

先端科学技術研究科 修士論文要旨

所属研究室 (主指導教員)	ユビキタスコンピューティングシステム (安本 慶一 (教授))		
学籍番号	2311021	提出日	令和 7年 1月 21日
学生氏名	池永 拓海		
論文題目	A Study on Route Bus Ridership Estimation Using Self-Supervised Learning with Onboard BLE Scanners 車載BLEスキャナを用いた自己教師あり学習による路線バス乗車状況推定に関する研究		
要旨			
<p>バスの乗車状況を正確に把握することは、交通システムの効率化と乗客の快適性向上に不可欠である。乗車状況を把握する手法の一つとして、Bluetooth Low Energy (BLE)を活用した推定手法がある。従来のBLEを用いたバス乗車状況推定手法では、客観的混雑度である車内人数のみを推定対象としているが、同じ車内人数であっても、乗客が実際に感じる混雑度である体感混雑度は異なる。また、これらの手法はバス車内の混雑状況を把握するにとどまり、各停留所での乗降客数を把握することは難しい。さらに、BLEデータは継続的に取得が可能である一方で、ラベルデータを取得するには多大なコストと時間がかかるため、少量のラベルデータで高精度な推定を行うことが求められている。多様な乗車状況の把握と少数ラベルデータでの効果的な学習は、BLEを用いたバス乗車状況推定を社会実装するための重要な課題である。</p> <p>この課題を解決するために、本研究では、自己教師あり学習を活用して車内人数、体感混雑度、乗客数、降客数の推定を行う新たなバス乗車状況推定手法を提案する。具体的には、BLE信号情報から出現頻度や平均RSSIを用いて乗客の信号のみを抽出し、差分や変化率、停留所間差集合などの特徴量を作成する。その後、自己教師あり学習を用いてアンラベルデータで表現学習を行い、機械学習モデルで少量のラベルデータを用いて乗車状況推定を行う。</p> <p>提案手法の有効性を確認するために、奈良市内循環線のバスを対象として評価実験を行った。BLE信号情報から作成された特徴量を入力として機械学習モデルで推定を行った結果、車内人数と体感混雑度はF1-Scoreによる評価でそれぞれ0.562, 0.314となり、乗客数と降客数はMAEによる評価でそれぞれ1.142, 1.290となった。BLE信号情報の特徴量と自己教師あり学習によってアンラベルデータで事前学習された特徴量を入力として機械学習モデルで推定を行った結果、車内人数と体感混雑度はF1-Scoreによる評価でそれぞれ0.670, 0.554となり、乗客数と降客数はMAEによる評価でそれぞれ1.089, 1.228となり、精度向上が確認できた。結果より、本手法は従来の車内人数の推定に加えて、体感混雑度や乗降客数を推定可能であることを示した。また、体感混雑度の推定の際、BLE信号情報のみから人々が感じる混雑度の傾向を捉えることができるとわかった。さらに、自己教師あり学習を乗車状況推定に活用することで、少ないラベルデータで効果的に乗車状況推定が可能であることを明らかにしている。</p>			