

## 審査の結果の要旨

氏 名 李 廷恩

GIS 上で都市現象を表すもっとも基本的な要素として、ポイント、ライン、ポリゴン、サーフェスがある。本研究ではこれらのうち、サーフェスに関する新たな分析手法の開発を行っている。

サーフェスに関する既存の分析手法は、その適用対象によって、1) 単一のサーフェスを扱うもの、2) 複数のサーフェス間の関係を扱うもの、3) サーフェスと他の空間オブジェクトの関係を扱うものの3つに分類することができる。

1) 単一のサーフェスを分析する既存手法には、傾向面分析、地球統計学 (geostatistics)、サーフェスネットワークがある。傾向面分析は、サーフェスを多項式近似し、その大域的な傾向を把握するために用いられる。地球統計学は主として空間補間に用いられる手法であり、その副産物として、サーフェスの空間的変動に関する指標値(関数)を与える。サーフェスネットワークは、トポロジーを援用してサーフェスの位相構造を表現する手法である。頂点、底点、鞍点という概念を用いて、サーフェスの位相構造をネットワークとして簡潔に表現することができる。

2) 複数のサーフェス間の関係を分析する手法は、定性的手法と定量的手法の2つに大別される。前者にはサーフェスネットワークがあり、サーフェス間の類似性は位相構造の類似性に置き換えて評価される。後者には Pearson の相関係数、Kappa index, Kullback-Leibler 情報量があり、いずれも、二つのサーフェスの類似性を単一の指標値によって表現する。

3) サーフェスと他の空間オブジェクト間の関係を分析する手法には、その適用分野に応じて実に多くの既存手法が存在する。人口分布と都市基盤施設、地価分布と大規模小売店舗、など、都市現象の中でサーフェスと他の空間オブジェクトの関係性として記述される場面は多い。

以上の背景をふまえ、本研究では特に既存研究の不足している、2つのサーフェス間の関係、及び、サーフェスと点分布の間の関係に着目し、それらを分析する定量的手法を開発、その適用を行う。

まず、2つのサーフェス間の関係を分析する手法について述べる。この手法により、人口密度や産業生産量分布、都市施設への近接性などといった都市現象を表するサーフェス

間の比較やその変化の把握が可能となる。

サーフェス相互の比較には、前述の Pearson の相関係数, Kappa index, Kullback-Leibler 情報量といった定量的手法や、サーフェスネットワークなどの定性的手法が利用できる。しかしながらこれらの手法では、サーフェス間の差異を識別できないことが少なくない（例えば回転や平行移動などの単純な変換）。そこで本研究では、既存手法では識別できない差異を識別することを目的とする。具体的には最小変換という、運土計画問題における基本概念を利用し、サーフェスを相互変換する際の費用の大小によって、そのサーフェス間の類似性を評価する。

運土計画問題では、土の移動のみを変換動作として採用している。本研究ではさらに、土の新設と削除という概念を付加し、サーフェス間の変換をより多様な形にした最小変換を考える。複数の変換概念を同列に扱うため、個々の重み付けを規定するパラメータを導入し、最小変換導出の過程を単一の数理計画問題として定式化する。問題は通常の線形計画問題となり、解の導出は比較的容易である。

上述の手法を、関東地方における複数時点の人口分布の比較に適用したところ、大域的及び局所的のいずれのスケールにおいても新たな知見を得られ、提案した手法の有効性が確認された。

最後に本研究では、サーフェスと点分布の関係を分析する手法として、サーフェス分布に最も影響を与える点集合の部分集合の抽出手法を提案した。具体的には、ある店舗の出前売上データに基づき、その店舗に対する影響力が大きい競争店舗を抽出する。顧客の店舗選択行動をロジットモデルによって記述し、購買履歴データからモデル推定を実施、最も可能性の高い競合店舗を抽出する。手法の有効性は、実際の店舗購買データへの適用によって立証されている。

以上のように、本論文はサーフェスに関する複数の新たな分析手法を提案しており、その独創性と有用性は手法の適用によって十分に示されている。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。