

首都高速道路のランプ間OD交通量の変動特性とその推計手法一ETC-ODデータによる実証的研究-D3 西内裕晶

キーワード:ETC-ODデータ, OD交通量の変動, ベイジアンネットワーク

研究の背景

現在、首都高速道路では約80%の利用者がETCを利用している。その記録を集計することにより、OD交通量をETC-ODデータから計測することが可能である。それは、これまで知ることが困難であったOD交通量の変動特性の分析が可能であることを意味する。

OD交通量変動を考慮した交通計画・運用策の立案・ 評価の必要性は高まっており、またそこから得られる 知見は、将来のOD交通量を予測する上でも有用な知 見とすることが考えられる.

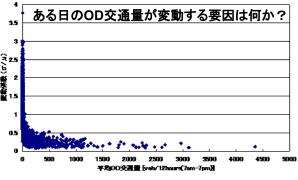
目的

本研究では、ETC-ODデータから得られるOD交通量データを利用して、将来OD交通量予測モデルの構築し、例えば、リアルタイムシミュレーションでの交通流予測時における交通状況を加味したOD表を提供すること等を目的とする。

尚, 本研究は, 首都高速道路(株)が推進する「新しい リアルタイムネットワークシミュレーション研究WG」で の検討の一環として実施されているものである.

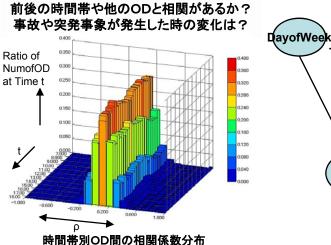
方法

研究課題1: OD交通量日変動分析



12時間平均OD交通量と変動係数の関係

研究課題2:OD交通量時空間相関分析



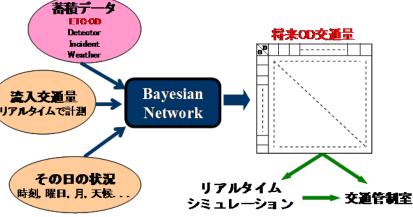
V o	80	0.051	0.071	0.024	0.028	0.025	0.180		
0.280	0.280	0.028	0.024	0.024	0.027	0.025	0.050		
1	100	0.026	0.024	0.024	0.027	0.025	0.051		
2	0.020	0.026	0.024	0.024	0.029	0.025	0.051		
0	1	0	0.026	0.024	0.024	0.029	0.050	0.026	
0	0	0	0.051	0.026	0.024	0.023	0.050	0.026	
0	0	0	0.051	0.026	0.024	0.023	0.057	0.050	0.026
0	130	0.077	0.048	0.038	0.029	0.050	0.026		
0	0	0	0.077	0.048	0.073	0.057	0.050	0.026	
0	0	0	0.077	0.095	0.073	0.057	0.050	0.026	
0	0	0	0.077	0.095	0.073	0.057	0.025		
0	0	0.077	0.095	0.073	0.075	0.026			
0	180	0.051	0.071	0.122	0.086	0.100	0.026		
0	0	0.077	0.048	0.049	0.029	0.150	0.026		
0	0	0.077	0.048	0.049	0.029	0.150	0.026		
0	0	0.051	0.071	0.025	0.073	0.014			
0	0	0.051	0.073	0.014	0.073	0.014	0.000		
0	0	0.051	0.074	0.028	0.000				
0	0	0.051	0.073	0.014	0.073	0.014	0.000		
0	0	0.051	0.074	0.028	0.000				
0	0	0.051	0.074	0.028	0.000				
0	0	0.051	0.074	0.028	0.000				
0	0	0.051	0.074	0.028	0.000				
0	0	0.051	0.074	0.028	0.000				
0	0	0.051	0.074	0.028	0.000				
0	0	0.051	0.074	0.028	0.000				
0	0	0.051	0.074	0.000	0.000				
0	0	0.051	0.048	0.049	0.028	0.000			
0	0	0	0.051	0.048	0.049	0.028	0.000		
0	0	0	0.051	0.048	0.049	0.028	0.000		
0	0	0	0	0.051	0.048	0.049	0.051	0.051	0.051

・アンケート調査等から推計 ・ある一日を代表 ・日・時間変動の考慮が難しい 従来のOD表

OD交通量変動 を考慮した 交通計画、交通節策等

旅行計画/交通管制業務 支援

本研究の位置づけ



OD交通量予測のフロー

研究課題3:OD交通量推計手法

Time of Day Day of Week Monday

(imeofDa

研究課題1,2で抽出されたOD交通量に影響を与える要因ならびに因果関係の知識を基に、ベイジアンネットワークの構築を行う.

ベイジアンネットワークとは、複数の確率変数間の定性的な因果関係をグラフ 構造によって表し、個々の変数間の定量的な関係を条件付確率で表す確率モ デルである.

0.024

Tuesday Wednesda Thursday Friday

nishiuch@iis.u-tokyo.ac.jp

Saturday Sunday



首都高速道路におけるOD交通量の日変動分析

D3 西内裕晶

キーワード:日変動要因,分散分析,多重比較

研究の背景・目的

首都高速道路上のOD交通量は日々変動しており、その要因について考察することは将来OD交通量予測だけでなく、交通計画や交通制御を考える際に、最も基礎的で重要な資料の一つとなる。

そこで本研究では、日々のOD交通量の変動に大きく影響を与える要因が何なのかについて考察を行う。尚、本研究は、首都高速道路(株)が推進する「新しいリアルタイムネットワークシミュレーション研究WG」での検討の一環として実施されているものである。

OD交通量の変動特性とODのグループ分け

本研究では、日変動要因分析と時間帯別曜日変動分析を行った. 日変動要因分析では12時間(7:00am-7pm)OD交通量データを, 時間帯別曜日変動分析では1時間交通量を用いた.

右図は平日12時間平均交通量と変動係数の関係と累積ODペア数の関係である. 図より, 平均OD交通量が高い水準でも, その平均値に対して10%程度変動していることが分かる.

また、以降の分析結果をODの特徴により考察するため、平日12時間交通量のレベルによって、次のように分類した.

交通量小: Ave < 50 [veh/12hours] → 5532 [OD Pairs]

交通量中 50 <= Ave < 500 [veh/12hours]→ 1077 [OD Pairs]

交通量大: 500 <= Ave [veh/12hours]→120 [OD Pairs]

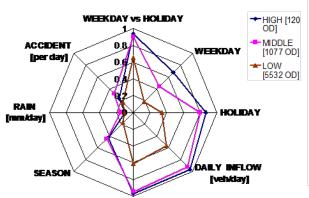
日変動要因分析

日変動の要因は,分散分析により明らかにする.抽出した要因は,

「曜日」,「日首都高流入台数」,「日渋滞量」,「季節」,「日降水量」,「日事故件数」

で,ある日を代表しうる指標である. 結果より,

- -平日間, 休日間で多くのOD交通量に有意な差が認められる. -季節, 降水量, 事故件数は日交通量に対して有意な差が認められなかった.
- -平日間の違いを見るため多重比較を行った. その結果, 金曜日は他の曜日に比べてOD交通量の分布が異なる傾向にあることが分かった.



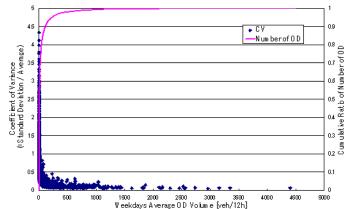
DAILY JAM [veh 1m]

▲グループ別分散分析結果▲ (各要因で有意差があったODの割合)

▼グループ別平日間多重比較結果▼

(曜日間で有意差があったODの割合, 赤枠は有意差が顕著な曜日の組合せ)

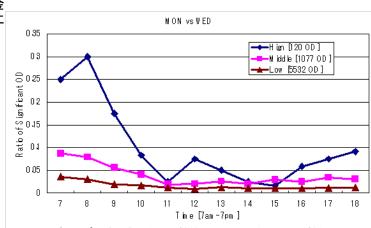
LOW	0.03	0.00	0.03	0.08	0.02	0.01	0.04	0.02	0.05	0.03
M DDLE	0.03	0.07	0.10	0.31	0.03	0.03	021	0.03	024	0.08
HIGH	0.10	0.14	0.23	0.59	0.04	0.06	0.43	0.03	0.35	0.13
	TUE	₩Ð	THR	₽RI	WED	THR	FRI	THR	FRI	₩I
	VS	VS	VS	VS	VS	\S	VS	VS	VS	VS
	MON	MON	MON	MON	TUE	TUE	TUE	₩Ð	₩Ð	THR



▲平均OD交通量と変動係数/累積ODペア数の関係▲

時間帯別曜日間変動分析

日変動要因分析により、いくつかのOD交通量は、「曜日」により変動することが明らかになった。一方で曜日という要因は、その日の時刻によってOD交通量へ与える影響が異なる可能性がある。例えば、休み明けである月曜日の朝のOD交通量の傾向は、火曜日の朝のそれとは異なる。などと推察できる。そこでここでは、時間帯別(1時間刻み)の多重比較により、各時間帯において、曜日間に有意差があるかどうかを分析した。



▼グループ別時間帯別多重比較結果(月曜日と水曜日の比較例)▼

その結果, 月曜日ついて, 時間帯によっては他の曜日とOD交通量との有意な差があることが分かった. 具体的には, 月曜日と水曜日を比較した場合, 日変動要因分析では, 交通量大のグループの内約14%が有意差が認められたのに対して, 時間帯別に見ると, 午前8時には約30%のODに各曜日間で有意差が見られた. この傾向は, 月曜日と火曜日を比べた際にも見られ, いくつかのODにおいて月曜日は, 時間帯によって他の曜日のOD交通量分布と異なる傾向にあると言える.

連絡先

nishiuchi@iis.u-tokyo.ac.jp



首都高速道路におけるOD交通量の時間的・空間 的な相関性の分析

D3 西内裕晶

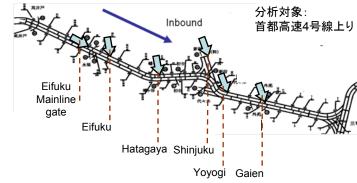
-ワード: 時間的な相関関係, 空間的な相関関係

研究の背景と目的

これまで、OD交通量が時々刻々 と変動していることは容易に想像

できても、それがどのように変動しているかを実証的に考察 することは不可能であった.

ここでは、ETC-ODデータより得られる30分間OD交通量を用 いて、それが時間的・空間的にどのように変動しているかを 首都高速道路4号線上りに着目し分析した. 最終的には, 事 故等が起きた際に時間的・空間的に交通量がどの程度30分 OD交通量に影響を及ぼすのかを考察する。このような知見 は、今後、リアルタイムでの交通運用を検討する際に、非常 に基礎的であるが、重要な資料となる.



方法

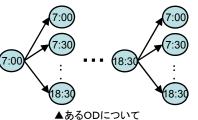
ここでは, あるODの各時間帯同士の相関関係(時間的)と他のODとの相関関係(空間的)を火曜日, 水曜日,木曜日のデータを用いて考察することとする. 具体的な手順については以下に示す.

分析対象のODペア

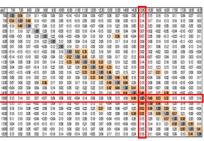
首都高速道路4号線上りにある各入口から派生するOD交通 量(30分単位, 午前7時から午後7時まで)に着目. OD数は右 表の通りである.また,相関関係を見るため,全日30分平均 OD交通量が0.5[veh/30min]以上の交通量があるODペアを 対象としている.

時間的な相関関係

- 1. ある時間帯のあるO Dの交通量と他の時間 帯の交通量との相関係 数を求める.
- 2. 相関関係が認められ た場合(相関係数が0.4 以上)に、その関係がど のくらい継続するかを確 認し、どのくらいのODが 時間的相関性を持つか を考察する. 例えば右 表のODでは、15時の 交通量はその前30分、 その後1時間半で正の 相関関係が見られる.



各時間帯同士の相関係数を算出▲



▲あるODの時間的な相関関係▲

集計

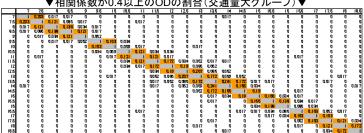
時間的な相関関係

ここでは、平均交通量によるODのグループごとに集計結果 を見る. グループは以下のように設定した.

交通量小:0.5<=Ave<1[veh/30min] → 85[OD Pairs] 交通量中: 1<=Ave<5[veh/30min] →154[OD Pairs] 交通量大: 5<=Ave [veh/30min] → 58[OD Pairs]

下表より,交通量が高いグループおいては,いくつかのODで は、ある時間帯の前後30分で相関性が認められた、他のグ -プでも少数ながら,このような相関性を確認した.

▼相関係数が0.4以上のODの割合(交通量大グル-



▼首都高速4号線上り入口とそれに対応するOD数▼

入口名 (OnRamp)	外苑 (Gaien)	代々木 (Yoyogi)	新宿 (Shinjuku)	幡ヶ谷 (Hatagaya)	永福 Œifuku)	永福本線 EffukuMah LineGate)
分析対象オプランク数 NumberofOffRamo)	18	26	48	55	65	85

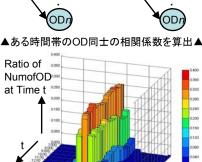
OD.

OD

空間的な相関関係

1. ある時間帯に着目し 各OD同士の相関係数 (OD を算出する.

2. OD同士で相関関係 が認められた場合に、ど のようなODとどのような ODで相関関係がある のかを考察する. 例えば 右グラフでは、ほとんど のOD同士が無相関で あるが、一部のOD同士 では相関係数が高いこ とが確認できる.



OD

▲時間帯別相関係数分布▲

空間的な相関関係

ここでは、永福本線料金所を入口とするODの空間的な相関 性を見る

▼相関係数が0.4以上であったOD間の割合(出口の路線別)▼



※但し、同一ODの相関係数は1となるため、集計より省いている。

表より、永福本線料金所からのOD交通量は、都心環状線、 1号羽田線, 2号目黒線同士で相関のあるODが存在するこ とが分かった. また, 永福本線料金所から4号線内へ向かう OD同士でも相関性が見られる. さらに、他の入口のOD交通 量との相関性もいくつか確認した. これらの出口(9号線以 外)は比較的4号線付近に存在し、4号線の交通状況によって、 OD交通量も他のODと共に変動していることが推測できる.

連絡先

nishiuch@iis.u-tokyo.ac.ip



ヾイジアンネットワークを用いたOD交通量推計方法

D3 西内裕晶

OD交通量推計 ベイジアンネットワーク 交通量変動要因 ーワード

これまで、OD交通量の推計に関する研究は多岐に渡って行われてきた、そして、首都高速道路にお 研究の背景 いては、ある日に全入口でアンケートを配布し、その回答結果に基づき、OD交通量データの作成を 行っている. しかしながら、このOD表では、ある平均的な1日を代表する資料であり、近年ITSの進展によって議論される、リア ルタイムでの交通制御を検討する場合には、その情報は、質・量ともに不十分であると言える。

一方で,首都高速道路のETC による料金支払いをする利用者は約80%に達している.その料金収受記録を集計することによ り、首都高速道路内の時間帯別OD交通量も計測することが可能である。これは膨大なOD交通量の蓄積データを得ることを意 味し,その過去の傾向に基づいて,将来のOD交通量を推計することが可能となる. すなわち, これは, 今後のリアルタイムでの 交通制御等を検討する際に重要な役割を果たすことが可能である.

目的

本研究では、ベイジアンネットワークを用いた将来OD交通量の推計手法を提案する. 具体的には、 これまで行ってきたOD交通量の分析から得られた変動要因を説明変数とし、ETC-ODデータの蓄積

データに基づいてベイジアンネットワークを構築することで、短期的に将来OD交通量の予測を行うものである、尚、本研究は、 首都高速道路(株)が推進する「新しいリアルタイムネットワークシミュレーション研究WG」での検討の一環として実施されている ものである.

ベイジアンネットワーク

ベイジアンネットワークとは、複数の確率変数間の定性的な因果関係を下図のような非巡回 な有向グラフ構造によって表し、個々の変数間の定量的な関係を条件付確率で表す確率モデ ルである。このモデルを使う利点としては一般に以下のようなことが挙げられる。

1. グラフ構造により確率変数間の関係が分かりやすい

これまでにニューラルネットワークなどのデータマイニング技術が発 展し、精度の高いアウトプットを出しているものの、そのモデルの構 造が不明確であり、アウトプットに対してインプット間の因果関係を 把握することが難しかった.

2. 有識者・経験者の知識をモデルに容易に導入可能

ベイジアンネットワークを構築する際には、入力するデータによって グラフ構造を学習する方法も確立されている。一方で、分析者が主 観的にノード間の関係を構築することも可能であり、柔軟なモデルの 構築が可能である.

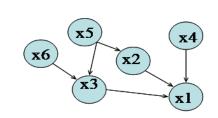
3. データに欠損が生じていても予測可能

完全データの場合は頻度によってその条件付確率を推定することが できるが、欠損などがある不完全データの場合でも、事前確率分布 を設定し、その分布に基づいて期待値の計算を行うことが可能であ る(EMアルゴリズム*) · *本村陽一, 岩崎弘利:ベイジアンネットワーク技術(2006), 電気代出版局

また、今回対象にした30分OD交通量は非常に高い水準の交

通量である。実際にほとんどのOD交通量はさらに小さい水準

で推移しており、さらに研究を進める際には注意すべき点で



CPT of $P(x1 \mid x2, x3, x4)$

X	2		()		1					
x.	3	0		1		O		1			
X.	4	0	1	0	1	0	1	1	1		
x1	0	0.2	0.3	0.1	0.15	0.6	0.65	0.7	8.0		
	1	0.8	0.7	0.9	0.85	0.4	0.35	0.3	0.2		

CPT: Conditional Probability Table

▲ベイジアンネットワークと条件付確率表(CPT)の例▲

適用例

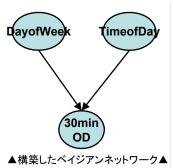
ここでは、OD交通量の推計例を示す. 対象ODは永福本線料金所から同一路線上にある外苑に向 かうODを評価する. 構築したベイジアンネットワークは、日変動要因分析で明らかになった、曜日と

時刻(30分刻み)を要因とするモデルである. 推定値は、各OD交通量レベルに対して求められた確率を用いて、ある時刻の期 待値を計算した.

右のグラフより、推定値は実 測値の平均的な値を推移し ていることが分かる. これは, 構築したベイジアンネット ワークの要因が曜日と時刻 のみであり、実測値の日の 交通状況を全く考慮していな いためである.

よって, 今後は, 予測時点の 直近の交通状況や、混雑度、 事故の有無等を要因として 取り込み、ある日のある時の OD交通量の推計を行う.

ある.



8 170 Volume 100 (Ve) 80 /Bomin 60

▲推定値と実測値(2006年12月4日月曜日)の比較

連絡先

対象OD:永福本線料金所→外苑▲

nishiuch@iis.u-tokyo.ac.jp