

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	角度を用いた交通システム分析：モデリングと実証分析
Title(English)	Transportation Systems Analysis with Angle: Modeling and Empirical Studies
著者(和文)	長崎滉大
Author(English)	Kouta Nagasaki
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12756号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:瀬尾 亨,室町 泰徳,高山 雄貴,花岡 伸也,沖 拓弥,朝倉 康夫
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12756号, Conferred date:2024/3/26, 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	長崎滉大	
論文審査 審査員		氏名		職名	氏名	職名
	主査	瀬尾亨		准教授	沖拓弥	准教授
	審査員	室町泰徳		教授	朝倉康夫	東京大学 特任上席研究員
		高山雄貴		教授		
花岡伸也			教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Transportation Systems Analysis with Angle: Modeling and Empirical Studies」(角度を用いた交通システム分析: モデリングと実証分析)と題し、全6章で構成され、英文で書かれている。

本研究は、交通システムのより深く多様な理解を念頭におき、これまではあまり使われてこなかった角度という指標に着目し、角度を用いた交通システムのモデル化とその実データを用いた検証を目的として行われたものである。これまでの交通システム分析では、距離、時間、ネットワークのトポロジーといった指標が支配的に用いられてきたが、本研究では角度を用いれどどのような視点からの分析が可能となるのかを緻密に考察し、全く新しい分析手法を提案し、実データの裏付けもつけた点に新規性があると言える。

第1章は序論であり、背景、目的、論文構成について述べている。特に、角度という指標が持つ通常のスカラー量とは全く異なる特徴、すなわち360度で一周する点や、その特徴を活かした交通システム分析が可能となればどのような学問分野・実用可能性が開けるかが論じられている。

第2章は文献レビューである。まず、角度データの合理的な統計的取り扱いを可能とする方法論である方向統計の概説を行っている。そして、既存研究で用いられている交通システム分析のフレームワークを様々なレベルにレビューしている。具体的には、需要、供給、挙動、状態の各レベルごとにモデルや手法、それらの長所と短所を説明している。そして、角度と言う指標がそれぞれのレベルでどのように活用できそうかを論じている。

第3章では、個人行動モデルへの角度の組み込みについて述べている。ここでは、大規模な道路ネットワークにおける車両の経路選択行動のモデルを開発し、実データにより検証している。モデルの詳細は以下の通り。まず、経路選択モデルの説明変数として、車両がネットワーク上のノードで曲がる角度を新たに導入している。東京都心の車両軌跡データを用いてモデルパラメータを推定しその性質を検証するとともに、距離等に基づく従来型の経路選択モデルとの比較を行っている。結果として、提案モデルは従来型のモデルよりも優れている点が多いことが確認された。また、いくつかの将来に向けた課題を見出した。

第4章では、一日の交通量変動の角度を用いた分析について述べている。一日における時間は、24時間で一周する性質を持っているため、角度と見なすことが可能であり、さらには適切であるとの指摘がなされる。ここでは、一日の交通量変動を角度分布として表現する方法論を開発し、実データにより検証している。一般的な都市部での一日の交通量変動は、朝と夕方にピークのある分布を持つことが知られている。そのため、一つのピークをもつ角度分布を混合することで、一日の交通量変動を記述するモデルが提案されている。さらに、そのモデルを大量のデータから統計的に合理的に推定するため方法が開発されている。この際に統計学上の高度な手法が駆使されていることは特筆に値する。そして、提案手法を関西の都市高速道路で得られた交通量データに適用し、出勤・帰宅と解釈しうる二つのピークを持つ分布の高精度な推定に成功している。

第5章では、空間的な交通現象の角度を用いたモデル化について述べている。都市のような空間的に広い領域では、様々な方向から様々な方向へ向かう交通需要が、方向別に異なる量の道路の上で相互作用し、方向毎に異なる混雑現象が生じている。ここでは、その相互作用の様子を需要、道路、混雑のそれぞれの角度分布を用いて統計的に記述する全く新しいモデルの枠組みを開発し、実データへの当てはまりを確認している。具体的な方法論として、角度分布をフーリエ級数のように展開し、上述した相互作用を線形回帰型のモデルによって統計的に記述するモデルを構築している。そして、東京都心の車両軌跡データと地図データで提案モデルのパラメータを推定し、その解釈を行っている。その結果、推定結果は概ね統計的に有意なものとなり、本モデルは既存モデルとは全く異なる枠組みであるため未だ解釈の定まらない部分も相当程度残されているものの、ある方向で需要が多ければその方向は混雑する傾向にあるなどの合理的な基本的挙動は確認された。そして、今後検討すべき課題を整理した。

第6章は結論であり、本研究の成果と今後の展開がまとめられている。特に、本論文により角度に基づく交通システム分析という全く新しい分析フレームワークが構築され、様々な応用可能性が見いだされたことが論じられている。

以上、要するに、本論文は角度というこれまでほとんど使われてこなかった指標に基づき交通システムを分析する全く新たな方法論を多数提案するという、非常に挑戦的な研究を緻密に成し遂げたものであり、交通工学の学術的研究として高い新規性があり有益な知見が得られていると判断できる。よって、本論文は博士(工学)として十分な価値を有するものと認められる。