

SfM を用いた 1/100 スケール模型の三次元モデル作成に関する研究 Study on Creation of 3D Point Cloud Data from 1/100 Scale Model with SfM

○小林美優¹, 佐田達典², 江守央²

*Miyu Kobayashi¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract: Lidar and UAV survey have recently been used in the civil engineering field. The SfM technology used in photogrammetry can create a 3D model using multiple images. The principle is to prepare a large number of images taken from various positions and angles of the measurement object, and to analyze the correspondence between the photographs to create 3D data of the measurement object. Therefore, in this study, we verified using a 1/100 scale model whether a 3D model can be obtained in the same way as photogrammetry when using images taken with a photo system in smartphone.

1. はじめに¹⁾

測量技術の発達により、レーザや UAV (Unmanned Aerial Vehicle) での測量が近年土木分野で活用されている。写真測量で用いられる SfM (Structure from Motion) 技術は複数枚の画像を用いて三次元モデルを作成することが可能である。その原理としては計測対象を様々な位置/角度から撮影した画像を大量に用意し、写真同士の対応関係を解析することで、計測対象物の三次元データを作成するというものである。

そこで、本研究ではスマートフォンで撮影した画像を用いた場合にも写真測量と同様に三次元モデルを得られるかについて 1/100 スケール模型を用いて検証し、どのような条件の際に三次元モデル作成が可能か明らかにする。

2. 実験概要

(1) SfM ソフトウェア²⁾

SfM ソフトウェアには、商用ソフトウェアの他にオープンソースソフトウェア、個人や芸術に限って自由に利用可能なものなど様々なライセンス形態が存在する。国内で使用されている主な SfM ソフトウェアには、PhotoScan, Smart3DCapture, Pix4DMapper などがある。本研究では、カメラレンズのキャリブレーション補正を解析処理時に同時に行わない PhotoScan を使用する。

(2) 撮影条件

SfM では、同一地点に対するそれぞれの画像の視差から対象物全体の三次元モデルを生成する。そのため、縦と横でそれぞれ重なる部分を設けて写していくが、Figure 1.のように縦の重なりをオーバーラップ (以下、OL とする)、横の重なりをサイドラップ (以下、SL とする) と呼ぶ。また、重なる部分の度合いをラップ率

と呼ぶ。面積比で表すのが一般的とされる。本研究ではラップ率の変化で三次元モデル作成時にどのような影響があるかについても明らかにする。

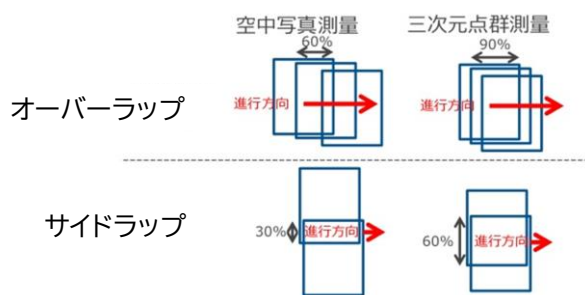


Figure 1. Image of lap rate³⁾

(3) 実験手法

UAV の撮影手法同様、Figure 2.の 1/100 スケール模型を真上から、隣接の画像が重複するように撮影する。その際、スマートフォン (iPhone6) で撮影実験を行った。撮影高度を 20 cm と 30 cm, 模型に沿わせて同時に撮影したコンベックスメジャー (以下、メジャーとする) の有無を組み合わせた計 4 パターンで比較を行う。全てのパターンで撮影枚数に関しては、3×7 の 21 枚と設定した。



Figure 2. Model 1/100 Scale of Paley Park (1)

3. 実験結果

Figure 4.は、Figure 3.の画像と同じ角度で三次元モデルを可視化した結果である。全体的に模型の概ねの形は把握できるが、メジャーの有無に関しては、「メジャーあり」の方がより三次元モデルを作成できていることが確認できる。また、メジャーの目盛について注目すると歪みが少なく、SfM ソフトがメジャー自体を特徴として認識し、一つの基準としている可能性がある。

撮影高度に注目すると、撮影高度 30 cmの方が三次元モデル作成が適しているように見える。一方、ラップ率はスマートフォンで撮影を行う場合、撮影時に設定することができないため画像の面積比をラップ率として計算して求める。その際、面積比で計算をすると、Table 1.に示すような撮影高度別の平均ラップ率となり、ラップ率は撮影高度 30 cmが高いことがわかる。撮影枚数はいずれも 21 枚であるため、撮影高度が高くなるほどオーバーラップは高くなっている。このことから、撮影高度が高くラップ率も高い方が、三次元モデル作成に対する精度は高まる結果となった。つまり、画像の解像度よりも、ラップ率の方が三次元モデルの作成に与える影響が強いと考えられる。

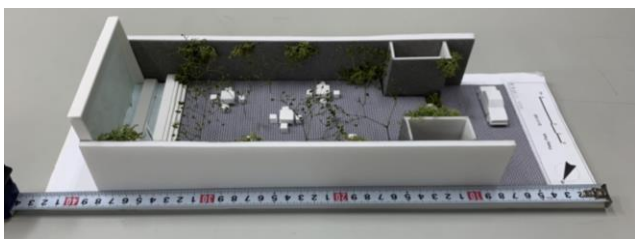


Figure 3. Model 1/100 Scale of Paley Park (2)

撮影高度	20cm	30cm
メジャーあり		
メジャーなし		

Figure 4. Result (SfM)

Table 1. Lap rate by altitude

撮影高度	20cm	30cm
オーバーラップ	56.4%	70.4%
サイドラップ	62.0%	66.0%

4. 今後の課題

本研究では、4 パターンのみの実験となったが、その中でも違いが明確であったため、他の条件を今後加えたうえで実験を行えば、さらに精度が高い三次元モデルが得られると考えられる。例えば、撮影枚数を追加する、カメラの画素数を上げる、画像に特徴点を追加するなどの条件である。

UAV を用いた公共測量マニュアル(案)^[1]によれば、UAV のラップ率は基準で OL が 60%、SL が 30%である。標準としては OL が 80%、SL が 60%以上とされているため、スマートフォンで撮影した場合にもラップ率をさらに高めることで三次元モデルの精度を高められると考えられる。

また、スマートフォンは手持ちであるため目標としているラップ率通りではない。撮影高度についてもバラつきがあると思われるため、作成の際に影響を及ぼす可能性がある。スマートフォンを固定しながら撮影できるような装置を作成することも検討していきたい。

5. おわりに

本研究で対象とした 1/100 スケール模型の三次元モデル作成は専用ソフトで視点を変えて可視化し、概ね形がわかるように作成できる結果となった。今後さらに、最適な撮影条件を明らかにすることで、将来的に土木設計や都市計画などで使用されるスタディ・プレゼンテーション模型のレビューに役立つのではないかと考えられる。また、実物の模型では 360° 閲覧することは困難であるが、一方で SfM によるモデル作成が可能となれば、様々な場面や視点で閲覧が可能となると考える。その場合、模型の大きさやスケール、素材などによる相違が想定される。

6. 参考文献

- [1] 国土交通省 国土地理院 HP：無人航空機 (UAV) を用いた公共測量～UAV 写真測量～
<https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/> (最終閲覧日 2019 年 9 月)
- [2] 農林水産省 HP：官民連携新技術研究開発事業 画像処理
<http://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/kanmin/attach/pdf/kanryou-65.pdf> (最終閲覧日 2019 年 9 月)
- [3] 和光技研株式会社 HP：建設業界における UAV の利活用について
<https://www.slideshare.net/KagawaMakoto/20160819-hokkaido-kankyohozenseminer> (最終閲覧日 2019 年 9 月)