

U2

UAV 空撮画像を用いた 3 次元建物モデルの精度評価

Accuracy evaluation of 3D building model developed from UAV aerial images

○田邊諒士¹・松田薫元²・傳田真也²・中西慶³・劉ウエン⁴・山崎文雄⁴

Ryoto Tanabe, Tadamoto Matsuda, Shinya Denda, Kei Nakanishi, Wen Liu, Fumio Yamazaki

Abstract : Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) are becoming more useful tools when investigating building damage or leakage of hazardous substances in natural and manmade disasters. In this study, we took aerial videos of buildings located in Chiba City's fire academy, from UAV. The observation by GPS was also carried out by setting colored corns on the ground. Then 3D computer model of the site including buildings was made by using SfM (Structure from Motion) technique. By adding ground control points (GCPs) observed by the GPS measurement, distributed uniquely in the 3D model, the accuracy of the 3D model was evaluated, compared with the exact length and height.

Keywords : UAV, Structure form Motion, 3D model, PhotoScan, Ground Control Points, GPS

1. 背景と目的

近年, UAV(無人航空機)とコンパクトデジカメの低価格化, 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¹⁾. 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次元モデルに位置情報を加えることで, 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を選定した. この構造物を2015年8月6日に現地でUAVから空撮を行った. Fig. 1に対象地の位置と撮影の様子, 対象建物を示す.

使用した UAV は, 4回転の小型ヘリコプター Phantom 2 vision+ (DJI 社製)を用いた. 撮影回数は2回で, 飛行高度はそれぞれ地上約70m, 60m, 撮影角度は鉛直下方とし, GPS信号による自動操縦によって空撮を行なった. 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 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を測定する指標として, カラーコーン5つを訓練棟を囲むように設置し, 撮影画像中のコーン位置にGCP (Ground Control Points)として座標を追加する

ことで, 作成した3Dモデルに位置情報を与えた. これにより, 3DモデルからDTMや長さ, 体積の情報を取得することが可能となる.

SfMにおける3Dモデル作成の流れは, 1)動画の撮影・取得, 2)特徴点の検出・マッチング, 3)特徴点の3D位置及びカメラ姿勢の推定, 4)GCPの追加, 5)3Dモデル構築である.

動画からキャプチャーした画像を Fig. 2 に示す.



Fig.1 Location of the experiment site (a), the preparation UAV flight (b), and training buildings in Chiba City's fire academy (c) selected in this study

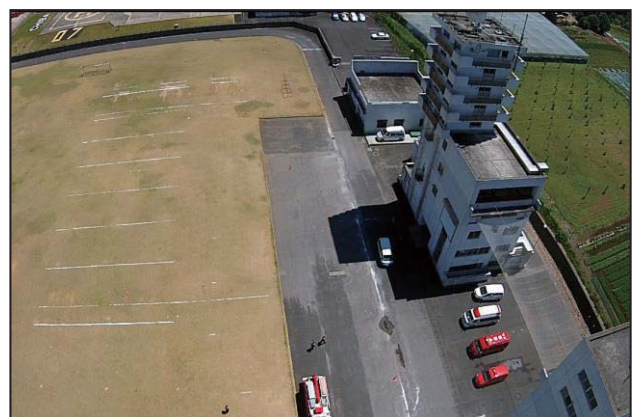


Fig.2 Captured image by video taken from UAV

¹学生会員 千葉大学 工学部 都市環境システム学科
²学生会員 千葉大学大学院 工学研究科 建築・都市科学専攻
³非会員 千葉大学 工学部 都市環境システム学科
⁴正会員 千葉大学大学院 工学研究科 建築・都市科学専攻
(所在地 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33)
(連絡先 Tel; 043-290-3528、E-mail; acxa2152@chiba-u.jp)

3. 3D モデルの構築

Fig. 3 に構築した千葉市消防学校の訓練棟の 3D 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. 3D モデル構築には, UAV から取得した 2 本の動画を 1 秒間隔でキャプチャーした合計 187 枚の画像を使用した. また PhotoScan に測定した GPS 座標を取り込んだ後, カラーコーンが写り込む画像を見つけ, 手動で GCP を追加した. 生成された 3D モデルは, 地表面に近い部分は詳細な形状が再現できたが, 対象建物の上層部及び壁面のモデル化は詳細にはできなかった. この理由は, 空撮時の撮影角度が鉛直下方であったことと, 建物との衝突を避けるため高度を高く設定したため, 壁面の撮影ができず, 建物の詳細な形状が画像から得ることができなかったと考えられる.

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 3D モデルと, 空撮画像から生成した 3D モデルと結合することで, 3D モデルの概形の精度を向上させることができる³⁾.

4. 生成した 3D モデルの精度評価

3D モデル生成時に追加した 5ヶ所の GCP を Point 1~5 と名付け, 各点間の距離を PhotoScan 内で計測したものを Fig. 4 に示す. また, 測定した GPS の緯度経度を用いて地点間の線長を求め, これを 3D モデルのものと比較し, 結果を Table 1 に示す. 最大誤差は Point 4 と 5 の間 0.85m で, すべての地点間誤差は 1m 以内に収まった.

次に, 高さについて検討する. 建物 3 階上端部と地上に 2 点を決め, その長さを PhotoScan 内で測定し, 建物壁面の目盛板と比較した結果を Table 2 に示す. この誤差は 1.3m となり, 地表水平方向の誤差と比べ, 鉛直方向の誤差は大きい結果となった. 誤差要因としては, PhotoScan では, GCP を追加後, カメラ撮影位置, 姿勢情報に対して再度カメラのキャリブレーションを行う必要があり, この前後で GCP の値が僅かに変化することが挙げられる. これは, GCP を追加する過程において, 画像に写る対象に手動で 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.

Table 1. Comparison of horizontal distances

	PhotoScan(m)	Distance by GPS(m)	Difference(m)
Point1 to Point2	36.81	37.59	-0.78
Point2 to Point3	22.96	22.67	0.29
Point3 to Point4	39.39	39.89	-0.50
Point4 to Point5	34.13	33.28	0.85

Table 2. Accuracy assessment in the vertical direction

	PhotoScan(m)	Actual height (m)	Difference(m)
The 3rd floor from the ground	10.45	11.8	-1.35



Fig.3 Developed 3D model and estimated camera position by SfM

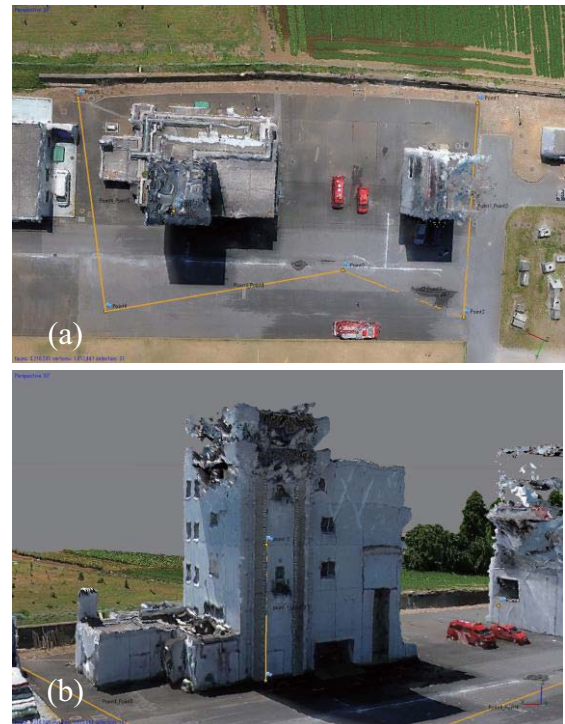


Fig.4 Measurement of the distances in the horizontal (a) and vertical (b) directions from the GCP

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 5ヶ所で測定した GPS のデータを用いて 3D モデルを生成した. GCP を与えた後, 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 3D モデルの精度に影響したので, 改善をしていきたい. またさらなる事例で検討を行いたい.

【参考文献】

- 1) 内山庄一郎, 井上公, 鈴木比奈子: SfM を用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究, 防災科学技術研究所研究報告, 第 81 号, 37-60, 2014.
- 2) 井上公, 内山庄一郎, 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, 61-98, 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.