

画像解析に基づく3次元モデルの計測精度に関する試験

(株)計測リサーチコンサルタント 正会員○渡邊 弘行 味岡 収

1. はじめに

既存構造物等を計測して3次元モデル作成する手法ではレーザスキャナまたは画像解析を用いる手法が代表的である。前者は直接機器にて3次元座標を取得するものであり、後者は写真画像を解析して3次元座標を算出するものである。レーザスキャナでは機器仕様が機種毎に決まっており計測精度は基本的に機器の誤差等がベースとなり比較的安定している。一般的な機種で1点の誤差は $\pm 2 \sim 3 \text{mm}$ であり点群データを解析処理した面要素の場合の精度はこれよりも向上すると考えられる。画像解析での計測精度は画像解像度や基準座標の影響が大きいと考えられるが他にも関係する要素が多く一意的な評価は難しい。そのため画像解析にて計測精度を求める場合には撮影から解析までの一連の作業を通しての技術的な組立が重要になる。

計測精度以外の点についても両者はそれぞれに特徴があるものの、コストも含めてデータを容易に取得できる点および写真画像を利用して現実感のある3次元モデルを作成できる点から判断すると、画像解析を用いる手法は今後より我々の身近なツールとして広く利用される可能性が高いと考えられる。ただし、技術分野での利用においては3次元モデルとしての計測精度を基本条件として把握しておくことが重要である。このような観点から建物を撮影対象として基礎的な試験を実施した。本報ではその内容および結果を報告する。

2. 試験条件

2-1 撮影対象および使用機器

撮影対象としたのは図1に示す2階建ての建物である。写真撮影に使用したカメラはSONY・DSC-RX100(図2)であり総画素数は約2090万画素である。また基準座標及び検証用3次元座標の計測には3Dレーザスキャナ FARO-Focus-3D(図3)を使用した。



図1 撮影対象



図2 カメラ

2-2 試験ケースおよび考察対象

試験ケースをまとめて表1に示す。撮影距離と基準座標点数をそれぞれ2種類設定し全体で4ケースとした。基準座標点として設定した箇所を図4に示す。解析に使用したソフトは「Photo Scan」であり図4に示す建物2面を対象にして撮影した複数枚の写真画像を解析し4種類の3次元モデルを作成した。各モデルについて同じ箇所にて距離計測を行いそれぞれの結果を比較して計測精度に関して考察した。距離計測に用いた計測対象座標を図5に示すとともに距離の計測箇所を図6に示す。



図3 スキャナ

表1 試験ケース

ケース名	撮影距離		基準座標点数	
		解像度		対象点
A 1	5m	1.16mm/pix	4点	ADEH
A 2	5m	1.16mm/pix	8点	ABCDEFGH
B 1	10m	2.32mm/pix	4点	ADEH
B 2	10m	2.32mm/pix	8点	ABCDEFGH

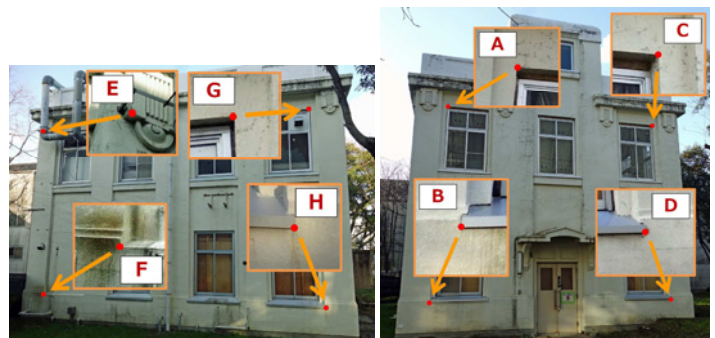


図4 基準座標点

キーワード 画像解析, 3次元モデル, 計測精度, 撮影距離, 基準座標点数, モデルバランス

連絡先 〒120-0006 東京都足立区谷中 2-10-7 エムケイビル TEL : 03-5673-7050 E-mail : watanabe@krcnet.co.jp

2. 試験結果

2-1 計測距離

各ケースの計測距離をスキャナデータに基づく計測距離とともに表 2 に示す．表にはスキャナとの差分および比率も示す．この表より主に次のようなことが分かる．

- ①基準座標点数が同じ場合，8 点では 10mの方が 5mよりもスキャナとの差分が小さい箇所が多い．4 点では有意な差が認められない．
- ②撮影距離が同じ場合，10m では 8 点の方が 4 点よりもスキャナとの差分が小さい箇所が多い．5mでは有意な差が認められない．
- ③B 2 (10m－8 点)のケースがどの箇所においてもスキャナとの差分が安定的に小さい傾向を示している．
- ④スキャナとの比率は 0.3～0.4%の差を示す箇所もあったが全般的には 0～0.2%の差に収まっている．

2-2 考察

(1) 撮影位置

画像解析の観点からはより詳細な画像を利用したケースにおいて計測精度が向上すると考えられる．A 2 と B 2 の比較ではその傾向を示したが A 1 と B 1 の比較では逆の傾向が見られた．これは画像状態が原因の一つと考えられる．図 7 に解析用画像の一例を示すが 5m は 10m に比べて仰角が大きい．そのため画像の歪みがより大きくなり精度に影響を及ぼした可能性が考えられる．画像解像度は計測精度に影響を及ぼす要素と考えられるものの画像の歪みにも配慮し距離と高さのバランスに配慮した撮影位置の設定が重要である．

(2) 基準座標点数

同じ画像を用いた解析では基準座標点の数が多い方がモデルの安定度が高まり計測精度も向上すると考えられる．B 1 と B 2 の比較ではそれを裏付ける傾向を示している．なお，A 1 と A 2 の比較では有意な差が認められないがこれは(1)と同様の原因を含んだ結果と考えられる．

(3) 3 次元モデル

スキャナとの比率に着目すると個々の距離で 0～0.4%の差があったものの合計値では 0～0.1%となった．設定した計測箇所以外でも同等の差と考えられ 3 次元モデルとしては合理的なモデルバランスになっていると判断される．

3. まとめ

画像解析を用いた 3 次元モデルは建設分野での利用も多くなっている．計測精度を求めるケースでは基準座標データも多く必要となり今後より身近なツールとして広く利用するにはこの部分が課題である．したがって，関係する種々のデータを蓄積し計測精度の考え方を技術の視点から合理的に組み立てることが重要である．



図 5 計測対象座標

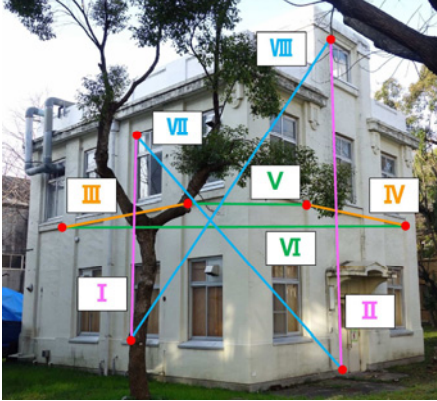


図 6 計測箇所

表 2 計測距離

	A 1	A 2	B 1	B 2	スキャナ
	5m-4点	5m-8点	10m-4点	10m-8点	
I	6071.0	6072.0	6094.1	6076.1	6082.1
	-11.1	-10.0	12.0	-6.0	---
	99.8	99.8	100.2	99.9	---
II	10061.2	10061.0	10031.0	10040.0	10041.1
	20.1	20.0	-10.1	-1.0	---
	100.2	100.2	99.9	100.0	---
III	6221.0	6218.0	6250.0	6229.1	6227.0
	-6.0	-9.0	23.0	2.0	---
	99.9	99.9	100.4	100.0	---
IV	6098.0	6098.0	6084.0	6079.0	6077.0
	21.0	21.0	7.0	2.0	---
	100.3	100.3	100.1	100.0	---
V	3503.1	3508.0	3502.4	3511.5	3503.0
	0.0	5.0	-0.7	8.5	---
	100.0	100.1	100.0	100.2	---
VI	12226.9	12223.4	12234.2	12224.1	12215.7
	11.2	7.7	18.6	8.4	---
	100.1	100.1	100.2	100.1	---
VII	9326.1	9331.2	9316.5	9323.5	9316.9
	9.2	14.2	-0.4	6.6	---
	100.1	100.2	100.0	100.1	---
VIII	11047.7	11065.3	11054.0	11047.4	11040.7
	6.9	24.6	13.3	6.7	---
	100.1	100.2	100.1	100.1	---
合計	64555.0	64577.0	64566.2	64530.7	64503.5
	51.5	73.5	62.7	27.2	---
	100.1	100.1	100.1	100.0	---

(*) 上段：計測距離 (mm)
中段：スキャナとの差分 [計測距離-スキャナ計測距離] (mm)
下段：スキャナとの比率 [計測距離/スキャナ計測距離] (%)



図 7 解析用画像例(左 5m:右 10m)