

学位論文題名

CGによる3次元地図モデリング技法開発と

地図情報システムへの応用研究

学位論文内容の要旨

近年、地図情報の空間基盤データを整備して有効に利用する情報検索システム、すなわちGIS (Geographical Information System, 地図情報システム) に関する研究開発が盛んに行われている。地図情報は他のデータベースや計測データと統合することにより、交通情報の獲得や災害の予知などの分野で幅広い利用が期待されている。しかしながら、地図情報を建造物や河川などの他の関連情報と統合して、コンピュータグラフィックスによりリアルな3次元映像として表示するシステムの開発は遅れている。この原因の一つは国土の標高データ、地表の構造物などに関する総合数値地図データ、及び測量河川横断データ、道路データ等の統合に未解決の問題が残されていることに起因する。

例えば、総合数値地図データや測量河川横断データは全て2次元のデータとして記録されているため、標高データと合成する際には3次元への変換が必要となる。また、より進んだ地図情報システムでは地図情報と静止画や動画の実写画像の組み合わせが用いられるが、膨大な実写画像を効率的に管理し、天候や季節による変化に柔軟に対応しながら、地図情報との空間的な対応付けをとって表示を更新する必要がある。これらの問題点の解決は、地図情報と他のデータをより緊密にかつ柔軟に組み合わせて、情報検索や道路管理、河川管理等のための利用がより効果的なものにするためには不可欠なことである。

本研究では以上述べた問題のうちのいくつかを解決するために、まず、国土標高データとそれとは縮尺の異なる2次元総合数値地図データ、及び単独測量された2次元河川横断データ等を3次元データに変換して統合するアルゴリズムについて検討を行い、これらを3次元地図として描画するシステムを開発した。作成したシステムでは平面地図情報に加えて、道路や河川の起伏や傾斜度情報、河川水位に関連する情報、曲がりの度合の情報などの立体的な情報が得られる。さらにこれらの情報を統合して実景のシミュレーションとして提示するため、よりリアリティの高い情報呈示を可能にするシステムとして役立つことが期待される。

さらに、より実景に近い地形図を復元し忠実性の高い視覚環境を構築するために、コンピュータグラフィックスによる3次元地図モデルの表現方法と描画の高速化に関して提案を行い、シミュレーションによって、本手法の表現能力および実用性の評価を行っている。

以上のように本論文は、地図データとそれに関連する河川や構造物に関するデータを統合する手法、および高速で忠実性の高い地図データの描画手法を論じたもので、以下に示す5章から構成されている。各章の概要は以下のとおりである。

第1章では、研究の目的と意義について述べるとともに、地図情報システムの現状について概説する。更に、これまで開発されたシステムの特徴を比較検討し、現行方式の問題点を明

らかにする。これに加えて、本論文全体の概要と構成について述べる。

第2章では、本研究で開発したシステム設計の基本方針について述べるとともに、システムで使用する3次元地図モデルと各種の国土数値データについて説明する。また3次元地図モデルに関するCG技法の現状と問題点を明らかにし、解決手法を提案をする。

本研究のシステムでは、地図データ、図面、写真、測量データ等の静止地図情報とCGアニメーションのような動的景観情報を結びつけている。従って、システムは地図情報を管理する処理・表示部と、これに対応したCGアニメーション作成・表示部とから構成される。

入力データのうち、最も基本になるのが地図情報でこれは3次元データとしてシステムに読み込まれ、これをもとに地図のモデリングが行われ、要求に従って表示範囲を決定される。この地図データに、その地形の景観データや河川、道路施設等のデータを加えて描画することにより、よりリアルな視覚インタフェースを持つ情報管理／検索システムの構築が可能になる。これらに加えて本システムでは、測量により得られた河川横断データを加えた4種類のデータを使用している。

第3章では地図データと各種の国土数値データや測量データを統合して3次的に描画するための手法を提案している。

地図データと各種データ間の統合を行う際に最も重要なことは、ディメンションやサンプル法の異なるデータ群の取扱である。縮尺やサンプル法は国土標高データ、2次元の総合地図データ、および独自に測定された2次元河川横断データで異なっているため、これらを統一的に3次元データ上に重畳表示するアルゴリズムを、データタイプに応じて評価する必要がある。本章では最近隣法、補間法、および直線近似分割法の各手法を用いてデータを統合する方法を提案し、その評価を行っている。

第4章では、本研究で提案したデータの統合と可視化の手法を、河川管理と交通誘導を目的とした2つの実証システム上で運用して評価し、有効性と実用性を明らかにしている。

河川管理上でもっとも重大な洪水時には、リアルタイムで変動する水文情報の掌握が対応の鍵を握るが、被災発生の事前の対応のためには、過去の氾濫実績、氾濫シミュレーション結果、地点ごとの河川現況、人口、資産の集積情報、重要水防箇所の分布などの情報を総合的に掌握する必要がある。この実証システムでは、雨量分析結果を総合地図システムに統合し、河川の水位変化をシミュレーションしている。このシステムでは3次元地図モデルと河川横断データ及び国土標高データを雨水データと統合することで、水位変化の状況をリアルな映像として提供することができた。

交通誘導システムでは、道路で走行する中の運転者が走行道路の形状及び景観の特徴情報を得て、目的地まで誘導される。利用者が目的地まで快適に運転するためには、経路誘導のため、情報伝達機能が適切であることが必要である。本研究では、地図、図面、写真、測量データ等のような静止情報とCGアニメーションのような動的情報を結びつけることで、運転者に平面地図情報に加えて、道路の起伏や傾斜度情報、道路の曲がりの角度情報などの立体的な情報を提示して、より安全な運転を可能にするナビゲーションシステムの構築が行われた。本システムでは、季節により変動する路面状況をシミュレートし走行時の状況をアニメーション表示することが可能であり、道路防災上でも有用なシステムであることが示された。

第5章では、本論文の結論で、本研究を総括するとともに今後の課題について言及している。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 青 木 由 直
副 査 教 授 栃 内 香 次
副 査 教 授 北 島 秀 夫
副 査 助 教 授 川 嶋 稔 夫

学 位 論 文 題 名

CGによる3次元地図モデリング技法開発と 地図情報システムへの応用研究

計算機環境を利用した地図情報システム(GIS:Geographical Information System)を、他のデータベースや計測データなどの社会的情報と組み合わせた高度な情報システムの開発が盛んに行われている。なかでも、河川流域の管理、交通情報の獲得や災害の予知などの分野ではこのような情報システムの幅広い利用が期待されている。しかしながら、地図情報を他の関連情報と統合して、リアルな3次元映像として表示するシステムの開発には多くの課題が残されている。

本論文ではいくつかの課題のうち、国土の標高データ、地表の構造物などに関する総合数値地図データ、及び測量河川横断データ等の統合のための新しいアルゴリズムについて提案するとともに、より自然性の高い3次元地図を高速に描画するための手法を検討している。論文は以下に示す5章から構成されており、各章の概要と、その評価は以下のとおりである。

第1章では、研究の目的と意義について議論し、地図情報システムの現状について概説するとともに、これまで開発されたシステムの特徴を比較検討し、現行方式の問題点を明らかにしている。これに加えて、本論文全体の概要と構成について述べている。

第2章では、設計の基本方針とシステムで使用する3次元地図モデルと各種の国土数値データについて説明している。また3次元地図モデルに関するCG技法の現状と問題点を明らかにし、解決手法を提案している。

提案システムは、地図情報を管理する処理部と、これに対応したCGアニメーションの作成・表示部とから構成される。本研究で使用するデータは4種類で、最も基本になるのが地図情報で、これは3次元データとしてシステムに読み込まれ、これをもとに地図のモデリングが行われ、要求に従って表示範囲が決定される。この地図情報に、その地形の景

観データや河川、道路施設等のデータを統合して描画することにより、よりリアルな視覚インタフェースを持つ情報管理／検索システムの構築を行っていく過程が論じられている。

第3章では地図データと各種の国土数値データや測量データを統合して3次元的に描画するための手法を提案している。

地図データと各種データ間の統合を行う際に最も重要なことは、ディメンションやサンプリングパラメータの異なるデータ群の取扱いであるが、縮尺やサンプリング法は国土標高データ、2次元の総合地図データ、および独自に測定された2次元河川横断データで異なっているため、これらを統一的に3次元データ上に重畳表示するアルゴリズムをデータタイプに応じて検討する必要がある。著者は最近隣法、補間法、および直線近似分割法の各手法を用いてデータを統合する方法を提案し、その評価を行っている。

第4章では、本研究で提案したデータの統合と可視化の手法を、河川管理と交通誘導を目的とした2つの実証システム上で運用して評価し、有効性と実用性を明らかにしている。

河川管理上でもっとも重大な洪水時には、リアルタイムで変動する水文情報の掌握が対応の鍵を握るが、被災発生の事前の対応のためには、過去の氾濫記録、氾濫シミュレーション結果、地点ごとの河川現況、人口、資産の集積情報、重要水防箇所分布などの情報を総合的に掌握する必要がある。著者は実証システム上で、雨量分析結果を総合地図システムに統合し、河川の水位変化のシミュレーションを行っている。このシステムでは3次元地図モデルと河川横断データ及び国土標高データを雨水データと統合することで、水位変化の状況をリアルな映像として提供することができることを示した。

もう一つの実証システムである交通誘導システムでは、運転者を走行道路の形状及び景観の特徴情報によって誘導する際の情報伝達機能を向上させるために、地図、図面、写真、測量データ等のような静止情報とCGアニメーションのような動的情報を結びつけて、起伏や傾斜度、曲がりの角度などの立体的な情報を提示し、安全な運転を可能にするナビゲーションシステムが構築されている。本システムは季節により変動する路面状況をシミュレートし、走行時の状況をアニメーション表示することが可能であり、道路防災上でも有用なシステムであることを示した。

第5章では、本論文の結論で、本研究を総括するとともに今後の課題について言及している。

これを要するに、著者は、地図情報システムにおける基本地図データと他の社会的データとの統合法に関して、いくつかの新知見を得たものであり、情報メディア工学に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。