

シールド工事における危険区域への立ち入り監視への人体検知システム適用 ～定点カメラによる安全性向上の取組～

中日本高速道路株式会社 東京支社 長濱清孝

大成建設(株) 技術センター フェロー会員 森田泰司, 正会員 伊東稔明

大成建設(株) 外環大泉作業所 O正会員 秦野淳, 小室貫太、粟生敏樹

パナソニックアドバンステクノロジー(株) 田村創, 清水堅

1. はじめに

近年、自動車やファクトリーオートメーション、サービス関連等の各業界で安全性の向上や、品質の向上を目的として人工知能（以下、AI）が多く適用され始めている。大成建設(株)とパナソニックアドバンステクノロジー(株)はAIによる画像処理技術を活用して建設現場における安全性向上に取り組んでいる。その取り組みの中で開発した技術の一つにカメラ画像を利用した「人体検知システム」(図-1)がある。

本稿は、シールド工事における資材運搬車両への人体検知システムに続き、シールド工事という地下空間環境において本システムを安全向上の取り組みの一環として試行した内の、現場の危険エリアへの立ち入り監視・警報のために設置した「定点カメラ」へ適用した例と、派生した使い方であるネットワーク機能の現場試行について記す。

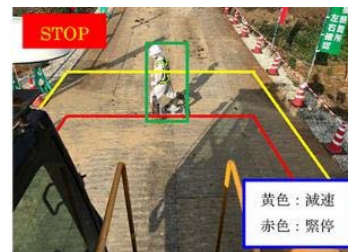


図-1 人体検知システム

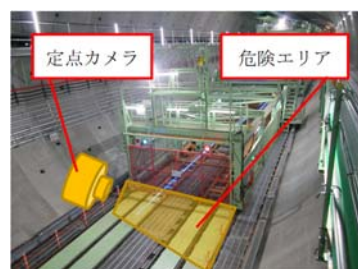


図-2 危険エリアイメージ

2. 定点カメラと人体検知システムによる危険区域への立ち入り監視

資材運搬車両での人体検知システムでは、人と建機の接触防止を目的とした使用法の他に、図-2のように特定危険区域を監視するために設置した定点カメラに本システムを適用することも可能である。シールド工事で坑内機関車（バッテリーロコ）を使用する場合の多くは、軌道と通路を分離して軌道内に人が立ち入らない事としているが、軌道内やその近傍で作業が発生して人が立ち入らざるを得ないケースが存在し、建設現場では往々にして「開口部」や「クレーン荷下ろし部」といった注力して管理すべき危険区域が存在する。そういった危険区域への監視方法は、監視員による目視、レーザセンサーや超音波センサーを用いた検知などが挙げられるが、監視員の労務費の負担が大きい、センサーの検知エリアが限定的で監視したい場所と合わない等、適切な方法が無いのが現状である。本システムでは、検知エリアを任意に設定できる手段(図-4)を備えたAIによる危険区域への人の立ち入り監視の有効性を試行した。

本試行における定点カメラの設置場所は、バッテリーロコ用の「走行式大型リフト」のゲート前とした。ゲートの前に人が居る場合には、近傍に警報音を発し、リフトにはバッテリーロコが走行できないようにゲート開閉を停止する信号を送信するシステムになっている。資材運搬車両での人体検知システムと合わせる

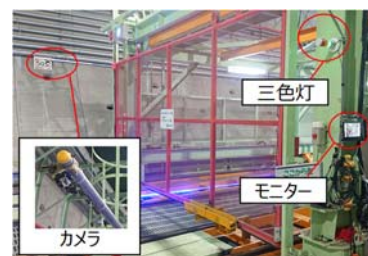


図-3 設置状況



図-4 エリア設定画面例

キーワード AI, 安全性向上, 人体検知システム, シールド工事, 定点カメラ, ネットワーク監視

連絡先 〒178-0062 東京都練馬区大泉町 5-4 大成建設(株) 外環大泉トンネル(作) TEL03-5935-8350

事で、バッテリーロコ運転手や車載カメラの死角となる物陰からの飛び出しに対しても監視が可能となり、ダブルセーフティーとして、バッテリーロコ運転手の心理的負担軽減になると考えている。図-5 のように実際のゲートの前の作業員の動作を想定したシナリオ実験を実施し、AI による危険区域への人の立ち入り監視が有効に働く事を確認した。



図-5 検知性能確認

3. 人体検知システムのネットワーク化

人体検知システムはネットワーク接続機能を備えており、現場のネットワークに接続して人体検知システムのカメラを監視カメラとして使用できる。シールド工事は図-6 のように中央監視室を起点としてネットワーク化され、機械の遠隔操作や遠隔監視が可能なインフラ（無線ネットワーク）が整っているケースが多い。本システムを現場のネットワークに接続することで、中央監視室からの危険区域の遠隔監視と、AI による現場監視を同時に行うことが可能となる。本試行では、定点カメラとバッテリーロコの車載カメラ両方のAI による検知結果映像(図-5)を、坑内の無線ネットワーク(Wi-Fi)経由で中央監視室(図-7)まで送り、リアルタイム表示出来る事を確認した。AI による検知結果映像による遠隔監視は、膨大な数の監視カメラ映像に対して作業員が検知エリアに立ち入ったタイミングのみ着目する事を可能とし、監視者の禁止行動やトラブルの見落とし防止の支援が出来ると考えている。

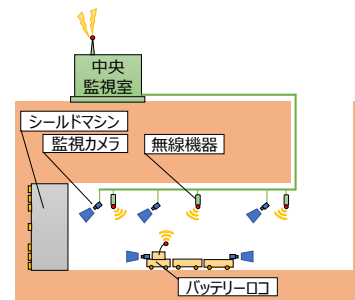


図-6 場内ネットワーク監視

また、ネットワークをさらに場外の運営管理者に広げることで、システムの稼働状況のモニタリングが可能になり、異常発生時の一時停止や再開等の遠隔操作、リモート保守・メンテナンスサポートを享受する事も可能となる。

本技術の核は、AI によるものであるが、AI 技術は進化の余地がある大変若い技術である。筆者らが開発した人体検知システムは、約3年間に渡り建設現場から収集した網羅的な人体データセットを基盤としており、様々な工事に対して高いレベルの汎化性能を持つ学習モデルで検知を行っている。しかしながら、工事現場や作業員の装備も近年の急速な技術の進歩により見た目が大きく変化して来ており、それに伴いデータベースも進歩させ続けるべきだと考えている。AI 技術自体も日々進化しており、さらなる性能の向上が望めるものである。個人で所有するスマートフォンもアプリケーションの能力を保持するため、データの更新がネットワーク経由で頻繁に行われているように、本システムもあらゆる現場からのデータを効率的、網羅的、継続的に収集し、AI の能力の進化を並列化すべきだと考えている。そのためには図-8 に示すような日本全国、広くは世界各国の現場のネットワーク化は必須の機能であり、これについては次年度以降に実証して行く予定である。



図-7 中央監視室



図-8 データ更新のイメージ

4. 今後の展望

近年、建設現場は i-Construction から建設 DX に移行していく。i-Construction は情報化施工の延長・高度化したようなイメージがあるが、建設現場をデータで駆動してゆくの「建設 DX」ではないかと思案している。その建設 DX を最も身近に体験でき、活用できるのがこの AI による人体検知であって、同時に現場が期待している技術でもあると思われる。その一例として、定点カメラに対し人体検知システムを適用し、シールド工事における安全性向上の取組を行うとともにその有効性を確認した。今後は現場での運用を増やし本システム適用例の知見を収集することで、更なる安全性向上と利便性向上に資するシステムを提案できるよう本技術を深耕して行きたい。