

PoI滞在情報とデータ同化に基づく人流予測

氏名 山田 理

研究室名 ユビキタスコンピューティングシステム研究室

主指導教員名 安本慶一 教授

内容梗概 (1ページ目に収めること)

近年、観光地や都市部では混雑の深刻化が社会問題となっている。混雑を緩和するには、滞在人数の将来推移を把握する必要がある。そのため人流予測技術が求められる。本研究では、人流予測を、各時刻における空間メッシュごとの滞在人数分布の予測として定義する。既存の機械学習ベースの人流予測手法は、PoI (Point of Interest) の数・カテゴリといった各時点での状態を表す静的特徴に依存しており、PoI間を移動する人々の行動パターンや滞在人数の時間的推移を十分に捉えられていない。また、これらの手法は予測対象エリアの大量の実データを必要とし、広域を対象とする場合にはデータの取得コストが高く、実運用が困難である。一方、シミュレーションベースの手法は全域の実データを必要としないが、特定イベントや局所空間を対象としたものが多く、都市スケールでの行動パターンの再現に課題がある。本研究では、各メッシュにおけるPoIカテゴリごとの滞在人数の時系列を「PoI滞在情報」と定義する。PoI滞在情報に基づいて人々の行動パターンを表現することで、滞在人数予測と限定的観測下での広域人流予測を可能にすることを目的とする。具体的には、次の2つの課題に取り組む。第1の課題は、PoIの数やカテゴリといった静的属性では表現できない、PoI間を移動する人々の行動パターンを反映した特徴量を設計することである。第2の課題は、この行動パターンを広域予測へ拡張し、観測データが一部地域に限られる場合でも都市全体の将来の滞在人数分布を予測可能な枠組みを構築することである。第1の課題に対して、PoI滞在情報を特徴量として用いる滞在人数予測手法を提案する。具体的には、時系列位置情報の各点について滞在または移動の判定を行った上で、滞在と判定された位置に最寄りのPoIカテゴリを付与することで、各メッシュにおけるPoI滞在情報を生成する。生成したPoI滞在情報を対象メッシュを含む9メッシュ領域の時系列特徴量としてLightGBMに入力し、中心メッシュの将来時刻における滞在人数を予測する。東京駅周辺を対象とした実験では、PoI滞在情報を用いない手法と比較して、3時間後予測で二乗平均平方根誤差 (RMSE) を最大50%削減した。また、1時間後の滞在人数を平均絶対パーセント誤差 (MAPE) 2.65%で予測した。これらの結果により、PoI滞在情報が有効な特徴表現であることを示した。第2の課題に対して、合成人口データとPoI情報に基づいて都市スケールの行動パターンを生成し、一部の実データのみを同化することで全域の滞在人数分布を予測する手法を提案する。本手法は、第1の課題の知見を広域予測に拡張したものである。具体的には、(1) PoI滞在情報の生成、(2) PoI間遷移確率の算出、(3) 合成人口データに基づく人流パターンの多重生成、(4) 実データとの類似性によるパターン選択と反復的更新、の4ステップから構成される。東京都調布市を対象とした実験では、予測分布と実測分布の一致度をコサイン類似度で評価し、全域の実データを用いた場合に0.964を達成した。さらに、調布駅の1地点のみの実データを用いた場合でも0.958を達成した。この結果は、PoI滞在情報に基づく行動パターン生成と部分同化により、限られた観測点から都市全体の将来の滞在人数分布を高精度に予測できることを示した。以上より、本研究は、PoI滞在情報に基づく特徴表現を導入することで、滞在人数予測と限定的観測下での広域人流予測を統一的に扱う枠組みを示した。これは、実データ取得が困難な広域予測に対する実用的な方法論を提供するものである。