

土工事の現場管理における建機検出 AI の活用

安藤ハザマ 正会員 ○早川健太郎
 安藤ハザマ 正会員 黒台 昌弘
 宮城大学 正会員 蒔苗 耕司

1. はじめに

筆者らは令和元年度 PRISM（建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト）において、土工事を対象に 4K カメラ映像を使って建設現場の進捗管理を効率的に行うシステムを開発し、その有効性を示した¹⁾²⁾。このシステムの中心技術は建機検出 AI であり、4K カメラと建設機械の距離が 150m 以内であれば、映像中の建設機械を 80% 程度の精度で検出することができる³⁾。

従来の建設現場では、職員は進捗状況を把握するために目視による巡回を行い、作業のサイクルタイムや機械延べ台数、稼働状況を確認していたが、映像を用いた建機検出 AI により、これらに係る職員の業務負担を大幅に軽減できる。現場の状況変化を数量化した実績値が自動的に得られるため、施工途中での予実管理が容易になり、ムダな待ち時間や運搬量のムラなどを把握することが可能になる。このように建機検出 AI の適用により、より効率的な管理手法の実現が期待できる。本稿では土工事の作業別実施時間と建設機械の稼働実績管理を例に、その適用の有効性について述べる。

2. 建機検出 AI について

建機検出 AI は、映像から切り出した未知の画像に含まれる建設機械を自動的に検出・分類する AI であり、本システムでは盛土施工で一般的に使用される 4 種類の建設機械（ダンプ、バックホウ、ブルドーザ、振動ローラ）を対象としている。建機検出 AI による検出例を図-1、建機検出 AI の運用フローを図-2 に示す。建機検出 AI から出力される結果は、建設機械の種類、BB（Bounding Box）四隅の座標、検出した時刻であり、これらの結果を組み合わせることで現場の状況を表現することができる。

3. 建機検出 AI を活用した土工事の施工実績管理手法

建機検出 AI から得られた結果を用いて、現場内のムダ、ムラを発見する手法を示す。

(1) 作業別実施時間

現場内での作業別実施時間は進捗状況を把握するための重要な情報であり、職員は日常的に確認を行っている。建機検出 AI から作業別実施時間を得るためには、①建設機械の稼働/停止と②建設機械を使った作業内容を判定する 2 つのロジックが必要となる。

①稼働/停止の判定では、建機検出 AI が建設機械を検出した時に得られる BB の中心座標の移動を指標としている。図-3 のように、BB 中心座標の 1 分間の移動距離の累積値が閾値を下回る場合には建設機械は停止していると判定し、閾値以上の場合には稼働中と判定する。このロジックの採用により、バックホウの積込作業のように検出対象がその場から移動せず、旋回とブームの伸縮を繰り返す作業をする場合でも BB の形状変化により中心座標が移動し、稼働していると判定することができる。②作業内容は、表-1 に示すように建設機械の種類と稼働/停止、BB の変動の組み合わせにより判定



図-1 映像中の建設機械を検出した状態

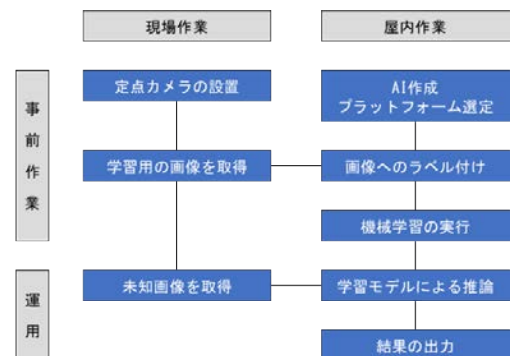


図-2 建機検出 AI の運用フロー

キーワード 現場管理, 映像解析, 物体検出 AI

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ 技術研究所 先端・環境研究部 Tel.029-858-8815

している。積込作業の場合、ダンプとバックホウが検出されていることが前提であり、それぞれのBB中心座標が一定距離以内に存在する状況が30秒以上継続した場合、積込作業が行われていると判定する。荷下ろし作業では、ダンプのBBの幅と高さの変動に注目している。ダンプBBの四隅の座標からBBの幅と高さを求め、図-4のように高さが一定以上変動した場合をダンプアップの動作と見なし、荷下ろし作業が行われたと判定している。

以上のように作業内容を判定した結果を時系列で表現したものが図-5である。それぞれの作業の実施時間帯はグラフで示され、職員は当日の作業実施状況を把握しつつ作業計画書と対比して予定外作業や継続すべき作業の中断、着手の遅れを確認する。このような状態は作業のラップや動線干渉等のムダが考えられるので、これを早期に発見し、善後策を迅速に検討して現場への作業変更指示につなげることができる。これらが日々繰り返し実施される作業であれば、これまでの傾向との比較から作業時間のムラを見つけることも可能である。

(2) 建設機械の稼働実績管理

建機検出 AI を用いることより、個別の建設機械の稼働状況を把握し、建機稼働に係るムダ、ムラを発見することもできる。図-6は(1)で示した建設機械の稼働/停止・作業内容の判定に基づいて算出した建設機械毎の稼働実績を表現している。例えばダンプに土砂を積み込むバックホウに注目した時、積込作業、整地作業、停止時間に費やした時間の割合が得られ、停止時間が多い場合にはムダが多かったと判断できる。ここから推測できる原因として、土砂を運搬するダンプの台数が少なくバックホウの作業能力を活かしきれなかったこと、ダンプの運搬ルートが渋滞し到着が遅れたことなどがある。すなわち、このシステムにより、早期に現場課題を発見し、職員が原因究明と改善指示に集中できるような現場管理が可能になる。

4. おわりに

本稿では、映像と建機検出 AI から実績値を数量化して機械施工のムダな動きや作業時間のムラを可視化することで、職員の眼に代わり現場の状況変化を把握する手法を示した。職員は長時間の目視確認ではなく、建機検出 AI により算出された情報に基づき、予定外作業や作業の中断をチェックし改善するという現場管理が可能になる。今後は建設機械に加えて人間も同時に検出することで安全管理に資する手法に発展させていく。

謝辞

建機検出 AI の開発及び運用にあたり、富士ソフト株式会社様には多大なご協力をいただきました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 佐藤 諒, 木付拓磨, 松本江基, 早川健太郎, 花坂弘之, 朝倉健介, 伊藤祐介, 蒔苗耕司: 4K 定点カメラ映像による工事進捗管理システムの開発および試行結果(その1), 土木学会第75回年次学術講演会, VI-990, 2020.
- 2) 木付拓磨, 佐藤 諒, 松本江基, 早川健太郎, 永井利幸, 増田裕正, 伊藤祐介, 蒔苗耕司: 4K 定点カメラ映像による工事進捗管理システムの開発および試行結果(その2), 土木学会第75回年次学術講演会, VI-991, 2020.
- 3) 早川健太郎, 黒台昌弘, 木付拓磨, 増田裕正, 寺原勲: 現場映像から AI を用いて建設機械を自動検出するシステムの開発(その1), 土木学会第75回年次学術講演会, CS15-01, 2020.

表-1 作業内容判定基準

作業名	対象建機	指標
積込	ダンプ、バックホウ	BBが一定距離以内 30秒以上継続
荷下ろし	ダンプ	BBの高さが一定以上変動
敷均し	ブルドーザ	ブルドーザが稼働
締固め	振動ローラ	振動ローラが稼働
運搬	ダンプ	ダンプが稼働



図-3 BBの移動距離



図-4 BBの幅と高さの変動

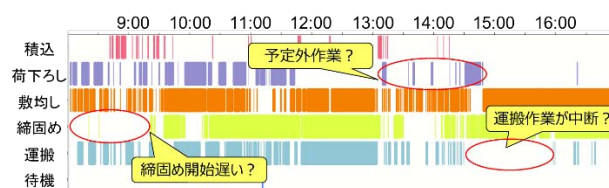


図-5 作業別実施時間

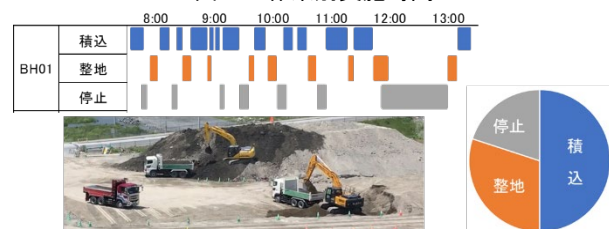


図-6 建設機械の稼働実績