

Adaptive mobile Ortsbestimmung

Thorsten Schulz, Ursula Kretschmer
Fraunhofer IGD

Zusammenfassung

Am Beispiel eines Touristen in einer fremden Stadt wird aufgezeigt, dass eine Kopplung aus Positions- und gegebenenfalls Blickrichtungsbestimmung über verschiedene Sensoren und einer skizzenbasierten Eingabe eine ideale Kombination für das Zurechtfinden in einer Umgebung sind. Beiden Verfahren liegen räumliche Daten zugrunde, die für die genaue Verortung des Problems herangezogen werden. Auch unabhängig voneinander sind beide Verfahren innovative Lösungen. Adaptives Tracking erlaubt es, je nach Anforderung, die idealste Sensorkombination heranzuziehen; skizzenbasierte Verfahren erlauben es zusätzliche Informationen bei der Datenbankabfrage zu berücksichtigen. Beide Verfahren basieren auf einem gemeinsamen Kontextmodell, das die Anwendungsdomäne, personalisierte Informationen, Umgebungsfaktoren und die spezifischen Eigenschaften der eingesetzten Geräte berücksichtigt.

1 Einführung

Als Tourist in einer fremden Stadt hilft man sich heutzutage nicht nur mit einem Stadtplan. Im Zusammenhang mit einem Auto wird mittlerweile sehr oft ein Autonavigationssystem genutzt, welches den Touristen zu Sehenswürdigkeiten oder an eine gewünschte Adresse führt. Wanderer und Fahrradfahrer verwenden Uhren oder PDAs (Personal Digital Assistant) mit GPS-Sensoren (Global Positioning System). In der Forschung werden mittlerweile Augmented Reality-Systeme (AR-Systeme) nicht nur für den Innenbereich, sondern auch für den Außenbereich entwickelt, die überall in der freien Umwelt genutzt werden können. Die Systeme verfügen damit über Möglichkeiten, die Umgebung des Nutzers zu bestimmen, im Besonderen die Position und die Blickrichtung. Mit diesen Informationen ist es möglich auf einer Karte den derzeitigen Standpunkt anzeigt oder wichtige Daten zu den umliegenden Gebäuden vermittelt zu bekommen.

Diese Systeme und die damit verbundenen Dienste haben bereits unsere Art Informationen aufzunehmen verändert und die Entwicklung wird noch weitergehen. So wird es in Zukunft möglich sein, nahezu von überall mit hoher Genauigkeit unsere Position zu bestimmen (tracken). Die damit verbundenen Dienste versuchen, uns das Leben zu erleichtern. Die Ergebnisse von heute können schon in vielen Bereichen eingesetzt werden. Häufig ist es allerdings gar nicht notwendig, so exakte Informationen zu verwenden. Viele Nutzer wollen auch weiterhin Karten angeboten bekommen, wenn sie einen Weg suchen oder möchten sogar von Sensoren nicht hochgenau detektiert werden. Aber nicht nur aus diesem Grund ist es wichtig, dass auch Sensoren integriert werden, die eher ungenau sind, aber zum aktuellen Zeitpunkt das idealste Ergebnis liefern. Zur Zeit ist es ebenso wichtig den Rechenaufwand in diesen mobilen Geräten zu reduzieren.

Unabhängig von der derzeitigen Position möchten wir oft zu einem entfernt gelegenen Ort geleitet werden. In Autonavigationssystemen muss man sich zur Eingabe des Ziels durch verschiedene Menüs arbeiten und auf komplizierte Art und Weise Buchstaben selektieren. Um für die Selektion eines Ziels und somit auch für diese Aufgabe eine möglichst intuitive Eingabe zu ermöglichen,

sind skizzenbasierte Verfahren eine besonders elegante Lösung. Hier können Datenbankabfragen ohne besondere Kenntnisse des Benutzers einfach modelliert werden. Uns erscheint eine Kombination aus Tracking und intuitiver Benutzereingabe als eine innovative Möglichkeit Spaziergänger in einer Stadt bei ortsabhängigen Fragen zu unterstützen.

In Kapitel 2 wird kurz aufgezeigt, welche Trackingtechniken es derzeit im AR-Bereich gibt und wie diese unter Berücksichtigung verschiedener Anforderungen kombiniert werden können. Im dritten Kapitel wird der Teilkomponente *SketchQuery* vorgestellt, der es erlaubt, Datenbankabfragen über intuitive Benutzereingaben zu ermöglichen. Bei beiden bis dahin vorgestellten Verfahren sind Informationen aus einem GIS (Geoinformationssystem) notwendig. Am Beispiel des Tourismus wird in Kapitel 4 aufgezeigt, wie die beiden Verfahren kombiniert, eine Hilfestellung für Besucher einer fremden Stadt darstellen können.

2 Tracking im Außenbereich

Tracking im Außenbereich bedeutet, dass verschiedene Sensoren miteinander kombiniert werden müssen, um sowohl Position als auch Blickrichtung einer Person zu bestimmen. Diese sogenannten hybriden Systeme (Azuma et al. 1998) bestehen mindestens aus einem GPS-Gerät und einem Orientierungstracker (Feiner et al. 1997; Piekarski et al. 1999).

2.1 Bisherige Arbeiten

Aufgrund von Unterbrechungen oder Verfälschungen des Satellitensignals und lokaler Störungen des Magnetfeldes oder der Driftproblematik von Beschleunigungsmessern werden in der aktuellen Generation von AR-Systemen im Außenbereich Bildverarbeitungstechniken eingesetzt. Dabei wird eine Referenz der Umgebung in Form von Photos (Stricker 2001), Horizontsilhouetten (Behringer 1999) oder 3D-Modellen (Chen & Shibasaki 1999; Coors et al. 2000; Ribo et al. 2002) mit den Bildern einer Kamera verglichen, die die Sicht des Nutzers repräsentieren. Parallel dazu gibt es ortsabhängige Dienste, sogenannte Location Based Services (LBS), die Informationen abhängig von der aktuellen Position des Benutzers anbieten. Ein Beispiel dafür ist eine Karte mit der Position des nächstgelegenen chinesischen Restaurants. Hierfür sind verhältnismäßig ungenaue Positionierungstechniken ausreichend. So kann z.B. mit Hilfe des Netzwerks des Mobilfunknetzbetreibers eine ungefähre Position berechnet werden. Außerdem ist die Bestimmung der Blickrichtung nicht notwendig.

Für die Kombination verschiedener Trackingtechniken gibt es erste Ansätze (Bauer et al. 2001; Reitmayer & Schmalstieg 2001). Diese Verfahren berücksichtigen auch einen Wechsel des Einsatzbereichs von außen nach innen und umgekehrt. Hierbei kann über Filtertechniken die jeweils qualitativ beste Technik bestimmt werden. Davon kann die Darstellung der aktuellen Position auf einem Display beeinflusst werden.

2.2 Anforderungsabhängiges Tracking

Allerdings wird dabei nicht berücksichtigt, dass auch andere Einflüsse neben der Ergebnisqualität existieren, die beeinflussen, welches Sensorergebnis herangezogen werden soll. Oft ist auch gar nicht das genaueste Ergebnis notwendig und es kann Rechenzeit und -leistung gespart werden. Die in dem von uns entwickelten Verfahren berücksichtigten Einflüsse

- Umgebungsfaktoren

- Persönliche Einstellungen
- Hardware
- Aufgabe

hängen von der Umgebung aber auch vom Nutzer selber ab. Die aktuellen Einflüsse werden benutzt, um eine parametrisierte Anforderung zu formulieren. Diese Anforderung wird den zur Verfügung stehenden klassifizierten Trackingergebnissen gegenübergestellt. Diese können über einzelne Sensoren, Kombinationen oder auch Trackingtechniken wie Bildverarbeitungsalgorithmen erreicht werden.

Die Klassifizierung der Sensorergebnisse wird durch Filtertechniken erreicht, die eine Parametrisierung der Sensoren voraussetzen. Diese sind im Folgenden aufgeführt:

- **Art des Sensors:**
Die angeschlossenen Sensoren weisen verschiedene Eigenschaften auf. Es gibt Sensoren, die nur die Position oder nur die Blickrichtung ermitteln, miteinander kombiniert allerdings alle sechs Freiheitsgrade als Ergebnis liefern. Daneben gibt es Komponenten, wie Bildverarbeitungsalgorithmen, die wesentlich zuverlässiger und auch genauer sind, und sowohl Position als auch Blickrichtung als Ergebnis liefern.
- **Genauigkeit des Sensorergebnisses:**
Neben dieser grundsätzlichen Eigenschaft der Art des Sensors muss aber auch die Genauigkeit betrachtet werden, die die einzelnen Sensoren aufweisen. Diese hängen sehr stark von den Bedingungen ab, unter denen der Sensor eingesetzt wird.
- **Taktrate**
Die Sensoren liefern mit einer unterschiedlichen Rate neue Ergebnisse. Besonders bei einer Kombination verschiedener Sensoren und beim Einbinden von Bildverarbeitungstechniken hängt die Taktrate meist von der Rechenzeit ab.

Diese Eigenschaften gehen in die Filterung der Ergebnisse ein. Damit ist eine Qualitätsaussage zu jedem Ergebnis möglich.

2.3 Einsatz in einem Lernspiel

Im Rahmen des Forschungsprojektes GEIST, das vom BMBF gefördert wird (01 IRA 12A), suchen Schüler in der Altstadt Heidelbergs Geister im Rahmen einer Geschichte, die durch das Antreffen der Geister erlebbar wird (Kretschmer et al. 2001). Auf diesem Wege sollen ihnen Fakten zum 30jährigen Krieg vermittelt werden. Die Geister erscheinen auf zuvor festgelegten Bühnen, die die Kinder nicht kennen. Auf diesen Bühnen ist ein hochgenaues Trackingverfahren notwendig, da die Geister vor positionsgenau überlagerten Rekonstruktionen aus dem 30jährigen Krieg erscheinen. Außerhalb dieser Bühnen genügt es, wenn nur die Position getrackt wird. Die Anforderung eines hochgenauen Trackings wird im Moment durch den Parameter Position festgelegt. Bei jeder Änderung der Position wird im zugrundeliegenden GIS abgefragt, ob sich die Person auf einer Bühne befindet. Wenn dieses Ereignis eintritt, wird eine neue Anforderung gebildet. Einen Überblick gibt Abbildung 1.

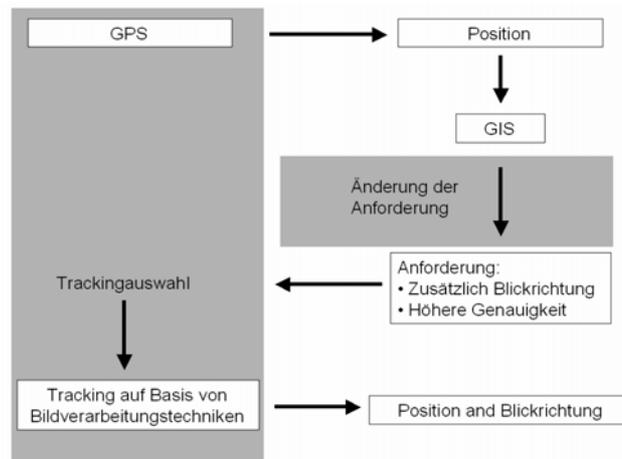


Abbildung 1: Änderung der Anforderung aufgrund der Position

Im Rahmen dieses Projekts wird ein hochgenaues Verfahren zur Bestimmung von Position und Blickrichtung entwickelt, das in einer Stadt eingesetzt werden kann, in der nahe Objekte erkannt werden sollen. Es erfordert keine Vorbearbeitung der Bilder und beschränkt den Einsatzbereich nicht auf zuvor definierte Viewpoints. Dafür nutzt es als Grundlage den Vergleich von Kameradaten mit einem 3D-GIS. Dieses Verfahren ist sehr genau. Um Echtzeitergebnisse auch über einen längeren Zeitraum zu ermöglichen, wird ebenso ein Bild-zu-Bild-Vergleich zur Positions- und Blickrichtungsbestimmung realisiert. Diese Ergebnisse werden genauso wie die Ergebnisse über GPS und den Orientierungstracker klassifiziert und der aufgrund der verschiedenen Einflüsse ermittelten Anforderung zugeordnet.

3 Skizzenbasierte Ortsbestimmung

Die Objekte oder die Szene im Interesse des Benutzers müssen sich bei den bisher genannten Verfahren in der Nähe bzw. sogar im Blickfeld des Benutzers befinden. Sollen hingegen entfernte Positionen berücksichtigt werden, so müssen diese heute zumeist über die Eingabe der entsprechenden Adresse oder der zugehörigen Koordinate definiert werden. Fundiertes Hintergrundwissen des Benutzers ist hierbei erforderlich, da raumbezogene Aspekte nur schwer berücksichtigt werden können, wenn ausschließlich traditionelle Eingabeverfahren berücksichtigt werden (z.B. *pull-down*-Menüs, textfeldbasierte Formulare oder direkt SQL-Befehle auf einer Datenbank angewandt werden).

Die Anfragen der Benutzer können dabei zumeist nicht so genau spezifiziert werden, wie es die Datenbank erwartet. Bei der Suche nach einem Haus, welche weitestgehend einem inneren Bild des Benutzers entspricht und sich in der Nähe von bestimmten Gegebenheiten befindet (u.a. Straßenbahnhaltestelle), sind diese beispielsweise vom Benutzer nur schwer anzugeben. In diesem und anderen Fällen kann ein solcher raumbezogener Aspekt sehr gut durch Skizzen vermittelt werden, da hier der Raum als Raum abgebildet wird. Skizzen haben beim Menschen bereits eine Jahrtausende alte Tradition, denn bereits zur Steinzeit wurden Jagdszenen auf Höhlenwände gezeichnet. Noch heute werden die Skizzen häufig bei der intermenschlichen Kommunikation verwendet, um räumliche Zusammenhänge hervorzuheben (z.B. bei der Beschreibung einer Route).

Die ersten Ansätze, um eine Skizze als Kommunikation zwischen Mensch und Computer zu verwenden, gehen auf das Jahr 1963 (Ferguson & Forbus 1999) zurück. Jedoch sind aufgrund aktueller Forschungsergebnisse erst heute geeignete Benutzungsschnittstellen realisierbar. Dass dies möglich ist, soll durch den zur Zeit bei uns in Entwicklung befindlichen Komponente *SketchQuery* demonstriert werden. Bei diesem werden zukünftig die traditionellen Eingabemöglichkeiten durch neue skizzenbasierte Eingabemetaphern ergänzt.

3.1 Architektur

SketchQuery besteht im Wesentlichen aus drei Teilkomponenten (Oliveira & Medeiros 1996):

- der Benutzungsoberfläche,
- dem eigentlichen GIS zuzüglich bestimmter Dienste (u.a. Datenkapselung) und
- den Datenbanken.

Für die Realisierung der grafik- und skizzenbasierten Anfrage muss dabei das Datenmodell der Benutzungsoberfläche auf das entsprechende Modell der mittleren Schicht und dieses wiederum auf die Datenbankebene je bidirektional durch geeignete Sprachen effizient abgebildet werden (u.a. Filterschritte bei DB-Abfragen). Aus kognitiver Sicht ist besonders die Benutzungsschnittstelle interessant, welche im weiteren Verlauf dieses Kapitels thematisiert wird.

3.2 Erwartungshaltung der Benutzer

Für eine grafik- und skizzenbasierte Eingabe wird häufig die Metapher des digitalen Papiers verwendet. Im Vergleich zu Papier und Stift sind die Endgeräte der Benutzer jedoch verhältnismäßig teuer, schwer und aufgrund ihres Stromverbrauchs nicht ständig netzunabhängig verwendbar (Geißler 2001). Zudem stehen die Dienste häufig nicht sofort zur Verfügung, da der Computer zumeist erst noch eingeschaltet werden muss.

Es ist somit nicht besonders einfach, den Erwartungshaltungen der Benutzer gerecht zu werden. In vielen Bereichen kann diesen jedoch durch geeignete Konzepte entgegengekommen werden. Die wesentlichen Konzepte von *SketchQuery* hierzu gliedern sich in die Bereiche Dateneingabe, Auswertung der Anfragen, effiziente Verwaltung des Datenmodells der Benutzungsoberfläche und weitere Aspekte.

3.2.1 Dateneingabe

Die skizzenbasierte Eingabe sollte sich auch am Computer auf das Zeichnen und nicht auf das Klicken konzentrieren, d.h. Geraden müssen beispielsweise nicht durch die Selektion zweier Endpunkte spezifiziert werden, sie können bei *SketchQuery* „richtig“ gezeichnet werden. Dabei können zukünftig auch mehrere Skizzen / Ansichten generiert werden, um bei Bedarf auch mehrere Aspekte (u.a. zeitliche Eigenschaften) zu berücksichtigen. Indirekte und direkte Eingaben werden unterstützt.

Grafik- und skizzenbasierte Eingaben sind von Natur aus ungenau. Die Entfernungen zwischen Objekten müssen nicht stimmen. Skizzierte Linien entsprechen nicht unbedingt Geraden, die Größenrelationen müssen nicht übereinstimmen, um nur ein paar Beispiele zu nennen. Dem Menschen bereitet es dennoch zumeist keinerlei Probleme damit zurecht zu kommen.

3.2.2 Auswertung der Anfragen

Damit die ungenauen Eingaben auch am Computer verwendet werden können, gilt es die Elemente bei ihrer Generierung bezüglich Farbe, Form, Zeit und Entfernung - vgl. u.a. Galtsgesetze der Wahrnehmungsorganisation - (Anderson 1996) auszuwerten. Nahe und ähnliche Elemente, die kurz hintereinander erstellt wurden, sind dabei zu Objekten zusammenzufassen. Überlappungen und weitere Ungenauigkeiten sind zu korrigieren.

Die Relevanz von Objekten kann zum Teil über die Komplexität, die Genauigkeit und somit auch dem Zeitbedarf automatisch ermittelt und bei der Anfrage für die Bildung von Prioritäten verwendet werden. Die Relevanz ist für eine Gewichtung der Ergebnisse (Ranking) und für eine Einschränkung der Anfrage besonders wichtig. Falls diese zu keinem Ergebnis führen würden, dann können unwichtigere Objekte bei der Anfrage ignoriert werden, um trotzdem eine Rückmeldung zu erhalten.

Weitere Objekte gilt es herzuleiten. Bei Straßen beispielsweise, welche mittels zweier kreuzender Linien skizziert werden, kann die Kreuzung von zentraler Bedeutung sein (Blaser 1999). Aus der Konfiguration einfacher Objekte können zudem komplexere Objekte abgeleitet werden (Aggregation und Hierarchie). Weiterhin sind für alle Objekte Nachbarschaftsanalysen durchzuführen. Diese impliziten Daten (üblicherweise für direkte Nachbarn) können durch explizite - benutzer-spezifische (nicht) gerichtete Eingaben - ergänzt werden, welche bei der Auswertung der Anfragen verwendet werden (Blaser et al. 2000). Mit Hilfe der nicht gerichteten Eingaben kann der Benutzer Elemente an beliebiger Stelle positionieren.

3.2.3 Datenmodell

Die Ergebnisse der Dateneingabe und der Auswertung werden durch formale Beschreibungen ergänzt. Diese ermöglichen im Hintergrund eine effiziente Verwaltung und Verarbeitung der verschiedenen Objekte. Zur Bestimmung der erforderlichen Art der Beschreibung können verschiedene Algorithmen u.a. zur graphischen Abstraktion und zum Vergleichen von Geometrien eingesetzt werden. Parallele Linien, die besonders dicht beieinander liegen, sind intern in Bezug auf das Datenmodell durch eine einzelne zu ersetzen. Sie repräsentieren silhouettenartige Darstellungen. Dies ist wichtig, da der Mensch z.B. bei Eisenbahnschienen beide Skizzierungsvarianten verwendet. Mehrfachauswertungen können auf diese Weise vermieden werden.

Die Eingaben und Auswertungen gilt es gemeinsam abzuspeichern. Auf diese Weise kann der Benutzer seine Eingabe leicht wiedererkennen und das System die bereits vorhandenen Auswertungen nutzen.

3.2.4 Multimodale Eingaben

Die verschiedenen Eingabemöglichkeiten sollten nie isoliert betrachtet werden. Im Gegenteil, die Möglichkeiten sollten genutzt und ergänzend zur Erfassung der propositionalen und analogen Daten (Mayer 1994) zur Verfügung gestellt werden. Die Tastatur, die Sprache usw. - falls bereits vorhanden - kann und sollte z.B. neben einer handschriftlichen Eingabemöglichkeit zur Erfassung von Attributwerten weiterhin genutzt werden können. Computererfahrenen Benutzern stehen in *SketchQuery* auch weiterhin die traditionellen Eingabemetaphern zur Verfügung, um u.a. Icons auf der Zeichenfläche zu positionieren. Relative und absolute Daten können insgesamt geeignet erfasst werden.

3.3 Weiterentwicklung des Benutzers

Ein System wie *SketchQuery* sollte von Computerneulingen ohne besondere Belastungen (z.B. erhöhte Konzentration) verwendet werden können. Um dies zu gewährleisten, wird bei diesem System zusätzlich noch auf die Verwendung von expliziten Eingabemodi verzichtet.

Dem erfahrenen Benutzer stehen darüber hinaus noch weitere Möglichkeiten zur Verfügung, um sich zum Experten weiter zu entwickeln. Dieser sollte Anfragen spezifischer und schneller – zum Teil auf Kosten höherer Komplexität – stellen können. Bei Experten und Neulingen gilt es dabei die Differenz zwischen den Zielen, Erwartungen und Vorgehensweisen des Benutzers sowie der Benutzungsschnittstelle zu minimieren. Die Differenz wird auch als Direktheit bezeichnet (Geißler 2001).

Weiterhin kann der Benutzer von *SketchQuery* ihm vertraute, einfach gehaltene und wenig detaillierte Gesten verwenden, die aus dem Eingabestrom herausgefiltert werden. Auf diese Weise können Objekte direkt, ohne auf bestimmte Buttons oder Menüeinträge zu klicken, z.B. gelöscht (Kreuz über Objekt) oder verschoben werden (Kreis um Objekt und Pfeil).

Bei Bedarf werden dem Benutzer die Anfragen in visueller und formaler Form präsentiert werden. Diese Darstellungen können zur Verifikation der Interpretationen durch das System genutzt werden. Einfach zu bewerkstellende Modifikationen in diesen Ansichten werden dabei direkten Einfluss auf eine Personalisierungskomponente haben, da das System hier dann benutzerspezifisch Parameter anpassen kann. Zudem werden hier Elementkonfigurationen benutzerspezifisch für zukünftige Auswertungen abgelegt. Die Interpretationen des Systems können auf diese Weise in Zukunft genauer ausfallen, d.h. das System lernt den Benutzer immer besser zu verstehen. Dieser sollte dabei z.B. bei Bedarf auch direkt auf der Abbildungssprache operieren können (Abbildung Benutzungsoberfläche auf das GIS). Auswirkungen sind dann auch auf den anderen Abstraktionsebenen (Anfrage des Benutzers, Auswertungen und interne Sprache) – falls möglich (Objekte werden u.a. in allen Ebenen entfernt, neue Objekte hingegen vorerst nicht automatisch in der Skizze hinzugefügt) – nachzubilden.

3.4 Die Komponente *SketchQuery*

Insgesamt wird bei der Erstellung der grafik- und skizzenbasierten Anfrageschnittstelle von *SketchQuery* darauf geachtet werden, dass alle Möglichkeiten dieses Anfragetypus ohne unnötige Kontextinformationen ergänzend genutzt (empirische Untersuchungen mit und ohne Computerunterstützung), die Interaktionen schnell und intuitiv realisiert (geringe Distanz zwischen Benutzer vorhaben und angebotener Unterstützung) und unterschiedliche Einsatzgebiete auf unterschiedlicher Hardware unterstützt (einheitlicher Rahmen für Wiederverwertbarkeit) werden können. Unterstützt werden zumindest Abbilder und logische analytische Zeichnungen des Benutzers.

Bereits während der Generierung der Anfragen werden bei der Java-basierten Teilkomponente Überprüfungen vorgenommen werden, ob der bisherige Stand der Anfrage zu einem Ergebnis führen kann. Falls kein Ergebnis zu erwarten ist, dann können dem Benutzer bereits vorab entsprechende Rückmeldungen gegeben werden. Nach der Anfrage durch den Benutzer werden die potentiellen Lösungen dann mit einer Gewichtung versehen und ihm präsentiert werden. Zudem werden diese zukünftig für weitere Anfragen genutzt werden können (Kommunikation als iterativer Prozess). Die Komponenten von *SketchQuery* basieren auf einer effizienten Drei-Ebenen-Architektur (Heidemann & Schulz 2001).

Die Grundfunktionalitäten von *SketchQuery* wurden bereits im Rahmen eines Forschungsprojektes für Bootstouristen prototypisch umgesetzt. Die Funktionalitäten zum Aufbereiten der skizzenbasierten Anfrage stehen hier zur Verfügung, handschriftliche Texte werden als solche erkannt

und Gesten können beim Generieren der Anfrage verwendet werden. In naher Zukunft wird die Anzahl der Gesten erhöht werden, da hier bisher lediglich Pfeile zur Verknüpfung von Objekten vom Benutzer gezeichnet werden können. Die Personalisierungskomponente muss zur Zeit noch per Hand vom Benutzer angepasst werden. Eine automatische Anpassung ist noch in der Konzeptionsphase.

Zudem wurden Tests zur Feinabstimmung der DV-technischen Umsetzung vorgenommen. Die Ergebnisse wurden zur Anpassung von Grenzwerten bei der Interpretation der Eingabe genutzt. Bei der Entwicklung wurde zusätzlich auf Studien, z.B. (Blaser 1998), zurückgegriffen. Ein Feldversuch im größeren Benutzerkreis wird im Herbst vorgenommen.

4 Anwendungsfeld Tourismus

Bei einer Kombination der oben erläuterten Techniken ist es möglich, einen Touristen basierend auf eigenen Wünschen durch die Stadt zu leiten. Über Trackingtechniken sind Informationen zu seiner aktuellen Position und Blickrichtung vorhanden. Je nach Anforderung werden die entsprechenden Trackingergebnisse herangezogen, so dass ihm positions- und gegebenenfalls blickrichtungsabhängige Informationen auf seinem Weg angeboten werden können. Wenn er aber zu einer gewünschten Position geleitet werden möchte, muss diese bestimmt werden. Ist die Adresse bzw. die Geokoordinate des Zielorts nicht bekannt, so kann er die skizzenbasierte Teilkomponente *SketchQuery* verwenden. Die raumbezogenen Aspekte der aufgezeichneten Objekte ermöglichen eine Datenbankabfrage zur Zielkoordinatenbestimmung.

Damit ergibt sich ein gemeinsames System, in dem die erforderlichen Komponenten mit Hilfe einer Three-Tier-Architektur realisiert sind, die aus Abbildung 2 hervorgeht. Die Position des Benutzers wird über adaptives Tracking, graphische Eingabe oder herkömmliche Verfahren bestimmt. Die Daten werden anschließend auf Seiten des Clients aufbereitet und das resultierende Darstellungsmodell auf den Applikationsserver abgebildet. Die weitere Informationsaufbereitung wird durch Umwelteinflüsse, Personalisierungsangaben und weitere Kontextdaten beeinflusst. Die Abfrage an die Datenbanken erfolgt über eine Kontrolleinheit, welche die gerätespezifischen Informationen kapselt. Der Vorteil integrierter externer Treiber liegt darin, dass bei einer Änderung einer Datenbank keine Auswirkungen auf das Gesamtsystem zu befürchten sind. Es können verschiedene GIS-Datenbestände sowie Metadateninformationen abgefragt werden. Die Ergebnisse werden anschließend auf Seiten des Applikationsservers ausgewertet, mit einer Priorisierung versehen und entsprechend dieser Priorisierung zum Benutzer transferiert. Dort werden die Ergebnisse geräteabhängig aufbereitet und präsentiert. Sie stehen dann für weitere Anfragen zur Verfügung.

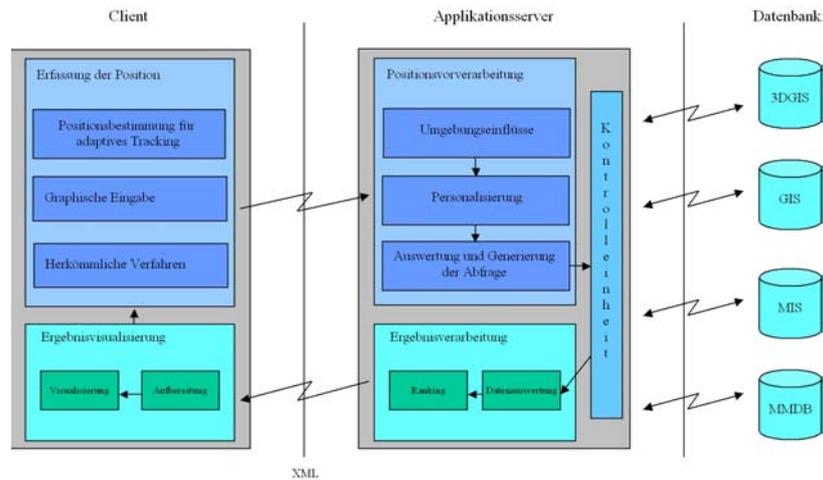


Abbildung 2: Architektur der mobilen Ortsbestimmungskomponente

Die Positionsverarbeitung einschließlich des Kontextmodells, der Kontrolleinheit, der Datenbanken, sowie der Ergebnisbearbeitung und –visualisierung sind Kern des Systems und können von den einzelnen Teiltechniken (adaptives Tracking und skizzenbasierte Eingabe) gemeinsam genutzt werden. Abhängig von der Situation werden dann die Routinen zum adaptiven Tracking und zur graphischen Eingabe verwendet.

Literatur

- Anderson, J. (1996): *Kognitive Psychologie*, 2. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, ISBN 3-8274-0085-6.
- Azuma, R. T.; Hoff, B. R.; Neely III, H. E.; Sarfaty, R.; Daily, M. J.; Bishop, G.; Vicci, L.; Welch, G.; Neumann, U.; You, S.; Nichols, R.; Cannon, J. (1998): Making Augmented Reality Work Outdoors Requires Hybrid Tracking. In: *Proceedings of IWAR '98*.
- Bauer, M.; Bruegge, B.; Klinker, G.; MacWilliams, A.; Reicher, T.; Riß, S.; Sandor, C.; Wagner, M. (2001) Design of a Component-Based Augmented Reality Framework. In: *Proceedings of The Second IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality (ISAR 2001)*.
- Behringer, R. (1999): Registration for Outdoor Augmented Reality Applications Using Computer Vision Techniques and Hybrid Sensors. In: *Proceedings of IEEE VR '99*.
- Blaser, A. (1998): *Geo-Spatial Sketches*. Technischer Report. National Center of Geographic Information and Analysis, Orono, Juli 1998.
- Blaser, A. (1999): *Prototype Application Sketcho!* Technischer Report, University of Maine.
- Blaser, A.; Sester, M.; Egenhofer, M. J. (2000): Visualization in an Early Stage of the Problem Solving Process in GIS, Computer & Geosciences, Special Issue "Geoscientific Visualization", 1.
- Coors V.; Huch T.; Kretschmer U. (2000) Matching Buildings: Pose Estimation in an Urban Environment. In: *Proceedings IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality*, Munich, Germany.

- Feiner, S.; MacIntyre, B.; Höllerer T.; Webster A. (1997): A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment. In: *IEEE 1997*, p. 74-81.
- Ferguson, R. W.; Kenneth, Forbus, K. D.(1999): *GeoRep: A Flexible Tool for Spatial Representation of Line Drawings*, Qualitative Reasoning Workshop, June 1999, Loch Awe, Scotland.
- Geißler, J. (2001): *Design und Implementierung einer stiftzentrierten Benutzungsoberfläche*. Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Informatik.
- Heidemann, M.; Schulz, T. (2001): Technische Lösung für eine Auskunftskomponente im Bodeninformationssystem Rheinland-Pfalz. In: Tochtermann, K. ; Riekert, W.-F. (Hrsg.): *Neue Methoden für das Wissensmanagement im Umweltschutz*. Marburg: Metropolis-Verl., (Umwelt-Informatik aktuell 29), ISBN 3-89518-340-7, S.235-239.
- Kretschmer, U.; Coors, V.; Spierling, U; Grasbon, D.; Schneider, K.; Rojas, I.; Malaka R.; (2001) Meeting the Spirit of History. In: *Proceedings of VAST 2001 – Virtual Reality, Archaeology, and Cultural Heritage*. Glyfada, Greece.
- Meyer, B. (1994): *Visuelle logische Sprachen zur Behandlung räumlicher Informationen*, Dissertation, Fachbereich Informatik, FernUniversität Hagen.
- Oliveira, J. L.; Medeiros, C. B. (1996): *User Interface Issues in Geographic Information Systems*, <http://www.ic.unicamp.br/ic-tr-ftp/1996/96-06.ps.gz>, No. 96-06, IC/Unicamp.
- Piekarski, W.; Gunther, B.; Thomas, B. (1999): Integrating Virtual and Augmented Realities in an Outdoor Application. In: *Proceedings of IEEE IWAR 1999*.
- Reitmayr, G.; Schmalstieg, D. (2001) An Open Software Architecture for Virtual Reality Interaction. In: *Proceedings of ACM Symposium on Virtual Reality Software & Technology 2001 (VRST 2001), Banff, Alberta, Canada*.
- Ribo, M.; Lang, P.; Ganster H.; Brandner, M.; Stock, C.; Pinz A. (2002): Hybrid Tracking for Outdoor Augmented Reality Applications. In: *IEEE Computer Graphics and Applications*, Ausgabe November/December 2002.

Kontaktinformationen

Thorsten Schulz
Fraunhofer IGD
Fraunhoferstr. 5
64283 Darmstadt
Email: thorsten.schulz@igd.fhg.de
Tel.: 06151-155 417