

クレーン作業現場での AI による危険検知システム

大日本土木(株) 正会員 ○菖蒲 義浩 中谷 登

Pacific Spatial Solutions(株) 丹羽 誠 クリストファー ケイド

1. はじめに

建設現場では年間 300 件ほど死亡事故があり、建設機械・クレーン等による災害は建設現場の 3 大災害の一つとなっている。クレーン災害の中で、吊り荷の落下災害は多く、吊り荷下への立ち入りは禁止されている。また、吊り荷作業を行うには玉掛の資格が必須である。

本稿では、AI とクレーンカメラを使用して作業員と吊り荷の上下関係や資格者外作業を検知することで安全確認を補佐し、安全性向上を図ることを目的としたシステムについて検討した結果を報告する。

2. システムの概要

本システムでは、以下の 2 つのクレーンによる危険作業を検知することを目的としている。概略図を図 1 に示す。

①吊り荷が高い位置にあるとき、

→吊り荷下への作業員の立ち入りの検知。

②吊り荷が低い位置にあるとき、

→玉掛作業無資格者による作業の検知。

クレーンのブームトップに取り付けたクレーンカメラ (HD 画質: 1280px×720px, 30fps) から取得された 1 フレームごとの画像を PC でリアルタイムに AI を用いて処理する。危険作業検出時に警告画面と音声でクレーン運転者に知らせるシステムとなっている。

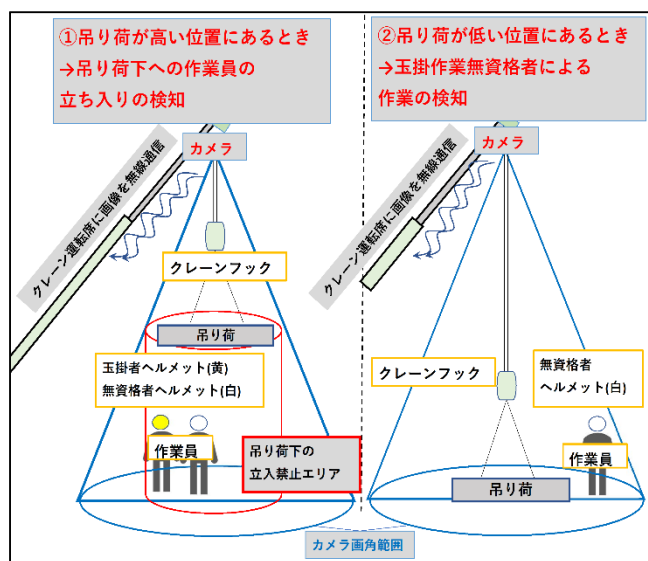


図 1 システムで検知する危険作業

3. 危険検知方法

AI による検出対象は「クレーンフック」、「玉掛資格者のヘルメット」、「無資格者のヘルメット」とした。画像認識 AI として YOLO を使用し、バウンディングボックス(検出対象物を矩形枠で囲んだ領域。以下、ボックスと呼称する)によるモデル化のため、教師データとして各 500~1000 枚の画像を学習させた。ボックスを写真 1 右側に示す。なお、吊り荷の高さはヘルメットの大きさ(ボックス幅のピクセル数, 写真 1) とフックの大きさを比較して推定している。

3.1 吊り荷下への作業員の立ち入りの検知

吊り荷が高い位置にあると推定された場合、AI で検出したヘルメットの大きさから、吊り荷下の立ち入り禁止エリア(半径 3m)を、フックを中心に描く。その円の内側にヘルメットを検出した際に警告をするロジックを考えた。しかし、YOLO によって検出するボックスの大きさは、フレームごとに微妙に変化することが頻繁に見られた。このため、円の大きさが変化し、警告の表示と非表示が頻繁に繰り返されることが問題となった。

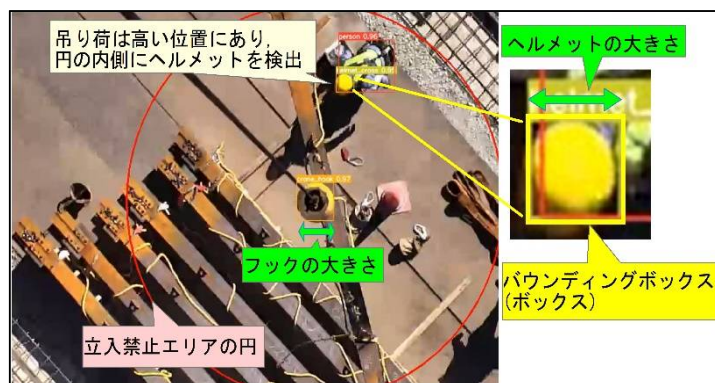


写真 1 吊り荷下への作業員の立ち入りの検知

キーワード 施工管理, AI, 危険作業の検知, 画像認識, YOLO

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

ヘルメットの大きさを安定させるために、移動平均をとることとした。結果を図2に示す。図2では60フレームの移動平均を取っている。移動平均をとることでボックスの大きさが安定し、警告表示を安定させることができた。

3.2 玉掛作業無資格者による作業の検知

吊り荷が低い位置にあると推定された場合、カメラの画角範囲に玉掛無資格者のみを検出した際に警告をするロジックとした。ヘルメットの識別方法1は玉掛資格者のヘルメットに十字のステッカーをつけて、無資格者のヘルメットはステッカーをつけないヘルメットとして検証を行った。しかし、作業者の作業姿勢や光の加減によってヘルメットの区別が困難であった。

そこで識別方法2として、玉掛資格者は黄色のヘルメット、無資格者は白色のヘルメットとして検証を行った。また、画像認識精度を評価する指標としては適合率と再現率の調和平均であるF値を用いることが多い。F値の結果を表1に示す。十字のステッカーではなく、色で区別することで、F値の値が玉掛資格者のヘルメットで9.1%増加し86.7%、無資格者のヘルメットで18.8%増加し83.9%に上げることができた。

4. システムの検証結果

実際の作業現場のクレーンで本システムの検証を行った。写真2に①吊り荷下への作業員の立ち入りの検知結果を示す。吊り荷が高い位置にあり、立入禁止エリアにヘルメットを検出した際に警告が表示されることを確認した。

写真3に②玉掛作業無資格者による作業での検知結果を示す。吊り荷が低い位置にあり、玉掛無資格者のみを検出した際に警告が表示されることを確認した。

5. まとめ

画像認識AIを用いることにより、クレーンカメラの映像からヘルメット等を検出し、クレーン運転者にリアルタイムで危険作業を知らせることができた。

今回、作業者の作業姿勢や光の加減によって警告ができていない場面が僅かにあったが、今後はそのような場面の画像も学習を行い、危険作業の検出精度を高め、より実用的なシステムの開発を行う計画である。

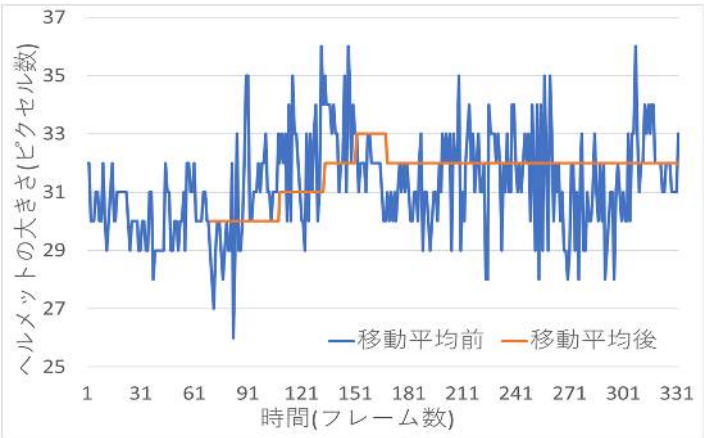


図2 移動平均前後のヘルメットの大きさの変化

表1 ヘルメットの識別方法による認識精度の比較

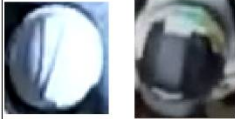
		玉掛資格者	玉掛無資格者
識別方法1	ヘルメット画像・ヘルメット識別方法	 十字ステッカー	 十字ステッカーなし 多種の色
	F値(%)	77.6	65.1
識別方法2	ヘルメット画像・ヘルメット識別方法	 黄色	 白色
	F値(%)	9.1%増加 86.7	18.8%増加 83.9



写真2 吊り荷下への作業員の立ち入りの検知

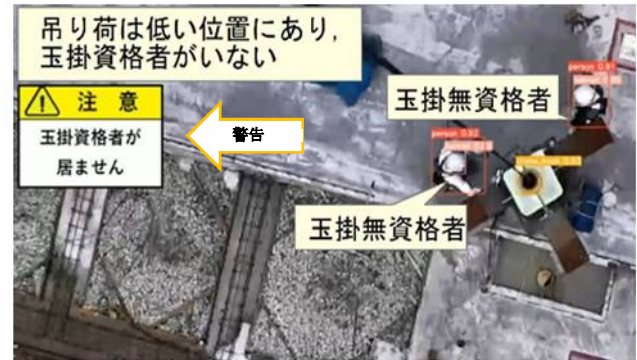


写真3 玉掛作業無資格者による作業の検知