

CCTV 画像による河岸侵食の検知とアラート配信システムの開発

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

正会員 ○大石 哲也

正会員 横山 洋

正会員 島田 友典

正会員 矢部 浩規

1. はじめに

平成 28 年の水害では、北海道において短期間に各地で洪水被害が相次ぎ、国管理区間だけでも 6 か所の堤防破堤が発生した（写真-1）。この水害では、堤防や河岸の初期侵食の状況が把握できず、数百 m に亘り侵食が進行した。被害状況を早期に把握し、被害の防止や軽減に繋がる準備・対策は急務だが、北海道開発局における河川の管理延長は約 2,000km あることや、河川管理者の人員が削減傾向にあり、洪水時に防災、減災を行うだけの対応力が懸念されている。そこで、既に施設網が整備されている CCTV を活用することで、最小限の設備投資で効率的な堤防や河岸侵食等の監視の実現を目指し、当所では従前から対策方法の検討を進めてきている¹⁾。本報では、画像解析による河岸侵食のリアルタイム変状検知とメールへのアラート配信システム（ASM）の開発状況について報告する。

2. 方法

図-1 に ASM の概略図を示す。ASM では、CCTV で取得している画像に何らかの変状が現れた際に予め設定したメールアドレスにアラートが送信される。本システム開発には、Python(3.6.5)、サーバには Docker(ver18.06.1-ce)を利用しており、いずれもオープンソースであり汎用のパソコンで運用可能である。

ここでは、画像差分によって変状を検知する方法について説明する。まず、取得された監視動画ファイル（1 分間隔で生成）に対して、その時点の画像を抽出する。次に、誤値を防ぐため評価対象以外の領域を隠し、ノイズ検知を抑制するため画像をぼかす（画像の平滑化、Gaussian Blur を利用）。そして、1 フレーム前までの平滑化画像を利用して作成した背景画像と比較し差分画像を作成する。この差分画像の平均値を計算する。差分画像の生成には、OpenCV に実装された BackgroundSubtractorMOG2（以下 MOG）を利用した。同様の作業を数フレーム前にも行い、2 つの画像の差分を比較することで、それぞれの変化の差分から変状を判断するシステムとなっている。差分の計算は、差分画像（白黒）の平均値から計算する。平均値は、変化したと認識された領域（白い領域）が多いほど大きくなる。例えば、3×3 の画像で、白=1、黒=0 とし、黒が 3 箇所の場合、平均値が $(1+1+1) / (3 \times 3) = 0.333$ となる。

3. 結果と考察

(1) 画像解析による変状検知

図-2 に解析結果の例を示す。同図では、平均値が一時的に大きくなったタイミングが、変状が検知された箇所となっている。変状が検知されるとすぐに、検知内容が登録メールへ配信される。内部での処理例のうち、



写真-1 堤防決壊（南富良野町：北海道開発局提供）

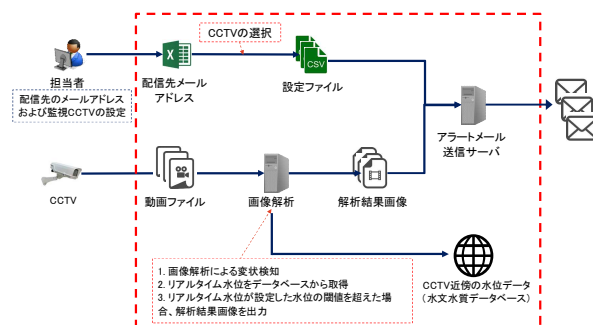


図-1 アラートシステム（ASM）の概要

キーワード 河川，危機管理，防災，CCTV，河岸侵食

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3-1-34 （国研）寒地土木研究所 寒地河川チーム TEL011-841-1639

メール配信の実行状況を図-3 に示す。1 行目は解析対象の CCTV のカメラ名である。2 行目以降で、リアルタイム水位の確認を確認し、4 行目で現状の水位（この時点では 134.66m）が表示されている。6 行目で設定したアラート配信の水位（134.4m）を超えていることが分かる。9 行目以降でアラートメールに送信する画像の抽出処理を開始し、設定したメールアドレスへアラート配信される。

受信側は、図-4 に見られるように html 形式対応のメールソフトからスマートフォンにて確認が可能である。変状がある場合は評価手法の箇所にて○で示される。また、画像ファイルも添付され現状を視認できる。

(2) 現場での活用と今後の課題

画像の変状を分析する評価手法は、ここで示した方法の他に、CCTV の動体検出²⁾、動的背景差分³⁾、ディープラーニング⁴⁾などの方法がある。本アラートシステムは複数の評価手法の結果配信が可能で、その場の河川の状況に併せてシステムを運用することができる。現況の評価システムは、いずれも 100%の精度を期待できるものではない。本システムの利点は、CCTV 画像を常時監視することなく、変状が生じた際に瞬時にアラートで配信され、迅速に危険箇所を確認できる点にある。迅速な判断や行動が求められる災害対応時において、IT 技術を活用することは、災害軽減、防止の観点からも大きなメリットになる可能性が高い。

4. まとめ

本報では、画像解析による河岸侵食のリアルタイム変状検知とメールへのアラート配信システムの開発状況について報告した。小規模なシステムを用いることで、河川ごとの特有の状況に合わせて運用可能となる利点を示せた。評価手法については、画像解析による変状検知には様々な方法がある中で、特定の現象に対しては、有効な解析を採用できる可能性を示した。また、アラートシステムについては、画像の変状を検知した後に、瞬時にメール等で変状のあった箇所のカメラ情報の他、変状画像を送信することが可能となった。この情報をスマートフォンなどの機器で容易に取得でき、災害時の対応の迅速化を高める可能性を示した。

謝辞：本研究を遂行する上で北海道開発局帯広開発建設部より貴重な資料を提供していただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1)岡部ら：画像解析の河川管理施設の広範囲自動監視への適用，寒地土木研究所月報，Vol.770，pp. 1-7，2017. 2)S.-H. Lee et al.: Motion Detection Using Dynamic Background Region Analysis, Computer Vision and Pattern Recognition, 2018. 3) M. Mandal et al.: Robust Change Dynamics and Deterministic Update Policy for Dynamic Background Subtraction, 2018. 4)D. Zeng et al.: Combining Background Subtraction Algorithms with Convolutional Neural Network, 2018.



図-2 差分画像の平均の時系列変化の例（1分間）

```

1: Processing for camera 13F00140
2: Getting http://163.49.30.82/cgi-bin/DspWaterData.exe?KIND=9&I
3: Getting http://163.49.30.82/dat/download/download/29301031281104
4: Water level now: 134.66
5: Threshold watching: 130
6: Threshold alert start: 134.4
7: Threshold alert end: 130
8: Returning 1
9: Analysis target filename: C:/alertsystem/movies/13F00140\20180
10: Processing C:/alertsystem/movies/13F00140\201807031400_21.mp4
11: Processing C:/alertsystem/movies/13F00140\201807031400_21.mp4
12: Image analysis result code: 1
13: Sending mail for camera 13F00140 with evalid 1
14: Sending request to http://localhost:3000/
15: RequestMail main process finished

```

図-3 アラートメール配信処理の例

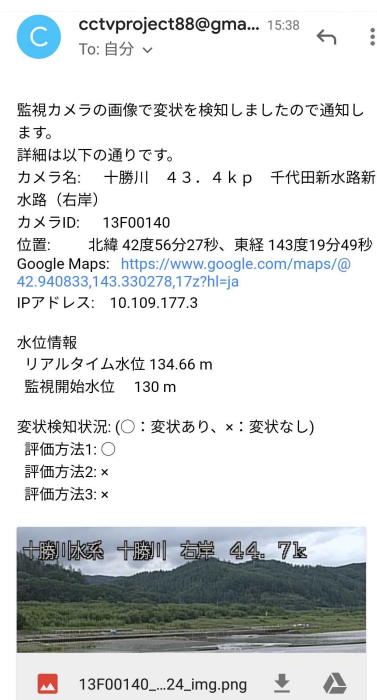


図-4 受信したアラートメール 表示例