

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	エビデンスに基づくウォークブルな街路デザインに向けて：人々の知覚と嗜好を反映した街路レベルのウォークビリティのための体系的・自動的アプローチ
Title(English)	Toward an Evidence-Based Walkable Street Design: A Systematic and Automatic Approach for Street-Level Walkability Reflecting People's Perceptions and Preferences
著者(和文)	HuangLu
Author(English)	Lu Huang
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12927号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:沖 拓弥,藤井 晴行,大佛 俊泰,斎尾 直子,松岡 昌志
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12927号, Conferred date:2024/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	HUANG Lu	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	沖 拓弥	准教授	松岡 昌志	教授
	審査員	藤井 晴行	教授		
		大佛 俊泰	教授		
斎尾 直子		教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「**Toward an Evidence-Based Walkable Street Design: A Systematic and Automatic Approach for Street-Level Walkability Reflecting People's Perceptions and Preferences**」と題し、全7章から構成されている。

第1章「**Introduction**」では、近年重視されているウォークビリティの概念について、性質・規模・知覚という3つの観点から一般的な定義を整理した上で、街路レベルの要因に着目し、ウォークビリティの物理的側面と知覚的側面の両方について、特に視覚情報の観点に基づき分析するという本論文の立場を示している。そして、ウォークビリティの総合的評価において人工知能(AI)技術や様々なビッグデータが未だ十分に活用されていない現状をふまえ、これらの技術やデータを用いて街路レベルのウォークビリティに関わる要因を理解し、デザインを実践するための体系的かつ自動化された手法を探求するという本論文の目的を述べている。

第2章「**Literature Review**」では、既往研究を「街路レベルのウォークビリティの選択と測定」、「街路レベルの要因と知覚的ウォークビリティとの関係の理解」、「デザインにおける生成AIの活用」という3つの側面から概観し、それらの研究の範囲と限界について述べている。

第3章「**Methodology**」では、本論文で用いているビッグデータ(街路画像データ、道路ネットワークデータ、目標物データ、建物データ、クラウドソーシング調査データ等)について整理するとともに、第4章以降で用いる各種分析手法について概説している。

第4章「**Evaluating the Physical and Perceived Walkability at Street-Level**」では、街路レベルのウォークビリティを、物理的側面と知覚的側面からそれぞれどのように体系的かつ自動的に測定可能か検討している。まず、歩行活動に関する街路の物理的特徴を測定するための調査ツールである **Irvine Minnesota Inventory (IMI)** を参考に、ウォークビリティの評価項目を階層的に整理している。そして、街路構成要素の自動抽出と定量化、歩道幅の推定等には、物体検出アルゴリズムである **YOLO** やピクセル単位の自動意味付けタスクである **セマンティック・セグメンテーション** を、維持管理の質の評価に深層学習ベースの回帰モデルを用いることで、物理的ウォークビリティを測定している。また、知覚的ウォークビリティについては、クラウドソーシング調査の結果を深層学習モデルに学習させることで測定している。さらに、香港をケーススタディとした実験を通じて、詳細かつ効率的なウォークビリティ測定における提案手法の有用性を示している。

第5章「**Informing Perceived Walkability at Street-Level through Non-Linear Regression Analysis**」では、街路の物理的環境が知覚的ウォークビリティにどのように影響を及ぼすかを分析している。東京都世田谷区をケーススタディとして、前章の知見に基づき選定した街路構成要素を説明変数、クラウドソーシング調査の結果をもとに測定した知覚的ウォークビリティを目的変数として、両者の間の非線形関係を仮定し、機械学習モデル(**XGBoost**)を用いた回帰分析を行っている。そして、知覚的ウォークビリティの評価における街路構成要素の重要度は、街路における位置(交差点か交差点間か)や、その要素の量によって異なることを明らかにしている。

第6章「**Enhancing Perceived Walkability at Street-Level through Generative AI**」では、知覚的ウォークビリティを改善するための街路整備の幅広い選択肢をより視覚的かつ直感的に得ることを目的として、画像生成AIを応用したワークフローを構築している。前章までの手法を用いた知覚的ウォークビリティの測定結果を、拡散モデルを用いた生成AIモデルである **Stable Diffusion** に学習させるとともに、画像構成を制御するための **ControlNet** や **3D** モデルを導入し、実験を通じて最適なパラメータを検証している。そして、東京都世田谷区における幅員の異なる街路画像を入力画像としたケーススタディにより、生成画像のリアリティを示すとともに、知覚的ウォークビリティが改善されることを第4章の手法により定量的に示し、提案手法の有用性を実証している。

第7章「Discussion and Conclusion」では、主要な研究成果を総括すると同時に、本論文の貢献と今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、データに基づくウォークビリティの自動評価手法を構築した上で、街路レベルのウォークビリティの向上に資する街路構成要素の重要度を定量化し、さらに画像生成AIによって具体的かつ直感的な街路の改善イメージを得るための手法を提案したものであり、建築・都市計画上および学術上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（学術）の学位論文として十分な価値があると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。