

審査の結果の要旨

氏 名 木 下 僚

本論文は「Mobility Data Analysis Using Latent Variable Models (潜在変数モデルを用いた空間移動データ分析)」と題し、英文7章から構成されている。データの活用による社会システムの高度化を目指すソーシャルサイバーフィジカルシステム(CPS)の実現を目指し、実世界における人やものの移動を表す空間移動データから現実の交通状況を抽出するための方法論を提案するとともに、これを3つの現実の空間移動データの分析事例に適用し、提案手法の有効性を示している。

第1章は「Introduction (序論)」と題し、研究の背景および目的と本論文の構成を述べている。研究背景として、まずソーシャルCPSのコンセプトを述べ、その実現に向けた要件をデータ分析の観点で論じ、データ駆動分析による空間移動データからの実空間状況把握という問題を設定している。既存の潜在情報分析手法として、テキストデータでの潜在意味解析に基づき、空間移動データから交通状況という潜在情報をデータ駆動分析によって把握するという新しい研究目的を設定し、その位置づけと意義を述べている。さらに本論文で現実のデータ分析課題に取り組み、3つの事例を説明している。

第2章は「Mobility Data Analysis: Tasks and Methods (空間移動データ分析: タスクと手法)」と題し、空間移動データの分析課題を述べるとともに、関連研究と分析手法を紹介している。まず空間移動データ分析の研究領域を概観し、研究動向がこの種のデータからの知識発見にあることを述べている。続いて、本論文で述べられている3つの事例研究、先行研究の分析手法、そして本論文の分析アプローチと各分析課題への適用について述べている。

第3章は「Latent Variable Models (潜在変数モデル)」と題し、テキストデータからの潜在意味解析およびトピックモデルに関する研究を紹介し、潜在変数モデルを用いた空間移動データ分析の方法論を提案している。まず、潜在情報分析がテキストマイニング分野で活発に研究されてきたことを踏まえ、それらの手法の根底にある分析思想を一般化するとともに、これを他種のデータに適用するための方法論を明らかにしている。

第4章は「Traffic Situation Analysis on Intra-City Expressways (都市内高速道路における交通状況分析)」と題し、首都高速道路において収集されたプローブカーデータを分析し、各時間帯・各道路区間の交通状態を学習し推定する事例を対象としている。まず、交通状態モデルを導入し、現在の交通の異常度を定量評価し、以って突発的

で通常とは異なる交通事象としての交通異常を検知する手法を提案している。そして首都高速道路における実際の交通データを用いた実験を行い、提案モデルによって交通集中渋滞の発生しやすい場所や時間帯を明らかにした。さらに、個々の車の挙動が異常であるか否かを識別する実験を行い、従来手法と比較してより高速で精度のよい識別結果が得られたことを報告している。

第5章は「Weather-Aware Traffic Situation Analysis on Urban Arterial Roads (都市の主要幹線道路における気象を考慮した交通状況分析)」と題し、札幌市の一般幹線道路において収集されたプローブカーデータを用い、気温や積雪などの気象条件と関連付けて交通状態を分析する事例研究を扱っている。まず、気象条件を考慮する交通状態モデルと学習手法を導出し、学習したモデルを用いて各道路区間の旅行時間を予測する確率分布および気象条件の影響を受けやすい道路区間を見出す手法を提案している。次に、札幌市内の実際のプローブカーデータに適用し、気象条件と交通の関係を定性的および定量的に評価する実験を行い、交通状態および速度の低下しやすい気象条件や道路区間が見出されたことが報告されている。また、気象条件の変化に伴って旅行時間の予測分布を動的に得ることができ、気象と交通を関連付ける確率モデルとしては先行手法よりもデータによく適合したことが示されている。さらに、気象の影響を受けやすい・受けにくい道路区間が見出されたことが述べられている。

第6章は「Latent Information Analysis of Location Data from Smartphones (スマートフォンの位置データの潜在情報分析)」と題し、スマートフォンを用いて収集された人の移動データの分析を試みた事例を扱っている。スマートフォンのデータでは交通移動手段が明らかでないことから、これを潜在情報と位置づけ、移動の方向や所要時間と交通移動手段の関係を記述する潜在変数モデルを提案し、その推定手法を導いている。実際に得られたスマートフォンの位置データを用いた実験を行い、交通移動手段に応じて変化する人の動きを学習できたことをまとめている。また、発着地とその間の所要時間から移動経路を補間する実験も行い、4分の3以上のデータが正しく補間できる結果を得たことが報告されている。

第7章は「Conclusion (結論)」と題し、本論文にて報告された理論および実験研究の結果をまとめ、今後の研究の方向を論じ、本論文を結論づけている。

以上これを要するに、本論文は空間移動データに対する潜在変数モデル応用の方法論を示し、実際のデータを用いて3つの現実的な分析事例に適応することにより、提案手法による交通状況把握の有効性を論じたものであり、電子情報学上貢献するところが少ない。

よって本論文は、博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。