

3 次元地図の高速表示システム「デジタル青森」の開発と応用

新谷敬、石田努、上谷疆輔、小久保温、坂井雄介、角田均、和島茂

青森大学ソフトウェア情報学部

概要

大容量のデータを扱う高精細で高速の 3 次元地図システムを開発した[1]。青森県全域 (元データ; 100GB、圧縮データ; 20GB) のリアルタイム表示を実現している。また低空・低仰角撮影された画像を低コストで生成、マッピングする手法を開発、検証した。システムの応用として、各種オブジェクトの重畳表示や棒グラフ等による各種データの可視化機能を実装し、GIS(地理情報システム)としての活用にも取り組む。

1. はじめに

地域に結びついた情報を管理/統合/発信する上で、実際の地形情報と画像情報を組み合わせた 3 次元地形のベースに地理情報を重畳した 3 次元地図システムは非常に強力な可視化・分析ツールである。しかし、Google Earth 等の既存の 3 次元地図システムは、地域によってデータの整備状況に差があり、青森などでは地理情報のプラットフォームとしては不十分な状況である。またシステムの重点が都市部の市街地に置かれているため、我々が目指している自然環境に重点を置いた情報発信(観光や環境保全など)にも向いていない。

本研究では青森県の全域を対象とする地理情報プラットフォームとして、詳細・高精細な 3 次元地図の高速表示システム「デジタル青森」を開発した(図 1)。本稿では、3 次元地図を構成するデータの構築およびビューアの実装、3D 表示

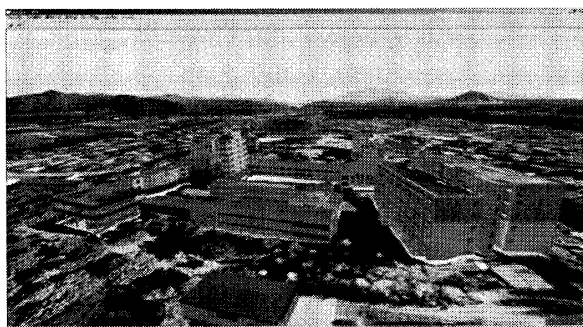


図 1: 3 次元地図システム「デジタル青森」

Development and Applications of High Speed 3D Map Viewer
Takashi Araya, Tsutomu Ishida, Kyousuke Kamiya, Atsushi Kokubo, Yusuke Sakai, Hitoshi Tsunoda, Shigeru Wajima
Faculty of Software and Information Technology, Aomori University

をさらに改善するための低仰角撮影データの処理について説明する。また 3 次元 GIS としての応用・展開についても紹介する。

なお、本研究は総務省「戦略的情報通信研究開発制度(SCOPE)」の委託研究(092302002)として実施されている。

2. データの構築

「デジタル青森」では青森県全域(約 150km×150km)を描画範囲としている。表 1 にシステムで用いる地形データと画像データの諸元を示す。

	測定方法	解像度	サイズ/圧縮後	データ提供
地形A	レーザ測量	約1m	1.3GB/1GB	
画像A	空撮	40cm	53GB/22GB	国交省青森河川国道事務所
画像B	空撮	20cm	43GB/20GB	(株)みちのく計画
地形B	数値地図	10m	1.5GB/0.5GB	国土地理院
画像C	観測衛星	10m	800MB/174MB	JAXA

表 1: システムで利用する地形・画像データ

地形、画像とも高精度な単一の全県データが存在しないため、全県をカバーする粗い解像度の衛星データと一部地域の高精解像度測量データを統合し、表示の高速化のために領域分割の最適化やデータ圧縮を行っている。

2.1 地形データ

3 次元地形データとしては等間隔点群である DEM 形式を採用している。その理由は以下の通り。

- ギャップのない LOD が容易に実現可能
- 精度の高いデータ圧縮が可能 (現在は PNG)

2.2 画像データ

複数ソースの画像を利用しているために、512×512 ピクセルを基本単位として領域分割している。データ圧縮方法としては、圧縮率が高く、GPU(グラフィックプロセッサ)による高速解凍が可能な S3TC を用いている。

2.3 LOD データ生成

地形データ、画像データともに、多重解像度データを前処理で生成しておく。LOD の各レベルのデータは正方形領域(タイル)で構成され、全体として 4 分木で管理する。(元データの解像度によるが)最も細かいレベルのタイルは、地形では 128×128 ポイントの DEM、画像では 512×512 ピクセルのテクスチャデータからなる。青森県全域を、地形は最大 11 段階、画像は最大 12 段階のレベルで構成している。

3. リアルタイムビューア

100GB のデータを、実質 1GB のメモリでリアルタイム表示するため、以下の工夫を行っている。CPU 負荷が軽減でき、表示性能は GPU に依存しており、例えば GeForce8600GT で計算上 120 FPS (Frame Per Second) の性能が得られている。

3.1 LOD 処理

画像、地形共に、モニターでの表示サイズに応じて適切な解像度レベル (LOD) を選択して表示。多重解像度表示に対応するために、画像 (テクスチャ) に対しては、Clipmap[2] の手法を用いている。地形に対しては Geometry Clipmap[3, 4] の手法を用いて、モーフィングなどにより、異なる LOD 間のテクスチャ境界のスムージングやギャップなどの幾何学的アーティファクトの除去を計っている。また、縮退三角形の埋め込みにより T ジャンクションによるドット抜けを解消している。

3.2 データ圧縮

ウオークスルー等の表示切替にあたっては、ディスク→メモリ→ビデオボードに大量のデータが頻繁に転送される。データ転送負荷を小さくするために、2. で述べたように、画像は S3TC、地形は PNG 方式のデータ圧縮を採用した。

3.3 GPU の活用

地形データが DEM であることを活用して、座標変換以降のレンダリング処理を、GPU の頂点シェーダで処理させるようにし、CPU の負担を大幅に減少させ、高速表示を実現した。また、画像を S3TC 圧縮にしたことにより、GPU の解凍機能を使うようになり、さらなる高速化が図れている。

4. 低仰角撮影データの利用

3 次元地形に通常の直上からの空撮による画像データをマッピングすると、山の斜面や溪谷などの傾斜のある部分で画像の歪みが発生する。この問題を改善し、よりリアルな表示を実現するために、斜めの角度で撮影されたデータを利用する。セスナ、モーターパラグライダー、バルーンなどで低空・低仰角で撮影した画像を用い、地図上での位置特定とパース処理を行って 3 次元地形にマッピングする方法について実証実験と検証を行う。特に視点位置による解像度の不整合(図 2)を避けるための新しいテクスチャマッピング・表示方法を提案する。

通常の高空撮よりも低コストで実現できる低仰角撮影による画像データを地形にマッピングする手法を確立することで、3 次元地図の活用範囲を大きくひろげることが期待される。

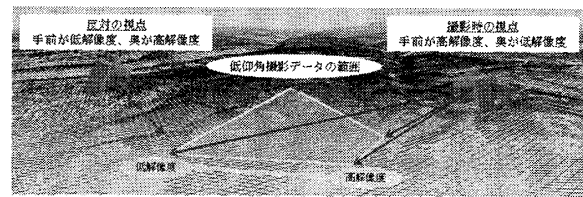


図 2: 低仰角撮影データマッピングの問題点

5. 3 次元 GIS としての応用、活用

「デジタル青森」のビューアに各種オブジェクトデータの表示機能やグラフによるデータの可視化機能を組み込むことで、3 次元 GIS としての応用に取り組んでいる。図 3 は岩木川流域の水質調査データの経年変化を可視化した例である。

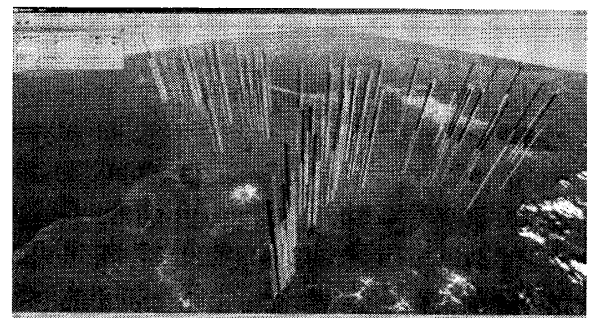


図 3: 岩木川流域の水質調査データの可視化

この他にも国勢調査データに基づく人口動態の可視化や、地域の文化・観光コンテンツの作成、発信にも取り組んでいる。さらに身近な地域問題を可視化できる GIS の特性を活かして、若者に情報技術の魅力と可能性を伝える教育素材としての活用にも取り組んでいる。

6. まとめ

高精細な地形と画像データによる 3 次元地図の高速描画システムを開発し、青森県全域のリアルタイム表示を実現した。GIS としての機能を拡張することで、各種の応用にも取り組んでいる。また低コストでの空撮とデータ生成の手法について検討、評価を行った。

参考文献

- [1] 新谷敬、上谷彊輔「青森県岩木川流域の 3 次元可視化システムの開発」平成 19 年度 第 3 回情報処理学会東北支部研究会
- [2] C.C.Tanner, et al., "The Clipmap: A Virtual Mipmap", SIGGRAPH 98, pp 151-158
- [3] F.Losasso and H.Hoppe, "Geometry Clipmaps: Terrain Rendering Using Nested Regular Grids", SIGGRAPH 04, pp 769-776
- [4] A. Asirvatham, H. Hoppe."Terrain rendering using GPU-based geometry clipmaps.", GPU Gems 2, M. Pharr and R. Fernando, eds., Addison-Wesley, March 2005.