

土石流流量の把握に向けた動画解析技術を用いた異常値自動検知の試み

国土交通省 九州地方整備局 大隅河川国道事務所 原田光博^{※1}, 下田勝典

日本工営株式会社 ○佐野泰志, 水谷佑, 倉上健, 古木宏和, 伊藤隆郭

五大開発株式会社 山森一彦

(※1: 現 国土交通省 九州地方整備局 菊池川河川事務所)

1 はじめに

活発な噴火活動が続いている鹿児島市桜島では、噴火活動の影響により、山体が荒廃し小規模の降雨でも土石流が発生する。桜島の野尻川では、土石流の発生や規模を検知し、砂防工事関係者や地元自治体への情報提供および土砂災害の実態把握を目的に、センサー類や CCTV カメラ等を用いた観測・監視が精力的に行われている¹⁾、²⁾。土石流発生・流下状況の観測・監視方法としては、CCTV カメラ映像による解析があり、土石流発生時の現場状況を面的に取得できる。しかし、映像データの解析を人力で行うことが多いことから、人的・時間的コストに課題がある。

上記の映像データの解析に関する課題の解決方法として、画像解析技術を活用した自動判読による省力化がある。桜島では、土石流流量把握に向けた取り組みとして、動画解析技術の一つであるオプティカルフローを活用した流速、水位の自動判読（自動算出）が可能なプログラムの構築と試行が行われてきた³⁾。一方で、土石流発生時には、CCTV カメラの操作（ワイパー動作、カメラの視点変更）や悪天候時の雨滴・しぶきの誤検知により、流速や水位の異常値が記録される場合がある。既存プログラムでは、これらの異常値の自動検知の対応までは行えていなかった。

そこで、今回は既存プログラムに画像解析技術の一つである特徴量マッチングを用いた改良を加え、CCTV カメラ操作（ワイパー動作やカメラ視点変更等）に伴う異常値の自動検知を試みた。

2 検討に用いた CCTV カメラ映像

本検討に用いた CCTV カメラ映像は、桜島東側斜面に位置する野尻川流域内の野尻川 1 号堰堤と野尻川 7 号堰堤で取得された土石流発生時の映像とした。各 CCTV カメラは、各堰堤の右岸または左岸の水通し天端上に設置されており、流路中央付近から対岸の水通し袖小口面を含む範囲が見える画角を基準として撮影されている。

3 解析範囲および流速・水位の自動判読方法

流速は、画角内に見えている水通し天端に矩形の解析



図 1 検討に用いた CCTV カメラ映像の位置図

範囲を設定し、アフィン変換により回転・収縮処理を加えて画像の歪みを補正した。そして、設定した解析範囲を流下方向に短冊状に分割し、オプティカルフローを活用して動体（土石流）の移動方向と移動距離、経過時間から 0.01m/s 以上の流速を求め、各フレームにおける土石流の最大流速と解析範囲内の平均流速を出力している。水位は、CCTV カメラの対岸の水通し袖小口面に矩形の解析範囲を設定した。そして、解析範囲内において動画解析によって検出した動体（土石流）と不動体（堰堤堤体部）の境界部までの高さを求め、土石流の最大水位を各フレーム時刻の土石流の水位とみなした。なお、各解析範囲の高さ、奥行き、幅は現地で実寸を計測し、最終的な自動判読値は、解析範囲内の実寸大に換算している。

4 カメラ操作に伴う異常値の自動検知の試み

4.1 ワイパー動作時の対応

土石流発生時にワイパー動作した際の自動判読プログラムの解析状況を図 2 に示す。ワイパーは流速の解析範囲内を横方向に通過する。この動作は土石流の表面流速よりも早くかつ逆方向に移動する場合があります、自動判読上では解析範囲の平均流速が急増する現象が発生していた。本検討では、この解析範囲内の平均流速がフレーム間で急増する現象を異常値と判定することとした。なお、この異常値の検知はカメラの視点変更やズームの初動等にも適用可能であった。

4.2 カメラ視点変更時の対応

カメラの視点変更では、その操作初期において、上述のフレーム間での解析範囲の平均流速が急増する現象が発生する。しかしその異常値の検出のみでは、カメラの視点が基準位置に戻らず、視点変更先で固定されて映像の撮影が継続される場合、その後の映像が視点変更中の映像であるのか画像解析では判定ができない。

そこで、画像解析技術である特徴量マッチングを活用し、ベース画像（初期画像）と各フレーム間での各特徴点のずれ（距離）が大きい場合には、異常値（カメラの視点変更中）と判定するように改良した。なお、解析対象範囲内の特徴点の設定と特徴点のずれ（距離）の算出については、商用利用可能な OpenCV の特徴量マッチング手法の一つである「A-KAZE」を利用した。今回の改良で映像中のカメラ操作に伴う異常値発生時間帯の自動判定が可能となった。異常値発生時間帯の水位や流速は、目視判読結果または他の観測機器（超音波式流速計・水位計など）の計測データ等による補完作業が必要ではあるが、異常値発生時間帯の特定にかかる時間と作業の省力化・効率化が図れるようになったと考えられる。

5 まとめ

今回、カメラ操作（ワイパー動作やカメラ視点変更など）に伴う異常値の除去作業の省力化・効率化として、解析範囲の平均流速の急激な変化の検知と特徴量マッチング手法（A-KAZE）を組み合わせ、カメラ操作時の異常値の自動検知可能なプログラムに改良した。

上記の改良により、カメラ操作に伴う異常値発生の把握や除去作業の省力化・効率化が図られるようになったと考えられる。今回は、台風等の強風を伴う豪雨時の雨滴・しぶきの誤検知や自動除去に関しては、現時点での自動判読プログラムでは対応できていない。今後、悪天候時に発生した土石流の流況把握にも対応可能とするためには、悪天候時の映像への対応手法等も検討を進めていく必要がある。

6 引用文献

- 1) 國友優：桜島における土石流観測体制の現状と課題，土木技術資料 53-5（2011），pp.42-45, 2011.
- 2) 鶴本孝也，上小牧和貴：桜島における土石流観測について，2019 年度九州国土交通研究会，2019.
- 3) 原田光博，岩田哲郎，倉上健，田方智，佐野泰志，古木宏和，伊藤隆郭：土石流流量の把握に向けた動画解析技術の適用，令和 6 年度砂防学会研究発表会概要集，pp.209-210，2024



図 2 ワイパー動作時の異常値検知の状況

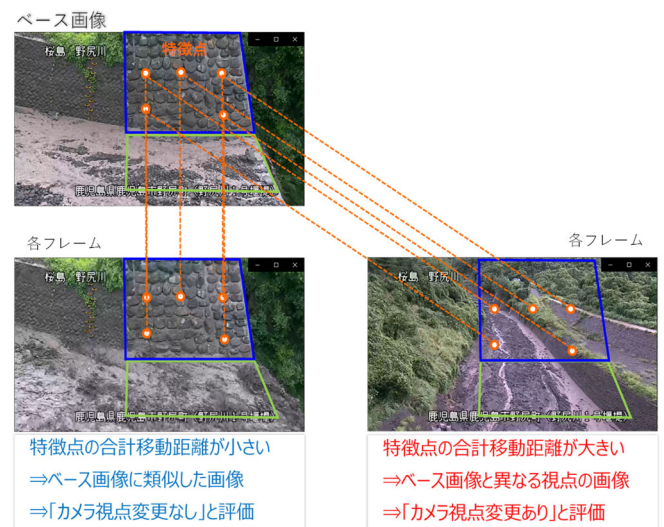


図 3 特徴量マッチングを利用したカメラ視点変更時の異常値の検知の仕組み

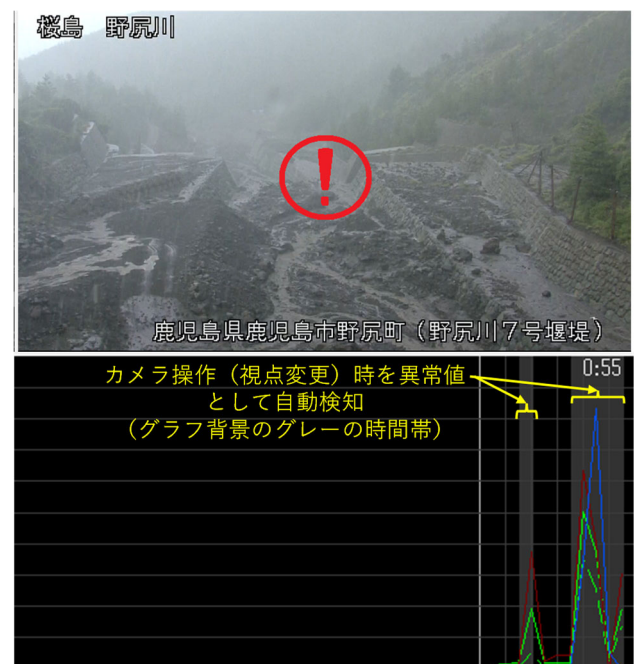


図 4 カメラ視点変更時の異常値検知の状況