

複数デジタル写真を用いたリアル 3D オブジェクトの生成

山口 由美子・早川 賢司・真屋 学・畠 周平（アジア航測株式会社）

1. はじめに

21 世紀になって地理空間情報取得は、アナログからデジタルに革新的に変わった。また、その 3D データを整備する一手法として、迅速さと精度が追求されてきた結果、航空レーザ計測や Mobile Mapping System など、計測装置の高速化を主体とした手法が広く用いられている。

一方で、近年、複数写真より 3D オブジェクトを計測/構築するといったプラグインや単体ソフトウェアが様々なベンダーからリリースされている。

この背景には、処理アルゴリズムの開発やハードウェアの飛躍的な進歩に起因する部分も大きい。写真を用いて構築された 3D オブジェクトが、単なる点群やベクトルデータではなく、リアルなテクスチャ付きオブジェクトモデルとして提供可能になったことがあげられる。

本稿では、3D による地理空間情報の作成・管理・解析を推進していくため、現在使用されている一般的な 3D オブジェクト生成手法と、「複数デジタル写真を用いたリアル 3D オブジェクト生成」手法（以下、マルチビューステレオ手法）の比較と、活用が期待される分野のリアル 3D オブジェクトを紹介する。

2. リアル 3D オブジェクト生成手順

マルチビューステレオ手法によるリアル 3D オブジェクト生成手順は、図 1 に示す通りである。

3D オブジェクトモデルだけでなく、レー

ザ計測の成果である“点群”も出力できる。



図 1 マルチビューステレオ手法の流れ

2.1 画像取得

撮影には、デジタルカメラを用いるが、航空カメラのような高解像度の計測用から市販の

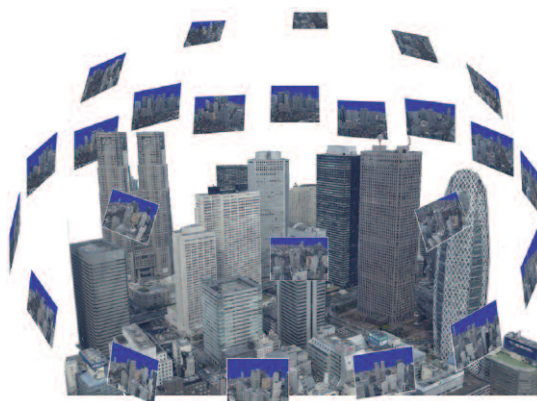


図 2 複数枚のデジタル写真撮影

大衆向けコンパクトカメラまで、様々な種類のカメラを使用できる。撮影方法は、隣接する写真間に十分な重複部があるように複数枚の写真撮影する（図2）。垂直写真でも良いが、斜め撮影した写真の方がリアル 3D オブジェクト作成に効果的かつ効率的である。

2.2 カメラキャリブレーションと同時調整

焦点距離、センサーサイズを基にカメラキャリブレーションを実施し、同時調整によって写真ごとの幾何学的位置（ジオメトリ）を確定させる。GCP や初期外部標定要素を使用した場合絶対座標で、使用しない場合は相対的な座標で 3D オブジェクトが生成される。撮影位置とタイポイントを図3に示す。

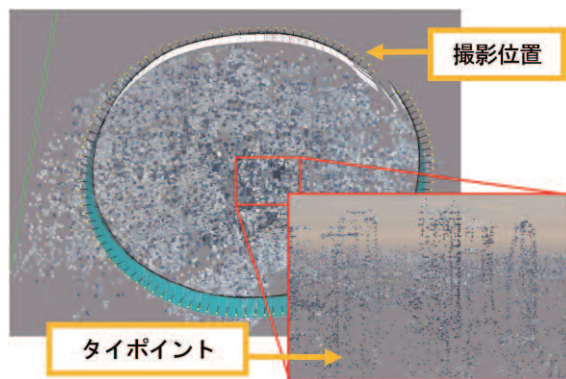


図3 撮影位置とタイポイント

2.3 モデリングとテクスチャ貼付

同時調整によって得られたジオメトリを基に、複数画像間の同一地点を画像マッチングによって抽出し、タイル化されたエリアの点群を生成する。次に、その点群から 3D-TIN モデル（図4）を構築した後、撮影したデジタル写真（テクスチャ）をそのモデルの各サーフェースに投影してマッピングすることにより、テクスチャ付 3D オブジェクトが生成される。



図4 3D-TIN モデル

3. 3D モデリング手法の比較

表1に、マルチビューステレオ手法と主要な従来手法を比較した。マルチビューステレオ手法の特徴は、特殊なカメラを必要とせず、自動処理により短時間に 3D オブジェクトが生成され、そのモデルが実世界を忠実に再現していることである。

表1 地理空間情報分野における 3D モデリング手法の比較

	マルチビュー ステレオ手法	ステレオ図化データ から構築する手法	DEM と画像から 構築する手法	CAD/GIS データから 構築する手法	設計図から 構築する手法
処理方法	ほぼ自動	手動／半自動	ほぼ自動	半自動	手動
生成時間	短	長	長～中	中	長
形 状	実世界に忠実	箱型＋屋根モデル	箱型＋屋根モデル	箱型＋屋根モデル	設計図に忠実
テクスチャ	実世界に忠実	正射投影の画像が主	正射投影の画像が主	疑似	疑似
位置精度	写真解像度と標定精度による	写真解像度と標定精度による	DEM の取得精度による	データ情報レベルによる	正確
モデル次元	True3D	2.5D	2.5D	2.5D	3D
費 用	安 価	高 価	高 価	安 価	高 価

4. 3D オブジェクトモデルの紹介

リアル3Dオブジェクトは、実世界と同次元の空間を表現しており、2D・2.5Dオブジェクトより情報把握ポテンシャルが高い。一方で、作成コストや期間における課題が数多くあり、主要な地理空間情報として取り上げられることはなかった。

筆者らは、マルチビューステレオ手法によるリアル3Dオブジェクトが、様々な分野で活用されることを期待している。以下に、活用が期待される分野の事例を紹介する。

4.1 砂防分野

図5は、デジタル一眼レフカメラを用いて、海上から急崖の崩落が多い地区を平行に連続撮影した複数の写真で作成したものである。この3Dオブジェクトは、垂直写真では作成できなかった、岩壁が頭上に覆い被さるオーバーハング地形などをリアルに表現しているため、安全な斜面点検や現況把握が可能になるものとする。



図5 急崖の3Dオブジェクト

4.2 火山分野

図6は、コンパクトデジタルカメラを用いて、ヘリコプターから、新燃岳の火口を斜め撮影した複数の写真で作成したものである。

この3Dオブジェクトでは、噴火とともに刻々と変化する地形変化を正確に表現していることから、従来難しいとされていた噴火時の火口内外の地形形状を早期に把握でき、防災対策に役立つものとする。

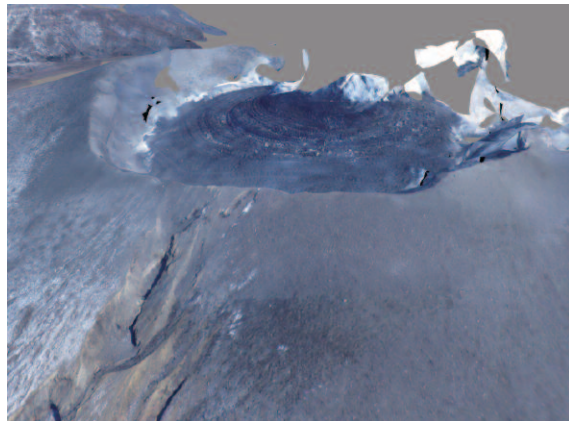


図6 火山の3Dオブジェクト

4.3 遺構分野

図7は、コンパクトデジタルカメラを用いて、東日本大震災で被害を受けた建物を、地上とUAV(無人航空機)から撮影した複数の写真で作成したものである。復興事業に伴い取り壊しが決まった建物を、3Dオブジェクトにすることで、取り壊し後も遺構として保存し、震災の爪痕を後世に伝える大切な記録とすることができる。



図7 震災遺構の3Dオブジェクト

4.4 都市計画分野

図8は、オブリーク斜め航空カメラを用いて、広域を撮影した画像から作成したものである。複雑な形をした建物、ビルの屋上、凹凸のある形状を忠実に再現している。従来手法で作成したモデルとは異なる、現実感のあるモデルで、景観評価やシミュレーションを行うことができると考える。

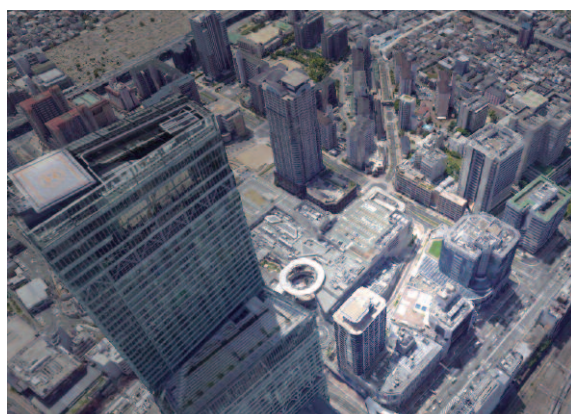


図8 都市の3Dオブジェクト

5. まとめと課題

紹介したリアル3Dオブジェクトは、主に人の立ち入りが難しい災害現場等の現況調査や重要文化財の保護調査を想定したものである。マルチビューステレオ手法は、精度にこだわらない現況把握だけであれば、簡易に素早く生成できるメリットを有する。3Dビューワによるモデルの表示もリアルで視覚的に優れている。しかし、計画・調査・解析・管理のあらゆる場面において、リアル3Dオブジェクトを利活用していくためには、表2のような課題がある。

今後、これら課題に取り組み、リアル3Dオ

ブジェクトによる地理空間情報の利活用を更に推進していきたい。

■謝辞

本発表で用いた火山の3Dオブジェクトモデル作成に使用した新燃岳の写真は、鹿児島大学の小林哲夫教授から提供された。記して感謝いたします。

■参考文献

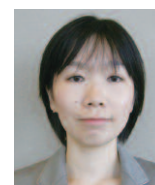
- 1) C. Tomasi and T. Kanade, “Shape and motion from image streams under orthography: A factorization approach”, International Journal of Computer Vision, 9(2):137-154, 1992.
- 2) Hoang-Hiep Vu, Renaud Keriven, Patrick Labatut, Jean-Philippe Pons, “Towards high-resolution large-scale multi-view stereo”, CVPR 2009: 1430-1437

■執筆者

山口 由美子（やまぐち ゆみこ）

アジア航測株式会社

ymk.yamaguchi@ajiko.co.jp



（共著者）

早川 賢司（はやかわ けんじ）

アジア航測株式会社

真屋 学（まや まなぶ）

アジア航測株式会社

畠 周平（はたけ しゅうへい）

アジア航測株式会社

表2 リアル3Dオブジェクトによる地理情報の利用推進における課題

	ハード・ソフト	精度や基準	利用者の意識
作成場面の課題	編集ソフトが不足	作業基準が未整備	手間がかかると思われる
活用面での課題	解析・管理などのソフトが不足	活用実績が少ない	2、2.5D で十分と思われる
全体的な課題	標準形式はソフトにより異なる	精度検証の事例が少ない	3D の認知度が不足