

令和7年度
修士学位論文

長期 IC カードデータ活用した動的学習モデルに
基づく公共交通利用者の行動予測手法の構築

Public transportation users' behavior prediction method based on
a dynamic learning model using long-term smart card data

指導教員 西内 裕晶
副指導教員 杉浦 聡志
副審査員 佐藤 理人

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻
社会システム工学コース

篠原 由樹

2026年 1月21日

論文要旨

長期 IC カードデータ活用した動的学習モデルに基づく 公共交通利用者の行動予測手法の構築

篠原 由樹

近年、日本では公共交通利用者数が特に地方部において年々減少傾向にある。公共交通利用者の減少や公共交通の収入減少により、公共交通サービスレベルの低下や運賃の値上げが発生する。さらに、サービスレベルの低下や運賃の値上げにより公共交通利用者が減少するという負のスパイラルに陥っている。この負のスパイラルから抜け出すため、公共交通の利用促進のための施策やサービスを提供していく必要があり、公共交通の利用促進を目的とした施策において、実際の行動データに基づく行動把握や効果検証はなされている。しかし、公共交通の需要はイベントや気象条件によって日々大きく変動していくため、過去の施策評価だけでなく施策による将来の公共交通利用者の行動を事前に予測していくことが求められる。

そこで本研究では、長期 IC カードデータを活用し、イベント条件下における個人レベルの詳細な行動予測モデルを構築することを目的とする。具体的には、高知県で発行される IC カード「DESUCA」の長期データを活用し、公共交通利用者の「翌日の利用有無」「翌日の利用回数」「翌日の最初の乗車時間」「翌日の最初の乗降車停留所」を学習モデル LightGBM によって予測する。

4つの利用者行動に対して、モデルの性能評価を行い、学習期間を変更することで予測精度に対する学習期間の影響を検証した。またモデルの性能評価だけでなく、各行動について予測結果の内訳や誤差構造を詳細に分析し、予測の特徴や限界を明らかにした。

分析の結果、イベント条件下においても、個人レベルの公共交通利用者行動を一定程度予測できることが確認された。また、学習期間の設定によって予測精度は行動ごとに異なる変化を示し、直近の行動履歴に強く依存する行動と、行動のばらつきが大きく予測が困難な行動が存在することが明らかとなった。さらに、予測結果の内訳や誤差構造を分析した結果、「翌日の利用有無」では高頻度利用者ほど安定した予測が可能であること、「翌日の利用回数」ではイベント下における突発的な利用変動により過少予測が生じやすいこと、「翌日の最初の乗車時間」では朝時間帯で再現性が高い一方、日中以降で予測誤差が拡大すること、「翌日の最初の乗降車停留所」では乗車・降車でことなる空間的誤差特性が確認され、行動種別によって予測の不確実性の性質が異なることが明らかとなった。

キーワード：IC カードデータ，機械学習，LightGBM，10 円デー，詳細な利用者行動

Abstract

Public transportation users' behavior prediction method based on a dynamic learning model using long-term smart card data

Yoshiki Shinohara

In recent years, the number of public transportation users in Japan has shown a declining trend, particularly in regional areas. Decreases in ridership and revenue have led to reduced service levels and fare increases, which in turn further discourage usage, creating a negative spiral. To break this cycle, policies and services that promote public transportation use are required. Although previous studies have evaluated such measures based on observed behavior data, public transportation demand fluctuates daily due to events and weather conditions, making it necessary to predict future user behavior in advance rather than relying solely on retrospective evaluations.

Accordingly, this study aims to construct an individual-level behavioral prediction model under event conditions using long-term IC card data. Specifically, long-term data from the IC card “DESUCA,” issued in Kochi Prefecture, are used to predict public transportation users’ “next-day usage,” “next-day trip frequency,” “next-day first boarding time,” and “next-day first boarding and alighting stops” using a LightGBM-based machine learning model.

Model performance is evaluated for these four types of behavior, and the impact of different training periods on prediction accuracy is examined by varying the length of the training data. In addition, prediction outcomes and error structures are analyzed in detail to clarify the characteristics and limitations of each prediction.

The results indicate that individual-level public transportation user behavior can be predicted to a certain extent even under event conditions. Prediction accuracy varies by behavior type depending on the training period, revealing both behaviors that strongly depend on recent usage history and behaviors with large variability that are difficult to predict. Furthermore, stable predictions are more achievable for high-frequency users in next-day usage, next-day trip frequency tends to be underpredicted during event periods, prediction accuracy for first boarding time is higher in the morning than later in the day, and boarding and alighting stops exhibit different spatial error characteristics, indicating that predictive uncertainty differs across behavioral types.

Keywords : IC card data, machine learning, LightGBM, 10-yen day, detailed user behavior