

Verkehrsmodelle – Rückgrat für intelligente Verkehrssysteme

Udo Heidl

PTV AG, Stumpfstrasse 1, 76131 Karlsruhe, Germany

Thomas Haupt

PTV AG, Stumpfstrasse 1, 76131 Karlsruhe, Germany

Abstract

Makroskopische Verkehrsmodelle werden seit vielen Jahren in der Verkehrsplanung eingesetzt, um Maßnahmen im Straßennetz oder auch im Angebot des öffentlichen Verkehrs quantitativ zu bewerten. Neben diesem klassischen Einsatzgebiet gewinnen diese Modelle eine immer größere Bedeutung beim Einsatz von Verkehrsmanagementsystemen im Bereich der Verkehrslageschätzung, der kurzfristigen Verkehrsprognose und der Korridor- oder Netzsteuerung.

Auf der Nachfrageseite stellen Verkehrsmodelle Quelle-Ziel Matrizen definierter Zeitintervalle (z.B. stundenfein) bereit und ermöglichen so eine netzweite Optimierung der Verkehrsströme

Auf der Angebots- oder Netzseite können für Verkehrsmodelle Navigationsnetze eingesetzt werden, wenn diese entsprechend aufbereitet werden. Die Methoden dazu werden dargestellt. In Verbindung mit detaillierten Verkehrsumlegungsverfahren können sich daran Level-of-Service-Berechnungen und LSA-Optimierungen anschließen.

Der Schwerpunkt dieses Artikels liegt bei den Verkehrsmodellen. Am Beispiel der Aktualisierung und Erweiterung des Verkehrsmodells München wird aufgezeigt, warum und wie Verkehrsmodelle in Zukunft das Rückgrat für das Verkehrsmanagement darstellen werden.

Keywords

Multimodal, Verkehrsmodell, Verkehrsmanagement, Navigationsnetze, Level of Service, LSA-Optimierung

EINFÜHRUNG

Für Anwendungen im Bereich des Verkehrsmanagements muss die Nachfrageseite möglichst zeitdynamisch abgebildet werden. Das kann dadurch erreicht werden, dass die Wege der Aktivitätenmuster in Paare von Quell- und Ziel Aktivitäten aggregiert werden (vgl. [2] Fellendorf, M et al.). So werden bspw. die aus dem Muster Wohnen-Arbeiten-Einkaufen-Wohnen resultierenden Wege in drei Nachfragesegmente aggregiert. Für jedes dieser Nachfragesegmente wird mithilfe einer Ganglinie die Verteilung der Wege über den Tag quantifiziert. In München konnten diese Verteilungsdaten der MID-MUC entnommen werden. Differenzierungen der Wegezwecke (Zielaktivitäten) im Freizeit- und Einkaufsbereich wie z.B. die Unterscheidung von Segmenten im Freizeitverkehr (Erledigungen, Besuche, Sport, Kultur) ermöglichen weitere räumliche und zeitliche Präzisierungen.

Der Artikel beschäftigt sich zunächst mit den Daten, die für die Erstellung der Strukturdatenbasis für das Verkehrsmodell München verwendet wurden. Dieses Thema wird umrahmt mit

Erläuterungen zu den weiteren Komponenten des Verkehrsmodells, wie Verhaltensdaten und die zeitliche Verteilung des Verkehrs.

Anschließend werden die Netz- und Fahrplandaten behandelt. Das im Rahmen der Verkehrsagentur Bayern entwickelte Intrest-Modell gibt hier den Rahmen für ein multimodales Netzmodell vor, das sowohl das Straßennetz als auch das ÖV Netz mit genauen Linien- und Fahrplandaten enthält.

Über das Konzept von Oberknoten können auch im hochaufgelösten digitalen Streckennetzmodell LSA Programme oder Vorfahrtsregelungen abgebildet werden. Das Konzept wird an ausgewählten Streckenzügen in München erläutert. Daneben werden Anwendungen in Hillsboro (USA) und London kurz dargestellt.

Abschließend wird dann die gesamte Modellarchitektur und eine praktische Anwendung vorgestellt.

DATENBASIS DES VERKEHRSMODELLS MÜNCHEN

Klassische makroskopische Verkehrsmodelle bestehen bezüglich der verwendeten Daten aus drei Hauptkomponenten.

- (1) Netzdaten (-modell)
- (2) Strukturdaten
- (3) Verhaltensdaten

(1) Netzdaten

Die Netzdaten des Verkehrsmodells München wurden unter Zugrundelegung des Intrest-Datenmodells (Landwehr, M., Ortgiese, M [1]) aus einem digitalen Navigationsnetz gewonnen. Dabei wurden alle Tabellen, die für ein korrektes Routing benötigt werden, übernommen. Hierzu zählen vor allem:

- Knoten
- Strecken
- Abbieger
- Einbahnstraßen

Zur Ableitung der Kapazität kann im Außerortsbereich auf das Attribut Anzahl Fahrspuren zurückgegriffen werden. In Verbindung mit der maximal zulässigen Geschwindigkeit können daraus so genannte Streckentypen abgeleitet werden. Für innerstädtische Anwendungen müssen die Daten noch weiter verfeinert werden. Hierzu wurden auch Luftbilder (Google Earth) und vorhandene Netzbeschreibungen verwendet. Unten stehende Tabelle gibt einen Ausschnitt der verwendeten Streckentypen wieder:

STRECKENTYP	Beschreibung	NAME	Verkehrssysteme	Anzahl Fahrstreifen	V ₀ (km/h)	Tageskapazität	Stundenkapazität	Tagesfaktor
37	Innerorts 4 Fahrstreifen 60 km/h	2io 4FS 60	B,FH,P,R, Rad,W	4	60	61600	4400	14
38	Innerorts 3 Fahrstreifen 60 km/h	2io 3FS 60	B,FH,P,R, Rad,W	3	60	46200	3300	14
39	Innerorts 3 Fahrstreifen 50 km/h	2io 3FS 50	B,FH,P,R, Rad,W	3	50	46200	3300	14
40	Innerorts 2 Fahrstreifen 60 km/h	2io 2FS 60	B,FH,P,R, Rad,W	2	60	30800	2200	14
41	Innerorts 2 Fahrstreifen 50 km/h	2io 2FS 50	B,FH,P,R, Rad,W	2	50	28000	2000	14
42	Innerorts 1 Fahrstreifen 60 km/h	2io 1FS 60	B,FH,P,R, Rad,W	1	60	14000	1000	14
43	Innerorts 1 Fahrstreifen 50 km/h	2io 1FS 50	B,FH,P,R, Rad,W	1	50	14000	1000	14
44	Innerorts 1 Fahrstreifen 40 km/h	2io 1FS 40	B,FH,P,R, Rad,W	1	40	11200	800	14

Alle wichtigen Knoten im Netz sind bzgl. ihrer Topologie detailliert modelliert und als Oberknoten zu einem Netzobjekt zusammengefasst. Das Netzmodell ist somit in der Lage, auch genaue verkehrstechnische Daten (Knotengeometrie, LSA Daten) aufzunehmen und diese z.B. bei Reisezeit- bzw. Wartezeitberechnungen zu berücksichtigen. Das folgende Bild zeigt ein Beispiel für berechnete mittlere Wartezeiten und den sich daraus ergebenden Level of Service an verschiedenen Knoten in einem Netz. Alle Knoten wurden dafür mit den entsprechenden verkehrstechnischen Daten versorgt.

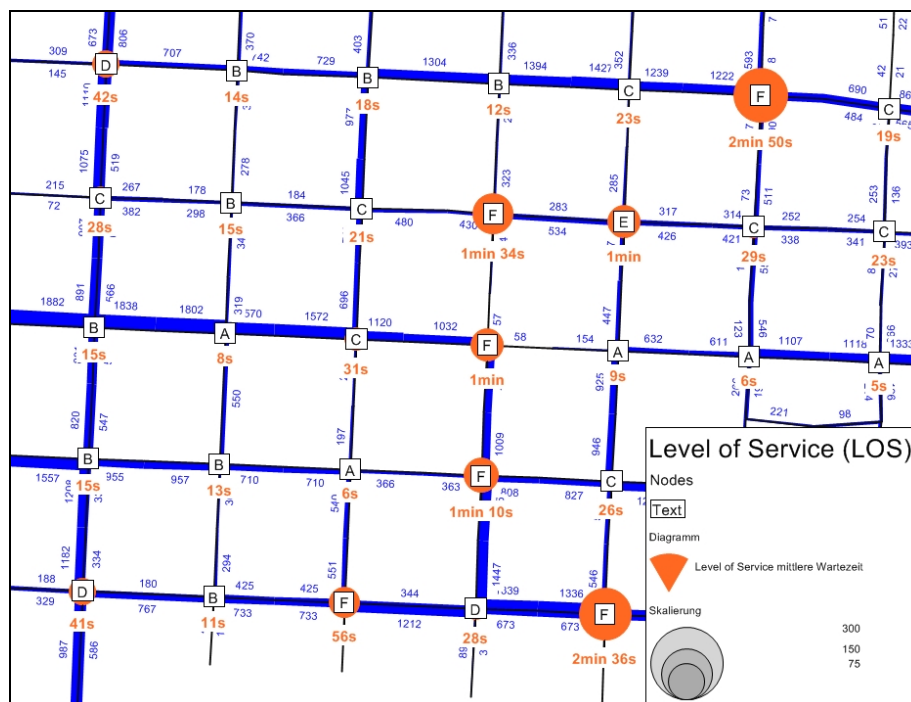


Abbildung 1: Darstellung Wartezeiten und Level of Service an Knoten

Die ÖV Netzdaten wurden aus dem Fahrplanauskunftssystem des MVV über eine Standard-schnittstelle (erweitertes VDV424-Format) in das Netzmodell übernommen. Dazu wurden zunächst alle Haltestellen und Haltepunkte in das Netzmodell integriert. Beim Einlesen der Fahrplan- und Liniendaten führt VISUM ein „Matching“ der ÖV-Linienwege auf dem Navigations-Streckennetz durch. Die Attribute und die Topologie des Straßennetzes bleiben dabei erhalten.

(2) Strukturdaten

Für die Beschaffung der Strukturdaten der Verkehrszellen müssen verschiedene Quellen verwendet werden. So verfügen Städte und Kommunen über Informationen zu Einwohnern, Arbeitsplätzen und Ausbildungsplätzen. Für das Verkehrsmodell München konnten auch Daten zu Verkaufsflächen von der Stadt München übernommen werden. Daten zur räumlichen Verteilung von Einkaufs- und Freizeitverkehr lassen sich von kommerziellen Anbietern oder auch durch eigene Recherche im Internet ermitteln.

(3) Verhaltensdaten

Die Verhaltensdaten stammen im Fall des Verkehrsmodells München aus den Erhebungen im Rahmen der MID 2002 und der Erweiterungsstudie MID-MUC. Im Wegebogen der MID wurde sehr differenziert nach dem Wegezweck des einzelnen Weges gefragt, was für die Ableitung von zeitlichen Ganglinien der im Modell berücksichtigten Wegezwecke sehr bedeutend ist. Ansonsten konnten aus der MID noch Informationen zur Mobilität der Bevölkerung, zu den Reiseweiten der verschiedenen Wegezwecke und zum Modal Split ermittelt werden.

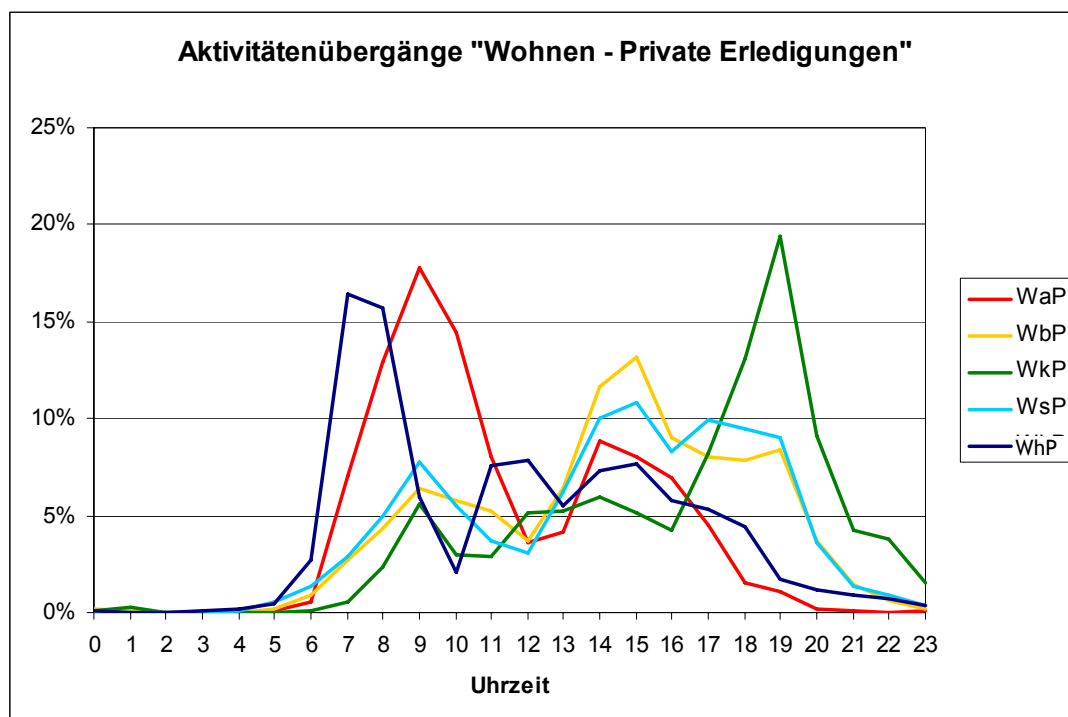


Abbildung 2: Aktivitätenübergänge Wohnen – Private Erledigungen
 für die Unteraktivitäten a=Arzt/Bank/Post/etc. b=Besuche/Krankenhaus/Fortbildung
 k=Kultur/Restaurant s=Sport/Grünanlagen h=Bringen/Holen

MODELLARCHITEKTUR

Das Verkehrsmodell München ist ein komplexes Verkehrsmodell, das die Modellschritte Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung, Modal Split und Verkehrsumlegung durch eine VBA basierte Steuerungskomponente verbindet. Dazu wurde der gesamte Berechnungsprozess in folgende Teile zerlegt:

- Schritt 1: Berechnung der Widerstandsmatrizen Strasse und ÖV
- Schritt 2: Berechnung Verkehrserzeugung und Verkehrsverteilung
- Schritt 3: Berechnung Modal Split durch Rückkopplung der Fahrzeiten aus der Umlegung
- Schritt 4: Abschließende Umlegung Strasse und ÖV

Das Nachfragemodell basiert auf einer Segmentierung in verschiedene Personengruppen, Wegezwecke und Verkehrsmittel. Das Verkehrsmodell München berücksichtigt 20 verschiedene Personengruppen, 17 Wegezwecke und 5 verschiedenen Verkehrsmittel.

Die Berechnung wird mit einem VBA/COM Programm gesteuert, so dass die gesamte Modellberechnung automatisiert durchgeführt wird. Nachdem das Modell für einen ganzen Tag berechnet wurde, können für jede beliebige Stunde Nachfragematrizen erzeugt werden. Dazu wird die Verkehrsmenge in Abhängigkeit des Quell- und Zielzwecks (z.B. Wohnung - Arbeit) der berechneten Wege für die betreffende Stunde bestimmt. Die Auswahl der Stunden kann ebenfalls über die Steuerungskomponente des Modells getroffen werden.

REFERENCES

- [1] Landwehr, M., Ortgiese, M.: INTREST – Intermodal referencing system for Transport related data, ERTICO - ITS Europe, technical paper presented at 10th World Congress on ITS, Madrid, 2003
- [2] Fellendorf, M., Haupt, Th., Heidl, U., Scherr, W. (1997) PTV VISION: Activity-based demand forecasting in daily practice, Activity-Based Approaches to Travel Analysis, Elsevier, Oxford, 55-72

The Development of Travel Information Systems in Hong Kong

Mei Ling Tam

Department of Management, City University of Hong Kong, Tat Chee Avenue, Kowloon, Hong Kong, China

Abstract

Traffic congestion is a great concern in many countries owing to the increase in population size. One way to alleviate traffic congestion is to make use of the advanced communication technologies to inform the community the latest traffic condition. Hence, the community can adjust their travel choices, including departure time choice, route choice and mode choice, accordingly. However, the effectiveness of the provision of travel information for alleviating traffic congestion depends on the usefulness of the information as well as the cost for obtaining such information. In this research, a case study is carried out in Hong Kong to evaluate the usage rate of travel information provided by various media, and the potential market of a new medium providing travel information.

In Hong Kong, passenger journeys are heavily rely on a multi-modal transport network, which comprises a high capacity railway, buses, public light buses, taxis and ferries. The statistics of the Transport Department of Hong Kong (TDHK) show that the public transport patronage increased by 8% in the past decade. It is also found that there are about 275 licensed vehicles for every kilometer of road, and it is expected that greater and greater strains will be placed on the transport system. However the topography of Hong Kong makes it difficult to provide additional road capacity in the heavily built up areas. Thus, to assist better trip planning and alleviate the traffic congestion, the necessities of the provision of travel information is of concern.

In view of this, the TDHK introduced the Advanced Traveler Information System prototype, Journey Time Indication System (JTIS), in mid-2003. This system provides current traffic conditions in terms of travel times via displays on gantry signs near major roads. It was estimated that, with the introduction of the JTIS, the traveling time of 5% of the daily 260,000 passenger trips during the peak hours could be reduced by three minutes. Surveillance Closed Circuit Television (CCTV) systems are also available for capturing video images and snapshots of traffic condition of some major road corridors. Travelers can view the images from the website of the TDHK, and make an informed choice on the quickest way of moving around.

However, both the JTIS and CCTV systems mainly benefit the car drivers, who have free route choices, rather than the public transport users. Hence, there is a need to provide more information regarding the public transport services.

In this regard, the public transport operators provide free travel information to their users. For instance, some of the bus termini have been equipped with an integrated information system. This system provides passengers up-to-date information on departure times of the bus services as well as keeps passengers informed of emergency messages such as those about traffic disruptions.

Despite the fact that travel information is all around us, limited studies have been conducted for investigating the actual needs of the travelers, and whether they aware and make use of such information. Thus, based on the data collected from a telephone interview, in this paper, we first study the public awareness towards existing travel information systems in Hong Kong. Factors affecting the demand of real-time travel information are then investigated, so as to recommend strategy for future developments.

According to the survey results, we found that over 80% of the respondents aware the availability of travel information from television news and/or radio broadcasting, while around 60% of them make use of such travel information for their travel choice decisions. It is found that slightly less than 50% of the respondents know they can access real-time travel information from the website of TDHK. Among those who know the provision of travel information from this medium, only 16% of them use the information. This suggesting that the publicity of TDHK is inadequate, and the Department has to pay more effort to ensure the real-time travel information reached the community efficiently.

In view of the technology advancement and popularity of third generation (3G) mobile service since January 2004, the TDHK had promoted collaboration efforts with private sectors in providing better travel information to the community in January 2007. 3G mobile service users can browse the CCTV snapshots of real-time travel conditions as well as traffic speed information on major road corridors from the TDHK's website, with no additional fee on top of the basic 3G service plan would be charged during a 6-month trial period.

The survey results indicated that 45% of the respondents know they can access real-time travel information from the website of TDHK via 3G mobile devices. After introducing the new 3G application to all of the respondents, around 60% of them claimed that they would subscribe such application if it is free of additional charge.

In the survey, the respondents were also asked to state their subscription of this new 3G application given some hypothetical monthly service charges. According to the stated preference responses, increasing the monthly service charge would certainly reduce the demand of this new 3G application.

In order to assess the market penetration, or refers to as the subscription rate, of the new 3G travel information application in Hong Kong, a logit model is developed. The model results showed that a market does exist for the provision of real-time travel information in Hong Kong, but the market size diminished with increasing service charges, significantly. It is also found that the market penetration of the 3G travel information application has been influenced by both demographic and trip characteristics. Travelers who currently obtaining travel information from TDHK's website and those depart from home in the morning peak period would have a greater chance to subscribe the new 3G application. Higher income groups also have a greater likelihood to use the application.

Further analysis is then carried out to determine the charges for subscribing real-time travel information, so as to maximize the revenue of the service providers. It is suggested that service providers can set different pricing schemes for different types of users. For example, in this paper, we classified the respondents into current users and non-current users of the travel information provided from TDHK's website for the sensitivity analysis. The results indicated that slightly lower charge should be applied to non-current users so as to attract them to subscribe such travel information.

An Approach to Personalized Route Planning Based on Fuzzy Sets

Amine Mokhtari

IRISA/ENSSAT, Université de Rennes 1, 6, Rue de Kerampont, BP 80518, 22305 Lannion Cedex, France

Olivier Pivert

IRISA/ENSSAT, Université de Rennes 1, 6, Rue de Kerampont, BP 80518, 22305 Lannion Cedex, France

Allel Hadjali

IRISA/ENSSAT, Université de Rennes 1, 6, Rue de Kerampont, BP 80518, 22305 Lannion Cedex, France

Abstract

The aim of a route planner is to help users select a route between two locations. In such a context, *personalization* mechanisms are needed for taking into account *user preferences* so as to identify the most convenient route among a set of possible solutions. In this paper, we propose an approach for modelling complex user preferences in the case of *unimodal route planning*. It relies on *fuzzy set theory*. The choice of this framework is motivated in particular by the fact that it is very well suited to the interpretation of linguistic terms, which constitute a natural and rich way for a user to express his/her preferences.

We first provide a *typology* of preferences which make sense in the domain considered. Three different families of preferences are distinguished: spatial preferences, spatio-temporal preferences and intrinsic ones. The first family gathers preferences about roads, places or parts of the road network (for example: prefer a route which passes *across Brittany*), while the second family contains preferences that use time to express the validity period of a spatial preference (for example, avoid the city center *around noon*). Intrinsic preferences characterize the route as a whole. They involve qualitative criteria such as *expensive*, *fast*, *safe*, and so on. Among the most intuitive features of a route, let us mention: rapidity, length, safety, cost and comfort.

Then, a formal query language based on *tuple relational calculus* dedicated to a *unimodal point-to-point route planning* is described. In particular, we outline the syntax of this language and we present several illustrative examples. Route query evaluation is addressed in our study as well. The main idea is that for each route planning query evaluated the best *k* routes are returned. The major advantages of this way are its computational efficiency and the ease of its implementation, at the price of a slight approximation of the best answers set, with respect to an (intractable) algorithm which would explore the entire search space.

