

トイドローンを用いた UAV 写真測量の精度調査

東北大学大学院工学研究科 正会員 ○会田 俊介
東北大学大学院工学研究科 正会員 風間 聡

1. 目的

東北大学総合技術部電子回路・測定・実験群において、技術職員を受講者とする少人数型技術研修を行った。研修テーマは【UAV 測量と SfM による画像合成】である。UAV (Unmanned aerial vehicle) 測量は主としてドローンなどの無人航空機を用いた測量方法であり、近年活躍の場が広がっている。著者が技術支援を行っている測量学実習においても、UAV 測量を体験させることを検討しているが、安全面・費用面に課題がある。今回講師を担当した少人数型技術研修では、受講者に UAV 測量と SfM (Structure from Motion) による画像合成の手順を学んでもらうことに加え、トイドローン (HS210) を用いた場合、前述の課題解決、ならびに撮影条件の違いが SfM 解析結果に与える影響について調査を行った。

2. UAV 測量方法と撮影条件

本学青葉山体育館を撮影エリアとして、室内向けトイドローンを用いた UAV 測量を行った。受講者はトイドローンを操作して各自 20 枚程度の写真を撮影した。UAV 測量は事前に経路を設定する自動操縦が一般的であるが、本研修においては、使用したトイドローンに自動操縦機能が無いため手動操縦により行った。その後、トータルステーション (NST-505C) を用いて、事前に用意した対空標識の位置座標を求めた。対空標識は 10 枚あり、各標識間の距離と水平角を測量した。

自動操縦では撮影エリアを一定の飛行高度で二次元的に均等に重なるよう (ラップ率) 撮影を行うが、手動操縦では受講者の目視によるものとなるため、安定した飛行高度とラップ率で画像を取得することは期待できない。そこで、比較対象条件としてカメラ天底角と撮影枚数に着目した。研修は計 3 回実施しており 1 回目から順に Case1, 2, 3 として表 1 に条件を示す。ここに示した条件の他、Case1, 2 は撮影エリ

アを 4 分割して各受講者が担当エリアの撮影を行い、Case3 については、エリア分けすることなく各受講者が体育館全体を撮影した。SfM 解析には Metashape Professional (Agisoft 社) を用いており、解析設定は統一した。

表 1 撮影条件と枚数

Case	1	2	3
平均飛行高度 (m)	6.68	8.39	7.99
カメラ天底角	30°	30°	0°
撮影枚数	153	113	127

3. SfM 解析と検証点誤差

図 1 に Case1-3 のオルソモザイク画像と撮影位置を示す。Case2 は体育館の半面しか合成に成功しなかった。これは、Case2 は撮影枚数が他に比べて少なく、特徴点をマッチングさせる画像数に不足があったことやエリア分けしたことでアライメントに不利な分断が起こったと推察する。

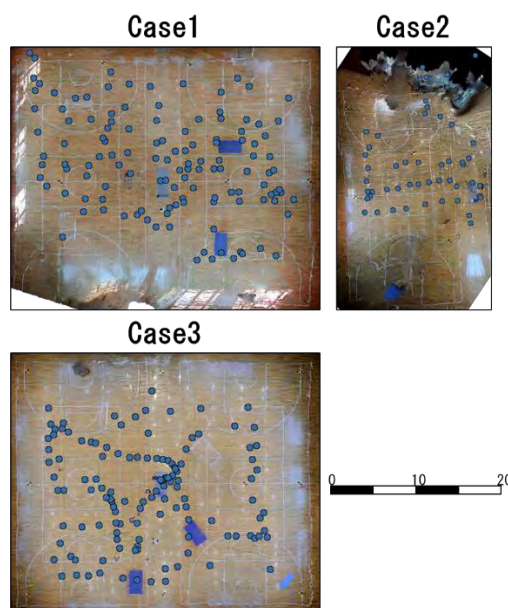


図 1 オルソモザイク画像と撮影位置

キーワード UAV 測量, SfM 解析, 検証点誤差, アライメント, 手動操縦

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 人間・環境系技術室 TEL 022-795-7426

体育館全面の合成ができた Case1,3 の検証点誤差 RMSE(m)を表 2 に示す。検証点誤差は、トータルステーションを用いて測量した対空標識の座標と SfM 解析した座標との差を表している。表 2 の結果から、特に XY 成分においては、Case1 に比べ Case3 の検証点誤差が小さく、良好な精度であることがわかる。

表 2 検証点誤差 RMSE (m) の比較

Case		1	3
検証点誤差 (m) RMSE	X成分	0.056	0.035
	Y成分	0.105	0.033
	Z成分	0.102	0.091

4. 高さ精度

体育館床面の高さ(Z成分)を 0m と仮定したが、図 2 の DEM 画像では、Case1,3 のどちらも床面が 0m として生成されない箇所が見られる。Case1 においては、撮影エリアが図の上部に偏っていたため、撮影枚数の少ない下部において特に誤差が生じている。一方 Case3 においては、図の中心付近が高くなった。これは、鉛直下向きに撮影した画像のみで合成した場合に起こることが報告されている¹⁾²⁾。本調査においても同様に図の中心が盛り上がる誤差が生じた。

次に、配置した卓球台の高さ精度を検証した。出力した点群データから抽出した卓球台部分の Z 成分と真値(卓球台高さ 0.76m)との差を算出し、RMSE を求める方法とした。算出した卓球台の高さ精度(図 3)を確認すると、【Case1 近・Case3 近(下の数字は点群数)】と表記した体育館の中心に近い場所に配置した卓球台の精度が高い結果であった。体育館中心付近は撮影枚数が多く、特徴点が抽出されやすかったためと考えられる。また、各 Case の近・遠を比較すると、Case1 の精度が高い。この結果のみから有意な差であるかは判断できないが、カメラ天底角 30°撮影が高さ精度に良い影響を与えることが期待できる。

5. まとめ

本取り組みでは、カメラ天底角 0°条件時の検証点誤差が、XY 成分においては 4cm 以下と良好であったが、Z 成分の精度向上には、カメラ天底角 30°の撮

影を併用する必要があると考える。今回得られた知見をもとに、トイドローンを用いた測量学実習の実施検討を進める。

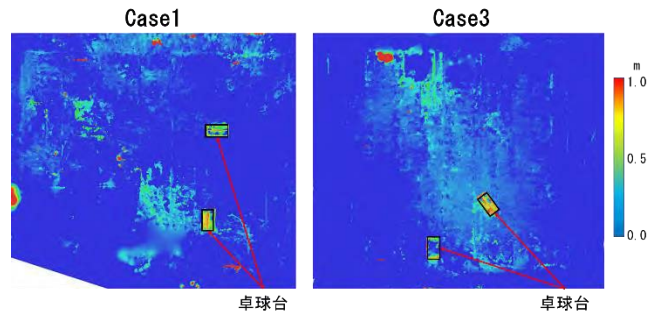


図 2 DEM 画像の比較

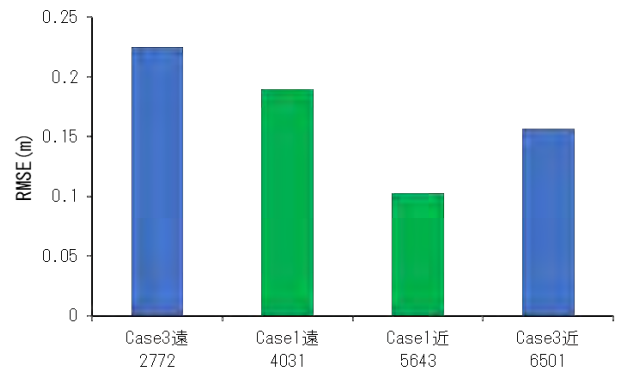


図 3 卓球台の高さ精度

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(20H00256, 代表: 人間聡, 21H04104, 代表: 会田俊介)の助成を受けたものである。ここに深甚な謝意を表す。

参考文献

- 1) 神野有生, 宮崎真弘, 八田滉平, 福元和真: UAV 写真測量の SfM における斜め撮影の導入に関する基礎的シミュレーション, 日本写真測量学会 平成 30 年度秋季学術講演会, 2018.
- 2) 高田雅也, 津佑輔, 岡祐二, 野末晃, 神野有生: 造成地の GCP 不使用型 UAV 写真測量の SfM 段階における撮影方法・解析設定の影響, 日本写真測量学会令和 2 年度年次学術講演会発表論文集, pp.43-46, 2020.
- 3) 早坂寿人, 大野裕幸, 大塚力, 関谷洋史, 瀧繁幸: UAV による空撮写真を用いた三次元モデリングソフトウェアの精度検証, 国土地理院時報, No.127, pp.107-116, 2015