

UAV 画像を利用したポイントクラウドの生成と差分解析

織田 和夫・高山 陶子・服部 聡子 (アジア航測株式会社)

1. はじめに

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) を用いて撮影した画像から写真測量で生成したポイントクラウド (以後点群) は、従来の航空機を用いた写真測量やレーザ測量に比べて速報性が高く、災害時の緊急情報把握に有効であると考えられている。また災害前の状況もあらかじめ把握しておけば、斜面がどのように変化したか比較を行うことも可能である。点群を用いて定量的に差分解析を行うにあたっては、次のような課題がある。

(1) 点群の位置合わせの問題

差分解析を行うためには、2回の点群データを同一の座標系に合わせなければならない。写真測量においては基準点を設置し、それに合わせて空中三角測量を行って写真測量を行うことが多い。しかしながら災害現場においては作業の危険性や時間的制約などによって基準点測量を行うことができない場合が想定される。

そこで、基準点等を設置せず、2回のデータの座標系を合わせる手法を工夫する必要がある。

(2) 変状解析の問題

従来の変状解析においては、DEM (Digital Elevation Model) や DSM (Digital Surface Model) に変換したのちに同一の場所の標高差分をとることが多い。しかしこの手法ではオーバーハングがある箇所等の斜面の動きを取り出すことが困難である。

本研究では、落石のように剛体的に動く変化

の抽出を前提として次の観点で検討を行った。

- ・基準点を設置しない位置合わせ
- ・オーバーハングがある場合でも有効な差分の定量的計算方法

2. 提案する手法

基準点を用いずに位置合わせを行うため、次の手順で行うこととした¹⁾。

(1) 仮基準点位置計測

1回目に撮影した画像から得られた点群上の特徴点を仮基準点とする。仮基準点は2回目の画像撮影においても移動しないと考えられる場所に設定する。

(2) 仮基準点を用いた点群生成

2回目に撮影した画像から点群を生成する際

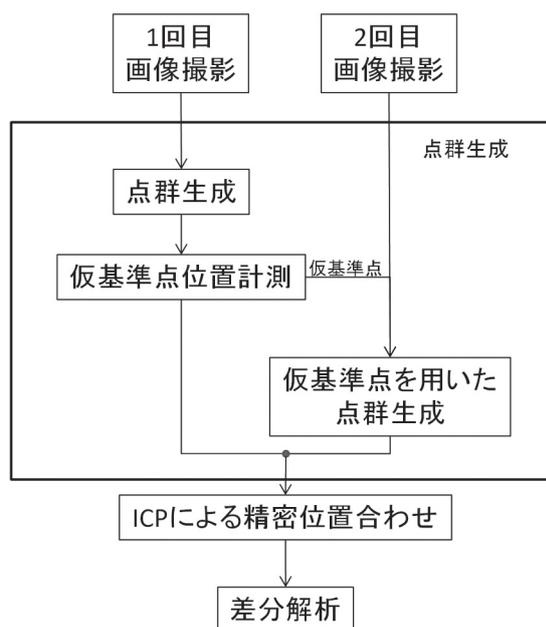


図1 差分解析のためのフロー

に上記仮基準点を用いて空中三角測量を行う。

(3) 不動部分の ICP による精密位置合わせ

さらに位置を精密に合わせるため、移動していないと仮定される点群について ICP (Iterative Closest Point) を応用した精密位置合わせを行う。

(4) 移動部分の ICP による精密位置合わせ

落石箇所など移動すると仮定される点群について ICP (Iterative Closest Point) を応用した精密位置合わせを行う²⁾。

ICP (Iterative Closest Point) は、2つの点群の間で距離を最小化するように自動的に位置合わせする方法である。最小化する対象としては最近傍の点と点の距離を小さくする方法と最近傍の点の周辺の面との距離を最小化する方法があるが、前者は点の分布状況におおきく影響されるため後者を採用することとした。

3. 仮基準点を用いた精密位置合わせ実験

UAV で撮影した画像データを用いて2つの点群の位置合わせを行った。ここでは1回で撮影した画像を2グループに分け、一方のグループで生成した点群で仮基準点を設置し、これを用いてもう一方のグループの写真を空中三角測

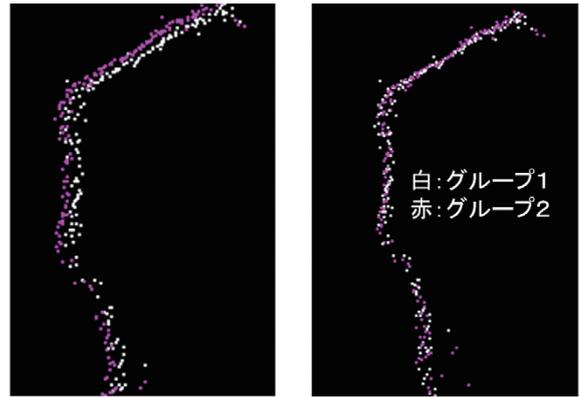


図3 ICP適用前(左)と適用後(右)の断面拡大図

量し点群の生成を行った。撮影に用いた UAV は DJI 社の F550、使用カメラは RicohGR、撮影対象は静岡県大崩海岸の斜面である(図2)。

図3に2つのグループの点群の断面(赤と白)を示す。左が仮基準点を使用して点群との比較、右はさらに ICP を適用して位置合わせを行ったものである。ICP を適用することによって、点群の位置合わせがさらに良好になっていることがわかる。またオーバーハング部分も位置合わせされていることがわかる。なお、ICP 適用前の2つの点群間の平均距離は 2.6cm、適用後は 1.4cm であり、半分程度に改善していることがわかった。

4. 移動量算出実験

上記で撮影した画像はまだ1時期分しかない

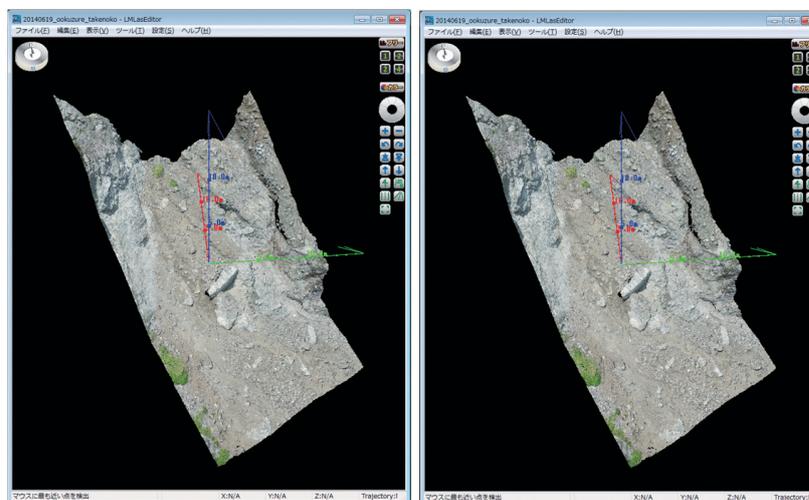


図2 2グループの点群

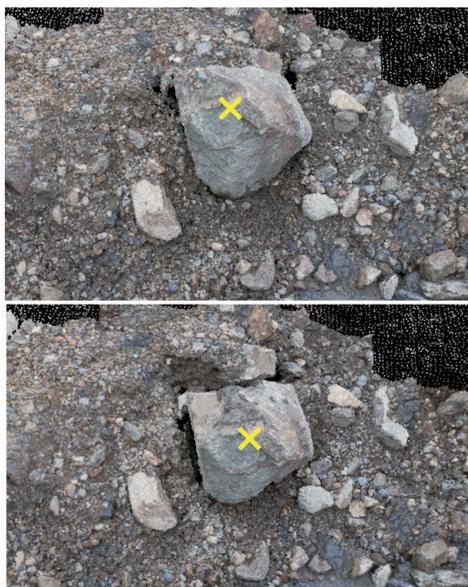


図4 巨礫の移動前(上)と移動後(下)の点群

ので、巨礫(図4)を手動で移動させて撮影し、この巨礫の移動前後の画像から点群を作成し、巨礫の移動を抽出した。図5に礫付近の断面図と計算された移動ベクトルを示す。巨礫が回転しながら移動していることがよくわかる。図4の×地点において、ICPにより求めた計算結果を点群上での計測結果と比較すると、ほぼ1cm程度の差異であった。

5. まとめと今後の課題

今回の手法ではどこが移動するかがわかっていることを前提とした。落石のモニタリングの場合についてはこのような手法が適用可能である。

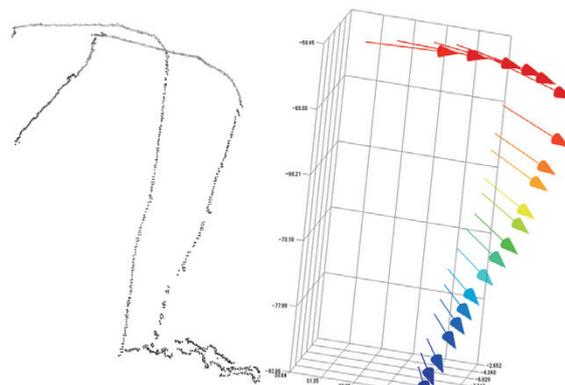


図5 点群断面(左)と計算による移動ベクトル(右)

可塑的に移動する斜面や、どこが動くかわからない斜面については点群をメッシュに分けてそれぞれの挙動を解析するなどの工夫が必要である。

■参考文献

- 1) K Oda, S Hattori, H Saeki, T Takayama, and R Homma : Qualification of point clouds measured by SFM software, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XL-4/W5, pp.125-130, 2015.
- 2) S. Takai, H. Date, S. Kanai, Y. Niina, K. Oda, and T. Ikeda : Accurate registration of MMS point clouds of urban areas using trajectory, ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., II-5/W2, pp.277-282, 2013.