

氏名	川瀬 純也
所属	都市環境科学研究科 都市環境科学専攻 都市システム科学域
学位の種類	博士（都市科学）
学位記番号	都市環境博 第 233 号
学位授与の日付	平成 30 年 3 月 25 日
課程・論文の別	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題名	時空間行動データ解析の詳密化と拡張 —GPS データ活用による行動内容推定・類型化手法の提案—
論文審査委員	主査 教授 伊藤 史子 委員 准教授 杉原 陽子 委員 准教授 矢部 直人

【論文の内容の要旨】

近年、人々の行動を時間と空間の両側面で連続的かつ精確に記録する GPS 等による“時空間行動データ”の蓄積が進んでいる。GPS などの各種センサーを搭載したスマートフォンの普及、準天頂衛星システムみちびきの配備などを背景に、今後は高精度な時空間行動データを大量に収集可能な社会となり、個々人の詳細な行動内容をふまえた、多くの人々の時空間行動の詳密な分析が期待されている。しかし、GPS データは空間における滞在・通過箇所の時系列の履歴の記録に留まる。多人数の時空間行動を分析し明らかにするためには、それぞれの時空間行動を比較し、定量的な類似度によって分類し、分析することにより、個々の行動内容や全体の流動が明らかになろう。本研究の目的は以下の 2 点である。1 点目は、時空間行動データから「行動内容」を推定する手法の提案と検証を通し、その可能性と有用性を示すことである。2 点目は、複数の人々の時空間行動の“空間”と“時間”の変化の両面を包括的にとらえ、定量的な類似度算出と分類を行う手法として期待できる配列アライメント手法（以下：SAM）を活用した時空間行動類型化手法の提案である。時空間行動データを文字列に置き換えることで、SAM により文字列間の類似度を定量的に算出し、類型化を行うことができる。その際の課題点を明確化し、それに対する手法提案と実際のデータへの適用と検証を行う。

まず、第 1 章では、前述の研究背景と既存研究の課題点、目的を述べた。

第 2 章では、時空間行動データから行動内容推定の手法を提案し、GPS データからの動物園での観覧行動推定を行った。ビデオカメラで記録した実際の観覧行動と GPS データとを対応させ、GPS データから得ることができる対象者の歩行速度、加速度、動物展示との距離とその変化量を説明変数としてロジスティック回帰モデルを用いることで、高い確率で

各時刻において「展示を観覧していたか否か」を推定することが可能であることが示された。このような統計モデルを大量に収集された GPS データへ適用することで、大規模かつ継続可能な行動推定が可能になると考えられる。

第 3 章では、SAM の手法の特徴、既存研究で指摘されている課題点についてまとめた。文字の一致・不一致スコアやギャップという空白の挿入操作に与えるスコア（ギャップペナルティ）の設定手法が確立されていない点、時空間行動データを文字に置き換える単位時間と文字を設定する対象空間の分割の仕方から受ける影響について検討が必要である点、および都市を含む広域的な範囲での時空間行動データへの適用例がない点を課題点として指摘した。

第 4 章では、前章でまとめた課題点をふまえて、実験により収集した GPS データに SAM を適用にして類型化と分析を行い、課題の明確化を行った。この結果、単位時間と空間分割の設定によっては GPS データを文字列に置き換えた際に特徴的な時空間行動が再現されず、たとえばあるエリア内の一か所に留まっていた場合とそのエリア内を移動し続けていた場合とが同様に同じ文字の連続で表現され、差が明示できない等の課題点が確認された。ギャップペナルティの設定を変更して類型化を試みた結果、訪れるエリアの組み合わせや順序が重要である場合は低く設定し、各エリアでの滞在時間の長短が重要である場合は高く設定することで適切な類型化が可能となることが示唆された。

第 5 章では、特徴的な時空間行動を的確に文字列化するため、類似度算出手法の改良提案を行った。3 章での観覧行動推定結果から、動物園来園者の観覧状態を“歩行速度”と“動物展示との距離”により表現し、滞在エリアに観覧状態を加味して文字列を作成した。さらに、エリア間の隣接関係に合わせて文字の不一致コストを設定した。これらを適用して類似度を算出した結果、既存手法と異なり、観覧行動により特徴づけられ、実際の時空間行動により近い類型を得ることができた。

第 6 章では、SAM による時空間行動の類型化と分析についてより広域的な範囲となる都市域でも適用可能であることを示した。スマートフォンユーザーの GPS データを用いて、同じ市町村を発着点とする人々の一日の移動行動に着目して類型化を行った。通勤の目的地、その前後の通過・立ち寄り地点、帰宅時間の違いなどによる特徴的な類型を得ることができた。データの特徴に合わせて、単位時間と空間分割の設定を段階的に変化させながら類型化を行うことで、都市で活動する人々の時空間行動を様々なスケールで類型化・分析していくことが可能となる。

第 7 章では論文のまとめと考察を行った。時空間行動データを用いて行動内容を推定可能であること、またその行動推定で説明変数として用いた歩行速度や周囲の地物との関係を行動の“状態”として SAM の類似度算出に組み込むことで、実際の時空間行動の特徴を的確に表現できる類型を得ることが可能となった。また、SAM による時空間行動の類型化手法は単位時間・空間分割などの設定を調整することで都市域でも適用可能である。