

写真測量を用いた建築物の 3D モデルの再現方法に関する研究（その 1）

Study on Reproduction Method of the 3D Model of the Building Using the Photogrammetry Part 1

○野々垣修慶*1, 野々村善民*2, 萩原春親 *3

Hisayoshi NONOGAKI*1, Yoshitami NONOMURA*1 and Haruo HAGIWARA*2

*1 福井工業高等専門学校

National Institute of Technology, Fukui college. Student.

*2 福井工業高等専門学校 教授

National Institute of Technology, Fukui college. Professor.

*3 株式会社 サンワコン 空間情報部

Spatial Information Department, SANWACON Co., Ltd

キーワード：写真測量; 3D モデル; 計画; 情報

Keywords: Architecture; structure; 3D model; planning; information.

1. はじめに

現在、スマートフォンなどの端末に付属する画像センサーおよび画像処理ソフトなどは安価で高性能となっている。そのため、写真測量のアプリケーションソフトと複数の写真ファイルを用いることで、写真測量が気軽に実施できる。しかし、数ミリの測定誤差で 3D モデルを再現するためには、高価な 3D レーザースキャナーによる手法が必要となる。この 3D レーザースキャナーを保有する民間企業は、高精度で再現できる 3D モデルの新たな活用方法を検討している。

以上の背景から、本研究は安価なデジタルデバイスのみを用いて、既存の建築物を低コストで 3D モデルとして再現し、新たな 3D モデルの活用方法を開発することを最終目標とする。

そこで、本報は汎用のデジタルカメラ、巻尺および画像処理ソフトを用いて、既存の建築物を 3D モデルとして再現手法を明示することを目的とする。

2. 研究計画

2.1. 画像処理ソフトについて

本報で使用した画像処理ソフトは、AGISOFT Metashape Professional 1.7.3 である。以下、Metashape とする。Metashape に入力する写真画像は、OLYMPUS TOUGH TG-6 で撮影した。以下、デジタルカメラと言う。画像の解像度は 4000×3000 ピクセルである。Metashape は複数の写真を用いて、点群データから作成された 3 角形メッシュで構成された 3D モデルを作成する。Metashape で作成した 3D モデルは STL フォーマットで出力する。本報で Metashape をインストールした PC の仕様については、CPU は Intel (R) Core (TM) i7-9700 3.00GHz コア数 8 であ

る。内部メモリーは 32GB である。グラフィックボードは NVIDIA GeForce RTX 2060 である。3D モデルを編集するために用いた 3D-CAD は SketchUp Studio 2021 である。以下、SketchUp とする。

2.2. 研究対象の建築物について

本報の研究対象の建築物は福井工業高等専門学校の心和館である。写真 1 は心和館の正面玄関の外観を示す。

図 1 は、心和館の外周における水平距離である。この水平距離は巻尺を用いて読み取った値である。



写真 1 心和館の正面玄関の外観

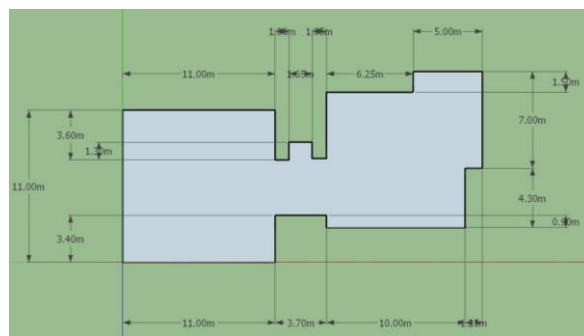


図 1 心和館の外周における水平距離(平面図)

2.4. 点群データの作成方法について

図2は、Metashape と複数の写真データを用いて 3D モデルを作成する手順のフローチャートである。

写真測量に用いる写真の撮影方法については、写真2に示すように、デジタルカメラは一脚簡易三脚に固定する。写真撮影はスマートフォンの遠隔操作を用いる。これにより被写体の大きさが概ね一定となり、数百枚の写真撮影の作業は大幅に省力化となる。

撮影する際のデジタルカメラの設置位置は、必ず建物の外壁面と平行にする。デジタルカメラの移動前と移動後における一枚の写真の被写体の重複面積は約 50%以上とする。1枚の写真を撮影する条件としては、建築物の上下両端が画像の中に納めることである。写真の解像度は可能な限り大きくする。

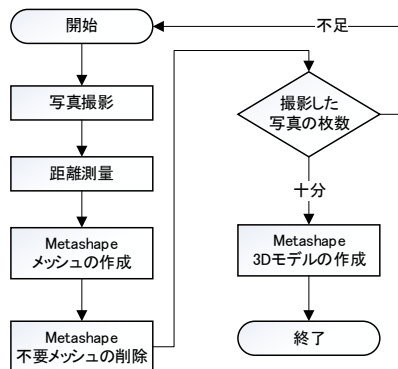


図2 写真測量のフローチャート



写真2 写真撮影の様子



次に、様々な角度から、建築物全体が一枚の写真に納まるようにする。本報は写真測量で3Dモデルを作成する際、該当する建築物の高さ方向も含めた主要な寸法を巻尺で計測した。

以上に示す本報の写真撮影および巻尺を用いた測量に係った時間は0.5時間である。

2.5. Metashape で出力したメッシュの編集方法について

図3はMetashape のアライメント処理の様子を示す画面である。Metashape に複数の写真データを入力することで、写真測量で有効な写真の配置状況が図中の青色の四角形として表示される。この青色の四角形が連続して規則正しく表示されることは、Metashape のアライメント機能によって正常に解析された結果であることを示す。

図中の奥に Metashape で作成された点群データが表示される。この点群データが概ね被写体の形状となった場合、3 角形メッシュで構成された 3D モデルが綺麗な状態で出力できる。

本報では、Metashape を用いて出力する 3D モデルは STL フォーマットとした。以下、これを 3D モデル A とする。

図4は、心和館の 3D モデル A の北側立面図である。これは SketchUp に 3D モデル A を入力した表示画面である。写真3は、同じ心和館を北側から見た外観である。

図4と写真3を比較した場合、3D モデル A には不要となるメッシュが多く含まれていることがわかる。以下、これを不要メッシュとする。

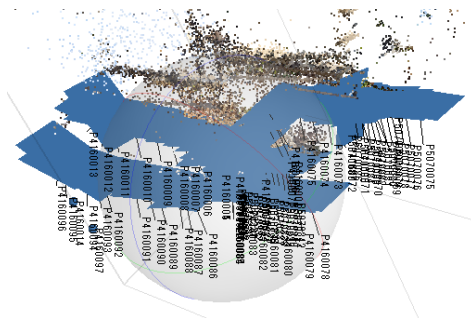


図3 Metashape による複数の写真ファイルのアライメント処理の様子

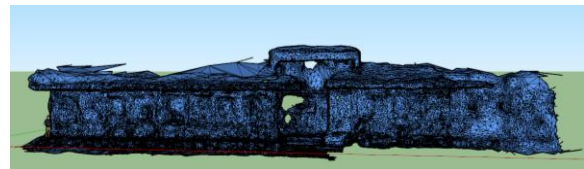


図4 心和館の 3D モデル A(北側立面図)



写真3 心和館の北側の外観の様子

次に、建物の外観写真を参考とし、SketchUp を用いて、本報は不要メッシュを手作業で削除する。

この時、不要メッシュの出現度合いは写真の解像度に応じて変化する。そのため、Metashape のアライメント機能におけるポリゴン数などを適宜設定することで、不要メッシュを削除する作業は省力化できる。

以上に示す本報の 3D モデル A を作成するまでに要する時間は概ね 1.2 時間である。

2.6. Sketchup を用いた 3D モデルの作成方法について

上記のように、3D モデル A のファイル容量は大きくなる。このファイル容量を小さくするために、本報は 3D モデル A と SketchUp を用いて、**図 5** に示すように、複数の 3D モデルを作成した。

図 6 は、3D モデル B の立面図である。なお、この時点では図中に示すように不要メッシュも含まれる。3D モデル B の作成方法について、本報で取り組んだ作業を以下に記す。

一つ目の作業は 3D モデル A の中から柱または壁の形状を示すポイントを選ぶことである。

二つ目の作業は、上記のポイントを用いて、新たに面データを作成することである。

最後の作業は、上記の面データを組み合わせることである。上記の三つの作業を実施することで、例えば数百個のメッシュが 1 つの面データとなる。

なお、以上に示す本報の 3D モデル B の作成に要した時間は概ね 6.0 時間である。

次に、**図 7** は、**図 1** に示す水平距離と壁の高さを用いて作成した 3D モデル C である。図中の屋根などの形状は 3D モデル D の一部を用いた。以降、本報では 3D モデルの完成形を作成するための基準寸法は 3D モデル C の寸法とする。

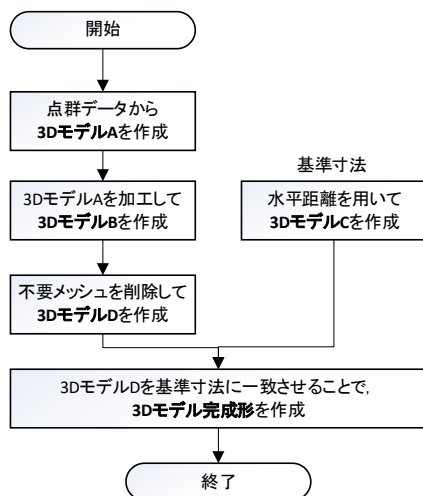


図5 各 3D モデルの作成に関するフローチャート

3. 再現した 3D モデルの完成形について

3D モデルの完成形を作成するための作業を以下に示す。

一つ目の作業は、**図 6** に示す 3D モデル B からメッシュを削除することである。以下、これを 3D モデル D とする。

図 8 は、3D モデル D の北側立面図である。このファイル容量は 3D モデル B の場合と比べて大幅に小さくなる。

二つ目の作業は、3D モデル C を基準として、3D モデル D の水平距離を一致させることである。これにより、3D モデル D の高さ方向の寸法は実寸と概ね一致する。

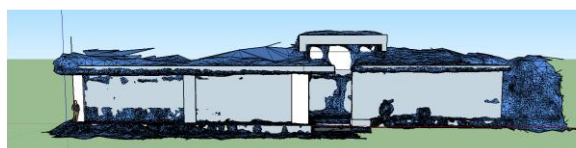
最後の作業は、予め撮影した写真を用いて、開口部などの詳細を再現する。

もし、写真測量の対象建物において高さ方向の距離が未計測である場合であっても、水平距離の計測により 3D モデルの高さ方向の寸法は概ね把握できる。

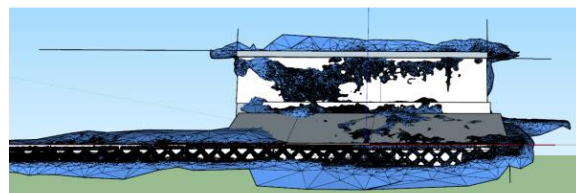
なお、本報では心和館の外壁面に設置された換気口および給湯器などの設備機器は再現の対象から省いた。

図 9 は、3D モデルの完成形の立面図である。本報において、3D モデル B を用いて、3D モデルの完成形が出来上がるまでに要した時間は概ね 1.2 時間である。

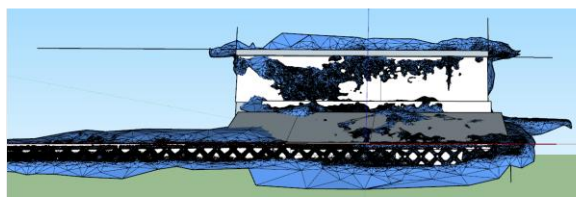
以上のように、写真撮影から 3D モデルの完成形が出来上がるまでに要した時間は概ね 9 時間である。



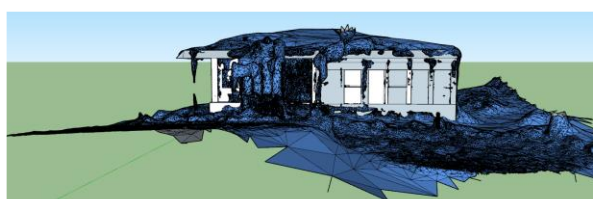
(1) 北側立面図



(2) 南側立面図

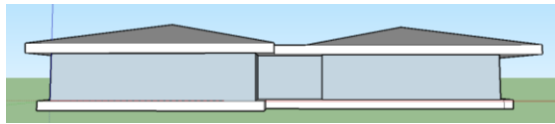


(3) 東側立面図

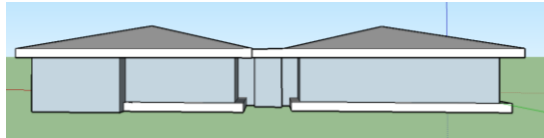


(4) 西側立面図

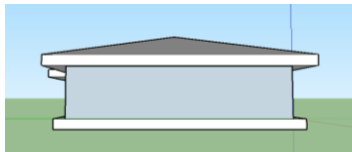
図6 3D モデル B の立面図



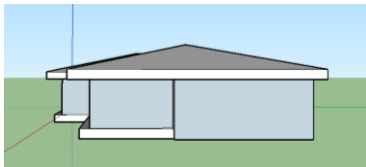
(1) 北側立面図



(2) 南側立面図



(3) 東側立面図



(4) 西側立面図

図7 3DモデルCの立面図

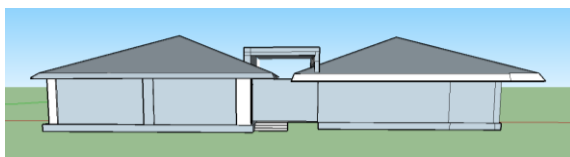
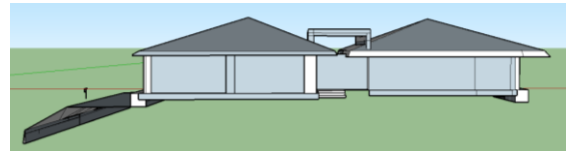


図8 3DモデルDの北側立面図

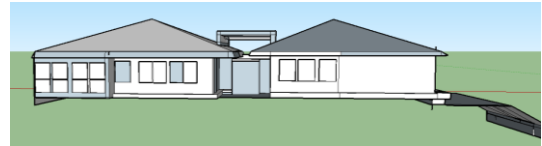
4. まとめ

本研究は安価なデジタルデバイスのみを用いて、既存の建築物を3Dモデルとして再現し、新たな3Dモデルの活用方法を開発することを最終目標とする。そこで、本報は安価なデジタルカメラ、巻尺および画像処理ソフトを用いて、既存の建築物を3Dモデルとして再現手法を明示することを目的とする。以下に本報で得られた知見を記す。

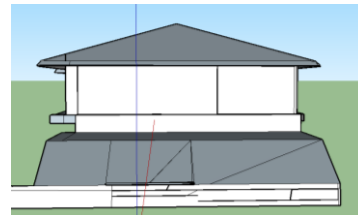
- ① 写真撮影から3Dモデルの完成形を作成するまでに要する時間は概ね9時間であることがわかった。本報において最も時間を要する作業は3DモデルBの作成であり、作業時間は概ね6時間であることがわかった。
- ② Metashapeのアライメント機能で表示される有効な写真が規則正しく表示される場合、綺麗な点群データが作成できることがわかった。そのためには、被写体を撮影する際、デジタルカメラは一脚などで固定して高解像度の写真が必要なる。



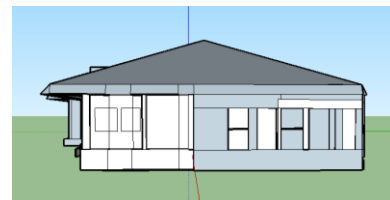
(1) 北側立面図



(2) 南側立面図



(3) 東側立面図



(4) 西側立面図

図9 3Dモデルの完成形

- ③ 巻尺で測定した水平距離から作成した3DモデルCを基準として、3DモデルDの水平距離を一致させることで、3DモデルDの高さ方向の寸法は実寸と概ね一致することがわかった。
- ④ 写真測量に用いる写真の撮影方法については、デジタルカメラの設置箇所は建物の外壁と平行に移動させる。なお、移動前と移動後における一枚の写真の被写体の重複面積は約50%以上とする。

5. 謝辞

本研究は、福井工業高等専門学校令和3年度教育後援会研究奨励金の研究助成を受けて実施した。実施に当たっては、福井工業高等専門学校 環境都市工学科 3年生の寺前海斗君から多大な協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 高橋美紗, 島脇優里, 野々村善民: 画像測量による建築物の3Dモデル作成方法に関する研究(その1) 鯖江市における空家活用に向けた現状調査, 日本建築学会北陸支部研究報告集 第61号, pp. 206-207, 平成30年(2018年)7月