OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Data-Driven Framework for Agent-Based Pedestrian Modeling & Simulation
Author(s)	Sanjjamts, Amartaivan
Citation	大阪大学, 2026, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/105496
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

Form 3

Abstract of Thesis

Name (Sanjjamts Amartaivan)	
Title	Data-Driven Framework for Agent-Based Pedestrian Modeling & Simulation (データ駆動型エージェント手法による歩行者モデルとシミュレーション)

Abstract of Thesis

Understanding pedestrian dynamics is fundamental to the development of safe, efficient, and inclusive urban environments. With continued urbanization, cities face increasing challenges in managing high-density pedestrian flows within limited spatial infrastructures. The effective design of walkways, intersections, and public spaces, therefore, requires accurate modeling approaches capable of reproducing realistic pedestrian behaviors across diverse environmental and social contexts. Such models enable early-stage and pre-design validation of pedestrian infrastructure, as well as systematic pedestrian flow and safety analysis.

The present research addresses key limitations in calibration accuracy, agent heterogeneity, and environmental adaptability by developing a data-driven agent-based pedestrian simulation framework that integrates empirical trajectory data with computational modeling. The framework combines deep learning-assisted calibration with Particle Swarm Optimization (PSO), employing a neural network-based surrogate model to substantially reduce the computational cost of repeated simulations while preserving calibration fidelity. Agent behaviors, including speed modulation and directional changes, are dynamically adjusted based on local environmental conditions inferred from real-world trajectory data, enabling the capture of complex, context-dependent motion patterns.

Validation using high-resolution pedestrian trajectory datasets demonstrates the model's ability to reproduce key emergent phenomena, including environment-aware adaptation, bottleneck formation, and collision avoidance, thereby confirming its suitability for urban design evaluation, space utilization analysis, and crowd safety management.

The contributions of this study are threefold: (i) a local environment-conditioned calibration and validation strategy that enhances behavioral diversity and realism; (ii) a surrogate-assisted calibration pipeline that accelerates parameter estimation without sacrificing accuracy; and (iii) a scalable and extensible simulation framework that supports varying numbers of agents, adapts easily to diverse environment layouts, and accommodates scalable parameter configurations.

Overall, this study advances pedestrian simulation by unifying data-driven learning, environment-aware agent parameterization, and efficient calibration, providing a foundation for future extensions to group-level interactions of pedestrians in real-world environments.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（Amartaivan Sanjjamts ）			
		(職)	氏　　名
論文審査担当者	主 査	教授	森田　浩
	副 査	教授	鈴木　秀幸
	副 査	教授	小倉　裕介

論文審査の結果の要旨

本論文は、都市における高密度な歩行者流を安全かつ効率的に扱うために、軌跡の実測データを活用したデータ駆動型エージェントベースの歩行者シミュレーションの枠組みを提案するものである。歩行空間の設計や混雑、安全の評価には現実的な歩行者行動の再現が必要であるが、従来モデルにはキャリブレーションの精度不足や歩行者の異質性の表現や環境変化への適用性に限界があった。

そこで本論文では、深層学習によるサロゲートモデルとParticle Swarm Optimization(PSO)を統合し、反復シミュレーションに伴う計算負荷を大幅に削減しつつパラメータの高精度推定を可能にしている。さらに、速度調整や方向転換などの行動を局所環境条件に基づいて動的に更新することで、周囲状況に応じた文脈依存の運動パターンを表現している。高解像度軌跡データで検証した結果、ボトルネック形成や衝突回避といった現象を再現でき、都市設計の事前検証や空間利用分析、群衆安全管理への有効性を示している。

本論文の貢献には、局所環境に条件づけたキャリブレーション・検証戦略において局所環境に応じて行動パラメータを調整し状況依存の歩行行動を再現して検証可能としたこと、サロゲートモデルで計算を軽量化しPSO探索を高速化して効率的なパラメータ推定を実現したこと、人数や環境レイアウトの変化にも対応できる汎用的な枠組みを示しスケーラブルで拡張可能な統合基盤を構築したことなどが挙げられる。今後は集団行動など上位の相互作用への拡張が期待できる。

以上より、本論文では実測データに基づく環境適応型歩行者モデルとサロゲートモデル支援の高速キャリブレーションを統合し、精度と計算効率を両立させた。設計段階で混雑・危険を迅速に評価できる実務的基盤を提供すると同時に、歩行者行動の文脈依存性を定量化する学術的枠組みにも寄与するものである。

よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。