

Entwicklung mobiler Geodienste*

Martin Breunig¹, Rainer Malaka², Wolfgang Reinhardt³, Joachim Wiesel⁴

¹Forschungszentrum für Geoinformatik und Fernerkundung (FZG)
Hochschule Vechta
MBreunig@fzg.uni-vechta.de

²European Media Laboratory GmbH Heidelberg
Rainer.Malaka@eml.villa-bosch.de

³Arbeitsgemeinschaft Geoinformationssysteme (AGIS)
Universität der Bundeswehr München
Wolfgang.Reinhardt@UniBW-Muenchen.de

⁴Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF)
Universität Karlsruhe
Wiesel@ipf.uni-karlsruhe.de

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verbindung des Internets mit mobilen Kommunikationstechnologien eröffnet den Geo- und Umweltwissenschaften erstmalig die Perspektive ortsunabhängiger Zugriffe auf verteilt erhobene und verwaltete Geodatenbestände. Moderne Geodienste können somit zu einer schnellen Verfügbarkeit und steigenden Qualität von Informationen über unsere Umwelt beitragen. Diese Dienste sind so zu gestalten, dass sie in internetbasierten Netzwerken auch von mobilen Anwendern genutzt werden können. Neben dem wichtigen Aspekt der Datenverwaltung für Geodienste spielen die Erfassung, Visualisierung und Analyse mehrdimensionaler Geodaten eine wesentliche Rolle. Weiterhin bereiten die geringe Leistungsfähigkeit und Heterogenität der noch nicht standardisierten mobilen Endgeräte noch große Probleme. In diesem Beitrag werden die wesentlichen Ziele und Anforderungen des anwendungsorientierten BMBF-Verbundprojektes „Weiterentwicklung von Geodiensten“ im Sonderprogramm „GEOTECHNOLOGIEN - Informationssysteme im Erdmanagement“ vorgestellt. Das Projekt soll einen Beitrag zur Lösung der genannten Probleme leisten.

EINLEITUNG

Die Verbindung des Internets mit mobilen Kommunikationstechnologien eröffnet den Geo- und Umweltwissenschaften erstmalig die Perspektive ortsunabhängiger Zugriffe auf verteilt erhobene und verwaltete Geodatenbestände. Moderne Geodienste können somit zu einer schnellen Verfügbarkeit und steigenden Qualität von Informationen über unsere Umwelt beitra-

gen. Neben dem wichtigen Aspekt der Datenverwaltung für Geodienste spielen auch die Erfassung und die Visualisierung mehrdimensionaler Geodaten eine wesentliche Rolle, welche jedoch noch Gegenstand der Forschung sind. Insbesondere bereiten die geringe Leistungsfähigkeit und Heterogenität der noch nicht standardisierten Endgeräte noch große Probleme. Das hier vorgestellte Projekt soll im Rahmen des BMBF-Sonderprogramms „Geotechnologien“ (BMBF 2001, Geotech 2003) einen Beitrag zur Lösung dieser Probleme leisten. Die Projektpartner aus Vechta, Heidelberg, München und Karlsruhe ergänzen sich hierbei in ihrer verschiedenen Expertise auf dem Gebiet der Erfassung, Verwaltung, Nutzung und Visualisierung von Geodaten.

ZIELSETZUNG UND KONZEPTION

Ziel des im Oktober 2002 gestarteten und zunächst auf drei Jahre befristeten Projekts ist die Entwicklung eines Gesamtkonzepts für die Erfassung, Verwaltung, Nutzung und Visualisierung von Geodaten für moderne mobile Geodienste. In Komponenten eines Prototypsystems sollen die Realisierbarkeit und Akzeptanz der verwendeten Methodik gezeigt werden.

Im Projekt sind verschiedene Aspekte der Geodatenverarbeitung zu untersuchen: zum einen sollen es zentrale Servereinheiten ermöglichen, auf Geodaten verschiedenster Herkunft zuzugreifen. Diese sollten komponentenbasiert realisiert werden. Hierbei werden die Daten über standardisierte Geodienste aus heterogenen Datenbeständen unter anderem in Form von einzelnen Objekten den mobilen Endgeräten zur Verfügung gestellt. Das mobile Endgerät, welches der Nutzer mit sich führt, erlaubt es mittels Online-Kommunikation auf die von der Servereinheit zur Verfügung gestellten Daten zuzugreifen. Durch die Anbindung von externen Sensoren und Messgeräten an die mobile Einheit wird es ermöglicht, die übertragenen Geodaten direkt vor Ort zu nutzen. Hierbei werden dem Benutzer an die vorhandene Objektstruktur angepasste Funktionalitäten zur Verfügung gestellt. Diese ermöglichen es dem Anwender bereits im Aussendienst Geobjekte zu manipulieren, bei Bedarf neu zu erfassen und an die Servereinheit zu übermitteln, um sie dort in die entsprechenden Geodatenbestände einzufügen. Weiterhin sind zur Visualisierung von Datenbank-Abfrageergebnissen auch Augmented-Reality-Komponenten (AR) zu berücksichtigen. Diese sollen in der Endstufe die mobile Erfassung von räumlichen Objekten im Feld leisten. Anwendungsfelder sind überall dort zu sehen, wo nicht Sichtbares (z.B. geologische Strukturen, Bodenqualität, DGM, Planungsvorhaben, rechtliche Grenzen, Leitungen im Untergrund etc.) die Datenerfassung in der Natur verbessern kann.

Die Projektpartner teilen sich die Realisierung der oben beschriebenen Ziele wie folgt auf:

- Entwicklung webfähiger GIS-Komponenten für den Zugriff auf raumzeitliche Objekte in Geodatenbank-Diensten (Vechta);
- Mobile Erfassung, Aktualisierung, Nutzung/Analyse und Visualisierung von Geodaten (Heidelberg/München);
- Online-Darstellung, Bearbeitung und Erfassung von 3D-Datenbeständen auf einem mobilen Endgerät unter Einsatz von „Augmented Reality- AR“ (Karlsruhe);
- Definition von standardisierten Schnittstellen für Geodienste (München).

Bei allen Komponenten wird besonderes Augenmerk auf methodische Untersuchungen gelegt, die dazu dienen, die neuen Technologien optimal für z.T. ebenfalls neu zu entwickelnde Arbeitsabläufe zu nutzen.

Der Bedarf an einem mobilen Geodatenmanagement (und hierbei insbesondere an der mobilen Datenerfassung) ist in praktisch allen Geowissenschaften vorhanden. Exemplarisch sollen hier einige Anwendungsszenarien angedeutet werden. Die fachliche und methodische Spezifikation solcher Szenarien erfolgt an anderer Stelle.

Die Übertragung von aktuellen Messwerten in entfernte Datenbanken dient zum einen einer direkten Nutzbarmachung für andere Anwender, zum anderen können neue Messwerte direkt weiterverarbeitet und die Ergebnisse dieser Datenprozessierung für die Feldarbeit genutzt werden. Hochaktuelle Daten stehen jederzeit zur Verfügung und können im Feld direkt abgerufen werden.

In der umgekehrten Richtung stehen dem Anwender im freien Feld eine Vielzahl von Daten und Informationen zur Verfügung. Er ist nicht gezwungen, alle eventuell notwendigen Datensätze mit ins Feld zu nehmen, sondern kann vor Ort entscheiden, welche Daten er benötigt. Neu aufgenommene Datensätze können mit weiteren, auf verschiedenen Datenbanken vorhandenen Informationen verschnitten werden und die Ergebnisse direkt in die weitere Messpunktwahl mit einfließen, ohne dass der Erfassungsvorgang unterbrochen werden müsste.

Die Integration der zu entwickelnden Komponenten in eine Geodateninfrastruktur soll es weiterhin ermöglichen, vor Ort zusätzliche Informationen zu erhalten, ohne dass deren genaue Herkunft bekannt wäre. Ein Anwender bei der geologischen Vermessung, der aufgrund einer äußerst komplexen Geländemorphologie oder fehlender Geländeaufschlüsse Schwierigkeiten

hat, die genaue Lage und Ausprägung von einzelnen Schichten zu erfassen, kann versuchen, durch die Suche auf Catalog-Servern weitere Informationen über das Gelände zu erhalten. Dies geschieht etwa in der Form von Satellitenbildern, deren Mitnahme sich einerseits aufgrund der immensen Größe bei leistungsschwächeren mobilen Geräten verbietet, die aber andererseits nicht auf eigenen Datenbanken zur Verfügung stehen, von anderen Anbietern jedoch zugreifbar gemacht wurden. Im Bedarfsfall wird der Anwender seine automatisch erfasste Position gegen einen spezialisierten Dienst schicken, der aus den Datenbanken die entsprechenden Informationen und Kartenausschnitte zusammenstellt und an den Client überträgt.

BESCHREIBUNG DER TEILPROJEKTE

Teilprojekt „Entwicklung von Komponenten-Software für den internet-basierten Zugriff auf Geodatenbank-Dienste“

Das am Forschungszentrum für Geoinformatik und Fernerkundung (FZG) der Hochschule Vechta angesiedelte Teilprojekt soll einen Beitrag zur Entwicklung neuartiger komponentenbasierter (Szyperski 1998) und mobiler Geoinformationssysteme leisten. Durch den Einsatz wiederverwendbarer Datenbank-Software (Szyperski 1998, Dittrich und Geppert 2001) soll es dem Nutzer ermöglicht werden, sich nach dem „Baukastenprinzip“ für eine vorgegebene Anwendungsklasse - ähnlich der Vorgehensweise eines CASE-Tools - seinen eigenen Geodienst aus vorgefertigten Komponenten „zusammenzustecken“, d.h. die jeweils notwendige Funktionalität z.B. als benutzerdefinierte Datentypen oder Zugriffsmethoden eines Service-Frameworks ähnlich wie bei einem Geo-Toolkit (Balovnev et al. 1997) auszuwählen. Dadurch soll eine der bisherigen Schwächen von Geoinformationssystemen, ihre geschlossene Systemarchitektur mit dem damit verbundenen erschwerten Zugriff auf ihre Daten und Operationen von externen Softwaresystemen aus, beseitigt werden (offengelegte Schnittstellen). Von zentraler Bedeutung bei der Entwicklung dieser neuen Generation von Geodiensten ist der effiziente Zugriff auf Geodaten. Im Projekt sollen daher die Datenbankunterstützung für raum- bzw. zeitbezogene Objekte basierend auf vorherigen Arbeiten (s. Sellis 1999) sowie der effiziente Zugriff auf Geodatenbank-Dienste über das WWW untersucht werden. Eine möglichst einfache Form der Bedienung durch den Nutzer (Plug-in-Technologie) soll die Akzeptanz der entwickelten Software sicherstellen. Schließlich ist in enger Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern die Überführung einer Menge ausgewählter Operationen in den Prototypen eines plattformu-

nabhängigen mobilen Geodienstes beispielsweise für einen Handheld-Client vorgesehen.

Zielsetzung und Konzeption

Die Ziele des Teilprojektes lassen sich in drei Schritten formulieren:

Konzeption zur Verwaltung raum-zeitlicher Objekte in Client/Server Architekturen für (mobile) Geodatenbank-Dienste:

Solche in Raum und Zeit variablen Objekte können bisher nicht effizient in einer Datenbank verwaltet werden. Es ist daher insbesondere die Repräsentation und das Retrieval dieser Objekte in Geodatenbanken unter Einbeziehung bisheriger Arbeiten (Sellis 1999, Güting et al. 2000) zu untersuchen. Ferner ist die Verteilung von Funktionalitäten für höherwertige Datenbank-Abfragen auf den Client bzw. den Server zu testen.

Entwicklung von Komponenten-Software für den Zugriff auf Geodatenbank Dienste:

Datenbanksysteme spielen eine zentrale Rolle bei der Entwicklung neuartiger Geodienste. Der effiziente Zugriff auf raum-zeitliche Datenbanken aus dem Internet und die Filterung von Geodaten für mobile Geodienste sind jedoch noch Gegenstand der Forschung. Beispielsweise müssen einzelne Funktionen zur Verschneidung geometrischer 2D- und 3D-Objekte entwickelt und zu einem Dienst zusammengefasst werden, der bausteinartig mit anderen Diensten zu einem Geodienst „zusammengesteckt“ werden kann.

Evaluierung der Konzepte aus 1) und 2) in einer konkreten Anwendung:

Die im Teilprojekt entwickelte Software soll anhand einer geeigneten Anwendung aus dem Bereich Geologie evaluiert werden. Es wird erwartet, dass so neue Anstöße für die Entwicklung von mobilen Diensten auch anderer Anwendungsgebiete innerhalb und ausserhalb der Geowissenschaften (z.B. Geomatik und Bioinformatik) gegeben werden können.

Methodisch soll einer der Hauptgedanken objekt-orientierter Softwaretechnologie, die Wiederverwendbarkeit geospezifischer Datenbank-Komponenten (Dittrich und Geppert 2001) für die Entwicklung neuer Geodienste für den internet-basierten Datenbankzugriff auf raum- und zeitbezogene Objekte genutzt werden. Dabei sollen in einer Schichtenarchitektur sowohl weitgehend anwendungsunabhängige Datenbank-Basisbausteine als auch für räumliche Anwendungsklassen zugeschnittene spezifische Bausteine, entwickelt werden. Solche Datenbank-Bausteine könnten z.B. zur Unterstützung der Formulierung von Datenbank-Abfragen oder zur Visualisierung der Abfrageergebnisse genutzt werden. Es soll Komponenten-Software (Szyperski 1998) mit objekt-orientierter Datenbanktechnologie kombiniert und für die besonderen Anforderungen der Geowissenschaften

mit ihrer inhärent raum- und zeitbezogenen Datenverarbeitung erweitert bzw. angepasst werden.

Teilprojekt „Entwicklung der mobilen Komponente und von Schnittstellen zu Geodiensten“

Im Rahmen dieses bei der AGIS der Universität der Bundeswehr München und der European Media Laboratory GmbH (EML) in Heidelberg angesiedelten Teilprojektes wird ein Konzept für eine mobile Komponente zur Visualisierung und Verarbeitung von Geodaten erstellt. Hierbei werden besonders die neuen Möglichkeiten, welche sich durch einen Online-Zugriff auf heterogene Datenbestände ergeben, untersucht. Des Weiteren sollen hierfür entsprechende Schnittstellen spezifiziert werden, wobei aktuelle internationale Standards zu berücksichtigen sind. Weiterhin soll ein Datenmanagementkonzept erstellt werden, welches die Datenkonsistenz bei der Datenkommunikation zwischen Server und mobilem Endgerät sicherstellt. In der Konzeptphase werden unterschiedliche Architekturen für das mobile Endgerät untersucht. Hierbei soll besonders die Möglichkeit der systemunterstützten Datenerfassung berücksichtigt sowie ein Konzept für eine optimale Client-Server-Architektur für mobile Geo-Applikationen erstellt werden. Die in der Konzeptionsphase erarbeiteten Ergebnisse werden direkt in die Entwicklung eines Prototypen einfließen.

Zielsetzung und Konzeption

Es lassen sich für dieses Teilprojekt sechs Ziele auflisten:

1) Methodische Untersuchungen

Der Wechsel von heute üblichen mobilen Geoinformationssystemen hin zur mobilen Online-Datenerfassung im Felde wirft eine Reihe wissenschaftlicher Fragestellungen auf, die näher untersucht werden sollen.

Zunächst ist zu klären, mit welchen Methoden heterogene Geodatenbestände mobil analysiert und verändert werden können. Es sollen Lösungsstrategien erarbeitet werden, wie Konflikte hinsichtlich der Datenkonsistenz gelöst werden können.

Ausgehend von den momentan verfügbaren und in Zukunft zu erwartenden mobilen Datenübertragungsstandards ist zu untersuchen, inwieweit die Leistungsfähigkeit des Systems in Abhängigkeit der Übertragungsleistung optimiert werden kann.

Innerhalb der neu zu erarbeitenden Arbeitsabläufe soll ein Qualitätsmanagement integriert werden. Dies schließt sowohl die Erfassung von Qualitätsdaten bei der Datenerfassung als auch eine spätere Überprüfung durch eine Kontrollinstanz ein.

2) Definition von standardisierten Schnittstellen

Die gegenwärtig verabschiedeten bzw. in Bearbeitung befindlichen Spezifikationen des OpenGIS Konsortiums (OGC) zum Datenzugriff und -management (Data Services: Feature Service und Coverage Service), zur Recherche von Geodaten (Catalog Service), zum Datenaustauschformat (GML) und zur Visualisierung von Geodaten (Mapping Service) berücksichtigen die speziellen Anforderungen *mobiler* Clients bisher nicht, wie etwa die optimale Bereitstellung von Informationen bei geringen Übertragungsraten. Sie sollen im Rahmen dieses Forschungsvorhabens diesbezüglich weiterentwickelt werden. Die bei der Entwicklung von Protokollen und Schnittstellen gemachten Erfahrungen sollen direkt in den Standardisierungsprozess bei OGC zurückfließen.

Daneben ist hier auch die Thematik der differentiellen Fortführung von Geodatenbanken aufzugreifen, d.h. die standardisierten Schnittstellen sind so zu gestalten, dass auf der Granularität von Objekten Änderungen (Einfügen, Löschen ...) in der Datenbank vorgenommen werden können.

Zusätzlich sind die im aktuellen vom OpenGIS Konsortium veranstalteten LBS-testbed bearbeiteten Services (Location Services) sowie die *Location Application Servers* und *Location Data Servers* auf ihre praktische Nutzbarkeit im Bereich wissenschaftlicher Geo-Fragestellungen kritisch zu prüfen und weiterzuentwickeln.

3) Gesicherte Datenübertragung

Entscheidend beim Einsatz mobiler Datenmanagementsysteme ist die Gewährleistung der Datenkonsistenz. Einmal aufgenommene Daten müssen bis zum Ende der Datenübertragung auf dem Client konsistent vorgehalten werden, damit auch im Falle eines Verbindungsabbruchs die Übertragung nicht verlustbehaftet ist. Im Rahmen dieses Projekts sollen Verfahren und Methoden und Systeme entwickelt werden, welche die Konsistenz der Daten im Falle nicht stabiler Verbindungen sicherstellen. Diese müssen unabhängig vom darunter liegenden Übertragungsprotokoll, das entweder leitungsbasiert, wie im Falle GSM und HSCSD, oder paketbasiert, wie bei GPRS und UMTS ist, funktionieren.

4) Konzeption des Clients und der Client-Server-Architektur

Während der Konzeptphase sollen verschiedene mögliche Architekturen analysiert werden. Es soll untersucht werden, welche Funktionalitäten auf dem mobilen Endgerät benötigt werden (Datenerfassung, Objekterzeugung usw.) und welche Anforderungen somit an Systemarchitektur und Hardware gestellt werden.

Die Erfassung des Datenmaterials im freien Feld erfolgt unter Nutzung von Messgeräten mit digitalem Ausgang wie auch mit manuell auszuwertenden Messinstrumenten. Das manuelle Auswerten wird durch die automatisch generierten grafischen Oberflächen auf den mobilen Endgeräten unterstützt.

Als mögliche Sensoren kommen beispielsweise GPS-Empfänger, Tachymeter, Digitalkameras, Seismographen usw. in Frage. Dabei sollen die erfassten Daten sofort der Anwendung zur Verfügung stehen. Auf bisher übliche Zwischenschritte wie z.B. Konvertierung proprietärer Messdatenformate soll verzichtet werden.

Der erfolgreiche Einsatz mobiler Erfassungssysteme in einer Client-Server Architektur hängt im Wesentlichen von zwei Komponenten ab, zum einen von der eigentlichen Mobilfunkverbindung, zum anderen die Leistungsfähigkeit der mobilen Geräte. Dazu sind zunächst Voruntersuchungen notwendig, in denen insbesondere die Übertragungskapazität und -stabilität im Gelände ermittelt wird. Die Schnittstellen und Übertragungsprotokolle sowie die Verteilung der Funktionalitäten auf Client und Server werden auf den zuvor gemachten Erfahrungen aufbauen. Ziel ist es, das Gesamtsystem auf eine maximale Performanz hin zu optimieren. Die Verteilung der Funktionalitäten wird weiterhin auf die Leistungsfähigkeit der mobilen Komponenten abgestimmt werden. Die bei der prototypischen Entwicklung gemachten Erfahrungen fließen unmittelbar in die Spezifikation von Schnittstellen und Protokollen ein.

5) Systemunterstützte Datenerfassung

Der lesende wie auch schreibende Zugriff auf entfernte, heterogene Datenbanken wird durch von Application-Servern zur Verfügung gestellten Anwendungen vereinfacht. Bei der „Vor-Ort-Pflege“ bereits bestehender Daten wird aus den Metadaten die Datenstruktur ausgelesen und eine entsprechende Oberfläche für die aufzunehmenden Attributdaten automatisch erstellt. Somit wird zum einen gewährleistet, dass alle relevanten Attribute gepflegt werden, zum anderen kann automatisch eine erste Qualitätskontrolle stattfinden. Die dazu notwendigen Informationen bezieht die serverseitige Applikation aus den Metadaten des jeweiligen Datensatzes. Zur weiteren Unterstützung der Datenaufnahme im Gelände sowie zur Qualitätssicherung werden darüber hinaus die folgenden Dienste entwickelt: Generierung von optimalen Messgittern für spezifische Anwendungen, die dem Anwender im freien Feld optimierte Messpunkte vorschlagen. Interpolationsdienste, die bereits vorhandene Datensätze auswerten und dem Anwender ein weiteres Instrument an die Hand geben, Messpunkte optimal zu platzieren. Qualitätssicherungsdienste, die aufgrund von zusätzlichen, auf dem Server hinterlegten Daten (z.B. DGMS) den Anwender auf vermeintli-

che Problemzonen aufmerksam machen, wenn etwa die Erfassung der gegenwärtigen Position mittels GPS durch Abschattung nicht mehr im notwendigen Qualitätsrahmen gewährleistet ist.

In allen Fällen wird möglichst viel Funktionalität auf den Server verlegt, um die Anforderungen an den Client so gering wie möglich zu halten. Dabei wird jedoch die dazu notwendige Übertragungskapazität mit berücksichtigt werden.

6) Prototypentwicklung und Felduntersuchung

Die erarbeiteten Konzepte und Architekturen sollen in Zusammenarbeit mit der European Media Laboratory GmbH in Prototypen umgesetzt und erprobt werden. Der Prototyp soll ein Maß für die Leistungsfähigkeit der zu wählenden Technologien und Architekturen sowie deren technische Umsetzungen liefern und die praktische Tauglichkeit des Systems nachweisen.

Teilprojekt “Mobiler Augmented Reality GIS-Client”

Bei diesem am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Universität Karlsruhe angesiedelten Projekt soll ein mobiler GIS-Client zur Erfassen und Updaten von 3D-Daten auf der Basis von Augmented Reality (AR)-Techniken (Afshar 1997) entwickelt werden. AR-Techniken verbessern die Qualität und Produktivität von GIS-Clients, indem sie den vorhandenen Datenbestand in der realen Umgebung in das Gesichtsfeld des Nutzers einblenden.

Zielsetzung und Konzeption

Der mobile Betrieb von Datenendgeräten ist heute schon mit relativ geringen Bandbreiten (GSM, HSCD, GPRS bis zu ca. 48kb/s) tägliche Praxis, zukünftige Kommunikationsnetze im Weitverkehr (UMTS) werden im mobilen Betrieb einige Hundert Kilobit/s an Übertragungsleistung zulassen und werden deshalb auch für anspruchsvollere Multimediaanwendungen in Echtzeit geeignet sein.

Ziel des Teilprojektes ist, Methoden der Augmented Reality (AR), wie sie z.B. im CAD, der Gerätewartung (Müller 2001) und GIS (Afshar 1997) beschrieben werden, zur Unterstützung und Verbesserung der 3D-Datenerfassung und des Update von 3D-Datenbeständen zu verwenden. Aus den zu bearbeitenden Aufgaben lassen sich 6 Ziele unterscheiden:

Auswahl der erforderlichen Hard- und Software und Evaluierung technischer Methoden für die 3D-Projektion im mobilen Betrieb. Entwurf und prototypische Realisierung einer mehrschichtigen Softwarearchitektur unter besonderer Berücksichtigung der beschränkten Ressourcen (Rechengeschwindigkeit, Speicher, Kommunikationskapazität).

Orientierung und Navigation des Betrachtungs- und Erfassungssystems im Raum mit DGPS und INS. Untersuchung von Methoden zur Stabilisierung der Aufnahmeplattform durch Einbeziehen von Features im Raum (z. B. Referenzpunkte).

Entwicklung und Bewertung von Messverfahren in der mobilen Umgebung – welche Methoden sind wirtschaftlich und präzise genug (z. B. Laserscanner, digitale Kameras, Rangefinder).

Entwicklung eines Interface zum lesenden und schreibenden Zugriff auf die 3D-Geodatenbank, das auch in einer instabilen und relativ langsamen Kommunikationsumgebung zuverlässig funktioniert. Anpassung und Test der in der Arbeitsgruppe entwickelten Protokolle.

Visualisierung in der AR-Umgebung. Übertragung von kartographischen Konzepten (2D) in die 3D-Welt (was muss wie visualisiert werden, wie wirken sich die Darstellungstechniken auf die Lesbarkeit aus, wie muss abstrahiert werden?). Eye-Tracking, um virtuelles 3D-Bild mit der Realität zu überlagern. Welche User-Interfaces zur Steuerung des Systems sind möglich und bedienbar.

Erprobung der entwickelten Techniken im Zusammenspiel im gemeinsamen mobilen Testbed (2D Clienten, Räumliche Datenservices) an ausgewählten Fallbeispielen im vorhandenen WLAN der Universität Karlsruhe.

Auf der Basis einer Service-Infrastruktur soll im Verbundprojekt schließlich von allen Partnern gemeinsam eine Systemarchitektur entwickelt werden, die eine möglichst flexible Anpassung der Einzelkomponenten bzgl. neuer Anforderungen ermöglicht.

ERWARTETE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Ein effizienter Umgang mit der wertvollen Ressource der Geoinformation ist zum momentanen Zeitpunkt und in Zukunft eine der Herausforderungen für die Geo- und Umweltwissenschaften. Wie bekannt haben ca. 80 % aller Entscheidungen im privaten und öffentlichen Bereich direkten oder indirekten Raumbezug, aber es gibt noch immer kaum Softwaresysteme oder Anwendungen, welche große Mengen raumbezogener Geodaten effizient verarbeiten können. Auch existieren praktisch keine Möglichkeiten, Modifikationen an „integrierten“ Datenbeständen vorzunehmen und diese konsistent in die einzelnen Quelldatenbanken zu übertragen.

Wie wichtig obige Problematik ist, geht auch aus einer Anfrage von Abgeordneten des Deutschen Bundestages vom 12.4.2001 hervor (Bund 2001). Welch große Bedeutung die Wirtschaft diesem Thema beimisst, wird ferner

durch die bedeutende Summen deutlich, die in die Standardisierung investiert werden, welche in ISO und OGC (OGC 2000) vorangetrieben werden.

Die im Verbundprojekt „Weiterentwicklung von Geodiensten“ geplante Entwicklung neuer Konzepte und Techniken zur Verwaltung raum- und zeitbezogener Objekte für mobile Geodienste könnte wegweisend auch für andere Anwendungsgebiete (z.B. Life Sciences, Bioinformatik oder Location Based Services (Caspary et al. 2000, Reinhardt 2001, Breunig und Bär 2002) sein. Ein effizienter internet-basierter und mobiler Zugang zu raum-abhängigen Informationen bietet zudem neue Möglichkeiten der Nutzung moderner Geoinformationssysteme (GIS). Insbesondere können mit der Entwicklung offener Systemarchitekturen mobile Geodienste auf die Basisfunktionalität von GIS z.B. zur Visualisierung der Daten oder für Datenabfragen zurückgreifen.

Durch die schnelle Verfügbarkeit und steigende Qualität von Informationen über unsere Umwelt können moderne Geodienste einen wichtigen Beitrag leisten bei der Bewältigung gesellschaftlicher Aufgaben in Zeiten zunehmender Globalisierung. Die im Verbundprojekt zu entwickelnde neue Technologie zur Nutzung mobiler Geodienste sollte übertragbar sein auf allgemeine internetbasierte Dienste. Die offene Verfügbarkeit gut dokumentierter Geodaten führt zugleich zu Kosteneinsparungen bei künftigen Datenerfassungen und kann so zu einer wichtigen Säule zur Erhaltung von Informationen und Wissen in den Geo- und Umweltwissenschaften werden.

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Neuartige, mobil verfügbare Geodienste könnten Geowissenschaftlern in Zukunft helfen, eine ihrer Visionen zu verwirklichen: Die Erfassung, Analyse und Visualisierung unterirdischer Planungsvorhaben oder geologischer Formationen direkt im Gelände, unterstützt durch ein leistungsfähiges Geodatenbanksystem und moderne Augmented Reality Methoden.

LITERATUR

- Afshar, M. (1997): *Mapping the Real World for Virtual and Augmented Reality*. 4th CaberNet Radicals Workshop, 17-20 September 1997, Rethimnon, Crete.
- Breunig, M., W. Bär (2002): *Anforderungen mobiler Routenplaner an Datenbanksysteme*. Proceedings of the mobile DB-workshop, GI-Jahrestagung, Dortmund, Sept. 30th – 2. Okt., 580-584.

- Bund (2001): *Große Anfrage von 29 Bundestagsabgeordneten vom 12.4.2001*. (Drucksache 14/3214).
- Balovnev, O., M. Breunig, A.B. Cremers (1997): *From GeoStore to GeoToolKit: the Second Step*. Proceedings of the 5th Intern. Symposium on Spatial Databases, Berlin, LNCS No. 1262, Springer, Berlin, 223-237.
- BMBF (2001): *Bekanntmachung der Förderrichtlinien "Informationssysteme im Erdmanagement: von Geodaten zu Geodiensten" im Rahmen des BMBF/DFG-Sonderprogramms GEOTECHNOLOGIEN vom 05. Juli 2001*. Bundesanzeiger - Ausgabe Nr. 128 vom 13. Juli 2001, S. 14 371.
- Caspary, W.; G. Joos, M. Mösbauer (2000): *Multimedia und mobile GIS*. Zeitschrift für Vermessungswesen Nr. 125, 272-279.
- Dittrich, K.R., A. Geppert (2001)(Hrsg.): *Component Database Systems*. dpunkt Verlag, Heidelberg, 294 S.
- Geotech (2003): <http://www.geotechnologien.de>.
- Güting R.H., M.H. Böhlen, M. Erwig, C.S. Jensen, N.A. Lorentos, M. Schneider, M. Vazirgiannis (2000): *A Foundation for Representing and Querying Moving Objects*. ACM Transactions on Database Systems, Vol. 25, No. 1, March, 1-42.
- Müller S. (2001): *Virtual Reality - Augmented Reality*. INI- Graphics-Net. Brochure, Fraunhofer - IGD, Darmstadt.
- OGC(2000): OpenGIS Consortium: *Geography Markup Language (GML) 1.0*. May, <http://www.opengis.org/techno/specs.htm>.
- Reinhardt W. (2001): *Concept of a GIS and location based services for mountaineers*. Proceedings 4th AGILE Conference, Brno.
- Sellis T. (1999): *Research Issues in Spatio-Temporal Database Systems*. Proceedings of the 6th Intern. Symposium on Large Spatial Databases, Hong Kong, China. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1651, Springer Verlag, 5-11.
- Szyperski (1998): *Component Software - Beyond Object-oriented Programming*. Addison Wesley, Essex, England, 411S.