

深層学習を用いた CCTV 動画データからの土石流検出の試行

アジア航測株式会社 ○服部聡子, 西村直記, 臼杵伸浩

国土交通省 中部地方整備局 富士砂防事務所 藤平大*1, 川嶋浩一*2, 大西竜太, 長縄剛*3, 中村稜也

*1 現 国土交通省関東地方整備局富士川砂防事務所, *2 現 国土交通省水管理・国土保全局防災課, *3 現 国土交通省中部地方整備局沼津河川国道事務所

1 はじめに

国土交通省や都道府県では、土石流を監視するために、山間地域の河川・溪流に CCTV カメラ等の固定カメラを多数設置している。このように記録された映像は目視により確認されることが多いが、土石流の発生をいち早く覚知しかつ省力化を推進するためには、検出手法の自動化手法の確立が求められている。

近年の動画からの土石流検出の研究は、オプティカルフローやこの一手法である PIV を用いたものがあり^{[1][2]}, 中には検出精度が高い手法も出てきている。一方、ルールベース手法はカメラや設置箇所が変わる度に判定条件を再検討する必要がある。深層学習による画像認識は、様々な撮影条件の画像を準備し学習することで、異なる設置条件の画像や照明・気象変化が大きい画像でも適切に検出することが期待できる。そこで本研究では深層学習による CCTV 動画からの土石流段波検出手法を検討・試行した。

2 手法

深層学習による動画認識には、動画分類, 行動検出, 動画キャプション生成, 物体追跡などがある。動画からの土石流検出は、ある区間の動画に土石流の先頭(段波)が含まれるか否かという分類問題とみなすことができる。本研究では、動画分類タスクの 1 つである Video Transformer Network^[3]を使用した。また動画分類と比較するため、動画の各フレームをそれぞれ静止画(以下、画像)として扱い、各画像に段波が写り込んでいるか否かを判定する画像分類を行った。画像分類には ResNet50^[4]を使用した。

3 土石流段波検出実験

3.1 教師データの作成とモデルの学習

富士山大沢川では、令和 3 年に発生した 2 回の大規模な土石流をはじめ、過去に複数回の土石流が発生しており、富士砂防事務所に映像が蓄積されている。教

師データは、このうち 2021 年 3 月 21 日に大滝水位観測所 CCTV カメラに記録された土石流とし、13:29~13:39 の 10 分間(600 秒)のデータを使用した。まず土石流段波発生時刻を整理した。段波が動画に映り始めた時刻を時刻 1, 段波が画面中央付近の堰堤に到達した時刻を時刻 2 とし、時刻 1~時刻 2 の幅を持った時間帯を「土石流段波発生時刻」とした(図 1)。段波ごとに整理した結果、14 イベントとなった。

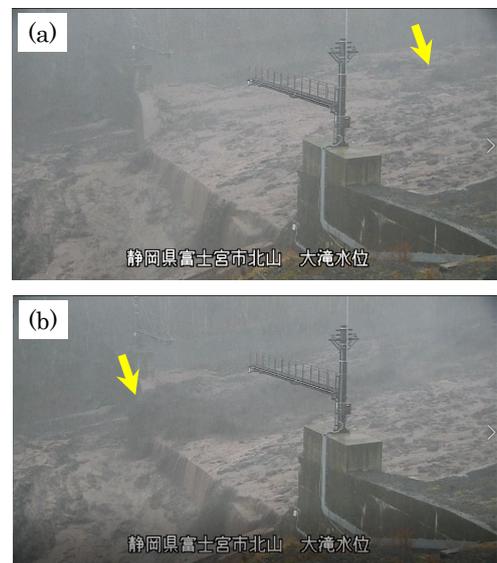


図 1 土石流段波発生時刻の判読例

(a) 段波が動画に映り始めた時刻 1, (b) 画面中央付近の堰堤に到達した時刻 2

次に対象動画について 5 秒間のクリップを 1 秒ずつずらしてクリップ動画を生成した。各クリップに対し、土石流段波発生時刻とラップしていれば「土石流」ラベル, ラップしていなければ「非土石流」ラベルを付与した。動画の前半の 500 秒分を学習データ, 後半の 100 秒分を検証データとし、学習モデルを構築した。画像分類に使用する画像も同様にラベル付けをし、学習させた。

3.2 実験結果

検証データの各クリップに対する動画分類精度を表 1 に示す。正解率は土石流の段波の有無の判定の

正解率である。適合率は段波があると判断したクリップのうち、段波が実際に含まれるクリップの割合である。再現率は段波が実際に含まれるクリップのうち、段波があると判断したクリップの割合である。F 値は適合率と再現率の調和平均である。再現率が 0.917 と非常に高くなっており検出漏れは少ない結果となった。

表 1 検証データの分類精度

指標	動画分類	画像分類
正解率	0.854	0.835
適合率	0.647	0.387
再現率	0.917	0.656
F 値	0.759	0.487

土石流段波検出結果の動画キャプチャ例を図 2、図 3 に示す。図 2(a)、(b)は段波が映り込んだクリップで段波があると正しく判定できている。図 2(c)は後続流であり、段波ではないと正しく判定している。図 3 は段波ありと誤判定したクリップで全体的に霧がかかっていることが影響している可能性がある。

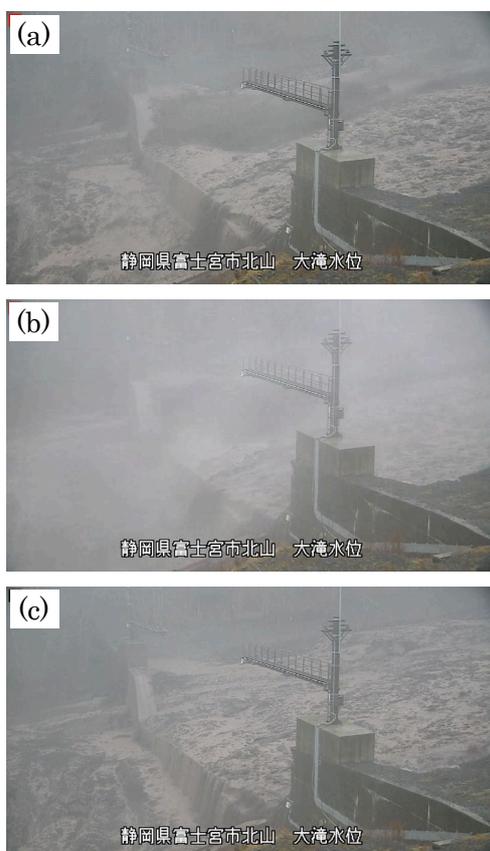


図 2 土石流段波検出結果(正判定例)



図 3 土石流段波検出結果(誤判定例)

検証データの画像分類精度を表 1 に示す。正解率は 0.835 で動画分類と同等である。また適合率と再現率の値を見ると、誤検出は多いが段波をある程度検出できていることがわかる。データ数や土石流の段波が映っている割合などが異なるため単純な比較はできないものの、総じて動画に対する分類の精度の方が高いという結果だった。このことから土石流段波検出タスクでは、動画を入力することが有用であることが分かった。

4 まとめ

深層学習を用いて動画からの土石流段波検出を試行した。Video Transformer Network による試行では、5 秒間クリップ動画に対して段波が映っているか否かを、8 割の精度で判定することができた。特に再現率は 9 割と高く、映像がかなり不鮮明な場面でも土石流段波を検出した。今回の試行では、短い動画を使い学習および検証を実施したため、今後は、学習データ増強による精度向上やモデルの汎用性検証などの取り組みが求められる。

参考文献

- [1] 倉上健, 古木宏和, 伊藤隆郭, 田方智. CCTV カメラ動画を用いた土石流・崩壊の自動検出. 令和 4 年度 建設コンサルタント業務研究発表会. 一般社団法人建設コンサルタント協会, 2022.
- [2] 望月優生, 小藪剛史, 鄧朝暉, 久保山敬介, 樋田祥久, 越智尊晴, 田邊顕彦. 画像解析技術を活用した「土石流検知システム」の検討. 令和 3 年度砂防学会研究発表会概要集, 2021.
- [3] Daniel Neimark, Omri Bar, Maya Zohar, and Dotan Asselmann, "Video transformer network," in Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision (ICCV) workshops, 2021, pp. 3163–3172.
- [4] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun. Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), June 2016.