

審査の結果の要旨

氏名 井上 亮

情報通信技術の高度化や情報公開への社会的要請の広がりに伴い、近年、国等により収集されてきた膨大な統計データの入手が容易になり、多くのデータを利活用し地域の現状・変遷を分析・把握することができる環境が整ってきた。これら大量の統計データは行政区域等の集計単位に基づき地理情報システム(GIS)上で管理されている。GISでは基本機能として統計データの視覚化機能を提供しているが、膨大なデータを利用できる環境の広がりにつれて、今後より効果的な統計データ視覚化への要求が高まると考えられる。本論文は、GISの更なる普及・利用を促すため、カルトグラムと呼ばれる統計データの視覚化手法に着目し、GISを用いた統計データの新たな視覚化手法を提案するものである。

本論文では、まずカルトグラムによる視覚化の特性を整理し、作成手法構築の基本方針を提案している。カルトグラムとは、地図上の地点間距離や地域面積を用いて統計データの大小を表現するように、通常の世界図を変形して視覚化する手法である。もちろん、地点間距離や地域面積の情報だけでは地点配置や地域形状を一意に定められないため、カルトグラム作成問題は不良設定問題である。一方、カルトグラムは通常の世界図との対比を通して表現されたデータの特徴を把握する視覚化手法であるため、必要以上の地図形状変形はデータの特徴把握を困難にする。そこでデータの特徴を認識しやすいカルトグラム作成を行うため、地図形状変化の抑制による作成問題の正則化を提案した。また、カルトグラム作成手法を利用するためには、変数設定の簡潔さ・計算の高速さといった高い操作性が不可欠であり、必然的に数学的明快さを持った作成手法が求められる。これらから、「過剰な地図形状変形を排除する正則化条件の設定」による「数学的明快さを持ったカルトグラム作成手法」をカルトグラム作成手法構築の基本方針として提案している。

この基本方針に基づき3種類のカルトグラムについて作成手法を提案した。地図上の距離でデータを表現するディスタンスカルトグラムについては、作成問題を非線形最小二乗問題で記述した上で、形状変形を抑えるためにリンクの方位角変化抑制による正則化を行い、新たな作成手法を提案している。この提案手法によって簡潔操作で高速にデータ視認性が高い作図が可能であることを確認した。次に、地図上の面積でデータを表現するエリアカルトグラムのうち、通常の世界図を変形し地域形状・隣接関係を表現する連続エリアカルトグラムについて作成手法を提案した。まず、簡潔な作成手法構築のため地域形状の三角網分割を前提とし、三角形の面積をデータに合わせる問題として記述する。その後、地域形状変形を抑えるために三角網を構成する辺の方位角変化を抑制する正則化を導入し、地理的地図からの変形が小さく比較対照が容易な連続エリアカルトグラムを作成できる数学的に明快な手法を提案した。人口データ等を用いて提案手法の評価を行い、簡潔かつ高速に作図が可能であることを確認した。また、エリアカルトグラムの簡便法で、各地域の統計

データを円の面積で表すサークルエリアカルトグラムの作成手法をディスタンスカルトグラム作成手法の応用として提案し、視覚的に優れた作図ができることを確認した。

また、カルトグラムによる視覚化の応用範囲拡大とより印象的な視覚化を目指してカルトグラム上への他の空間データの内挿法を構築した。アフィン変換と普遍クリギングを利用し、カルトグラム上への空間データの内挿を同時に行う手法を提案した。この内挿手法により、等人口密度空間等の特徴空間上での分布を視覚化できることを示した。

提案したカルトグラム作成手法をユーザーの利用に供するように、GIS 上で動作する作成ツールの開発を行っている。GIS ソフトウェアの拡張機能としてカルトグラム作成手法を実装し、GIS 上で管理されている様々な統計データを簡単な操作でカルトグラム作成が可能な環境を整備した。ユーザーインターフェースを開発しデータ入力・カルトグラム出力の操作性を確保するとともに、統計データの変遷をより効果的に視覚化できるカルトグラムのアニメーション作成機能を整備し、カルトグラムの統計データ視覚化手法としての実用性・有効性を向上させた。

以上のように、本論文では統計データの視覚化手法としてカルトグラムに着目し、地図上の距離で統計データを表現するディスタンスカルトグラムと、面積で統計データを表現するエリアカルトグラムの双方について、統計データの視認性が高い作図が可能な数学的に明快な作成手法を提案した。また、その成果をもとに、簡潔な操作でカルトグラム作成手法を GIS ソフトウェアの拡張機能として開発した。GIS 上でカルトグラムを通した視覚化を自由に行える環境を整備し、ユーザーの統計データ視覚化手法の選択肢を広げたことにより、本論文の成果は GIS の更なる普及・発展へと貢献するものと期待される。

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。