

フィードバック推定法を用いた動的OD推定 モデルの実ネットワークへの適用

藤井 涼¹・大園 渉²・奥野 潤³・中辻 隆⁴

1正会員 日本工営株式会社 福岡支店 技術第一部 (〒812-0007福岡県福岡市博多区東比恵1-2-12)

E-mail: fujii-ro@n-koei.jp

2正会員 日本工営株式会社 海外事業本部開発事業部 (〒102-8539 東京都千代田区麴町5-4)

E-mail: ohzono-wt@n-koei.jp

3正会員 日本工営株式会社 海外事業本部開発事業部 (〒102-8539 東京都千代田区麴町5-4)

E-mail: okuno-jn@n-koei.jp

4正会員 北海道大学大学院教授 工学研究科 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

E-mail: naka@eng.hokudai.ac.jp

本研究は、Particle Filterと汎用性が高い市販の交通マイクロシミュレーションを融合した動的OD推定システムを構築し、動的ODデータが存在する実ネットワークに適用することで、本研究で構築した動的OD推定システムの実ネットワークへの適用可能性を検討した。

分析の結果、実ODへの追従性において、ある程度の推定精度を確保することに成功したが、十分な精度の推定結果を得るには至らなかった。今後は構築したシステムをベースに各種パラメータや推定のベースとなるデータを再検討することで、単純なネットワークにおける精度向上を図っていく。

Key Words : *Micro-simulator, Particle Filter, Dynamic OD estimation, Micro-simulator API*

1. はじめに

交通計画を策定または各道路等の交通施設を評価する際には1950年頃に開発された手法である古典的な四段階推定が用いられてきた。この手法はパーソントリップ調査をベースとし、一日の平均的な交通状態の現況再現および将来の予測をするというものであり、静的な交通状況の評価に用いることが適切であるため、交通マスタープランや道路整備計画などに適用されてきた。一方で、交通渋滞などの現象は動的な確率現象であることから、古いものは1970年頃からFHWAでNETSIMという動的マイクロシミュレータの開発がおこなわれてきた。国内研究では1990年頃、実務においては2000年頃から動的交通解析を行う流れが発生した。国内においてはインフラ整備が成熟し、より現況に等しいソリューション提供といった社会の要請も一端にあると考えられる。

マイクロシミュレーションはセントロイドから発生する個々の車両にリアルタイムに動的経路選択を行わせ、道路交通状況を表現するモデルである。シミュレーションを行うに当たって必要となるデータは1.道路ネットワーク条件、2.信号条件、3.OD条件、4.車両挙動をつかさどるパラメータであるが、3.OD条件、4.車両挙動をつかさどるパラメータは、動的な変化を直

接観測することが困難であり、シミュレーションを実施するに当たってのインプットデータの入手が動的シミュレーションを実施する際の障壁となる。

これらのデータの設定は道路交通シミュレーションを行う際に重要となる要素の一つである一方で、実務においてはシミュレーターを使用する技術者の裁量に任せられるところであり、設定方法が不明瞭な要素となっている。

これらの設定については様々な研究がなされており、本研究の対象とする動的ODの推定においては単純なネットワークへの適用に留まっている状況である。また、近年の事例としては、近藤ら¹⁾による研究事例が存在し、カルマンフィルターを用いた動的OD推定システムを構築し高速道路ネットワークへ適用性を検証している。

2. 本研究の目的

本研究は交通ビッグデータであるトラフィックカウンターから得られるリアルタイム交通量データを用いた動的OD推定システムの構築を目的とする。

さらに構築したシステムを動的ODデータが存在する実交通ネットワークに適用し、精度検証を実施することで適用可能性を検討する。

3. 研究の流れ、対象モデルおよび対象データセットについて

(1) 研究の流れ

本研究のフローを以下に示す。

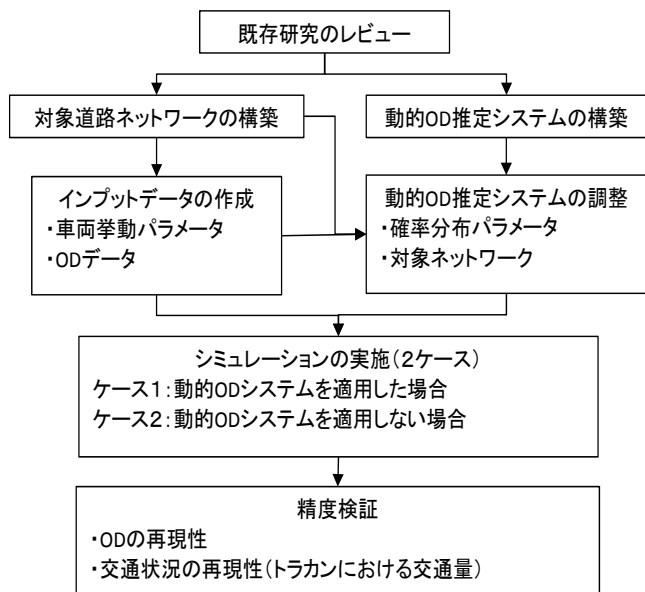


図-1 研究フロー

(2) 既存研究のレビュー（本研究の位置づけ）

既存研究のレビューにおいて動的OD推定手法の動向を把握し、本研究の位置づけを明確化した。

これまでの動的OD推定手法は独自に開発した交通シミュレーターを用いたものがほとんどであり汎用性、推定精度に問題があった。

本研究では、市販の交通シミュレーターを用いて汎用性、推定精度の向上させた動的OD推定システムを構築する。

(3) 交通シミュレーター

マイクロシミュレーションモデルはスペインのTSS社が開発したAIMSUNを用いる。AIMSUNは独自APIを持っており、拡張性に優れたマイクロシミュレーションツールであり、今回の動的パラメータ推定を行うに適切なツールであることから採用に至った。

(2) 対象データセット

本研究を行うに当たっては、下記に示すデータを用いて分析を行った。

a) 対象道路ネットワーク

本研究では、阪神高速道路松原線を対象に分析を行った。以下にネットワーク図を示す。



図-2 対象ネットワーク図（出典：阪神高速道路株式会社HP）

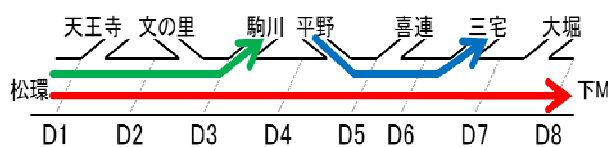


図-3 対象ネットワーク図

b) ODデータ

15分間隔のODデータを使用する（ケース1においては初期ODのみ使用する）。

3. 本研究で用いるOD推定推定手法について

本研究ではフィードバック推定法であるParticle Filterを用いて動的ODを推定する。以下にその概要を示す。

(1) ベイズ推定法によるリアルタイム推定

Particle Filter はベイズ推定法の原理を基にしている。ベイズ推定法とは、結果に対する原因の確率を推定する手法である。

この手法を用いて、ある状態のリアルタイム推計を行う場合、対象となる状態に依存した新たな観測値 $y(k)$ を得ると、式(1)に従って確率分布の事後分布が更新される。

$$p[y(k) | Y(k)] = \frac{p[y(k) | x(k)]p[x(k) | Y(k-1)]}{p[y(k) | Y(k-1)]} \quad (1)$$

$Y(k)$: 観測値（トラカン交通量） = $[y(1), y(2), \dots, y(k)]$

$x(k)$: OD交通量(台/15minutes)

(2) Particle Filterの特徴

ベイズ推定法によるODの推計手法としてよく用いられるカルマンフィルターでは正規分布現象しか扱うことができないが、Particle Filterは様々な確率分布を扱うことが可能である。現実には発生する現象は正規分布に従わないことも多いためParticle Filterを用いれば、推定精度の向上が期待できる。

4. システム構成

本研究で構築した動的ODのシステム概要を以下に示す。

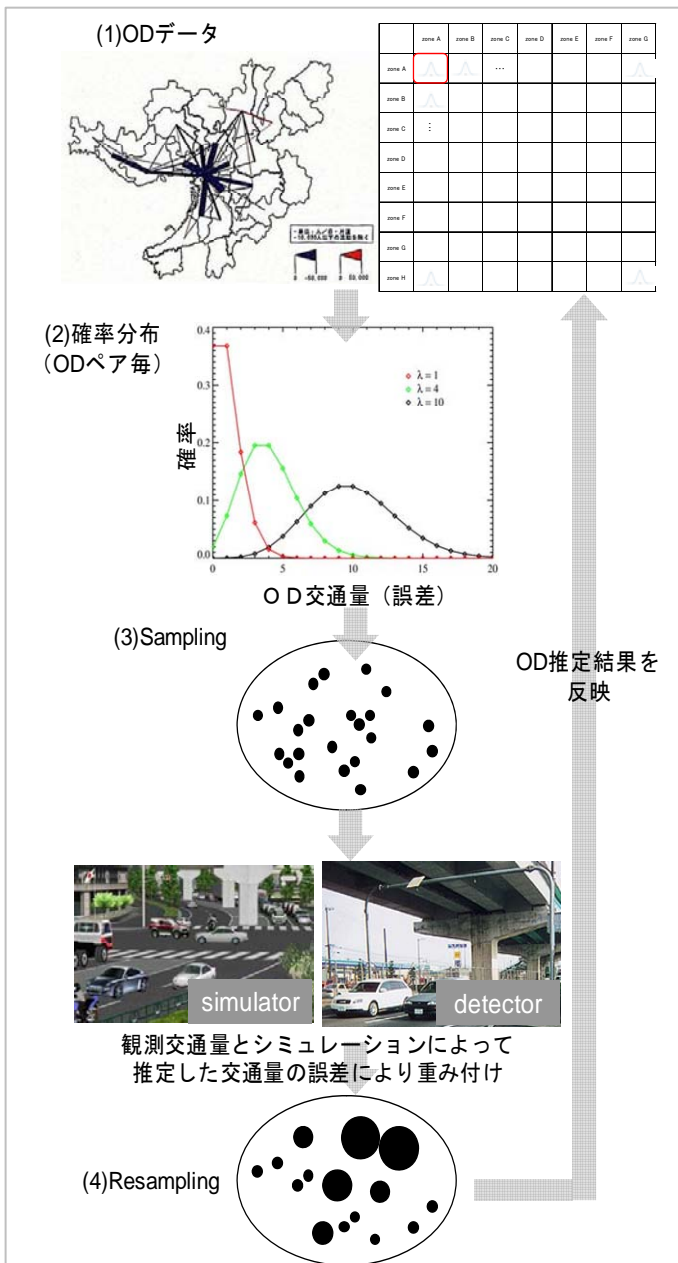


図-4 システム概略図

(1) ODペア毎の確率分布 (誤差) の設定

OD交通量 (ODペア) 毎に誤差分布を設定する。本研究においては以下の通り設定することとした。

■ 誤差分布の設定条件

- ・ ODペア毎に確率分布 (正規分布) を設定する
- ・ 正規分布のパラメーターは $\mu=0$ 、 $\sigma^2=30$ を設定し、推定精度が悪い箇所については調整する
- ・ 1step目のOD表は実測値のデータを使用する

(2) フィードバック推定法 (PF) によるOD交通量の推定

(1) で設定した分布から各ODペア毎に100particles発生させ(sampling)、交通シミュレーションのトラフィックカウンターから得られる観測交通量と実際の観測交通量の乖離が小さくなるようなパーティクル (OD交通量) のウェイトを大きくし、乖離の大きいものについてはresamplingする。各ODペア毎の推定値の計算式は以下の通りである。

推定値(t step)=ODペア交通量($t-1$ step) ± 誤差パーティクルの平均値 (100particlesの平均値)

(3) ODペアと対象トラカンのペアリング

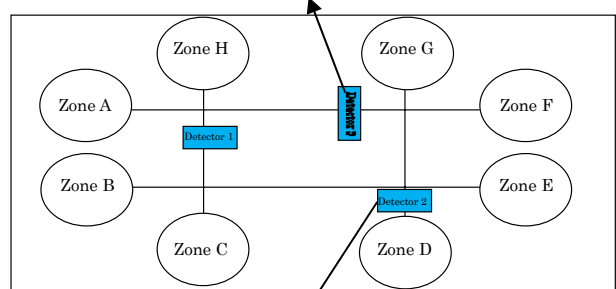
各ODペア毎に推定のベースとなるデータ (15分交通量) を取得するトラカンを設定する (ペアリング*)。設定条件はトラカン設置位置における断面交通のOD分布から決定することとした。

※ペアリング手法 (図-5)

トラフィックカウンター設置位置における断面交通のOD分布から主たるODペア (50%以上を目安とする) を把握し、対応させる。

- ・ detector 1はzone A→zone CのODペア推定に使用
- ・ detector 3はzone A→zone F及びzone F→zone HのODペア推定に使用

| | zone A | zone B | zone C | zone D | zone E | zone F | zone G | zone H |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| zone A | | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| zone B | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| zone C | | | | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| zone D | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| zone E | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| zone F | | | | | | | 0 | 40 |
| zone G | | | | | | | | 0 |
| zone H | | | | | | | | |



| | zone A | zone B | zone C | zone D | zone E | zone F | zone G | zone H |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| zone A | | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| zone B | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| zone C | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| zone D | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| zone E | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| zone F | | | | | | | 0 | 0 |
| zone G | | | | | | | | 0 |
| zone H | | | | | | | | |

図-5 ペアリングイメージ図

(4) 推定したOD交通量の交通シミュレーションへの反映

推定したOD交通量を交通シミュレーションへ反映させる。

4.推定結果及び考察

構築したシステムを対象ネットワークに適用し、15分間隔の実測ODと推定したODを比較した。推定条件を以下に示す。

表-1 推定条件

| 項目 | 内容 |
|-----------|-------------|
| 推定時間 | 2時間 (7時~9時) |
| モデルパラメータ | デフォルト値 |
| ODデータ推定間隔 | 15分 |

OD交通量が比較的多い2区間の推定結果を以下に示す。2ケースとも実測値の平均値周辺を推移しており、実測値の変化に十分追従できていない。

原因として、サンプリング時の確率分布の設定、パラメータの設定が対象ネットワークに適合していないことが考えられる。

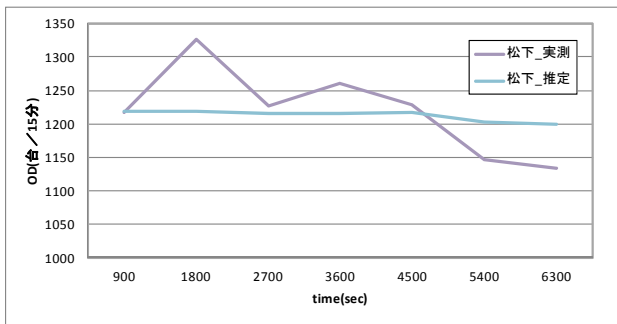


図-6 松環一下MOD推定結果

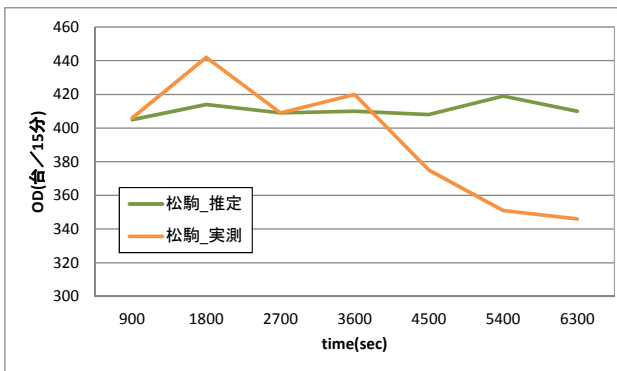


図-7 松環一下MOD推定結果

5.今後の展望

本研究結果の精度向上を図るために「OD推定のベースとするデータの設定」、「Sampling・Ressampling時の確率分布の設定方法」について再検討し、一昨年度構築した動的パラメータ推定システムとの融合について検討していく。

(1)OD推定のベースとするデータ

本研究においてはODペアとトラフィックカウンターをペアリングにより紐付けしOD推定のベースデータとして使用したが、プローブデータの適用、対象ネットワークに応じたペアリング手法の検討を実施。

(2) Sampling・Ressampling時の確率分布の設定方法

本研究においては全てのODペアに同じパラメータの正規分布を設定したが、各ODペア毎に適した確率分布を設置することで精度向上が図れると考えられる。

各ODにおける確率分布の設定方法は小林ら³⁾の研究成果を参考に実施を想定している。

(3) 動的パラメータ推定システムとの融合

動的な交通シミュレーションには交通モデルパラメータの動的推定も同時に行う必要があるため、一昨年度に実ネットワークへの適用、精度検証を実施したシステムとの融合によりパラメータ、ODデータの作成を完全自動化可能なシステムを構築する。

参考文献

- 1) 近藤健祐, 中辻隆: 交通流シミュレーターのAPI機能を用いたモデルパラメータの較正と動的OD推定に関する研究 土木計画学研究・講演集 2011
- 2) 藤井涼, 中辻隆: Particle Filterを用いたMicro simulationの動的パラメータ推定の実ネットワークへの適応 土木計画学研究・講演集 2011
- 3) 小林剛: 交通流表現におけるParticle Filterの適用性に関する研究,北海道大学 卒業論文 2010
- 4) Aimsun users manual

(?)

DYNAMIC OD ESTIMATION FOR MICRO SIMULATOR IN ACTUAL ROAD NETWORK

Ryo FUJII, Wataru OZONO, Jun OKUNO and Takashi NAKATSUJI

Micro simulator is a powerfull tool to evaluate and describe dynamic traffic situation. On the otherhand, micro simulator as its own features, micro simulator's users are forced to make detail OD data for high precision simulation.

So we create dynamic OD system by using commercially available traffic micro simulator and Partcele Filter.This paper also shows that compatibility of particle filter dynamic OD estimation based micro simulation system to an actual road network.