

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Stochastic and Deep Learning Approaches for Understanding and Generating Daily Human Activities and Mobilities
著者(和文)	WANGWeiyang
Author(English)	Weiyang Wang
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12790号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:大佛 俊泰,藤井 晴行,斎尾 直子,鍵 直樹,沖 拓弥
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12790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	WANG Weiyang		
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名	
	主査	大佛俊泰	教授	沖 拓弥	准教授	
	審査員	藤井晴行	教授			
		斎尾直子	教授			
鍵 直樹		教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Stochastic and Deep Learning Approaches for Understanding and Generating Daily Human Activities and Mobilities」と題し、全 8 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、多様な人間行動を活動(就業・学習・買物・娯楽など)と移動(都市内の空間移動)の視点から捉え、これらの予測・生成を試みた既往研究は主に移動距離や訪問頻度の分布などに関する統計量の再現に重点が置かれており、既往モデルにより予測・生成される個々の行動特性は現実から著しく乖離している可能性があることを指摘し、人間行動における活動と移動をより精緻に理解・予測・生成するモデリング手法を提示するという本研究の目的について述べている。

第 2 章「Data Sources」では、人々の活動と移動に関する情報を備えたデータ群として、パーソントリップ調査データ、土地利用細分メッシュデータ、細密数値情報、および、地価公示データを取り上げ、これらに関する基礎的な情報を示すことで、本研究で使用するデータに関して詳細に述べている。

第 3 章「A General Understanding of Daily Human Activity—Sequential Patterns」では、主要な日常活動に潜在するシークエンスに見られるパターンについて検討している。階層的クラスタリングを用いて分析し、①就業・学習などの活動、および、買物・娯楽などの活動は、それぞれ同様のシークエンスパターンであること、②大半の人々の活動パターンは、限られた数のパターンで表現可能であること、③日常の活動パターンは概ね 3 つの年齢層と 3 つの職業層から成るグループで特徴づけられることを示し、以降における活動の分類と集団の分類の根拠となる結果を示している。

第 4 章「Generating and Understanding Daily Activity Sequences」では、非斉時的マルコフ連鎖モデルを用いて活動シークエンスの生成を試みている。非斉時的マルコフ連鎖モデルの活動シークエンス生成能力は、ニューラルネットワークモデルと概ね同等であり、特に就業者層と学生層については高精度で生成可能であることを示している。次に、非斉時的マルコフ連鎖モデルと多項ロジットモデルの関係について検討し、人々は総合的な効用を考慮しながら日々の活動スケジュールを設定しているとするメカニズムを提示している。さらに、非斉時的マルコフ連鎖モデルのパラメータを減じて再構成することで、隣接地域に住む人々の活動シークエンスは互いに類似していることを示している。

第 5 章「Generating and Understanding Daily Mobility Sequences」では、様々な属性グループの移動を生成するために、第 1 段階で人々の次時点の状態(場所の種類)を前時点の移動パターンから決定し、第 2 段階で具体的な場所を状態から確率的に決定するという、2 段階非斉時的マルコフ連鎖モデルを提案している。2 段階非斉時的マルコフ連鎖モデルによれば、移動の空間的特徴(どこをどの順序で訪れたか)と時間的特徴(いつどの順序で訪れたか)を高精度に再現できること、将来の状態は場所や時刻に関係なく、移動パターンに基づいて大まかに予測できること、長距離移動の割合は各移動モードに費やされる時間の割合を用いれば予測可能であることを示している。

第 6 章「Daily Travel Time—Fixed and Varying Statistics」では、移動手段ごとにグループ化した人々の終日の移動時間は、観測年や市内中心部までの距離に関係なく対数正規分布することを示し、これを記述するモデルを構築している。モデルのパラメータを移動時間や移動モードのシェアなどを用いて推定した結果、効用と移動時間の関係を示す効用曲線は、過去数十年に渡って多くの研究者が想定してきた概念図に酷似していることを示し、提案モデルはこの概念図に数学的な意味を与えているとしている。

第 7 章「Incorporating New Frameworks—Learning Human Behaviors with Deep Learning Models」では、人間行動の予測・生成精度を向上させるために、機械学習アプローチ(トランスフォーマーモデル)を採用している。都市環境の設定や社会的要因の変化の下で行動パターンを予測・生成し、提案モデルが良好な予測力と生成力を示すことから、都市の空間構造と日常行動における時間的関連性は良好に学習されており、トランスフォーマーモデルは活動と移動のモデル化において非常に有用であるとしている。

第 8 章「Discussion and Conclusions」では、主な研究成果を取り纏め本論文の結論・応用と今後の展望について述べている。

以上を要するに、本論文は近年、建築・都市計画学、空間情報科学等で大きな関心を集めている人々の活動や移動を理解・予測・生成するための手法について、数理モデルと精緻な数値計算をもとに検討したものであり、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。