

シールド発進立坑における動体認識 AI を用いた危険作業の検出

大日本土木(株)

正会員 ○白井 佑 中谷 登

1. はじめに

建設業界では少子高齢化による労働人口や熟練工の減少等から生産性・安全性向上を目指して様々な技術が開発されている。AI(Artificial Intelligence: 人工知能)の活用もその中の一つである。近年、建設現場では定点カメラが設置され、施工状況を映像として記録し、遠隔地で現場状況を確認するケースが増えてきている。記録された膨大な映像には、さまざまな情報が含まれており、目視では見落とされがちな有用な情報も AI を活用することによって抽出できると考えられる。

本稿では、シールド発進立坑に設置した定点カメラの映像から、動体認識 AI を用いて作業員の危険作業の検出と入坑管理の自動化について検討を行った結果について報告する。

2. 動体認識 AI の性能確認

まず始めにシールド発進立坑に設置した定点カメラの映像から作業員などの対象物を機械学習させ、対象物を検出可能か確認した。対象物は「作業員」「ヘルメット」「セグメント」「配管材」「バッテリー機関車」「台車」とした。

定点カメラは、シールド発進立坑内を広範囲で撮影できるように、昇降階段の高さ 5.50m の位置に設置し(図 1)、HD 画質(1280px×720px)、30fps で撮影できるものを使用した。

(1) AI の学習条件

AI はリアルタイムで動体認識が可能なアルゴリズム「YOLO v5」を使用した。教師データとしては、定点カメラで撮影した映像内から合計 1757 枚の静止画切り出したものを使用した。

(2) 検証結果

AI による対象物の検出精度は概ね 90% 以上であり、高い精度で検出することができた。検証結果の一例を図 2 に示す。

対象物の検出結果は図中に示す枠で表示される。枠中の①～⑤はそれぞれ、①対象物の名称②対象物に該当する度合い(スコア)③対象物の中心座標④対象物の移動速度⑤対象物の移動方向(角度)を表している。映像内における枠の中心座標から対象物の位置を把握し、動画のフレーム間の中心座標の差分から対象物の移動速度・方向を算出している。

3. 危険作業の検出

シールド発進立坑における危険作業を想定し、動体認識 AI で検出した対象物の位置・速度・移動方向の情報から危険作業を検出可能か検討した。

(1) 危険作業の検出方法について

想定した危険作業と AI を用いた危険作業の検出方法の代表的なものを以下に示す。

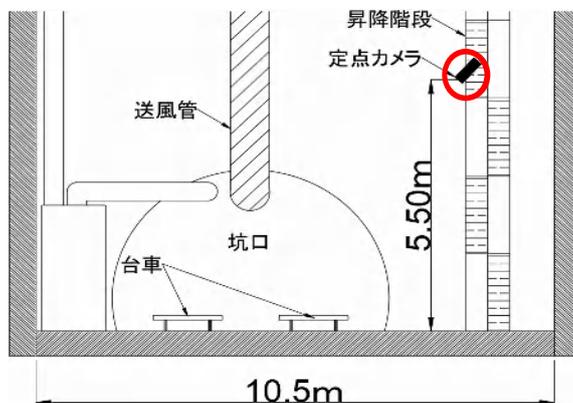


図 1 立坑内概要図

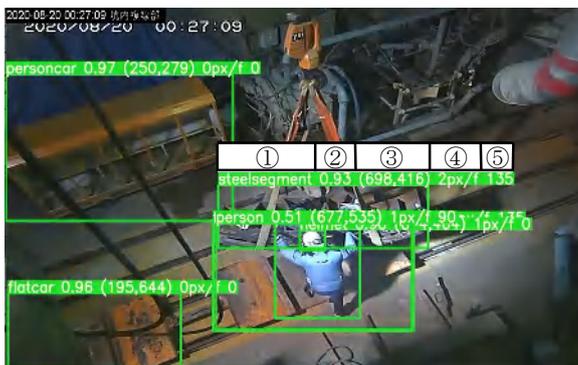


図 2 性能確認結果



図 3 バッテリー機関車と作業員の接触

①バッテリー機関車と作業員の接触

AI で検出したバッテリー機関車と作業員を囲む枠同士が交差しており、バッテリー機関車が一定速度以上で移動している場合に危険作業と判定することとした。(図3)

②バッテリー機関車と作業員の衝突予測

AI で検出されたバッテリー機関車と作業員を囲む枠が離れている状態で、それぞれの位置と速度、移動方向から演算により衝突が予測される場合に危険作業と判定することとした。(図4)

③吊荷直下への立ち入り

AI が吊荷(セグメント・配管材)を検出したときに、吊荷直下の座標位置に作業員が検出された場合に危険作業と判定することとした。

(2)危険作業の検出検証

シールド発進立坑の2か月間の映像を使用して、AI を用いた危険作業の検出が可能であるか検証を行った。検証方法は、目視により危険作業と判断した画像を、AI を用いた危険作業検出方法で解析し、危険作業と判定できるか確認することとした。

AI を用いた危険作業の検出方法は、目視で判断した危険作業をすべて検出することができた。ただし、一部危険作業の検出が途切れることがあり、原因として照明の影響で対象物を検出できないことなどが考えられる。

4. 入坑管理の自動化

作業員の入出坑を把握するため、画像内でAI が検出している作業員の数が変化する場面に注目した。作業員の数が変化する前後に、坑口の前に引いたライン(図6中の赤線)を立坑側からシールドトンネル側に横断すれば入坑、逆方向から横断すれば出坑と判断し、入出坑を判定できるようにした。

現場の映像を用いた検証では、シールドトンネル内に入坑している作業員数をすべて管理できることを確認した。

5. まとめ

動体認識AI を用いることで、シールド立坑内に設置した定点カメラの映像から、作業員などの対象物を高い精度で検出でき、リアルタイムで対象物の位置・速度・移動方向などを算出できることを確認した。これらの情報を使用し、危険作業を検出、作業員の入坑を管理できることを確認した。

今後は危険作業の検出精度を高め、作業員に警報を発するシステムの開発を行う計画である。また、入坑管理については、ヘルメットに標識を着けるなどして作業員の個体識別を可能とするよう検討していく予定である。



図4 作業員とバッテリー機関車の衝突予測

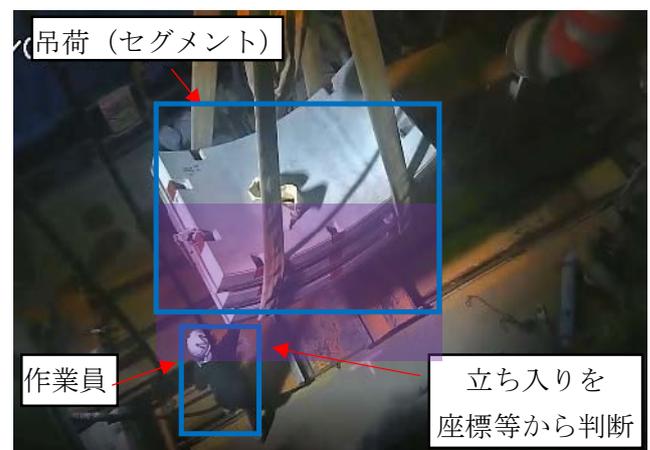


図5 危険個所の設定

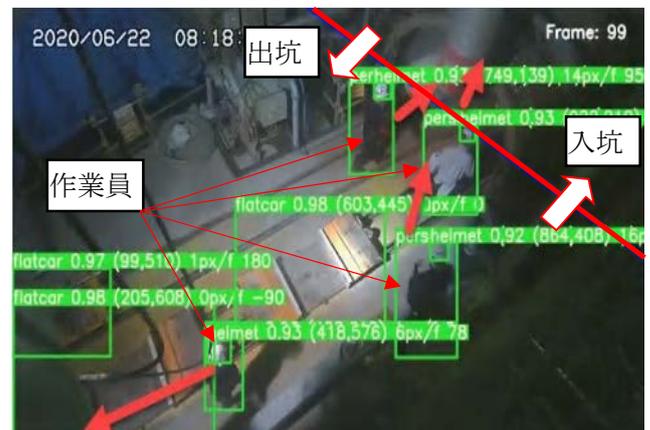


図6 入坑管理

キーワード 施工管理, AI, 動体認識, 危険作業の検出, 作業・管理の効率化・省力化

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-16-6 タツミビル 6F 大日本土木株式会社 TEL 03-5326-3939