

消波ブロックの被災箇所の自動検出に向けた一検討

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 佐藤 夕貴
岐阜工業高等専門学校 正 会 員 菊 雅美

1. 研究の背景と目的

七里御浜海岸に設置された消波ブロックは、本来、来襲波を減衰し、背後地の被災リスクを低減させる役割を担っている。しかし、度重なる高波によって被災し、消波機能を低下させている。被災状況をいち早く把握し、修復することは次の来襲波に備えるために重要であるものの、ブロックの被災状況を目視で確認するには、大変な労力がかかる。佐野・綿貫¹⁾は、UAV(Unmanned aerial vehicle)により撮影した画像から3次元点群モデルを作成し、点群データから抽出した横断形状を用いることで消波工の沈下量を計測できることを明らかにした。しかし、横断形状の変化から、ブロック1つ1つの破損や移動などの被災状況を判読するのは困難である。

UAV-SfM/MVS(Structure from Motion/Multi View Stereo)測量により作成した点群モデルを画像として出力し、画像から抽出される特徴点の変化から、消波ブロックの被災箇所を自動検出できれば、有用性は高いと考えられる。そこで、本研究では、消波ブロックの被災箇所の自動検出に向けて、最適な特徴点の抽出およびマッチング手法について検討することを目的とする。

2. 特徴点の抽出とマッチングの概要

(1) 消波ブロックの被災状況

本研究では、2019年8月22日と2019年11月10日に、七里御浜井田海岸にて実施されたUAV-SfM/MVS測量の結果を用いた。各観測日において、撮影画像から3次元点群モデルを構築し、それぞれの点群モデルを同じ位置、角度で画像として出力した。出力画像として、ホワイトベース(Type 1)、カラー(Type 2)、グレースケール(Type 3)の3種類を用意した。Type 1の形式で出力した8月と11月の画像を図-1にそれぞれ示す。両図を比較すると、8月に堆積していた礫が11月には流されており、礫に埋没していた消波ブロックや根固めブロックがあらわになっているのがわかる。

(2) 特徴点の抽出とマッチング手法

本研究では、画像処理ライブラリ Open CV を用いた。

Open CV には、特徴点の抽出と特徴点間のマッチング方法として数多くの手法が実装されている。このうち、特徴点の抽出には、AKAZE, ORB, SIFT を取り上げた。特徴点間のマッチングには、総当たりマッチングの NORM_HAMMING と NORM_L2 を用いた。また、マッチングのクロスチェックとして、被災前の画像から被災後の画像のマッチングのみ図る場合(False)と、双方向でマッチングを図る場合(True)を比較した。さらに、割合試験の総当たりマッチング BFmatcher knnMatch を用いて、マッチング精度の改良を試みた。

(3) 被災箇所の抽出の考え方

Type 1~Type 3 で出力した被災前後の画像をそれぞれ9行×24列(100pix.四方)に分割した。そして、分割画像間のマッチング量を可視化することで、被災箇所の抽出を試みた。特徴点のマッチング量が多い箇所は、被災前後で変化していないことを意味する。すなわち、被災前後でマッチング量が少ない箇所を被災箇所と推定できると考えられる。ただし、この手法を適用するためには、画像からより多くの特徴点を抽出するとともに、被災前後で変化していない同じ特徴点間のマッチング精度を高める必要がある。

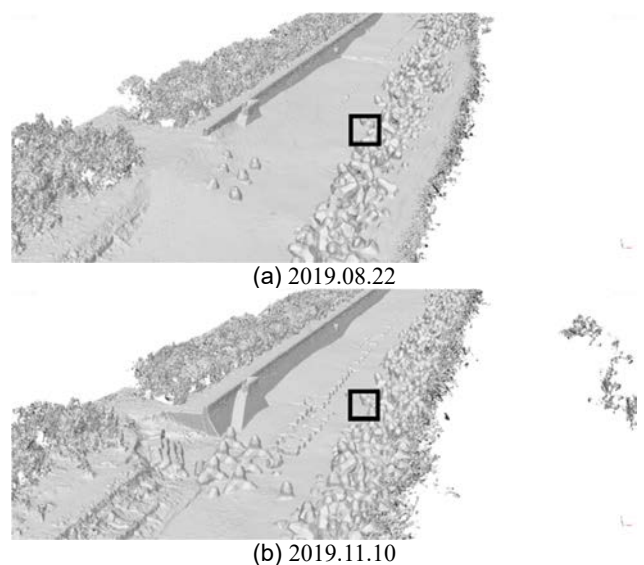


図-1 被災前後の様子(Type 1)

キーワード 消波ブロック, 被災検出, Open CV

連絡先 〒501-0495 岐阜県本巣市上真桑 2236-2 Tel : 058-320-1324 E-mail : kiku@gifu-nct.ac.jp

表-1 Brute-force matcher によるマッチング量の比較

	HAMMING		L2	
	False	True	False	True
AKAZE	3	1	3	1
ORB	9	5	9	5
SIFT	-	-	23	20

表-2 出力画像によるマッチング量の比較

Type	出力画像形式	マッチング量
1	White	20
2	Color	29
3	Gray	33



図-2 出力画像による特徴点の抽出の違い

3. 被災箇所の検出

(1) 特徴点の抽出とマッチング

図-1 の画像を用いて総当たりマッチングを実施した。同図中の太枠で示した箇所について、全 12 ケースで算出されたマッチング量の比較を表-1 に示す。同表から、特徴点の抽出に SIFT、マッチングに NORM_L2 を用いた場合に画像間のマッチング量が多くなることがわかった。この傾向は他の箇所でも同様であることを確認した。また、本検討において、マッチングのクロスチェックを 1 方向とした場合(False), 抽出された特徴点の数とマッチング量が同じになった。すなわち、抽出された特徴点間の類似度に関係なくマッチングされるため、1 方向のマッチングは有効ではないといえる。

(2) マッチングに用いる画像の検討

図-1 中の太枠と同じ箇所において、画像 Type を変化したときのマッチング量の比較を表-2 に示す。特徴点の抽出とマッチングにはそれぞれ SIFT と NORM_L2 を使い、マッチングのクロスチェックは両方向(True)とした。同表より、最もマッチング量が多いのは Type 3 であった。図-2 に示すように、Type 3 の画像では、段差やブロックの輪郭が明瞭になるため、特徴点の抽出量が多くなり、マッチング量も多くなったと考えられる。

(3) マッチング手法の改良

図-3 は、Type 3 の画像に対して、特徴点抽出に SIFT、マッチングに NORM_L2 を用いた場合のマッチング状況である。被災前後で変化がなく、同じ箇所の特徴点抽出されていれば、特徴点同士を結ぶ線は平行線となる。しかし、同図では、斜線が多く存在しており、同じ

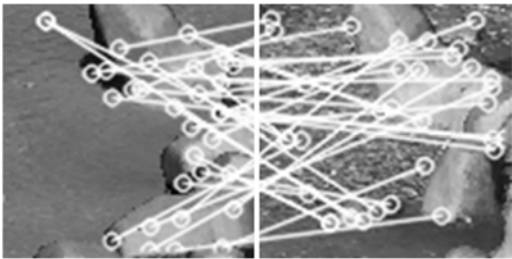


図-3 NORM_L2 によるマッチング(Type 3)

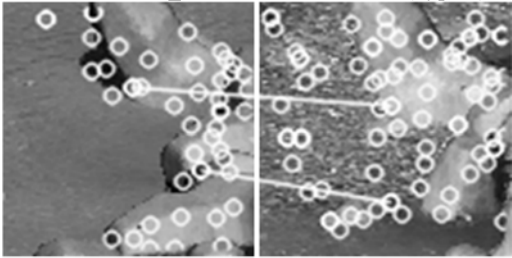


図-4 割合試験(80%)によるマッチング(Type 3)

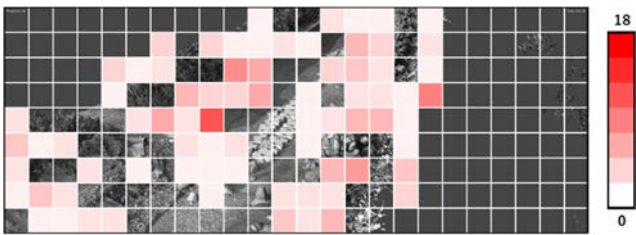


図-5 マッチング分布(Type 3)

特徴点同士を結んでいるとはいえない。そこで、マッチング精度を高めるため、割合試験の総当たりマッチングを試みた。図-4 に、80%の割合試験を行った結果を示す。図-3 と比較すると、数多くあった斜線がなくなり、傾きの小さい線のみが残った。マッチング手法に割合試験を取り入れることで、精度は向上するといえる。

(4) 被災箇所の検出

図-5 に、Type 3 の画像に対して SIFT で特徴点を抽出し、80%の割合試験を実施した場合のマッチング量の分布を示す。同図より、根固めブロックが露出した箇所のマッチング量が 0 となっている。マッチング量によって被災前後の変化を捉えられる可能性が示唆された。

4. おわりに

本研究から、特徴点の抽出には、より多くの点を抽出可能な SIFT が最も有効であることが明らかとなった。また、グレースケール化した点群モデル画像は色の影響を受けにくく、マッチング精度が高まることがわかった。マッチングでは、条件を設定することで精度を向上できた。マッチング精度をさらに向上させることが今後の検討課題である。

参考文献：1) 佐野朝昭，綿貫 啓：漁港施設の維持管理における UAV の活用事例，日本水産工学会誌，Vol. 54，pp. 115-120，2017。