

中小建設業における映像解析 AI の導入に向けた検討と試行

北海道大学 正 員 ○高橋 翔
 北海道大学 学生員 八木 雅大
 北海道大学 学生員 向井 智洋
 北海道大学 フェロー 萩原 亨
 環境風土テクノ 非会員 須田 清隆
 建設 IoT 研究所 非会員 Jevica
 建設 IoT 研究所 正 員 柳瀬ひろし

1. はじめに

インフラ分野においても社会経済状況の激しい変化に対応し、安全・安心で豊かな生活を実現するため、デジタル・トランスフォーメーション (DX) に向けた施策が種々行われている 1). 建設現場においては、施工状況を統合的に監理可能となる DX の環境構築に向けて映像の活用が期待されている 2). このような背景のもと、施工プロセスをプロファイリングする Construction Process Profiling (CPP) が提案されている 3). これらは各種業務をより高度化・高効率化する労働生産性改革に繋がることが期待されるが、その対象はスケールメリットの恩恵を受けづらい中小建設業においてこそ、活用されたい。しかしながら、ハードウェア・ソフトウェアの両面から現場導入に敷居が高いものであっては、その導入や管理コストが増大し、本末転倒となる。

そこで本研究では、近年その発展が目覚ましい機械学習 (映像解析 AI) の建設現場での活用と導入障壁を低くするための方法論について検討する。ここでは、映像を解析する機械学習を建設現場で活用するために、事前に検討が必要な項目を 1: 映像の取り扱いが簡便であること、2: 現場を俯瞰するセンシングでハードウェア構成が最小となること、3: 映像から定量的かつ簡便に作業の様子を把握・分析できることの 3 点に注目し、それらの解決策を検討する。また、本文の最後では建設現場で導入試行した様子を報告する。

2. 映像解析 AI の導入に向けた検討

本章では、映像の簡便な取扱、ハードウェアの最小構成、および映像からの定量的かつ簡便な現場の把握・分析の 3 点それぞれについて説明する。

2.1 映像の簡便な取扱: 映像活用のための注目場面検出

映像から必要な場面を探し出すことや、それらファイルの管理は現場において大きく負担となる。そこで、本研究では、映像中の目的個所を短時間で検索可能とするため、映像中に簡便な方法でマーキングし、画像解析によってその個所を特定可能とする。具体的には、出来形検査や品質確認などを作業員目線で記録した映像に、レンズを手などで覆うことによる暗転や QR コードを撮影するなどの方法でマーキングする。可能な限り簡便な方法を採用することが現場での負担の最小化に貢献する。マーキングされた箇所は、暗転によるマーキングであれば、画像の事後解析によって、明度が最小となる箇所を検出することで、映像中の目的個所を検索可能となる。このような方法によって現場での検証を文字に書き起こすことなく、記録・証明することが可能であり、建設 DX に繋がる。

2.2 ハードウェアの最小構成: 映像解析 AI に最適なカメラ配置の推定

映像解析 AI を建設現場で活用する目的を考えると、複数のカメラによって全体が俯瞰できるように撮影する必要がある。この実現には、無数のカメラを散りばめることとなる。しかしながら、現実には建設現場でのスペース確保や、カメラ設置作業の工数が課題となる。そこで本研究では、筆者らが道路空間を対象として進めた複数センサ配置条件の線形探索アルゴリズム 4) を応用する。具体的には、VR 空間に建設現場を再現し、多数のカメラでの撮影と AI による物体検出 5) をシミュレートする。その結果から、映像解析 AI に最適かつ最小台数となるカメラ配

キーワード AI, IoT, 情報化施工, 中小建設業, 映像 CIM, 映像活用

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究院 stakahashi@eng.hokudai.ac.jp

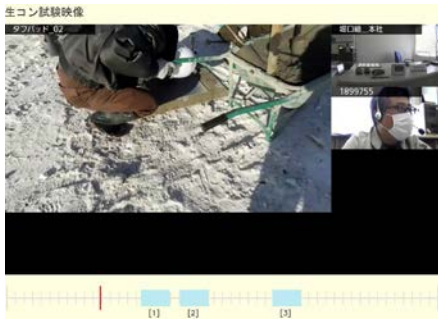


図-1 映像中の注目場面検出の例

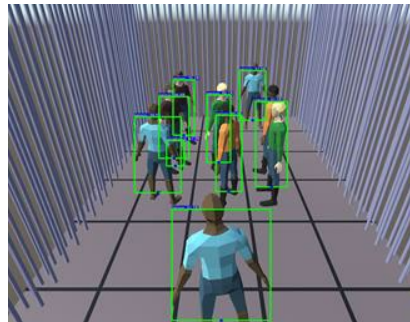


図-2 VR空間を撮影した画像の例



図-3 作業員の骨格検出の例

置を求める。このシミュレーションは3DのCIMが用意される段階で実施可能である。

2.3 映像からの定量的かつ簡便な現場の把握・分析：骨格検出と動作分析

把握・分析の対象は種々考えられるが、ここでは監督者が把握しようとする内容の一つとして、作業員の動作に注目する。具体的には、OpenPose 6)によって映像中の作業員の骨格を検出し、骨格の移動量から得る特徴量に基づいて作業員間の相互相関を求める。これによって作業員同士の関係性を評価する。本手法によって、互いに影響を与えている状況、あるいは影響がない状況について、作業の主体や従属性を定量的に把握することが可能となる。

3. 建設現場での導入試行

前章に挙げた手法を導入試行した様子を報告する。この対象は、コンクリート打設とした。図-1に注目場面検出、図-2にVR空間を撮影した画像、図-3に作業員の骨格検出、それぞれを例示する。図-1では、下側に映像の時間軸を示しているが、ここに注目場面を青色で提示しており、その時間が一目でわかる。図-2は、2.2節によって得られるカメラからの画像の例である。このときの結果は、262,143通りのカメラ配置から、この画角を含む2台で俯瞰できることを推定した。図-3では、映像からコンクリート打設の作業員の骨格を検出し、定量的な分析を可能とした例を示している。このような仕組みによって、例えば、主体作業者がバイブレータを持っている作業員であり、ポンプを持っている作業員と均しをしている作業員が、主体作業員から受ける影響を把握可能となる。

4. まとめ

本稿では、映像解析AIの活用に向けた提案と導入試行を進めた。中小建設業での活用には、システムの開発が容易であることが望ましい。また、常にテラーメイドとなる建設現場においては、それぞれの現場に合う実装も個別となる。この観点から、本稿では簡便またはオープンソースとなっているものを採用し、シンプルな開発項目となるよう検討している。このため、AIをプログラムする技術者への協力依頼が容易となる。このような技術者を有しない組織のためには、中小企業を支援する仕組の設計が必要となるが、いずれにしても実装の要求は簡便である。

参考文献

- 1) 国土交通省：インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション（DX）施策一覧（令和3年2月9日）。
- 2) 漆館直，西川充，須田清隆，可児憲生，横山隆明，金井理：映像や写真などビジュアル情報の施工活用について，令和元年度 土木学会 全国大会 第74回年次学術講演会，2019。
- 3) 大庭将宣，五十嵐貴範，樋口高史，正木輝夫：CPP (Construction Process Profiling) による建設生産プロセスの将来予測の可能性について，令和3年度 土木学会 全国大会 第76回年次学術講演会，2021。
- 4) 向井智洋，阿部恭征，高橋翔，萩原亨：道路交通の協調観測における複数センサ配置条件の全探索アルゴリズムに基づく推定に関する研究～駐車場における駐車状況把握のための最適なカメラ配置条件推定～，令和3年度土木学会北海道支部 論文報告集，Vol. 78，2022。
- 5) A Bochkovskiy, C Wang, HYM LIAO Yolov4:Optimal speed and accuracy of object detection, arXiv preprint arXiv:2004.10934, 2020.
- 6) Z. Cao, T. Simon, S.-E. Wei and Y. Sheikh: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields, in Proc. the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 7291-7299, 2017.