



Multimodale Karteninteraktion zur Navigationsunterstützung für Fußgänger und Autofahrer

Jochen HÄUSSLER und Alexander ZIPF

Zusammenfassung

Eine wesentliche Frage bei mobilen Navigationssystemen ist, wie mit einem kartenbasierten System geeignet interagiert werden kann. In diesem Beitrag werden Interaktionskombinationen und konkrete Dialogszenarien am Beispiel der Karteninteraktion und der Routenplanung dargestellt und diskutiert, die in dem Prototypen eines multimodalen¹ Dialogsystems realisiert wurden. Hierfür werden wichtige Schnittstellen vorgestellt. Hervorzuheben ist dabei, dass die Multimodalität direkt auf Schnittstellenebene seitens des Kartenmoduls unterstützt wird. Sämtliche räumlichen Berechnungen wie Koordinatentransformationen, die zur Interaktion mit Karten notwendig sind, bleiben transparent, was die Verwendung dynamischer Kartendienste in Dialogsystemen stark vereinfacht. Die Karteninhalte werden dem Dialogsystem mitsamt relevanter Metadaten übergeben, diese können dann für den weiteren Dialog verwendet werden. Wir geben somit einen Ausblick und Referenzentwurf für zukünftige multimodale mobile GIS, die über herkömmliche Techniken hinausgehende Interaktionsparadigmen nutzen.

1 Einleitung

Mobile GIS-Lösungen ermöglichen Unterstützung bei Navigation und Orientierung oder können ortsbezogenen Informationen anbieten (vgl. Zipf 2002a). Die meisten derartigen Systeme sind entweder als Autonavigationssysteme konzipiert oder als Location Based Services (LBS) für Handys oder PDAs, die typischerweise von Fußgängern in Anspruch genommen werden. Gerade bei mobilen Systemen wird deutlich, dass Interaktionsparadigmen nicht direkt vom Desktop übernommen werden können, sondern weitergehende Überlegungen anzustellen sind. Bisherige Arbeiten beschäftigten sich vor allem mit mobiler Navigationsunterstützung und mobiler – insbesondere adaptiver, kontextueller und personalisierter Kartographie und Interaktion mit ortsbezogenen Diensten (vgl. Zipf 2002b, Dransch 1999, Reichenbacher *et al.* 2002). Weiter gibt es Arbeiten zur multimodalen Interaktion mit Karten (Oviatt 1996, Rauscher *et al.* 2002, Merten und Berlin 2002, Heinen *et al.* 2002) oder grundlegende Überlegungen zur Interaktion mit Visualisierungssystemen (Medyckyj-Scott 1994). In diesem Beitrag wird gezeigt, wie sowohl Mobilität, als auch Multimodalität in einem GIS zur Navigationsunterstützung kombiniert werden können, welche Anforderungen an entsprechende Kartenmodule gestellt werden und wie diese Anforderungen von diesem direkt auf Schnittstellenebene unterstützt werden. Dies erleichtert dem die Gesamtinteraktion steuernden Dialogsystem die Nutzung interaktiver Kartendienste, da die

¹ Unter “*Modalitäten*” werden in diesem Beitrag ausschließlich *Interaktionsmodalitäten* verstanden, also Sprache, Gestik etc.

Dialogkomponenten keine Interna (Projektionen etc.) von Karten- oder GIS-Komponenten kennen muss. Im Rahmen des BMBF-Leitprojekts zur Mensch-Technik-Interaktion (MTI) *SmartKom* wird vom European Media Laboratory (EML) u.a. zusammen mit der Daimler-Chrysler AG oder dem Deutschen Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz (DFKI) an einem System gearbeitet, das Fußgänger- und Autonavigationssysteme integriert: *SmartKom Mobil* (Wahlster 2002). SmartKom Mobil ist als mobile Plattform für diverse Informationsdienste ein persönlicher Begleiter im Büro, zu Hause, im PKW und zu Fuß. Es ist möglich, ohne spezielle Umschaltungen im Rahmen eines Dialogs mediale Kombinationen, d.h. gemischte Nutzung von Stifteingabe, Graphik und Sprache zu realisieren. Als mobiles Endgerät für die vom EML in Java entwickelte Fußgängernavigation kommt ein PocketPC zum Einsatz. Die Kommunikation mit dem Server geschieht über ein drahtloses Netzwerk, die Positionierung mittels GPS. Ein Hauptinteresse von SmartKom Mobil ist die Steuerung der Interaktionsmodalitäten. Grundsätzlich existieren die Modalitäten Spracheingabe, Sprachausgabe, Eingabe durch Zeigegesten auf dem Display (geräteabhängig) und graphische Ausgabe auf dem Display. Diese Modalitäten können in verschiedenen Kombinationen auftreten. Die Systemausgaben müssen an die jeweiligen Ein- und Ausgabemodalitäten angepasst und „verteilt“ werden. Dabei ist besonders zu beachten, in welcher Form Eingabeaufforderungen ausgegeben werden müssen (graphisch oder per Sprachausgabe) und wie Benutzereingaben erwartet werden. In diesem Beitrag wollen wir uns auf das mobile Szenario im PKW und zu Fuß und damit die Anforderungen und realisierten Ergebnisse im Bereich multimodaler Karteninteraktion und integrierter Routenplanung konzentrieren. Die für SmartKom zentralen Aspekte des Sprachverstehens, der Intentionserkennung und der Präsentationsplanung, sowie weitergehende Aspekte der inkrementellen Zielführung bleiben ausgeklammert (s. hierzu www.smartkom.org). Es wird hingegen beleuchtet, wie das Dialogsystem komplexe Geodienste auf möglichst effiziente und einfache Art und Weise nutzen kann, wenn die Intention des Benutzers korrekt erkannt wurde.

2 Multimodale Karteninteraktion

Im SmartKom-Projekt werden verschiedene Anwendungen realisiert, die besonders geeignet sind, die multimodale Interaktion des Systems zu entwickeln und zu testen. Im Falle von SmartKom Mobil sind dies die integrierte Routenplanung und die inkrementelle Zielführung. Da beide Anwendungen einen starken Raumbezug haben, bietet es sich an, dem Benutzer eine Karte sowohl als räumliche Orientierungshilfe, als auch als Werkzeug an die Hand zu geben, um auf räumlich verortbare Dinge Bezug zu nehmen. Es wurden deshalb Anstrengungen unternommen, eine intuitive und universell einsetzbare multimodale Karteninteraktion zu realisieren, die als „Sub-Anwendung“ für die Routenplanung und Zielführung dient. Die Karten-Interaktionen können dabei folgendermaßen untergliedert werden:

- **Informative Karteninteraktionen:** Die bestehende Karte (und enthaltene Meta-Information) werden verwendet, um Objekte zu identifizieren, auszuwählen oder Informationen darüber auszugeben. Die Karte selbst wird dabei nicht verändert.
- **Manipulative Karteninteraktionen:** führen zur Neuberechnung der Karte. Sie können weiter untergliedert werden in:
 - **Karten-Navigation:** Es wird eine Karte mit dem gleichen Inhalt wie die bestehende Karte angezeigt, jedoch mit verändertem Ausschnitt (zoom, pan)

- **Ein-/Ausblenden von Objekten:** Der Karteninhalt wird verändert. Z.B. können andere oder zusätzliche Objekte auf der Karte angezeigt werden.

SmartKom verfügt über zwei Module, die Karten generieren können, einmal für Fußgänger und einmal für Autofahrer. Diese heißen *service.navigation.car* und *service.navigation.pedestrian*. Beide Module unterstützen die gleiche Schnittstelle und werden jeweils für bestimmte Zwecke eingesetzt. Das Modul *service.navigation.car* von DaimlerChrysler dient zur Visualisierung von Straßenkarten sowie zur Kfz-spezifischen Routenplanung. Die Kfz-Karte wird in SmartKom in folgenden Dialogschritten verwendet:

- Auswahl einer Start-Stadt bei der Routenplanung
- Anzeige einer Kfz-Route
- dynamische Parkplatz-Auswahl

In den übrigen Fällen wird das Modul *service.navigation.pedestrian* - eine Eigenentwicklung des EML - eingesetzt.

2.1 Ablauf einer multimodalen Karteninteraktion

Um den *Ablauf einer multimodalen Karteninteraktion* darzustellen, werden nun typische Dialogbeispiele aufgeführt, wie sie mit dem realisierten Prototypen bereits möglich sind. Die Karteninteraktion ist sehr flexibel und besteht aus einer Reihe von Anweisungen des Benutzers, die vom System erkannt und – basierend auf dem aktuellen Kontext und der aktuell angezeigten Karte – korrekt umgesetzt werden müssen.

- | |
|---|
| <p>a) Hineinzoomen ohne Geste:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. SMA: [Präsentiert eine Karte] 2. USR: [Bitte] hineinzoomen zoomen vergrößern... 3. SMA: [Display: neue Karte mit gleichem Mittelpunkt aber anderer Zoomstufe als aktuelle Karte] <p>b) Hineinzoomen mit Zeigegeste</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. SMA: [Präsentiert eine Karte] 5. USR: <Zeigt auf eine Stelle in der Karte> [Bitte] [da] hineinzoomen. 6. SMA: [Display: neue Karte mit neuem Mittelpunkt u. Maßstab] <p>c) Hineinzoomen mit Einkreisegeste</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. SMA: [Präsentiert eine Karte] 5. USR: <Kreist eine Region auf der Karte ein> [Bitte] [da] hineinzoomen. 6. SMA: [Display: neue Karte mit neuem Mittelpunkt u. Maßstab] <p>d) Hinauszoomen (nur ohne Geste):</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. SMA: [Präsentiert eine Karte] 8. USR: [Bitte] rauszoomen. 9. SMA: . [Display: neue Karte mit kleinerem Maßstab] <p>e) Verschieben (pan) ohne Geste:</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. SMA: [Präsentiert eine Karte] 11. USR: Nach (rechts links oben unten Norden Süden Westen Osten) verschieben. 12. SMA: [Display: neue Karte mit gleichem Maßstab und verschobenem Mittelpunkt] <p>f) Verschieben (pan) mit Geste:</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. SMA: [Präsentiert eine Karte] 14. USR: <Zeigt auf eine oder zwei Stellen in der Karte oder zieht eine Linie> [Bitte] [weiter] nach da [verschieben] 15. SMA: [Display: neue Karte mit gleichem Maßstab aber entspr. verschobenem Mittelpunkt] <p>g) Wieder den letzten Ausschnitt anzeigen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 16. SMA: [Präsentiert eine Karte] 17. USR: Ich möchte wieder den letzten Ausschnitt haben. 18. SMA: [Display: vorige Karte wird wieder angezeigt] |
|---|

Weitere Dialogschritte betreffen das sprachgesteuerte *Ein-/Ausblenden von Objekten*. Die Karte wird hierbei inhaltlich verändert und der Ausschnitt evtl. angepasst. Der Ablauf im System ist jeweils folgendermaßen: Die (multimodale) Eingabe des Benutzers wird analy-

siert erkannt. Es wird eine entsprechende Anfrage an eines der Kartenmodule geschickt. Die zurückgegebene Information wird vom Dialogsystem präsentiert oder weiterverarbeitet.

2.2 Karten-Navigation

Die vom Kartendienst zur Verfügung gestellten Funktionen für die Karten-Navigation sind in der Schnittstelle *GeographicalMapInteraction* definiert. Bei deren Definition wurde auf eine möglichst leichte Verwendbarkeit der Dienste durch die Dialogkomponenten geachtet. Daher existieren für typische Interaktionsausprägungen spezifische Parameter. Es wird eine neue Karte unter Referenzierung (*mapKey*) einer in einem vorherigen Dialogschritt erzeugten Karte angefordert. Dabei verwaltet der Kartendienst intern eine session-abhängige Historie von Kartenanfragen. Der Vorteil liegt darin, dass der anzuzeigende Ausschnitt unter Bezugnahme auf die referenzierte Karte angegeben wird und keine Koordinatenumrechnung seitens der Dialogkomponente nötig ist. Die Bildkoordinaten werden dabei bezogen auf den Nullpunkt des Bildes übergeben. Die Umrechnung der Pixel in Geokoordinaten erfolgt erst im jeweiligen Karten-Modul. Dies ist insbesondere bei gedrehten (nicht genordeten) Karten im mobilen Kontext hilfreich, da relativ aufwändige Berechnungen nötig sind.

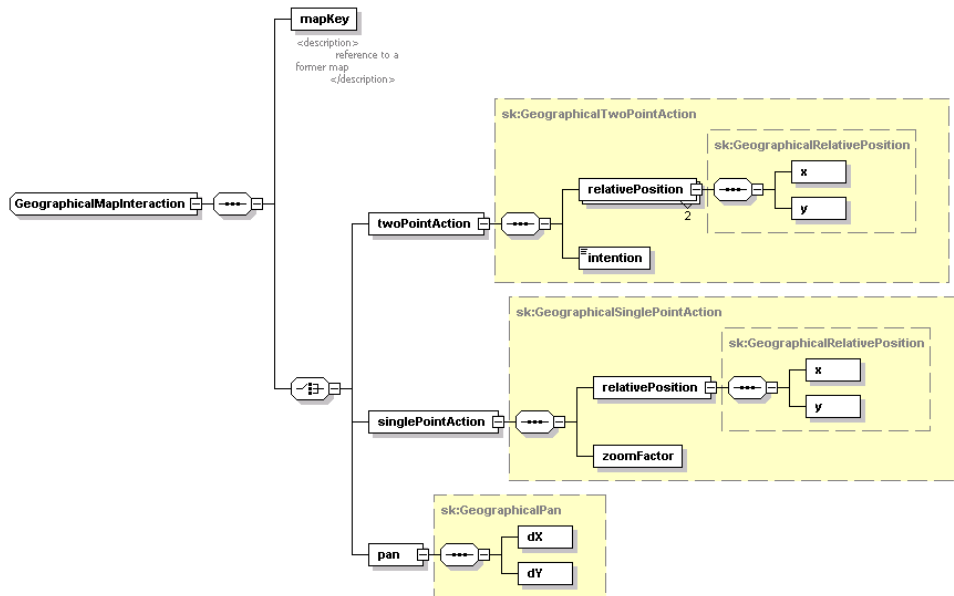


Abb.1: Schnittstellendefinition von *GeographicalMapInteraction* (XML Schema).

Die Schnittstelle ist in Abb. 1 in Form eines XML-Schema-Diagramms (XMLSpy) dargestellt. Jeder Request enthält einen *mapKey*, durch den eine bestehende Karte referenziert wird. Zudem kann ein Request entweder die Elemente *twoPointAction* + *action*, *single-*

PointAction + *zoomFactor* oder das Element *pan* enthalten. Diese drei Kombinationsmöglichkeiten stehen stellvertretend für die von uns berücksichtigten Eingabemöglichkeiten:

- **punktueller Zeigegeste + Spracheingabe: *singlePointAction*.** Durch die Zeigegeste gibt der Benutzer den neuen Kartenmittelpunkt an, durch Spracheingabe gibt er an, ob er hinaus- oder hineinzoomen (*zoomFactor*) oder nur Verschieben möchte (*zoomFactor*=1). Entspricht den Dialogschritten b) und f) in Abschnitt 2 und Beispiel 2 in Tab.1.
- **komplexe Zeigegeste + Spracheingabe: *twoPointAction*.** Lineare oder umkreisende Zeigegesten können auf zwei Punkte (minimaler und maximaler X- und Y-Wert) reduziert werden. Zusammen mit einer Sprachangabe, aus welcher die Intention der Geste hervorgeht, kann so eine vergrößerte, verkleinerte, verschobene oder gedrehte Karte angefragt werden (mögliche Werte des Elements *action*: *pan*, *zoomIn*, *zoomOut*, *rotate*). Abb. 2 verdeutlicht, wie eine Einkreisegeste in eine *TwoPointAction* umgesetzt wird, um die Karte zu vergrößern. (s.a. Dialoge c) u. f) in Abschnitt 2)
- **nur Spracheingabe: *pan*.** Dialogbeispiel e) zeigt, dass Karteninteraktion auch monomodale Eingaben umfassen kann. In diesem Fall kann durch das Element *pan* einfach eine um einen relativen Betrag verschobene Karte angefordert werden. Eine andere monomodale Eingabe ist das Herauszoomen: Dies kann z.B. einfach mit einer *SinglePointAction* und der Bildmitte als relative Position realisiert werden.

Tab. 1: Zwei Beispielfragen zur Karteninteraktion

<i>TwoPointAction</i> mit <i>action</i> „ <i>pan</i> “	<i>SinglePointAction</i>
<pre> <geographicalMapInteraction> <mapKey>123456</mapKey> <twoPointAction> <relativePosition> <x>50</x> <y>120</y> </relativePosition> <relativePosition> <x>150</x> <y>210</y> </relativePosition> <action>pan</action> </twoPointAction> </geographicalMapInteraction> </pre>	<pre> <geographicalMapInteraction> <mapKey>123457</mapKey> <singlePointAction> <relativePosition> <x>50</x> <y>120</y> </relativePosition> <zoomFactor>1.5</zoomFactor> </singlePointAction> </geographicalMapInteraction> </pre>

2.3 Ein-/Ausblenden von Objekten

Die erste Karte, die in einem Dialog angezeigt wird, kann nicht per *GeographicalMapInteraction*-Request angefordert werden. Hierfür existiert die Schnittstelle *GeographicalNewMap*. Sie ist eng an die WebMapServer Spezifikation (WMS) des OpenGIS Consortium angelehnt (*getMap*) und dient sowohl als Kartenanfrage aber insbesondere auch als inhaltliche Beschreibung einer zurückgelieferten Karte. Neben den bekannten Kartenparametern wie Größe in Bildpunkten, Maßstab, Geokoordinaten des dargestellten Ausschnitts und Angaben zum Kartenstil, können darüber hinaus sog. *VendorObjects* enthalten sein – Objekte bestimmter Objekttypen, die auf einer Karte eingezeichnet sind (Response) bzw. werden sollen (Request). Es handelt sich dabei entweder um Objekte vom Typ *Location*, das sind verortete Realweltobjekte wie Gebäude (z.B. Kirchen), Einrichtungen (z.B. Geschäfte) oder einfach mit einer Semantik versehene Stellen (z.B. aktueller Standort des Benutzers) oder um berechnete *Routen*. Letztere beinhalten neben Start, Ziel und Zwischenstops, die

Geometrie der Tourabschnitte mit verschiedenen Metadaten zum jeweiligen Streckenabschnitt. Jede Karte, die an das Dialogsystem zurückgegeben wird, wird komplett durch diese Metadaten vom Typ *GeographicalNewMap* beschrieben. Sollen nun Objekte, die auf einer Karte dargestellt sind ausgeblendet werden, so sendet das Dialogsystem diese Metainformationen als Anfrage an das Kartenmodul zurück, entfernt aber vorher die auszublendenden Objekte. Das Einblenden von Objekten erfolgt in zwei Schritten: Erst stellt das Dialogsystem eine Anfrage nach Objekten eines bestimmten Typs oder Namens etc. innerhalb eines angegebenen Gebiets (Punkt mit Radius mit Parameter *SearchArea*, *Name*, *Type* etc.) an das Kartenmodul und fügt die zurückgelieferten Objekte in einem zweiten Schritt einer entspr. Kartenanfrage hinzu. Abbildung 3 zeigt einige Beispielkarten mit eingezeichneten Objekten und Routen (gemäß der oben erwähnten Metadaten), sowie dem animierten Avatar (Virtueller Bildschirmcharakter) namens „Smartakus“, der den Nutzer durch alle Anwendungen von SmartKom führt. Dieser wird nicht vom Kartendienst realisiert, sondern vom Dialogsystem zusätzlich eingeblendet.

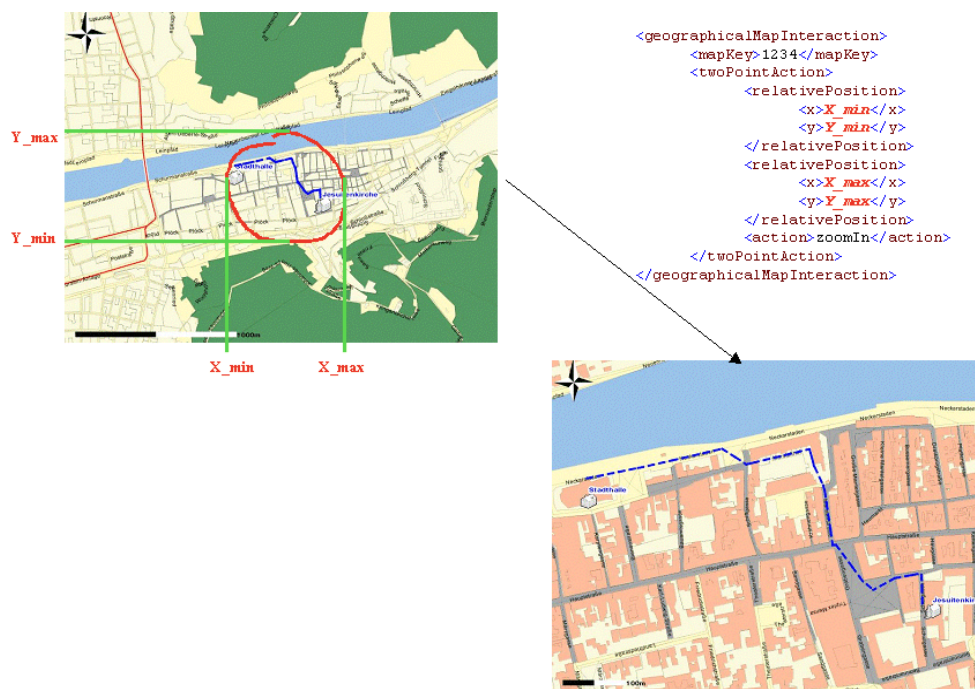


Abb. 2: Umsetzung einer Einkreisgeste in eine TwoPointAction zum Zoomen.



Abb. 3: Dynamisch generierte Karten mit animiertem Avatar „Smartakus“

2.4 Informative Karteninteraktionen

Neben der einfachen Möglichkeit, Objekte ein- und auszublenden, erfüllen die VendorObjects einen weiteren, für ein multimodales Karteninteraktionssystem zentral wichtigen Zweck: Die auf der Karte dargestellten Objekte können selbst zum Gegenstand des weiteren Dialogs werden. Im vorliegenden System werden nach jeder Kartenanfrage die zurückgelieferten VendorObjects analysiert. Die Namen und Objekttypen – beides Attribute der ‚locations‘ – werden vom Dialogsystem registriert und beispielsweise dem dynamischen Erkennenlexikon und der Kontextmodellierung hinzugefügt. Ohne diese Informationen könnte ein Dialogsystem beispielsweise eine sprachliche Benutzereingabe nicht erkennen und richtig interpretieren, in der ein Benutzer ein dargestelltes Objekt anhand seines Namens auswählt. *Mit* dieser Information aber kann versucht werden, anhand der Karte das Objekt zu ermitteln, auf das sich der Benutzer mit seiner Zeigegeste oder Spracheingabe bezieht. In unserem Fall wird zudem unterschieden, ob der Nutzer bei der Anfrage sprachlich auf einen Objekttyp einschränkt: Wird kein Objekttyp angegeben, wird geprüft, ob mit der Zeigegeste eines der momentan auf der Karte sichtbaren Objekte gemeint sein könnte. Gibt der Benutzer einen Objekttyp an (z.B. „Kirche“), wird dies ebenfalls zuerst geprüft. Darüber hinaus sind in den Metadaten zur Karte Angaben darüber enthalten, *wie* jedes VendorObject dargestellt ist. So wäre es zudem für das Dialogsystem möglich, zwischen einer roten und einer gleichzeitig dargestellten blauen Route zu unterscheiden.

Wird im Bereich der angezeigten Stelle jedoch kein in Frage kommendes Objekt gefunden (ist es also nicht auf der Karte eingezeichnet), kann mittels einer neuen Anfrage überprüft werden, ob sich an der Position in der Realität nicht doch ein entsprechendes Objekt befindet. Dies ähnelt der in der „Web Map Server“ Spezifikation des OpenGIS-Konsortiums definierten *GetFeatureInfo*-Anfrage (OGC 2000). Dies macht Sinn, da manche Objekte auch ohne Symbol vom Benutzer direkt erkannt werden können, z.B. Plätze oder Kirchen anhand ihres Grundrisses.

3 Integrierte Routenplanung

Wie bereits erwähnt, werden Karten vielfach als ‚Mittel zum Zweck‘ eingesetzt, als Werkzeug, um räumliche Sachverhalte darzustellen und darüber zu kommunizieren. Die informativen Karteninteraktionen stellen dabei den ‚Kitt‘ zwischen Karteninteraktion und der übergeordneten Aufgabe dar. Die Verwendung von Karten als natürlicher Bestandteil eines zielgerichteten Dialoges soll nun abschließend anhand der in SmartKom Mobil realisierten integrierten Routenplanung veranschaulicht werden.

Integrierte Routenplanung bedeutet Planung einer Route, die aus Kfz- und Fußgänger-Teil besteht, als *eine* Aufgabe. SmartKom unterstützt den Benutzer dabei, eine Sehenswürdigkeit in Heidelberg auszuwählen und eine geeignete Parkmöglichkeit in der Nähe des Ziels zu finden, jeweils mit Hilfe von Karten. SmartKom berechnet die Kfz-Route vom Ausgangsort des Benutzers zum Parkhaus in Heidelberg und von dort weiter zu Fuß zur ausgewählten Sehenswürdigkeit. Die Routen werden auf entsprechenden Karten präsentiert. Der Grobablauf der Routenplanung folgt diesen Schritten:

1. Begrüßung und Start der Aufgabe Routenplanung
2. Angabe der Parameter in variabler Reihenfolge
3. Bestätigung der Parameter - evtl. Korrektur
4. Berechnung der Routen
5. Ausgabe der Routen
6. Rückfrage - bei Missfallen Wiederholung

Ein konkreter Beispieldialog gestaltet sich folgendermaßen:

1. **USR:** Ich will nach Heidelberg fahren.
2. **SMA:** Wo wollen Sie starten? [*Präsentiert Karte von Süddeutschland (car)*]
3. **USR:** a) In Saarbrücken.
b) <Zeigt auf Saarbrücken>
4. **SMA:** [*Präsentiert Stadtplan (pedestrian), einige Sehenswürdigkeiten sind standardmäßig dargestellt*] Hier sehen Sie eine Karte von Heidelberg. Wohin wollen Sie fahren?
5. **USR:** <Zeigt auf Rathaus> Bitte gib mir Informationen darüber.
6. **SMA:** [*Zeigt Touristen-Informationen zum Rathaus*]
7. **USR:** Da will ich hin.
8. **SMA:** Parkraum Funktionalität ermittelt z.B. die 5 dem Ziel am nächsten liegenden Parkmöglichkeiten und präsentiert diese auf einem Umgebungsplan (Parklocations von service.navigation.car, Karte von service.navigation.pedestrian) Wo wollen Sie parken?
9. **USR:** <Zeigt auf ein Parkhaus> Ich möchte Informationen dazu.
10. **SMA:** [*Präsentiert Informationen zum gewählten Parkhaus*]
11. **USR:** Das gefällt mir nicht.
12. **SMA:** [*Präsentiert wieder den Umgebungsplan mit den 5 nächsten Parkmöglichkeiten*] Wo wollen Sie dann parken?
13. **USR:** <Zeigt auf ein Parkhaus am Bahnhof> Ich will das da.
14. **SMA:** Wollen Sie den schnellsten oder den kürzesten Weg nach Heidelberg?
15. **USR:** Den schnellsten.
16. **SMA:** Die Route wird berechnet...
17. **SMA:** [*zeigt Strassenkarte*] Hier sehen Sie die Karte mit der Route nach Heidelberg. Ich kann auch eine Karte mit dem Fußweg vom Parkhaus am Bahnhof zum Rathaus zeigen.
18. **USR:** Bitte vergrößern.
19. **SMA:** [*Präsentiert vergrößerten Ausschnitt der Straßenkarte*] (service.navigation.car)
20. **USR:** Wie sieht denn die Fußgängerkarte aus?
21. **SMA:** [*Präsentiert Fußgängerplan (service.navigation.pedestrian)*] Bitte sehr.
22. **USR:** Danke. Ich brauche eine weitere Route. Vom Rathaus muß ich dann zum Schloss.
23. **SMA:** [*Präsentiert Route (pedestrian)*] Dies ist der Fußweg vom Rathaus zum Schloss.

In diesem Dialog kommen alle in Kapitel 2 vorgestellten Kartenfunktionalitäten vor. Es wird an verschiedenen Stellen eine inhaltlich neue Karte berechnet (2, 4, 17, 21, 23). Die dargestellten Objekte fließen in das Dialogsystem ein (Saarbrücken, Rathaus, Parkhaus) und

sind im weiteren Verlauf Gegenstand des Dialogs. In den Schritten 3, 5, 9, 13 referenziert der Benutzer multimodal bzw. rein sprachlich (3a) auf Kartenobjekte und wählt sie für bestimmte Aufgaben aus: Als Start, Ziel, zur weiteren Information etc. Die dargestellten Karten werden durch den Benutzer manipuliert (18).

4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag konnte gezeigt werden, wie Sprache, Gestik und Graphik bei der Interaktion mit mobilen GIS-basierten Diensten im Auto oder als Fußgänger zukünftig zusammenwirken können. Die vorgestellte Funktionalität wird von Prototypen des SmartKom-Systems bereits vollständig realisiert. Als weitere Anwendung für das Mobilszenario wird derzeit die inkrementelle Zielführung realisiert, in der zuvor geplante Fußgänger-Routen ausgeführt werden. Auch hier spielen interaktive Karten eine wesentliche Rolle, wengleich andere Herausforderungen im Vordergrund stehen. Bestandteil der inkrementellen Zielführung sind die inkrementelle Wegbeschreibung für Fußgänger unter Berücksichtigung der aktuellen Geo-Position sowie ein Parkraum-Dienst im KFZ. Die inkrementelle Zielführung (Fußgänger) läuft folgendermaßen ab:

- (1) Das Modul `service.navigation.pedestrian` erhält einen Request mit der Aufforderung, eine (übergebene) Route zu navigieren.
- (2) Das Modul liefert abhängig von der Benutzerposition inkrementell Ausgaben, die Weginstruktionen oder Hinweise auf am Weg liegende Sehenswürdigkeiten enthalten.
- (3) Der Benutzer ist am Ende der Route angekommen.

Im Schritt (2) werden vom Modul inkrementell Ausgaben vom Typ *GeographicalIncrementalGuidance* gegeben. Dieser beinhaltet Weginstruktionen und/oder Objekt-Informationen über eine Sehenswürdigkeit, an der der Benutzer soeben vorbeigeht. Wir möchten hierzu folgende Aspekte und sich daraus ergebende Anforderungen erwähnen:

- Die Ausführung erstreckt sich über einen längeren Zeitraum. Der Nutzer möchte u.U. zwischendurch andere SmartKom-Funktionen nutzen, ohne die Zielführung abzubrechen. Hierbei müssen konkurrierende Systemausgaben behandelt werden.
- Die äußere Situation und die Nutzerpräferenzen (bzgl. Interaktion) können variieren: Gleiche Interaktionsschritte treten daher in unterschiedlichen Modalitäten-Kombinationen auf. Das System soll sowohl bei expliziten Nutzereingaben, als auch bei automatisch erkanntem Umgebungswechsel bestimmte Kombinationen anbieten.

Mit der Evaluierung des Prototypen und der Auswertung der Evaluierungsergebnisse wird das Projekt im Herbst 2003 enden. Man kann jetzt schon sagen, dass man mit dem realisierten Ergebnis einen weiteren Schritt zu flexibleren und damit dem Benutzer entgegenkommenden multimodalen Interaktionsmechanismen für mobile GIS-basierte Dienste und insbesondere Navigationssysteme für Fußgänger und Autofahrer vorangekommen ist. Darauf aufbauende Untersuchungen sollen klären, welche Interaktionsformen in welchen Situationen für welche Benutzer am geeignetsten sind. Dies wird erst mittels der realisierten Prototypen real durchführbar.

5 Danksagung

Diese Arbeit erfolgte am European Media Laboratory, EML in Heidelberg im Rahmen des von der Klaus-Tschira Stiftung (KTS, Heidelberg) und des BMBF im Schwerpunktprogramm Mensch-Technik-Interaktion geförderten Projektes SmartKom. Wir danken allen Mitarbeitern des EML und Projektpartnern in SmartKom, insbesondere Sven Krüger (früher EML, jetzt quadox AG), Dennis Pfisterer (EML), sowie Wolfgang Minker und Dirk Bühler (beide früher DaimlerChrysler AG) für ihre Beiträge zur Realisierung des Systems.

6 Literatur

- Bühler, D., J. Häußler, S. Krüger, W. Minker (2002): *Flexible Multimodal Human-Machine Interaction in Mobile Environments*. In: Proceedings of the ECAI 2002 Workshop on Artificial Intelligence in Mobile System (AIMS), Lyon (Frankreich), 07/2002.
- Dransch, D. (1999): *Anforderungen an die Mensch-Computer-Interaktion in interaktiven kartographischen Visualisierungs- und Informationssystemen*. In: KN 50. Jg., S. 197-202.
- Häußler, J, Krüger, S. Minker, W und Bühler, D. (2002): *Spezifikation Mobilszenario*. Smartkom interner Technical Report. Heidelberg.
- Häußler, J, Krüger, S. Pfisterer, D. (2002): *Spezifikation Mobilszenario 2002. Teil II: Architektur und Schnittstellen*. Smartkom interner Technical Report. Heidelberg.
- Heinen, T., Ropinski, T., Werth, M. und Fuhrmann, S. (2002): *Multimodale Interaktionen in desktop-basierten geo-virtuellen Visualisierungsumgebungen*. AGIT 2002 156-161.
- Medyckyj-Scott, D. (1994): *Visualization and Human-Computer Interaction in GIS*. In H. M. Hearnshaw & D. J. Unwin, eds.: *Visualization in Geographical Information Systems*. Chichester, Wiley & Sons, pp. 200-211.
- Merten, S. und Berlin, K (2002): *Constraint-basierte 3D-Interaktionen zur Gestaltung von Planungsentwürfen*. AGIT 2002. Wichmann. Heidelberg.
- OGC (2000): Open GIS Consortium, *Web Map Server (WMS) Specification*. www.opengis.org/specs.
- Oviatt, S. (1996): *Multimodal Interfaces for Dynamic Interactive Maps*. CHI 1996. Conference on Human Factors in Computing Systems. Vancouver, Canada.
- Rauschert, I., Agrawal, P., Sharma, P., Fuhrmann, S., Brewer, I. and Alan MacEachren (2002): *Designing a human-centered, multimodal GIS interface to support emergency management*. ACM GIS 2002. Proceedings of the tenth ACM international symposium on Advances in geographic information systems. McLean, Virginia, USA. ACM Press. pp.119 -124.
- Reichenbacher, T., Angsüsser, S. & Meng, L. (2002): *Mobile Kartographie - eine offene Diskussion*. In: Kartographische Nachrichten, 52.Jg., H.4. Bonn, 2002: 164-166.
- Wahlster W. (2002): *Multimodal Interfaces to Mobile Webservices*. ICT Congress. Den Haag (Niederlande). 05.09.2002.
- Zipf, A. & Richter, K.-F. (2002): *Using FocusMaps to Ease Map Reading*. Developing Smart Applications for Mobile Devices. KI - Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence). Sonderheft: Spatial Cognition. 04/02. S. 35-37.
- Zipf, A. (2002a): *Auf dem Weg in die mobile Geo-Informationsgesellschaft*. In: Zipf, A. und Strobl, J. (Hrsg.)(2002): *Geoinformation mobil*. Hüthig Verlag. Heidelberg.

Zipf, A. (2002b): *User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism*.
ENTER 2002, Innsbruck, Austria. 329-338.