

UAV 空撮画像を用いた 3 次元建物モデルの精度評価

12T0227B 田邊 諒士
指導教員 山崎 文雄

1. 背景と目的

災害が発生した場合、迅速にその状況を把握する必要があるが、建物の倒壊の危険性や有害物質の漏えいなどにより有人での調査、観測が非常に困難になることがある。すでに、被害把握の有効手段として広範囲を観測できる人工衛星や航空機等のリモートセンシング技術が活用されているが、対象地域を調査するにあたり、人工衛星や有人航空機では即時に撮影することが困難でありかつ天候に左右される。近年において、そのような状況で活躍しているのが UAV (Unmanned Aerial Vehicle: 無人航空機) である。UAV は機動性、即時性、簡便性の高さに加え、高解像度の動画像を得ることができるため災害発生時に迅速に被災状況を確認できる。また、UAV とコンパクトデジタルカメラの低価格化、性能向上により高画質の低空空撮画像を容易に撮影できるようになった。

さらに、SfM (Structure from Motion) 手法を空撮画像に適用することで、撮影した建物や地形の詳細な形状とテクスチャをもつ 3 次元モデルの作成が可能となり、立ち入り困難な災害現場や地形調査等において有効に利用されている²⁾。しかし、画像のみで作成した 3 次元モデルは、測量利用に関して精度が低く、定量的な状況把握が困難である。本研究では、3 次元モデルに GCP (Ground Control Points) として座標を追加し位置情報を与えることで、災害発生後の建物等の被災状況を定量的に観測することを目的とする。

2. 撮影対象と使用機材

撮影対象として、千葉市緑区にある千葉市消防学校の訓練棟で地上 10 階の主塔と 6 階の補助棟の 2 棟を選定し 2015 年 12 月 25 日に UAV から空撮を行った。図-1 に対象建物と UAV の操縦の様子を示す。

使用した UAV は、4 回転の小型マルチコプター Phantom 2 vision+ (DJI 社製) を用いた。SfM 手法による 3 次元モデル構築には商用ソフトウェア Agisoft 社の PhotoScan を使用した。SfM は、対象物をカメラの視点を変えながら撮影した複数枚の画像から 3 次元幾何形状とカメラの位置を同時に算出する手法である。また、GPS を測定する指標となる標定点を訓練棟を囲むように設置し、取得した GPS データを GCP として座標を追加することで作成した 3 次元モデルに位置情報を与えた。空撮動画からキャプチャーした画像を図 2 に示す。



図-1 千葉市消防学校訓練棟(a), 手動による UAV 操縦(b)



図-2 UAV 空撮動画からキャプチャーした画像

3. 3 次元モデルの構築

図-3 に構築した千葉市消防学校の訓練棟の 2 次元モデルと SfM によって自動推定されたカメラ姿勢情報を示す。3 次元モデル構築には、UAV から取得した 4 本の動画を 2 秒間隔でキャプチャーした合計 320 枚の画像を使用した。空撮時に使用したカメラは広角レンズであり、取得した画像に mask 処理を行うことで広角レンズの歪みを除いた。また、3 次元モデルの精度向上のため、2 枚以下で生成された特徴点を取り除いた。PhotoScan に測定した GPS 座標を取り込んだ後、標定点が写り込む画像を見つけ、手動で GCP として追加した。GCP の設定について図-4 に示す。

生成した3次元モデルは主棟と補助棟ともに欠損することはなかったが、表面に凹凸が生じ詳細な3次元モデルを構築することはできなかった。これは、撮影方向が鉛直下方であるために壁面の詳細な形状をカメラで十分に捉えられなかったためと考えられる。しかし、建物の壁面を地上からデジタルカメラで撮影し作成した3次元モデルと結合することで、3次元モデルの概形の精度を向上させることができる3)。

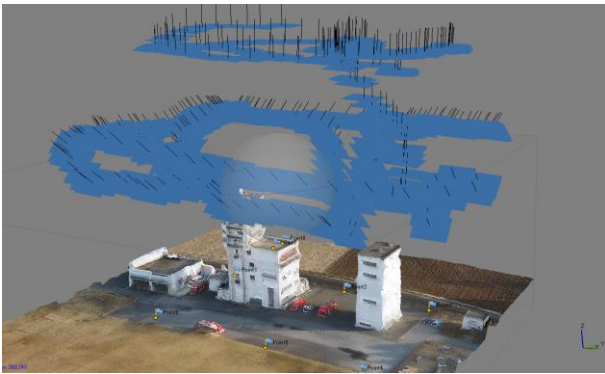


図-3 構築した3次元モデルとカメラ推定位置

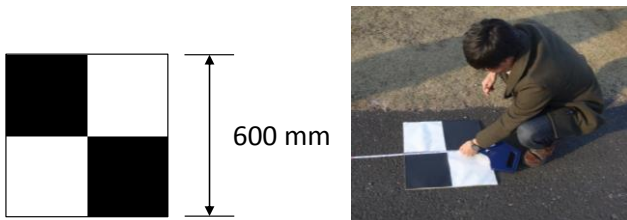


図-4 設定したGCPを画像に追加

4. 生成した3Dモデルの精度評価

3次元モデル生成時に追加した地上6ヶ所、建物上部2ヶ所のGCPをPoint 1~8と名付け、各点間の距離をPhotoScan内で算出したものと、水平方向では現地で巻き尺による測定をしたもの、高さ方向では訓練棟の図面から高さを求め比較した。各成分の比較とPhotoScan内の距離の計測結果を表-1、図-5に示す。

水平方向では、最大誤差がPoint 3と4間の2.98mで、地点間誤差が1m以内に収まったものはわずかであった。高さ方向では、最大誤差は2.09mでありGCPの距離に比例して高さの精度が下がった。

誤差要因としては、GCPを追加する過程において、画像に写る標定点に手動でGCPを合わせる必要があり、元のGPS座標とずれが生じたと考えられる。今後、空撮画像にGCPがきれいに映るような撮影計画(飛行経路、撮影高度、撮影方向等)の開発やGCPの設置数について知見をまとめていく必要がある。

表-1 水平と鉛直方向の推定値と誤差

水平方向	実測値 (m)	PhotoScan (m)	誤差 (m)
Point1 to 2	36.60	37.32	0.72
Point2 to 3	25.83	23.92	-1.91
Point3 to 4	40.30	37.32	-2.98
Point4 to 5	25.55	23.92	-1.63
Point5 to 6	37.80	36.25	-1.55
Point6 to 1	34.49	33.79	-0.70

鉛直方向	実測値 (m)	PhotoScan (m)	誤差 (m)
主棟(屋上)	31.00	29.14	-1.86
主塔(6階)	17.50	16.22	-1.28
主塔(3階)	11.80	9.71	-2.09
補助棟	21.50	18.68	-2.82



図-5 PhotoScan 内での長さの測定

5. まとめ

本研究では、千葉市消防学校の訓練棟をUAVから空撮した画像と訓練棟の周囲および建物上にGCPを8ヶ所設置し、測定したGPSのデータを3Dモデルに与え、水平と鉛直の距離を計測し、実測値と比較した。今回は、GCPを追加する際の手順が3次元モデルの精度に影響したので、今後はUAVとカメラの撮影条件とGCPの形状や設置方法を改善したい。

【参考文献】

- 1) 小花和宏之, 早川裕弐, ゴメスクリストファー: UAV空撮とSfMを用いたアクセス困難地の3Dモデリング, 地形, 35(3), 283-294.
- 2) 内山庄一郎, 井上公, 鈴木比奈子: 自然災害調査研究のためのマルチコプター空撮技術, 防災科学技術研究所研究報告, 第81号, pp61-98, 2014.
- 3) 松田薫元, 傳田真也, リュウ ウェン, 山崎文雄, UAV空撮画像を用いた被災建物の3次元モデル構築の試み, 第58回学術講演会論文集, 日本リモートセンシング学会, 75-76, 2015.

