

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
技研測量設計株式会社 正会員 角田 健治

1. はじめに

近年のデジタルカメラの普及はめざましいものがある。国内では、フィルム式カメラの出荷台数をはるかに上回り、次々と性能を向上させた新機種が発表されている。これにより、写真測量においてもアナログ写真測量からデジタル写真測量に移行しつつある。そこで本研究では、EXCEL 上にデジタルカメラを用いた簡易的なデジタル写真測量システムを構築し、日常で使用範囲が広いソフトにより 3 次元写真測量を行えるか試みた。また、デジタルカメラの画素数によってどのように精度の変化が生じるかを同時に検証した。

2. 計測システム概要

本研究では、デジタルカメラと日常で使用範囲が広い EXCEL、PhotoShop、AutoCAD を用いて 3 次元写真測量、及び被写体形状のモデリングを試みた。3 次元計測は、「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）を参考に、容易に立体写真測量を行えるシステムを作成して行った。エクセル上に Visual Basic を用いて計算マクロを定義し、3 次元データの出力、及び距離計測が行えるシステムである。また、エクセル上の 3 次元データを AutoCAD に挿入し、任意の点間をラインで結ぶマクロを付け加えた。これにより、形状の復元が可能であり、得られたデータを視覚的に確認できる。

3. 精度の検証

本システムの精度を検証するために、表 1 に示した 3 種類のデジタルカメラを用いて平面精度と奥行き精度の検証を行った。平面精度の検証では、図 1 のような精度良く作成されたマス目 5 cm の用紙に、標定点を 2.5 cm 間隔に計 15 点設置して、その誤差を計測した。奥行き精度の検証においては、図 2 に示すように標定点を 15 点配置し、その中の三脚に設置した 4 点に対

象として検証を行った。各精度検証における撮影条件を表 2 に示す。

表 1 使用カメラの主な仕様

有効画素数	CCD サイズ	焦点距離
500 万画素	1/1.8 型	7.1mm(35mm)
202 万画素	1/2.7 型	5.9mm(38mm)
320 万画素	1/1.8 型	8 mm(39mm)

* 焦点距離の () 内の数値は 35mm フィルム換算

表 2 撮影条件

	平面精度検証	奥行き精度検証
撮影距離	2 m	6 m
基線長	75cm	2.5m
撮影方法	平行撮影	平行撮影

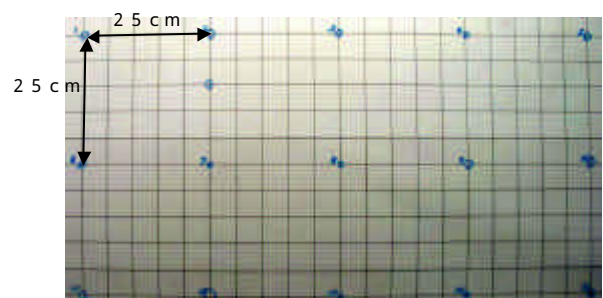


図 1 平面精度の検証用紙

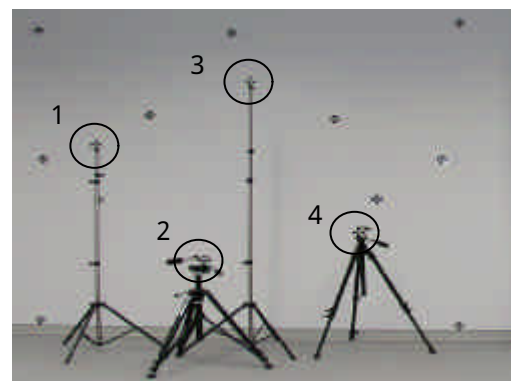


図 2 奥行き精度の検証状況

4. 結果と考察

表 3 に平面精度の結果を、表 4 に奥行き精度の結果を示す。この結果より、平面精度では高い精度を得られるといえる。しかし、奥行き精度では一番良い 500

キーワード：デジタルカメラ、3 次元写真測量、3 D 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

万画素による計測結果でも，点2(実測値 98.6cm)の結果において 4.4cm の誤差が生じてしまった．これは，本システムでは，カメラキャリブレーションによってカメラのレンズの歪み，焦点距離などのパラメータを補正していないことが原因として考えられる．図3は，精度検証に用いた 500 万画素デジタルカメラのレンズの歪みを計測した図である．写真中心部では十字のポイントとマス目にズレがないのに対し，写真左上部では大きくズレてる様子がわかる．このズレが，レンズの歪みを表している．写真測量の原理は，光がカメラのレンズ中心を直進することで成り立っている．したがって，光の直進性を妨げる大きな要因であるレンズの歪みを補正しなければ，高い精度は期待できないといえる．

今回，202 万画素，320 万画素，500 万画素の3種類のデジタルカメラによって撮影を行った．デジタル画像は，画素が多ければ多いほど画素の視野角が細くなり，計測誤差が向上する．それぞれの画素数による結果を比較すると，奥行き精度では点によって精度が前後している部分も見られるが，全体として画素数が高いほど精度が向上しているのがわかる．

表3 平面精度の検証結果

有効画素数	誤差
202 万画素	± 0.547mm
320 万画素	± 0.511mm
500 万画素	± 0.501mm

表4 奥行き精度の検証結果

有効画素数	点名	実測値	計測値	誤差
202 万画素	1	62.1cm	58.8cm	-3.3cm
	2	98.6cm	92.1cm	-6.5cm
	3	47.6cm	47.3cm	-0.3cm
	4	47.9cm	47.4cm	-0.5cm
320 万画素	1	62.1cm	59.5cm	-2.6cm
	2	98.6cm	94.1cm	-4.5cm
	3	47.6cm	47.8cm	-0.2cm
	4	47.9cm	46.6cm	-1.3cm
500 万画素	1	62.1cm	60.7cm	-1.4cm
	2	98.6cm	94.2cm	-4.4cm
	3	47.6cm	49.7cm	+2.1cm
	4	47.9cm	48.2cm	+0.3cm

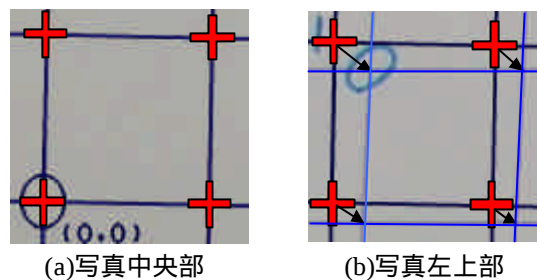
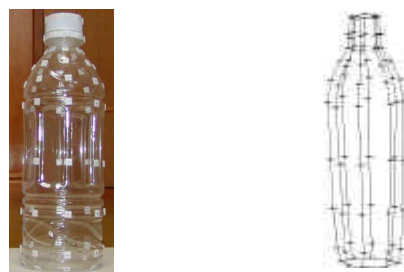


図3 レンズの歪み

5. 3Dモデリング

ペットボトルを4面から撮影し，本システムで3次元計測を行った．図4は，算出したエクセル上の3次元データをマクロ機能によって自動的に AutoCAD で表示させた結果である．おおまかではあるが，ある程度の形を復元できている．精度を向上させることによって，さらに正確な形状の復元が可能である．



(a)計測対象のペットボトル (b)3Dモデル

図4 ペットボトルの3Dモデル

6. おわりに

本研究では，デジタルカメラと EXCEL などの日常に使用範囲が広いソフトを用いて 3 次元計測が行えるか試みた．結果として，現段階では奥行き精度において十分な精度が得られない．デジタルカメラのレンズは，フィルム式のカメラと比べて小さいためにレンズの歪みが大きい問題がある．今後は歪みの補正を行い精度の向上を試みる．また，今回の結果ではデジタルカメラの画素数が多いほど精度が向上する傾向が見られた．しかし，レンズの歪みによる影響が考えられるため，歪み補正後に改めて精度検証を行う．本システムは，実用の面ではまだまだ問題が多い．だが，それらを解決することで専門的な要素が大きかった写真測量を幅広い人に利用可能とすることができる．

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