

「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」（平成30年度採択）
研究概要

番号	研究課題名	研究代表者
No.30-3	学習型モニタリング・交通流動予測に基づく観光渋滞マネジメントについての研究開発	東京大学 教授 布施 孝志

観光渋滞エリア内の交通流動の改善を実現するため、学習型の交通状態モニタリング・予測手法、および適応型交通需要マネジメントに関する開発を研究目的として、観光交通イノベーション地域等でのデータに適用し実効性の確認実施する研究開発。

1. 研究の背景・目的

道路を賢く使うためには、適切なモニタリング、交通流動予測に基づくエリア内の交通流動マネジメントが重要である。特に、交通の非定常性、季節、イベント等に応じた大きな変動特性を考慮しなければならない観光渋滞については、モニタリング、交通流動予測に基づく交通流動マネジメントが効果的である。

近年、カメラ等を用いた定点型観測データ、GPS等を用いた移動型観測データ等のビッグデータが取得されている。また、AIに代表される学習手法が開発されつつあり、ビッグデータや学習型手法を活用した高精度なモニタリング手法や交通状態予測を用いた道路交通マネジメントが期待される。さらに、モニタリング・交通状態予測から道路交通マネジメントへの一貫した方法論やそれに基づいた社会実装の確立が求められている。

本研究は、観光渋滞対策を目的とした効率的、かつ効果的な交通渋滞対策の検討に資する学習型モニタリングシステムの構築、交通状態予測システムの構築、およびモニタリング・予測に基づくエリア内の交通流動マネジメントスキームの構築を行うものである。

2. 研究内容

まず、研究の全体像を図1に示す。テーマ1において各種データから車・人の動きを認識する学習型モニタリングシステムを構築する。これにより交通状態の現状値の推定が可能になる。この結果から、テーマ2で学習型の交通状態予測システムを構築する。特に短期予測を行うものである。テーマ1, 2を受け、テーマ3では、エリア内の交通流動マネジメントスキームを構築する。これらのテーマ間を連携させるため、テーマ4において連携のための基盤技術を開発する。

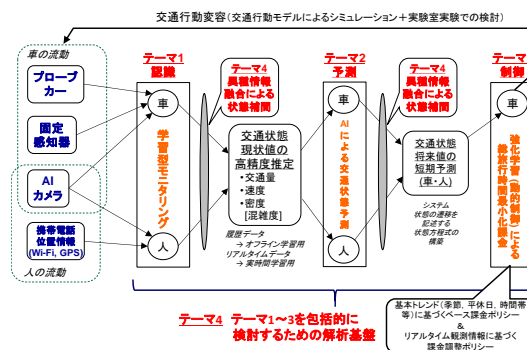


図1 研究の全体像

3. 研究成果

テーマ1：学習型モニタリングシステムの構築

定点カメラ、GNSS、Wi-fi、衛星を対象として、データ同化に基づく統一的手法によるモデル開発を行った。定点カメラによる車・人の認識・追跡に対して、深層学習を導入したモデルを開発し、物体数・追跡の同時推定手法への拡張を行った。また、GNSSとWi-fiデータを統合し、保存則に基づくメッシュ単位での滞在人数・移動人数の同時推定モデルを開発した(図2)。さらに、超小型衛星を見据え、深層学習による車両密度推定手法、高分解能・高画質化手法の開発を行った。

テーマ2：交通状態予測システムの構築

車両の時間的な集中度合いを短期(30~90分後)で予測するための深層学習による分析枠組みを構築した。交通量等のデータは、時間方向に強

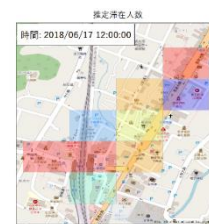


図2 鎌倉での推定

い依存性を持つ時系列データであるため、深層学習において時系列データの予測に適しているモデルである LSTM をベースとした。実データに対して、季節ごとに設定したモデルの予測精度、降水量や社会イベントの影響、混雑時期の予測精度に関して検証を行い、車両流入が多い時間帯において、誤差率が低くなることを確認した。

テーマ3：モニタリング・予測に基づくエリア内交通流動マネジメントスキームの構築

テーマ1, 2を考慮した動的課金の枠組みを整理し、基本トレンド（季節、平休日、時間帯等）に基づくベース課金と、リアルタイム観測情報に基づく課金調整の手法を開発した。トレンド・ベース課金においては、時間帯別需要変動型利用者均衡配分によるモデルを開発した。鎌倉市内へのコードン課金施策を対象とした試算結果から有用な知見を得た。また、リアルタイム観測情報による課金調整においては、トライ&エラーによる課金調整に対して強化学習を導入した手法を開発した。実験経済学の枠組みによる実験を実施し、個人の行動変容を分析した。

テーマ4：テーマ間連携のための基盤技術の開発

テーマ間の連携を強化するため、特性が異なる、あるいは、観測データが得られない部分に対して、任意リンクにおける補間をするための動的時空間モデルを開発した。さらに、モニタリング、予測、補間において得られるリンク上での交通状態から、リアルタイムに個別車両の行動等を推定する手法を開発した。ここでは、データ同化の導入を進め、観測データとシミュレーションの差異を効率的に解消するための深層学習を用いた大規模解析に基づく最適化手法を開発した。開発手法を、OD 逆推定問題に対して適用し、手法の有効性を確認した。

4. 主な発表論文

- (1) Sakai, K., Seo, T., Fuse, T.: Traffic density estimation method from small satellite imagery: Towards frequent remote sensing of car traffic. IEEE 22nd International Conference on Intelligent Transportation Systems, pp.1776-1781, Auckland, New Zealand, 2019.
- (2) Qian, Q., Fukuda, D., Han, K. and Song, W.: Reservoir-based surrogate modeling of dynamic user equilibrium. The 23rd International Symposium on Transportation and Traffic Theory (ISTTT23), Lausanne, 2019.
- (3) Murakami, D. and Griffith, D.A.: A precompression approach for fast spatial mixed effects modeling. Spatial Statistics 2019, Sitges, Spain, 2019.
- (4) Ichimura, T., Fujita, K., Yamaguchi, T., Hori, M., Wijerathne, L., Ueda, N.: Fast multi-step optimization with deep learning for data-centric supercomputing, 4th International Conference on High Performance Compilation, Computing and Communications, 2020.
- (5) Sato, K., Seo, T., Fuse, T.: A reinforcement learning-based dynamic congestion pricing method for the morning commute problems, Transportation Research Procedia, Vol.52, pp.347-355, 2021.

5. 今後の展望

各テーマにおいて、学習型手法として開発を行ってきた。いずれも、学習データを確保することが必要になるため、その方法論を検討することも重要になる。また、深層学習一般の問題として、解釈困難性が存在する。この問題に対して、説明可能な AI 手法を導入することにより、モデルと結果の解釈を可能にすることが期待される。また、説明変数の自動選択の仕組みを導入し、解釈と推定精度の両者を向上するための拡張が考えられる。また、他都市への展開も考えられる。

6. 道路政策の質の向上への寄与

本研究の成果は汎用性を有するものである。さらなる精度向上・安定化・高速化により、その利用可能性が益々高まることが期待される。観測機器のスペック等を特定するための知見も有用となる。また、短期予測の困難さも指摘されているところであるが、より現実に即した予測手法として活用が期待できる。トレンド・ベース課金では政策に資する知見が得られている。また、トライ&エラー課金により混雑解消が確認でき、こちらも実務に資する内容と考えられる。

7. ホームページ等

なし