

プローブパーソン調査からの経路データを利用した動的OD推定*

Dynamic OD Estimation Using Path Data From Probe Person Survey*

三谷卓摩**・羽藤英二***

By Takuma MITANI**・Eiji HATO***

1. はじめに

大規模なネットワークを対象としたシミュレーションを行う場合には、動的なOD交通量を既知の値として与えなければならない。しかし、観測によってその値を得ることは困難である。そのため、従来からいろいろな方法を用いてOD交通量の推定が行われてきている。¹⁾ 一方、位置特定機能つき携帯電話やICタグによる人の行動に着目したプローブパーソン調査が実施されるようになってきており、この調査結果を用いた様々な成果が期待されている。本研究では、プローブパーソン調査から得られる経路データに着目し、松山での適用事例としてマイクロ交通シミュレーションを用いたOD推定を行う。

2. OD推定の枠組み

図1にOD推定の枠組みを示す。OD推定を行うには、まず入力データとして道路ネットワーク、初期OD交通量、経路、信号、車両の挙動を示すパラメータ等を与える必要がある。その

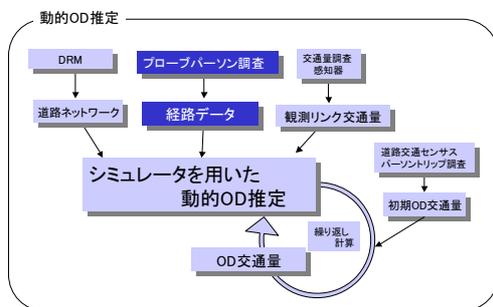


図-1 OD推定の枠組み

*キーワード: OD推定, プローブ, 交通シミュレーション

**学生員、工修、愛媛大学大学院理工学研究科システム工学専攻
(松山市文京町3、e-mail:mitani@eh.cce.chime-u.ac.jp)

***正員、工博、愛媛大学工学部

(松山市文京町3、e-mail:hato@eng.chime-u.ac.jp)

中で今回は、従来は得られなかったプローブパーソン調査からの経路データを用いる。そして観測リンク交通量とマイクロ交通シミュレーションを用いることによって動的なOD交通量の推定を行う。

3. シミュレーションを用いたOD推定

入力データの作成方法については後ほど説明することとし、ここでは、マイクロ交通シミュレーションを用いたOD推定方法について説明する。

OD推定はマイクロ交通シミュレーションを実行する部分とOD推定するプログラム部分とに大別することができ、これらを交互に実行することによって、OD推定を行い、その予測精度を向上させることを目的としている。まず、マイクロ交通シミュレーションはMITSIMを用いる。MITSIMは、1996年にMIT (マサチューセッツ工科大学) で開発された交通シミュレーションである。移動体の1つ1つを個別に表現することが可能であり、走行特性が異なる車両の混在や、行動規範の異なるドライバーなどの多種多様な特性を個別に考慮することができる。つぎに、OD推定のプログラムは、OD推定と修正したOD交通量の誤差が収束判定条件を満たすまで、計算を繰り返し行うことでOD交通量を推定する。²⁾ 変数は、リンク l 、出発地を i 、到着地を j 、時間帯 t 、車両の出発時間帯 t_s とする。入力データとして、路側観測リンク交通量 $obsQ(l,t)$ と初期OD交通量 $d - ODQ(i,j,t_s)$ の2つの値を用いる。

$obsQ(l,t)$: 時間帯 t におけるリンク l の路側観測交通量
 $d - ODQ(i,j,t_s)$: 初期値として与える出発時間帯 t_s における
ODペア (i,j) の交通量

初期OD交通量 $d - ODQ(i,j,t_s)$ を用いてシミュレーションを実行し、時間帯別シミュレーションリンク交通量 $TSimQ(l,i,j,t_s,t)$ 、OD交通量 $ODQ(i,j,t_s)$ を算出する。

$TSimQ(l, i, j, t, t_s)$: 出発時間帯 t_s , 時間帯 t における
ODペア (i, j) ごとのリンク l の交通量

$ODQ(i, j, t_s)$: 出発時間帯 t_s における
ODペア (i, j) ごとの交通量

ここで、ODペア (i, j) が出発時間帯 t_s である車両がリンク l で時間帯 t において含まれる確率をリンク利用率 $linkP(l, i, j, t, t_s)$ として、時間帯別シミュレーションリンク交通量 $TSimQ(l, i, j, t, t_s)$ 、OD交通量 $ODQ(i, j, t_s)$ を用いて算出する。

$$linkP(l, i, j, t, t_s) = \frac{TSimQ(l, i, j, t, t_s)}{ODQ(i, j, t_s)} \quad (1)$$

(1) で求めたリンク利用率 $linkP(l, i, j, t, t_s)$ を利用して観測リンク交通量 $obsQ(l, t)$ を補正するための修正リンク利用率 $AlinkP(l, i, j, t, t_s)$ を算出する。

$$AlinkP(l, i, j, t, t_s) = linkP(l, i, j, t, t_s) \cdot \frac{obsQ(l, t)}{\sum_{i, j} TSimQ(l, i, j, t, t_s)} \quad (2)$$

時間帯別シミュレーションリンク交通量 $TSimQ(l, i, j, t, t_s)$ から時間帯 t におけるリンク l のシミュレーションリンク交通量 $SimQ(l, t)$ を算出する。

$$SimQ(l, t) = \sum_{t_s} \sum_i \sum_j TSimQ(l, i, j, t, t_s) \quad (3)$$

観測リンク交通量 $obsQ(l, t)$ とシミュレーションリンク交通量 $SimQ(l, t)$ の差から OD 交通量 $ODQ(i, j, t_s)$ を修正する。その修正方法は、対象リンクを利用した割合を ODペア (i, j) ごとに利用率の大きさに比例して、リンク交通量の差分を配分する。

$$Err(l, i, j, t, t_s) = \{ObsQ(l, t) - SimQ(l, t)\} \times \frac{AlinkP(l, i, j, t, t_s)}{\sum_{t_s} \sum_i \sum_j AlinkP(l, i, j, t, t_s)} \quad (4)$$

配分された差分をすべてのリンクと時間帯ごとに足し合わせることによって、OD交通量の補正值 $ODQ(i, j, t_s)$ を算出する。

$$Adj(i, j, t_s) = \sum_l \sum_t \left\{ Err(l, i, j, t, t_s) \times \frac{AlinkP(l, i, j, t, t_s)}{\sum_l \sum_t AlinkP(l, i, j, t, t_s)} \right\} \quad (5)$$

OD交通量 $ODQ(i, j, t_s)$ の補正を行う。

$$ODQ(i, j, t_s) = ODQ(i, j, t_s) + Adj(i, j, t_s) \quad (6)$$

OD推定と修正したOD交通量の誤差が収束判定条件 α を満たさない場合は、再度OD推定を行う。変数の更新としてシミュレーションリンク交通量 $SimQ(l, t)$ を再度算出する。

$$SimQ(l, t) = \sum_{t_s} \sum_i \sum_j \{ODQ(i, j, t_s) \times LinkP(l, i, j, t, t_s)\} \quad (7)$$

OD推定に対するシミュレーションの影響が小さくなれば、OD推定の精度がよくなることを示すので、OD推定実行回数が1のときに収束判定条件 α を満たしていれば、OD推定を終了し、シミュレーションが実行可能となる。

4. 経路データ作成手法について

プローブパーソン調査から得られる経路は、車両ごとの経路でしかない。そこで、車両ごとの経路からゾーンごとに集約したゾーン間の経路データを作成する必要がある。ゾーン間の経路データ作成手法を図2示す。

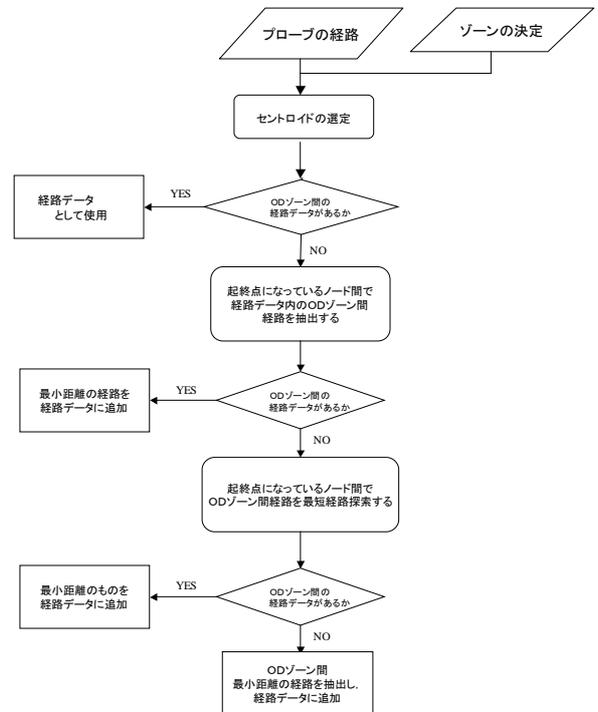


図-2 ゾーン間経路データ作成手法

(1) セントロイドの選定

従来は、各ゾーン内から1点ないしは複数のセントロイドを任意もしくはランダムに選定していた。

今回は、車両ごとの経路の起終点となっている点をセントロイドとしてゾーン間の経路データに利用することとした。

(2) 経路データの作成手法

ゾーン間に対応する車両ごとの経路がある場合は、そのままゾーン間の経路データとして利用することができる。しかし、車両ごとの経路が少ないと、ゾーン間の経路データが存在しないことも考えられる。そのときは、実際に走行している経路から抽出を行う。図3に走行経路からゾーン間経路データ抽出の概念図を示す。起終点になるセントロイドは、車両からの経路の起点もしくは終点として取り扱われたものに限定し、複数ある場合は、その中の距離最小のもののみをゾーン間の経路データとした。それでもゾーン間の経路データが存在しないときは、ゾーン間のセントロイドで最短経路探索を用いることで最小距離のものをゾーン間の経路データとした。

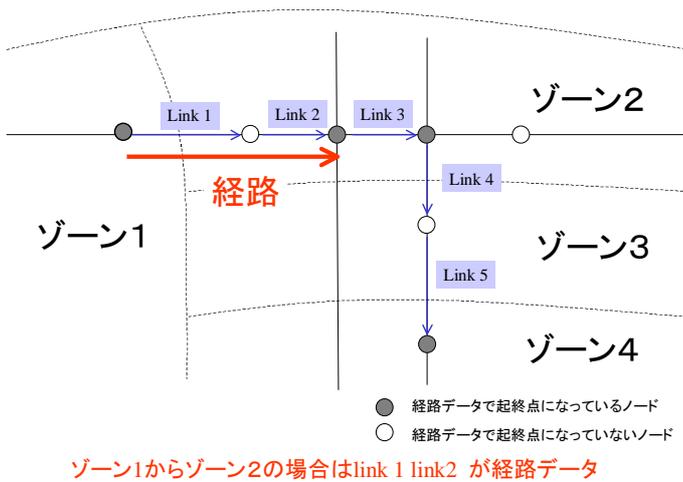


図-3 経路データ作成例

(3) ゾーン間経路データの特徴

車両ごとの経路データの起終点となっている点をセントロイドとしたことで、従来は捨象されていたゾーンの内々交通を表現するが可能となる。また、経路データ数が多くなれば、休日や平日ごとに経路を特定し、時間帯ごとに経路データセットを変更することも可能になると考えられる。

5. 松山への適用事例

松山交通量調査を行った2003年11月26日(水)を対

象にして、6:00~10:00までの4時間について10分毎のOD交通量の推定を行った。

(1) 入力データの概要

入力データについて以下に記す。松山道路ネットワークを図4に、道路ネットワークの構成について表1に示す。松山市の国道、県道、環状線、高速道路等の主要幹線道路については完全に網羅する形で構成されており、経路データ上で通行されていた区間については、すべて道路ネットワークとして反映されている。松山都市圏のゾーニングを図5に示す。ゾーニングは、道路交通センサスのBゾーンをベースとして全部で30ゾーンとした。

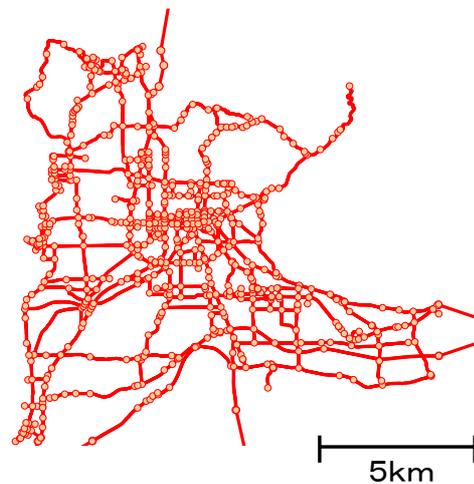


図-4 松山道路ネットワーク

表-1 道路ネットワークの構成要素

Nodes	746
Intersection	73
Links	1784
Segments	9339
Lanes	11745
Link全長	2184km
Lane全長	2371km

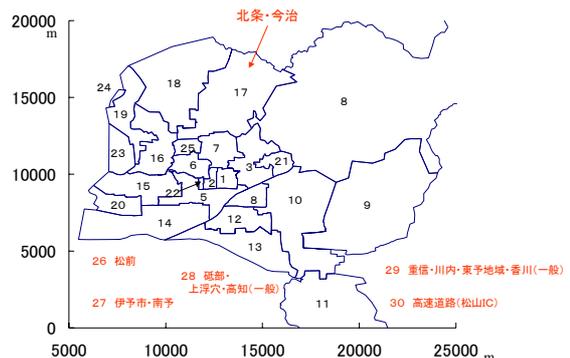


図-5 松山都市圏ゾーニング

経路データは、「GPSを用いた交通行動の把握に関する松山プローブパーソン調査（MPP調査）」で得られた経路を基に作成した。³⁾ そこから得られた経路データは、2677サンプル（被験者74人）である。表-2にゾーン間の経路データの作成結果を示す。本研究で使用するゾーン数は30であり、ゾーン間数は900となった。最短経路探索を行ったゾーン間に該当するのは、50ODゾーン間であり、全体の6%弱である。プローブからの車両の経路データが占める割合が高く、再現精度の向上が期待できる。

表-2 ゾーン間経路データの作成結果

種類	ゾーン間数
車両の経路データ	599
経路データからの抽出	251
最短経路探索	50
計	900

観測リンク交通量は、松山交通量調査を用いた。この調査から272リンクの10分間隔の観測リンク交通量が得られた。

(2) OD推定結果の検証

OD推定は、経路選択モデル(MNL)の距離パラメータの値によって3ケースについて行った。CASE 1は経路ごとに均等に配分する場合、CASE 2はパラメータ推定の結果得られた値を用いる場合、CASE 3は最短経路のみに配分する場合である。そして、OD推定時に使用した観測リンク交通量(245link)と使用しなかった観測リンク交通量(27link)ごとに相関係数、平均誤差、RMSEを算出した。その結果を表3に、観測値と推定値の関係を図6、図7に示す。

表-3 OD推定結果

CASE	経路選択の距離パラメータ	OD推定に使用した観測リンク交通量			OD推定に使用しなかった観測リンク交通量		
		相関係数	平均誤差	RMSE	相関係数	平均誤差	RMSE
01	0.000	0.962	41.8	0.93	0.889	53.8	3.86
02	-0.278	0.963	49.7	1.03	0.894	59.2	3.94
03	-∞	0.961	42.1	0.91	0.885	52.4	3.57

相関係数はそれぞれ良好な値となった。平均誤差はそれぞれ正の値となった。これは、観測値より推定値の交通量が多い傾向にあることを示している。

使用と未使用の観測リンク交通量による比較は、相関係数、RMSEとも未使用の観測リンク交通量の精度が落ちていた。しかしそれは大きな値ではなかった。経路選択の距離パラメータの値による変化は

見られなかった。これは、OD間の経路が複数存在する 경우가少なかったためだと考えられる。今後の経路データ数の増加によって再度検証しなおす必要がある。

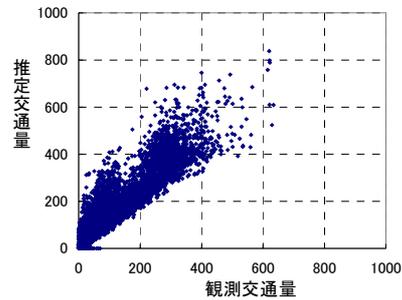


図-6 観測値と推定値の関係(OD推定に使用)

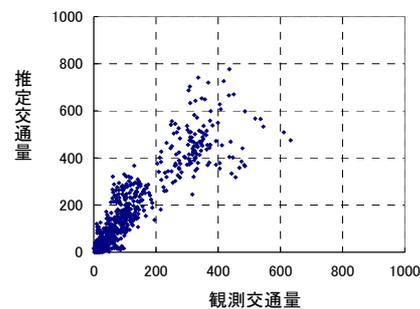


図-7 観測値と推定値の相関関係(OD推定に未使用)

6. まとめ

プローブパーソン調査の経路データを用いることで精度の高いOD推定が可能になった。今後は、プローブパーソンからの経路のデータ量に応じた経路データの作成を行い、さらにセントロイドやネットワークの決定方法と組み合わせた上で、再現性の向上を図りたい。そして、最終的には自律的なシステムの構築を行いたい。

参考文献

- 1) 小根山裕之, 桑原雅夫: 路側観測交通量からの時間変化するOD交通量の推定, 交通工学, Vol. 32, No.1, pp.5-16, 1997.
- 2) 加藤 義昭, 小川 祐亮, 藤井 聡, 菊地 輝, 北村 隆一: 交通流シミュレータDEBNetSを利用したOD推定アルゴリズムの開発と検証, 第2回IT Sシンポジウム, pp.315-320, 2003.
- 3) 中西雅一, 羽藤英二: プローブパーソンデータによる経路選択モデルのパラメータ推定, 第29回土木計画学研究発表会(春)講演集, 2004.