

審査の結果の要旨

氏 名 浅原 彰規

近年のモバイルコンピュータ（容易に持ち運び可能な小型コンピュータ）分野の発展は著しいが、このモバイルコンピュータの多くは、測位の機能を有している。さらにこれらに類似するものとして、建物や道路などに設置された機器を用いてそこにいる人や車等の存在を検知する技術がある。これらの測位を利用したサービスは、近年になってさまざまな環境において用いられるようになってきており、人の位置に関する情報が社会に溢れている。

これら人々の移動履歴のデータマイニングは、従来の調査とは異なった性質をもつので、それに適した分析手法が新たに必要となる。網羅性が低いデータから、短期間で、できるだけ有益な情報を多数抽出しなければならないのである。交通需要調査では各個人に対して交通行動の出発地、目的地、交通手段などが得られることを前提にしているが、移動履歴データではその前提は満たされず、位置情報のみしか得られないことを想定せねばならない。また、目視確認により情報を補完していくようなことも、日々の運用に供することを想定すれば、現実的ではない。つまり、得られた網羅性の低い位置情報だけから、人の位置や移動の全体的な傾向を知るための様々な情報を短時間で自動的に抽出することが必要になるのである。

移動履歴のデータマイニングは、様々な用途が想定されるため、その処理技術も複数想定される。本論文では、この処理技術を要約、推定・予測の2つに分類する。要約とは、人が概況を把握するための技術であり、特徴の抽出や異常の検知、可視化などが含まれる。推定・予測とは現状知られていない事実を導き出す技術であり、人の行き先の予測や、移動のパターンにもとづく類似の行動をするグループの検出などが含まれる。意思決定には様々な事情を勘案しなければならないため、抽出される情報は多様なほうがよいが、多すぎると逆に把握が難しくなる。よって抽出情報の観点を絞り、必要な情報を取捨選択できるよう、分析のメニューを揃えていくことが求められる。

ただし、人の行動のように複雑で非決定論的な事象について、それを完全に予測できるような数理モデルをたてることは困難である。そのよう場合、経験的な確からしさを定量的に評価する確率モデルが用いられる。本研究でも、確率モデルを用いて人の移動行動をより精緻にモデル化することを検討する。確率モデルは予測に用いることができるが、それだけでなく、確率モデルの中に内部的な状態を含むことにより、推定や要約にも適用できるという利点がある。この観点で先行研究で不足する

ものの一つが、不特定多数への対応性である。従来研究のうち、指標算出以外の多くの手法は、ある特定個人が十分長期間動線データを計測しつづけることを前提にしており、事前準備されていない不特定多数のデータに対する処理に適した手法はまだ不十分である。

そこで本研究は、蓄積された位置情報だけから情報を抽出するために、確率モデルにも

とづく種々の推定・予測と要約の手法を提案して拡充することを目指した。人の移動を扱う確率モデルとして最も基本的なものとしては、マルコフモデルが想定される。これは、人の行動は非決定論的である状態でどう行動するかは一意には定まらないものの、その選択確率だけは定められると仮定したことに相当する。実際には不特定多数の人の行動を一つのマルコフモデルに当てはめられないと想定されるがマルコフモデルは単純ながら拡張性が高いモデルであり、人の行動選択の条件は拡張できる。

本論文では、人の移動履歴データ群から混雑対策などの意思決定に有益な情報を抽出するために、マルコフ性に着目した確率モデルを適用する方式を提案する。まず、人の個性を反映した移動パターンをモデル化するため、複数のマルコフモデルを混合させた混合マルコフモデルと混合自己回帰隠れマルコフモデルの 2 つを提案、屋内外・長短期の人の位置データで妥当性を確認した。次に、人の密度分布を確率分布とみなし、直前の分布を事前分布として次の分布を高速に推定、可視化する方式を提案し、人の流れデータ（60 万人分）により高速性と可視化の妥当性を両立できることを確認した。最後に人の移動の発生確率を混合準マルコフ連鎖モデルにあてはめ、最尤な経路を主動線として可視化する方式を提案、人の流れデータを用いた実験により妥当性を確認した。以上から、人の移動履歴データから情報抽出ができる手段が拡充されたと考えられる。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。