

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13737 号
------	---------------

氏 名 日高 健

論 文 題 目

歩行者空間計画のためのマルチスケールな行動モデリング
(Multi-scale behavior modeling for pedestrian-centric spatial planning)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	未来材料・システム研究所	教授	山本 俊行
委員	名古屋大学	未来材料・システム研究所	准教授	三輪 富生
委員	名古屋大学	環境学研究科	准教授	井料 美帆
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	戸田 祐嗣
委員	広島大学	先進理工系科学研究科	准教授	力石 真

論文審査の結果の要旨

日高健君提出の論文「歩行者空間計画のためのマルチスケールな行動モデリング」は、データ駆動型の歩行者空間計画のためのマルチスケールな行動を扱うことができる枠組みを提案するものである。近年、自動車を中心とした街づくりから、人を中心とした街づくりへ空間を再構築しようとする取組みが進んでいる。質の高い都市空間は、経済的、社会的、健康的、環境的に利用者に高い価値をもたらすことが明らかになっており、人を中心とした街づくりは豊かな生活空間の実現、地域消費の拡大、観光客の増加や健康寿命の延伸など様々な地域課題の解決や新たな価値の創造につながると期待される。しかしながら、どのように街路空間の再構築・利活用を行えば良いのかという具体的な手順は明らかではなく、多くの自治体は模索をしているのが現状である。

一方、スマートフォンや個人単位のセンシングデータの普及を背景として、データ駆動型の空間計画が注目されている。国土交通省が推進する「スマート・プランニング」は、個人単位の行動データをもとに、施策実施の効果を予測した上で様々な施策を検討するデータ駆動型の新しい計画手法である。データに基づく空間設計は、ステークホルダー間のデータに裏付けされた客観的な共通認識の構築に役立ち、結果として、エビデンスに基づいた施策の決定につながると期待される。しかしながら、現状のデータ駆動型の空間計画手法には、(1)個人単位の詳細な移動軌跡データを十分に活かしきれていない、(2)歩行者の複雑な意思決定、回遊行動の特徴を十分に表現できていない、(3)広域からの来訪者数の推定は四段階推計を前提としているといった大きな課題がある。本研究では、回遊行動に特徴的な行動軌跡の生成を可能とする2段階のアプローチの提案、移動時間を含む動的活動スケジューリングモデルの拡張、広域からの来訪者の推定に関して大規模な交通調査を前提としない新しい推定方法の提案を行いそれらの有効性を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、研究を行うに至る背景、および、研究の目的、本論文の構成を述べている。

第2章では、既往研究レビューについて整理している。はじめに、歩行者行動モデルに関する既往研究について整理しており、経路選択モデルについて非目的地指向型の歩行者経路選択モデルについて紹介した後に、経路の列挙を必要としない経路選択アプローチについて紹介している。また、歩行者を対象とした活動スケジューリングモデル、さらには、GPSデータを用いた歩行者行動の空間表現についても紹介している。続いて、広域の移動行動生成モデルに関する既往研究についてもレビューを行い、これらから本研究の貢献について明らかにしている。

第3章では、回遊行動に特徴的な行動軌跡の生成を可能とする2段階のアプローチを構築している。このアプローチにおいては、第一段階で最大エントロピー逆強化学習法によってPoint of Interestの効用関数と確率的方策を推定し、第二段階では、与えられた目的地と到着時間の制約の下で軌跡を生成する。このモデルでは、歩行者は目的地と到着時間の制約の中で効用を最大化するように軌跡を選択する。これにより、最短経路に代表される目的地指向型の行動軌跡のみならず、迂回や滞在、立ち寄りのような様々な行動軌跡の表現が可能となった。また、オープンスペースを模した2種類の数値実験を通じて様々な行動軌跡の生成が可能であることを確認している。

第4章では、活動選択や活動時間配分行動に着目し、これらを逐次的に行うことが可能な動的活動スケジューリングモデルを歩行者問題に適用している。本研究で扱う問題では、移動時間が活動時間に含まれるため、移動時間以上の時間を配分する必要がある。この問題を扱うことができるよう動的活動スケジューリングモデルの拡張を行った。また、詳細な移動軌跡データの活用方法として、グリッドベースの空間表現方法を採用し、GPSデータから15mという詳細な空間解像度を持つグリッドへの離散化のための前処理方法についても提案している。ここでは、道の駅で取得されたGPSデータをもとに、提案の方法で時空間離散化を行い、活動スケジューリングモデルの推定を行っている。推定の結果、代表者の年齢や子どもの数といった来訪者グループの属性が活動選択や活動時間配分に与える影響が明らかになった。

第5章では、広域からの来訪者の推定に関して大規模な交通調査を前提としない新しい推定方法の提案を行っている。提案方法では、国勢調査や生活時間調査などの一般に入手が容易で、プライバシー保護等の懸念のない集計データを融合し、統計的に矛盾のない移動行動パターンの生成を行う。本研究では、携帯電話の基地局情報から得られる時間帯別の滞在人口と比較を行い、その精度を検証している。検証した結果は、どの時間帯に対しても国勢調査と検証データ間の当てはまりと同等以上の精度を示しており、提案手法の有用性が明らかにされた。提案方法は、金銭的、時間的なコストの大きい交通調査を一切必要としないため、財政面で苦心する小規模な自治体を含む日本全国全ての地域で安価かつ簡便に移動行動を生成することが出来る。この移動行動生成の情報に基づき、対象エリアの属性や時間帯の情報を含んだ来訪者数の推計が可能となる。

第6章では、成果の総括を行うとともに、今後の課題を示している。

以上のように、本論文では、データ駆動型の歩行者空間計画のためのマルチスケールな行動を扱うことができる枠組みを提案している。提案された行動モデルや推定手法並びに得られた結果は、データ駆動型の歩行者空間計画、スマート・プランニングを実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である日高健君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。