

バッテリー機関車用 AI 人検知カメラの実工事への適用

大成建設（株） 正会員 ○新井 宏明
 大成建設（株） 正会員 橋本 聡
 大成建設（株） 正会員 志田 智之

1. はじめに

シールド工事では、トンネル坑口から切羽へ資材を運ぶためにバッテリー機関車がしばしば使用され、その編成は、機関車、セグメント台車、資材台車等から構成される。当工事でも、複数の台車が連なるため、先端の台車から後端の機関車までの距離は18mを超え、積載したセグメントによる死角もあるため、編成の両端にカメラを設置する等の対策を行っている。一方、軌道内では、バッテリー機関車の間合いで作業に当たっていることがあるため、安全衛生規則において、監視人もしくは監視装置の設置、警報装置や照明の設置が義務付けられている。このような状況を踏まえ、軌道内の人の有無を検知し、監視および警報装置として作動する AI 人検知カメラを改良し実工事に適用したので、その結果を報告する。

2. 従来技術の現状と新たな取組み

バッテリー機関車走行時の安全確保は、従来はカメラによる前方視認に拠っていたが、当社ではこれに加えて 2D-LiDAR による近接物検知システムを標準装備としている。2D-LiDAR では、指定範囲に物体を検出すると減速信号を送り、更に近づくと機関車を安全に停止させることができるが、光を利用するため浮遊物等により誤検知することがある。そこで、重機と人の接触を防止するために開発された AI 人検知カメラを改良してバッテリー機関車編成の両端に設置して、有効性を検証することとした。本装置が有効に機能することで、一般的な安全対策に二重のフェールセーフ機能が追加されることになる。

3. AI 人検知カメラ機器構成

機関車 1 台、セグメント台車 2 台の場合の機器配置を図-1 に示す。運転手が搭乗するバッテリー機関車にカメラ A、制御ボックス、モニター、回転灯を設置する。セグメント台車にカメラ B と中継ボックスを設置し、制御ボックスまでを有線で接続する。人検知カメラ（図-2）の仕様を表-1 に示す。カメラには広角レンズを使用することで画角 200° を確保しており、側方から軌道内へ進入するケースにも検知可能である。

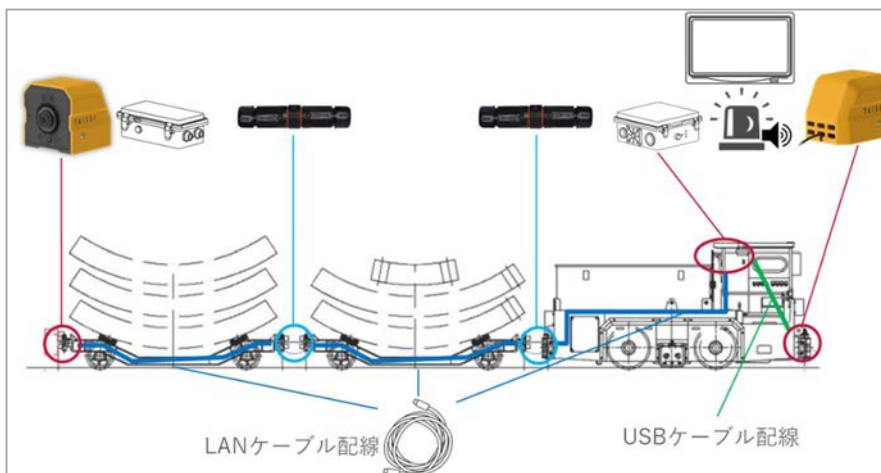


図-1 機器配置例



図-2 カメラ外観

キーワード バッテリー機関車, AI, 人検知, カメラ, LiDAR

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設株式会社 TEL 03-5381-5284

表-1 カメラ仕様

レンズ画角	200° 広角
撮像素子総画素数	1230万画素
動画記録画素	最大2160×360
フレームレート	15fps
防塵/防水性能	IP65

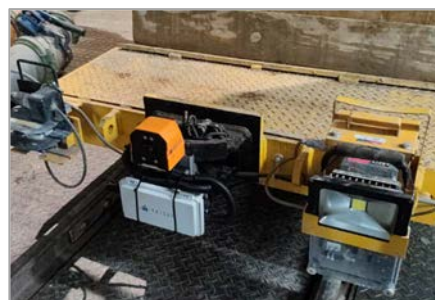


図-3 取付状況

4. バッテリー機関車編成への実装

現在稼働中のバッテリー機関車2編成に実装し、その効果を確認した。カメラ、モニター他、全ての機器は強力な磁石マウントが用意されており、位置調整も容易である。

本機はバックホー等の重機用に開発されたAI人検知カメラをバッテリー機関車向けに改良したもので、カメラ用マウント構造とプログラム変更により、膝下程度のカメラ設置高さに対応可能とした。この改良により、台車にセグメントを積載する場合にもカメラは干渉することはない(図-3)。

また、バッテリー機関車走行時はAI人検知カメラからの映像をモニターに表示することで、従来からある前方視認用のカメラの代替ともなるため、両者を統合することができる。

5. 実証試験

本カメラシステムは、ドライブレコーダー機能も有していることから、バッテリー機関車走行中に撮影した映像から進行方向の画像を切り出して、AIプログラムの検出精度を検証した。今回使用した約20時間分の映像データ(2160×360dpiの画像10万枚に相当)に対して、次の2つの方法で評価を行なった。

A) ヒトでないものをヒトとして検出していないか

B) ヒトが未検出となっていないか

それぞれの評価結果を表-2に示す。

表-2 検出結果

		認識結果		
		ヒト	ヒト以外	合計
期待値	ヒト	322	78	400
	ヒト以外	1	0 *1)	1
	合計	323	78	401

*1) ヒト以外の検出率の評価は対象外



図-4 未検出例

前者は、ヒトとして判定されたもののうち、実際にヒトであったか、誤検出かをフレーム単位で評価した。なお、判定範囲はバッテリー機関車制動距離相当の7m以内とした。表-2の認識結果がヒトの列を見ると、323件のうち322件(99.7%)となっており、ヒト以外の誤検出はほぼないと言える。

後者は、カメラにはヒトが映っているにもかかわらずヒト判定が出なかったかを評価した。表-2の期待値がヒトの行を見ると、400件のうち78件(19.5%)となっており、未検出率は高い。未検出となった場合の例を図-4に示す。

6. まとめ

市中品のAI人検知カメラをバッテリー機関車向けに改良し実工事に適用したが、実用的な判定が可能であることが確認できた。今後は、ヒトとして未検出であった映像を教師データとしてAIプログラムの改良を行うとともに、カメラと中継ボックス間を無線化したいと考えている。