

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |   |
|-------------------|---|
| 題目(和文)            |   |
| Title(English)    | Spatiotemporal Analysis of Human Behavior in Urban Settings Based on Social Geotagged Photos with Emphasis on Differences Between Locals and Tourists                                       |
| 著者(和文)            | DERDOURIAhmed   |
| Author(English)   | Ahmed Derdouri  |
| 出典(和文)            | 学位:博士(学術),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第12251号,<br>授与年月日:2022年9月22日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:大佛 俊泰,藤井 晴行,鍵 直樹,斎尾 直子,沖 拓弥   |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Academic),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第12251号,<br>Conferred date:2022/9/22,<br>Degree Type:Course doctor,<br>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  |

(博士課程)

## 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 | Ahmed DERDOURI |     |
|-------------|------|------|---------|----------------|-----|
| 論文審査<br>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      |                |     |
|             |      | 鍵 直樹 | 教授      |                |     |
|             | 斎尾直子 | 准教授  |         |                |     |

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Spatiotemporal Analysis of Human Behavior in Urban Settings Based on Social Geotagged Photos with Emphasis on Differences Between Locals and Tourists」と題し、全 7 章から構成されている。

第 1 章「General Introduction」では、観光都市における都市計画・災害対応策等について検討する際、Locals (国内からの訪問者) と Tourists (国外からの訪問者) の移動行動の違いを理解することの重要性について概説し、そのためのデータソースとしてソーシャルジオタグ付きデータの有する利点を活用しながら分析するという本論文の目的について述べている。

第 2 章「Study Area and Data Sources」では、本研究における分析対象地域を東京都区部とすることの背景について述べている。特に、地理的環境、観光上の特徴、過去の自然災害などに注目しながら、東京都区部の特徴について概説し、使用する主なデータソースとその収集方法の手順について説明している。

第 3 章「Classifying Locals and Tourists Using a Machine Learning-based Approach」では、国内からの訪問者と国外からの訪問者を区別するための機械学習に基づく方法について検討し、既往研究で提案されている方法と比較しながら、73%~76% の高い精度が得られることを示している。ヒューリスティックで確率的なアプローチに依存している既往研究に対し、ここでは機械学習アルゴリズムに基づいて 2 つのグループ間の変動を説明できるパラメータ (天気、移動性、写真の内容など) を検討する方法を提案している。この方法を 2008 年 7 月から 2019 年 12 月に東京都区部で撮影された Flickr ユーザのジオタグ付き写真に適用している。6 つの異なる教師あり学習アルゴリズムに基づくモデルのパフォーマンスを比較し、各説明変数の重要性、および、国内からの訪問者と国外からの訪問者の差異に関して考察している。

第 4 章「Exploring the Differences Between Locals and Tourists: A Combination of a Linear Regression Approach and Computer Vision Techniques」では、深層学習手法と組み合わせた線形モデルを使用して、空間的および時間的分布の観点から、国内からの訪問者と国外からの訪問者の差異について考察している。まず、国内からの訪問者と国外からの訪問者を、第 3 章で提案した方法を用いて分別し、次に、転移学習ベースの畳み込みニューラルネットワーク (CNN) モデルを多様な写真に適用し、主要な活動・場所を反映する 8 つの一般的なカテゴリ (自然、娯楽、文化など) に分類し、重要近傍施設までの距離などの情報を付加している。これを用いて、異なる季節や状況下における 2 つのグループ間の違いについて、カイ自乗検定や最小自乗検定を使用した統計分析、意味分析、空間的および時間的分布のマッピングを行うなど、定性的および定量的な分析を試みている。

第 5 章「Exploring the Differences Between Locals and Tourists: A Non-linear Complex Network-based Approach」では、国内からの訪問者と国外からの訪問者を比較するための非線形モデル (時系列ベースの複雑ネットワーク分析) を提案している。具体的には、2 つのグループの移動情報 (年次、月次、週次、日次の移動時間と移動距離) の時系列を Horizontal Visibility Graph (HVG) アルゴリズムを使用してネットワークに変換している。次に、ノード次数分布  $N(k)$  に関して、 $N(k) = e^{-\lambda k}$  のスケールリングパラメータ  $\lambda$  の値を求めている。ここでは、安定的に予測可能であるほど指数次数分布の  $\lambda$  が高くなる性質に着目し、臨界値  $\lambda_c = \ln(3/2)$  を採用することで、確率的 ( $\lambda > \lambda_c$ ) であるか、カオス的 ( $\lambda < \lambda_c$ ) であるかを判断している。この方法に基づき、悪天候または良好な気象条件で撮影された写真サンプルに本手法を適用することで、天候が及ぼす影響について吟味している。

第 6 章「Impacts of Natural Disasters on Human Mobility: A Comparative Analysis」では、ジオタグ付きの写真を用いて、2008 年から 2019 年に様々な自然災害が人々の空間移動に及ぼした影響について分析している。まず、被害の深刻さや撮影された写真枚数に応じて 6 つの重大災害を選定し、気象情報と合わせて重大災害を定常状態と摂動状態 (災害の前、災害の最中、災害の後) に区分している。次に、人間の空間移動を移動距離とその自乗平均の 2 つの指標を用いて転移学習ベースの CNN モデルで分析し、屋内で撮影した写真であるか屋外で撮影した写真であるかを判別している。サンプル数の制約から国内からの訪問者と国外からの訪問者の比較分析には至っていないが、自然災害と人々の空間移動との関係について興味深い考察を与えている。

第 7 章「Synthesis」では、ソーシャルジオタグ付き写真を活用して国内からの訪問者と国外からの訪問者の時空間分析を行う手法とその結果など、主要な研究成果を総括すると同時に、本論文の結論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、ソーシャルジオタグ付き写真を活用して、人間行動の時空間分析を行うための様々な分析手法に関して検討したものであり、工学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。