

## 審査の結果の要旨

氏名 佐藤 俊明

本論文は、有向ネットワークボロノイ図と線および面に対するネットワークボロノイ図の生成に関して、これらの実装に必要な処理を明確にし、これらのネットワークボロノイ図を応用することによる新たなネットワーク空間上の解析手法の提案とそのツールの開発に関して述べられたものである。

第1章では、研究背景、従来のネットワーク空間上の解析手法の問題点および本研究の目的が述べられている。本章では、近年の空間データ整備やコンピュータの発達などによって、以前では困難であった経路距離を用いたネットワーク空間上の解析も可能となっており、これに関連する解析手法などの研究が徐々に増えてきたことが述べられている。しかし、これらの解析手法は、ネットワーク空間の進行方向が双方向であると仮定しているものや、解析対象を点的なものとして仮定するものが多く、一方通行などの規制や様々な形状の地物が存在する都市空間を解析対象とする場合、より現実空間に即した解析を行うという意味において、問題であることが述べられている。そこで、本論文では、様々な解析手法に応用可能なネットワークボロノイ図に着目し、ネットワークの方向性および生成元の幾何学形状を考慮したネットワークボロノイ図生成の実装方法を明確にすることと、これらのネットワークボロノイ図を応用した線的または面的地物に対する点分布パターンを解析する手法の開発を行うことが目的として述べられている。

第2章では、有向ネットワーク空間におけるネットワークボロノイ図の生成に関して述べられている。従来の有向グラフボロノイ図はその対象がノードのみであり、ネットワーク上の全ての点を対象としていない。そのため、都市空間などで圏域解析を行う場合、ネットワーク上の全域を対象とする有向ネットワークボロノイ図を用いる必要がある。しかし、この有向ネットワークボロノイ図の生成に必要な処理に関して詳しく研究されたものはなかった。本章では、有向ネットワーク空間におけるネットワークボロノイ図生成のためのアルゴリズムが明らかにされ、実際にプログラムの開発が行われている。また、実データを用いて無向ネットワークボロノイ図と有向ネットワークボロノイ図の比較などが行われ、その違いの傾向などが明らかにされている。

第3章では、線または面を生成元としたネットワークボロノイ図に関して述べられている。市街地のような道路網が発達した空間での人や物の移動を考慮した圏域解析を行う際、従来の平面空間上での直線距離を用いる線分ボロノイ図や面ボロノイ図では、現実には即した解析が困難であった。本章では、経路距離を用いた線または面を生成元としたネットワークボロノイ図の生成アルゴリズムが明らかにされ、ツールの開発も行われている。これにより、市街地のような都市空間における線的または面的地物に対する、より現実空間に即した圏域解析が可能となった。また、線に対するネットワークボロノイ図の応用解析例として、モンテカルロシミュレーションによる最近隣距離法を用いて、主要道路とひたたくり地点の関係が調べられ、線に対するネットワークボロノイ図の有効性が高いことが述べられている。

第 4 章では、ネットワーク空間における線的または面的地物に対する点分布関係を把握するための新たな解析手法の提案とツールの開発が行われている。従来の手法には線的または面的地物に対する解析手法が少ないが、都市空間においては、主要道路のような線的な基盤施設や広場などの面的な基盤施設も存在するため、このような基盤施設に対する解析手法を開発することは重要であった。本章では、このような地物に対する新たな空間解析方法として、線または面に対するネットワーク最近隣距離法が提案され、ツールの開発が行われている。また実際のデータを用いて解析も行われ、本手法の有効性が明らかにされている。

第 5 章では、最近隣地物の影響だけを考慮し、それに対する点分布パターンを把握することが可能なネットワーク空間における解析手法の提案が行われている。具体的には、従来の平面空間上の手法であるボロノイクロス K 関数法をネットワーク空間へ拡張することによる新たな手法の提案である。本章では、基盤施設が点的なものである場合の点ネットワークボロノイクロス K 関数法と、線的なものである場合の線ネットワークボロノイクロス K 関数法の定義が行われ、期待値曲線と棄却域曲線を求める式が提案され、更にツールの開発も行われている。また、実データを用いて、警察署に対する車上ねらいの犯罪地点の分布傾向などが明らかにされ、本手法の有効性が高いことが述べられている。

第 6 章では、本論文で開発した手法およびツールにより、従来の解析手法では得ることのできなかつた結果を得ることが可能となったことが述べられ、また今後の研究の方向性が示されている。

本論文は、様々な解析に応用可能な有向ネットワークボロノイ図と線または面を生成元とするネットワークボロノイ図の生成処理を明確にしたことと、線的または面的施設に対する点分布を把握することが可能な新たな解析手法を開発したことにより、ネットワーク空間上での解析手法の幅を広めたといえ、博士論文としてふさわしいものである。よって、本論文を博士(工学)の学位請求論文合格として認める。