

## 画像解析による3次元形状復元モデルについての精度検証

正会員 ○ 味岡 収\*  
会員外 渡邊 弘行\*画像解析 SFM 形状復元  
精度検証 3D モデル

## 1. はじめに

拙稿「画像解析による3次元形状復元の可能性についての再考」<sup>1</sup>では、既存建造物の3次元モデルを取得する方法としてデジタル画像を用いるSFM (Structure from Motion) を紹介し、その可能性について論じた。しかし、紙面の都合により技術の概要とその可能性と課題などの論考に留まり実例を用いた精度の検証が出来なかった。そのため、本稿では誤差要因となる因子が少なく比較的安定した結果の得られるレーザースキャナで取得した点群データとSFMによる3次元モデルと比較して行った精度検証結果について報告する。

## 2. 撮影条件と画像解析

計測対象としたのは約10m四方の平面を持つ2階建ての歴史的建造物である。撮影に用いたカメラはSONY製DSC-RX100 (5472\*3648pix=2090万画素) である。撮影は対象建物の壁面上での分解能が1pix辺り約1mmまたは約2mmとなるように撮影距離を5mと10mに設定した。また、SFM解析に必要となる基準座標点と精度検証用寸法取得のために3Dレーザースキャナ (FARO製FOCUS3D) を使用した。撮影枚数は2面を撮影して撮影距離5mで26枚、10mで13枚であった。



図1 試験対象及びレーザースキャナ計測状況



図2 撮影画像 (左:10m 右5m)

撮影距離の2ケースに解析時に使用する写真上の基準座標点を4点にしたケースと8点にしたケースを加えて計4ケースで解析を行った。解析ソフトに用いたのはAgisoft社の「PhotoScan」である。試験ケースの一覧を表1に、基準座標点として用いた点を図3に示す。

表1 試験ケース

| ケース名 | 撮影距離 |            | 基準座標点数 |          |
|------|------|------------|--------|----------|
|      |      | 分解能        |        | 対象点      |
| A1   | 5m   | 1.16mm/pix | 4点     | ADEH     |
| A2   | 5m   | 1.16mm/pix | 8点     | ABCDEFGH |
| B1   | 10m  | 2.32mm/pix | 4点     | ADEH     |
| B2   | 10m  | 2.32mm/pix | 8点     | ABCDEFGH |

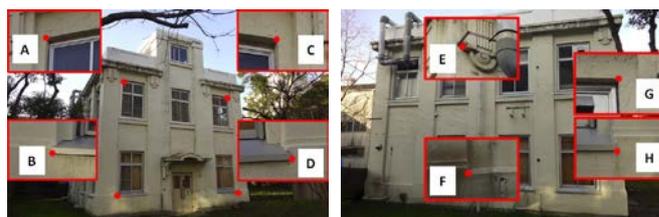


図3 基準座標位置図

解析によって復元された対象建物の3Dモデルとカメラの撮影位置を図2に示す。

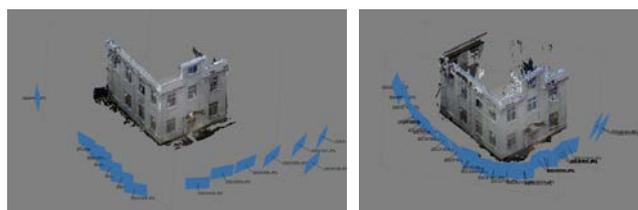


図4 3Dモデルと撮影推定位置 (左:10m 右5m)

## 3. 検証

精度検証は復元3Dモデルより2点間の距離計測を行うて実施した。距離計測箇所の設定は図5に示す様に基準座標点同士の間辺りに位置する箇所から選定し、各ケースより計8本の距離を計測した。また、レーザースキャナで得られた点群データからも同位置の距離計測を行った。その結果を表2に示す。

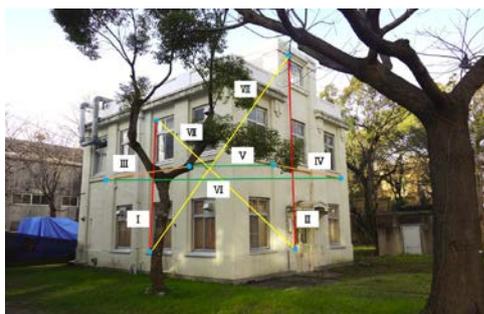


図5 計測箇所

結果より以下のような事が読み取れる。

- ①基準座標点が同じ場合、8点では10mのほうが5mよりもスキヤナとの差分が小さい箇所が多い。
- ②撮影距離が同じ場合、10mでは8点のほうが4点よりもスキヤナとの差分が小さい
- ③「10m-8点」のケースがどの箇所においてもスキヤナとの差分が小さい傾向にある
- ④スキヤナとの比率は0.3-0.4%の差を示す箇所もあったものの全般的に0-0.2%内に収まっている。

#### 4. 考察

一般的な画像解析の手法からすると画像分解能が高い方が計測精度は向上すると考えられるが本試験では必ずしもその傾向にあるとは言えなかった。写真撮影枚数が2倍になったことも計算をより煩雑にし、複数解を持たせるようになった可能性もあるが、写真撮影の条件から言えば、撮影距離が近いことでより周辺歪みの影響がより大きく出た可能性がある。これは歪曲収差の少ないレンズを選定することで軽減する可能性があるが仰角の影響(図2)を考慮すれば正対した位置から撮影することでより軽減することが期待できる。また、基準座標点の数は多いほうが全体の誤差が分散しより正確なモデルとなると考えられる。B1B2ではその傾向を示しているもののA1A2ではその傾向は見られない。

#### 5. まとめ

本稿では画像解析を用いた既存建築物の3Dモデルの作成を試み、レーザースキャニング結果と比較した精度検証を行った。その結果、条件に因るバラつきが多少あるものの総じて良好な結果を得られたと言える。そのバラつきは本稿で得られた知見や経験の蓄積により改善することは期待できるものの完全にコントロールすることは現状では難しいと考えられる。レーザースキャナなどの別の3次元計測ツールでの精度確認は必要と考えられるため、より簡便な基準座標点の取得と精度検証方法の考案も今後の課題となろう。

表2 試験結果

|                              | A 1      | A 2      | B 1       | B 2       | スキヤナ    |
|------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|---------|
|                              | 5m<br>4点 | 5m<br>8点 | 10m<br>4点 | 10m<br>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                           | 10061.1  | 10061.1  | 10031.1   | 10040.1   | 10041.1 |
|                              | 2        | 0        | 0         | 0         | --      |
|                              | 20.1     | 20.0     | -10.1     | -1.0      | --      |
| III                          | 100.2    | 100.2    | 99.9      | 100.0     | --      |
|                              | 6221.0   | 6218.0   | 6250.0    | 6229.1    | 6227.0  |
|                              | -6.0     | -9.0     | 23.0      | 2.0       | --      |
| IV                           | 99.9     | 99.9     | 100.4     | 100.0     | --      |
|                              | 6098.0   | 6098.0   | 6084.0    | 6079.0    | 6077.0  |
|                              | 21.0     | 21.0     | 7.0       | 2.0       | --      |
| V                            | 100.3    | 100.3    | 100.1     | 100.0     | --      |
|                              | 3503.1   | 3508.0   | 3502.4    | 3511.5    | 3503.0  |
|                              | 0.0      | 5.0      | -0.7      | 8.5       | --      |
| VI                           | 100.0    | 100.1    | 100.0     | 100.2     | --      |
|                              | 12226.1  | 12223.1  | 12234.1   | 12224.1   | 12215.7 |
|                              | 9        | 4        | 2         | 1         | --      |
| VII                          | 11.2     | 7.7      | 18.6      | 8.4       | --      |
|                              | 100.1    | 100.1    | 100.2     | 100.1     | --      |
|                              | 9326.1   | 9331.2   | 9316.5    | 9323.5    | 9316.9  |
| VIII                         | 9.2      | 14.2     | -0.4      | 6.6       | --      |
|                              | 100.1    | 100.2    | 100.0     | 100.1     | --      |
|                              | 11047.7  | 11065.1  | 11054.1   | 11047.1   | 11040.7 |
| 計                            | 6.9      | 24.6     | 13.3      | 6.7       | --      |
|                              | 100.1    | 100.2    | 100.1     | 100.1     | --      |
|                              | 64555.1  | 64577.1  | 64566.1   | 64530.1   | 64503.5 |
| 計                            | 0        | 0        | 2         | 7         | --      |
|                              | 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：スキヤとの差分[計測距離-スキヤ計測距離](mm) |          |          |           |           |         |
| 下段：スキヤとの比率[計測距離/スキヤ計測距離](%)  |          |          |           |           |         |

#### 【註】

1. 味岡 収, 渡邊弘行, 「画像解析による3次元形状復元の可能性についての再考」日本建築学会学術講演梗概集建築歴史・意匠, p. 791-792, 2014-09