

Menschlich denkende Navigationssysteme

Prof. Dr. Martin Raubal
Institut für Geoinformatik
Universität Münster
<http://ifgi.uni-muenster.de/~raubal/>

Navigation und Wegesuche zählen zu den Grundaufgaben des Menschen im alltäglichen Leben. Dabei verwenden wir unterschiedliche Modalitäten: wir fahren mit dem Auto zur Arbeit, wir benützen die Bahn für Urlaubsreisen, wir gehen zu Fuß einkaufen, etc. Oft gestaltet sich die Wegesuche als schwierig. Grund dafür ist einerseits die Komplexität der Umgebungen und andererseits ein Mangel an ausreichenden und eindeutigen Hinweisschildern.

Navigieren ist das koordinierte und zielgerichtete Folgen eines Weges im Raum und besteht aus zwei Komponenten:

1. *Locomotion* (Fortbewegung) ist die Leitung durch den Raum in Erwidern auf lokale sensomotorische Information in der unmittelbaren Umgebung. Zum Beispiel müssen wir einen festen Untergrund finden und Hindernissen ausweichen.
2. *Wegesuche* ist die zweckbestimmte Planung und Entscheidungsfindung um ein Ziel unter Zuhilfenahme von Information im Raum zu erreichen. Beispiele dafür sind die Auswahl des Weges und die Orientierung im Raum.

Menschen benötigen gewisse kognitive und räumliche Fähigkeiten um Information aus der Umgebung oder Repräsentationen von räumlichem Wissen zu benutzen (Golledge 1999). Dazu zählen Wahrnehmungsvermögen, Informationsverarbeitung und motorische Fähigkeiten. Diese sind notwendig um bei der Wegesuche Erfolg zu haben.

In der heutigen Zeit können Menschen auf Navigationssysteme zurückgreifen, also Systeme, die sie bei der Wegesuche unterstützen. Wer von uns hat nicht schon einen der zahlreichen Routenplaner im Internet benutzt? Das Problem dabei ist jedoch oft, dass die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine nicht immer reibungslos funktioniert. Viele Dinge, die von Menschen benutzt werden, sind nicht für den Menschen gebaut. Das Navigationssystem gibt zum Beispiel die Instruktion „fahre 0,6 km geradeaus, dann links abbiegen, nach weiteren 0,2 km rechts abbiegen, danach 23,4 km geradeaus, etc.“ Doch Menschen orientieren sich nicht daran, ob 0,6 km weiter eine Kreuzung kommt, wie es ihnen vom Navigationssystem vorgegeben wird. Sie finden sich zumeist über andere Merkmale, wie etwa Landmarken, in der Umgebung zurecht, mit denen wiederum Computer nichts anfangen können.

Umständliche Wegebeschreibungen von Maschinen an die menschliche Denkweise anzupassen, ist ein Ziel meiner Arbeitsgruppe am Institut für Geoinformatik. Dazu werden Methoden des *Cognitive Engineering* (Norman 1986, Raubal 2005) herangezogen, das heißt, es wird versucht, Aspekte von menschlicher Kognition und Entscheidungsprozessen in standortbasierte Systeme (auch *Location-Based Services* genannt), wie etwa Navigationssysteme, zu integrieren. Im speziellen werden maschinelle Wegebeschreibungen durch Landmarken angereichert, so dass die Instruktionen dann in der Form „fahre geradeaus bis zur großen Kirche, biege nach der Kirche links ab, danach bei der nächsten gelben Tankstelle rechts abbiegen, etc.“ kommuniziert werden. Solche Landmarken sind markante Objekte, welche automatisch aus Datenbanken extrahiert werden können. Doch damit ist die Arbeit nicht getan, denn Landmarken und auch Routeninstruktionen müssen an die individuellen Bedürfnisse des Benutzers angepasst werden. Ein Farbenblinder wird nicht wahrnehmen, ob eine Tankstelle leuchtend gelb gestrichen ist, ein Rollstuhlfahrer wird vor

alles darauf achten, wo die Bordsteine niedrig sind. Gerade Behinderte können mit den meisten Wegbeschreibungen nichts anfangen, weil die Systeme bezüglich der Fähigkeiten des Benutzers keine Unterschiede machen.

In Zusammenarbeit mit Forschungspartnern aus Wien und Melbourne wurde ein webbasierter Test entwickelt, um herauszufinden, wie sich Menschen räumlich orientieren und welche Landmarken sie dabei für die Wegesuche bevorzugen (Winter *et al.* 2005). Anhand von 360-Grad-Aufnahmen (Abbildung 1) einer Kreuzung sollten Probanden angeben, welche Fassaden ihnen sofort ins Auge fielen. Eine Rolle spielten dabei Fassadengröße, -form, -farbe, die Sichtbarkeit und die Beschilderung der Fassade. Entscheidend war auch, ob die Tests mit Tag- oder Nachtaufnahmen durchgeführt wurden. Wenn Gebäude beleuchtet sind, werden sie ganz anders wahrgenommen als jene, die im Schatten liegen. Bei der Auswertung der über 100 Testbögen zeigte sich, dass die Probanden jeweils sehr unterschiedliche Landmarken bevorzugten. Das hängt beispielsweise davon ab, ob jemand die Gegend bereits kennt oder wie die Struktur des jeweiligen Gebietes ist. Sind die Fassaden sehr einheitlich, wird Farbe plötzlich zu einem sehr wichtigen Kriterium.



Abbildung 1: 360-Grad Aufnahme der Kreuzung Graben/Dorotheergasse in Wien.

Ein Ziel ist es nun, Datenbanken zu nutzen, in denen nicht nur Längenangaben gespeichert sind, sondern auch die erwähnten Daten von Fassaden. Diese sollen dann automatisch dem jeweiligen Nutzer angepasst werden, sobald dieser ein Profil eingegeben hat. Der Rechner wählt dann jene Landmarken zur Wegbeschreibung, die für den individuellen Nutzer besonders prägnant sind. Was einfach klingt, erfordert in der Realität viel Umsicht. So bewegen sich Blinde beispielsweise anders durch den Raum, weil sie stets genügend Bewegungsfreiheit für ihren Blindenstab benötigen. Ihre Landmarken sind nicht visueller, sondern akustischer Natur. Ein surrender Ventilator an der Decke eines Cafés wird beispielsweise einem Sehenden gar nicht auffallen, für einen Blinden kann er aber ein wichtiger Orientierungspunkt sein. Solche Anpassungen wurden vor kurzem erfolgreich in einer Diplomarbeit umgesetzt, um ein Navigationssystem für Blinde zu konstruieren.

Zur Entwicklung menschlich denkender Systeme werden auch Theorien aus der Psychologie genutzt. Diese sind aber häufig noch nicht entsprechend formalisiert, um sie auf den Rechner übertragen zu können. In einer Kooperation mit der Universität Toronto wird ein System zur Entscheidungsunterstützung von Menschen bei der räumlichen Suche und Orientierung entwickelt (Rinner und Raubal 2004). So sollen beispielsweise Hotelsuche (Abbildung 2) und Wegbeschreibung miteinander kombiniert werden, entsprechend den Bedürfnissen des Nutzers. Dieser kann einmal in seinem Profil angeben, welche Kriterien ihm wichtig und welche weniger wichtig sind. Zum Beispiel hat der Geschäftsreisende andere Präferenzen als der Tourist. Die vielen Detailinformationen, die dazu für die jeweilige Stadt notwendig sind,

können nicht auf einem einfachen tragbaren Pocket-PC vorgehalten werden. Die einzelnen Touristeninformationen könnten die aktuellen Daten aber auf einem Server bereithalten und via Mobilfunknetz übermitteln.



Abbildung 2: Mobiles System zur Hotelsuche in Münster.

Menschlich denkende Navigationssysteme passen sich den jeweiligen Eigenheiten ihrer Benutzer bestmöglich an, um so eine personalisierte Unterstützung in Bezug auf die Wegesuche zu gewährleisten. Ein weiterer Schritt in Richtung umfassender Entscheidungsunterstützung bei räumlich-zeitlichen Aufgaben ist die Verknüpfung mehrerer Dienste. Stellen wir uns folgende Situation vor: Ein Geschäftsreisender kommt um 6 Uhr früh mit dem Flugzeug in einer ihm nicht vertrauten Stadt an. Er hat um 8 Uhr einen wichtigen Geschäftstermin in einer Firma, die er mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichen will. Auf dem Weg dorthin will er noch gerne in einem Cafe frühstücken, eine bestimmte Zeitschrift besorgen, und ein paar wichtige Telefonate erledigen. Durch seinen PDA (Personal Digital Assistant) stellt der Geschäftsreisende eine Anfrage an ein Location-Based Service, welches ihm sofort eine Lösung seines Problems liefert, die seinen Präferenzen genügt:

1. 7 Stationen mit dem Bus #256 in Richtung „Innere Stadt“. Unterwegs ist es möglich, die Telefonate zu erledigen, weil die drahtlose Verbindung gut ist.
2. 5 Minuten Fußweg zum Cafe Lehmann. Dort haben Sie 45 Minuten Zeit zum Frühstück.
3. 3 Minuten Fußweg zur U-Bahn-Station „Domplatz“. Auf dem Weg dorthin ist der Kiosk Müller, wo die gewünschte Zeitschrift erhältlich ist.
4. Von der U-Bahn-Station „Domplatz“ in Richtung „Burgring“ nach 3 Stationen aussteigen. 2 Minuten Fußweg zur Firma.

Diese Instruktionen werden durch zusätzliche Informationen wie etwa Wegekarten unterstützt. Die Kopplung unterschiedlicher Dienste zur Wegesuche und Geschäftssuche, verbunden mit räumlich-zeitlichen Bedingungen und persönlichen Präferenzen ist derzeit eine Vision. Grundlegend dafür wäre eine benutzerzentrierte raum-zeitliche Theorie für standortbasierte Systeme, welche sowohl individuelle Benutzerpräferenzen, Prinzipien der menschlichen Kognition, aber auch zeitliche Beschränkungen und die Zusammenfügung unterschiedlicher Aufgaben integriert (Raubal *et al.* 2004). Die Entwicklung einer solchen Theorie anhand von interdisziplinären Forschungsmethoden aus den Bereichen Geowissenschaften, Kognitionswissenschaften und Informatik, und deren praktische Umsetzung ist ein großes Ziel unserer Arbeitsgruppe, um der Vision menschlich denkender Navigationssysteme einen Schritt näher zu kommen.



Abbildung 3: Prof. Raubal bei der Wegesuche (Copyright MUZ, siehe auch Nussbaum (2005)).

Referenzen

R. Golledge (1999) Human Wayfinding and Cognitive Maps. in: R. Golledge (Ed.), *Wayfinding Behavior - Cognitive Mapping and Other Spatial Processes*. pp. 5-45, Johns Hopkins University Press, Baltimore.

D. Norman (1986) Cognitive Engineering. in: D. Norman and S. Draper (Ed.), *User Centered System Design*. pp. 31-61, Lawrence Erlbaum Assoc., Hillsdale.

B. Nussbaum (2005) Der Weg hat auch ein Ziel. MUZ - Münsters Universitäts-Zeitung. 19: 5.

M. Raubal (2005) *Cognitive Engineering for Geoinformatics*. Verlag Natur & Wissenschaft, Solingen, Germany.

M. Raubal, H. Miller, and S. Bridwell (2004) User-Centred Time Geography For Location-Based Services. *Geografiska Annaler B* 86(4): 245-265.

C. Rinner and M. Raubal (2004) Personalized Multi-Criteria Decision Strategies in Location-Based Decision Support. *Journal of Geographic Information Sciences* 10(2): 149-156.

S. Winter, M. Raubal, and C. Nothegger (2005) Focalizing Measures of Saliency for Wayfinding. in: L. Meng, A. Zipf, and T. Reichenbacher (Ed.), *Map-based Mobile Services – Theories, Methods and Implementations*. pp. 127-142, Springer, Berlin.