

画像解析による水門のゲート開度および水位の測距精度の検証 Accuracy of gate openings and water level measurement of sluice gate from Image Analysis

○中田達*・島崎昌彦*・吉永育生*・関島建志**
○Toru Nakada・Masahiko Shimazaki・Ikuo Yoshinaga・Kenji Sekijima

1. はじめに

農業用水門は農業用水の配分制御に用いられるだけでなく、排水路にて反復利用のための堰上げや、沿岸部における防潮水門として役割など、集中豪雨の激甚化などの地域の洪水リスクが高まるなかで、地域防災における管理の重要性が増してきている。利水・治水の両機能を求められるため、水門の遠隔監視には画像での状況確認のニーズとともに、ゲートの単なる開閉のみならずゲート開度や水門上下流の水位の情報を取得したいというニーズがある。ゲートの開度を撮影画像から計測する場合には、水門からある程度離れた位置から撮影するのが望ましいが、農業用の水路においては、立地制約上、水門撮影に適した位置にカメラを設置できない場合もある。そのため、筆者らは、ゲートの直上にカメラを設置するという条件のもとで、画像からゲート開度と上流側の水位を計測する試みを行っている（関島ら，2021）。

本報では、この水門開度モニタリングシステムのハード・ソフト構成を報告するとともに、ゲートの直上だけでなく、周囲の状況を把握できる斜め画角からの撮影画像におけるゲートの認識精度、ゲート近傍の水面の水位変動の推定精度を検証することを目的とした。

2. モニタリングシステムの構成

本システムの構成の主要部分は、AI演算を含む各処理を行うシングルボードコンピュータ、3Dカメラ、赤外線ライト、およびモバイルルータである（図-1）。3Dカメラは、可視光画像を記録するとともに2眼のレンズの視差により対象物までの距離を測定する（図-2b）。コンピュータは、AIによる物体検出アルゴリズムとしてYOLO v3（You Only Look Once ver.3）を用いて可視光画像からゲート上部（天端）領域（図-2aの矩形選択領域）を検出し、領域の測距結果からゲートの天端高さを算出する。ゲート近傍の水位は、予め設定した領域の測距結果から算出する。予め多数の水門画像を教師データとして事前に学習したモデルを用いて、現地ではエッジコンピューティングを用いて撮影した画像の認識と距離算出のみを行う。

通信には、セキュリティを確保するために、インターネットを経由せずモバイル閉域網通信を利用して、基地局端末に画像および取得したデータを送信する。

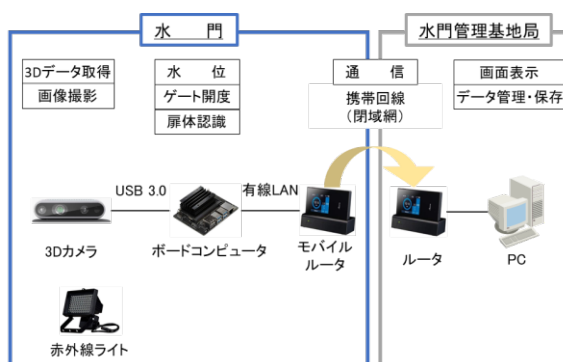


図-1 水門開度モニタリングシステムの構成
System structure of sluice gate opening monitoring system

*農研機構農村工学研究部門, NARO National Institute of Rural Engineering

** 農林水産省農村振興局設計課, MAFF

キーワード 水門, 施設管理, 防災, 画像解析, AI

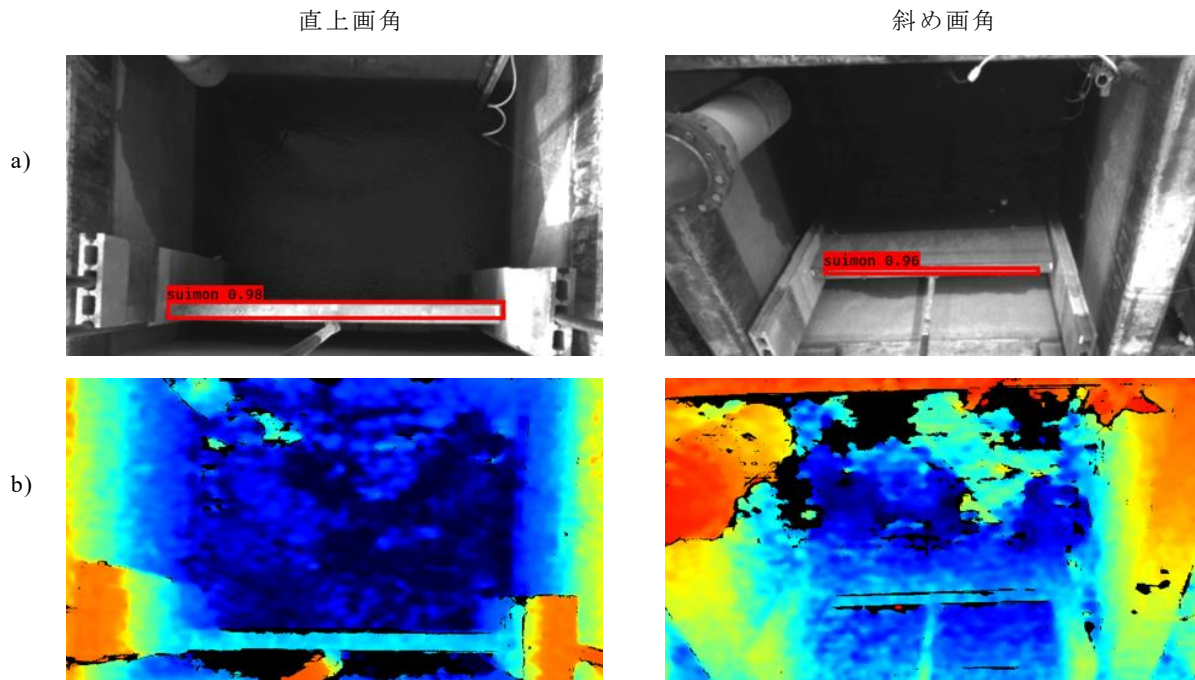


図-2 水門開度モニタリング画像 a) 可視光画像および認識矩形領域, b) 測距ヒートマップ
Gate monitoring images, a) optical image and recognition rectangle area, b) distance-measuring heat map

3. 画角による測距精度の検証

図-2の、直上と斜めのそれぞれの画角において、図-3のようにゲート開度・水位を変化させ、画角によるゲートの認識精度および測距精度を比較した。水位の測距精度は、水面の鏡面反射などの計測不可および外れ値を除くと、平均絶対誤差は直上画角で3.4 cm（計測回数92回；およそ4日間）、斜め画角で2.3 cm（計測回数124回；およそ5日間）であった。YOLOによるゲートの認識では、判定結果と正解領域の重なりを表す指標のIoU（Intersection over Union）は、水面から露出している場合、直上画角で0.78、斜め画角でも0.61と扉体前面が画像中にあっても良好に扉体上面部（天端）を認識していた。ゲートの測距精度として、水没時は水面を追跡しているが、水面から露出している場合、外れ値を除く平均絶対誤差は直上画角で0.8 cm、斜め画角で2.3 cmであった。

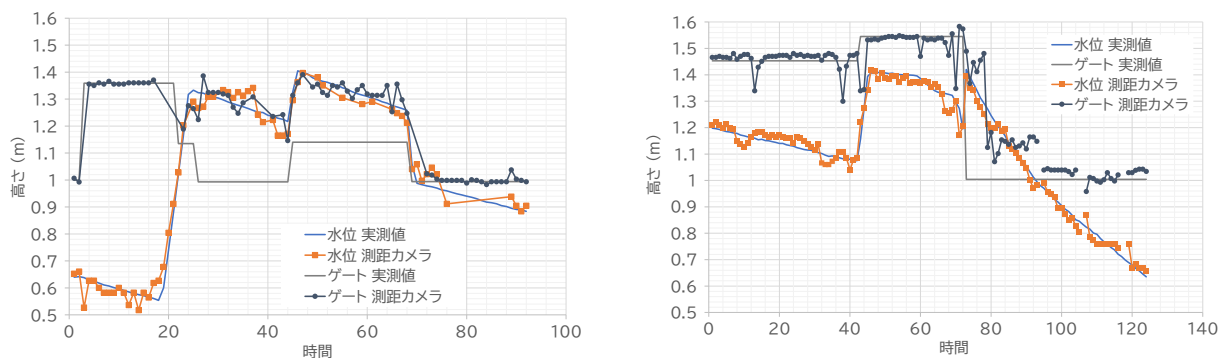


図-3 水位・水門開度の測距精度 1) 直上画角, 2) 斜め画角
Distance measurement for water level and sluice gate opening 1) straight up angle, 2) slanted angle

謝辞：本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議のSIP「国家レジリエンス（防災・減災）の強化、テーマVI：スーパー台風被害予測システム開発」（管理人：JST）によって実施された。