

UAV-SfM/MVS 測量における構造物の再現性向上に関する一検討

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 長屋 佑美
 岐阜工業高等専門学校 正会員 菊 雅美
 岐阜工業高等専門学校 正会員 山川 奈巳

1. 研究の背景と目的

近年, UAV (Unmanned aerial vehicle, 無人航空機) などを用いた新しい測量技術が次々に実務に適用されている. しかし, 岐阜工業高等専門学校環境都市工学科では, 最新の測量技術について, 経済的・時間的な制約により, 学生が習得する十分な機会がない. このような中で, 学生にとって身近な校舎に最新の測量技術を適用し, その結果を可視化・提示することは, 啓発に効果的と考えられる. 山川・菊¹⁾は, 岐阜工業高等専門学校の 2 号館を対象に UAV-SfM/MVS 測量を行い, 3D モデル化を試みた. しかし, 3D モデルの再現性が低く, 課題が残された. UAV-SfM/MVS 測量の精度は, 計測方法のみならず, 解析方法の影響も受ける. そのため, 最新の測量技術について啓発を行うためには, 最適な計測方法や解析方法を明らかにする必要がある. そこで, 本研究では, 岐阜工業高等専門学校の 3D MAP 制作を通じて, UAV-SfM/MVS 測量の計測精度および再現性を高めるために最適な計測方法および解析方法を明らかにすることを目的とする.

2. 測量方法

2017 年 8 月 30 日に, 岐阜高専 2 号館周辺を空撮した. UAV には, DJI 社の Phantom4 (カメラ解像度 1200 万画素) を使用し, カメラの角度を鉛直下向き, 斜め 60 度, 斜め 45 度, 建物側面に対して真横とした計 4 パターンで撮影を行った. なお, 真横撮影以外の撮影条件は, 対地高度を 30m とし, UAV を用いた公共測量マニュアル (案)²⁾ に基づいてオーバーラップ 90%, サイドラップ 60% とした.

平面直角座標系に基づく位置情報を 3D モデルに与えるため, GCP (地上基準点) を 11 点設定した. 事前に作成した 42cm 四方の対空標識を, 上空が開いている校舎南側の 5 地点および北側の 4 地点に設置した. さらに, 校舎内の窓に 2 枚の対空標識を設置した. そして, 校舎の窓に設置した 2 枚以外の対空標識の中心を GCP とし, GNSS 測量を行った.

3D モデルの精度検証を行うため, 2017 年 10 月 30 日に, TS (トータルステーション) を用いて 2 号館を対象に水平距離・水平角度・鉛直角度を計測した.

3. 3D モデルの精度検証

図-1 に, 空撮画像から 3D モデリングソフトウェア PhotoScan を用いて作成した 3D モデルを 4 パターン示す. 同図から, 鉛直下向き撮影のみの場合, 建物側面が撮影画像に十分写り込まないため, 再現性が著しく低いといえる. 一方, 鉛直下向き撮影画像に斜め 45 度撮影画像を加えた 3D モデルは, 視覚的な再現性が最も高いと判断できる. また, 斜め 60 度撮影画像を加えた 3D モデルについても, 鉛直下向き撮影画像のみと比べて再現性が良好といえる. 一方, 真横撮影は, 鉛直下向き撮影画像とうまくマッチングできておらず, モデルの再現性が悪くなった. 以上から, 鉛直下向き撮影画像と同じ対地高度においてカ



(a) 鉛直下向き撮影



(b) 鉛直下向きと斜め 60 度撮影



(c) 鉛直下向きと斜め 45 度撮影



(d) 鉛直下向きと真横撮影

図-1 2号館の 3D モデルの比較

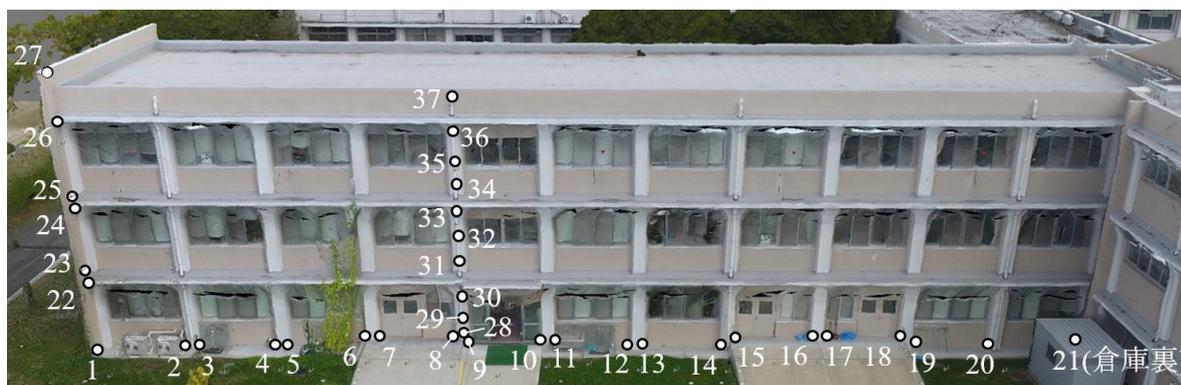


図-2 TS 測量と UAV-SfM/MVS 測量の精度検証箇所

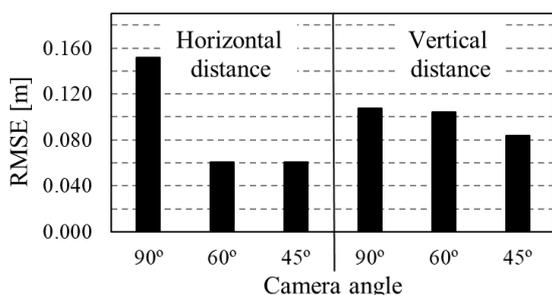


図-3 距離精度の二乗平均平方根誤差

メラの角度を変えた画像を加えることで、視覚的な再現性を高められることがわかった。

UAV-SfM/MVS 測量の距離に対する精度を検証するため、図-2 に示す 37 点間の距離について、PhotoScan の算出値と TS 測量の結果を比較した。なお、真横撮影の 3D モデルについては、再現性が低く、検証箇所が見つけれなかったため、検証を行わなかった。

図-3 に、TS 測量と UAV-SfM/MVS 測量の RMSE (二乗平均平方根誤差) を示す。同図から、鉛直下向き撮影画像における水平距離の RMSE は 0.152 m であり、3 パターンの中で最も大きくなった。この原因として、測点 21 の周辺が 3D モデルで再現できていなかったことが挙げられる。鉛直下向き撮影画像に斜め 45 度撮影画像や斜め 60 度撮影画像を加えることにより、RMSE は 0.06 m 程度となっており、水平距離の精度が高められたといえる。また、鉛直精度については、斜め 45 度撮影画像を加えた場合の RMSE が最も小さくなった。以上から、距離精度は 3D モデルの再現性の影響を大きく受けることがわかり、鉛直下向き撮影画像に斜め撮影画像を加えることで、距離精度も高められる可能性が示唆された。

UAV を用いた公共測量マニュアル (案)²⁾では、3 次元点群を作成する場合の要求精度が最も高いのは出来形管理の 0.05 m である。表-1 に、鉛直下向き撮

表-1 TS 測量と UAV-SfM/MVS 測量の比較

Line	Distance [m]		Difference [m]
	TS	45°	
1-11	20.031	20.053	0.022
1-21	43.479	43.456	0.023
1-2	3.754	3.862	0.108
11-12	3.467	3.503	0.036
20-21	3.953	3.764	0.189

Line	Distance [m]		Difference [m]
	TS	45°	
1-22	3.462	3.337	0.125
1-24	7.036	6.903	0.133
1-26	10.641	10.517	0.124
1-27	12.722	12.555	0.167
28-31	3.563	3.638	0.075
28-34	7.177	7.242	0.065
28-37	10.951	11.032	0.081

影画像に斜め 45 度撮影画像を加えた 3D モデルから算出した代表的な測線間の距離と TS 測量の比較を示す。同表から、斜め撮影画像を加えた場合でも、TS 測量との絶対差が 0.05 m を超えている測線が認められる。したがって、距離精度向上のためにさらなる検討が必要である。

謝辞：本研究は、下中科学研究助成金 (研究代表者：岐阜工業高等専門学校・菊雅美) の助成を受けたことをここに付記し、感謝の意を表す。

参考文献：1) 山川奈巳, 菊 雅美: UAV-SfM 測量による建物の 3 次元モデル化に関する一考察, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, IV-063, pp.437-438, 2017. 2) 国土地理院: UAV を用いた公共測量マニュアル (案), <http://www.gsi.go.jp/common/000186712.pdf> (オンライン), 2017.