

【学位論文審査の要旨】

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精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が行われた。

論文の主要部分である第 2 章から 6 章について以下に概要を述べる。

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ている。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。

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られている。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ている。

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、課題の明確化を図っている。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できない等の課題点を確認したのち、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されている。

第 5 章では、特徴的な時空間行動の的確な文字列化をめざし類似度算出手法の改良提案を行っている。3 章での観覧行動推定結果にもとづき動物園来園者の観覧状態(“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、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するという手法改良である。これにより類似度を算出した結果、既存手法と異なり、実際の時空間行動に即した類型を得ることに成功している。

第 6 章では、本論文の提案手法が、より広い範囲となる都市域でも適用可能であることを示している。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ことから、データの特徴に合わせて単位時間と空間分割の設定を適切に調整して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ことが示されている。

以上のように、本論文は、時空間行動データを用いて行動内容を推定可能な手法とその改良を提案したものであり、1:行動者の位置履歴および周辺地物との関係をもとに行動内容を推定可能な手法を提案したこと、2:SAM という遺伝子配列分析に用いられる手法を援用し、時空間行動の詳細な記録を作成してきめ細やかな行動類型を行える手法を提案し、都市規模での時空間行動分析への適用可能性を示したことの 2 点により、新規性に富み、応用可能性も高く、博士論文として申し分のない内容であり合格と判断される。