen. Das Prinzip der hybriden Modellierung unter Verwendung einer Ontologie könnte an dieser Stelle angesetzt werden. Es könnte dabei soweit gehen, dass ein komplettes semantisches Gebäudemodell auf Basis der Dienste bzw. *Points-of-Interest* beschrieben wird. Allerdings könnten hier Probleme auftreten, wenn sich Dienste dynamisch ändern oder zeitweise nicht erreichbar sind. Das semantische Gebäudemodell könnte in solchen Fällen inkonsistent werden, sofern keine entsprechenden Mechanismen vorgesehen werden.
-

Leider sind zum momentanen Stand keine freien Implementierungen der hier vorgestellten Rahmenwerke verfügbar. Dafür sind die Spezifikationen (insbesondere [OpenLS Spec] und [Roth 2004]) sehr ausführlich gehalten und können für die weitere Entwicklung im Projekt herangezogen werden.

3.2 Ausblick auf das Projekt

Das Ziel im Projekt wird die prototypische Realisierung eines *Indoor Map Servers* im Rahmen der Metapher *Flughafen* sein. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf dem Zusammenspiel mit den beiden weiteren Projektkomponenten liegen. Die dafür notwendigen Schnittstellendefinitionen wurden noch nicht festgelegt, bilden jedoch bei der weiteren Entwicklung eine wesentliche Grundlage.

Zum Erreichen der Zielsetzung im Projekt werden aus momentaner Sicht folgende Aufgaben zu bewältigen sein:

- *Aufbau einer prototypischen Infrastruktur*
Anstelle eines Flughafengebäudes werden einige ausgewählte Räume des Departments mit einem hauseigenen Indoor-Positionierungssystem ausgestattet. Sofern dies bis zum Beginn des Projekts noch nicht abgeschlossen sein sollte, muss die Verfügbarkeit dieser prototypischen Infrastruktur soweit sichergestellt werden, dass eine Evaluation des *Indoor Map Servers* möglich ist.
- *Einfaches Gebäudeinformationssystem*
Es muss ein einfaches System zur Eingabe und Bearbeitung eines geometrischen Gebäudemodells realisiert werden. Aufgrund der zeitlichen Einschränkung des Projekts wird das Gebäudemodell zunächst auf eine zweidimensionale Darstellung sowie auf eine Ebene in der Höhe beschränkt.
- *Directory Service für Dienste*
Mit diesem Teilsystem soll eine einfache Version des Verzeichnisses für ortsbezogene Dienste realisiert werden. Hier wird es zunächst hinreichend sein, verschiedene exemplarische Dienste eingeben und bearbeiten zu können. Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung des Directory Service wird jedoch die Festlegung auf eine *geeignete semantische Beschreibung und Darstellung* der Dienste sein. Wie bereits in Abschnitt 2.2.3 erwähnt, werden die Entscheidungen diesbezüglich erst im Verlauf des Projekts in Abstimmung mit den beiden anderen Teilprojekten getroffen.
- *Indoor-Navigationssystem für ein mobiles Gerät*
Zur Abrundung des prototypischen *Indoor Map Servers* ist die Realisierung eines Indoor-Navigationssystem für ein ausgewähltes mobiles Gerät (z.B. ein PDA) geplant. Die Visualisierung wird aufgrund der zeitlichen Beschränkung vermutlich relativ einfach ausfallen müssen. Eventuell ist hier anstelle einer grafischen Präsentation sogar eine Navigation in Form von einfachen Textinstruktionen denkbar.

Mit dieser Ausarbeitung wurden zunächst alle Grundsteine für eine erfolgreiche Durchführung des Projekts gelegt. Inwieweit die hier geplanten Aufgaben innerhalb der begrenzten Zeit auch tatsächlich umgesetzt werden können, bleibt noch abzuwarten. Auf jeden Fall darf man auf die Arbeit und auf die Ergebnisse im Rahmen des Projekts gespannt sein.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Einordnung in die Projektarchitektur	2
Abb. 1-2: Architektur von OpenLS (GeoMobility Server) [OpenLS Spec].....	6
Abb. 1-3: Kommunikation über das Mobile Location Protocol (MLP) [MLP Spec].....	7
Abb. 1-4: Architektur des Nimbus-Rahmenwerkes [Nimbus]	9
Abb. 1-5: Indoor Navigation Ontology (INO) von OntoNav [Anagno u.a. 2005]	10
Abb. 1-6: Überblick über die Architektur von OntoNav [Anagno u.a. 2005]	11

Literaturverzeichnis

- [Anagno u.a. 2005] Christos Anagnostopoulos, Vassileios Tsetsos, u.a. :
„*OntoNav: A semantic indoor navigation system*“, First International Workshop on Managing Context Information in Mobile and Pervasive Environments, Vol. 165, Ayia Napa, Zypern, 2003
<http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-165/paper14.pdf>
Zugriffsdatum: 06.06.2006
- [Diestel 2000] Reinhard Diestel:
„*Graphentheorie*“, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 2000
- [Jurgeit 2003] Florian Jurgeit:
„*Rauminformationssystem mit PostgreSQL und SVG*“, Diplomarbeit, Universität Innsbruck, 2003
http://www.carto.net/papers/florian_jurgeit
Zugriffsdatum: 06.06.2006
- [Kutak 2006] Edyta Kutak:
„*Entwicklung eines Location Tracking System für die Indoor Navigation*“, Seminararbeit, HAW Hamburg, 2006
<http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2006>
Zugriffsdatum: 20.07.2006
- [Koychev 2006] Milen Koychev:
„*Personalisieren von Diensten*“, Seminararbeit, HAW Hamburg, 2006
<http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2006>
Zugriffsdatum: 20.07.2006
- [MIT Cricket] M.I.T Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory:
„*The Cricket Indoor Location System*“, M.I.T. Boston
<http://cricket.csail.mit.edu>
Zugriffsdatum: 14.07.2006
- [MLP Spec] Open Mobile Alliance:
„*Mobile Location Protocol Specification*“, Version 3.0.0
<http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/lif/lifindex.html>
Zugriffsdatum: 19.07.2006
- [Nimbus] Das Nimbus Projekt:
„*Das Nimbus-Projekt: Projektbeschreibung*“,
<http://www.wireless-earth.de/nimbus.html>
Zugriffsdatum: 06.06.2006
- [OGC] Open Geospatial Consortium:
„*Open Geospatial Consortium – Official Website*“,
<http://www.opengeospatial.org>
Zugriffsdatum: 06.06.2006
-

-
- [OpenLS Spec] Open Geospatial Consortium:
„*Open GIS Location Service (OpenLS) Implementation Specification: Core Services*“, Version 1.1
http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8836
Zugriffsdatum: 19.07.2006
- [Roth 2003] Jörg Roth:
„*Flexible positioning for location-based services*“, IADIS International Conference e-Society, Lissabon, Portugal, Vol. I, IADIS Press, S. 296-304, 2003
http://www.wireless-earth.de/paper/IADISWWWI_Journal.pdf
Zugriffsdatum: 06.06.2006
- [Roth 2004] Jörg Roth:
„*A decentralized location service providing semantic locations*“, Informatik Bericht 323, Habilitationsschrift, Fernuniversität Hagen, 2004
http://www.wireless-earth.de/paper/habilFinal_opt.pdf
Zugriffsdatum: 06.06.2006
- [Roth 2006] Jörg Roth:
„*The distributed location resolution problem and its efficient solution*“, ADIS Int. Conference Applied Computing, S. 3-10, San Sebastian, 2006
<http://www.wireless-earth.de/paper/AC06.pdf>
Zugriffsdatum: 06.06.2006
- [Tomberge 2004] Patrick Tomberge:
„*Navigation mittels RFID – Betrachtung der Navigationsmöglichkeiten durch RFID-Eintrittskarten bei der WM 2006*“, Diplomarbeit, Westfälische Wilhelms-Universität MünsterADIS, 2004
http://ifgi.uni-muenster.de/downloads/diplomarbeiten_public
Zugriffsdatum: 19.07.2006
- [Zippelt 1999] Karl Zippelt:
„*Aspekte der Datenmodellierung in Gebäudeinformationssystemen*“, DVW-Seminar Gebäudeinformationssysteme, CAT Bau, Stuttgart, 1999
<http://www1.gik.uni-karlsruhe.de/~zippelt/pub/gebis.html>
Zugriffsdatum: 06.06.2006
-