

審査の結果の要旨

氏 名 ホラノン ティーラユット

都市における人の移動、分布の変化をリアルタイムに知ることができれば、マーケティング、交通管理・施設管理から災害時の緊急対応まで幅広く利用できる。人や車の動きをリアルタイムにトラッキングする技術としては、カメラ映像やレーザレーダを利用する方法、GPS 付きの携帯電話等を利用する方法など多くの方法が提案されているが、カメラなどを利用する方法は、設置箇所周辺のごく限られた領域しかカバーできない。また GPS を利用する方法は、位置情報を携帯電話保有者からいちいち提供してもらう必要があり、非常に多数の人々から継続的に収集するのは容易ではない。一方、携帯電話は通話などのために基地局と絶えず通信しており、携帯電話キャリアは常に端末がどの基地局と通信しているかをモニターしていることはよく知られている。基地局の受信範囲は数百メートルから数キロメートルであるため、その程度の精度でなら携帯端末の位置がわかることになる。多くの先進国では携帯電話の普及率は 100%に近く、開発途上国でさえ 30%を越えるところが少なくないなど、携帯電話を利用する位置把握は、網羅性という意味で非常に有効である。近年、携帯電話と基地局との通信トラフィック量などを可視化し、携帯電話の通信状況データを利用することの有用性を示唆する研究はいくつか登場しているものの、具体的な人数推定にまで結びつけた研究はほぼ皆無である。その背景には、プライバシー侵害などに対する配慮もあるが、大きな課題は携帯電話の通信状況データは直接人数には結びつかず、保有状況、利用状況が介在すること、数百メートルから数キロメートルという粗い位置分解能しか有していないデータからどのようにより詳細な人数分布や人の移動を推定すればよいのか、推定の方法論が存在しないことにある。

本論文は、以上の背景の下、携帯電話の通信状況データから都市全体のような広域を対象にして、人々が時間・空間的どのように分布しているのか、どのように移動しているのかを推定する方法を開発することを目的としている。論文は7章よりなっている。

第1章は序論として、研究の背景と目的を述べている。

第2章は、既存の研究の課題、限界を整理している。すなわち携帯電話の通信状況データを利用した研究は、単なる通信状況データの時空間的な可視化に留まっていること、携帯電話の保有や利用状況を調査した研究は多いが、場所と結びつけて解析した結果は少なく、通信状況データからの人数推定という観点からの利用は全くないこと、都市圏レベルの人の移動を把握、モデル化する研究はパーソントリップ調査やそれに基づく交通計画学・交通工学の研究など数多いが、パーソントリップ調査は10年に一回実施されるアンケート調査であり、人数分布を常時、リアルタイムに把握するという目的にはそのままでは使えないことなどが示されている。

第 3 章は、携帯の通信状況データを時空間的に可視化、解析するリアルタイム・モバイルセンシング・プラットフォームの開発について述べている。このプラットフォームは多量の時空間データである通信状況データを容易に処理・視覚化するためのものであり、研究を進めるための基盤となる。通信状況が非常に安定した時空間変化を示していること、それを利用した異常パターン検出ができることなどが示されている。

第 4 章は、実際の携帯電話の通信状況データを用いた携帯電話利用の時空間パターンの分析結果を述べている。MIT（マサチューセッツ工科大学）との共同研究によりマサチューセッツ州・ボストン市周辺地域を対象とした特定携帯キャリアについての携帯電話の通話・通信ログデータを解析し、通話・通信頻度の時間パターンから利用者がいくつかに分類できること、ヘビーユーザと、ほとんど利用しないユーザの差異が非常に大きいことなどが明らかとなった。なお、ヘビーユーザの時空間利用パターンを基にユーザの分布の時空間変化をどの程度推定できる可能性があるのかに関するシミュレーションを行った。

第 5 章は、日本における携帯電話保有・利用状況、利用実態（通話、メール、ウェブの通信ログ）を時間的・空間的に調査した結果を示している。これによりある属性グループに属する人がどの時間帯、どのような活動を行っているときにどの程度の頻度、確率で通話、メール、ウェブ閲覧などを行うのかを明らかにすることができた。

第 6 章は、人々の時空間分布の推定手法の開発と、東京における精度検証実験の結果を示している。第 5 章で作成された携帯電話の保有・利用モデルを利用して、人々の時空間分布が与えられた際に、どのような通信ログ（通話、メール、ウェブの利用ログ）が発生するのかのシミュレーションをまず行い、そのシミュレーション結果（仮想の通信ログデータ）を基に人々の時空間分布をどの程度の精度で再現できるのかを検証した。再現手法は、人々の時空間分布仮説を確率的に多数発生させ、観測されている通信ログと最も適合した仮説を推定値として採用するものである。仮説を発生させるに際しては、年齢・性別などの属性グループごとの人口分布や移動パターンの初期値が必要になるという制約はあるものの、通話ログを利用することで、初期値が大幅に改善され、精度のよい人数の時空間分布推定が可能になることがわかった。

第 7 章は結論と今後の課題、展望を整理している。

以上まとめると、広域を対象とした人々の時空間分布を数十分単位の細かな時間的分解能で、携帯電話の通信状況データから推定する手法が開発され、その性能もシミュレーションを通じて明らかとなった。これは、空間情報工学の新たな分野を開拓するものとして高く評価される。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。