

口頭発表 | 第IV部門

2025年9月11日(木) 13:00 ~ 14:20 3階 B2 (熊本城ホール)

交通計画

座長：藤生 慎 (金沢大学)

13:50 ~ 14:00

[IV-21] 地点交通量と経路情報を組み合わせた経路交通量推定手法の検討*加藤 直樹¹ (1. 八千代エンジニアリング株式会社)

キーワード：経路交通量推定、非線形最適化、準ニュートン法、AI計測

デジタル社会の進展により、人々のライフスタイルやそれに伴う交通行動は急速に変化し、多様化していくことが想定される。そのため、交通計画の分析や予測に用いるデータにも高い粒度や適時性が求められる。本研究では、AI計測による特定地点の観測交通量と携帯位置情報から得られる経路情報の組み合わせを想定し、数理最適化を用いて任意エリアの交通流動を推定する手法を検証した。検証では、リンク交通量と経路交通量の再現性を相関係数と%RMSEにより評価した。結果として、リンク交通量については高い再現性が確認されたが、経路交通量については解に対する制約が不十分であったため解が一意に定まらず、低い再現性にとどまった。

The Study of a Route Traffic Volume Estimation Method Combining Location Traffic Volume and Route Data

In this study, we verified a method to estimate traffic flow in an arbitrary area using mathematical optimization, assuming a combination of observed traffic volume at selected points measured by AI and route information obtained from mobile location data. The verification evaluated the reproducibility of link traffic volume and route traffic volume using correlation coefficients and %RMSE.

地点交通量と経路情報を組み合わせた経路交通量推定手法の検討

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○加藤 直樹 菊池 恵和 菅原 宏明

1. 背景・目的

デジタル社会の進展は、人のライフスタイルの変化や多様化を促している。今後も社会のデジタル化はあらゆる領域で急速に進展し、人のライフスタイルやそれに伴う交通行動もスピード感を持って変化していくことが想定される。道路・交通分野におけるウォークアブルやモビリティの多様化に適応した道路空間の形成、持続可能な公共交通の構築などの施策においても人の移動ニーズの変化スピードや多様化への適応が求められ、分析・予測に用いられるデータにも高い粒度と適時性が求められる。その場合、これまでの数年から10年に一度のOD調査やPT調査の結果に加え、低コストで任意の時期に任意のエリアの交通流動を把握できるようなデータを活用していくことが必要になる。そこで、本研究では、AI計測による観測交通量と携帯位置情報から得られる経路情報の組み合わせを想定し、任意のエリアにおける交通流動推定の可能性について検証した。

2. 推定手法

本研究では、一部の地点の観測交通量及び経路情報から観測交通量に整合するような経路交通量を求める問題について、数理最適化の手法を用いて検証した(図1)。具体には、各経路の交通量を集計して得られる断面交通量と観測地点における断面交通量の残差平方和を最小化するような各経路の交通量を求める問題を、範囲制約付き非線形最適化問題として定式化した(式1)。

$$\min_{v_r} \sum_l \left(\sum_r v_r z_l^r - v_l \right)^2 \quad \text{(式1)}$$

subject to

$$v_r \geq 0$$

ここで、経路 $r \in R$ の交通量を v_r 、地点 $l \in L$ の観測交通量を v_l 、 z_l^r は経路 r が地点 l を経由する場合は1、経由しない場合は0をとるものとする。なお、アルゴリズムは準ニュートン法の一つであるL-BFGS-B法を用いた。

3. 検証ケースの設定

本研究では経路数が観測地点数を大きく上回ること想定しているため、提案手法において解の一意性は保証されない。そこで、観測地点数が推定精度に与える影響を見るため、観測地点数を道路ネットワークの断面数(エッジ数)の10%、20%、30%、40%とした4ケースを設定し、この4ケースを1セットとして10回試行した。なお、道路ネットワークは、DRM(DRM3203)から東京都区内の任意の駅周辺エリアを抽出(エッジ数336、ノード数230)して作成し、各試行で共通とした。観測地点は、基本的には試行ごとにランダムに設定したが、すべての経路が最低1回は観測されるようにした。経路情報については、試行ごとにランダムに100ルート分設定した。

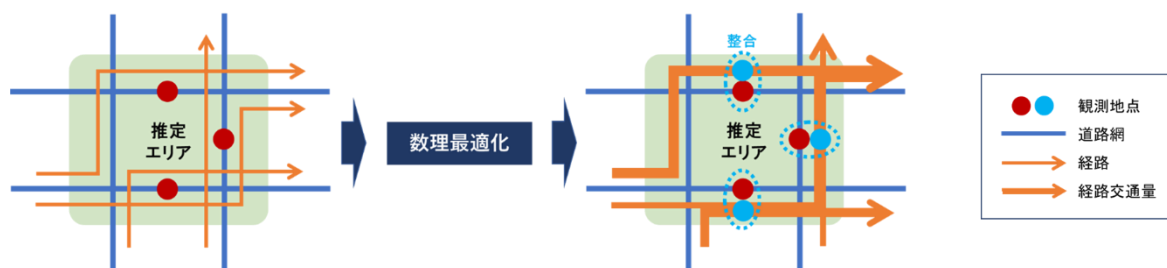


図1 推定手法のイメージ

キーワード 経路交通量推定, AI計測, 非線形最適化問題, 準ニュートン法
連絡先 〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8 CSタワー

八千代エンジニアリング株式会社 技術創発研究所 TEL03-5822-2571

4. 検証結果

検証は、断面交通量（エッジ交通量）と経路交通量について、数理最適化により求めた推定値と検証用の正解値を比較し、相関係数及び%RMSE で再現性を評価した。なお、検証用の正解値については、前章で設定した経路ごとにランダムに交通量を与えて経路交通量とし、さらに、この経路交通量を当該経路に配分・集計して断面交通量を作成した。

(1) 断面交通量の評価

断面交通量については各ケースともすべての試行で相関係数 0.98 以上、%RMSE20%以内であり、断面交通量の再現性は確保された（図 2, 3）。なお、観測地点数が少ないケースで各試行の再現性に差異が見られるのは、観測地点数が限定されるため、道路ネットワーク全体の交通流動の捕捉状況にばらつきが生じやすくなるためだと考えられる。

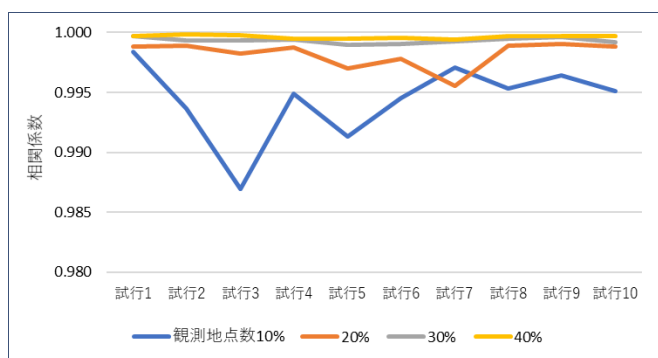


図 2 断面交通量の再現性 (相関係数)

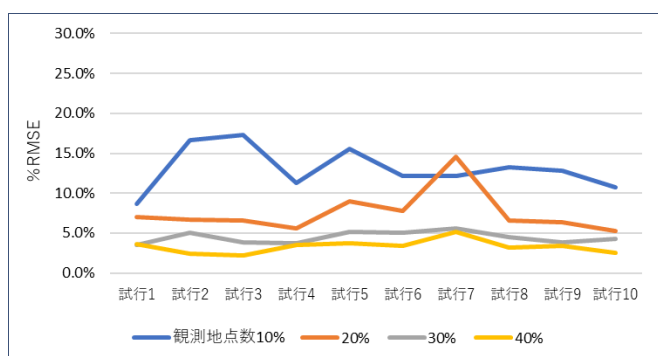


図 3 断面交通量の再現性 (%RMSE)

(2) 経路交通量の評価

経路交通量は断面交通量を経路ごとに細分化したものであるため再現性は大きく低下する。観測地点数 40%のケースでも相関係数 0.8 前後、%RMSE が概ね 30%を超えており、観測地点数 10%のケースでは相関係数が 0.5 に満たない状況である（図 4, 5）。また、各試行の再現性の差異も断面交通量より大きく、

観測地点の配置と交通流動の捕捉の関係性に着目した分析が必要な状況である。

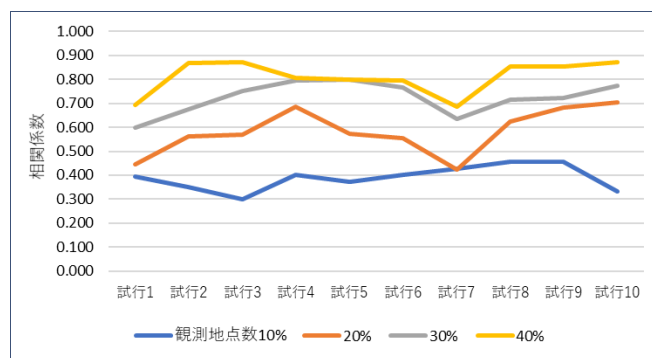


図 4 経路交通量の再現性 (相関係数)

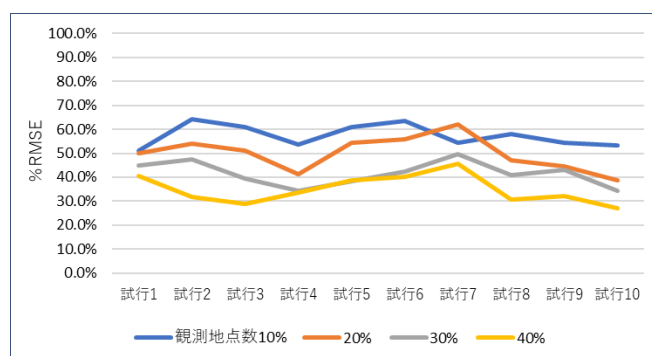


図 5 経路交通量の再現性 (%RMSE)

5. まとめ

本研究では、一部の地点の観測交通量と経路情報から数理最適化を用いて経路交通量を推定する手法について再現性を検証した。結果については、断面交通量では一定レベルの再現性を確認できた一方、経路交通量では観測地点数の多いケースでも再現性を確認できなかった。また、対象エリアが広域の場合は、エリア全体の 30~40%の断面を観測することは現実的ではなく、10~20%で一定レベルの再現性を確保することが必要となる。

経路交通量の再現性の低さは、式 1 の解の自由度が高いことに起因しており、解の制約を強めるために、交通流動の捕捉性を高めるように観測地点の配置を求める方法に加え、携帯位置情報から得られる流動特性に関する情報を式 1 の範囲制約に加味する方法を検討している。

参考資料

- 1) 柴田宗典, 石突光隆, 対馬銀河: 動画解析と数理最適化モデルを用いた鉄道駅構内における分布交通量の推計手法, 日本建築学会計画系論文集, 第 88 巻, 第 803 号, 56-67, 2023