



Projektabschlußbericht: Deep Map/GIS

Kooperationsprojekt des Geographischen Institutes (Lehrstuhl Prof. Meusburger mit dem European Media Laboratory (EML))

Alexander Zipf, zipf@eml.villa-bosch.de

Forschungsfragen für Deep Map/GIS

Nachdem geographische Informationssysteme (GIS) lange ein Spezialgebiet für Experten waren und noch sind, gibt es Anzeichen dafür, daß raumbezogene Informationssysteme in Form von Routenplanern, Kartographieprodukten oder webbasierten bzw. mobilen Kartendiensten vor dem Sprung in den Massenmarkt stehen. Sie finden insbesondere auch verstärkt Eingang in die Geschäftswelt, wo sie z.B. im Bereich Geomarketing, Standortanalyse, Facility Management, Grundstücksverwaltung bis zu Logistik und speziellen Anforderungen mit Systemen aller Art zusammenspielen müssen. In Anbetracht dieser Entwicklung stellt sich die Frage, ob geographische Informationssysteme mittlerweile so weit gereift sind, daß nicht nur speziell ausgebildete Anwender damit zurecht kommen können. Als ein Anwendungsbereich für die Entwicklung neuartiger und intuitiv zu benutzender GIS-Funktionen wurde die Entwicklung eines Touristeninformationssystems mit kontextsensitiver Benutzerführung und weiterentwickelter Wissensrepräsentation anvisiert. Denn hier müssen vielfältige Informationen auf einem intuitiven Weg für relativ kritische Benutzer, d.h. solche, die keine lange Einarbeitungszeit zulassen, zur Verfügung gestellt werden.

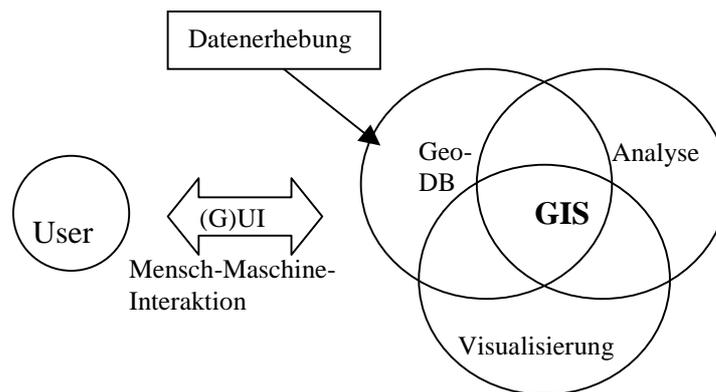


Abbildung 1: **Grobarchitektur eines GIS**

Hierzu wurde in einem Projekt des European Media Laboratory (EML) im Rahmen dieser Arbeit ein erster Prototyp eines elektronischen Touristenführers für die Stadt Heidelberg entwickelt, der über stadthistorisches (d.h. raumzeitliches) Wissen verfügt und zudem weitergehende GIS-Funktionalitäten bietet, als dies bisherige Touristen- oder Stadtinformationssysteme leisten. Ziel der Forschungstätigkeit war es dabei, mögliche Schwachstellen bisheriger GIS für solche benutzernahen Informationssysteme zu identifizieren und die Schwachstellen mittels fortschrittlicher Ansätze zu beheben. Zudem wird beispielhaft der Einsatz neuer GIS-Funktionen für ein solches Touristeninformationssystem geprüft und prototypisch implementiert. Hierzu zählt die Anbindung an das Internet, temporale 3D-Geodatenverwaltung, Generierung von Routenvorschlägen bis hin zur interaktiven 3D-Visualisierung. In diesem Zusammenhang ist besonders wichtig, daß ein Gesamtsystem entwickelt wird, in dem eine Fülle von Funktionen zu mehrwertigen Diensten integriert werden muß. Dies ist ein besonderer Anspruch dieser Arbeit im Gegensatz zu typischen Arbeiten aus z.B. der Informatik, die sich oft auf einen einzelnen oder wenige spezielle Aspekte konzentrieren. Da ein vollwertiges GIS allerdings ein System darstellt, das, wie Abb. 1 veranschaulicht, aus dem Zusammenspiel der Bereiche Datenverwaltung (inkl. Datenerhebung), der Analyse und auch der Visualisierung besteht und bei Fehlen eines dieser Teile nicht mehr voll dem Anspruch des Begriffs GIS ge-

recht wird, werden in dieser Arbeit alle drei Bereiche beleuchtet und deren Zusammenspiel in einem konkreten Anwendungsszenario, nämlich dem eines touristischen Informationssystems, untersucht. Bei allen drei Hauptbereichen steht natürlich im Gegensatz zu konventionellen Informationssystemen die Verwaltung, Analyse und Visualisierung *räumlicher* Daten im Vordergrund. Datenverwaltung meint dann nicht nur die Modellierung der thematischen Sachdaten in einer relationalen Datenbank, sondern es mußten mit Geodatenbanken sogenannte „Non-Standard“-Datenbanksysteme untersucht und weiterentwickelt werden. Eine zusätzliche Anforderung und Leistung, die in bisherigen Arbeiten seltener berücksichtigt wurden, ist die Integration dieser Aspekte in ein funktionales Gesamtsystem, in dem neben den entwickelten noch eine Reihe weiterer Arbeiten aus anderen Forschungsbereichen (von Sprachverarbeitung, Bildverarbeitung, Kunstgeschichte über Agentensysteme, Raumkognition bis hin zu Lernverfahren (z.B. mittels neuronaler Netze), Ergonomie und Benutzermodellierung) eingebracht werden müssen und das für den Benutzer perspektivisch ein einheitliches System darstellen, dem die zugrundeliegende Heterogenität nicht mehr anzumerken ist. Im Rahmen des Projektes Deep Map/GIS wurden und werden z.T. weiterhin parallel mehrere Benutzerschnittstellen für einen digitalen Touristenführer konzipiert und entwickelt, der sowohl bei der Reisevorbereitung, als auch während des aktuellen Besuchs der Stadt den Touristen unterstützt. So wird neben einer Webschnittstelle für die Reisevorbereitung, über die ein Tourenvorschlag generiert und visualisiert werden kann, ein mobiler Prototyp entwickelt, der den Besucher während des realen Besuchs durch die Stadt navigiert.

Die Arbeit wurde in einem größeren Projekt am European Media Laboratory durchgeführt, in dem unterschiedliche Teilbereiche der Geographie, Geoinformatik und Informatik, aber auch Kognitionsforschung, Computerlinguistik und Kunstgeschichte zusammenkommen. Diese werden in weiteren Projekten des EML oder von Kooperationspartnern bearbeitet. Durch die Integration von z.B. Sprach- und Raumkognitionskomponenten aus anderen Projektbereichen ergeben sich gewisse Abhängigkeiten zwischen den Modulen, die auch die hier vorgestellten GIS-Module betreffen. Insbesondere mussten von den GIS Modulen zusätzliche Dienste bereitgestellt werden, um das Ziel eines sprachgesteuerten Touristenführer zu realisieren.

Grundlegend für die Entwicklung eines GIS für ein historisch orientiertes Informationssystem für eine Stadt (oder Region), das Touristen und Benutzer mit unterschiedlichsten Interessen und Anforderungen bedienen soll, erscheint die Integration der Dimensionen Raum (3D) und Zeit mit weiteren Daten und Informationen unterschiedlichster Form von besonderer Bedeutung. Um dieses Ziel zu erreichen, muß eine geeignete Modellierung des geographischen Raumes, seiner Objekte und deren räumliche, zeitliche und weitere Beziehungen zueinander gefunden werden. Damit soll ein Beitrag zur größeren Modellierungsstärke geographischer Informationssysteme im Vergleich zu herkömmlichen Systemen geleistet werden. Die Entwicklung eines temporalen GIS (TGIS) ist ein wichtiges Thema der GIS-Forschung, da bisherige Systeme auf diesem Gebiet noch Schwachstellen aufweisen und insbesondere die temporale Verwaltung von 3D Daten in einer 4D-Datenbank nicht realisiert wurde.

Ein langfristiges Ziel des Deep Map Projektes ist es die ideale Besichtigungstour eines Touristen nach dessen Vorlieben und abhängig von dessen angegebenen Interessen vorzuschlagen. Neben der Erzeugung einer interessanten Route gehört dazu eine angemessene Darbietung der als relevant erachteten Informationen in 2D oder 3D. Zu den jeweiligen Standorten der vorgeschlagenen Route soll die Möglichkeit bestehen, je nach Interessen und Vorlieben des Benutzers diverse multimediale Informationen zum aktuellen Standort (also Videos, Sound, Graphiken, Animationen) auszugeben. Hierzu wurden eine Reihe von Vorarbeiten geliefert und erste Module für den WWW-Prototypen implementiert.

Insgesamt waren Untersuchungen zu folgenden Bereichen durchzuführen:

- *Wissensrepräsentation und Datenmodellierung*
- *Analysefunktionalität* (z.B.: Tourenplanung, Sichtbarkeitsanalysen)
- *Visualisierung* (von 2D zu 3D, sowie Animation)
- *Benutzerinteraktion / Benutzeroberfläche* (z.B. über das WWW versus mobil)
- *Systemarchitektur (Agentenorientierte Software)*

Diese sollen in den folgenden Abschnitten kurz vorgestellt werden.

Raumzeitliche Datenmodellierung – Datenbanken für ein historisches Touristen-GIS

Da die Modellierung historischer räumlicher Daten, also z.B. die Verwaltung der Veränderung eines komplexen raumzeitlichen Gefüges wie einer Stadt oder anderer geographischer Erscheinungen zu den Schwachstellen bisheriger Systeme gehört und keine ausreichend mächtigen Werkzeuge für Deep Map zur Verfügung standen, wurden die Aspekte der Integration raumzeitlicher Daten in Geoinformationssystemen behandelt. Eine wesentliche Aufgabe bestand daher im Entwurf und Aufbau der Kerndatenbank für Deep Map. Dabei wurden touristische, historische, kulturelle und weitere Daten zur Stadt zusammengestellt, digital aufbereitet und in die Datenbanken integriert. Hier stehen folgende Aufgaben und Fragestellungen im Vordergrund:

- Entwicklung einer Architektur zur Kombination der Daten- und Wissensbasis mit einer Visualisierungskomponente für räumliche und multimediale Inhalte
- Aufbau eines dreidimensionalen Modells der Altstadt von Heidelberg, basierend auf der digitalen Liegenschaftskarte der Stadt Heidelberg, den Geländedaten, digitalen Luftbildern der Stadt Heidelberg und digitalen Photos.
- Aufbau einer Datenbank mit tourismusrelevantem Wissen über das historische und aktuelle Heidelberg in Kooperation mit Experten der historischen Geographie und Kunsthistorikern. Dazu ist die Sammlung, digitale Aufbereitung und semantische Strukturierung multimedialer Informationen und Inhalte über Heidelberg notwendig.

Die Kerndatenbanken beinhalten damit Daten unterschiedlicher Art, Herkunft und Bedeutung:

- 2D und 3D-Geodaten (bestehend aus Geometrie, Topologie, Thematik und Dynamik)
- 3D-Gebäudedaten
- historische / temporale Daten
- multimediale Daten (thematische Daten als Text, Bild, Audio, Video,...)

Ziel des Datenmodells ist eine geeignete und möglichst allgemeingültige und flexible Strukturierung der für Deep Map relevanten Daten. Ein Schwerpunkt lag hierbei auf der flexiblen Verwaltung raumzeitlicher Daten, da hier insbesondere für 3D-GIS noch starker Forschungsbedarf bestand (und im Hinblick auf die Analysefunktionen weiterhin besteht). Gerade ein Touristeninformationssystem für eine historisch interessante Stadt wie Heidelberg muß die Möglichkeit bieten, zeitbezogene und mehrdimensionale Daten in das Informationssystem auf natürliche Weise zu integrieren. Hierzu fehlten bisher ausreichend flexible und modellierungsstarke Datenmodelle. Daher mußte ein komplett neues Modell entwickelt werden. So wurde zunächst ein thematisches Teilmodell objektorientiert entworfen und dieses mit dem vektorbasierten 3D-Datenmodell von Molenaar und dem in Deep Map entwickelten, temporalen Framework in einem objektorientierten Modell kombiniert. Damit steht erstmals ein flexibles in Java implementiertes Framework für 4D-Daten zur Verfügung, das nicht an eine konkrete temporale Notation gebunden ist, sondern fast beliebige temporale Aspekte fassen kann [ZIPF und KRÜGER 2001].

Tourenplanung und Erzeugen individueller Routenvorschläge

Die Adaptivität von Informationssystemen und damit auch GIS bzw. Touristischen Informationssystemen (TIS) an die Interessen und Fähigkeiten ihrer Benutzer wird als eines der wichtigsten Forschungsthemen zur Schaffung wirklich intuitiver und besser nutzbarer Touristen- und Geoinformationssysteme gesehen. Bei klassischen GIS fehlt dieses Konzept völlig. Am Beispiel der Generierung individueller Tourenvorschläge wird ein Konzept zur Realisierung für Deep Map vorgeschlagen. Das realisierte Modul zur Routenfindung, dessen Schwerpunkt auf der Generierung touristischer Besuchstouren liegt, ist in der Lage, mehrere für touristische Touren interessante Parameter bei der Berechnung der Strecke zu berücksichtigen. Um eine individuelle Routenführung zu ermöglichen, müssen besondere Streckenattribute in die Datengrundlage aufgenommen werden, anhand derer sich Streckenabschnitte für subjektive Ansprüche klassifizieren lassen. Außerdem muß das System die Fähigkeit besitzen, diese zusätzlichen Daten in die Streckenberechnung zu integrieren. Neben der Generierung von Routen zum Besuch touristischer Sehenswürdigkeiten ist es in der Lage, weitere Funktionalität bzgl. der Wegfindung anzubieten:

- *Routenfindung* Finden des Weges vom Ausgangspunkt X zu Punkt Y.
- *Standortsuche* Finden des dem Standort am nächsten gelegenen Objektes einer bestimmten Art. Z.B: den nächstgelegenen Briefkasten.
- *Tourvorschlag* Vorschlag einer auf individuelle Interessen des Benutzers zugeschnittene Tour, inklusive Zielobjekte.

Der Touristenführer im Netz: Interaktion und Visualisierung raumbezogener Daten im WWW

Für die Reisevorbereitung des Touristen wurde eine Web-basierte Benutzungsoberfläche als Touristeninformationssystem realisiert. Diese soll neue Techniken evaluieren und die Kerndatenbank ans Web anbinden. Insbesondere wurden eine Reihe weiterer GIS-Funktionalitäten wie das Anzeigen von historischen Hochwasserständen, räumliche Suche nach bestimmten Lokationen, Visualisierung historischer Bebauungsstände, Animation von Routenvorschlägen sowie Navigation in der Datenbank über eine interaktive Karte realisiert.

Integration der Module in das Gesamtsystem – Von komponenten- zu agentenbasierten geographischen Informationssystemen

Da ein geographisches Informationssystem immer aus verschiedenen Komponenten besteht, was schon aus den klassischen Definitionen [BILL und FRITSCH 1991] und der 3-Komponenten-Sicht eines GIS (Datenbank, Visualisierung und Analyse) hervorgeht, ist insbesondere die Integration und das Zusammenspiel dieser Komponenten ein äußerst wichtiger Punkt bei der Bewertung eines solchen Systems. Konnten die ersten Systeme noch lange als relativ monolithische Einheiten bezeichnet werden, hat sich in den neunziger Jahren das objektorientierte und komponentenbasierte Software-Engineering durchgesetzt, obwohl die Konzepte schon seit den 70er Jahren entwickelt wurden. Für zukünftige verteilte, heterogene und vor allem intelligentere Systeme, die aus einem immer komplexer werdenden Geflecht zahlreicher Komponenten auf verschiedenen Soft- und Hardwareplattformen mit unterschiedlichen Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Modulen bestehen, erscheint eine weitere Abstraktionsebene sinnvoll. Diese Abstraktion der Module als sogenannte „Agenten“ soll eine stärker kontext- und aufgabenorientierte Sichtweise ermöglichen [vgl. JENNINGS, SYCARA und WOOLRIDGE 1998]. In jüngster Zeit ist der Begriff Softwareagent in aller Munde und unterliegt damit natürlich entsprechend vielfältigen Interpretationen. Es wurde ein erster Prototyp des Deep Map Systems angelehnt an den entsprechenden Spezifikationen der Foundation for Intelligent Physical Agents [FIPA 1998, 1999] entwickelt und damit erstmals die wesentlichen Bestandteile eines GIS als Multiagentensystem realisiert. Die realisierten Agenten umfassen neben Datenbankabfragen zahlreiche Funktionen zur Kartenanzeige, Rou-

tenplanung, Geodatenverwaltung, Sichtbarkeitsanalyse sowie räumliche Abfragen (Bereichs-abfragen, Ausgabe von Geodaten etc.). Die Agenten kommunizieren über die Agentenkommunikationssprache ACL (Agent Communication Language) der FIPA (Foundation of Intelligent Physical Agents) mit anderen Agenten des Deep Map Systems.

Navigationsunterstützung vor Ort durch Wearable GIS

Die Entwicklung mobiler GIS ist die konsequente Fortführung des auch von STROBL [1997] skizzierten GIS-Entwicklungspfades von Spezialrechnern über Workstations, PCs und dem WEB hin zu bald verfügbaren Wearable Computern. Heute scheint die entsprechende Variante für sogenannte Smartphones und PDAs der nächsten Generation für zukünftige UMTS-Netze namens „Location Based Services“ (LBS) ein wichtiger Motor für die zukünftige GIS-Entwicklung und vor allem Marktdurchdringung darzustellen [ZIPF und MALAKA 2001]. Die Entwicklung der Hardware in diesem Bereich ist rasant. Vor wenigen Jahren kaum denkbar, wird heute die Nutzung von auch GIS-basierten Internetdiensten selbst über Handys (z.B. mittels WAP) Wirklichkeit. Die zu realisierenden Komponenten müssen dieser Entwicklung Rechnung tragen. Daher wurde ein mobiler Prototyp auf Basis des neuen und flexibel erscheinenden Agentenparadigmas realisiert.

Bisherige Systeme basieren weitgehend auf dem klassischen Client-Server-Konzept. Wirklich verteilte oder gar ubiquitäre Systeme findet man ebenso selten wie agentenbasierte oder solche für sogenannte „Wearables“. In Deep Map/GIS wurden mehrere Ergebnisse in diese Richtung erzielt. So wurde erstmalig ein OpenGIS-konformer Geodatenserver mit Schnittstellen für die verteilte Objektplattform CORBA (Common Object Request Broker Architecture) implementiert [ZIPF und ARAS 2001]. Damit ist es nun möglich, unabhängig von Implementierungssprache und Betriebssystem mittels CORBA auf verteilte Geodaten zuzugreifen. Dieser Geodatenserver wurde als Geodatenquelle für die realisierten Deep Map/GIS-Agenten für den mobilen Prototypen, der zudem auf einem „Wearable“ realisiert wurde, eingebunden.

Danksagung

Das Projekt wurde freundlicherweise von der Klaus-Tschira Stiftung (KTS), Heidelberg finanziell gefördert. Die Firma ESRI++ Geoinformatik GmbH, Kranzberg stellte Software zur Verfügung.

Literatur

- BILL, R. und FRITSCH, D. (1991): Grundlagen der Geoinformationssysteme. Bd.1, Hardware, Software und Daten. Wichmann. Heidelberg.
- FIPA – FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS (Hrsg.)(1998): FIPA 1998 Specification Part 1. Agent Management. <http://www.fipa.org/spec/FIPA98.html>.
- JENNINGS, N.R., SYCARA, K. and WOOLRIDGE, M. (1998): A Roadmap of Agent Research and Development. In: Autonomous Agents and Multi-Agent System 1998/1. 7-38.
- STROBL, J. (1997): Geo-Datenbasen und Karten im WWW. AGIT. Angewandte geographische Informationsverarbeitung. 2. - 4. Juli 1997. Salzburg.
- ZIPF, A. und ARAS, H. (2001 accepted): Realisierung verteilter Geodatenserver mit der OpenGIS SFS für CORBA. In: GIS Geo-Informationssysteme. Zeitschrift für raumbezogene Information und Entscheidungen. 03/2001.
- Zipf, A. und Krüger, S. (2001 submitted): Ein objektorientierter Datenbank-Framework für temporale 3D-Geodaten. In: AGIT 2001. (Symposium für angewandte geographische Informationstechnologie). Salzburg, Austria.
- Zipf, A. and Malaka, R. (2001 accepted): Developing "Location Based Services" (LBS) for Tourism" - The service providers view. In: ENTER 2001, 8th. International Congress on Tourism and Communications Technologies in Tourism. Montreal, Canada. April 24-27, 2001