

Location-Based Decision Services – eine neuartige Form mobiler räumlicher Entscheidungsunterstützung

Martin Raubal

Zusammenfassung:

Fortschritte in den Bereichen drahtlose Kommunikation und räumliche Technologien haben zu einem verstärkten Interesse an der Entwicklung von Informationsdiensten geführt, welche die aktuelle Position eines Benutzers berücksichtigen. Diese Location-Based Services (LBS) beantworten ihren Benutzern Fragen wie „welcher ist der kürzeste Weg von hier zu einem bestimmten Ziel?“ oder „wo ist das nächste italienische Restaurant?“. Aktuelle Dienste unterstützen nur einfache räumliche Abfragen, wie etwa für die Routensuche. Komplexe Abfragen, die auch Benutzerpräferenzen, zeitliche Aspekte und mögliche Teilaufgaben integrieren, sind derzeit nicht möglich. Location-Based Decision Services (LBDS) berücksichtigen diese Probleme und stellen somit eine neuartige Form mobiler räumlicher Entscheidungsunterstützung dar. Sie basieren sowohl auf kognitiven, als auch auf geographischen Theorien. Diese Arbeit demonstriert die Bedeutsamkeit interdisziplinärer Forschung im Bereich der mobilen räumlichen Entscheidungsunterstützung anhand von theoretischen Grundlagen und praktischen Beispielen.

Abstract:

Mutual advances in wireless communications and geospatial technologies have spurred interest in developing information services that are sensitive to the location of a mobile user. These so-called location-based services (LBS) answer their users' queries such as "what is the shortest path from here to a specific location" or "where is the closest Italian restaurant?" Current services support only simple spatial queries such as for route finding. They do not consider the user's individual preferences, time constraints, and possible subtasks to be performed. Location-Based Decision Services (LBDS) account for these problems and are therefore a new way of mobile spatial decision support. They are based both on cognitive and geographic theories. This paper demonstrates the importance of interdisciplinary research in the area of mobile spatial decision support by showing theoretical groundwork and practical examples.

1. Einleitung

In den letzten Jahren lässt sich auf dem Gebiet der Geographischen Informationswissenschaften [1] ein Paradigmenwechsel feststellen. Früher wurden Geographische Informationssysteme (GIS) hauptsächlich von großen Organisationen, wie etwa Versorgungsunternehmen, zur Unterstützung ihrer Entscheidungsprozesse eingesetzt. Oft haben diese Organisationen sowohl die Daten akquiriert und in Datenbanken gespeichert, als auch Karten für interne Zwecke erstellt. Heute offerieren unterschiedliche Anbieter Dienste zur räumlichen Entscheidungsunterstützung und verkaufen so geographische Informationen in kleinen Mengen an viele Benutzer. Beispiele dafür sind standortbasierte Dienste (Location-Based Services), welche Informationen aufgrund der Position des Nutzers kommunizieren. Diese informieren Benutzer über die Standorte nahe gelegener Hotels, Restaurants oder Sehenswürdigkeiten; sie unterstützen Benutzer von öffentlichen Verkehrsmitteln; sie helfen Menschen bei der Suche nach einer neuen Wohnung. Man spricht deshalb auch von einem Wechsel von „Big GIS“ zu „Small GI“ [2].

Dieser Trend zu spezialisierten räumlichen Diensten wird durch unseren erhöhten Bedarf an räumlicher Information intensiviert. In einer mobilen und sich schnell verändernden Welt finden sich Menschen oft in unbekanntem Umgebungen, zum Beispiel bei der Wegesuche in

Flughäfen [3]. Die Informationsbedürfnisse des Menschen hängen stark von Situation und persönlichem Kontext ab. Bei der Suche nach einer Unterkunft stellt etwa ein Geschäftsreisender höhere Ansprüche an die Qualität eines Hotels als ein Rucksacktourist. Behinderte Menschen verlangen unterschiedliche Wegeinstruktionen von einem Navigationsdienst als andere Wegesuchende.

Derzeitige standortbasierte Dienste weisen drei gravierende Mängel auf:

1. Individuelle Nutzerpräferenzen werden nicht oder nur spärlich berücksichtigt.
2. Zeitliche Beschränkungen werden vernachlässigt.
3. Hierarchisch strukturierte Aufgaben bzw. Teilaufgaben werden nicht modelliert.

Die Gründe dafür liegen sowohl in der fehlenden Integration von kognitiven Elementen, als auch in der fehlenden Berücksichtigung von Fähigkeiten und Strategien der potentiellen Benutzer. In dieser Arbeit sollen einige Möglichkeiten zur Lösung dieser Probleme aufgezeigt werden. Das Hauptanliegen dabei ist es, eine nutzerzentrierte Theorie von Location-Based Decision Services zu schaffen, welche als Grundlage für das Design von verbesserten und nützlicheren Diensten fungiert.

2. Mobile räumliche Entscheidungsunterstützung

2.1 Location-Based Services

Location-Based Services (LBS) werden auch ortsbasierte (Informations-) Dienste genannt und liefern einem Nutzer Informationen entsprechend seines aktuellen Standortes. Die bekanntesten und am weitest verbreiteten kommerziellen Nutzungen für LBS sind Navigations- und Informationsdienste, die bei Fragen wie „wo finde ich das nächste italienische Restaurant?“ (Informationsdienst) und „wie komme ich von meinem Hotel dorthin?“ (Navigationsdienst) helfen. LBS stellen neue Herausforderungen an Softwareanwendungen für mobile Geräte und profitieren von Forschungsarbeiten auf den Gebieten der Geographischen Informationswissenschaften und der Informationstechnologien. Derzeitige Forschungsthemen betreffen Netzwerkarchitekturen und Standards [4], Positionierungstechniken [5], wirtschaftliche Aspekte von LBS [6], sowie Personalisierung und Datenschutz. Typische Anwendungen sind Navigationsdienste [7], Touristenführer [8], und Notfalldienste.

2.2 Beschränkungen derzeitiger Dienste

Derzeitige LBS Anwendungen unterstützen nur einfache räumliche Abfragen, wie etwa die Wegesuche und räumliche Suchfunktionen (z.B. die Suche nach allen Cafes im Umkreis von 500m um die aktuelle Position des Benutzers). Das heißt, diese Dienste helfen bei räumlichen Abfragen erster Ordnung: Wohin soll ich von hier gehen und wie komme ich dorthin? Solche Abfragen repräsentieren aber nur einen begrenzten Ausschnitt aus dem breiten Spektrum von Diensten, die unter LBS zusammengefasst werden könnten.

Das Hauptproblem von derzeitigen LBS ist es, dass sie einige der wichtigsten Eigenschaften von Aktivitäten in Raum und Zeit ignorieren. Dies liegt einerseits analog zu GIS an dem primären räumlichen Fokus und der Vernachlässigung von zeitlichen Aspekten. Zum Beispiel mag ein Cafe näher sein als ein anderes, aber es ist eventuell geschlossen. Dies führt zu einer Falschinformation für den Benutzer. Andererseits lässt sich ein Mangel an Unterstützung für die Planung verschiedener Aktivitäten festhalten. Besser entwickelte LBS würden kombinierte Abfragen räumlich-zeitlicher Aktivitäten beantworten, wie zum Beispiel die Ausführung verknüpfter Aktivitäten und Teilaufgaben über längere Zeitintervalle. Außerdem sollten LBS ihren Nutzern die Möglichkeit geben, aufgrund individueller Präferenzen zwischen unterschiedlichen Aktivitätsorten und Zeitplanungen auswählen zu können.

3. Integration kognitiver und geographischer Theorien

Im Folgenden werden die theoretischen Grundlagen bezüglich der kognitiven und geographischen Theorien erläutert, welche nachfolgend in Design und Implementierung von Location-Based Decision Services einfließen.

3.1 Menschliche Entscheidungsstrategien

Die Methoden zur Entscheidungsunterstützung, welche in GIS bislang eingesetzt wurden, gehen über einfache Abfragen hinaus, indem sie ihren Benutzern erlauben, die Entscheidungsalternativen basierend auf unterschiedlichen Kriterien zu evaluieren und nach ihrer Wertigkeit zu ordnen. GIS-basierte multi-kriterielle Bewertung wird häufig bei der Analyse von Eignungen bestimmter Gebiete für Bauvorhaben und bei der Standortplanung von Unternehmen eingesetzt [9]. Diese Methoden wurden bisher noch nicht im Bereich LBS verwendet.

Grundsätzlich lassen sich nicht zu kompensierende und zu kompensierende Entscheidungsregeln unterscheiden. Erste erlauben keinen Tausch zwischen guten und schlechten Kriterienwerten [10], d.h. es sind Musskriterien, wie etwa bei der Bedingung, dass alle Hotels innerhalb eines bestimmten Radius um den Benutzer sein müssen. Diese Art von Regel wird typischerweise in aktuellen LBS angewendet. Zu kompensierende Regeln erlauben einen Tausch von guten und schlechten Kriterienwerten bezüglich alternativer Orte. Regeln dieser Art machen eine Standardisierung notwendig, um die Werte der Kriterien vergleichen zu können. Diese Werte werden dann gemäß der Regel zu einer Gesamtbewertung pro Alternative zusammengefasst. Der Benutzer entscheidet sich typischerweise für den Ort mit der höchsten Bewertung.

3.2 Zeitgeographie

Die Theorie der Zeitgeographie (Time Geography) wurde von Torsten Hägerstrand Anfang der 70er Jahre begründet [11]. Ihre Grundfrage lautet: Welche Auswirkung hat mein räumlicher Ort zu einer bestimmten Zeit auf meine Fähigkeit, zu anderen Zeiten an anderen Orten zu sein? Die Möglichkeiten in der Zeitgeographie sind bedingt durch Verkehrs- und Transportmittel, sowie durch die zur Verfügung stehenden Kommunikationsservices. Im Vordergrund steht dabei ein Tausch von Zeit gegen Raum (durch Bewegung oder Kommunikation).

Ein wichtiges Element in der Zeitgeographie ist der Raum-Zeit Pfad. Abbildung 1 zeigt einen solchen Pfad, der die Bewegung einer Person und deren Aktivitätspartizipation an drei Orten repräsentiert. Diese Orte werden Raum-Zeit Stationen genannt. Zusätzlich gibt es drei Arten von Beschränkungen, welche die Möglichkeiten von Aktivitäten in Raum und Zeit begrenzen:

1. Potenzialbeschränkungen (capability constraints) limitieren eine Aktivitätspartizipation durch vorhandene Ressourcen. Zum Beispiel erlaubt ein Auto als Ressource aufgrund der höheren Geschwindigkeit gegenüber einem Fußgänger einen effizienteren Tausch von Zeit gegen Raum.
2. Koppelungsbeschränkungen (coupling constraints) fordern von einer Person die Präsenz an einem Ort für ein bestimmtes Zeitintervall zur Aktivitätspartizipation. Ein Beispiel dafür ist die Teilnahme an einem Treffen.
3. Autoritätsbeschränkungen (authority constraints) sind auferlegte Restriktionen in Raum und Zeit. So haben etwa Restaurants bestimmte Öffnungszeiten.

Zur geometrischen Repräsentation der physikalischen Reichweite einer Person in Raum und Zeit werden Raum-Zeit Prismen verwendet. Deren Grenzlinien beschränken die möglichen Orte eines Pfades aufgrund der Möglichkeiten des Menschen, Zeit gegen Raum zu tauschen.

Damit eine Person oder Aktivität zugänglich ist, müssen ihre Raum-Zeit Stationen das Raum-Zeit Prisma für eine minimale zeitliche Dauer schneiden.

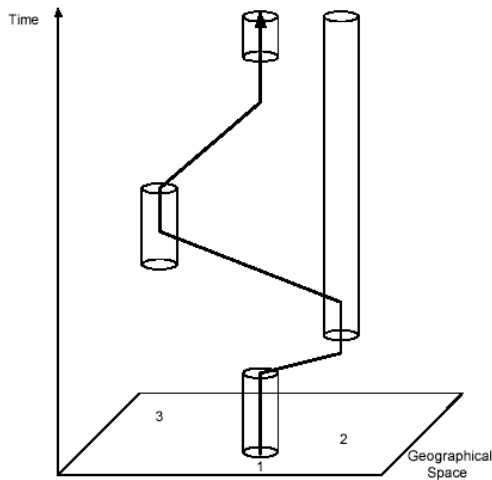


Abbildung 1: Raum-Zeit Pfad und Stationen (aus [12]).

3.3 Affordances

Die Theorie der Affordances stammt aus dem Gebiet der ökologischen Psychologie und wurde von J.J. Gibson begründet [13]. Demnach ist Wissen ein direkter Prozess und basiert auf der Extraktion von Invarianten aus der Umgebung. Diese Invarianten sind Kombinationen von Eigenschaften von Substanzen und Oberflächen in Bezug auf einen Beobachter [14]. Zum Beispiel hat ein Stuhl die Affordance „auf ihm zu sitzen“. Diese resultiert aus einem Bündel von Attributen: flache und harte Oberfläche, Höhe, etc. Viele dieser Eigenschaften sind relativ zur Person zu sehen. Zusammenfassend kann man festhalten, dass Affordances potentielle Aktionen für einen bestimmten Menschen darstellen.

Ein Problem der klassischen Affordance-Theorie sind einerseits die Vernachlässigung kognitiver Prozesse aufgrund des direkten Perzeptionsansatzes, sowie eine Missachtung von Kategorien von Phänomenen. Weiters ergeben sich Probleme bezüglich der Repräsentation von abstrakten Konzepten, welche nicht direkt in der Welt erfassbar sind. Aus diesen Gründen wurde eine erweiterte Theorie von Affordances vorgeschlagen, welche auf einer Integration von Kognition, Kontext und sozialen Bedingungen beruht [15]. Es erfolgte eine Einteilung in drei Arten von Affordances:

- Physische Affordances entsprechen der ursprünglichen Idee Gibsons und erfordern einen Vergleich von physikalischen Eigenschaften von Substanzen und den Fähigkeiten und Eigenschaften des Menschen.
- Sozial-institutionelle Affordances schränken physische Affordances ein, weil ihre Ausführung oft sozial unverträglich oder per Gesetz verboten ist. Zum Beispiel ist die Affordance einer Strasse „fahren“, doch gibt es Geschwindigkeitsbeschränkungen.
- Mentale Affordances werden durch eine Kombination der ersten beiden Arten hervorgerufen. Wir finden uns oft in Entscheidungssituationen, bei denen wir zwischen Mengen an physischen und sozial-institutionellen Affordances auswählen müssen.

Im nächsten Abschnitt wird die Integration solcher Theorien in Location-Based Decision Services aufgezeigt mit dem Ziel, eine aus Benutzersicht ansprechendere Form von LBS zu schaffen.

4. Anwendungen benutzerzentrierter raum-zeitlicher Dienste

4.1 Personalisierte standortbasierte Entscheidungsunterstützung

4.1.1 Szenario

Ein Reisender befindet sich in einer fremden Stadt und sucht zur Übernachtung ein Hotel. Heutige LBS erlauben die Suche nach allen Hotels im Umkreis von zum Beispiel 500m. Der Reisende sucht aber ein Hotel, das seinen Anforderungen entspricht, wie etwa ein ansprechender Preis, ein eigenes Bad und die Möglichkeit einer längeren Nutzung des Zimmers am nächsten Morgen. All diese Kriterien sind subjektiv und erfordern unterschiedliche Gewichtungen in Abhängigkeit vom jeweiligen Benutzer. Diese Aufgabe kann von einem LBDS, welches qualitative Nutzerpräferenzen und eine multi-kriterielle Entscheidungsanalyse vorsieht, gelöst werden.

4.1.2 Lösungsansatz

Der Lösungsansatz basiert auf drei Einzelschritten:

1. Der Benutzer selektiert die Entscheidungskriterien.
2. Die vom Nutzer bevorzugten Kriterienwerte werden auf einer qualitativen Skala ausgedrückt.
3. Der Benutzer definiert die Wichtigkeit der einzelnen Kriterien.

Im ersten Schritt werden im konkreten Fall die Attribute der Kategorie „Hotel“, wie etwa Zimmerpreis, zur Verfügung gestellt. Der Benutzer kann dann Attribute nach Wunsch selektieren. Im Prinzip kann der Benutzer numerische Daten, Ordinal- und Nominaldaten auswählen. In der multi-kriteriellen Bewertung werden jedoch ausschließlich numerische Daten verwendet, was eine nachfolgende Transformation auf eine einheitliche numerische Skala erfordert. Schließlich definiert der Nutzer relative Gewichte anhand eigener Präferenzen. Diese Gewichte bestimmen den jeweiligen Einfluss in der zu kompensierenden Aggregation. Zum Beispiel kann, wenn das Attribut „Preis“ als doppelt so wichtig definiert wird wie das Vorhandensein eines eigenen Bades, ein hoher Preis nicht voll von einem eigenen Bad kompensiert werden. Standardmäßig werden die Gewichte auf $1/n$ gesetzt, um n gleich wichtige Kriterien zu repräsentieren. Mathematisch wird der Wert einer Alternative i als $s_i = \sum w_j x_{ij}$ berechnet, wobei w_j das Gewicht des Kriteriums j und x_{ij} der standardisierte Attributwert der Alternative i für das Kriterium j darstellen [9].

4.1.3 Umsetzung

Ein Prototyp dieses personalisierten LBDS wurde mit ESRI® ArcPad™ und einem Datensatz für die Stadt Münster umgesetzt. Das Szenario wurde durch Analyse von unterschiedlichen Benutzertypen (Geschäftsreisender, Tourist, Rucksacktourist) getestet [16]. Abbildung 2 zeigt die Selektionsmaske der Kriterien für den Benutzer und das Ergebnis der Bewertungsmethode. In der resultierende Karte sind alle Hotels (rot markiert) mit den jeweiligen Werten der Berechnung, die im Umkreis von 500m um die aktuelle Position des Benutzers liegen und deren Werte zu den drei besten Gesamtwerten gehören. Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse der multi-kriteriellen Entscheidungsanalyse für das Profil des Geschäftsreisenden. Ein Hotel erreicht den maximalen Wert von 3,00. Die Werte der anderen Hotels innerhalb der Bufferzone haben Werte von 2,74 bzw. 1,74 (nicht angezeigt, weil nicht zu den drei besten gehörend). Der Grund für diese Unterschiede, auch im Vergleich zu den anderen Profilen, lässt sich durch die höheren Gewichte des Geschäftsreisenden für die Attribute „private bath“ und „check-out time“ (je 37%) erklären. Der Hotelpreis wird von der Firma erstattet und ist deshalb für den Geschäftsreisenden von untergeordneter Bedeutung.



Abbildung 2: Mobiles System zur Hotelsuche in Münster.

4.2 Nutzerzentrierte Zeitgeographie für LBDS

4.2.1 Szenario

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 einen Location-Based Decision Service, welcher 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 Kleimann. 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 ist 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 [12]. Sie soll im nächsten Abschnitt vorgestellt werden.

4.2.2 Lösungsansatz

Der Lösungsansatz basiert auf einer Integration von Zeitgeographie und der erweiterten Theorie von Affordances. Dies erlaubt sowohl eine Modellierung von Raum-Zeit Mechanik, als auch von menschlicher Interaktion als nutzerspezifische Aktionsmöglichkeiten. Die Integration beider Theorien stützt sich auf folgende Modellierungen:

1. Modellierung von zeitgeographischen Beschränkungen durch erweiterte Affordances.
 2. Modellierung von Benutzerpräferenzen durch erweiterte Affordances.
 3. Modellierung von hierarchischen Aufgaben durch hierarchische Raum-Zeit-Prismen.
- Man erhält so eine Repräsentation der benutzer-spezifischen Ebene mit Zeitbeschränkungen und hierarchisch strukturierten Aufgaben.

Abbildung 3 verdeutlicht die Repräsentation einer Autoritätsbeschränkung. Die Raum-Zeit Stationen werden als Mengen von Affordances modelliert. Die Abbildung veranschaulicht eine legale Restriktion: Parken ist nur zu bestimmten Zeiten erlaubt. Obwohl die physische Affordance (Paff) des Parkens zwischen t_1 und t_4 besteht, wirkt zwischen t_2 und t_3 die negative sozial-institutionelle Affordance (Slaff) „nicht parken“. Der Raum-Zeit Pfad des Autos überschneidet sich in diesem Zeitintervall deshalb nicht mit der Raum-Zeit Station.

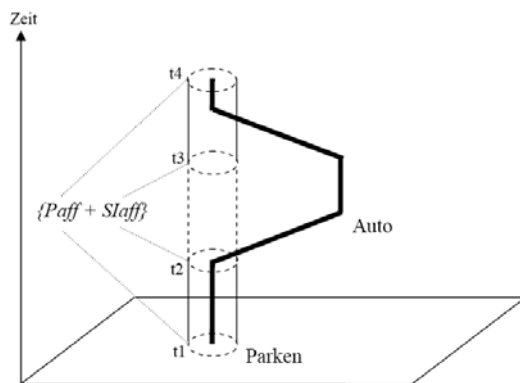


Abbildung 3: Autoritätsbeschränkung.

Benutzerpräferenzen werden in diesem Modell als gewünschte Aktivitäten dargestellt und führen in weiteren Berechnungsschritten zu einer Reduktion der Affordance-Mengen an Raum-Zeit Stationen auf Teilmengen. Hierarchische Aufgaben und Kombinationen von Aufgaben werden durch Hierarchien von Raum-Zeit Prismen repräsentiert. Diese Hierarchien dienen als Basis für die Suche nach optimalen Lösungen in einer raum-zeitlichen Umgebung.

4.2.3 Umsetzung

Abbildung 4 demonstriert den Prozess des Schließens im LBDS gemäß der nutzerzentrierten raum-zeitlichen Theorie für das vorgestellte Szenario. Die Zahlen beziehen sich dabei auf die Affordances in Tabelle 1, welche auch die festen und flexiblen Aktivitäten sowie die Präferenzen des Benutzers anführt. Die Beantwortung der Anfrage an das LBDS kann durch geometrische Verschneidungen von räumlich-zeitlichen Mengen visualisiert werden. Die folgenden Schritte werden dazu durchgeführt:

1. Markieren von festen Aktivitäten.
2. Festlegen von Raum-Zeit-Prismen für Transportmittel.
3. Markieren der Affordance-Mengen an Raum-Zeit-Stationen.
4. Verschneidung von Raum-Zeit-Prismen und Affordance-Mengen.
5. Verschneidung des vorherigen Resultats mit Nutzerpräferenzen.
6. Berechnung and Analyse von Raum-Zeit-Pfaden.
7. Kommunikation des Ergebnisses.

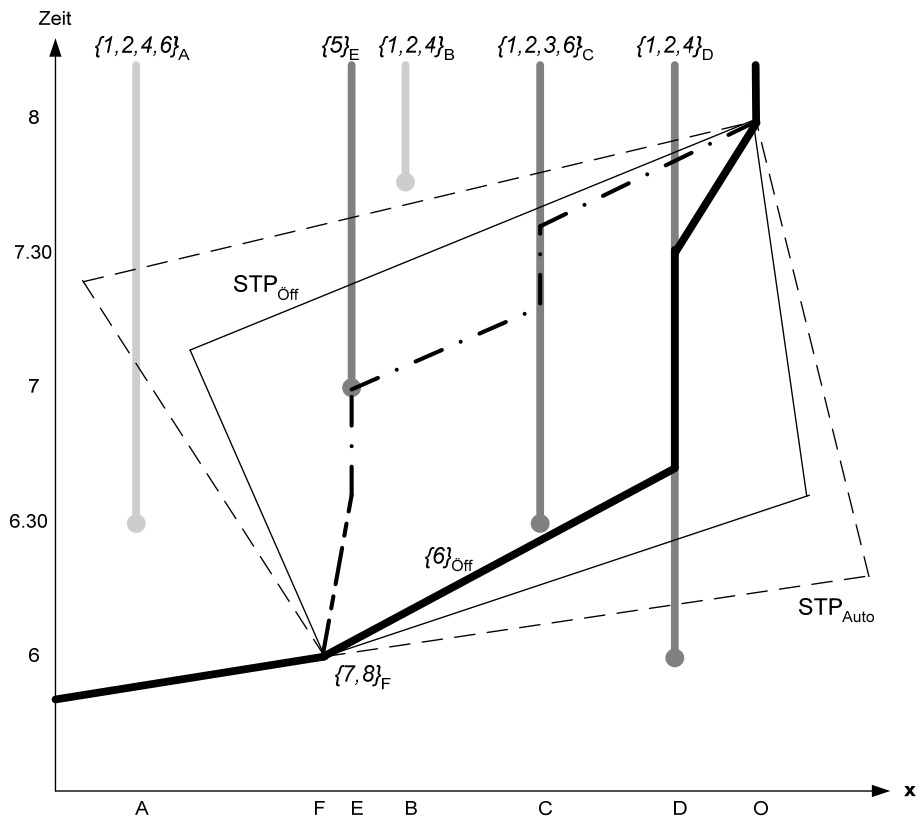


Abbildung 4: Nutzerzentrierte raum-zeitliche Theorie angewendet auf das Szenario.

Konkret wird die Methode folgendermaßen angewendet: Der Geschäftsreisende hat zwei feste Aktivitäten: er kommt um 6 Uhr am Flughafen F an und muss um 8 Uhr bei einem Treffen in der Firma O sein. Er hat zwei Möglichkeiten, um zu dem Treffen zu gelangen – mit dem Auto oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln (Paffs 7, 8). Das LBDS berechnet nun zwei unterschiedliche Raum-Zeit Prismen für die Fortbewegungsarten (STP_{Auto} , $STP_{Öff}$). Danach werden die Affordance-Mengen für die Orte A (Cafe), B (Cafe), C (Cafe), D (Bistro) und E (Kiosk) markiert. Nach der Verschneidung mit den Prismen reduziert sich die Anzahl der relevanten Orte auf vier. Diese Mengen werden danach mit der Menge der Benutzerpräferenzen geschnitten, dadurch wird A eliminiert, weil STP_{Auto} durch die Präferenz „Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel“ verschwindet. Die übrigen Mengen C, D und E dienen als Input für die Berechnung möglicher Raum-Zeit Pfade. Als Endergebnis wird vom LBDS der durch eine durchgehende Linie markierte Pfad ausgegeben, weil hier alle Nutzerpräferenzen erfüllt sind (inklusive der Zeitmaximierung bezüglich der Aufenthaltsdauer im Cafe).

	Benutzer	Affordances
Feste Aktivitäten	am Flughafen ankommen	1 Espresso trinken
	am Treffen teilnehmen	2 Bagel essen
Flexible Aktivitäten	zum Treffen fahren	3 Sandwich essen
	frühstücken	4 Zeitung lesen
	Zeitung lesen	5 Zeitung kaufen
	telefonieren	6 telefonieren
Präferenzen	öffentliche Verkehrsmittel benutzen	7 mit Auto fahren
	Espresso trinken (zum Frühstück)	8 öffentliche Verkehrsmittel benutzen
	Bagel essen (zum Frühstück)	
	Zeit maximieren für Frühstück	

Tabelle 1: Aktivitäten, Benutzerpräferenzen und Affordances aus dem Szenario.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit hat mit Location-Based Decision Services eine neuartige Form von mobiler räumlicher Entscheidungsunterstützung vorgestellt. Diese Dienste berücksichtigen individuelle Nutzerpräferenzen, zeitliche Bedingungen und die möglichen Teilaufgaben eines Benutzers. Sie stellen deshalb eine Erweiterung von gängigen LBS dar. Anhand von drei kognitiven und geographischen Theorien und deren Integration in LBDS wurde weiters die Wichtigkeit interdisziplinärer Forschung für den Bereich der mobilen räumlichen Entscheidungsunterstützung aufgezeigt. Zwei Szenarien, welche die Benutzung von LBDS durch Geschäftsreisende darstellen, dienten als praktische Beispiele, um die Nutzbarkeit dieser Dienste zu demonstrieren.

Zukünftige Arbeiten erfordern eine genaue Untersuchung der Nützlichkeit und Akzeptanz solcher Dienste anhand von Tests mit Versuchspersonen. Im Vordergrund stehen dabei sowohl das Design der Benutzerschnittstellen, als auch die vorgeschlagenen Methoden zur räumlich-zeitlichen Entscheidungsunterstützung. Ein weiterer Punkt betrifft die Architektur der Dienste: Die vorgestellte Implementierung des Hotelsuchdienstes ist vollständig Client-basiert, obwohl LBS typischerweise Serverzugang verlangen, um die verwendeten Daten aktuell zu halten. Forschungsfragen bezüglich der nutzerzentrierten Zeitgeographie für LBDS betreffen einerseits die Messung von Nutzerpositionen und die Bestimmung der Affordances für Raum-Zeit Stationen. Probleme ergeben sich anhand von Unsicherheiten und bei der Berechnung von Raum-Zeit-Prismen in Echtzeit während der Nutzerbewegung. Schließlich muss die vorgestellte Methode formal repräsentiert (siehe dazu auch [17]) und implementiert werden.

Danksagung

Mein Dank gebührt Claus Rinner, Harvey Miller und Scott Bridwell für die Mitwirkung an den vorgestellten Forschungsarbeiten. Kommentare von Carsten Kessler dienten der Verbesserung des Manuskripts.

Referenzen

1. Longley, P., et al., *Geographic Information Systems and Science*. 2001, Chichester, England: Wiley. 454.
2. Frank, A., *The Change from Big GIS to Small GIS*, in *ICTPA'99*. 1999: Bucharest, RO.

3. Raubal, M., *Wayfinding in Built Environments: The Case of Airports*. IfGIprints, ed. W. Kuhn and U. Streit. Vol. 14. 2002, Solingen, Germany: Verlag Natur & Wissenschaft. 138.
4. Küpper, A., *Location-Based Services - Fundamentals And Operation*. 2005, Chichester, England: Wiley. 365.
5. Staudinger, M. and B. Haselgrübler, *Die Genauigkeit der Ortsbestimmung mit Mobilfunkgeräten bei der automatischen Standortbestimmung in Notfällen*, in *Geoinformation mobil*, A. Zipf and J. Strobl, Editors. 2002, Wichmann: Heidelberg. p. 150-156.
6. Beinat, E., *Location-based Services - Market and Business Drivers*, in *GeoInformatics*. 2001. p. 6-9.
7. Winter, S., E. Pontikakis, and M. Raubal, *LBS for Real-Time Navigation - A Scenario*, in *GeoInformatics*. 2001. p. 6-9.
8. Zipf, A., *User-Adaptive Maps for Location-Based Services (LBS) for Tourism*, in *Proceedings of the 9th International Conference for Information and Communication Technologies in Tourism, Innsbruck, Austria*, K. Wöber, A. Frew, and M. Hitz, Editors. 2002, Springer: Heidelberg, Berlin.
9. Malczewski, J., *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. 1999, New York: John Wiley. 392.
10. Jankowski, P., *Integrating Geographical Information Systems and Multiple Criteria Decision-Making Methods*. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1995. **9**(3): p. 251-273.
11. Hägerstrand, T., *What about people in regional science?* *Papers of the Regional Science Association*, 1970. **24**: p. 7-21.
12. Raubal, M., H. Miller, and S. Bridwell, *User-Centred Time Geography For Location-Based Services*. *Geografiska Annaler B*, 2004. **86**(4): p. 245-265.
13. Gibson, J., *The Theory of Affordances*, in *Perceiving, Acting, and Knowing - Toward an Ecological Psychology*, R. Shaw and J. Bransford, Editors. 1977, Lawrence Erlbaum Ass.: Hillsdale, New Jersey. p. 67-82.
14. Gibson, J., *The Ecological Approach to Visual Perception*. 1979, Boston: Houghton Mifflin Company. 332.
15. Raubal, M., *Ontology and epistemology for agent-based wayfinding simulation*. *International Journal of Geographical Information Science*, 2001. **15**(7): p. 653-665.
16. Raubal, M. and C. Rinner. *Multi-Criteria Decision Analysis for Location Based Services*. in *Geoinformatics 2004, 12th International Conference on Geoinformatics*. 2004. 7-9 June, 2004, Gävle, Sweden: Gävle University Press.
17. Miller, H., *A Measurement Theory for Time Geography*. *Geographical Analysis*, 2005. **37**: p. 17-45.

Prof. Dr. Martin Raubal
 Institut für Geoinformatik, Universität Münster
 Robert-Koch-Str. 26-28, D-48149 Münster
 raubal@uni-muenster.de