

ドローン空撮動画による三次元測量法の提案

第一工業大学 正会員 ○田中 龍児
第一工業大学 正会員 岡林 巧
鹿児島大学 正会員 山本健太郎

1. はじめに

無人飛行機ドローンによる空撮は、地上数十メートルからの低空撮影が可能でかつ低速で撮影できるため、カメラの性能にもよるが明瞭な画像の取得が可能になっている。そのため、土砂災害など自然災害現場の緊急把握のために利用されるようになってきた。また最近では、単なる現地の撮影だけでなく写真測量としての利用も研究が進んできており¹⁾、撮影コース、撮影間隔等の撮影条件を事前にインプットすれば、ほとんど自動的に空中写真を撮影できる自律飛行型の機種も開発されている。さらに大型のドローンには GNSS/IMU の搭載も可能であり、一般の写真測量用航空機と同じような性能を持つ機種もある。しかしながら、高性能になればなるほど落下の際のリスクも大きくなり、ドローンの特徴ともいえる簡単な操作性や経済性から乖離し、被災状況のリアルタイムな把握や、それほど精密ではなくても大まかな地形を知りたいといったニーズには対応が難しくなる。したがって、誰でも簡単にかつ経済的に三次元データを取得できる写真測量の技術開発が望まれている。

2. 研究の目的

ドローン空撮による静止画を利用した写真測量は、Structure from Motion (以下 SfM) 技術の登場も相まって多くの研究²⁾がなされているが、従来の写真測量のように綿密な撮影計画を立てて撮影する方法は、低価格ドローンの場合、高度な操縦テクニックや撮影のタイミングが必要とされる。本稿では、撮影ミスの起きやすい静止画ではなく、空撮モニターやドローンの目視による操縦に集中しながら撮影した動画を用いて、三次元測量を行う手法を提案する。

3. 提案する写真測量の手法

図-1 に本研究で提案する作業の流れを示す。現地を取り囲むように配置した標定点には、図-2 のような発砲スチロール製の対空標識を置き、トータルステーションを用いて計測する。動画撮影が可能な搭載カメラで、カメラの性能や撮影対象にもよるが、経験的には約 50m 上空からほぼ垂直に撮影する。動画の分解はフリーソフトの Video Converter 等でフレームごとに画像を分解し、三次元データ取得に必要な範囲の画像を複数枚抽出する。本研究では SfM による三次元再構成には Photo Scan を用いた。またローカル座標からワールド座標への変換は、式(1)に示す三次元アフィン変換により幾何補正する。

$$(X \ Y \ Z \ 1) = (x \ y \ z \ 1) \begin{pmatrix} a & b & c & 0 \\ d & e & f & 0 \\ g & h & i & 0 \\ j & k & l & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

ここで、 x, y, z は変換前、 X, Y, Z は変換後の座標値、 $a \sim l$ は変換パラメータである。変換パラメータは対応する4点の計測値があれば求められるが、4点より多い場合、すなわち過剰観測の場合は最小二乗法を適用し、繰り返し逐次計算する。

以上の流れにより、まず三次元再構成の段階で緊急の被災状況の把握が可能になり、アフィン変換して得られた三次元データは GIS で詳細解析が可能となる。

4. 結果

図-3 は動画から静止画を分解し、三次元データ取得に必要な画像だけを約 100 枚抽出したものである。図-

4はその撮影位置を示し、図-5は、SfMにより得られた三次元データである。

これまで、航空レーザ計測が、微地形を高解像度で迅速に取得する有効な手法として普及してきた。写真測量と異なり樹木下の地表面のデータが得られることも広く利用されている理由のひとつである。レーザ計測から得られるデータは点群データであり、主にGISによりDEMが作成され地形解析に利用されている。一方、SfMからも点群データが得られ、安価で誰でも簡単に利用できる技術として測量においても今後大いに利用されると考えられる。標定点はトータルステーションを用いたが、ハンディ型のレーザ距離計やGNSS受信機により計測すれば、歩行困難な山岳地でも運搬が容易になる。また、対空標識は本研究で考案したもので、軽量で簡単に設置できた。

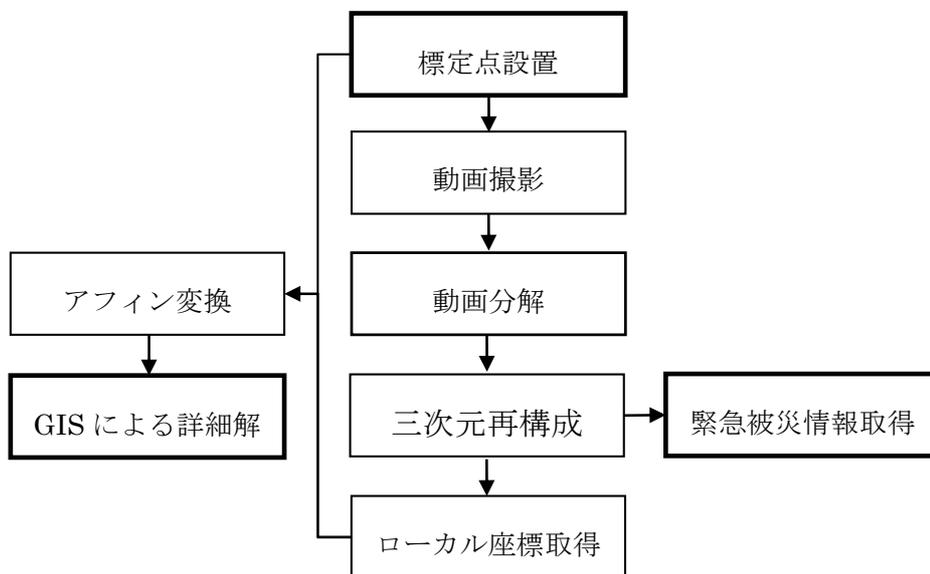


図-1 提案する写真測量作業の流れ



図-2 標定点と対空標識

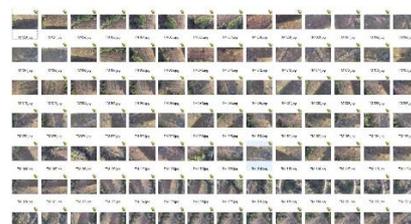


図-3 動画から分解・抽出された静止画

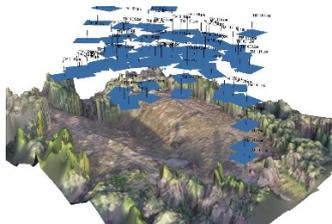


図-4 撮影位置 (青)



図-5 取得された点群データ

謝辞：本研究の一部は、(公財)鹿児島県建設技術センター、(株)日水コンおよび砂防エンジニアリング(株)の助成により実施された。ここに記して、謝意を表する。

参考文献

- 1) 内山庄一郎：自然災害研究における三次元形状取得のための SfM-MVS 技術の活用，高解像度地形情報シンポジウム 2014 論文集，pp.21-23.
- 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，pp.61-98，2014.