

CPS の概念を導入した土木技術開発手法について（その2）

ー AI 画像処理技術を活用した施工状況のデジタル化 ー

大成建設(株) 技術センター 正会員 ○石井 喬之

大成建設(株) 技術センター 正会員 名合 牧人

1. デジタル化の必要性

「生産性向上」という課題に対し様々な産業分野で IoT を導入し生産システムの抜本的な合理化が進められている。例えば工場やプラント等の比較的パターン化された作業に対しては問題点を抽出し新規技術開発による課題解決が図られている¹⁾。しかし、建設作業は建設重機や作業員が複雑に関係し合うため生産システムの合理的な改善策の立案が難しい。改善に向け建設作業の関係性を分析するためには、それぞれの動線分析が必須であると考えられ、まずは位置情報を取得する必要がある。現在位置情報の取得に一般的に使用されている GNSS 機器は屋外の開かれた環境においては適用することが可能であるが、屋内や山間部の谷間等の上空が開けていない環境では適用が難しい。また、GNSS 機器は高価であるため、全ての建設重機等に搭載するのは現実的ではない。一方で、近年市販カメラの画像データを用いて位置情報を取得する技術として AI 画像処理技術を活用した物体検出やトラッキングが研究されている²⁾。

そこで筆者らは現場を俯瞰するカメラ映像データを活用し、低コストで非 GNSS 環境下でも運用可能な位置測定アプリケーションの開発を目的に技術検証を行った。

2. アプリケーションの構成

本アプリケーションの構成を Fig.1 に示す。施工エリアを俯瞰するカメラと取得した動画データを解析する解析 PC によって構成される。

使用したカメラ性能を以下に示す。

型番 : FDR-AX40 4K (SONY 社製)

画素数 : 829 万画素 (3480×2160)

フレームレート : 30fps

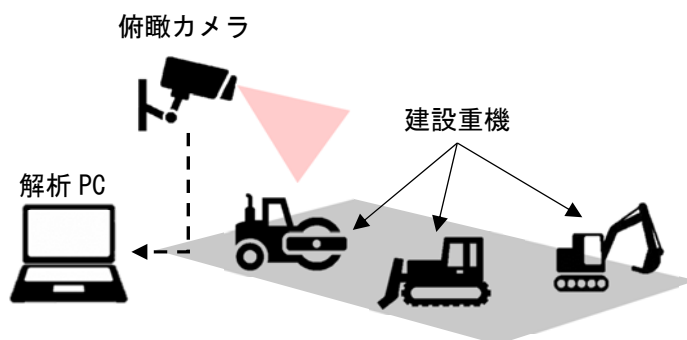


Fig.1 重機位置測定アプリケーションの構成

3. 実験概要

本検証は、AI 画像処理技術による建設重機の物体検出と物体検出結果から建設重機の位置解析が可能かを検証するものである。検証を行った実験エリアの平面図を Fig.2 に示す。検出対象の建設重機として振動ローラを使用し、模擬施工として約 15m の振動転圧を 3 往復行う。振動の影響が無いように約 40m 離れた場所に追尾式トータルステーション（以下、追尾式 TS）とカメラを設置した。追尾式 TS とカメラは予め時刻同期を行い、両者の計測データの比較から位置解析精度の確認を行った。

4. 検証フロー

画像データ取得から位置解析精度の検証を行うフローを Fig.3 に示す。

① 施工動画撮影・重機位置追尾

カメラにより振動ローラの施工状況を撮影する。また、追尾式 TS により振動ローラの位置を測定する。（解

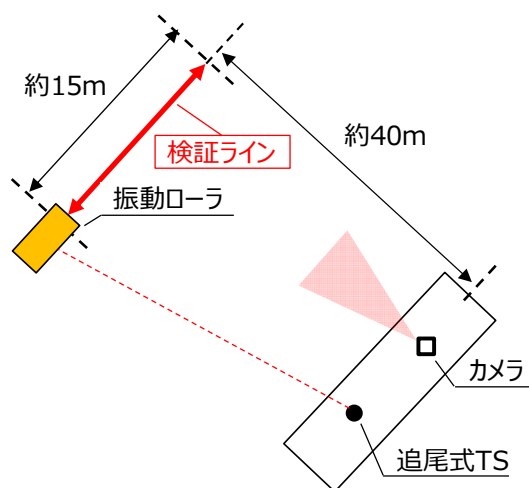


Fig.2 実験エリア平面図

キーワード デジタル化, AI 画像処理技術, トラッキング

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター生産技術開発部 TEL 045-814-7247

析の参照値とする)

② 画像教師データ作成

動画から1秒1枚の画像データに分割する。追尾式 TS 測定座標と時刻の同期を行い画像と位置座標のペアとする。

③ AI 画像学習

学習データを用いて振動ローラの物体検出について学習を行う。

④ 物体検出・位置解析

AI 物体検出による振動ローラ検出結果から位置を解析し追尾式 TS 測定座標との比較を行う。

5. 検証結果

追尾式 TS 座標と解析座標の差の時系列を Fig.4 に、解析結果の平面座標を Fig.5 に示す。振動ローラの移動軌跡と解析座標を比較すると、Fig.4 より特に枠で囲んだ箇所については、差が最大 1.3m と大きくずれていることが分かる。この箇所について Fig.5 より確認すると平面的に同じ位置であることが分かった。この位置を画像から確認すると作業員と重なっている位置であることが分かった。作業員と重なった箇所以外での差は平均約 40cm であった。

Fig.3 検証フロー

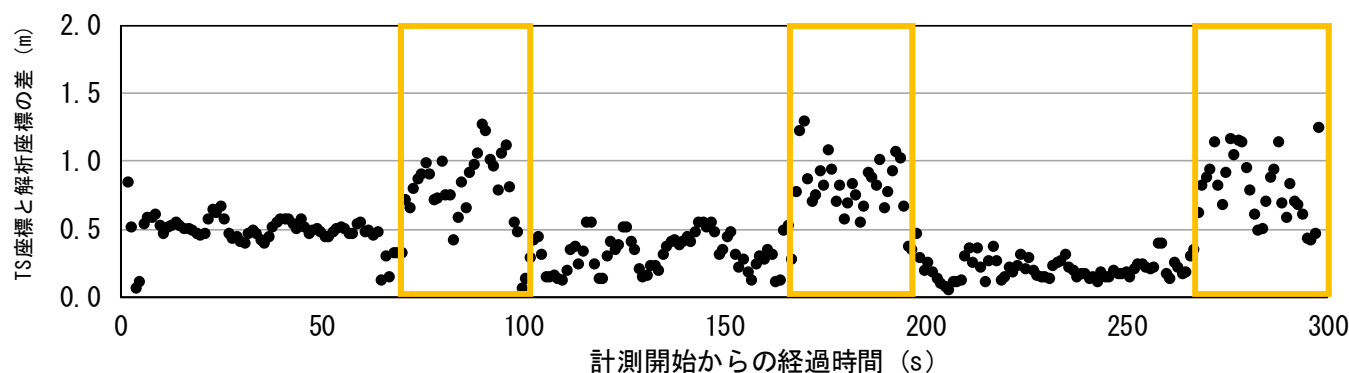


Fig.4 解析結果の時系列

6. まとめ

市販カメラ映像を使用した重機位置測定についての技術検証を行った。検証の結果、解析座標値は障害物が無い場合に平均 40cm 程度であり動線分析に用いる位置情報として利用可能であることを確認した。他の物体に重なった場合に誤差が大きくなる傾向があるため、学習データを増やし物体検出精度を向上させることやカメラを複数台にすることで解析対象が他の物体と重なるケースを低減する等の対応が必要と考えられる。

本検証を踏まえて位置測定アプリケーションを構築し、動線分析を行う方針である。画像処理を行うメリットの一つとして、何故そのような行動をとったのかという原因を追究することが可能である点が挙げられる。この利点を活かし建設重機や作業員の関係性を分析していく。

参考文献

- 1)大畠ら：ヒューマンファクターズ、動線分析機器を用いた設備運転における作業パターンの分析手法に関する研究、pp27-41,2013
- 2)井上ら：情報処理学会研究報告、全方位カメラを用いた物体検出とトラッキング、No.20, 2018

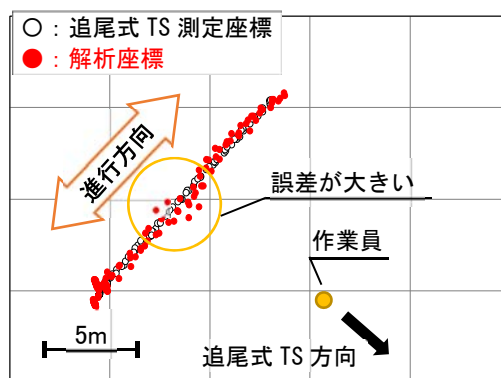
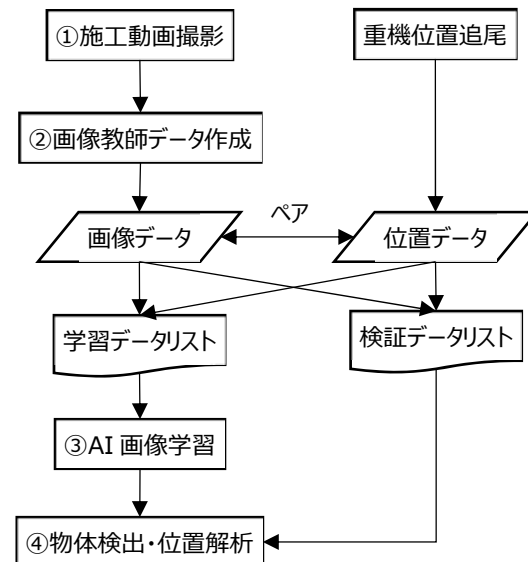


Fig.5 位置座標解析結果