

# **INFORMATIK BERICHTE**

317 - 6/2004

## **1. GI/ITG KuVS Fachgespräch**

**Ortsbezogene Anwendungen und Dienste**

**am 24. und 25.6.2004  
FernUniversität in Hagen**

Jörg Roth (Editor)



Fachbereich Informatik  
Postfach 940  
D-58084 Hagen



## Vorwort

Der Aufenthaltsort eines mobilen Benutzers stellt eine wichtige Information für Anwendungen aus den Bereichen *Mobile Computing*, *Wearable Computing* oder *Ubiquitous Computing* dar. Ist ein mobiles Endgerät in der Lage, die aktuelle Position des Benutzers zu bestimmen, kann diese Information von der Anwendung berücksichtigt werden – man spricht dabei allgemein von *ortsbewussten* oder *ortsbezogenen Anwendungen*. Eng verknüpft mit dem Begriff der ortsbewussten Anwendungen ist der Begriff der *ortsbezogenen Dienste* (engl. *location-based services*). Hierbei handelt es sich beispielsweise um Dienste, die Informationen über den aktuellen Standort übermitteln. Mittlerweile werden solche Dienste kommerziell eingesetzt und erlauben etwa, dass ein Reisender ein Hotel, eine Tankstelle oder eine Apotheke in der näheren Umgebung findet. Nicht zuletzt durch die Einführung von UMTS erwartet man auf dem kommerziellen Sektor einen Boom für ortsbezogene Anwendungen und Dienste.

Am 24. und 25.6.2004 fand das erste Fachgespräch "Ortsbezogene Anwendungen und Dienste" statt. Ziel des Fachgesprächs war, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aber auch Vertretern der Industrie die Möglichkeit zu einem intensiven Gedankenaustausch zu geben. Grundlage dazu waren kurze Vorträge zu verschiedenen Forschungsarbeiten aus diesem Bereich, wovon einige in diesem Bericht zusammengefasst sind.

Hagen, Juni 2004  
Jörg Roth

## Inhalt

<i>Location Based Services</i> .....	5
Bernhard Kölmel, YellowMap AG, Karlsruhe	
<i>Eine dezentral organisierte Middleware zur Entwicklung ortsbezogener Dienste</i> .....	11
Jörg Roth, Fernuniversität Hagen	
<i>NEXUS — A Platform for Context-aware Applications</i> .....	15
Frank Dürr, Nicola Höhle, Daniela Nicklas, Christian Becker und Kurt Rothermel, Universität Stuttgart	
<i>Tell me where you want to go and I'll tell you what you need to know: information access on the move</i> .....	19
Holger Kirchner, Reto Krummenacher und Victor Bayon, Fraunhofer IPSI, Darmstadt	
<i>Web Services als Bausteine für kontextabhängige Anwendungen</i> .....	23
Gerhard Austaller, Fachgruppe Telekooperation, Technische Universität Darmstadt	
<i>Management von ortsbezogenen Diensten</i> .....	27
Dominic Heutelbeck, Fernuniversität Hagen	
<i>Improving Access Discovery by Analysing Word-Model Information</i> .....	31
Stephan Lück und Andreas Gutscher, Universität Stuttgart	
<i>Multiuser Mixed Reality Umgebung für Lehre, Community und ortsbezogene Anwendungen</i> ....	35
Andreas Bischoff, Fernuniversität Hagen	
<i>Auf dem Weg zu Ubiquitären Geodiensten - Personalisierung kontextabhängiger mobiler GI-Dienste aus Sicht der Geoinformatik</i> .....	39
Alexander Zipf, FH Mainz	



# Location Based Services

Dr. Bernhard Kölmel  
YellowMap AG  
Wilhelm-Schickard-Str. 12  
D - 76131 Karlsruhe  
bernhard.koelmel@yellowmap.de

## Mobile Business als Wachstumstreiber der Volkswirtschaft

Seit der Versteigerung der UMTS-Lizenzen im Sommer 2000 hat das Thema Mobile Business ein breites Interesse in der Öffentlichkeit erregt. Fast alle Marktforschungsinstitute sagen dem Mobile Business ein enormes Wachstum voraus. Vor allem in Europa sieht man in der weiten Verbreitung des Mobiltelefons ein großes Potential für M-Business. Im Jahr 2000 gab es in Europa mehr als doppelt so viele Handynutzer (ca. 220 Mio.) wie PC-Anwender mit Online-Zugang (ca. 80 Mio.). Gemäß Ericsson soll sich bis zum Jahr 2005 die Zahl der mobilen Internet-Nutzer auf 600 Millionen steigern und 95% aller neuen Mobiltelefone werden internetfähig sein. Die ARC Group sagt voraus, dass es weltweit Ende 2003 über eine Milliarde Mobiltelefonnutzer geben wird - ein Vielfaches der PC-gestützten Internetuser.

Renommierte Marktforschungsinstitute wie Durlacher Research und Forrester Research prophezeien bereits für das Jahr 2003 einen Mobil-Business-Umsatz von rund 24 Mrd. € allein im europäischen Markt. Diese verheißungsvollen Prognosen und der Druck der Telekommunikationsanbieter ihre milliardenschweren Ausgaben möglichst schnell zu amortisieren, geben Anlass zum Glauben, dass sich auch für mittelständische Unternehmen ein gewaltiger Markt entwickelt.

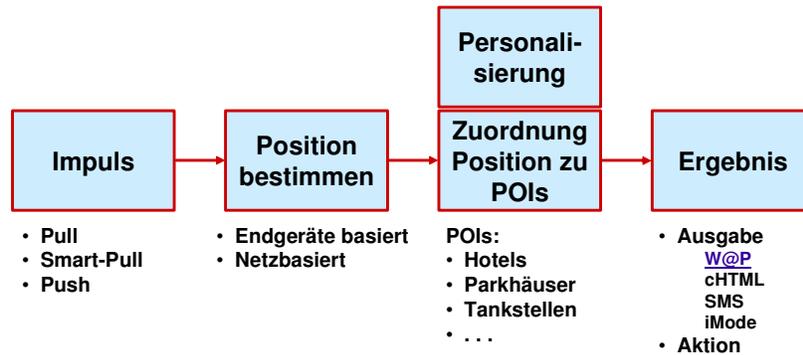
## Location Based Services als Killerapplikation des Mobile Business

Erfolgreiche mobile Dienste werden auf die individuellen Bedürfnisse des einzelnen Kunden zugeschnitten, also personalisiert sein. Seinen Bedürfnissen entsprechend erhält der Nutzer Informationen und Anwendungen geliefert, und zwar genau zu dem Zeitpunkt und an dem Ort, an dem er sie benötigt (zeitliche und örtliche Relevanz). Ein wichtiger Baustein für die Entwicklung innovativer mobiler Internet-Anwendungen sind daher Informationen über den momentanen Aufenthaltsort des Nutzers. Dabei ist zu berücksichtigen, dass trotz der Globalisierung der Wirtschaft weiterhin starke regionale Unterschiede existieren werden. Insbesondere beim M-Business eröffnet sich dadurch ein breites Spektrum von Möglichkeiten für die ortsgebundene Kundenansprache.

„Auf den Standort eines mobilen Internetnutzers zugeschnittene Dienstleistungen, sogenannte Location Based Services, werden dem M-Commerce zum Durchbruch verhelfen“. Zu diesem Ergebnis kommt eine von der MediaTransfer AG Netresearch & Consulting durchgeführte, europaweite Umfrage unter mehr als 8.000 Internetnutzern. Knapp 75 Prozent der Befragten geben an, Auskunftsdienste wie z. B. Fahrpläne oder touristische Informationen für den aktuellen Standort nutzen zu wollen. Navigationshilfen, die dem Nutzer vor Ort durch einen passenden Kartenausschnitt die Orientierung erleichtern, sind genauso attraktiv.

Das Marktforschungsinstitut Mori bezeichnet die Location Based Services als Killerapplikation des Mobile Commerce. Sie sagen den Netzbetreibern ein jährliches Marktpotential von bis zu 4,8 Milliarden Euro allein in Deutschland voraus. Gemäß ihrer Studie sind die 74 Prozent der Verbraucher dazu bereit, für Location Based Services zusätzlich zu bezahlen.

Location Based Services (LBS) sind Dienste, die auf den jeweiligen Aufenthaltsort des Nutzers zugeschnitten sind. Die Informationen über den aktuellen Standort müssen nicht manuell in das mobile Endgerät eingegeben werden, da jeder Mobilfunkteilnehmer durch die Position der jeweiligen Funkzelle, in der er sich gerade befindet, bis auf wenige Kilometer genau geortet werden kann. Die Koordinaten der Funkzellen werden dann durch die LBS-Anbieter genutzt, um die personenbezogenen Dienste dem Nutzer zu offerieren. Sie stellen aktuell und ortsbezogen Informationen und Dienstleistungen für mobile Nutzer bereit (Beispiele: wo finde ich das nächste Restaurant oder das nächste Kino; wie komme ich von meinen aktuellen Standort zum nächsten Fremdenverkehrsamt).



**Abbildung 1: Komponenten von Location Based Services (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an [AHW03] und [Ovu00])**

Location Based Services sind somit der Oberbegriff für eine ganze Reihe spezieller Dienste, die das übergeordnete Ziel haben, das Leben der Menschen in Zukunft sicherer, angenehmer, effektiver und effizienter zu gestalten. Folgende Dienste sind der Teil der Familie der Location Based Services: Navigation (Reiseroute mit PKW, zu Fuss, öffentliche Verkehrsmittel), Telematik (Ampelschaltungen, Stau, Wetter, Tankstellen), Ressourcenmanagement (Taxen, Polizeiwagen, Krankenwagen), Notrufdienste (Notapothek, Werkstatt, ADAC, Polizei, Feuerwehr), Commerce (Werbung, Preisvergleiche, Produktinformationen, Sonderangebote), Sicherheit (Fahrzeugüberwachung, Positions- und Statusüberwachung (Kinder, Alte, Behinderte, Gefangene, Tiere, Geräte), Entertainment (Handyparties, Outdoorspiele). Man kann davon ausgehen, dass mit der Weiterentwicklung der Technologien in Zukunft weitere Services hinzukommen werden.

## Die Zukunft – kontextsensitive Dienste

In nicht allzu ferner Zukunft werden mobile Endgeräte ein ständiger interaktiver und helfender Begleiter für fast alle Menschen sein. Mittels Spracheingabe oder einer anderen, intuitiven Eingabe werden wir intelligenten Agenten Organisations- und Rechercheaufträge erteilen, die diese für uns übernehmen.

Die größten Chancen auf allgemeine Akzeptanz und wirtschaftlichen Erfolg haben auf die Situation abgestimmte Dienste (Context Aware Services), die auf den Location Based Services aufbauen und zusätzlich auch noch die momentane Intentionen des Nutzers kennen. Ein kontextsensitiver Dienst bezieht sich auf eine bestimmte Zeit, einen gegebenen Kontext, den Aufenthaltsort und ein vorgegebenes Nutzerprofil (wahlweise eigene Angaben oder durch Nutzungsprotokoll). Aus der Verknüpfung dieser Dimensionen leitet sich ein kontextsensitiver Dienst ab.

Dienste und Informationen, die der mobile Konsument personalisiert auf seinen aktuellen Standort bezogen nutzen kann, haben für den Nutzer eine besondere Relevanz und Qualität. Der Nutzer möchte je nach augenblicklicher Situation unterschiedliche Dienstleistungen oder Information erhalten. Ein Beispiel ist dafür die Reise in ein fremdes Land oder eine fremde Stadt. Als Geschäftsreisender wünscht man sich Dienstleistungen, die die Effizienz der Reise erhöhen, als Tourist Informationen über Sehenswürdigkeiten. Der Begriff Kontext definiert sich durch eine Menge von Informationen, um die Situation einer Person zu beschreiben. Dieser Kontext wird dabei durch das Nutzerprofil, den physischen Zustand, den Handlungskontext, den Aufenthaltsort, den Zeitpunkt, die physikalische Umgebung sowie einen infrastrukturellen Kontext näher spezifiziert

Da die Entwicklung von kontextadaptiven mobilen Anwendungen sich bisher noch im Anfangsstadium befindet gibt es bis zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Studien, die das Marktpotential dieser Technologie abzuschätzen. Bisher gibt es lediglich Prognosen zu Location Based Services bzw. Location Based Advertising.

Wie in einem Report von Ovum korrekt bemerkt wird „...location is not the same as context...“ sind ortsbezogene Dienste nur als eine Teilmenge bzw. als einen wichtigen Aspekt kontextsensitiver Applikationen zu betrachten. Des weiteren ist zu beachten, dass ein kontextsensitiver Anwendungsfall, der Aufenthaltsort gar nicht relevant sein muss, bzw. dass sich der Kontext in konkreten Fällen auf andere Dimensionen stützt.

## Anwendungsfall: Mobiles Fußball-Informationssystem

Im Rahmen des Projektes MoMa (<http://www.mobilesmarketing.com/>) wird ein mobiles Fußballinformationssystem entwickelt. Mit dem Endziel WM 2006 sollen kontextsensitive Informationen für Fußballfans bereitgestellt werden. Die Inhalte basieren auf dem Branchenbuch Yellowmap, das heißt dem Fußballbegeisterten werden Informationen rund um ein Fußballspiel zur Verfügung angeboten – von Ticketservices, Verkehrsmitteln, Reiseinformationen bis hin zu Verabredungsfunktionen. Um bis zum Jahre 2006 eine möglichst perfekt funktionierende, vielseitige Applikation zur Verfügung zu haben, wurde entschieden, eine derartige Anwendung in einem Pilotprojekt in Zusammenarbeit mit Bundesligaklubs zu testen.

Für ein kontextsensitives Angebot für Fußballfans kommen vielfältige potentielle Anwendungsfälle in Frage. Im Rahmen des MoMa-Projektes ging es primär darum ein Dienstangebot zu kreieren, das Fans einen umfangreichen Service rund um ein Fußballspiel ermöglicht. Durch ein umfassendes mobiles Informationssystem (Arbeitstitel: mobiler „Fußball FanGuide“) das ganz spezifisch auf die Bedürfnisse aller Sportbegeisterten und Fußballenthusiasten zugeschnitten ist, sollen personalisierte Dienste wie Navigationshilfen (Karten- und Routingservices), Verabredungsfunktionen (Fantreffs) und ähnliche Dienste in Form eines umfassenden „Fan- bzw. TravelGuides“ angeboten werden.

Ausgangsbasis ist zunächst das Profil des Nutzers. Abbildung folgende Abbildung zeigt das Grundprofil eines Fußballinteressierten, in diesem Fall hier sehr vereinfacht und auf einige wenige Variablen beschränkt. Das Beispiel zeigt, dass die Kontextvariablen gegebenenfalls noch angepasst bzw. ergänzt werden müssen. Im vorliegenden Fall mit einem Konsumenten, der sich sehr für Fußball interessiert wird dies unter seinen Freizeitinteressen vermerkt sein. Möchte der Anwender das Fußballangebot in vollem Umfang nutzen, müsste er außerdem noch seine Lieblingsmannschaft angeben, um die Angebote auf seine Präferenzen zuzuschneiden.

In dieser Situation handelt es sich also um einen Fußballfan aus England, mit dem Lieblingsteam FC Sheffield. Von diesen Basisinformationen ausgehend können anschließend verschiedene Anwendungen abgeleitet werden, u.a. ergibt sich daraus auch die Anwendungssprache.

Anhand von vorher fest definierten Regeln kann das System dann proaktiv agieren und dem Anwender bedarfsgerechte Informationen bzw. Angebote präsentieren.

<b>(Zukunft – B2B – Push)</b>	
▪ Anwendungszeitpunkt	▪ Zukunft
▪ Anwendungsumfeld	▪ B2C
▪ Anwendungsmodus	▪ Push
<b>Auslösende Regel:</b>	
IF Zeitpunkt = [Zeitpunkt(Auswärtsspiel) – x = 0] AND Entfernung[Ort(Auswärtsspiel) – Wohnort] > y AND (Termin=frei) ⇒ Applikation Auswärtsspiel	
Annahme: x = 4 Wochen, y = 400 km	
IF akzeptiert ⇒ Anwendung fortsetzen	
Ort(Auswärtsspiel) AND Tageszeit (Termin) ⇒ Subapplikationen Verkehrsmittel, Kartenkauf, Reisebuchung, Unterkunft	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ in Abhängigkeit dieser Variablen werden nun über den Nutzerkontext konkrete Angebote evaluiert. Die Werte der Variablen spielen dabei eine entscheidende Rolle</li> <li>▪ diese werden anschließend mit dem von Content Provider zur Verfügung gestellten Angebotskatalog gematcht</li> <li>▪ anschließend werden die dem Profil- und Angebotskatalog entsprechenden Angebote an den Nutzer geschickt</li> </ul>	

Das dargestellte Beispiel beschreibt eine Situation in der die kontextsensitive Anwendung aufgrund eines Push-Impulses gestartet wird. Die Zahlen wurden hier exemplarisch gewählt. Durch die gegebene IF-Anweisung wird die Anwendung „Auswärtsspiel“ immer dann gestartet, wenn sich der Nutzer in seinem Zeithorizont vier Wochen vor einem Auswärtsspiel seiner Mannschaft befindet, die Entfernung des Spielortes zu seinem Heimatort kleiner als 400 km ist, und der Terminkalender zum Zeitpunkt des Spiels noch verfügbare Zeit anzeigt. Darauf basierend startet das System dann verschiedene Subapplikationen: die Anwendung Kartenkauf, dann die Reisebuchung und gegebenenfalls auch die Buchung einer Unterkunft. Das heißt also das kontextsensitive System stellt dem Nutzer bereits einen Großteil von Informationen rund um das Fußballspiel bereit. Diese

Angebote werden anschließend basierend auf die in der Abbildung dargestellten Variablen berechnet. Das bedeutet also, in Abhängigkeit des Spielortes, und es exakten Spieltermins erhält der Anwender dann die Möglichkeit, sich Karten für das Spiel zu besorgen, eine Unterkunft zu wählen, sowie sich Informationen zur Routenplanung ausgeben zu lassen.

Die Subanwendung Kartenvorverkauf kann der Anwender ebenfalls direkt über sein mobiles Endgerät abwickeln. In Abhängigkeit der Werte verschiedener Kontextvariablen (wie z.B. Preisvorstellungen, Lieblingsteam, usw.) bekommt der Anwender Vorschläge für die Tribünenwahl, die Kategorie und die Anzahl auf sein Handy transferiert. Entscheidend für das Preissegment, die Wahl der Tribüne und der Sitzplatzkategorie sind demographische Merkmale (das Alter des Kunden – für einen 70-jährigen wird z.B. kein Stehplatz in Frage kommen), sozioökonomische Merkmale (Berufliche Tätigkeit und Einkommen – beeinflusst primär die Platz- bzw. Preiskategorie), Persönlichkeitsmerkmale (Risikoneigung) sowie marketingmixbezogene Kriterien (Produktwahl, Nutzenvorstellungen, Preisklasse). Eine mögliche Schwerbehinderung des Kunden kann ebenfalls direkt berücksichtigt werden, woraus sich zum einen eine Preisermäßigung und je nach grad der Behinderung auch eine besondere Platzwahl ergeben würde.

Die Informationen, die sich aus dem Profil des Nutzerkontextes ergeben, müssen dann anschließend mit den Daten abgeglichen werden, die vom Content Provider geliefert werden. D.h. der Content Provider benötigt Informationen über die Verfügbarkeit der gewünschten Karten vom Anbieter und vergleicht diese mit den auf den Kontext abgestimmten Wünschen des Nutzers. In einem Dialogfeld bekommt er anschließend einen Vorschlag präsentiert, den er gleich akzeptieren kann oder seinen Wünschen entsprechend anpassen kann. Zunächst wird mit dem Attribut Tribüne spezifiziert, wo der Kunden sitzen möchte, dann werden die Preisvorstellungen und die in diesem Bereich verfügbare Kategorie angegeben, sowie die Anzahl der gewünschten Karten. Erst dann bekommt der Anwender einen Platzvorschlag auf sein Handy transferiert, den er bei Bedarf noch einmal anpassen oder sich Alternativen präsentieren lassen kann. Dann erfolgt ein Datenabgleich mit dem Angebotskatalog des Content Providers, d. h. es werden die im Stadion noch verfügbaren Plätze berücksichtigt, um Angebote zu berechnen, die sowohl den Anforderungen des Kunden, als auch den noch vorhandenen Plätzen entsprechen. Der Kunde erhält dann eine Nachricht, mit nach Relevanz sortierten Platzvorschlägen, die er anschließend noch akzeptieren muss.



Abbildung 2: Screenshots des MOMA-Dienstes

## Referenzen

- [AHW03] Amberg, Hirschmeier, Wehrmann: Ein Modell zur Akzeptanzanalyse für die Entwicklung situationsabhängiger mobiler Dienste im Compass Ansatz (2003). Nürnberg.
- [BCG01] Boston Consulting Group (2000): Mobile Commerce: Winning the On-Air Customer. Boston Consulting Group. <http://www.bcg.com>.
- [Die01] Diederich, B. et al. (2001): Mobile Business. Märkte, Techniken, Geschäftsmodelle. Wiesbaden: Gabler.
- [Eva01] Evans, N. (2001): Business Agility: Strategies For Gaining Competitive Advantage Through Mobile Business Solutions. Prentice Hall.
- [For01] Forrester (2001): Shortcuts to Mobile Location Services. Forrester Research Amsterdam.
- [FKK00] Frischmuth, J.; Karrlein, W.; Knop, J. (2000): Strategien und Prozesse für neue Geschäftsmodelle. Praxisleitfaden für E- und Mobile Business. Heidelberg: Springer.
- [GeH02] Geer, R.; Gross, R. (2001): M-Commerce. Geschäftsmodelle für das mobile Internet. Landshut: Moderne Industrie.
- [GoR01] Gora, W.; Röttger-Gerigk (2001): Handbuch Mobile-Commerce. Technische Grundlagen, Marktchancen und Einsatzmöglichkeiten. Heidelberg: Springer.
- [KaR01] Kalakota, R.; Robinson M. (2001): M-Business - The Race for Mobility. New York: McGraw-Hill.
- [Koe02] Kölmel B. (2002): Location Based Advertising – Push and Pull Approach for mobile Marketing. mBusiness Conference; Athens 2002
- [KoH02] Kölmel B.; Hubschneider M. (2002): Mobile Business - Location Based Services als Killerapplikation. E-Business - Handbuch für den Mittelstand. Grundlagen, Rezepte, Praxisberichte; Hrsg.: H.-J. Bullinger, A. Berres; Springer Verlag
- [KoB92] Kotler, P.; Bliemel, F. (1992): Marketing-Management : Analyse, Planung, Umsetzung und Steuerung. Stuttgart: Poeschel.
- [Lam01] Lamont, D. (2001): The Age of M-commerce: Conquering the Wireless World. Capstone Publishing.
- [Lou01] Louis, J. (2001): M-Commerce Crash Course: The Technology and Business of Next Generation Internet Services. New York: McGraw-Hill.
- [MiS01] Michelsen, D., Schaale, A. (2001): Handy Business: M-Commerce als Massenmarkt . Märkte, Geschäftsmodelle, Planung, Umsetzung. Prentice Hall.
- [NiP01] Nicolai, A; Petersmann T. (2001): Strategien im M-Commerce - Grundlagen - Management - Geschäftsmodelle. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- [Ovu00] Ovum (2000): Mobile Location Services: Market Strategies. Ovum Ltd.
- [Ovu01] Ovum (2001): Global Mobile Markets. Ovum Ltd.
- [PRW96] Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R. (1996): Die grenzenlose Unternehmung. Wiesbaden: Gabler.
- [SWW01] Silberer, G., Wohlfahrt, J.; Wilhelm, T. (2001): Mobile Commerce. Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren. Wiesbaden: Gabler.
- [UMT00] UMTS Forum (2000): Report No. 9 - The UMTS Thrid Generation Market - Structuring the Service Revenues Opportunities. UMTS Forum, London. <http://www.umts-forum.org>
- [UMT01] UMTS Forum (2001): Report No. 13 - The UMTS Thrid Generation Market - Phase II: Structuring the Service Opportunities. UMTS Forum, London, 2001. <http://www.umts-forum.org>
- [Zob01] Zobel, J. (2001): Mobile Business und M-Commerce - Die Märkte der Zukunft erobern. München, Wien: Hanser.



# Eine dezentral organisierte Middleware zur Entwicklung ortsbezogener Dienste

Jörg Roth  
Fernuniversität Hagen  
58084 Hagen  
Joerg.Roth@Fernuni-hagen.de

## 1 Einleitung

Der Aufenthaltsort eines mobilen Benutzers stellt eine wichtige Information für Anwendungen aus den Bereichen *Mobile Computing*, *Wearable Computing* oder *Ubiquitous Computing* dar. Ist ein mobiles Endgerät in der Lage, die aktuelle Position des Benutzers zu bestimmen, kann diese Information von der Anwendung berücksichtigt werden – man spricht dabei allgemein von *ortsbewussten* oder *ortsbezogenen Anwendungen* bzw. von *ortsbezogenen Diensten*. Die Positionsbestimmung hat eine zentrale Bedeutung für ortsbewusste Anwendungen. Häufig wird bei der Entwicklung solcher Anwendungen eine präzise und einfache Positionsbestimmung, z.B. durch Satellitennavigation, vorausgesetzt. Die Satellitennavigation steht jedoch oft nicht zur Verfügung, beispielsweise innerhalb von Gebäuden. Als Alternative können zellulare Netze des Mobilfunks zur Positionsbestimmung eingesetzt werden. Hierbei ist die Positionsauflösung jedoch sehr ungenau. Eine Fülle weiterer Positionsbestimmungssysteme steht insbesondere in Gebäuden zur Verfügung.

Generell kann man feststellen, dass die verschiedenen Positionsbestimmungssysteme höchst unterschiedliche Eigenschaften bezüglich Abdeckung, Präzision oder Art der zur Verfügung gestellten Positionsangaben haben [1, 9]. Kein Positionsbestimmungssystem berücksichtigt zurzeit alle Belange denkbarer ortsbewusster Anwendungen. Betrachtet man aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet ortsbewusster Anwendungen, z.B. auf dem Mobilfunksektor, kann man konkret folgende Probleme identifizieren:

- Ein einzelnes System zur Positionsbestimmung ist häufig fest, ohne Möglichkeit der späteren Änderung, in die Anwendung integriert. Anwendungen können daher auf Änderungen auf dem Gebiet der Positionsbestimmung nur schwer reagieren. Günstiger wäre eine vollständige Trennung von Anwendung und Positionsbestimmung.
- Die Positionsangaben durch die Positionierungssysteme sind in der Rohform für die Anwendung häufig ungeeignet. So ist eine Anwendung neben den reinen Koordinaten oft an Informationen über den aktuellen Standort interessiert. Häufig werden solche Informationen jedoch 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.

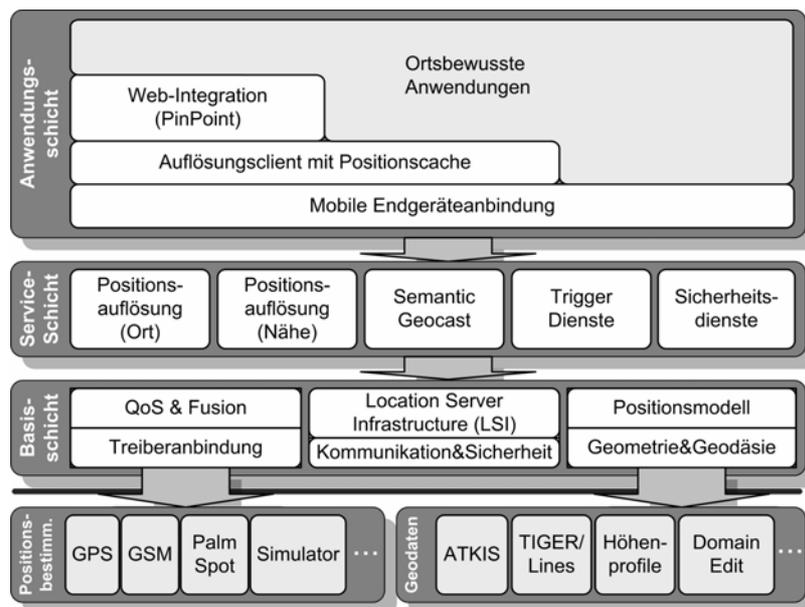
Als Lösung für diese Probleme bietet sich eine dezentral organisierte Plattform an, die entsprechende Dienstleistungen zur Verfügung stellt.

## 2 Nimbus – eine Plattform für ortsbewusste Anwendungen

Um ortsbezogene Anwendungen und Dienste effizient entwickelt zu können, habe ich die *Nimbus*-Plattform vorgeschlagen [5, 6, 7, 8]. Ein mobiler Anteil der Plattform wird auf dem mobilen Endgerät installiert und bindet beliebige Systeme zur Positionsbestimmung transparent an. Ein Netzwerkanteil von Nimbus nimmt eine Erweiterung der Positionsangaben vor. Hinter dem Netzwerkanteil verbirgt sich ein dezentraler, selbstorganisierender Verbund logisch gekoppelter Server. Erweiterte Positionsangaben werden schließlich für Datenbankabfragen, Anfragen zu Webdiensten, entfernte Prozedur- bzw. Methodenaufrufe oder Anfragen an Benutzerregister verwendet. Die Nimbus-Plattform erbringt folgende Dienstleistungen:

- Es wird eine geeignete Auswahl unter den verfügbaren Positionsbestimmungssystemen getroffen und eine Sensordatenfusion durchgeführt. Liegen nur Positionsdaten mit lokalem Gültigkeitsbereich vor, werden diese zusätzlich in eine global gültige Repräsentation umgewandelt. Positionsdaten werden schließlich mit von der Anwendung vorgegebenen geodätischen Eigenschaften (z.B. in ebenen oder ellipsoidischen Koordinaten) zur Verfügung gestellt.
- Es werden so genannte *semantische Positionen* bereitgestellt (Positionen mit Bedeutung für Mensch oder Anwendung, z.B. "Campus der Fernuniversität"). Neben einer Liste von semantischen Positionsnamen (nach einem vordefinierten Namensschema) werden auch Meta-Informationen über den Ort angeboten. So wird beispielsweise die aktuelle Position in Klassen wie "Wald", "Parkplatz" oder "Gebäude" eingeteilt. Neben Informationen über den Ort werden auch Informationen über die nähere Umgebung in einem von der Anwendung definierten Radius bereitgestellt. Hierdurch können Suchanfragen der Art "Welche Hotels liegen im Umkreis von 5 km?" bearbeitet werden.
- Die Anwendung kann zusätzlich ortsbezogene Standard-Dienste wie Trigger-Dienste oder das Geocasting nutzen.

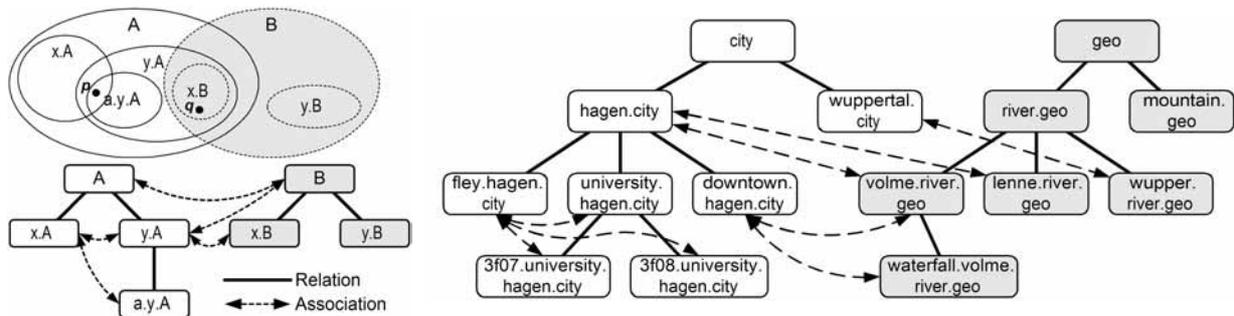
Die Architektur des Nimbus-Rahmenwerks ist in Abbildung 1 dargestellt. Nimbus kann in die drei Schichten *Basisschicht*, *Service-Schicht* und *Anwendungsschicht* eingeteilt werden.



**Abbildung 1:** Das Nimbus Rahmenwerk

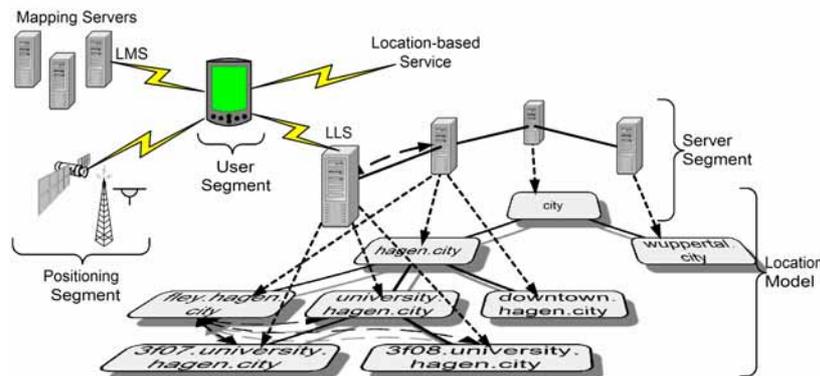
Die *Basisschicht* umfasst die *Anbindung an die Positionsbestimmung*, die Dienst-Infrastruktur *LSI* und das *Positionsmodell*.

- Durch die Treiberanbindungskomponente [7] können Positionsbestimmungssysteme später verändert und hinzugefügt werden, ohne dass die aufsetzenden Komponenten modifiziert werden müssen. Erreicht wird dies über Treiber, die wie in Betriebssystemen die verwendete Hardware abstrahieren. Eine Komponente *QoS & Fusion* führt eine Auswahl unter den Positionsbestimmungssystemen anhand von Qualitätsanforderungen der Anwendung durch und verknüpft die Positionsdaten durch eine Sensordatenfusion.



**Abbildung 2:** Das Nimbus-Positionsmodell

- Das *Positionsmodell* [4, 6, 8] stellt einen Formalismus zur Instanziierung der Positionsdaten zur Verfügung, die später in der Plattform gespeichert werden. Grundobjekte sind dabei die *Domänen*, die im Wesentlichen aus der semantischen Positionsbezeichnung gemäß einem vorgegebenen Namensschema und der entsprechenden physikalischen Ausdehnung bestehen. Das Positionsmodell definiert losgelöst von der späteren Speicherung den Zusammenhang zwischen den einzelnen Domänen anhand der Beziehungen *Association* und *Relation* (Abbildung 2) [6]. Inhaltlich zusammenhängende Domänen werden zu *Hierarchien* zusammengefasst. Um zwischen verschiedenen Koordinatensystemen umzurechnen und notwendige Polygonoperationen effizient durchzuführen, steht eine Bibliothek mit Geometrie- und Geodäsie-Funktionen zur Verfügung.



**Abbildung 3:** Zusammenhang zwischen Positionsmodell und Infrastruktur

- Die Dienstinfrastruktur *LSI* [3, 7] besteht aus einem selbstorganisierenden Verbund von *Location Servern*, die jeweils einen bestimmten Anteil der verfügbaren Positionsdaten verwalten. Abbildung 3 zeigt, wie das Positionsmodell und die Infrastruktur zusammenhängen. Die Infrastruktur speichert Domänen dezentral: ein Location Server ist immer für eine komplette Sub-Hierarchie verantwortlich bis zu den Domänen, die wiederum durch eigene Location Server repräsentiert werden. Die logischen Beziehungen zwischen Domänen werden dabei auf die entsprechenden Location Server übertragen. Neben den Location Servern stellt die Infrastruktur *Mapping Server* zur Verfügung, die jeweils einen physikalischen Bereich mit den dort eingesetzten Positionsbestimmungssystemen betreuen und insbesondere die Umrechnung von lokalen in globale Positionen vornehmen.

Die *Service-Schicht* umfasst Service-Primitive, die durch die Anwendung direkt angesprochen werden können.

- Die zwei Komponenten zur *Positionsauflösung* [6, 8] dienen der Erweiterung von Positionsinformationen. Es wird eine flächendeckende Versorgung von semantischen Positionen zur Verfügung gestellt, auch wenn diese durch die Positionsbestimmungssysteme selbst nicht ermittelt werden können. Zusätzlich werden Metadaten zu den Positionen bereitgestellt.
- Die Komponente *Semantic Geocast* [5] erlaubt, Netzwerknachrichten an eine Gruppe mobiler Benutzer zu versenden, die eine bestimmte Position einnehmen. So können beispielsweise mit einer einzelnen Operation Nachrichten an alle Personen auf dem Campus versendet werden.
- Durch *Trigger-Dienste* kann die Anwendung informiert werden, wenn ein bestimmtes positionsrelevantes Ereignis eintritt. So kann beispielsweise die Anwendung informiert werden, wenn der mobile Benutzer den Campus verlässt oder betritt.
- Die Sicherheitskomponente behandelt die Frage nach authentischen Positionsdaten. Ohne Vorkehrungen könnte ein Angreifer eigene Location Server einrichten, die irreführende oder falsche Positionsinformationen verbreiten. Eine Sicherheitsinfrastruktur mit Zertifizierungsstellen verhindert dies, indem der mobile Benutzer zu jeder Dienstnutzung die Zertifikate der beteiligten Location Server abrufen kann.

Die *Anwendungsschicht* enthält die ortsbewussten Anwendungen, die *Endgeräteeinbindung* durch die Kommunikations-Middleware *NKF (Network Kernel Framework)* [2], die Clientkomponente zur Positionsauflösung und die Komponente zur Web-Integration *PinPoint* [3]. Letztere erlaubt, ortsbezogene Webdienste auf der Basis von Standard-Webkomponenten zu entwickeln. Das System setzt auf den Komponenten *Positionsbestimmung* und *Geodaten* auf. Diese gehören formal nicht mehr zum Nimbus-Rahmenwerk, dennoch sind hierzu Eigenentwicklungen durchgeführt worden. So wurde eine Simulationsumgebung für Positionsbestimmungssysteme und Werkzeuge für das Einlesen von Geodaten aus den Tiger/Line- und ATKIS-Datenbanken entwickelt.

## Referenzen

1. Jörg Roth: *Mobile Computing*, dpunkt-Verlag, 2002
2. Jörg Roth: *A Communication Middleware for Mobile and Ad-hoc Scenarios*, International Conference on Internet Computing (IC'02), Las Vegas (USA), 24.-27. Juni 2002, Vol. I, CSREA Press, 77-84
3. Jörg Roth: *Context-aware Web Applications Using the PinPoint Infrastructure*, IADIS International Conference WWW/Internet 2002, Lissabon (Portugal), 13.-15. Nov. 2002, IADIS Press, 3-10
4. Jörg Roth: *Flexible Positioning for Location-based Services*, IADIS International Conference e-Society, Lissabon (Portugal), 3.-6. Juni 2003, Vol. I, IADIS Press, 296-304
5. Jörg Roth: *Semantic Geocast Using a Self-organizing Infrastructure*, Innovative Internet Community Systems (I2CS), Leipzig, 19.-21. Juni 2003, LNCS 2877, Springer-Verlag, 216-228
6. Jörg Roth: *Accessing Location Data in Mobile Environments – the Nimbus Location Model*, Mobile HCI 03 Workshop on Mobile and Ubiquitous Information Access, Udine (Italien), 8. Sept. 2003, LNCS 2954, Springer-Verlag, 256-270
7. Jörg Roth: *Flexible Positioning for Location-based Services*, IADIS Journal on WWW/Internet, Vol. I, Nr. 2, Dez. 2003, IADIS Press, 18-32
8. Thomas Hadig, Jörg Roth: *Proximity Services with the Nimbus Framework*, IADIS International Conference Applied Computing 2004, Lissabon (Portugal), 23.-26. März 2004, IADIS Press, 437-444
9. Jörg Roth: *Data Collection*, in Jochen Schiller, Agnès Voisard (eds), *Location-Based Services*, Morgan Kaufmann Publishers, erscheint im Juni 2004

# NEXUS—A Platform for Context-aware Applications

Frank Dürr, Nicola Höhle, Daniela Nicklas, Christian Becker, and Kurt Rothermel  
Institute of Parallel and Distributed Systems (IPVS)  
Universität Stuttgart  
Universitätsstraße 38, 70569 Stuttgart, Germany  
frank.duerr@informatik.uni-stuttgart.de

## Abstract

In this paper we present the Nexus Platform for context-aware applications. This platform allows to share the effort of setting up a global and detailed context model between different providers by federating their partial models. Applications can query data directly, use push-based communication through an event service, or use value-added services like a navigation or map service for special tasks. Additional context-aware services like hoarding or geocast can be implemented on basis of the platform. For the latter we present different approaches for addressing and efficient message forwarding based on the Nexus Platform.

## I. INTRODUCTION

The proliferation of mobile communication and the integration of sensors like positioning sensors into mobile devices give rise to the class of so-called *context-aware applications*. Such context-aware applications can trigger actions, or select and present information based on their current context, e.g. the current geographic position of the user or his current speed [1]. Typical examples of context-aware applications are friend finders or context-aware tourist guides, which select and present information about sights in the vicinity of the user. Since these two examples focus on location information as the primary context information they are also called *location-based services*.

All kinds of context-aware applications rely on some kind of context model. Since the effort to set up a global and at the same time detailed model is very high, current context-aware applications use relatively coarse-grained or spatially constraint models tailored to the applications' requirements. In contrast to these models, the goal of the Nexus Platform is to support all kinds of context-aware applications by providing a shared global context model. Partial models from various providers are integrated and federated by the platform, and together form a highly detailed so-called spatial world model.

In this paper we present an overview of the Nexus Platform in Section II, and a geographic communication mechanism that builds on this platform in Section III before the paper concludes with a short summary.

## II. THE NEXUS PLATFORM

To achieve the goal of a global spatial world model, the platform depicted in Figure 1 federates local context models from so-called *context servers*. The local models contain different types of context information: representations of real world objects like streets, rooms, or persons and virtual objects that link to digital information spaces. Sensors keep the data of local context models up to date (e.g. the position of a person).

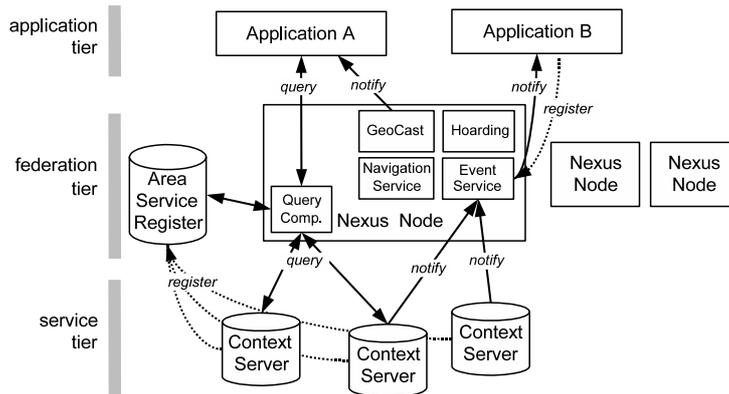


Fig. 1. The Nexus Platform

### A. Context Server

A context server stores a local context model. It is comparable to a web server in the WWW. The server has to fulfill two requirements in order to be part of the Nexus Platform: it has to implement a certain interface (allowing simple spatial queries and results in a specified XML language) and it should be registered with its service area and object types with the so-called *Area Service Register* (comparable to a spatially enhanced DNS, see below).

There can be many different implementations of a context server. For providing large scale geographical models, we used a spatially enhanced database. We cope with the high update rates of the positions of mobile users using a distributed main memory system [2]. Even small-scaled sensor platforms like the ContextCube [3] can be used as context server.

### B. Federation

A federation node mediates between applications and context servers. It has the same interface as a context server, but does not store models (except caching). Instead, it analyzes an application query, determines the context servers that could answer the query, and distributes the query to these servers. Then it combines the incoming result sets to a consistent view and returns it to the application.

For query distribution and service discovery, a Nexus node uses the *Area Service Register* (ASR). This service is a directory of the available local context models and stores the address of their context server, their object types, and their spatial extent. More details about the federation tier can be found in [4].

### C. Additional Services

In addition to the query features, every Nexus node supports advanced value-added services that have their own interfaces and use the federated context model. Figure 1 shows four different value-added services of the Nexus Platform: The event service monitors spatial events, combining basic events into more complex events. It allows for the processing of spatial predicates, such as "two of my friends meet". The navigation service computes multimodal navigation routes across the borders of local context models. With geocast [5], one can send messages to every static or mobile host that is currently located in a specific region by addressing this geographic area. Hoarding is the process of preloading data based on statistical methods to support disconnected operation [6]: if an application is in the act of leaving an area with wireless network communication, the

hoarding service transfers context information to these applications in advance that will most likely be needed.

#### *D. Applications*

A context-aware application can use the Nexus Platform in three different ways. First, it can send queries to the federation to get information about its surrounding including infrastructure, points of interest, mobile objects (friend finder), and so on. Secondly, the application can register to the event service to receive a notification when a certain state of the world occurs, e.g. when the user has entered a building or the temperature in a room exceeds a certain threshold. Thirdly, it can use value-added services like the map or navigation service to shift common functions to the infrastructure.

### III. GEOCAST BASED ON NEXUS PLATFORM

With geocast one can send messages to all hosts in a certain geographic area called the target area of the message. This communication mechanism benefits considerably from a detailed and global spatial world model like the one provided by the Nexus Platform.

#### *A. Fine-grained Addressing*

In conjunction with a fine-grained addressing scheme like the one presented in [5], geocast messages can be sent to large target areas like whole cities as well as to comparably small target areas like single rooms or even parts of a room. Messages can be addressed geometrically by polygons or by symbolic names like room numbers, street names, etc. With geometric addressing almost arbitrary target areas can be addressed, whereas symbolic addresses are intuitive to use since one can use addresses associated with well-known semantics used in everyday life. The Nexus Platform already supports two-dimensional geometric addressing, and we are working on the integration of symbolic locations, so we can take advantage of both types of addressing. Even combinations of symbolic and geometric addresses (hybrid addressing) are feasible, e.g. to address a small part within a room geometrically whereas the room itself is determined symbolically.

The Nexus world model manages information beyond mere location information like the types of objects and further object attributes. By using this information the receiver group within a certain area can be further refined leading to the concept of geographic multicast. For instance, a message can be sent to all taxis near the main station of a town.

#### *B. Efficient Message Forwarding*

Beside a fine-grained addressing scheme, geocast also requires mechanisms to forward messages from the sender to the target area efficiently. Since our addressing scheme allows to address very small target areas with few receivers up to large target areas with many receivers, scalability is a major issue. The following approaches for geocast message forwarding are supported by the Nexus Platform.

The Nexus Platform manages the geographic positions of mobile and static objects. A simple geocast implementation can query for the mobile or static hosts within the target area of the message (i.e. use a range query) and then send the message directly to these hosts using for instance multiple unicast messages. Obviously, this approach is only applicable if the receiver group is small.

Instead of directly sending geocast messages to the receivers, one can also think about a two-phase approach. First, the geocast message is forwarded from the sender to the access networks

intersecting the target area. Secondly, the message is distributed within these access networks to the hosts in the target area. This approach requires a model of the geographic coverage of access networks, which will be part of the Nexus Platform. For messages to mobile target areas like a train or a bus, we can query the Nexus Platform for the current position of the mobile object in order to determine the intersecting access networks in a second step. If messages are sent to the access networks via unicast, this approach is applicable for target areas intersecting few access networks.

For large target areas or dense access network coverages, using a unicast mechanism to send geocast messages to the access networks in the target area is prohibitive. Instead, an infrastructure of special *GeoRouters* can be used for efficient forwarding. [7] describes an approach, where *GeoRouters* are assigned with geographic service areas. *GeoRouters* form a hierarchy according to the inclusion relationship of their service areas, and messages are forwarded along this hierarchy by comparing the target area of the message and the routers' service areas. Since this approach is tailored to geometric addresses, we have to adapt it to symbolic and hybrid addressing in order to use it together with our fine-grained addressing scheme.

A target area address can also be mapped to a multicast address associated with a certain geographic area before a geocast message is forwarded based on this multicast address. Such a multicast address is shorter than the target area address resulting in less overhead and it can be handled more efficiently. For this approach, the Nexus Platform manages the mappings from geographic addresses to multicast addresses. However, we have to keep in mind that for a fine-grained location model the number of multicast addresses can be huge. Therefore, we have to pay attention that routing tables do not grow to large.

#### IV. SUMMARY

In this paper we gave a brief overview of the Nexus Platform for context-aware applications. This platform allows to share the effort of setting up a global and detailed context model between different providers by federating their partial models. Applications can query data directly, use push-based communication through an event service, or use value-added services like a navigation or map service for special tasks. Additional context-aware services like hoarding or geocast can be implemented on basis of the platform. For the latter we presented different approaches for addressing and efficient message forwarding.

#### REFERENCES

- [1] Kurt Rothermel, Dominique Dudkowski, Frank Dürr, Martin Bauer, and Christian Becker, "Ubiquitous computing – more than computing anytime anyplace," in *Proceedings of the 49th Photogrammetric Week*, Stuttgart, Germany, Sept. 2003.
- [2] Alexander Leonhardi and Kurt Rothermel, "Architecture of a large-scale location service," in *Proceedings of the 22nd Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS 2002)*, Vienna, Austria, July 2002, pp. 465–466.
- [3] Martin Bauer, Christian Becker, Jörg Hähner, and Gregor Schiele, "ContextCube—providing context information ubiquitously," in *Proceedings of the 23rd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCS 2003)*, May 2003, pp. 308–313.
- [4] Daniela Nicklas, Matthias Großmann, Thomas Schwarz, and Steffen Volz, "A model-based, open architecture for mobile, spatially aware applications," in *Proceedings of the 7th International Symposium on Spatial and Temporal Databases (SSTD 2001)*, Christian S. Jensen, Markus Schneider, Bernhard Seeger, and Vassilis J. Tsotras, Eds., Redondo Beach, CA, USA, July 2001.
- [5] Frank Dürr and Kurt Rothermel, "On a location model for fine-grained geocast," in *Proceedings of the Fifth International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2003)*, Anind Dey, Albrecht Schmidt, and Joe McCarthy, Eds., Seattle, WA, Oct. 2003, Lecture Notes in Computer Science 2864, pp. 18–35, Springer.
- [6] Susanne Bürklen, Pedro José Marrón, and Kurt Rothermel, "An enhanced hoarding approach based on graph analysis," in *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM 2004)*, Berkeley, California, USA, Jan. 2004.
- [7] Julio C. Navas and Tomasz Imielinski, "Geocast – geographic addressing and routing," in *Proceedings of the Third Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom '97)*, Budapest, Hungary, Sept. 1997, pp. 66–76.

# Tell me where you want to go and I'll tell you what you need to know: information access on the move

Holger Kirchner, Reto Krummenacher, Victor Bayon  
{kirchner, krummenacher, bayon}@ipsi.fhg.de,

Fraunhofer IPSI - Integrated Publication and Information Systems Institute, Darmstadt, Germany

*Today, mobile devices are connected through wireless technology. They often support different communication channels allowing users to stay online longer and improve up-to-dateness. The relevance of information depends to a large extent on a user's position, because they access information mostly within their vicinity. The position is required to reduce the huge amount of available information. A user's interests are also often taken into account to provide more relevant information. Current developments of mobile guides do not consider the varying range of data communication technologies to supply users with fast and reliably data access. So we propose a new mechanism for context-aware pre-fetching.*

## 1 Introduction

As people are more nomadic, there is also an increased need for constant access to information on the move. Mobile devices supporting wireless communication and mobile networks are becoming ubiquitous. Their increasing dissemination is compound by the improved coverage of wireless infrastructures and their support of different communication technologies.

The availability of communication is not guaranteed particularly in outdoor areas where communication coverage is poor or the assumed bandwidth cannot be guaranteed. New devices are already equipped with different network adapters, which allow mobile users to connect to them simultaneously, thereby ensuring higher network access availability. People also often want to retrieve information and use services in their vicinity with respect to their location and personal preferences.

The structure of this paper is as follows: after a brief introduction in Section 1, Section 2 explains the background of the work, before we introduce related works of Personal Mobile Guides in Section 3. In Section 4 our approach of context-aware pre-

fetching is explained. Section 5 gives a summary of the contributions and outlines the paper.

## 2 Background: eureauweb™

The eureauweb™ project, which is partly funded by the EU under the IST-2001-I.5.3 action line for ambient intelligence application systems for mobile users and travel/tourism businesses, aims to develop an information system for European Inland Waterways.

A study [5] conducted among 15000 experienced and novice boaters (800 responded) to determine the needs of required information and access indicates that there is a need for information of different types (Fig. 1) at different stages such as before the journey (e.g. for planning the itinerary), during the journey (e.g. about close convenient attractions or the weather forecast) or after the journey (if a boater wants to transfer information for the next trip or share experiences with friends).

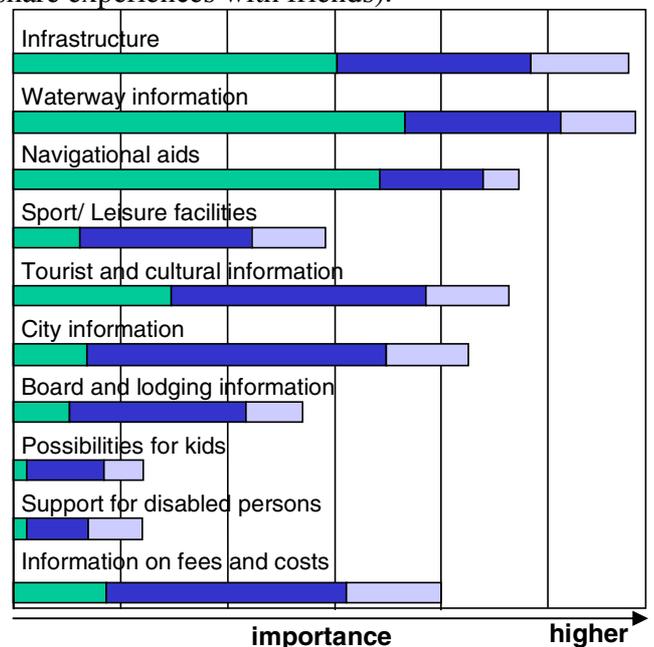


Fig. 1 Main categories of information

The study shows the importance of information and auxiliary equipment, a.) what was available while planning, b.) what could be retrieved whilst

underway or whilst ashore, and c.) what was needed, but not (sufficiently) available.

Note, that this diagram just describes the main categories of information. More than 70 sub-categories have been identified. (a = first, b = second, and c = third part of a bar)

This diagram also shows that in the planning phase the boaters need mainly information about infrastructure, waterway information (e.g. locks) and navigational aids, while during the trip they ask for tourist and cultural information and information about cities. The need for additional information was apparent for all categories. The information was characterized as being location-dependent. Relevant information selected in the planning phase can be preloaded on the PDA before the user goes on a trip.

As inland waterways are covered with wireless networks, using mobile devices to access these different types of information becomes possible. However, not all areas of the inland waterways are covered and providing mobile users with access to these services can be delayed and expensive.

In order to overcome these issues, we have developed a context-aware pre-fetching mechanism that gathers data based on a user's location and preferences. If the information for the vicinity is available locally the user can access it more quickly and effectively when it is actually needed, independent of network availability or speed.

### 3 Related work: Personal Mobile Guides

Many Personal Mobile Guides (PMG) have been developed for indoor and outdoor environments. The first PMGs were mostly developed for the tourist section. Most devices, which were very limited in terms of memory, only supported localization with infrared beacons. All the data including the application were downloaded and installed on a PDA. Up-to-dateness was not frequently required, because information about museums does not change regularly. A typical example for this is the HIPS project [1].

The next generation of PMGs is a visitor information system developed for use in the fair environment. Information at fairs changes often like e.g. starting-times of presentations. A typical example is e-Guide [2], which provides up-to-dateness by data stations on the fair ground. All devices contain the

same information, e.g. over 7000 records for exhibitors, products, etc..

Current developments of PMGs concentrate for example on "seamless assistance" for users. The project SAiMotion [3] focuses on the fair application area, and aims to support the visitor in three different phases: before, during and after the fair.

	<b>data update</b>	<b>positioning</b>	<b>comm.</b>
HIPS	No	IR-beacon	no
e-GUIDE	Daily	IR-beacon	no
SAiMotion	always	WLAN	WLAN

Table 1: Overview of Personal Mobile Guides

In indoors environments, the connection to the information can be considered guaranteed. In outdoor environments, most PMGs have been developed on either mobile phones that connect online to up-to-date context-based information or as stand-alone PMGs that only access locally stored content (i.e. via cdrom installation), addressing mainly well connected, localized and very specific areas such as city centers [4].

With eureauweb [5], we are addressing the design of a system that allows users on the move to access local information of areas where connectivity cannot be guaranteed (such as the waterways networks) but there is a still a need to access context-aware and up-to-date information.

## 4 Technical Challenges

The technical architecture of eureauweb described in [5] develops a scalable distributed information system. Several services representing specific functionalities will be distributed all over Europe. The user needs to address all these services in order to get up-to-date information. So the major technical challenges are *transparent access to services* and *context-aware pre-fetching*.

### 4.1 Transparent access to services

Users often do not know what kinds of services are available in their vicinity and how to access them. Our architecture supports location-aware service discovery, and thus automatic configuration and addressing by location. We expect our system to locate from the many services along the waterways the relevant one for the respective stretch (see Fig. 2). Based on the service discovery concept de-

scribed in [6], all services need to register at a Service Information Trader (SIT) with their service type, responsible locations and supported categories. SIT in general exchanges service information records between service providers (services) and service users (users). In our example each SIT is responsible for a specific domain and collects service registries. So when a user moves on (A) and reaches a new domain (B), the SIT will automatically be detected and the user can query all the records of the services he is interested in.

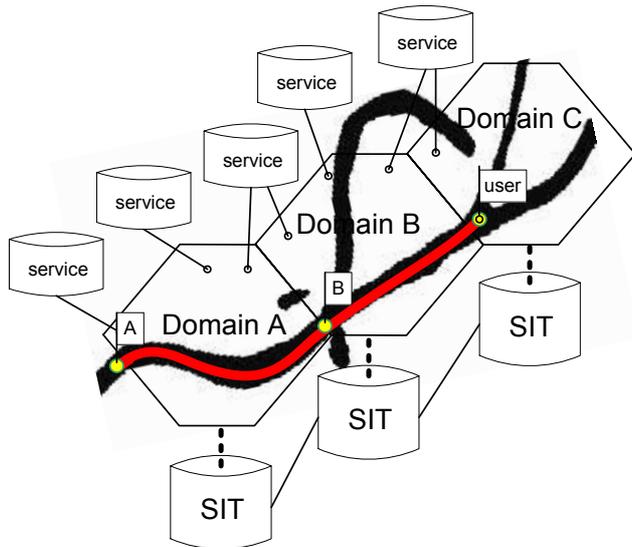


Fig. 2 Location-aware service discovery

To support location-awareness in waterways a location model is required.

#### 4.2 Location Model: River Coordinate System

For the search of information we examined numerous location models. For different reasons we decided on using a model taken partially from waterway magazines and books. This model translates local information latitude/longitude into our river coordinate system, which maps a Point-Of-Interest to a river with a km-point. Optional are orientation like left/right side of a river and the closest distance.

The following possibilities can be determined:

- [river, km-point]
- [river, km-point, orientation]
- [river, km-point, orientation, distance]

It was shown that places are indicated by intervals also: (km1 point - km2 point). Fig. 3 gives a short example: One typical service of the system is a content and service provider service (CSP). CSP A has information about accommodation, sight seeing, an

info office, pharmacy, etc. and is responsible for the location interval Rhine, right side (in water flow direction), and km 440 – km 465.

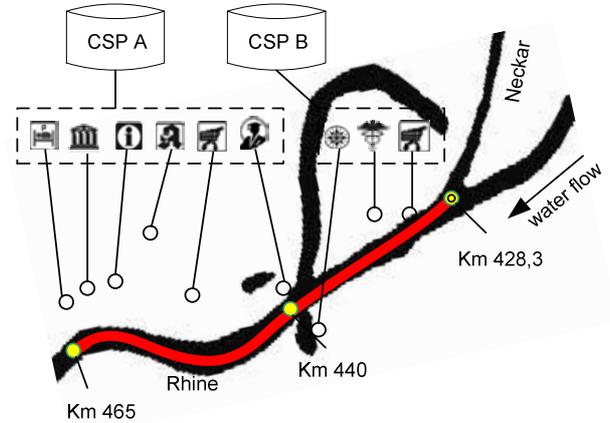


Fig. 3 Points-Of-Interests along waterways

Improving data access and availability context-awareness is taken into account.

#### 4.3 Context-aware Pre-fetching

In Germany, boaters on rivers need to register a minimum of 30 minutes in advance with a lock keeper, before they can operate the lock. The idea of context-aware pre-fetching in this example is to get up-to-date information and to register the boat early enough. If there is a delay for any reason the boater will automatically be informed and can e.g. slow down his engine or stop somewhere.

This is a typical example of the information category that most boaters need. But there are also categories, which can be optional pre-fetched depending on user interests. Users can specify their preferences e.g. they want to know what kind of sights are nearby and information about castles will automatically be available in the local database.

The idea of location-aware pre-fetching is described in [7] and extended with the context aspect in [8], which supports two different target zones *pre-fetching zone mode* and *itinerary mode*.

The *pre-fetching zone mode* is the standard mode utilizing the user's current location, his speed and moving direction to define pre-fetching areas. In [7] a predefined cell plan is used, as e.g. in GSM networks, and defines the area relevant for pre-fetching by combinations of cells. The areas addressed here are not, predefined cells but rather zones that are calculated at runtime by using an adaptive computation.

$$pzLength = \frac{pzL}{V} \cdot v \quad pzWidth = \frac{pzL \cdot pzW}{pzLength}$$

$pzL, pzW$  = def. pre-fetch zone length and width  
 $V$  = avg. speed as given by boat prof.  
 $v$  = current user speed

A fast traveler, with respect to the average speed ( $V$ ) given by the boat profile, concentrates generally more on the waterway, while slow travelers increasingly consider the direct environment. For the former type of traveler the mechanism provides longer pre-fetch zones (PZ), while for the latter wider zones are proposed. The adaptive algorithm uses the average boat speed to describe a fixed default pre-fetch zone ( $pzL \times pzW$ ). From this zone the mechanism computes the dimensions of the current pre-fetch zone with respect to the travel speed.

This mode divides the waterway ahead of the user into three pre-fetching zones (see Fig. 4). Once the user leaves the first zone new pre-fetching zones are calculated.

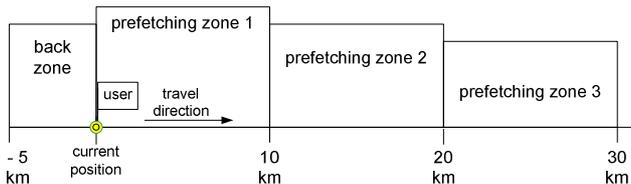


Fig. 4 Pre-fetching zones

Pre-fetching zone 1 is the closest section which includes the most relevant information. However, the system gathers information for all the zones (1 to 3) depending on the service relevancy (up-to-date requirement, location scopes, etc.). The system keeps the information for the back zone in our above example for 25 min. (for a given boat speed of 12 km/h), because boaters might turn around and need information quickly for the area behind them.

Another strategy is the *itinerary mode*. Boaters most likely already decided on their destination and possible waypoints before the cruise. Based on this the system can gather the most relevant information in advance by pre-fetching only the information with the highest priority.

## 5 Conclusion and Future work

After studying existing projects for Electronic Mobile Assistance it turned out that the availability and the up-to-dateness of data is not well supported.

In some application areas it is not possible to gather all the information in advance. Furthermore and particularly in outdoor areas data communication is not guaranteed everywhere. New concepts are required to support the users. In this paper we propose a new mechanism: transparent access to services and context-aware pre-fetching.

For the future, we need to extend the concept of location-aware service discovery in order to support Wide-Area Networks. Nowadays, the cost per data is very expensive and the increased network traffic through pre-fetching must be reduced.

## References

- [1] HIPS, <http://www.fit.fraunhofer.de/projekte/hips>.
- [2] E-Guide, [http://www.igd-r.fraunhofer.de/IGD/Abteilungen/AR3/Projekte\\_AR3/eGuide](http://www.igd-r.fraunhofer.de/IGD/Abteilungen/AR3/Projekte_AR3/eGuide).
- [3] SAiMotion, <http://www.saimotion.de>.
- [4] Lonely planet, <http://www.lonelyplanet.com>.
- [5] Kirchner, Holger; Mahleko, Bendick; Kelly, Mike; Krummenacher, Reto and Wang, Zhou (2004). "eureauweb – An Architecture for a European Waterways Networked Information System". Conference on Information and Communication Technologies in Tourism 2004 (ENTER 2004); Cairo, Egypt, 26-29 January 2004; Published by Springer, Wien, New York; ISBN 3-211-20669-8, pp 65-75.
- [6] Kirchner, Holger; Schönfeld, Wolfgang; Steinmetz, Ralf (2002). "Verfahren zur Diensterkennung und Dienstinformationsbereitstellung im Vergleich". In: Neue Kommunikationsanwendungen in modernen Netzen, Vorträge der ITG-Fachtagung am 28. Februar und 1. März 2002 in Duisburg, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach, pp. 19 - 27, ISBN 3-8007-2680-7, 2002.
- [7] Cho, G. (2002). Using Predictive Prefetching to Improve Location Awareness of Mobile Information Service. Lecture Notes in Computer Science Vol. 2331/2002 (Int'l Conf. Computational Science (ICCS 2002), Amsterdam, The Netherlands), Springer Verlag: 1128-1136.
- [8] Kirchner, Holger; Krummenacher, Reto; Risse, Thomas (2004). "A Location-aware Prefetching Mechanism", accepted at Fourth International Network Conference (INC 2004), 6-8 July 2004, Plymouth, UK (accepted).

## Acknowledgments

Thanks for all who support the work: Mike Kelly, Nigel Claridge, Jurek Kirakowski, David Edwards-May, Enrico Morten, Christian Melchiorre, Stefano Sanna, Manuel Mathias, Jorge Cobos, Wolfgang Schönfeld, Enid von Skerst and Birgit Blume.

# Web Services als Bausteine für kontextabhängige Anwendungen

Gerhard Austaller

Fachgruppe Telekooperation, Technische Universität Darmstadt

Hochschulstraße 10, 64289 Darmstadt

gerhard@tk.informatik.tu-darmstadt.de

## Zusammenfassung

Web Services versprechen auf Grund der starken Standardisierungsbemühungen und Unterstützung durch namhafte Firmen in naher Zukunft eine „enabling technology“ in vielen Bereichen von Forschung und Industrie zu werden. Dieser Artikel skizziert den Einsatz von Web Services in kontextabhängigen Anwendungen.

## 1 Motivation

Durch Benutzung von Kontext, also Informationen über die Situation eines Anwenders, wird versucht Anwendungen zu realisieren, welche besser auf die Bedürfnisse von Anwendern eingehen. Der in dem Artikel vorgestellte kontextabhängige Kalender bezieht Informationen über den Ort des Anwenders und verfügbare Verkehrsmittel um mobile Benutzer bei Terminplanung und Durchführung der Termine zu unterstützen. So werden Anwender abhängig von Standort und verfügbaren Verkehrsmitteln rechtzeitig an die nächsten Termine erinnert. Die benötigten Informationen werden dabei über Web Services gesammelt, wobei die Auswahl der Dienste selbst wieder ortsabhängig ist.

## 2 Kontext

Die Verwendung verschiedener Kontextquellen führt zu einer Vielzahl verschiedener „Datenformate“. Das versuchen wir durch eine systematische Verarbeitung des Kontexts zu lösen (Abbildung 1). Der Stack ist an [2] angelehnt. Die einzelnen Schichten werden hier nur kurz erläutert, weiter gehende Informationen können [1] entnommen werden.

- **Context Sensors:** In dieser Schicht wird jegliche Art von Kontextinformation erfasst. Wir verstehen unter „Sensoren“ neben klassische Sensoren zum Erfassen von physikalischer Werte wie Lautstärke, Lichtintensität auch jegliche Art von Informationsquellen über die Umwelt des Benutzers zu verstehen.

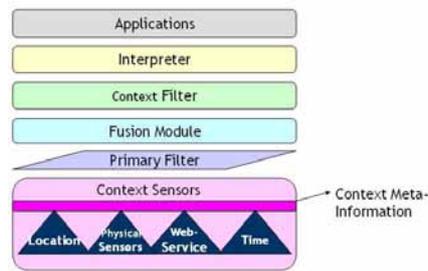


Abbildung 1: Kontext Stack

- **Primary Filter:** Diese Schicht regelt das Datenaufkommen. Prinzipiell gibt es ja zwei Möglichkeiten der Datenbelieferung Push und Pull. Da die zugrunde liegende Kommunikationsinfrastruktur meist vorgegeben ist, wird versucht auf einer möglichst unteren Schicht das Problem der Überflutung des Systems zu verhindern.
- **Fusion Module:** In dieser Schicht werden die Kontextinformationen aus mehreren Sensorquellen kombiniert, sofern dies erforderlich ist.
- **Context Filter:** In vielen Situationen ist eine Anwendung nur an signifikanten Kontextänderungen interessiert. So ist der Kalender nicht an jeder Position innerhalb eines Raumes interessiert, sondern nur am Betreten und Verlassen.
- **Interpreter:** Der Interpreter ermöglicht das Schließen von expliziten Kontext auf impliziten Kontext. Von einem hohen Geräuschpegel und einer größeren Anzahl von Anwesenden kann zum Beispiel auf ein Meeting geschlossen werden.
- **Application:** Der durch die Schichten transformierte Kontext kann von Anwendungen benutzt werden.

### 3 Implementierung des kontextabhängigen Kalenders

Die Bestimmung der Praxistauglichkeit des Kalenders erfordert realistische Daten, am besten aus dem Alltag. Die zur Realisierung des Szenarios benötigten Dienste sind zum Großteil auch heute schon im Internet verfügbar, zur Zeit aber nur als „Webanwendung“ für Menschen als Dienstnehmer gedacht. Die Dienste bieten oft nur HTML-Seiten als „Schnittstelle“ an. Ein Teil der Arbeit fließt also auch in die Entwicklung von Web Service Wrappern. Diese Wrapper arbeiten als Proxies zwischen den Web Anwendungen und SOAP Klienten. Den SOAP Klienten bieten sie problemspezifische Schnittstellen, wie das Suchen nach einer Straßenbahnverbindung. Den Web Anwendungen gegenüber verhalten sie sich wie ein Mensch vor einem Browser.

- **Exchange:** Als zentrale Stelle zur Verwaltung der Termine wurde der gruppeninterne Exchange 2000 Server von Microsoft gewählt. Im Szenario dient der Exchange Server nur zur Verwaltung der Termine. Die Logik zum Suchen und Verknüpfung der benötigten Web Services und rechtzeitigen Benachrichtigung des Benutzers ist

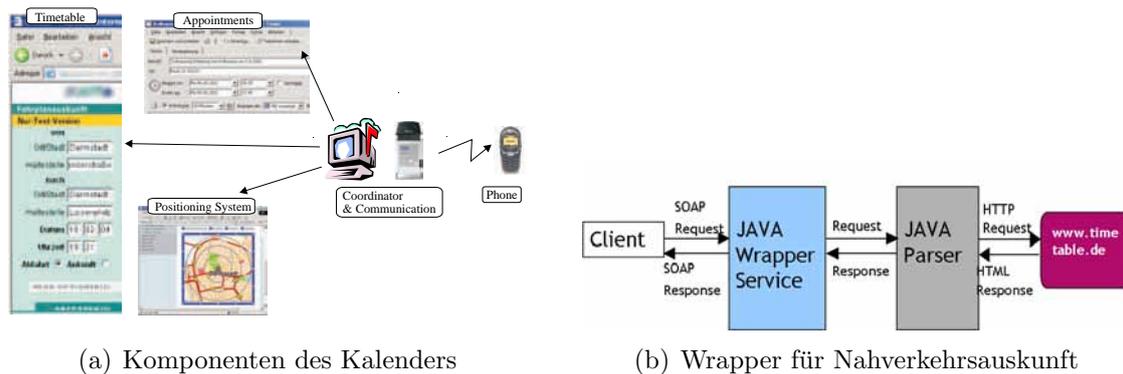


Abbildung 2: Details zum situationsabhängigen Kalender

in einer eigenen Komponente, dem Koordinator, realisiert. Zur Interaktion mit den anderen Komponenten des kontextabhängigen Kalenders wurde ein einfacher SOAP Wrapper implementiert. Dazu wurde JACOB: A JAVA-COM Bridge<sup>1</sup> benutzt. Diese ermöglicht JAVA-Anwendungen die Nutzung von COM-Objekten unter Windows. In diesem Fall wurde über MAPI auf die Kalenderdaten in den Postfächern der Benutzer zugegriffen.

- **Fahrplanauskunft:** In der ersten Version wurde ein Wrapper für den örtlichen Nahverkehr realisiert. Der Wrapper simuliert der Nahverkehrswebseite einen Browser, der sich durch das Angebot klickt, und sich dem Koordinator gegenüber wie ein Web Server verhält. Das Design einer möglichst universellen Schnittstelle ist natürlich eine Herausforderung. Der Auskunftsdienst soll die Frage beantworten können „Wie komme ich wann von A nach B?“. Vorstellbar sind hier die Bahnauskunft, Flugauskunft oder sogar Routenplaner.

Abbildung 2(b) veranschaulicht die Funktionsweise des Wrappers. Der Wrapper besteht aus einem generischen und einem anbieterspezifischen Teil. Der generische Teil nimmt den SOAP Request entgegen und kapselt ihn in ein JAVA Objekt. Der anbieterspezifische Teil wandelt den Request in eine HTTP Request und fragt den der Webserver des Anbieters ab. Die vom Anbieter gelieferte HTML-Seite wird geparkt, das Ergebnis in ein JAVA Reponse Object gewandelt und an den Wrapper geliefert. Dieser wandelt das Ergebnis in einen Response für den SOAP Klienten.

- **Mobiltelefonlokalisierung:** Einige Telefonunternehmen bieten Geschäftskunden bereits Schnittstellen zur Positionsabfrage von Mobiltelefonen an. O2 bietet darüber hinaus sogar Endkunden die Lokalisierung des Mobiltelefons über eine Web-Seite an oder über Cell-Broadcast direkt auf dem Gerät selbst. Auf Grund der enormen Kosten der Geschäftskundenanbindung wurde das Implementieren eines Wrapper für die Web Seite bevorzugt. Die technisch interessante Lösung konnte auf Grund der Nichtverfügbarkeit eines programmierbaren Mobiltelefons bisher nicht realisiert werden, soll aber kurz angerissen werden.

<sup>1</sup><http://danadler.com/jacob/>

Die derzeitige Implementierung ermittelt durch periodische Abfrage („pull“) die Position des Benutzers. Die Zeitspanne zwischen den Abfragen ist eine kritische Größe. Ist die Zeitspanne zu klein gewählt und bewegt sich ein Benutzer längere Zeit nicht, entstehen neben unnötigen Abfragen auch unnötige Kosten, da eine Abfrage 0.20 € kostet. Eine zu große Zeitspanne führt bei einem sehr mobilen Benutzer zu ungenauer Positionsbestimmung. Aus diesem Grund werden wir eine „push“ Lösung implementieren. Dazu wird auf dem Handy ein Programm laufen, das nur bei signifikanter Positionsänderung die neue Position per GPRS an den Koordinator übermittelt.

- **SMS-Gateway:** Zur Zeit erfolgt die Benachrichtigung durch eine SMS an den Benutzer. Dazu wurde ein WS basierend auf der D211 Telefonkarte von Nokia realisiert. Der Koordinator verwendet SMS als Kommunikationsmittel zum Benutzer.
- **Koordinator:** Der Koordinator übernimmt die Dienstsuche und Koordination. Zusätzlich plant er, wann der Benutzer zu informieren ist, damit er rechtzeitig zum Termin kommt.
- **Mobiltelefon:** Jedes beliebige GSM Mobiltelefon kann als Empfänger benutzt werden. Neben der hohen Durchdringung in der Bevölkerung ist vor allem die Möglichkeit SMS zu empfangen ein Pluspunkt. SMS ist eine Push-Technologie, d.h. SMS werden bei eingeschaltetem Gerät ohne Zutun des Benutzer empfangen. Vorstellbar ist aber auch die Verwendung von WAP Push.

## 4 Fazit

Die Implementierung des Kalenders zeigte die prinzipielle Umsetzbarkeit unseres Modells unter Zuhilfenahme von Web Services. Mit den verfügbaren Werkzeugen war die Umsetzung problemlos möglich. Unsere wichtigste Frage ist natürlich: „Wann sind die Dienste in Form von Web Services verfügbar?“. Eine Vielzahl von Diensten sind in Form von Web-Anwendungen für Benutzer über HTML-Seiten verfügbar, wie z.B. Fahrplanauskunft, Routenplaner, usw. Erst vereinzelt werden diese Dienste auch als Web Service angeboten. Ein Grund ist wohl, dass Dienstanbieter zu wenig Gegenleistung bekommen. Auf Webseiten kann Werbung platziert werden oder eine Marke entwickelt werden („googlen“ z.B. ist heute synonym für Suche im Web über eine Suchmaschine). Ein Web Service kann hingegen benutzt werden, ohne dass der Endnutzer das zu Kenntnis nimmt. Erst ein funktionierendes Micropaymentsystem kann hier Abhilfe schaffen.

## Literatur

- [1] AUSTALLER, GERHARD, JUSSI KANGASHARJU und MAX MÜHLHÄUSER: *Using Web Services to Build Context-Aware Applications in Ubiquitous Computing*. In: *Web Engineering 4th International Conference, ICWE 2004*, Juli 2004. im Druck.
- [2] DEY, ANIND K.: *Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications*. Doktorarbeit, Georgia Institute of Technology, November 2000.

# Management von ortsbezogenen Diensten

Dominic Heutelbeck

## 1 Einleitung

Ortsbezogene Dienste gehören mittlerweile in das Alltagsangebot von Mobilfunk Providern. Diese Dienste verwenden Daten über die aktuelle Funkzelle des Benutzers oder integrierte GPS Hardware zur Positionsbestimmung. Es ist abzusehen, dass die Bedeutung von ortsbezogenen Diensten in Zukunft mit einer weiteren Verbreitung und Verbesserung der in die Endgeräte integrierten Hardware zur Positionsbestimmung weiter steigt. Dabei ist zu erwarten, dass die Anzahl der Dienste und deren Instanzen rapide zunehmen wird. Zusätzlich wird die mittlere Lebensdauer der Dienste und Anwendungsinstanzen sinken während deren Personalisierung und Mobilität zunimmt. Der Anwender steht damit vor dem Problem, sich innerhalb der Vielzahl von Diensten zurecht zu finden. Es fehlen Werkzeuge zur Suche und zur Verwaltung von ortsbezogenen Diensten. In dieser Arbeit stellen wir eine Plattform zum Management von ortsbezogenen Diensten vor.

## 2 Eigenschaften und Anforderungen ortsbezogener Dienste

Der Begriff der ortsbezogenen Dienste wird in diesem Zusammenhang sehr weiträumig gefasst. Ortsbezogene Dienste lassen sich unter anderem anhand folgender Kriterien unterscheiden:

- **Plattform:** Häufig werden ortsbezogene Dienste nur im Zusammenhang mit Mobiltelefonen betrachtet. Zusätzlich sind sie auch interessant für die stationäre Nutzung und für weitere mobile Plattformen wie Wearables und Augmented-Reality Systeme.
- **Verteilung:** Der Dienst als solcher kann lokal auf einer Maschine laufen, nach einem Client-Server Schema arbeiten oder dezentral organisiert sein.
- **Abdeckungsgebiet:** Ein ortsbezogener Dienst wird für ein bestimmtes geographisches Gebiet angeboten. Dienste lassen sich anhand des abgedeckten Gebietes unterscheiden.

- **Mobilität:** Das Abdeckungsgebiet eines ortsbezogenen Dienstes ist nicht zwangsläufig fest. Es kann sich im Laufe der Zeit in Bezug auf Form, Größe und Position ändern. Beispiel: Ein Informationssystem für ein Kreuzfahrtschiff bewegt sich zusammen mit dem Schiff.
- **Lebensdauer:** Dienste wie zum Beispiel Navigationssysteme werden haben eine Lebensdauer von vielen Jahren. Andere Dienste wie zum Beispiel Informationssysteme zu Volksfesten oder Sitzungen eines Spieles können eine viel kürzere Lebensdauer besitzen.
- **Diensttyp:** Ortsbezogene Dienste lassen sich auch anhand der erbrachten Dienstleistung unterscheiden. Beispiele: Touristenführer, Navigation, Flottenmanagement, Friend-Finder oder Spiele.

Bei der Suche nach einem ortsbezogenen Dienst ist das primäre Suchkriterium für den Dienst das aktuelle Abdeckungsgebiet. Eine Plattform für ortsbezogene Dienste muss also eine effiziente Suche nach Diensten anhand geographischer Kriterien unterstützen. Der Dienstanbieter sollte bei der Bereitstellung und Bekanntmachung seiner Dienste unterstützt werden.

Eine einfache praktikable Lösung für dieses Problem bieten geographische Datenbanken. Betrachten wir jedoch den aktuellen Markt für Mehrwertdienste im Mobilfunk kann man leicht erkennen, dass dieser zentralistische Ansatz dazu führen kann, dass ein Netzbetreiber seinen Kunden ausschließlich haus-eigene ortsbezogene Dienste zugänglich macht. Durch eine stärkere Durchdringung des Marktes mit entsprechender Hardware ist zu erwarten, dass die Kunden selbst über Heimnetzwerke, und mobile Hardware ortsbezogene Dienste anbieten werden. Eine Mögliche Anwendung sind zum Beispiel geographische Weblogs. Diese Dienste sollen auch über die Grenzen des Providernetzes hinaus verfügbar gemacht werden. Für einige Anwendungen ist es von Interesse, dass Inhalte und Verfügbarkeit des Dienstes nicht der Kontrolle einer zentralen Instanz unterliegt. Diese Anforderungen legen eine verteilte Architektur nahe.

Sowohl der Anwender als auch der Dienstanbieter sollten von einer Plattform für ortsbezogene Dienste auch durch eine geeignete Benutzeroberfläche unterstützt werden. Für die unterschiedlichen Plattformen wie Handy, PDA oder Augmented-Reality Systeme ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten, um die Dienste zu handhaben und darzustellen.

### 3 Geographische Suche

Für die Suche nach ortsbezogenen Diensten verfolgen wir einen dezentralen Ansatz. Die Suche wird über ein virtuelles Netz auf der Anwendungsbe-

ne realisiert. Wir folgen dabei dem Peer-to-Peer Ansatz. Jeder Dienstanbieter wird gleichzeitig zum Dienstnutzer und steuert Ressourcen wie Bandbreite, Speicherplatz und CPU-Zyklen bei, um den Dienst aufrecht zu erhalten.

Aktuell bieten wir zwei Protokolle, ContextCast und RectNet, mit unterschiedlichen Eigenschaften an, um ein solches dezentrales Netz zur Suche nach ortsbezogenen Diensten bereitzustellen. Gemeinsam ist diesen Protokollen, dass sie auf einer rekursiven Partitionierung des Raumes basieren. Ausgehend von einem Basis-Koordinatensystem, o.B.d.A. zweidimensional, wird der Raum hierarchisch in Teilräume zerlegt. Die so entstehenden Teilräume modellieren geographische Zuständigkeitsgebiete für die teilnehmenden Rechner. Der Ansatz ist vergleichbar mit den Distributed-Hash-Tables. Die geographische Suche besitzt allerdings im Vergleich zu der bei DHTs behandelten Problematik zusätzliche erschwerende Eigenschaften, wie z.B. die nicht Gleichverteilung und Variabilität der Schlüssel, in diesem Fall der Abdeckungsgebiete. Unsere Ansätze starten mit einem einzelnen Knoten der zentral alle Dienste für den Raum verwaltet. Lastabhängig wird der Raum nach und nach partitioniert und Zuständigkeiten verteilt. Dabei bildet sich eine baumartige Netzwerktopologie, die zur Weiterleitung der Suchanfragen genutzt wird.

## 4 ContextCast

Das ContextCast Protokoll ist aus der Motivation heraus entstanden, Nachrichten an Knoten zu schicken, die sich in einem bestimmten geographischen Gebiet aufhalten. Zwischen den Problemen des sogenannten Geo-/Context-Casting und der geographischen Suche besteht ein enger Zusammenhang. Das ContextCast Protokoll ist gut für Dienste mit kleinen Abdeckungsgebieten geeignet. Das Abdeckungsgebiet wird durch eine einzelne Koordinate modelliert, und jeder Dienst nutzt einen eigenen Client für das ContextCast Netzwerk. Das ContextCast Protokoll partitioniert den Raum rekursiv je in vier gleichgroße Teilräume bis eine gleichmäßige Verteilung der Last erreicht wurde. Dabei werden Mobilität, Verbindung und Position des Dienstes berücksichtigt, um eine optimale Lastverteilung und Stabilität des Netzwerkes zu erreichen. Dienste werden immer von dem Client verwaltet, der für den kleinsten Teilraum zuständig ist, der die Position des Teilraumes enthält. Für ContextCast Protokoll existiert eine Referenzimplementierung, die intensiv getestet wurde. Das Protokoll ist robust gegen Knotenausfälle und verwendet TCP als Basis.

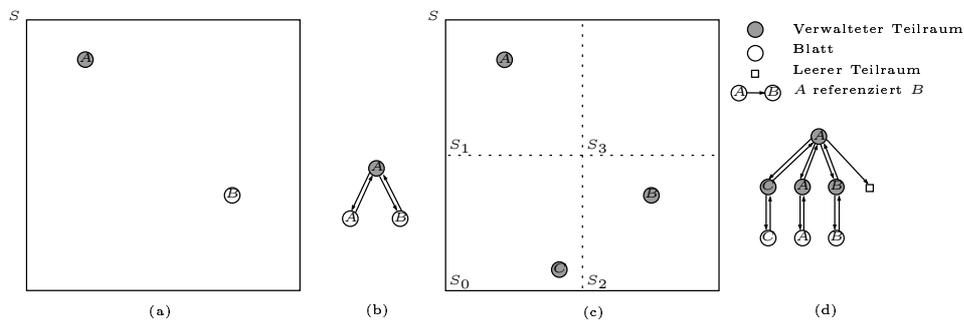


Abbildung 1: (a) Ein Raum  $S$  mit zwei Diensten  $A$  und  $B$ . (b) Das resultierende Netzwerk. (c)  $S$  nach dem Beitritt des Dienstes  $C$ . (d) Das Netzwerk nach dem Beitritt von  $C$ .

## 5 RectNet

Um die starken Einschränkungen des ContextCast Protokolls bezüglich der Modellierung der Dienste aufzuheben, haben wir das RectNet Protokoll entworfen. Das RectNet Protokoll erlaubt die Modellierung der Abdeckungsgebiete von Diensten durch beliebige Flächen. Ähnlich wie bei ContextCast wird der Raum rekursiv partitioniert. Dabei geht RectNet nach dem binary space partitioning Prinzip (BSP) vor, und wählt adaptiv zu den verwalteten Diensten und den von ihnen erzeugten Lasten die Koordinaten an denen die Teilräume geteilt werden. Durch die flächige Modellierung ist nun ein Dienst nicht immer eindeutig einem Teilraum zuzuordnen, da er die Flächen mehrerer Teilräume schneiden kann. Dieses Problem wird durch Replikation der Daten über die verschiedenen Ebenen und die Einführung eines Aktualitätskriteriums bei der Suche behandelt. Eine Referenzimplementierung des RectNet Protokolls befindet sich momentan in der Abschlussphase. Das RectNet Protokoll ist robust gegen Knotenausfälle und basiert auf UDP.

## 6 Anwenderunterstützung

Um dem Anwender Werkzeuge in die Hand zu geben mit einer Menge von Diensten in einer Umgebung mit heterogener Hardware umzugehen, haben wir die Plattform ArWorx entworfen. Sie basiert auf einer strengen Trennung von Anwendungslogik und Benutzerschnittstelle. Dienste und Anwendungen können Oberflächen für verschiedene Plattformen bereit stellen, z.B. klassische Fenstersysteme oder 3D Augmented-Reality Systeme. Dabei stellt die Plattform Abstraktionen für Positionssensoren und Weltmodelle sowie Bausteine für plattformabhängige Benutzerschnittstellen zur Verfügung.

# Improving Access Discovery by Analysing World-Model Information

Stephan Lück, Andreas Gutscher

University of Stuttgart  
Institute of Communication Networks and Computer Engineering  
Pfaffenwaldring 47, D-70569 Stuttgart  
e-mail: {lueck, gutscher}@ikr.uni-stuttgart.de

## Abstract

So far, mobile terminals discover available access networks mainly by means of measurements at their physical interfaces. Information acquired by these measurements are often not sufficient to perform optimal access network selection decisions. Therefore, we present an approach, which uses world-model data to provide access selection algorithms with more information. Because this world-model information, originating from different sources, can be contradictory, we propose to use a reputation system to rate the quality of these different data sources.

## 1. Introduction

Platforms providing location-based and context-aware services make only sense if there are mobile terminals, which have network access at almost every place with the highest bitrate as possible. Unfortunately, large coverage area and high bitrate are often conflicting requirements. Cellular networks cover large areas but offer a rather low bandwidth and high delays, whereas Wireless LANs (WLANs) often provide considerably more bandwidth and lower delays but cover only small areas. Therefore, it is desirable to enable mobile terminals to dynamically select the access network, which offers for example the best bitrate-delay-combination suited for the applications currently running on this terminal. In addition, to make context-aware and location-based services affordable to the user, communication costs should be minimized. Terminals that have access to multiple access networks of heterogeneous technology and try to select the currently most appropriate access network are often called to be *Always Best Connected* [1].

We subdivide the functionality needed to realise Always Best Connected communication into three sub-problems: *Access Discovery*, *Access Selection* and *Protocol Mechanisms*. Access Discovery serves to discover access networks available to a mobile terminal and to determine parameters describing the characteristics of the discovered access network. The information gathered by the access discovery function is processed by access selection algorithms. Access selection algorithms choose the access network, which is best suited for a given application and then apply protocol mechanisms to realise their access selection decision. This paper describes our approach concerning Access Discovery.

Our work is part of the center of excellence *Spatial World Models for Mobile Context-Aware Applications (Nexus)* [4] at University of Stuttgart. An important element of research activities within this center of excellence is a data model — the *Augmented World Model (AWM)* — describing physical objects assigning location, extent, and additional attributes to them. In particular, it is possible to describe access networks. Hence, our idea is to improve access discovery by analysing world-model information.

When introducing world-models describing access networks, the question arises how to acquire the needed data. Basically, two approaches are possible. Firstly, network operators could feed data they have extracted from their network management systems into the world-

model. Secondly, model information could be generated by third parties, especially users, which are moving around in radio cells of a certain network taking signal strength measurements and making them available to other users.

The Nexus platform was designed to be an open system, this means, everybody can use the platform to retrieve information, offer services and contribute to the content of the Augmented World Model (AWM). Therefore, we cannot simply rely on the correctness of information provided by unknown users. We propose the integration of a reputation system into the AWM in order to improve the ability to distinguish trustworthy from unreliable information.

The paper is subdivided into two parts. Section 2 describes how the content of world model can be used to improve access discovery whereas Section 3 focuses on how the reputation system determines the trustworthiness of model information.

## 2. World-Model-Based Access Discovery

Access discovery methods typically take into account only measured values taken on the physical interface on a mobile terminal such as signal-to-noise-ratio and evaluate access technology specific data broadcasted within a beacon signal. We call such methods *Measurement-Based Access Discovery*.

Measurement-based access discovery is well-suited for terminals, which can use one access technology only, such as most of today's cell phones. Terminals that can handle multiple access technologies possibly provided by different network operators can make better network selection decisions if they have additional information about access networks, which cannot be acquired by simply listening to beacon signals. This information comprehends among other things the location and the extent of radio cells, QoS-related information, such as bitrate and delay, the description of available services, and the cost of usage of an access.

This information can be represented by a data model [3], which is part of the Nexus Augmented World Model. Therefore, we call the access discovery approach, which uses this additional information *Model-Based Access Discovery*.

The access network data model also contains unique *Technology Specific Access Identifiers (TSAIs)*, which are different for each access technology. WLANs, for example, use access point MAC-addresses to identify a cell and GSM/UMTS use the so-called *cell global identification*. Because they do not only appear in the world-model but also appear in beacon signals, TSAIs serve as links between measurement-based access discovery and model-based access discovery.

Using TSAIs as links between measured data and world-model objects allows for realising one certain type of access discovery scenario: the augmentation of measured data with model data by combining measurement-based and model-based access discovery. In these scenarios, the mobile terminal uses measurement-based access discovery to determine the set of networks it currently has access to. Then it extracts from these data one TSAI for each access network. Using the TSAIs, the terminal queries the world-model for additional information about each access network.

Another type of scenarios queries the world-model for data about networks, which are currently not visible to the mobile terminal. In particular, if it can determine its position, the terminal can access information about neighbouring networks. For example, if a terminal has access to a quite slow cellular network such as GRPS or UMTS but knows because of world-model information that there is a WLAN cell some meters away from its actual position, it can postpone a data transmission expecting the user will eventually enter the WLAN cell. Alternatively an application running on the terminal could even ask the user to move to the WLAN.

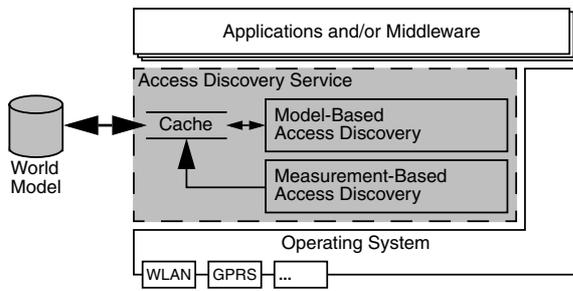


Fig. 1: Mobile Terminal Software Architecture

Figure 1 shows the software architecture, realising model-based access discovery. We believe that in future not only access technology will be heterogeneous but also protocols will be. In particular, there are multiple protocols providing mobility support working at different protocol layers such as Mobile IP, which is working at the IP-layer or SIP, which is an application layer protocol.

Therefore the access discovery function is placed in a separate component called *Access Discovery Service*. This approach allows for combining different access selection policies and protocol mechanisms with this access discovery service. Access selection and protocol mechanisms can be realised either by middleware or by special applications, which are adaptive in respect to available communication resources. The cache in figure 1 allows the terminal to maintain a local world-model. It is even thinkable to operate on the local world-model only without accessing a distributed world-model.

### 3. Reputation System

In Section 2 we showed, that world-model information can indeed improve access discovery, but obviously, the model information will not be useful unless it is correct. The AWM, however, is part of an open platform, i.e., everybody can insert data into the AWM and users will not be able to distinguish between correct and wrong information. Users have to cope not only with inadvertently entered invalid data but also with intentionally manipulated access network information in the AWM.

One promising approach to cope with this problem is the integration of a reputation system into the platform allowing users to exchange their opinions about the correctness of the information in the AWM. The basis of the reputation system is provided by a mathematical model for opinions. Different models for expressing and calculating with opinions and trust have been proposed (e.g. [5], [6]) and we are currently analysing the suitability of the models for our platform. Although there are significant differences between these models, the basic approach is similar. Each model defines basically two aspects:

1. It defines how to formally express opinions. Apart from naming a subject, a proposition and a property (“*Who believes, that which proposition has which property?*”), the degree of belief has to be expressed quantitatively, which is done for example by mapping an opinion to one or two values in the interval between zero and one.
2. It provides a set of operations which can be performed on opinions or defines a set of rules specifying which new opinions can be derived from a set of given opinions. This allows the user to calculate with opinions, e.g., to merge two opinions into a single resulting opinion.

Using this model, users can express their opinions about two issues: Firstly, they can express whether and to which extent they consider some model information to be correct (*information rating*) and secondly, whether and to which extent they trust the opinion of some other user (*trust rating*). Here, two types of trust can be distinguished: *Direct trust* refers to the honesty and competence of the other user to issue useful information ratings, whereas *indirect trust* (or *recommendation trust*) refers to the honesty and competence of the other user to give useful recommendations for a third user issuing useful information ratings. It is possible and useful, to limit the number of allowed indirection hops.

The general approach for validating the trustworthiness of a given information is to search for chains of recommendations, trust ratings and information ratings starting from the user himself and leading to the indicated information, calculating the resulting trust value and deciding whether this value is equal or higher than the required value.

Initially, each user stores his own ratings in a local reputation database. In order to share their knowledge, users can transmit all or a subset of their ratings in the form of digitally signed certificates to the reputation database of the AWM. Users can search the AWM reputation database for ratings concerning a given information or user, download the certificates and cache them in their local reputation database.

The access discovery function can then try to determine the trustworthiness of a given information in the AWM by applying the rules to the ratings in the local reputation database. However, there is no guarantee that the evaluation will be successful. It can happen, that the required ratings are not present, but often the problem can be solved by searching specifically for missing links of almost complete certificate chains.

The use of a reputation system can certainly help to distinguish trustworthy from unreliable information and improve the quality of the information passed to the access selection function, however it involves also some inconveniences. Apart from the fact, that it should be avoided to consume too much bandwidth and computing power of mobile devices, the choice of the own trust ratings could turn out to become a major problem. Users might find it to be difficult to decide, whom they should trust, to which extent and whether this trust also applies for recommendations because they don't have the necessary insight into the functioning of reputation systems. Unfortunately, this question cannot be adequately answered by an algorithm and it is not possible to name a useful default value. Considering everybody trustworthy does not protect the user from untrustworthy information at all, whereas considering everybody as untrustworthy classifies any information untrustworthy. Reputation systems cannot provide benefits unless the user is able to rank the trustworthiness of other users.

## 4. Conclusions

This paper shows how world-models can provide additional information to improve access discovery. If potentially untrustworthy individuals contribute to the content of the world-model, an integrated reputation system can help to distinguish trustworthy from unreliable information. However, this approach requires applications and middleware to be adapted so that they can coordinate their communication activities with the access discovery service.

## References

- [1] Eva Gustafsson and Annika Jonsson: "Always Best Connected", IEEE Wireless Communications February 2003
- [2] Licia Capra, Wolfgang Emmerich, Cecilia Mascolo: "CARISMA: Context-Aware Reflective mIddleware System for Mobile Applications", IEEE Transactions on Software Engineering, 2003
- [3] Stephan Lück, Susanne Bürklen, Frank Dürr, Matthias Großmann, Michael Scharf: "Ein Schema zur Beschreibung von Zugangsnetzen für das Nexus-Umgebungsmodell", Nexus-Projektbericht, April 2004
- [4] Center of Excellence "Spatial World Models for Mobile Context-Aware Applications", University of Stuttgart, <http://www.nexus.uni-stuttgart.de>
- [5] Audun Jøsang: "Artificial Reasoning with Subjective Logic", 1997
- [6] Ueli Maurer: "Modelling a Public-Key Infrastructure", 1996

# Multiuser Mixed Reality Umgebung für Lehre, Community und ortsbezogene Anwendungen

Andreas Bischoff  
Lehrgebiet Prozesssteuerung  
und Regelungstechnik  
Fachbereich ET+IT  
FernUniversität Hagen  
Kontakt: [andreas.bischoff@fernuni-hagen.de](mailto:andreas.bischoff@fernuni-hagen.de)

## Abstract:

This paper presents an approach to a Web based multiuser virtual reality system for workshop-like events and remote experimentation. It addresses multi-user related problems like interaction, shared resources and location based services. The collaborative environment introduced here allows the usage of PDA based localisation to integrate local users into virtual 3d space. The remote Virtual environment is based on an open-source multi-user virtual reality client/server architecture, named DeepMatrix[5], which was implemented in the Java programming language. The components used are mainly based on web standards like VRML and Java. Localisation of local users was implemented with WLAN and GPS.

## 1. Einführung:

Am Lehrgebiet für Prozesssteuerung und Regelungstechnik der FernUniversität Hagen werden seit 1997 über das Internet fernbedienbare regelungstechnische Experimente für die Lehre entwickelt und eingesetzt [1]. Um die Zusammenarbeit von Studierenden in Gruppen zu ermöglichen wurden diese webbasierten Anwendungen und eine sogenannte Multiuser Virtual Reality Umgebung ergänzt, insbesondere wurden bewegliche Experimente (ein mobiles Robotersystem) in diese Umgebung integriert [2]. Diese Multiuser Virtual Reality Umgebungen lassen sich auch ganz hervorragend in der Lehre für bandbreitenschonende virtuelle Seminare und für einen die Community fördernden virtuellen Campus [3] einsetzen. In einem Mixed Reality Szenario, d.h. bei teils virtuell teils physikalisch anwesenden Nutzern (oder auch mobilen Devices wie beispielsweise mobile Robotersysteme) und entfernten Nutzern, entsteht der Bedarf diese Nutzer in Orientierung und Position zu lokalisieren und ihre Position der Virtual Reality Umgebung mitzuteilen.

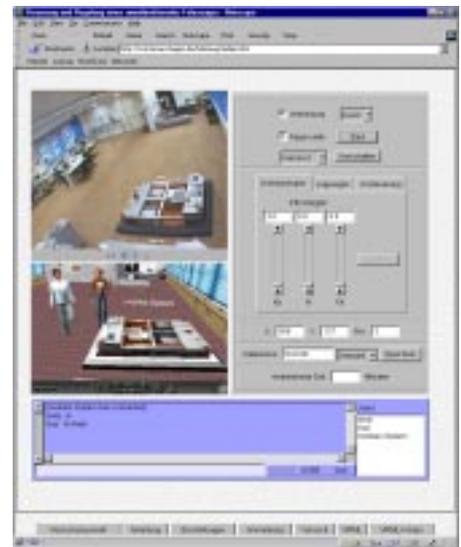


Abbildung 1: Multiuser-VR-Umgebung für fernbedienbare Experimente

## 2. Multiuser Virtual Reality

In "Multiuser Virtual Reality"-Chat-Räumen wird jeder Benutzer durch einen sogenannten Avatar (eine virtuelle Darstellung seiner Person) repräsentiert. Jeder Benutzer kann in der zur Verfügung gestellten 3D-Welt frei navigieren und verfügt über eine eigene Ansicht der 3D-Welt mit den Avataren weiterer angemeldeter Benutzer. Die Benutzer können nicht nur per Text-Chat sondern auch nonverbal über Avatar-Gesten kommunizieren. Technisch realisiert werden kann ein solcher "Multiuser Virtual Reality"-Raum auf Client-Seite durch Web3D-Technologien wie der Virtual Reality Modeling Language (VRML) [4] und Java.

Ein mit einem VRML-Plugin ausgestatteter Webbrowser ist in der Lage, navigierbare 3D-Welten darzustellen. VRML ist ähnlich wie HTML ein Text-Dateiformat und lässt sich daher bandbreitenschonend übertragen. Der Client-Computer übernimmt die 3-D-Darstellung (das Rendering) der aktuellen Ansicht. Die hier gewählte Umgebung beruht auf der Open-Source Multiuser-VR-Server Software Deepmatrix [5], welche plattformunabhängig in Java implementiert wurde.

In der Fernlehre ist insbesondere für synchrone Events wie z.B. Praktika (in den Ingenieurwissenschaften) und synchronen Seminarveranstaltungen (Seminarvorträge) eine solche Lösung bandbreitenschonender als eine Videokonferenz.

Alternativ zur Browser-PlugIn-basierten Lösung ist bietet die verwendete Software auch um eine Variante, welche das Java 1.1x basierte 3D-API Shout3d [6] unterstützt. Diese Variante wurde genutzt um eine PDA-basierte Java-Applikation zu erzeugen, welche auch in der



Abbildung 2: Personaljava Deepmatrix PDA Client HP-Jornada, 640x240 Pixel

limitierten, Java 1.1x kompatiblen Personaljava Umgebung die für verschiedene Windows CE Versionen, Linux und Symbian basierten PDA's u.A. von Sun [7] und Insignia [8] zur Verfügung gestellt wird, lauffähig ist. Damit ist es möglich auch auf den limitierten Grafik-Ressourcen von PDA's eine

VRML-Rendering Engine zu nutzen, sofern mindestens eine Personaljava Runtime Umgebung zur Verfügung steht (Abb.2).

## 3. Mixed-Reality Muti-User Umgebungen

Mixed-Reality kann sowohl als Augmented Reality [9]<sup>1</sup>, als auch die Abbildung real anwesender Nutzer in einen korrespondierenden virtuellen Raum aufgefasst werden.

### 3.1 Virtuelle Labor oder Seminar Umgebung

Lokale Benutzer (lokale Versuchsbetreuer) können nun in einem Mixed-Reality Szenario, d.h. also im Falle der virtuellen Laborumgebung, via WLAN<sup>2</sup> lokalisiert werden sofern sie mit

<sup>1</sup> d.h. in diesem Kontext: VR-Darstellungen der virtuell anwesenden Benutzer werden in Videobilder oder HMD's eingeblendet.

<sup>2</sup> Wireless Lan

geeigneten PDA's ausgestattet sind. Der eingesetzte PDA verfügt über einen 802.11b konformen WLAN-Adapter der eleganterweise sowohl als Kommunikationsinfrastruktur als auch zur Lokalisation genutzt wird. Zur Lokalisation wird die Ekahau Positioning Engine [10] eingesetzt, die eine Java-Schnittstelle besitzt, welche sich relativ einfach dem zentralen Multiuser-VR-Server verbinden lässt (Abb. 3). Nachteil dieser Lösung ist allerdings die notwendige Eichung der Positionierungs-Engine. Die erreichbaren Lokalisationsgenauigkeiten von ca. 1-1,5 Metern sind für diesen Anwendungsbereich ausreichend. Die Orientierung der lokalen Benutzer wird in der aktuellen Implementierung einfach aus dem Vektor zweier aufeinanderfolgender Positionen ermittelt. Das in der Laborumgebung vorhandene mobile Robotersystem nutzt zur Lokalisation odometrische Verfahren und teilt seine Position dem Multiuser-VR-Server ebenfalls über ein Funklan mit. Die gleiche Infrastruktur kann ebenfalls für Online-Seminarveranstaltungen genutzt werden.

### 3.2 Virtueller Campus

Der Virtuelle Campus als Mixed Reality Applikation kann als Outdoor-Anwendung lokale Benutzer GPS-basiert lokalisieren. Hierfür ist für die verwendete PDA-Plattform neben einer Personaljava Umgebung ebenfalls eine java.comm JNI-Implementierung für die serielle Kommunikation mit einem GPS-Empfänger erforderlich. Unter Verwendung des Charon GPS-API [11] wurde der Java basierte Multiuser-VR-Client so angepasst, dass die Position der lokalen Nutzer kontinuierlich über die auf diesem Campusteil verfügbare WLAN-Infrastruktur an den Multiuser-VR-Server übergeben werden kann. (Abb.4)



Abbildung 3: Per WLAN lokalisierter Benutzer

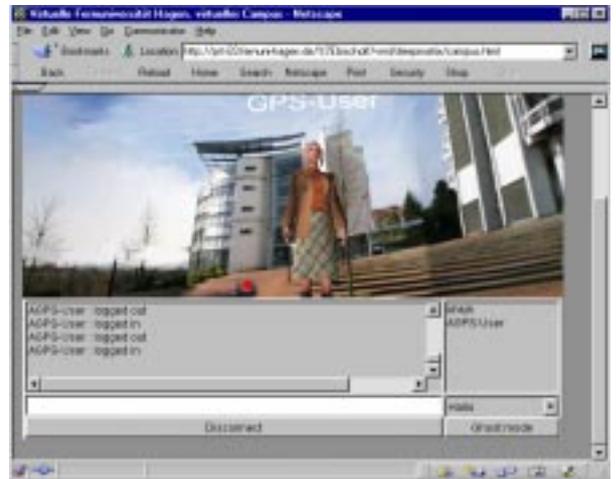


Abbildung 4: GPS Lokalisation in Multiuser VR Umg.

### 4. Ausblick

Die beschriebene Umgebung kann durch geeignete Orientierungssensoren erweitert werden. Eine Integration von Augmented Reality mit „optical see-through“ Head Mounted Display und geeignetem Headtracker soll noch erfolgen.

## Referenzen:

[1] C. Röhrig, A. Jochheim: Remote Control of Laboratory Experiments, In Proc. 19th World Conference on Open Learning and Distance Education, Wien, Österreich, 1999

[2] Hoyer, H., A. Jochheim, C. Röhrig and A. Bischoff. Multiuser Environment for a Teleoperated Laboratory. In Proceedings of the 1th IFAC Conference on Telematic Application in Automation and Robotics. Weingarten, Germany, 7/2001.

[3] [http://prt.fernuni-hagen.de/pro/virtuelle\\_umgebung](http://prt.fernuni-hagen.de/pro/virtuelle_umgebung)

[4] <http://www.web3d.org>

[5] Geometrek. Deepmatrix. <http://www.geometrek.com/products/deepmatrix.html> , 2000.

[6] Eyematic Interfaces, Inc. . Shout3d. <http://www.eyematic.com/products/shout3d.html> , 2001.

[7] Sun Microsystems, Personaljava, <http://java.sun.com/products/personaljava/>

[8] Insignia, Jeode, <http://www.insignia.com/>

[9] Milgram, Rastogi and Grodski, Augmented Telerobotic Control: A visual interface for unstructured environments.

[http://vered.rose.utoronto.ca/people/anu\\_dir/papers/atc/atcDND.html](http://vered.rose.utoronto.ca/people/anu_dir/papers/atc/atcDND.html)

[10] Ekahau, Ekahau Positioning Engine, <http://www.ekahau.com>

[11] Chaeron Corporation, Chaeron GPS (Global Positioning System) Library, <http://www.chaeron.com/gps.html#JavaLibrary>

## **Auf dem Weg zu Ubiquitären Geodiensten - Personalisierung kontextabhängiger mobiler GI-Dienste aus Sicht der Geoinformatik**

Alexander Zipf, University of Applied Sciences FH Mainz, zipf@geoinform.fh-mainz.de

### **Einführung**

Eine oft genannte, aber selten wirklich erfüllte Eigenschaft von LBS soll ihre Individualisierung und Anpassung auf den jeweiligen Anwender sein. Dies wird meist unter den Schlagworten Personalisierung und Benutzermodellierung geführt. Des weiteren können bei mobilen Diensten weitere Eigenschaften eine Rolle spielen, die durch das wechselnde Umfeld der Nutzung unterwegs bestimmt sind. Diese kontextuellen Parameter umfassen insbesondere die aktuelle Position des Nutzers, technische Variablen, wie aktuelle Netzbandbreite, Displaygröße, Farbtiefe und Prozessorleistung, aber auch verschiedene andere Faktoren, die die aktuelle Situation des Benutzers - d.h. den aktuellen Kontext - beschreiben.

Kann sich ein System auch auf diese Faktoren einstellen, d.h. verändert (adaptiert) es dynamisch seine Ausgaben entsprechend dieser Parameter, bezeichnet man es als kontext-adaptiv. Als Geoinformatiker interessiert uns vor allem, wie GIS-bezogene Dienste entsprechend auf Benutzermodelle und Kontextinformationen adaptiert werden können. Seit mehreren Jahren beschäftigen wir uns schon dieser Thematik im Bereich mobiler Informationssysteme und Navigationsunterstützung (Zipf 1998). Forschungsthemen beinhalten u.a. Fragen zur interessensspezifischen Generierung von Tourenvorschlägen für Stadttouristen (Zipf & Röther 2000, Jöst & Stille 2002), sowie die Generierung entsprechender Karten.

Insgesamt lassen sich für ortsbezogene GI-Dienste folgende Kategorien für adaptive Leistungen identifizieren:

- Adaption des Inhaltsangebotes (z.B. bzgl. Ausführlichkeit, Thematik),
- \* Adaption der visuellen Darbietung des Inhaltsangebotes - einerseits des Textes als auch der graphischen Information (Bilder, Karten, Video, VR-Modelle, etc.).
- Adaption von Tourenplanung durch individuelle Gewichtung
- Adaption von Suchanfragen (Orts- und Interessenbezogene Hinweise (Push))

Im Folgenden sollen daher Möglichkeiten der Einbeziehung von Kontext- und Benutzerinformationen bei mobilen GIS-Diensten kurz skizziert werden. Neben der automatischen Generierung von Karten beinhaltet dies personalisierte Tourenvorschläge, Tourenplanung und Navigationsunterstützung. Zudem werden einige diese Dienste multimodal (Sprache, Gestik...) angesteuert. Abschließend werden Hinweise auf technische Belange, wie die Unterstützung einer lokalen persistenter Geodatenverwaltung unter Nutzer offener Standards (OGC) gegeben.

Neben den klassischen Mainstream-LBS-Diensten sind gerade im GI-Umfeld vielfältige Einsatzmöglichkeiten mobiler Dienste unter Nutzung von Ortsinformation denkbar. Aktuelle Arbeiten beinhalten Katastrophenmanagement (Zipf und Leiner 2003) oder Aufnahme und Editieren von Geodaten im Feld (Merdes, Häußler, Zipf, 2004).

### **Personalisierte Kartengenerierung**

Ziel ist es, eine Karte mit den wichtigsten Details für einen konkreten Nutzer möglichst „perfekt“ zu generieren. Doch was bedeutet dies für einen mobilen Nutzer in einer konkreten Situation, Umfeld und Fragestellung? Wie kann auf Demographie, Interessen, Aufgabekontext, den aktuellen Bedürfnissen und Umständen etc. des Benutzer bei der Erzeugung der Karte sinnvoll Rücksicht genommen werden? Hierzu muss dem System eine Reihe von Informationen explizit zur Verfügung stehen.

Dazu zählen Daten über den Benutzer, z.B. seine Herkunft, Interessen, eventuelle Behinderungen und - je nach Zweck der Karte - seine Vorlieben bzw. Vertrautheit mit der Umgebung, etc. Insbesondere muss neben weiteren situationsabhängigen Informationen vor allem der Verwendungszweck der Karte bekannt sein, also die Aufgabe, die mit der Karte gelöst werden soll. All dies ist in herkömmlichen Systemen in der Regel nicht der Fall.

Gerade während der zunehmend bedeutenderen mobilen Nutzung digitaler Karten unterwegs gewinnt die Einbeziehung von Überlegungen zur individualisierten und situationsangepassten Kartendarstellung an Bedeutung. Während ähnliche Forderungen in jüngster Zeit an verschiedenen

Stellen geäußert werden, gibt es hierzu kaum über konzeptionelle Überlegungen hinausgehende Arbeiten.. Die Vielfalt der sich zu berücksichtigenden Einflussgrößen und sich oft widersprechenden Gestaltungsregeln erschweren die Entwicklung vollautomatisierter adaptiver Kartenerzeugungssysteme. In Zipf (2002a,b) wird daher u.a. ein schrittweises Vorgehen bei der Erstellung an Person und Kontext adaptierter Karten diskutiert. Dieser Ansatz erlaubt es, einzelne Aspekte gesondert zu betrachten und dann wieder in das Gesamtsystem einfließen zu lassen. So kann jeweils untersucht werden, welche Anpassungsmöglichkeiten für die Einzelaspekte verfügbar sind (Personalisieren des Kartenstils, des Inhalts, der graphischen Symbole, deren Anordnung, etc.). Ein erster Vorschlag, wie man diesen Prozess unterteilen kann und welche benutzerspezifischen Angaben jeweils mit einfließen können, wird dort vorgestellt. Um an individuelle Situationen und Benutzerbedürfnisse angepasste Karten erzeugen zu können, werden Metriken und Berechnungsformeln benötigt, die die Bedeutung der darzustellenden Geoobjekte bestimmen. Anhand der Ergebniswerte dieser Bewertung können wichtige Geoobjekte prominenter dargestellt werden, während die weniger relevante Information z.B. generalisiert und auch farblich zurückgenommen dargestellt werden kann. Insbesondere sollen wichtige Landmarken betont werden. Dies führt zum Thema aufgabenabhängiger kontextsensitiver Fokuskarten, als auch der mathematischen Formalisierung der Bewertung von Kontextparametern in Karten.

### **Fokuskarten**

Da bei mobilen Anwendungen Karten in der Regel nicht lange studiert werden, sondern als Kurzzeitkarten dynamisch erzeugt und nur weniger kurzer Blicke gewürdigt werden, schlagen (ZIPF und RICHTER 2002) das Konzept der Fokuskarte vor. Im Gegensatz zu herkömmlichen Übersichtskarten, die Ausprägungen gleichmäßig über den gesamten Kartenausschnitt darstellen, sollen die Objekttypen, Einzelobjekte und Regionen innerhalb des Kartenausschnitts, die für die gegebene Aufgabe besonders wichtig sind, hervorgehoben dargestellt werden.. Dieses Hervorheben kann mittels unterschiedlicher kartographischer Techniken geschehen, z.B. unterschiedliche Farbtintensitäten, Symbole, Label, Generalisierung oder auch, dass die wichtige „Region“ dadurch detaillierter dargestellt wird, dass ein größerer Maßstab verwendet wird. Der räumliche Fokus wird dabei von mehreren Puffern mit unterschiedlichen Distanzen um die berechnete Tour oder die Nutzerposition bestimmt. Abhängig von diesen Puffern und der darzustellenden Objektklasse werden die Objekte unterschiedlich generalisiert. In Zipf 2003 wird dann auf Methoden der Informationsvisualisierung aufbauend versucht, die verschiedenen kontextuellen Einflussgrößen für die Kartengestaltung in einen mathematischen Zusammenhang zu bringen, der darauf hinzielt, für einzelne Geoobjekte tatsächlich dynamisch entsprechende Bedeutungswerte zu berechnen. Hierbei werden neben einer personen- und kontextabhängigen Bewertung von Geoobjekten zudem mit einbezogen, in wieweit sie als (personen- und kontextabhängige) Landmarke dienen können.

### **Multimodale Karteninteraktion und Integrierte Zielführung**

Gerade bei mobilen Systemen müssen neue Interaktionsparadigma untersucht werden. In Häußler und Zipf 2003 konnte gezeigt werden, wie Sprache, Gestik und Graphik bei der Interaktion mit mobilen GIS-basierten Diensten im Auto oder als Fußgänger zukünftig zusammenwirken können. Bestandteil der zusätzlich umgesetzten inkrementellen Zielführung sind die inkrementelle Wegbeschreibung für Fußgänger unter Berücksichtigung der aktuellen Position sowie ein Parkraum-Dienst im KFZ. In dem Beitrag wurde gezeigt, wie sowohl Mobilität, als auch Multimodalität in einem GIS zur Navigationsunterstützung kombiniert werden können, welche Anforderungen an entsprechende Kartenmodule gestellt werden und wie diese Anforderungen von diesem direkt auf Schnittstellenebene unterstützt werden. Dies erleichtert dem die Gesamtinteraktion steuernden Dialogsystem die Nutzung interaktiver Kartendienste, da die Dialogkomponenten keine Interna von Karten- oder GIS-Komponenten kennen müssen.

### **Erzeugung individueller Vorschläge für Besichtigungstouren**

Als weiteres Beispiel für personalisierte und kontextualisierte mobile GI-Dienste soll die Adaption von Touren auf individuelle Präferenzen des Nutzers betrachtet werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Tourenplanern war ein Hauptziel, dass eine Tourenvorschlagskomponente Interessen

von Touristen bei der Planung einer Besichtigungstour einbeziehen. Insbesondere werden in einem Tourvorschlag geeignete individuelle Orte und Sehenswürdigkeiten zur Besichtigung vorgeschlagen. Hierbei muss der Anwender nur die zeitliche Begrenzung der Tourdauer und Startpunkt festlegen. Es mussten Werte einbezogen werden, die eine Berücksichtigung der subjektiven Empfindung der Strecke erlauben. Dies bedeutet, dass diese Parameter Einfluss auf die Gewichtung der Streckenabschnitte haben. Üblicherweise basiert die Bewertung einer Strecke auf den Wegkosten. Diese mussten modifiziert werden. Neben „harten“ Attributen wie Streckenlänge, Preis oder Zeit sind auch „weiche“ Streckeneigenschaften denkbar, die sich u.a. an subjektiven Eindrücken orientieren. „Kürzeste Strecke“ wird dabei durch „geringste individuelle Wegkosten“ als Maß für „attraktivste Strecke“ ersetzt. ZIPF & RÖTHER 2000 benennen hierfür mögliche Einflussgrößen. Sind dem System die Interessen des Nutzers bezüglich verschiedener Kriterien dem bekannt, errechnet das Tourenplanungsmodul auf Grundlage eines zusätzlich attributierten Straßennetzes das in der gegebenen Zeit erreichbare Gebiet, um dann die in diesem Gebiet liegenden und auf das angegebene Interessenprofil passenden Sehenswürdigkeiten über eine räumliche Selektion, d.h. Verschneidung des Straßennetzes mit dem erreichbaren Gebiet zu erhalten. Wurden die auf das Benutzerprofil passenden Sehenswürdigkeiten gefunden, wird die Zahl der in der gegebenen Zeit sinnvoll zu besuchenden Sehenswürdigkeiten abgeschätzt. Anschließend werden mögliche Routen für diese Ziele errechnet und dem Touristen als Alternativen vorgeschlagen.

### **Open GIS Konforme Geodatenverwaltung auf dem Client**

Die Entwicklung immer leistungsfähiger mobiler Endgeräte ermöglicht die Portierung auch aufwendigerer GIS-spezifischer Funktionalitäten als die bislang typischen Viewer. Für solche mobilen Geodienste sollten offene Schnittstellen (z.B. im Bereich GIS des OpenGIS Consortiums) eingesetzt werden, um der Heterogenität entgegenzuwirken. Deren Bedeutung unterstreicht, dass im mobilen Kontext an unterschiedlichen Orten mit unterschiedlichen Clients auf heterogene Infrastrukturen zugegriffen werden muss. Das – erfolgreich umgesetzte – Ziel lautete also, Geoserver-Funktionalität mittels OGC-Schnittstellen auf mobilen Geräten zur Verfügung zu stellen. Daher wurde ein Geodatenadapter entwickelt, der Geodaten gemäß der Geography Markup Language (GML) des Open GIS Consortium (OGC) persistent auf dem Client speichert, diese effizient abfragt (räumliche Zugriffsmechanismen, Unterstützung von thematischen, räumliche und gemischte Abfragen) und analysiert (räumliche Operationen, Sichtbarkeitsanalysen etc.), sowie im- und exportiert. (Schmitz, Aras und Zipf 2001). Zielplattform war der Compaq iPAQ PocketPC.

Neben diesen klassischen GIS-Spezifikationen hat das OpenGIS Konsortium vor kurzem die erste "Open Location Services" (OpenLS) Spezifikation verabschiedet. Diese Initiative entwickelt offene Schnittstellenspezifikationen für *Location application services*, *location content* als auch *Gateway Services* entwickeln (vgl. auch: ZIPF and MALAKA 2001). Hier werden neben Karten nun auch endlich Schnittstellen für Routenplaner spezifiziert. Zipf und Häussler (2004) vergleichen diese mit früheren Forschungsergebnissen im Umfeld multimodaler personalisierter LBS.

### **Ausblick Ubiquitous GIS**

Durch das Aufkommen interoperabler Geodateninfrastrukturen (GDI), zusammen mit den Entwicklungen im Bereich Mobile Computing und Human-Computer-Interaction, kann man also auch für GIS-Dienste von technologischer Seite erwarten (oder fordern), dass diese in gewisser Zukunft Anwendern praktisch ubiquitär zur Verfügung stehen werden und damit den Visionen des Ubiquitous Computing (Weisser) von Seiten der Geoinformatik ein Stück näher kommen. Hierzu soll der Begriff „UbiGIS = Ubiquitous GIS = Ubiquitous Geographic Information Services“ vorschlagen, unter dem folgendes zu verstehen sein soll (Zipf 2004):  
*Allgegenwärtige Dienste (auf Basis des UbiComp), mit denen eine kontext-abhängige (d.h. adaptive) Interaktion realisiert durch Informationen und Funktionen von Geographischen Informationsdiensten im Rahmen einer interoperablen Geodateninfrastruktur (GDI) stattfindet.*

Soeben hat hierzu der erste internationale Workshop on Ubiquitous Geographic Information Services (UbiGIS 2004) in Gävle stattgefunden, der den Stand der Technik und aktuelle Forschungsfragen im thematischen Umfeld beleuchtet (Jiang and Zipf 2004) und es ist davon auszugehen, dass dies ein Thema ist das für mobile ortsbezogene Dienste der natürliche Wegbereiter darstellen.

### **Interne Literaturhinweise:**

- Häußler, J., Merdes, M., Zipf, A. (2004): A Graphical Editor for Geodata in Mobile Environments. In: GEOTECHNOLOGIEN »Science Report« No. 4. Potsdam: Koordinierungsbüro GEOTECHNOLOGIEN, 2004, pp. 55-58
- Häußler, J. and Zipf, A. (2004): Supporting Multi-Modal Interfaces for Tour Planning –A Comparison with OpenLS Specifications. In: Jiang, Bin and Zipf, A.(guest editors) (2004 in prep): Social issue on "LBS and ubiquitous GIS" with the Journal of Geographic Information Sciences. CPGIS. Berkeley. California.
- Jiang, Bin and Zipf, A.(guest editors) (2004 in prep): Social issue on "LBS and ubiquitous GIS" with the Journal of Geographic Information Sciences. CPGIS. Berkeley. California.
- Zipf, A. (1998): Deep Map – a context aware tourist guide. In: GIS Planet 1998. Lisabon, Portugal.
- Zipf, A. (2000): Deep Map / GIS – ein verteiltes raumzeitliches Touristeninformationssystem. Dissertation. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Gesamtfakultät. Geographisches Institut. Universität Heidelberg.
- Zipf, A. (2002): User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism. ENTER 2002, Innsbruck, Austria, 329-338.
- Zipf, A. und Strobl, J. (2002)(Hrsg.): Geoinformation mobil. Wichmann Verlag. Heidelberg. 230 S.
- Zipf, A. and Aras, H. (2002): Proactive Exploitation of the Spatial Context in LBS - through Interoperable Integration of GIS-Services with a Multi Agent System (MAS). AGILE 2002. Int. Conf. on Geographic Inform. Science of the Assoc. of Geographic Information Laboratories in Europe. Palma. Spain.
- Zipf, A. and Richter, K.-F. (2002): Using FocusMaps to Ease Map Reading. Developing Smart Applications for Mobile Devices. In: KI - Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence). Sonderheft/ Special issue on: Spatial Cognition. 04/2002. 35-37.
- Zipf, A. (2002): Location aware mobility support for tourists. Trends & Controversies. In: IEEE Intelligent Systems. Journal. Special Issue on "Intelligent Systems for Tourism". November/December 2002. 57-59.
- Zipf, A. (2002): User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism. In: K. Woeber, A. Frew, M. Hitz (eds.), Proc. of the 9th Int. Conf. for Information and Communication Technologies in Tourism, ENTER 2002. Innsbruck, Austria. Springer Computer Science. Heidelberg, Berlin.
- Zipf, A. (2003): Auf dem Weg zur mobilen (Geo)-Informationsgesellschaft. - Technologie, Chancen und Risiken. Schwerpunktthema "Geoinformation Mobil" der AGIT 2002. Salzburg. Austria. In: Zipf, A. und Strobl, J. (2002): Geoinformation mobil. Wichmann Hüthig Verlag. Heidelberg. 2-12.
- Zipf, A. und von Hunolstein S. (2003): Task oriented map-based mobile tourist guides. In: "HCI in Mobile Guides". Workshop at Mobile HCI 2003. 5th Int. Symposium on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services. 8.-11.Sept. 2003. Udine. Italy.
- Zipf, A. und Leiner, R. (2003): Anforderungen an mobile Geo-Datenbanken für Katastropheninformations- und -warnsysteme. GI-Workshop: MDBIS–mobile Datenbanken und Informationssysteme. 10.11.04.2003. Karlsruhe.
- Zipf, A. (2003): Forschungsfragen zur benutzer- und kontextangepassten Kartenerstellung für mobile Geräte. In: Kartographische Nachrichten (KN), 1/2003. Themenheft: Mobile Kartographie. S. 6-11.
- Zipf, A. (2004 in prep): Context-Aware Adaptive Mobile GI Services. In: Zipf, A, Meng, L. and Reichenbacher, T. (eds.)(2004): Map-based mobile services – Theories, Methods and Implementations. Springer Geosciences. Springer Verlag. Heidelberg.
- Zipf, A. (2004): Mobile Anwendungen und Geodateninfrastrukturen. In: Bernard, L.;Fitzke, J.; und Wagner, R. (eds): Geodateninfrastrukturen. Wichmann Verlag. Heidelberg. (in print).
- Zipf, A, Meng, L. and Reichenbacher, T. (eds.) (2004 in print): Map-based mobile services – Theories, Methods and Implementations. Springer Geosciences. Springer Verlag. Heidelberg.
- Zipf, A. (2004 in prep): Ubiquitous GI Services for Disaster Management. GIS Development Magazine. 07/2004. Noida. India.
- Zipf, A., Leiner, R., (2004 ): A Mobile GIS based Flood Warning and Information System. 2nd Symposium on Location Based Services and TeleCartography. 28. - 29. January 2004. Vienna. Austria.
- Zipf, A., Joest, M. (2004 ): User Expectations and Preferences regarding Location-based Services -results of a survey. 2nd Symposium on Location Based Services and TeleCartography. 28. - 29. January 2004. Vienna. Austria