

## AI を活用したダム下流河川内の入川者自動検知プログラムの開発

関西電力株式会社 正会員 ○角田 恵  
 関西電力株式会社 非会員 小澤 和弘  
 関西電力株式会社 非会員 日比 俊輔

### 1. はじめに

ダム洪水吐ゲートからの放流開始前には、ダム操作規程に基づいてパトロール員が、数 10km に及ぶダム下流河川内の釣り人等の入川者一人ひとりに対して注意喚起することが求められる。発電トリップ時に、洪水吐ゲートから発電使用水量分を代替放流するダムでは、放流を開始する際のパトロール員の呼出しがクリティカルとなる。特に夜間は、パトロール員がダムに駆け付けて河川パトロールを開始するまでに約 2 時間を要し、その間に上流から発電使用のために流入する水量を貯留するだけの容量を貯水池内に確保しておかなければならない。つまり、貯水位を一定量下げた運用を余儀なくされているのが現状である。水力発電における発電量は流量と有効落差で決まることから、この運用では有効落差が減ることによる減電が発生している。

上記のような低水位での運用状況を改善するために、web カメラ等で撮影した画像に AI の画像解析技術を適用することにより、ダム下流河川の入川者を自動かつ短時間で検出し、即座に、常に注意喚起できるシステムの開発に着手した。

本稿では、当該システムのうち、ダム下流河川の入川者を自動で検知するプログラムに対して、当社の水力発電設備を有する河川の入川者を対象とした検知プログラムの精度の検証を行い、検知プログラムの適用可能性の検討を行った。

### 2. 検出アルゴリズムの選定

入川者の検出は web カメラ単位で実施するため、カメラの設置台数を最小化することが経済的に有利となり、1 台のカメラでの検出限界距離を最大化することが目標となる。検出限界距離は、撮影画像に写る検出対象物の大きさと、その周辺に写る背景画像に依存され、物体の大きさは撮影距離に関係する。そこで、入川者の検出アルゴリズムには、検出の精度・速度に定評のある YOLOv3 を採用した。図-1 に YOLOv3 と他の検出器

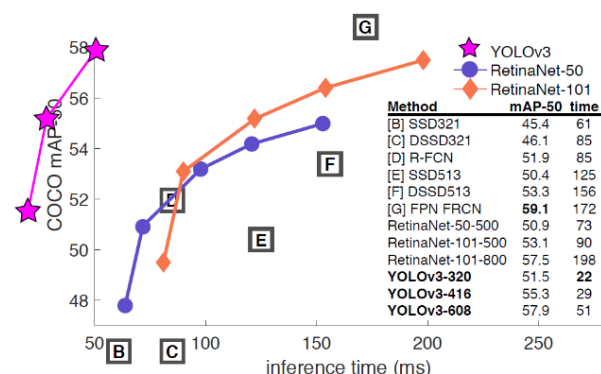


図-1 検出器性能比較<sup>1)</sup>

との比較を示す。このグラフは横軸が検出時間を、縦軸が検出率を示している。検出条件が複数ある検出器は、各条件の値をプロットした折れ線グラフで表しており、検出条件が一つだけのものは点（アルファベット）で表している。この図より、YOLOv3 が他の検出器と比較して検出速度が最も速く、検出精度も比較的高い結果となっていることがわかる。

### 3. 検証内容

YOLOv3 の検出限界距離を確認するために、市販の 4K カメラを用いて実際の河川環境下で河川入川者を検知する検証を行った。7km におよぶ河川沿いを往復し、入川者を見つけては、4K カメラで動画を撮影するとともに、撮影位置から入川者までの距離をレーザー測距計で計測することを繰り返し行った。確認できた計 220 人の入川者を対象として検出を行った。

### 4. 検証結果

撮影された動画に対して YOLOv3 を用いて入川者の検出を行ったところ、検出限界距離は 30m 程度に留まった。この要因については、YOLOv3 は撮影画像がプログラムの検出枠（416×416 ピクセル）より大きくなると、強引にプログラムの検出枠のサイズに内接するように圧縮して検出を行う性質によるものだと考察した（図-2 上）。元画像の人の大きさも圧縮されてしまう

キーワード AI, 自動検知, YOLOv3, 水力発電所, 入川者, 河川パトロール

連絡先 〒530-8270 大阪府大阪市北区中之島 3-6-16 関電ビルディング 33 階 関西電力株式会社 土木建築室  
 TEL 06-7501-0124 Mail : hibi.shunsuke@e2.kepco.co.jp

ので、撮影距離が 30m を超えると撮影画像内の入川者が人として検出されなくなると推測される。通常の監視カメラ等では比較的近景を対象に検出を行うため、検出限界距離が 30m 程度でも問題ないが、前述のとおり、本検討では検出限界距離の最大化を目標としている。そこで、撮影画像をできるだけプログラムの検出枠に近い大きさになるように格子状に分割して、分割した画像毎に検出を行うことにより、画像の圧縮による影響を減らす改良を行った（図-2 下）。その結果、検出対象者が河川を背景に直立姿勢をとっているなど、検出しやすい条件であれば、検出限界距離を 300m 程度まで改善することができた。図-3 に検証対象となった入川者の撮影距離毎の頻度分布を示す。

一方で、分割した画像毎に検出を行うことにより、分割数の数だけ新たに検出時間が長くなるといった問題が生じた。この問題を解決するために、河川以外のエリアをマスキング処理し、検出を行わない設定にすることにより検出時間の短縮を図った。その結果、検出時間を大幅に短縮することが可能となり、更に河川エリア外の誤検知防止も図れた。図-4 に検出結果の例を示す。

## 参考文献

- 1). Joseph Redmon, Ali Farhadi: YOLOv3: An Incremental Improvement

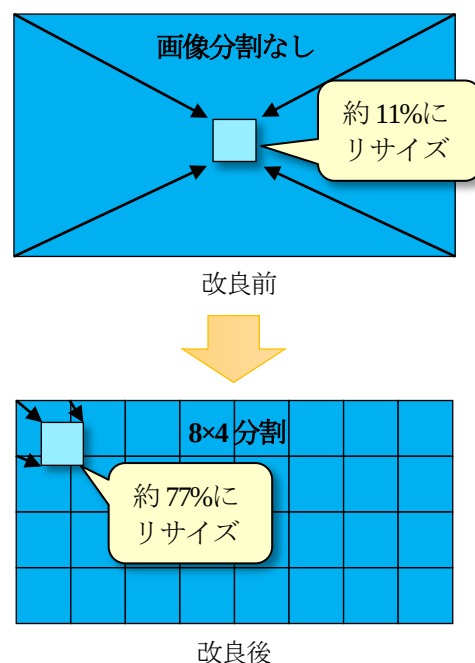


図-2 検出プログラム改良イメージ

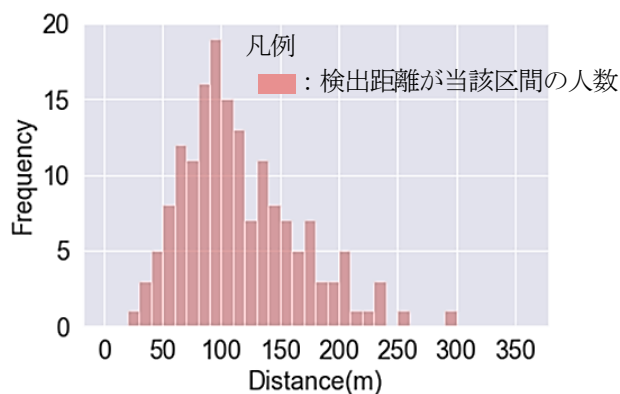


図-3 検証対象者の撮影距離分布



図-4 検出結果の例

## 5. 結論

ダム洪水吐ゲートからの放流開始前に、パトロール員の代わりに、市販の4Kカメラを用いて撮影した画像を YOLOv3 によって解析して入川者を短時間に検出するプログラムを開発した。プログラムの開発にあたっては、撮影した画像を YOLOv3 の検出枠と同程度の大きさになるように分割し、分割した画像毎に検出を行うことにより、検出限界距離を 30m から 300m 程度まで拡大することができた。このプログラムを活用することにより、予めダム水位を下げて運用する必要がなくなるため、これまで発生していた減電を削減することが期待できる。また、これまでの人でのパトロールは河川沿いを移動して行うため、パトロール後に入川者へ注意喚起することが困難であったが、当該プログラムを活用したシステムでは、常に注意喚起することが可能となることから、安全性向上に寄与することも期待できる。

今後は、開発したプログラムを用いたシステムにて実地での試運用を行うことにより、実運用に向けた課題の抽出と検出精度の向上や検出限界距離の延長等さらなるプログラムの改良を目指す。