



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	路線バスにおけるカメラ画像を用いたバス乗客OD推定システムに関する研究
Author(s)	西浦, 翼
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第16985号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16985
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99829
Type	doctoral thesis
File Information	Tsubasa_Nishiura_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 西浦 翼

審査担当者 主 査 教 授 川村 秀憲
 副 査 教 授 野田 五十樹
 副 査 教 授 山本 雅人
 副 査 教 授 坂本 大介
 副 査 准教授 山下 倫央

学位論文題名

路線バスにおけるカメラ画像を用いたバス乗客 OD 推定システムに関する研究
(A Study on an OD Estimation System for Route Buses Using Onboard Camera Images)

日本国内, 特に地方や郊外では路線バスが日常における重要な交通手段となっている一方で, バス事業者の赤字や人手不足が深刻な問題となっている. 効率的な運行のためには利用者の乗降バス停を記録したバス乗客 OD(Origin-Destination) データが必要であるが, 人手確認やアンケート調査などによる収集は費用や工数の観点から高コストであるため, 簡便に収集できる新しい方法が必要とされている. 近年では安全・防犯目的で車載カメラの設置が増加しているため, これを利用した簡便なバス乗客 OD データ収集システムができれば有用である. 一方で, 路線バス以外も含む一般的なコンピュータビジョン技術を用いた OD 推定の研究分野では, 理想的な環境条件下での研究が多く実環境を想定していないことや, 発生・集中交通量のための収集が多く分布交通量まで収集できていないことが課題となっている. この課題に対して, 実環境で分布交通量まで収集するアプローチには新規性が認められる.

本論文は, 路線バスにおけるカメラ画像を用いたバス乗客 OD データの収集を目的としている. 著者はそのために必要な処理プロセスを個人識別, 乗降判定, 同一判定の 3 段階で提示し, バス停別乗降者数と乗車区間別乗降者数の両方を推定するシステムの開発を行った. 個人識別では要素技術を検討し, 人物追跡により人物軌跡を推定した. 乗降判定では路線バスのドメイン知識からドア領域を設定し, 軌跡が乗降人物かどうかの判定を行った. 同一判定では乗車人物の軌跡と降車人物の軌跡の視覚的な類似度をメトリックラーニングにより計算し, 割当アルゴリズムによるマッチングで推定を行った. 札幌市内で実際に運行している路線バスにて動画データを収集し, アノテーションを施してデータセットを作成している. このデータセットを用いて実験を行い, システム全体および各処理の有効性を示している.

本論文は 6 章で構成されている. 第 1 章では, 本論文の研究背景と研究目的, 学位論文の構成について示している. 第 2 章では, 本研究の関連研究について示している. 第 3 章では, 動画データの収集とシステムの全体設計を行っている. 必要な処理とその要素技術を検討し, 人物検出器 YOLOR, 人物追跡器 MPNTrack, メトリックラーニングモデル BoT, 割当アルゴリズムハンガリアン法を組み合わせたバス乗客 OD 推定システム BAIRD-OD を開発している. 実際に収集した動画データからデータセットを作成し, システムの推定精度を検証することで, その有効性を示している. 第 4 章では, BAIRD-OD の処理の一部である個人識別において, 人物検出と人物追跡の推定精度を下げて

いる要因の分析と推定精度の向上に取り組んでいる。コストやプライバシーへの配慮など実用的なシステムの制約を充足しながら精度向上が図れる手法を検討し、不適データセグメントの処理手法を実装している。追加のデータセットを作成し、提案手法の精度を検証する実験を行っている。その結果から、提案した各処理の有効性を示している。第5章では、BAIRD-ODの処理の一部である乗降判定において、必要最低限の機械学習を導入することによる推定精度の向上に取り組んでいる。ルールベースで行っていた乗降判定に対して、人物矩形がバスの内部か外部かを判定するDNNモデルを取り入れる手法を提案している。さらに追加のデータセットを作成し、精度検証の実験を行っている。その結果、既存手法を上回る推定精度を達成し、提案手法の有効性を示している。

これを要するに、著者は路線バスにおけるODデータ収集の課題を解決する手法として、車載カメラの動画とコンピュータビジョン技術を利用したシステムの開発と各処理の有効性の検証を行った。本研究で開発したシステムは、路線バスに限らず他の都市計画や地域交通の課題解決への応用可能性がある。本研究成果は、路線バスを対象として、情報工学的なアプローチによるOD推定に関する研究に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(情報科学)の学位を授与される資格あるものと認める。