

Ortsbewusste Anwendungen mit NEXUS

B. Gloss, Institut für Nachrichtenvermittlung und Datenverarbeitung (IND), Universität Stuttgart, Deutschland

Kurzfassung

Unter dem Oberbegriff *Location Based Service (LBS)* bildet sich zur Zeit im Umfeld der mobilen Datenkommunikation eine neue Kategorie von Applikationen heraus. Motiviert und ermöglicht wird dies durch die rasante Weiterentwicklung im Bereich der 2.5G und 3G Mobilfunknetze, den Erfolg der drahtlosen lokalen Funknetze (WLANs) sowie die Miniaturisierung leistungsfähiger Endgeräte. Ein zusätzlicher Antrieb ist die Notwendigkeit für Besitzer der teuren UMTS-Lizenzen, ihren Kunden attraktive Dienste anzubieten, um für die neuen Netze möglichst schnell eine große Kundenakzeptanz zu erzielen. Das Projekt NEXUS ist ein instituts- und fakultätsübergreifendes Forschungsprojekt an der Universität Stuttgart, das LBS-Systeme untersucht und dabei das Ziel verfolgt, Grundlagenwissen in diesem Bereich zu erarbeiten.

1 Einführung

Die Nutzung von Informationsdiensten ist mit der Einführung der mobilen Datenkommunikation nicht mehr an ortsfeste Terminals gebunden, sondern kann jederzeit und von jedem Ort aus geschehen. Als Antwort auf die Frage, welche Dienste in einem solchen Szenario künftig genutzt werden, bieten sich mehrere Kategorien an. Das einfache Surfen im Internet wird wegen der relativ komplexen Nutzerinteraktionen, die dafür notwendig sind, vermutlich nur wenig Anwendung finden. Neben dem Versenden von multimedial angereicherten Kurznachrichten und dem Lesen aktueller Informationen wie Börsen- und Nachrichtenticker, scheint die Kategorie der ortsbezogenen Informationsdienste, die dem Nutzer Orientierungshilfen bieten und ihn über die nähere Umgebung informieren, sehr vielversprechend zu sein. Diese sogenannten *Location Based Services (LBS)* oder *Location Aware Applications (LAA)* werden teilweise als die „Killer Applikation“ für zukünftige Mobilfunksysteme bezeichnet, welche die für eine große Nutzerakzeptanz notwendige Attraktivität für die Anwender besitzt und die Kommunikationsnetze angemessen nutzt. Eine solche Anwendung wird aufgrund der enormen Investitionen der Telekommunikationsunternehmen in die Lizenzen der Mobilfunksysteme der 3. Generation sowie in den damit verbundenen Netzaufbau dringend benötigt.

Ortsbezogene Informationsdienste zeichnen sich dadurch aus, dass Informationen nicht mehr, wie dies z. B. bei der Verwendung von Uniform Resource Locators (URLs) geschieht, über ihren Speicherort adressiert werden, sondern über Positionsangaben von Orten oder Objekten, für die sie relevant sind. Um auf Informationen zuzugreifen, sind Abbildungs- und Suchfunktionen notwendig, die auf der Basis von Ortskoordinaten die zutreffenden Informationen auffinden können. Komplexere ortsbezogene Dienste erlauben zusätzlich eine Selektion von Informationen anhand weiterer Attribute. Ein typisches Beispiel hier-

für ist die Suche nach allen italienischen Restaurants im Umkreis von 500 m des Anfragenden. Eine weitere wichtige Form ortsbezogener Anwendungen ist die Navigation. Hierbei werden auf räumlichen Datenmodellen komplexe Operationen ausgeführt, wobei das Ergebnis ein Weg ist, auf dem der Nutzer anschließend geführt wird. Der Bezug zu dem anfragenden Nutzer ist dadurch hergestellt, dass der Ausgangspunkt der Wegesuche sein aktueller Aufenthaltsort ist. Das Projekt NEXUS [6] ist ein instituts- und fakultätsübergreifendes Forschungsprojekt an der Universität Stuttgart, das LBS-Systeme untersucht und dabei das Ziel verfolgt, Grundlagenwissen in diesem Bereich zu erarbeiten. An dieser von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Forschergruppe sind fünf Arbeitsgruppen aus unterschiedlichen Fachbereichen beteiligt. Im Einzelnen sind dies das Institut für Photogrammetrie (IFP), die Abteilung Visualisierung und Interaktive Systeme des Instituts für Informatik (IFI/VIS), die Abteilungen Anwendersoftware (IPVR/AS) und Verteilte Systeme (IPVR/VS) des Instituts für Parallele und verteilter Höchstleistungsrechner sowie das Institut für Nachrichtenvermittlung und Datenverarbeitung (IND).

Der Rest dieses Artikels ist wie folgt organisiert: In Kapitel 2 wird ein allgemeiner Überblick über das Projekt NEXUS gegeben und die Architektur des dort gewählten Lösungsansatzes kurz vorgestellt. In Kapitel 3 werden die Kommunikationsaspekte von LBS-Systemen herausgearbeitet, wobei insbesondere der Gedanke der heterogenen Funkzugangnetze berücksichtigt wird. Kapitel 4 schließt diesen Artikel mit einer Zusammenfassung der in NEXUS angestellten Gedanken und einem Ausblick über weitere Forschungsaktivitäten.

2 NEXUS Systemarchitektur

2.1 Projektziele

Betrachtet man die Datenbestände, auf denen ortsbewusste Applikationen operieren, so kann eine Einteilung in drei Generationen vorgenommen werden. Die ersten beiden Generationen sind die Generation der autonomen Systeme und die Generation der abgeschlossenen verteilten Systeme. Systeme der 1. Generation sind z. B. die bereits etablierten, in Autos installierten Navigationssysteme, die auf einem Datenbestand operieren, der auf einer CD oder einer DVD abgelegt ist. Die Systeme der 2. Generation werden gerade am Markt eingeführt und zeichnen sich durch kleine, handliche Endgeräte und die Verwendung von Mobilfunksystemen aus. Diese Systeme sind als abgeschlossene Systeme entworfen und implementiert worden und werden von einem einzelnen Betreiber unterhalten. Beispiele hierfür sind Stadtinformationssysteme und Verkehrsnavigationssysteme wie das Tegarion-System [7]. Die Systeme der dritte Generation, zu denen NEXUS gehört, zeichnen sich durch eine offene Architektur aus. Diese operieren, vergleichbar mit dem WWW, auf standardisierten Datenmodellen und einer standardisierten Systemarchitektur, die allgemein zugänglich ist. Dies ermöglicht eine Aufgabenteilung bei der Bereitstellung von Daten, Software, Hardware, Kommunikationsdiensten, etc. Das Ziel eines solchen Systems ist es, dass verschiedene Anbieter Teile eines LBS Systems anbieten können ohne selbst ein vollständiges LBS System unterhalten zu müssen. Neben grundsätzlichen Fragen zur Systemarchitektur kommen hier auch die Aspekte des M-Commerce zum Tragen.

Um das oben genannte Ziel zu erreichen wird in NEXUS eine exemplarische Systemarchitektur entworfen, prototypisch implementiert und untersucht. Die zugrundeliegende Architektur umfasst Datenmodelle, Abfragesprachen, Kommunikationsprotokolle und unterstützende Dienste. Weitere in NEXUS behandelte

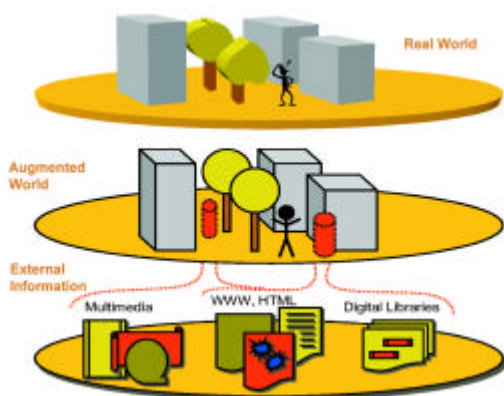


Abbildung 2.1 Das NEXUS Augmented World Datenmodell

Themen sind die Erfassung und Bereitstellung von geographischen Daten, die Positionsbestimmung von mobilen Dienstnutzern, die Gesichtspunkte des Datenschutzes und der Systemsicherheit, generische Anwendungen sowie die an das mobile Umfeld angepassten Kommunikationsmechanismen.

2.2 NEXUS Datenmodell

In **Abbildung 2.1** ist der Grundgedanke des NEXUS Datenmodells [2] dargestellt. Das Datenmodell beinhaltet eine Modellierung der realen Welt oder zumindest eines Teils daraus in eventuell verteilten Geo-Datenbanken. Mit den in diesen Datenbanken abgelegten Objekten können Informationen verknüpft werden, die von einem Dienst ausgewertet werden. Das Modell der realen Welt kann zusätzlich um virtuelle Objekte ergänzt werden. Diese mit der Metapher der virtuellen Litfasssäulen belegten Objekte dienen dazu Informationen oder Informationsräume mit bestimmten Orten zu verknüpfen ohne an ein reales Objekt gebunden zu sein.

2.3 Die Nexus Systemarchitektur

Abbildung 2.2 zeigt die Organisation der NEXUS Systemarchitektur [4] in 3 Teilbereiche: Den Service-Bereich, den Föderations-Bereich und den Applikations-Bereich. Der Applikationsbereich beinhaltet die mobilen Endgeräte und die darauf ablaufenden Anwendungen. Der Service-Bereich beinhaltet verschiedene Server, welche die Daten, die durch das NEXUS-System angeboten werden, aufbewahren.

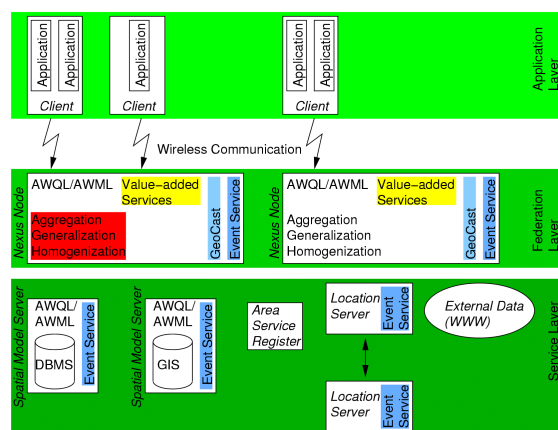


Abbildung 2.2 Die Nexus Systemarchitektur

Verglichen mit dem WWW entsprechen die Applikationen in dem Applikationsbereich der Rolle der Web Browser und die Server im Service-Bereich den

WWW-Servern. Der mittlere Bereich fördert die verschiedenen Datenquellen, um für Applikationen eine einheitliche Sicht auf die Daten zu bieten und um den Kommunikationsaufwand über die Funkschnittstelle hinweg zu minimieren. Diese Schicht kann mit den Suchmaschinen im Web verglichen werden.

2.4 Sicherheit und Datenschutz

Der Datenschutz ist bei der Einführung von Location Based Services ein heikles Thema, da Nutzer mit der Angabe ihrer aktuellen Position in Verbindung mit weiteren Angaben einen umfangreichen Einblick in ihre Privatsphäre geben. So wird der Datenschutz bei der Einführung von LBS Systemen, insbesondere wenn diese nicht völlig anonym genutzt werden können, was in Kommunikationsnetzen praktisch unmöglich ist, eine zentrale Fragestellung werden. Insbesondere bei offenen Systemen, bei denen nicht ein einzelner Betreiber intern für die Umsetzung des Datenschutzes bürgen kann, ergeben sich vielfältige Probleme, die noch gelöst werden müssen. Grundsätzliche Mechanismen für die Umsetzung dieser Datenschutzzielen wie Pseudonymisierung sind bekannt und es muss untersucht werden, inwieweit diese in Systemplattformen für ortsbewusste Anwendungen angewendet werden können und ob diese ausreichen. Es müssen hierbei sowohl die Schutzziele der Anwender als auch die der Anbieter in Einklang gebracht werden. Zusätzlich können sich noch staatliche Randbedingungen bezüglich der Überwachbarkeit von Kommunikation ergeben.

3 NEXUS Kommunikationsinfrastruktur

Es zeichnet sich ab, dass neben dem Wireless Application Protocol (WAP) das Internet Protokoll (IP) wegen seiner Flexibilität und wegen der Vielzahl existierender und auf IP aufsetzender Protokolle und Dienste eine wichtige Grundlage für die mobile Datenkommunikation bilden wird. Zusätzlich steht der mobilen Datenkommunikation unter der Verwendung von IP mit dem Internet von Anfang an ein enormer Informationsraum zur Verfügung. Mit Mobile IP, HTTP, SOAP, RTP, etc. stehen bereits leistungsfähige Kommunikationsmechanismen und -protokolle zur Verfügung, auf die bei der Entwicklung von ortsbewussten Anwendungen zurückgegriffen werden kann.

3.1 Funknetze für LBS

Um ortsbewusste Dienste mobil nutzen zu können, kommen vorzugsweise die Mobilfunknetze der 2.5. und 3. Generation in Frage, die Datenraten im Bereich

von einigen 10 kBit/s (GPRS) bis zu 2 MBit/s (UMTS) bereitstellen. Diese Netze bieten die Möglichkeit der sogenannten *always-on* Kommunikation und werden voraussichtlich volumenbasiert abgerechnet werden. Einige ortsbewusste Anwendungen werden mit diesen Kommunikationssystemen jedoch nicht auskommen. Hier sind sowohl die Applikationen zu nennen, die höhere Bandbreiten benötigen als sie durch die flächendeckend verfügbaren Mobilfunknetze zur Verfügung gestellt werden können, als auch Applikationen, die ein Kostenmodell erfordern, das davon abweicht, dass der mobile Nutzer die gesamten Kommunikationskosten übernimmt. Ein Beispiel für eine solche Anwendung ist ein Kaufhausnavigationssystem, das Kunden leitet und mit zusätzlichen Produktinformationen versorgt. Das zuletzt genannte Szenario legt es nahe, in bestimmten, abgegrenzten Bereichen zusätzliche Netztechnologien und Netze einzusetzen. So bietet es sich in einem Kaufhaus an, Wireless LANs (WLANs) als Kommunikationsmedium einzusetzen.

Unter der Annahme, dass die Aktivitäten bezüglich des Angebots von kostengünstigen hochbitratigen Funknetzen in öffentlichen Gebäuden wie Bahnhöfen und Flughäfen fortgeführt werden und dass diese lokalen Netze von überregionalen Anbietern verwaltet und betrieben werden, ergibt sich ein Szenario, in dem mobile Nutzer je nach Bedarf zwischen verschiedenen Netzen unterschiedlicher Technologien und Anbieter wechseln können. Dies führt dazu, dass die mobilen Endgeräte, möglichst ohne Benutzerinteraktion, eine Optimierung bezüglich der Netzwahl durchführen sollten. Parameter für die Optimierung sind dabei unter anderem die zur Verfügung stehende Bandbreite, benötigte QoS-Mechanismen sowie die Kosten.

3.2 Mobilitätsunterstützung

Für Dienste, die nicht an das Netz eines Anbieters gebunden sind, ist es erstrebenswert, über jedes beliebige zur Verfügung stehende Funkzugangsnetz nutzbar zu sein. Ein Anwendungsszenario hierfür ist die durchgehende verkehrsmittelübergreifende Navigationsunterstützung wie z. B. die Unterstützung eines Außendienstmitarbeiters auf einer Reise ausgehend von seinem Arbeitsplatz bis hin zu einem Kunden. Die Navigationsunterstützung wird im firmeneigenen Funknetz begonnen und wechselt auf dem Weg zum Kunden zwischen verschiedenen flächendeckend verfügbaren Mobilfunknetzen und z. B. in Bahnhöfen verfügbaren lokalen Funknetzen, bis sie im lokalen Funknetz des Kunden mit der Navigation durch dessen Gebäude beendet wird.

Hieraus ergibt sich die Anforderung an die Kommunikationsarchitektur eines derartigen Systems, dass sie die Mobilität der Endgeräte unterstützt. Diese Form der Mobilität kann auf fast jeder Schicht des OSI-Referenzmodells realisiert werden. Die Randbedin-

gung, dass auch zwischen Netzen unterschiedlicher Technologien gewechselt werden soll, schließt jedoch die technologieabhängigen unteren beiden Schichten aus.

Der Wechsel zwischen Netzen unterschiedlicher Technologien wird als *Vertical Handover* bezeichnet. Ein solcher vertikaler Netzwechsel stellt im Vergleich zu den bereits bekannten horizontalen Netzwechseln zwischen gleichartigen Netzen völlig neue Anforderungen an Applikationen und Dienste, da Mobilität in diesem Fall nicht mehr als vollständig transparenter Vorgang betrachtet werden kann. Wie bei der Mobilitätsunterstützung für horizontale Netzwechsel ist es zwar auch bei einem vertikalem Netzwechsel durch Protokolle wie Mobile IP [5] (siehe **Abbildung 3.1**)

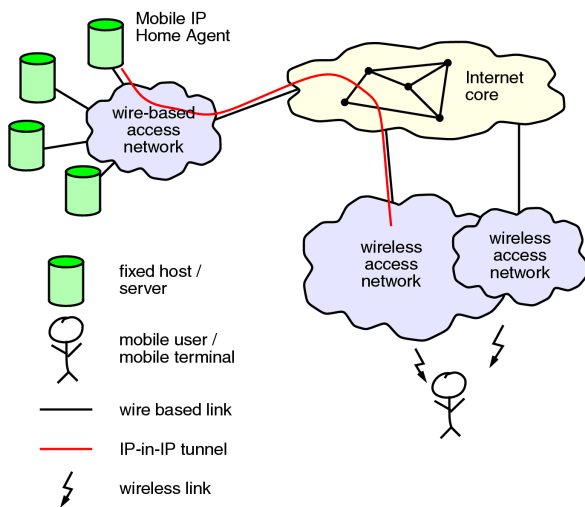


Abbildung 3.1 Mobile IP unterstützte Internet-basierende Kommunikationsinfrastruktur mit heterogenen Funkzugangnetzen und mobilen Teilnehmern mit multi-netz-fähigen Endgeräten

möglich, den Verbindungs- und Adressierungskontext zu erhalten, jedoch ergeben sich für die Applikationen sichtbare und zum Teil drastische Änderungen in der Netzqualität und den verfügbaren Dienstgütemechanismen, auf die gegebenenfalls reagiert werden muss. Als Beispiel hierfür sei der Übergang von einem WLAN System mit 11 MBit/s Übertragungskapazität auf ein GPRS-System mit 50 kBit/s aufgeführt.

Applikationen können auf solche Änderungen der Kommunikationsbedingungen auf verschiedenen Weisen reagieren. Prinzipielle Reaktionsmöglichkeiten sind die Anpassung der benötigten Übertragungsbandbreite durch die Verwendung unterschiedlicher Datendarstellungsformate oder das zeitliche Verlagern von Kommunikationswünschen in Zeiten mit einer angemessenen Netzverfügbarkeit.

Ein Ansatz zur Optimierung von Kommunikationsvorgängen in einer heterogenen Netzumgebung ist das

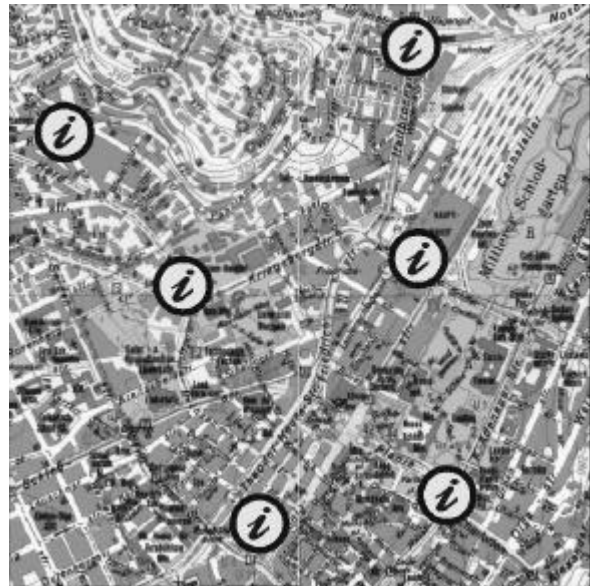


Abbildung 3.2 Verteilung von Infostationen über das Zentrum von Stuttgart. Die Kreise zeigen die Funkabdeckung der WLANs an.

von U. Kubach entwickelte und untersuchte Hoarding-Konzept [3]. Hierbei wird von sich bewegenden Nutzern und von einer losen, nicht zusammenhängenden Infrastruktur hochbitratiger Funkzugangspunkten, die Infostationen genannt werden, ausgegangen (siehe **Abbildung 3.2**). Durch ortsbezogene statistische Auswertungen der Zugriffe aller Nutzer oder von bestimmten Nutzergruppen auf Informationselemente wird dynamisch eine Auswahl an Informationen getroffen, die beim Passieren einer Infostation auf das Endgerät eines mobilen Nutzers übertragen werden. Möchte der mobile Nutzer zu einem späteren Zeitpunkt tatsächlich auf diese Information zugreifen, befindet sich diese bereits auf seinem Endgerät. Daten, die nicht durch den Hoarding-Cache vorgehalten werden, müssen im Fall eines Zugriffs über ein flächendeckendes und vermutlich langsames sowie teureres Mobilfunksystem übertragen werden.

Ein weiterer Ansatz zur Kostenoptimierung von Kommunikationsvorgängen unter Berücksichtigung von Infostationen ist das sogenannte Drive-by Infofueling [1]. Hierbei werden Kommunikationsvorgänge, die keine Echtzeitanforderungen haben, solange zurückgestellt, bis sie über eine kostengünstige Infostation übertragen werden können. Beim Herunterladen großer Datenmengen werden diese bei der nächstgelegenen Infostation im Voraus abgelegt, um die volle Übertragungskapazität der Infostation nutzen zu können. Die Steuerung der Kommunikationsvorgänge in einem solchen System wird dabei von einer Middleware-Komponente übernommen (siehe **Abbildung 3.3**).

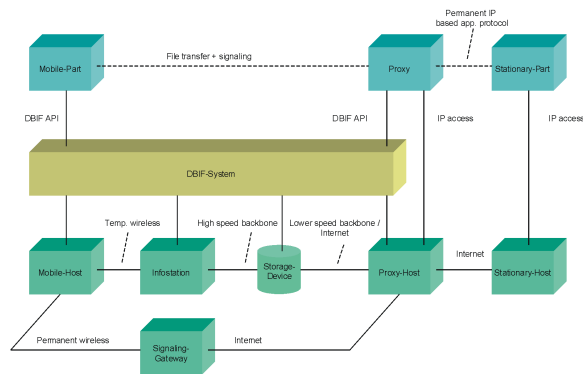


Abbildung 3.3 Drive-by Infocueing (DBIF) Systemarchitektur basierend auf einer kommunikationsunterstützenden Middleware

MOBILE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom 2001), Rome, Italy

- [4] D. Nicklas, M. Großmann, T. Schwarz, S. Volz: „Architecture and Data Model of neXus“, Geo-BIT/GIS 9/2001
- [5] C. Perkins (Editor), „IP Mobility Support“, IETF RFC 2002, October 1996
- [6] NEXUS <http://www.nexus.uni-stuttgart.de/>
- [7] Tegarone <http://www.tegarone.de/>

4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wurde ein kurzer Überblick über das Forschungsprojekt NEXUS und die darin untersuchte offene Plattform für ortsbewusste Anwendungen vorgestellt. Die mit der Einführung der mobilen Datenkommunikation zu erwartende Mobilität von Teilnehmern stellt die Kommunikationsinfrastruktur selbst, aber auch die darin ablaufenden Applikationen und Dienste vor neue Herausforderungen. Der Begriff „Kommunikationsinfrastruktur“ ist in dem hier vorgestellten Szenario weitergefasst als das Kommunikationssystem eines Anbieters. Von der hier untersuchten Kommunikationsinfrastruktur wird die Fähigkeiten zur Mobilitätsunterstützung über Technologiegrenzen hinweg erwartet und Applikationen müssen mit neuen Fähigkeiten wie Adaptivität und Offline-Fähigkeit aufwarten, um in diesem Umfeld bestehen zu können.

5 Literatur

- [1] O. Fritz: “Design of an Intelligent Middleware for Mobile Wireless Data Communication between Vehicles and Infrastructure”, Diplomarbeit am Institut für Nachrichtenvermittlung und Datenverarbeitung, Universität Stuttgart, 2001
- [2] F. Hohl, U. Kubach, A. Leonhardi, K. Rothermel, M. Schwehm: „Next Century Challenges: Nexus – an Open Global Infrastructure for Spatial-Aware Applications“, Proceedings of the Fifth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom’99), Seattle, Washington, USA, August 15-20, 1999, T. Imieliski, M. Steenstrup (Eds.), ACM Press, 1999, pp. 249-255
- [3] U. Kubach, K. Rothermel: „Exploiting Location Information for Infostation-Based Hoarding“, Proceedings of the 7th Annual ACM SIG-