

磯浜海岸を対象とした UAV-SfM/MVS 測量における最適な解析方法に関する一検討

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 森 勇人
 岐阜工業高等専門学校 正 会 員 菊 雅美
 名古屋大学 正 会 員 中村 友昭
 名古屋大学 フェロー 水谷 法美

1. 研究の背景と目的

三重県南部に位置する七里御浜井田海岸は、アカウミガメの産卵地として有名である。しかし、ダムの建設や港整備などの人為的な要因により土砂の供給量が減少し、海岸侵食が顕在化している。海岸侵食は生態系へ悪影響を及ぼすだけでなく、消波機能の減少による防災性の低減を招く。対策として人工リーフや消波ブロックの設置、養浜が行われたが、依然として磯浜の回復には至っていないのが現状である。そのため、有効な侵食対策が求められており、対策を講じるために現地海岸の地形変化特性を明らかにする必要がある。

著者らはこれまでに、七里御浜井田海岸を対象とした UAV-SfM/MVS 測量を定期的 to 実施し、3D モデリングソフトウェア PhotoScan (Agisoft) を用いて地形の 3D モデルを構築している (例えば、趙ら¹⁾)。PhotoScan による解析では、様々な設定値が選択可能であり、構築されるモデルは設定値によって差異が生じる。現地海岸の地形変化を定量的に算定するには、精度の高い 3D モデルの構築が重要となるものの、設定値の選択に一定の見解は得られておらず、解析者の判断に委ねられている。本研究では、UAV-SfM/MVS 測量における最適な解析方法を検討する。

2. PhotoScan での解析手段

図-1 に、本研究で実施している PhotoScan の解析手段を示す。まず、写真を読み込み、写真のアラインメントを行う。その後、メッシュを構築し、GCP (Ground Control Point : 地上基準点) を設定する。CSV 形式で保存された GCP の座標を読み込み、点群に座標値を付与した後、カメラの最適化によりレンズ補正を行う。高密度クラウドを構築後に再度メッシュを構築し、DEM (Digital Elevation Model : 数値標高モデル) とオルソモザイクを出力する。

上述の手順により 3D モデルを構築していく中で、モデルの精度はカメラの最適化までの処理で決定することがわかった。その中でも、本研究では、特に影響を与える写真のアラインメントに着目した。なお、モデルの精度に影響を及ぼすものとして手動

による GCP の設定がある。PhotoScan で自動抽出可能な対空標識を使用することで、GCP は対空標識の中心点として自動的に選定されるため、作業者による差異は生じない。

3. 3D モデルの精度検証方法

3.1 現地観測の概要

PhotoScan による解析方法が構築する 3D モデルの精度に及ぼす影響を検討するため、2018 年 3 月 15 日、5 月 26 日、9 月 17 日、11 月 4 日に撮影された画像を用いて 3D モデルを構築した。UAV には DJI Phantom4 を使用した。撮影には自動制御アプリ DJI GS PRO (Ground Station Pro) を使用し、護岸からの対地高度を 20 m、画像間のオーバーラップ率およびサイドラップ率がそれぞれ 90 % および 60 % 以上になるように飛行条件を設定した。空撮時には、PhotoScan で自動抽出可能な 42 cm 四方の対空標識 (Type 1) と、手動での抽出が必要な 20 cm 四方の対空標識 (Type 2) をそれぞれ複数枚設置した。Type 1 の中心を GCP、Type 2 の中心を CP (Check Point : 検証点) として、平面直角座標に基づく座標値を得るための GNSS 測量を並行して行った。

3.2 写真のアラインメントの設定

写真のアラインメントでは、画像から撮影位置を推定し、画像を並べる処理が行われる²⁾。この解析で設定可能な項目は、精度・キーポイント制限・タイポイント制限である。精度は、最高・高・中・低・最低の 5 段階から選択可能で、精度が高いほど処理の時間は長くなる。設定精度「高」では、使用する画像サイズのままで処理を行う。「最高」では画像

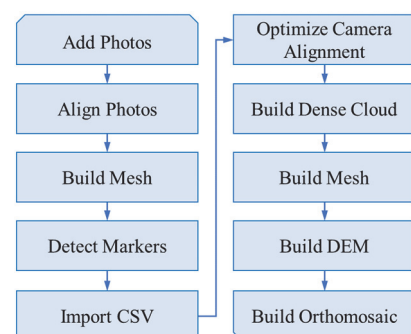


図-1 PhotoScan の作業手順

表-1 GCP に対する標高の RMSE の比較

	High [m]	Low [m]
2018.03.15	0.04	0.00
2018.05.26	0.09	0.00
2018.09.17	0.08	0.00
2018.11.04	0.06	0.00

表-2 CP に対する標高の RMSE の比較

	High [m]	Low [m]
2018.03.15	0.06	0.05
2018.05.26	0.09	0.04
2018.09.17	0.13	0.02
2018.11.04	0.06	0.02

サイズを 4 倍に拡大し、「中」・「低」では 1/4 倍・1/16 倍と縮小して処理を行う。キーポイント制限は、各画像について検出される特徴点の数の上限を制限する。タイポイント制限は、他の画像と対応付けられる特徴点の数の上限を制限する。

本検討では、精度を「高」および「低」に設定し、他の設定値は全て統一して 3D モデルを構築した。

4. 設定値が 3D モデルに与える影響

4.1 標高の RMSE による検討

自動抽出した GCP に対するモデル内の推定値と GNSS 測量による実測値の RMSE (2 乗平均平方根誤差) について、解析時の設定精度を「高」と「低」にした場合の比較を表-1 に示す。GNSS の解析精度を鑑みると、全ての観測日において、設定精度「低」の RMSE は 0.00 m となり、設定精度を「高」とする場合に比べて小さくなるのがわかる。

表-2 に、オルソモザイクから手動で抽出した CP に対するモデル内の推定値と実測値の RMSE を示す。同表から、GCP と同様に、全ての観測日において設定精度「低」の方が「高」よりも RMSE が小さく、実測値に近い標高を得られていると判断できる。

4.2 DEM および断面図による検討

2018 年 11 月 4 日の 3D モデルから出力した DEM について、設定精度「高」と「低」の差分を図-2 に示す。同図から、両者には 0.2 m 程度の標高差が生じていることが判明した。特に、設定精度「高」は「低」に比べて標高が低い傾向にあるとわかった。

図-2 中に示した Line 01 および Line 02 は、CP 間を結んだ測線である。この測線の断面図の比較を図-3 に示す。なお、図中の CP は GNSS 測量による実測値を示しており、比較のため横軸は座標値としている。同図(a)から、護岸前面の Y=2520 m 付近において設定精度による差異が生じており、設定精度「高」は設定精度「低」に比べて標高値が低いことがわかる。同図(b)においても、Y=2510 m 近傍にて

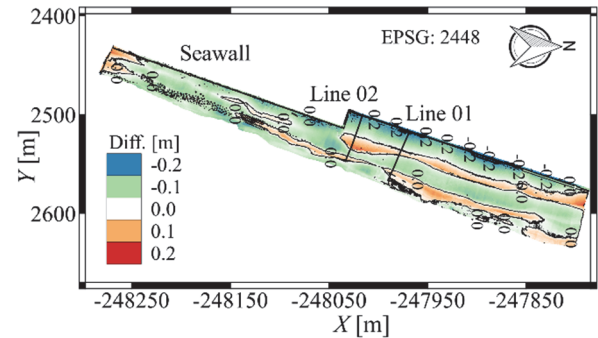
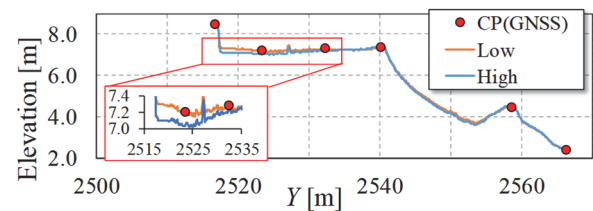
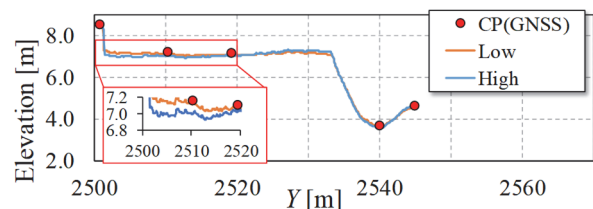


図-2 設定精度「高」と「低」の DEM の差分



(a) Line 01



(b) Line 02

図-3 解析精度による断面図の違い

同様の傾向が認められる。CP(GNSS)に着目してみると、より実測に近いのは設定精度を「低」とした断面であると判断できる。

4.3 対象海岸における最適な設定精度

本研究で対象とする井田海岸は、様々な粒径の礫で構成されている。そのため、アラインメントの際に設定精度「高」によって大量の画像からすべての特徴点を合わせようとするより、設定精度「低」として画像サイズを縮小することで残る際立った特徴点に着目する方が、画像のマッチング精度が向上するものと推察される。

5. おわりに

本研究で対象とする七里御浜井田海岸の UAV-SfM/MVS 測量では、PhotoScan による解析において写真のアラインメントの設定精度を「低」とすることで、短時間で再現性の高い 3D モデルを構築できることを明らかにした。

参考文献: 1) 趙ら: 体積変化量に着目した七里御浜井田海岸の海浜変形特性に関する研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 74, No. 2, pp. I_647-I_652, 2018. 2) Agisoft PhotoScan User Manual Professional Edition, Version 1.4: http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_4_en.pdf, 2018-11-23 参照。