

Sobel gradient の適用による礫浜における汀線自動抽出の完全性向上

名古屋大学大学院工学研究科	正 会 員	○ 趙 容桓
名古屋大学大学院工学研究科	学生会員	赤星 怜
名古屋大学大学院工学研究科	正 会 員	中村 友昭
名古屋大学大学院工学研究科	フェロー	水谷 法美

1. はじめに：カメラ性能の向上に伴う画像の高詳細化は、画像解析による測量や水理実験への適用性を拡大している。特に、異常気候により頻繁化する高波や巨大台風による海浜地形の侵食問題に対して、Web カメラを活用した画像解析は、実測量よりも低コストと短時間で短・長期的な海岸汀線変化のモニタリングを可能とした。画像解析による海岸汀線抽出方法は、グレースケール化した輝度値を用いて汀線付近の閾値を特定する方法、画素の鉛直輝度値の勾配により検出する方法、目視による画素の境界を読み取る方法等がある（黒崎・由比, 2015）。しかし、既往の汀線抽出手法は殆ど砂浜に限られており、太陽光の反射が非常に多くバームの生成が卓越している礫浜では汀線の抽出が困難であった。そこで、RGB の赤色の明度値により汀線を特定する手法を開発したものの、礫浜に形成されたバームや海浜にある消波ブロックの影響で撮影した画像の明度値により汀線抽出が不完全になるケースも散見される（Vu・水谷, 2013）。本研究では、礫浜における汀線抽出の安定性を向上させるため、グレースケール化した画像から Sobel gradient 法によって汀線を抽出する手法を検討する。

2. RGB 値による汀線抽出手法の概要：三重県南部に位置する七里御浜は侵食が顕著であり、侵食メカニズムの究明のために井田海岸の護岸にネットワークカメラを設置し、短・長期間の海浜変動を観測・分析している。ネットワークカメラは、毎日 6:00 から 18:00 までの間、5 分割した各区間を 1 秒間隔で 5 分間撮影し、その後 5 分間休止し、10 分間休止したら元の角度に戻るサイクルを 1 時間間隔で繰り返している。各区間を 5 分間撮影した画像（300 枚）から 5 分間の時間平均した画像を作成し、実測値によるオルソ画像に変換した後、全区間の画像を合成してから画像解析を実施する。既往の解析では、岸側から海に向かう RGB の赤色の明度の変化に閾値をもうけて検出している。図-1 に RGB の赤色の閾値を使用して汀線を抽出した結果を示す。汀線付近の赤色の線は抽出した汀線を表す。通常時は汀線の抽出が安定しているが、明度が大きい図-1(a)の場合や汀線を特定する閾値が異なる図-1(b)の場合、汀線抽出に不完全性が確認できる。この場合、想定される汀線領域の範囲の調整や汀線を特定する閾値の変化によって抽出が可能であるが、長期間の多量のデータの処理の場合、ネットワークカメラより撮影された画像毎に閾値を再設定することは現実的では無い。

3. Sobel gradient を用いた汀線抽出：画像解析による線を抽出方法は大きく Gradient 法（Roberts, Prewitt, Sobel 等）と Laplacian 法（Marr-Hildreth 等）で分類できる。その中で、本研究では各画素での輝度値の勾配を式(1)の 3x3 行列を用いて計算することで、x 方向と y 方向の勾配を分離して各方向の勾配をより強調する特徴がある Sobel 法を採択した（Sobel・Feldman, 1968）。式(1)のマスクによって計算した x 方向の勾配 G_x (画像の鉛直線を抽出する際に使用) と y 方向の勾配 G_y (画像の水平線を抽出する際に使用) のイメージ強度を図-2 に表す。

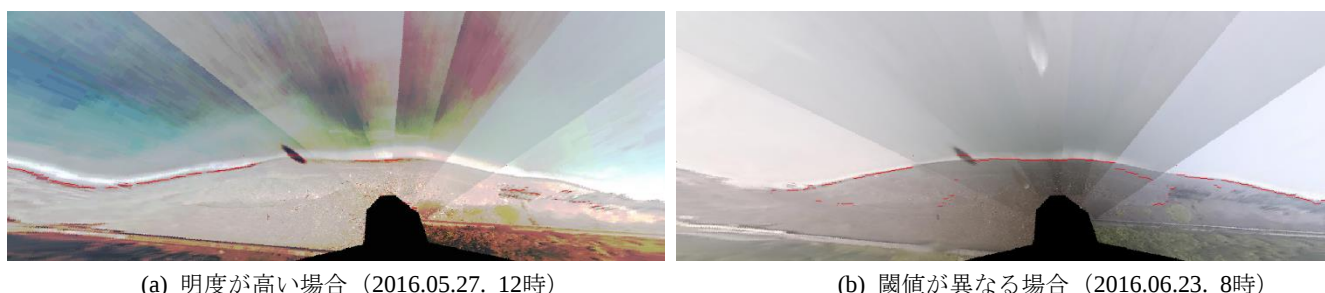
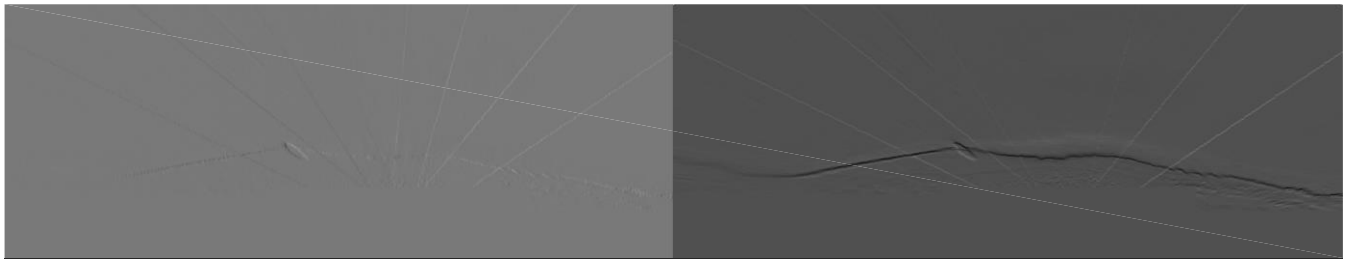


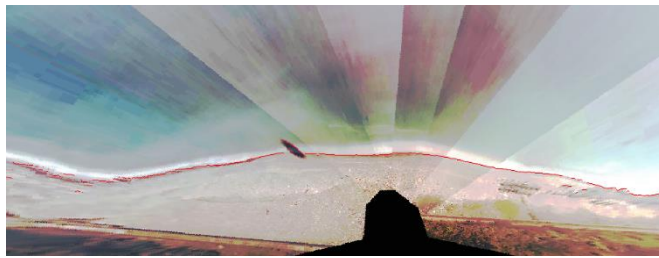
図-1 赤色の明度値を用いた汀線抽出の例



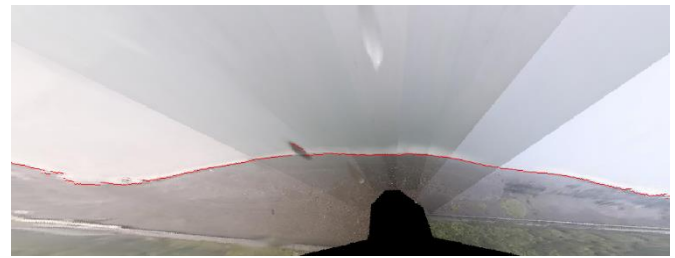
(a) x方向

(b) y方向

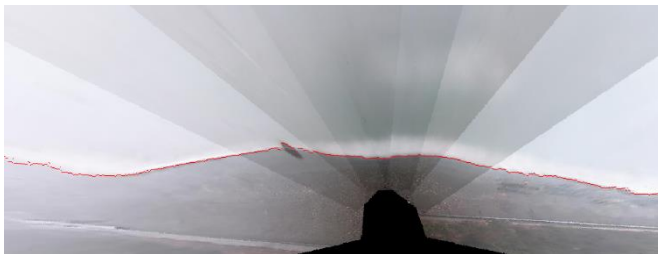
図-2 Sobel gradientによるx, y方向のイメージの強度 (2016.02.13. 12時)



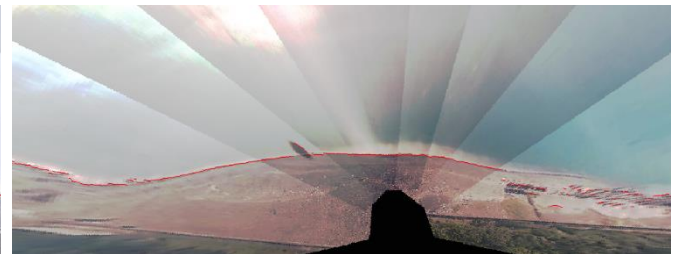
(a) 図-1(c)の抽出能力向上 (2016.05.27. 12時)



(b) 図-1(d)の抽出能力向上 (2016.06.23. 08時)



(c) 他時間帯の抽出例 (2016.02.13. 12時)



(d) 消波ブロックが抽出された例 (2016.07.08. 08時)

図-3 Sobel gradientを用いた汀線抽出の結果

$$\Delta x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \Delta y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

同図より鉛直線の検出に使用する G_x の結果では明瞭な線が確認できないものの、 G_y の結果は汀線付近に明瞭な線が確認できる。Sobel のエッジ検出方法では、 G_x と G_y の両方を適用するが、画素の鉛直勾配成分が卓越しているときの汀線抽出を行う場合には G_y のみを使用した。画像のノイズや汀線抽出精度を向上させるため、検出した G_y の陸側領域を、変動する汀線に影響を与えない範囲で除去した (図-2)。その後、不要な領域の処理を行った G_y の勾配値より、各列の最大値が位置している行と列を検出し、その位置を汀線の位置と特定した。この手法によって抽出した汀線の結果を図-3 に示す。図-3(a)~(c)のように、初期の設定を変更することなく、汀線の抽出が可能であることが確認できる。一方、図-3(d)のように消波ブロックが強調された画像では、汀線よりも消波ブロック周辺の画素の方が G_y の勾配が顕著なため、精度を向上するためには、汀線以外の領域におけるより正確な画像処理 (フィルターリング等) が求められる。

4. おわりに：本研究では、Sobel gradient 法を適用した画像解析により礫浜の汀線抽出手法の検討を行った。汀線の位置を特定する従来の閾値は使用せず、輝度値の勾配の最大値を検出することで汀線抽出の安定性が向上することを確認した。ただし、バームおよび海浜側にある消波ブロックの輝度値に起因した汀線抽出の不完全性があり、精度を高めるためには汀線付近以外の領域についての画像処理が必要である。最後になるが、本研究は、科学研究費補助金若手研究(B) (研究代表者：趙容桓，課題番号：16K18156) から補助を受けたことを付記し、謝意を表する。

参考文献：[1] VU・水谷 (2013)：土論 B2 (海岸工学)，Vol. 69, No. 2, pp. I_586-I_590. [2] 黒崎・由比(2015)：土論 B3 (海洋開発)，Vol. 71, No. 2, pp. I_987-I_992. [3] Sobel, I. and Feldman, G. (1968)：presented at the Stanford Artificial Project.