

## 建設機械オペレータの AI 見守りシステム TriSafety Operator

大成建設株式会社 正会員 ○若山 真則  
大成建設株式会社 非会員 西山 恭平

### 1. はじめに

厚生労働省が集計した令和2年度の全産業における死亡災害は802件であった。このうち建設業の死亡災害は258件であり全産業の32.2%を占めている。建設機械（以降、建機）に関する災害は減少傾向にあるとはいえ、建設業の死亡災害を起因別に調べてみると、機械関連災害のうち搭乗型の建機に関する死亡災害が建設業の死亡災害の26.0%を占めている。

こうした災害に対して、建機の周囲にいる作業員の行動や接近に着目した安全システムは様々なタイプのもが開発・導入されているが、建機に搭乗するオペレータの行動に着目した建機災害を防止するシステムはこれまで開発されていない。建機災害の発生要因を見ていくと、建機オペレータの着衣が操縦レバーに引っかかり思わぬ操作をしたり、建機の安全ロックの操作ミスといったものがあり、建機オペレータ自身の行動に起因するものが少なからず見受けられる。そこで、筆者らは、AIを活用し正確かつ迅速に建機オペレータの行動を見守り、不安全行動を自動検知して災害を未然に防止するシステムを開発した。このシステムは音声や警告灯が点灯する警報装置を連動させることができ、不安全行動に対して建機オペレータに直接注意をうながすことができる。本報ではこのシステムの概要と施工中の現場で行った実証実験について報告する。

### 2. AI 見守りシステム

#### 2-1. システムの機器構成

本システムは様々な建機に搭載でき、汎用性を確保するため小型・軽量を目指した。小型PCのAIデバイス、回転灯・表示灯、小型カメラ、スピーカー、検出状況をオペレータ自身が確認できる液晶モニターで構成されており運転席のあるキャビン内に取り付ける（図1）。



図1. AI 見守りシステムの構成機器

#### 2-2. AI 物体認識と AI 骨格検知で不安全行動を自動検知

操縦席に設置したカメラで操作状況を撮影し、物体認識によりオペレータの状態をAIで解析する。カメラで撮影された対象物の色、形状、画角、位置などの情報に加え、オペレータのAIで骨格を検出し姿勢を把握することで、正確な判定をすることが可能となった。現在の検出機能は下記のとおりである。

- ① 身体の乗出し（窓から身体を乗り出した状態や不安定な姿勢で操縦する行為を防止）（写真3）
- ② シートベルトの着用（写真4）

キーワード AI, 物体認識, 骨格検知, 建設機械, オペレータ, 統計解析

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 土木本部機械部 メカ・ロボティクス推進室 TEL03-5381-5309

- ③ 安全ベスト・反射チョッキの着衣（着衣が操作レバーに引っ掛かり誤操作することを防止）
- ④ 安全ロックの入れ忘れ（安全ロックを入れない状態で一定時間操縦しない場合に警告）
- ⑤ 扉の開けっ放し（安全ロックがされず、扉を解放した状態を警告）



写真 2. 安全な状態



写真 3. 身の乗出しを検出



写真 4. 反射チョッキ着衣を検出

### 2.3.検知データの統計解析とグラフ化

現場で警報した発信履歴は、インターネット回線を介してクラウドにアップロードされ、自動で統計解析される。不安全行動の頻度や発生推移はデータベース化・グラフ化され、警報の増減の推移がひと目でわかるため対策の有効性を確認できる。これは改善が見られないオペレータに適切な指示を出せることや安全教育に活用することができる（図2）。録画機能も備えているため、事故などのトラブル発生時にはドライブレコーダとしても利用できる。

### 3. 実証実験

本システムを実際の建機に搭載し、AIの学習及び行動が検知可能かの実証実験を行った。本実証試験は、住之江下水処理雨水滞水池並びに住吉川耐震護岸（2工区）築造工事（発注者：大阪市建設局）、及び福岡市地下鉄七隈線博多駅（仮称）工区建設工事（発注者：福岡市交通局）、他に実施した。実験に使用した建機は表1のとおりである。

実験の結果、物体認識AIと骨格検知AIを用いてオペレータの行動と作業状況を検知可能であることがわかった。また、画像認識AIと骨格検知AIを組み合わせることで、より正確な判定を行えること、より細かい判定基準が設定できる知見が得られた。身の乗出し検知では、腕や足を窓から出しても検知しないが頭部を出した場合に警報を発報することができる。このように、身体の部位の動きを判定基準にしたことがうまく機能しているといえる。

表 1. 実証試験した建設機械

No	機種	メーカー・仕様
1	クローラクレーン	前田製作所 4.9t吊
2	バックホウ	HITACHI 0.25m3 ショートリーチ
3	バックホウ	コベルコ 0.45m3
4	バックホウ	YANMAR 0.25m3



図 2. 統計解析された結果

### 4. おわりに

建機の周囲の危険を検知する装置は多く実用化されているなか、オペレータの行動に着目した安全装置は他には無い。この安全装置を建機に搭載することによって、オペレータが常に監視をされているようなストレスを感じるのではないかと懸念された。協力して頂いたオペレータの意見を聞いたところ、その様な意見はなく、注意する意識が高まったとの回答が多くあり、予防として有効であることもわかった。自分の不注意やうっかりミスで仲間をケガさせたくないとの思いが伺えた。建機に起因する災害は重大災害になる可能性が高い。今後も新しい技術を積極的に活用して災害の防止対策を実施していきたい。