

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 関 本 義 秀

GISの利用範囲が拡大し、古典的な地図情報の分野から交通や環境、マーケティングにおける人の流動など時間的・空間的によりダイナミックに変化する事象を対象とする分野に広がるにつれ、得られるデータと必要な情報との間のギャップが広がり始めている。すなわち、地図に収録されるような一般的な地物は航空写真や現地調査により明確に捕捉できるものであり、またそれほど急激には変化しないことが多いことから、調査・測量データから地物を直接的、網羅的に表現することができた。しかし、道路の渋滞状況のように空間に広がり、かつ刻一刻と変化する地物や現象に関しては、空間的・時間的に絶えずもれなく測定することはほとんど不可能である。実際には首都高速道路などでも固定監視カメラやトラフィックカウンタなどのセンサが多数設置されているものの、高速道路全体から見ればごく限られた地点であり、現実の渋滞情報はそうした断片的・点的な情報から「推定」されているのが現状である。しかし実際の利用者が必要とする情報は任意の場所・時刻の渋滞状況であり、両者をいかに埋めるかが大きな問題となることが予想される。このギャップを埋めるために指向されているのがより多数の多様なセンサを利用するという方向である。これはセンサの低価格化や小型化、さらに個別の車両などにセンサを装備しそこから情報をネットワーク経由でリアルタイムに収集できる技術が次第に成熟しつつあることを考えると自然な方向であると言える。しかしこれまでこうした渋滞状況は経験者が各地点からのデータをにらみながら総合的に判断し、経験に基づいて推定するというプロセスで行われてきており、そのプロセスをそのままにしてセンサの種類や数を増やすことには大きな限界がある。そこで本論文では、多数のセンサが存在するという状況の下で時間的にも空間的にもダイナミックに変化する実世界の現象を自動的に推定する、すなわち再構築する手法を開発することを目的としている。本論文の構成は以下の通りである。

第1章は論文の構成、すなわち背景、目的を述べている。第2章では、従来の調査・測量データから地物の状況をそのまま網羅的に記述できる従来のGISを確定型GISとよび、得られたデータから地物の状況を再構成するGIS(推論型GIS)と対比しながら、推論型GISの枠組みを整理している。第3章は観測や調査により得られる情報を表現する概念モデル(観測モデル)と、実世界における地物のダイナミックな変化を記述する概念モデルを区別し、さらに地物の変化を記述するモデルを、地物そのものを表現するモデル(フィーチャモデル)とその変化を引き起こす外乱要因を表すモデル(イベントモデル)に分けることを提案している。これをFE0モデル(Feature-Event-Observation)と呼んでいる。第4章は、観測データから地物を再構成する手法の基本的な枠組みを最適問題として定式化し、それを解くアルゴリズムを提案している。しかしながら大規模な問題に対して計算効率や再構成制度上の問題があることが指摘されている。そこで、第5章では精度・効率の向上のために再構成の対象となる地物の振る舞いや変化に関する知識情報を制約として取り込んだり、目的関数に入れることにより精度や効率向上を達成できることを示した。第6章はFE0モデルに基づいた地物などを表現し、さらに地物の動きを再構築するシステムの開発を行った。より実問題に近い数値実験を通じて、再構成手法の適用可能性や課題などの分析・抽出を行った。第7章は全体のまとめであり、結論と今後の課題を述べている。

本論文の特徴は空間情報の利用について、得られる観測データと利用者にとり必要な情報の間にギャップがあることを指摘し、それを地物の空間的・時間的変化を観測データから再構成するというアイデアを、一般的な枠組みの中で実現したことにある。特にこれまで意識せずに利用されていた観測データと地物の実際の変化を表すデータ、さらに外乱であるイベントデータをそれぞれ表現できる概念モデル(FE0モデル)を組み立てた上で、再構成手法を提案している。これによりさまざまな利用場面において構造化されることなくただ蓄積されてきた

観測データなどを、きちんとしたデータベースとして管理できるようになった。またそれらの観測データを利用して地物を再構築するための一般的な手法と手続きを示した。その意味で本論文は着眼点、手法とも大変斬新であると同時に、今後の空間情報の利用において、重要な概念フレームを提示するものであり、実社会への貢献も大変大きいと期待される。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。