

**「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」（令和 3 年度採択）
研究概要**

番号	研究課題名	研究代表者
No.2021-2	カメラ画像および複数の観測データを融合した次世代交通計測手法に関する研究開発	東京理科大学 准教授 柳沼秀樹

道路ネットワーク上での常時交通計測体制を実現するため、CCTV カメラや ETC2.0 プローブなどの複数の観測データと AI 技術を活用した次世代交通計測システムの開発を研究目的とする。その上で、本研究成果を実務に速やかに展開して道路 DX を推進する研究開発

1. 研究の背景・目的

これからの道路整備では、WISENET2050 に示されているように、サービスレベル向上を目指した新たな施策が展開される。交通防災拠点（バスタ）や TDM/TSM などの新たなサービスの設計・評価・運用には、時空間的に高分解能なデータが必須となる。本研究課題では、複数の観測データと AI 技術を活用した次世代交通計測システムを開発する。さらに、クラウド上にシステムを実装することで、実務におけるデータ取得コストの逡減に寄与し、道路 DX の推進を目指す。

2. 研究内容

本研究課題では、以下に示す具体的な 3 つの研究課題を設定し、それらを相互に連携して実施することで目的を達成した。

[A] 次世代型交通計測による道路 DX 推進に向けたデータ利活用の検討・検証

全国の実務者を対象に、提案するシステムが具備すべきシーズ・ニーズを把握する。その上で、プロトタイプシステム実装し、ケーススタディ適用を通じて有効性を明らかにする。

[B] AI 解析とカメラ画像を活用した交通移動体の高精度検知手法の開発

道路上の既設 CCTV カメラに対応した交通計測特化型 AI モデルを構築する。さらに、効率的かつ効果的なモデルの学習手法を提案し、これらの精度改善効果を検証する。

[C] 複数の観測データを融合した交通量等データの生成・補正手法の開発

上記[B]での移動体検知結果や ETC2.0 プローブ等を利用して交通量等データ生成・補正モデルを構築する。具体的には、マイクロデータ（交通量や速度、車両軌跡等のカメラレベル）とマクロデータ（リンクおよび OD 交通量等のネットワークレベル）を対象として、その精度を検証する。

3. 研究成果

本研究課題において得られた主な知見・成果は以下に示すとおりである。

[A] 次世代型交通計測による道路 DX 推進に向けたデータ利活用の検討・検討

国土交通省を中心に全国の産官学を対象に、研究期間を通じて延べ 40 回以上の意見交換会を実施した。その結果、(1)交通データ取得に関する現状課題、(2)AI 解析に求める性能要件、(3)今後の施策評価等で求められるデータ、(4)次世代交通計測システムの機能要件、に関するニーズを把握した。その上で、「ニーズに基づく人間中心設計」と「ペインリリーバに基づくユーザー体験の改善」を設計思想として、クラウド型システムを実装した。実務者による試行結果より、地図ベースで AI 処理と可視化を一体化した GUI は使い勝手が良く実務利用で有益との評価を得た（図 1）。

[B] AI 解析とカメラ画像を活用した交通移動体の高精度検知手法の開発

交通計測特化型 AI は、畳み込みニューラルネットワークを基本として、精度低下が著しい交通・環境・設置条件への対応、多様なモード（二輪車や歩行者）と車種分類にモデルを拡張した（図 2）。また、実務上の課題である学習データセット構築および学習について、(1)XAI（説明可能な AI）を活用した戦略的転移学習手法、(2)ドメイン適応に基づく自己学習手法、(3)デジタルツインを活用した仮想学習手法を提案した。その結果、多くの地点・時間帯で±10%以内の検知精度を達成し、実務利用に耐えうる性能を効率的かつ効果的に引き出すことに成功した。

[C] 複数の観測データを融合した交通量等データの生成・補正手法の開発

カメラ画像内を対象としたミクロレベルでは主に、(1)[B]での移動検知と追跡アルゴリズムを適用した車両軌跡データ、(2)通過カウンライン自動最適化による車線別車種別交通量データ、(3)衛星・航空写真画像を用いた実空間距離計測と車線別車種別走行速度データを取得可能とし、複数の地点とカメラ画角で良好な精度を確認した。また、ネットワーク全体を対象としたマクロレベルでは主に、センサスやトラカン、プローブデータを融合して、(1)時系列 LSTM とガウス過程回帰を融合した時間帯別リンクおよび OD 交通量予測、(2)敵対生成学習 (GAN) を活用した属性別アクティビティデータを生成可能とし、概ね良好な現況再現精度を確認した。

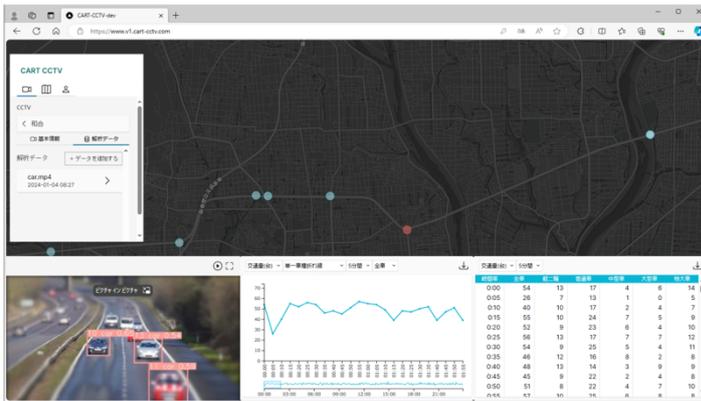


図 1：次世代交通計測システムのインターフェース画面

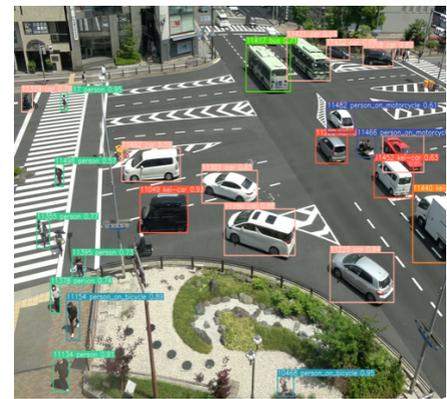


図 2：提案 AI による移動体検知

4. 主な発表論文

本研究課題で得られた成果について、研究期間中に 21 本の論文として取りまとめた。以下に主な成果を示す。なお、研究期間終了後も継続して成果を取りまとめて発表している。

- Obara, K., Yaginuma, H., Terabe, S., Uno, H., Suzuki, Y., Proposal of Self-Learning Algorithm Based on Domain Adaptation for Vehicle-Specific Traffic Measurement AI, *Transportation Research Board 103rd Annual Meeting*, No.24-21013, 2024.
- 尾原健太郎, 柳沼秀樹, 寺部慎太郎, 海野遥香, 鈴木雄:二輪車および歩行者に対応した交通計測 AI の開発および地点別自己学習手法の提案, *土木学会論文集・特集号(土木計画学)*, Vol.79, No.20, 2023.
- 山下聖太郎, 山田健登, 柳沼秀樹:複数の観測データを融合した交通データ生成 AI の構築, 第 35 回日本道路会議, 2023. 【奨励賞受賞】
- Ishijima, Y., Yaginuma, H., Terabe, S., Uno, H., Suzuki, Y.: Interpretability of machine-learning based travel behavior models using XAI, *16th International Conference on Travel Behavior Research IATBR*, 2022.

5. 今後の展望

本研究課題が提案した次世代交通計測システムは、実務者ニーズに基づく必要要件を具備した成果となっているが、現場での実運用を踏まえた改善の余地がある。特に、交通計測特化型 AI モデルの夜間における計測精度の向上、AI モデルの地点別学習のさらなる効率化と高精度化が挙げられる。また、国交省のデータプラットフォーム xROAD のサブアプリとして連携を目指したい。

6. 道路政策の質の向上への寄与

本研究課題は、今後導入が必須となる AI 技術を活用した交通量計測に対して、実務利用を前提とした複数データと AI 技術を融合した理論構築とシステム実装を行なった。これにより、次期道路交通センサスでの導入や災害時の部分的な常時モニタリングなどの実務に速やかに展開可能となり、人手観測よりも高精度・高品質・低コストでの交通計測を実現とした。また、本研究の一部は、国総研や地方整備局での検討にすでに利活用されており、実務の現場で貢献している。

7. ホームページ等

特になし