

UAV 活用した公園管理に関する研究

福岡大学 正員 ○大隣 昭作 九州緑化産業 半田悠季 福岡大学 渡辺 浩

1. はじめに

UAV の普及により、これまで有人航空機でおこなってきた空中写真の撮影が、安価で迅速に高解像度な撮影ができるようになった。また、コンピュータビジョンやロボットビジョンからきた概念である SfM (Structure from Motion) 技術による画像を使った三次元形状復元ソフトウェアが普及してきた。国土地理院では、「UAV を用いた公共測量マニュアル (案)」を作成するなど UAV による写真測量である UAV 写真測量が実用化される環境が整いつつある。

これまで空中写真測量は地形図などの作成などに使われていたが、土工事での数値地形図作成のための測量や出来形管理、災害時の状況把握などこれまでとは違った分野で活用されるようになった。国土交通省が推進している i-Construction では、これまでの紙図面を中心とした基準から、3次元データを中心とした基準に変更することで、建設現場の生産性向上を進めている。H31 年度からは公共工事の3次元データを利活用するためのルール及びプラットフォームの整備が計画されており、維持管理分野においては、構造物の変位把握や、災害被災時の原因究明や復旧対策の効率化などが考えられている。¹⁾ 今後、公園管理においても、3次元データが利用できる環境が整うと考えられる。そこで本研究では UAV で定点からの撮影と UAV 測量を定期的におこなうことで、得られるデータがどのように公園管理に活用できるかを検討する。

2. 実施している UAV 測量について

(1) 対象とした場所

西日本短期大学二丈キャンパスの芝生広場周辺と福岡県営 筑後広域公園 (福岡県筑後市) の「体験エリア」を対象を対象として UAV での定点撮影および UAV 測量をおこなった。

(2) 使用機材

UAV は DJI 社 Phantom4 Pro を使用している。UAV 測量の自律航行支援アプリケーションとして Pix4D Capture を、定点撮影には Litchi for Dji Drones を用いた。SfM ソフトウェアは Agisoft 社の Photoscan 1.4.3 を使用した。標定点の測量には 2 周波 GNSS 受信機 トプコン社 GNSS HiPer SR を使用した。

(3) 定点撮影について

2017 年 8 月から 2018 年 12 月まで、ほぼ一週間ごとに定点撮影を 51 回実施した。高度 149m、100m、50m、30m から撮影を行い、高度による違いと、季節の違いなどがどの程

度確認できるのかを検討した。

(4) UAV 測量について

UAV 測量では、低高度で撮影することで地上解像度が上がり高精度な測量が可能になる半面、多くの写真が必要となる。高度 100m、50m、30m での写真を撮影し、必要と思われる地上解像度を決めた。「体験エリア」で、今回の対象地である。このエリア全体を高度 50m、オーバーラップ率 80%、サイドラップ率 70%で撮影する。上記の条件で撮影する場合、エリアを A～E の 4 つに分割して撮影する。UAV を着陸させ、バッテリーを交換することで GNSS の位置のずれが大幅に変わることがあるため、それぞれのエリアを重複させることで写真の重なり不足が起きないようにしている。飛行距離が 3,500m 前後、20 分を超えないよう計画してある。飛行エリアを図-1 に示す。特に詳細な比較についても検討出来るよう南側の花壇は、高度 30m で撮影をおこなっている。体験エリア全体 (A～D) では約 1400 枚、南側花壇 (E) では約 360 枚の写真が撮影される。

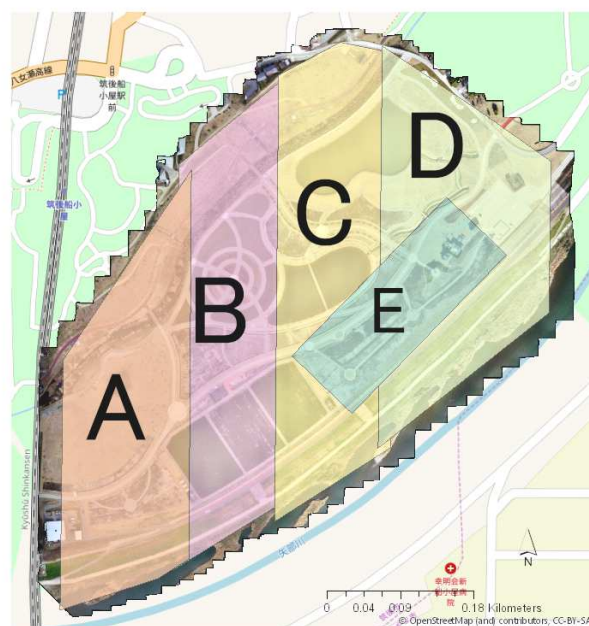


図-1 飛行エリア図

SfM 解析では、すべての写真を同時に解析している。解析結果は 3 次元点群データとして出力される。3 次元モデルを用いることで写真の位置のずれを補正する正射変換をおこない、オルソ画像が出力できるようになる。地上解像度の違う写真を使った解析をおこなっているため、オルソ画像の中に、鮮明な画像の部分とそうでない部分ができるが、

キーワード：UAV, 公園管理, SfM

連絡先：連絡先：814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 Tel:092-1871-6631 mailto:ohotonari@fukuoka-u.ac.jp

それぞれの画像は切れ目のない画像として出力される。2018年9月から2019年3月まで、1ヶ月に1回（11月は2回）、合計8回のUAV測量をおこなってきた。撮影は操縦者と補助者の2名体制でおこなう。1つのエリアの飛行で20分程度かかるため、準備や移動を含めると3時間を要する。コンクリート製の標定点は、50mからの画像では確認できない場合があるため、対空標識を設置している。

3. 定点撮影による写真について

今回使用した Phantom4 Pro で撮影できるおおよその範囲は、撮影高度 149m で約 32,000 m²、100m で約 14,000 m²、50m で約 3,600 m²、30m で約 1,400 m² であった。GNSS の測位誤差や気圧による高度計による誤差が大きく、自動航行で撮影する設定にしても、大きくずれることがあるため、撮影した高度や日時が違う写真を比較する場合、位置を合わせる必要がある。高度 149m に設定した場合、8月の撮影（32℃）と1月（1℃）では約 12m 違い、このずれは温度に比例していることが確認できた。また、低い高度からの写真では特徴点の選定が難しく、位置合わせを行っても十分な精度が期待できない場合もあることがわかった。同じ花壇のいち部分を、高度 50m から撮影し拡大したものを写真-5、高度 30m から撮影し拡大したものを写真-6に示す。撮影高度 50m では花が咲いていることは確認できるが、撮影高度 30m では花の輪郭まで確認できる。

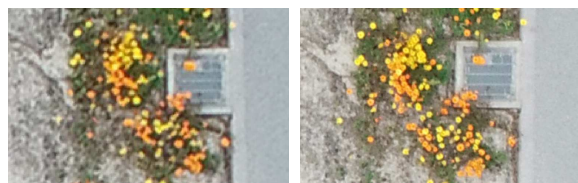


写真-5 撮影高度 50m

写真-6 撮影高度 30m

芝生の傷んだ部分の3ヶ月毎の写真（高度 30m）を写真-7～10に示す。芝生の回復の過程を確認することが出来た。冬季であれば雑草の侵入も確認できる。



写真-7 芝生の傷み（9月）



写真-8 3ヶ月後（12月）



写真-9 6ヶ月後（3月）



写真-10 9ヶ月後（6月）



写真-11 落葉樹の林（10月）



図-2 10月の点群データ



図-3 1月の点群データ

4. 経時変化について

（1）点群データによる比較

落葉樹の林の落葉前の写真を写真-7に、10月と1月の点群データを図-2～3に示す。30本ほどの落葉樹の林があるが、50m上空の真上からの写真でのSfM解析から得た10月の点群データでは、写真に映らない横の部分、葉が少ない部分は点群が出力されていないのわかる。1月は完全に落葉しており、幹と枝だけの状態であったが、点群データとしては、全く出力されない状態だった。また、奥に写っている細い樹木は10月の点群データでも出力されていない。

（2）オルソ画像による比較

オルソ画像を用いることで、水生植物の生育経過を観察することや、護岸の浸水具合から池の水深が変化していること、芝生の変化や雑草の状態などが確認できた。オルソ画像で確認することで、位置合わせの精度が良くなり、変化など定量的に計測することが出来るようになった。4-（1）で示したような、写真には写っているが3次元モデルが出来ていない場所では、正確なオルソ画像が出力されないことがわかった。

5. まとめ

筑後広域公園での定期的なUAV測量で得られる点群データおよびオルソ画像の活用性について確認することが出来た。また、SfMによる3次元復元を伴わない定点撮影でも、緑地の経過観測が可能であることが確認できた。今後はこれらの2つで得られたデータを組み合わせることでより効率的に公園管理に必要なデータを得る方法について検討したい。

参考文献

- 1) 国土交通省：3次元データ利活用方針：
<http://www.mlit.go.jp/common/001210739.pdf>, 2017.11
 更新, 2019.1.30 参照