



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Integrating Machine Learning and Optimization Techniques for Short-Term Management of Shared E-Scooters under Demand Uncertainty [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Saum, Narith
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15624号
Issue Date	2023-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/90858
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Narith_Saum_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 Narith Saum

審査担当者 主査 准教授 杉浦 聡志
副査 教授 萩原 亨
副査 教授 内田 賢悦
副査 准教授 高橋 翔

学位論文題名

Integrating Machine Learning and Optimization Techniques for Short-Term Management of Shared E-Scooters under Demand Uncertainty

(機械学習と最適化技術の統合による需要不確実性下での shared e-scooter の短期オペレーション)

近年ラストワンマイルの移動手段として、小型共有モビリティが世界的に注目されている。Shared e-scooter はその一つとして様々な視座から研究が蓄積されている。

本論文は dock-less shared e-scooter を対象として、短期的なオペレーションのための需要予測手法の構築、および e-scooter の再配置問題の求解アルゴリズム構築に取り組むものである。

Shared e-scooter はレクリエーションや観光活動に多く利用されることから day-to-day の需要の変動が他の共有モビリティ (例えばシェアバイク) と比べて大きくなることから、ディープラーニングモデルと Autoregressive Conditional Heteroskedasticity モデルを併用した期待需要、および分散予測モデルを開発している。Austin, Minneapolis, Thammasat で観測された3つの利用実績データセットを用いて、提案手法により従来の回帰モデルである SARIMAX よりも高い予測精度を実現することに成功している。

需要予測に用いるディープラーニングモデルは多くの外生的に与えるパラメータ (ハイパーパラメータ) を必要とし、この設定が予測精度に大きな影響を与える。本論文ではハイパーパラメータの最適化することを目的として、分類木学習を反復して実行する新しいアルゴリズム Iterative Decision Tree アルゴリズム (IDT) を提案した。ベイズ最適化など、既往手法の多くはパラメータチューニングを直列的に実行するが、IDT は並列実行が可能であることから、最適化計算の効率化が期待される。提案手法を実際にいくつかのディープラーニングモデルのハイパーパラメータ最適化に適用し、既往アルゴリズムと比較して計算時間、学習精度の両方で優れた結果を得ることに成功している。

以上の予測手法に基づいて、Shared e-scooter の再配置計画のために需要の期待値、分散を考慮し、加えて故障、要充電により回収する必要がある e-scooter の存在を陽に考慮した回収・再配置フレームワークを提案した。回収・再配置問題には整数線形計画法 (ILP) による厳密解法、およびヒューリスティックスの一つである Ant colony optimization と ILP のハイブリッドによる解法を採用した。これらの解法は予測された期待需要と分散に基づいたモンテカルロサンプリングにより与えられた確定的需要の下で、e-scooter を輸送する車両のルーティングおよび積込、積出を最適化する。Minneapolis データセットに提案手法を適用し、ハイブリッド解法が特に大規模な問題で効果的であることを示した。また、観測データにおける再配置実績と比較して、提案手法は day-to-day の

データにおいて 16.68 パーセントの目的関数値削減を達成した。

これを要するに、著者は shared e-scooter の短期的オペレーションの新しいフレームワークを提案し、その構成要素それぞれにおいても既往研究より良好な結果を与え、小型共有モビリティの運用研究に対する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 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。