

デジタルカメラによる 3 次元写真測量に関する研究

前橋工科大学建設工学科 学生会員 ○佐藤 薫
前橋工科大学建設工学科 正会員 濱島 良吉

1. はじめに

デジタルカメラの目覚ましい普及により、写真測量はデジタル写真測量へと移り変わりつつある。しかし、写真測量は専門的な分野であるため、その利用は限られたものとなっている。このような背景から、本研究では、大学の測量教育において利用できるようなデジタルカメラによる 3 次元写真測量システムの開発を行ってきた。研究では、これまでに ExcelVBA をベースにした 3 次元写真測量システムを作成し、システムの平面精度、奥行き精度、及びデジタルカメラの画素数による誤差の変化の検証を行った。その結果、奥行き精度が十分でないことが判明したため、レンズの歪み補正により、精度の向上を図った。また、3 次元計測の目的の一つである被写体形状の 3D モデリング、3D-CG 作成も試みている。しかし、今までのシステムでは他のソフトを利用する必要がある、多くの作業時間を必要とする。また、実務に用いるにも精度面、機能面において問題がある。そこで、今回は C/C++ 言語を用いて、より高機能なシステムの開発を試みた。

写真測量の技術は、飛躍的に向上し、専門的な知識がそれ程なくても 3 次元の街並みを再現し、しかもその中で各種のシミュレーションも可能となりつつある。また景観設計に利用することも容易である。しかし残念ながら、利用はできてもシステムの数学的な内容を根本から理解している技術者は少ない。大学での数学教育はこれ理解できる程度までにはいたっていないのが主な原因である。このためには、専門の講義の中で補う意外にない。写真測量では、工学として重要な多くの数学の知識を必要とする。線形代数、3 次元ベクトル、多次元連立方程式の効率的な解法、固有値解析、多変量解析など、力学、計画、地理情報システム、画像処理等の講義とも密接に連携している。工学部での数学教育としては極めて有意義と思われる。そのため、使用する

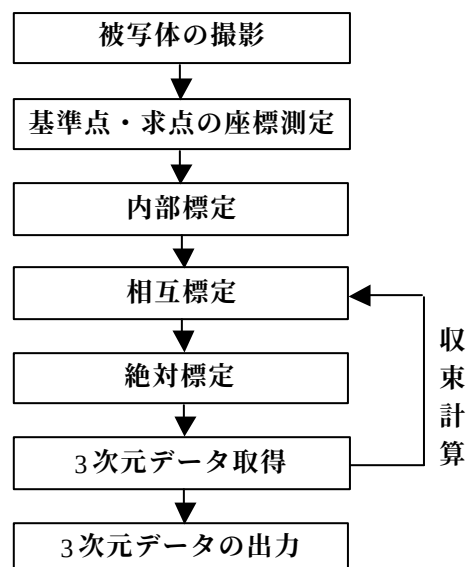


図1 システムの流れ

数学、及びプログラムを体系的にまとめ、これだけで理解できるよう整理し、単なる教育用から実務に耐える 3 次元写真測量システムを視野に置いて開発を進めている。

2. システム概要

今回開発したシステムでは、立体写真測量により 3 次元計測を行っている。システムの流れを図 1 に示す。立体写真測量は、同一の被写体を 2 ヶ所の異なる位置から重なるように撮影し、得られた写真 2 枚一組を用いて 3 次元計測を行う技術である¹⁾。写真の投影中心を通る光束が互いに交わる前方交会の結果として、対象物の 3 次元座標が求められる。すべての写真が、投影されたときの状態に再現されると、2 枚以上の対応する写真の像と投影中心を結ぶ光束は、実空間において交会し、立体像が得られる²⁾。

写真測量の方法は、立体写真測量の他に単写真測量がある。単写真測量は、一枚の写真を単位とし、異なる位置から撮影した複数の画像を用いて、カメラの位置、カメラの傾き、観測対象の 3 次元座標を求める技術であり、この技術をバンドル調整法という。この方法は、取り扱うデータ及び未知数の数が

キーワード：デジタルカメラ、3 次元写真測量、3D モデリング

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 TEL：027-265-7361 FAX：027-265-7361

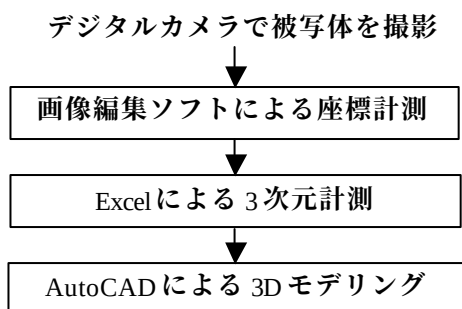


図2 ExcelVBAによる3次元測量システムの流れ



図3 対象とした被写体

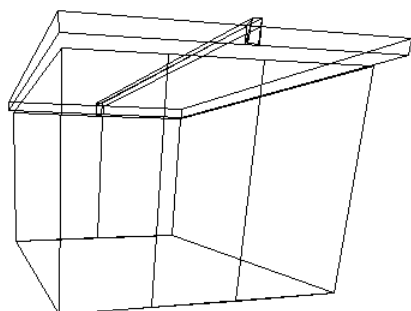


図4 ワイヤフレームモデル

多いことから、他の方法に比べて50%程度精度が向上するといわれている¹⁾。バンドル調整法には、セルフキャリブレーション付バンドル法と呼ばれる手法がある。通常バンドル法で未知パラメータとして扱われる写真の外部標体要素と測定点の地上座標に加えて、写真座標に含まれる系統的な誤差を表すパラメータを未知変量として扱い、これらのパラメータを同時に決定する方法である²⁾。この方法は、バンドル法のなかでもっとも発展させた方法であり、現在、セルフキャリブレーション付バンドル法によるシステムも開発中である。

2. 1 ExcelVBAによるシステムとの比較

ExcelVBAによるシステムでは、撮影した被写体画像の機械座標計測にAdobe PhotoShopなどの画像編集ソフトを用いる必要があった。また、Excelによって3次元座標を取得後、3Dモデリングには

AutoCADを用いていた。図2にその流れを示す。デジタルカメラによる3次元写真測量の利点の一つは、時間的損失の削減にあるが、ExcelVBAによるシステムでは、他のソフトと連携を図る必要があり、大きな時間的損失が生じてしまっていた。そこで、今回開発したシステムでは、被写体の座標計測、3次元計測、3Dモデリングを他のソフトを利用することなく行えるようにした。これにより、作業が効率化し、作業時間を大幅に削減できる。

2. 2 3Dモデリング

図3は、約2m立法の建築物である。この建築物の周囲を4面から撮影し、本システムを用いて3Dモデリングを行った。図4は、作成したワイヤフレームによる3Dモデルである。このように、被写体形状のおおまかな形状を復元できる。また、画面上で拡大・縮小、回転などが可能であり、作成したモデルを様々な角度から確認できる。

2. 3 サポート機能

本システムは、教育用教材として用いることを大きな目的の一つとしている。そこで、写真測量の基本原則から、写真測量を行ううえで必要となる数学的な知識、3D-CGとして発展させるための理論などをサポート機能として豊富に組み込んだ。これにより、実習しながら写真測量を学ぶことができる。また、自らプログラムを開発できるようにプログラム手順なども機能の中に組み込んでいる。

3. おわりに

本研究では、大学の測量教育において利用できるようデジタルカメラによる3次元写真測量システムをC/C++言語により開発した。これまでに作成したExcelVBAによるシステムと比べ、作業時間を大幅に削減することができた。また、サポート機能を組み込んだことで、誰にでもわかりやすく利用でき、写真測量を実習を行う中で学ぶことができる。

今後は、エッジ、コーナーの特徴点抽出等、画像処理の機能や、3D-CG機能を追加し、また精度の向上を図ることで、教育用としてだけでなく実務に活用できる3次元測量システムの開発を行っていく。

参考文献

- 1) 村木広和, 田中成典, 古田均, デジカメ活用によるデジタル写真測量入門, 森北出版株式会社.
- 2) 解析写真測量 改定版, 日本写真測量学会・解析写真測量委員会.