

氏 名	早川 健太郎
学 位 の 種 類	博士（事業構想学）
学 位 記 番 号	第55号
学位授与年月日	令和7年9月19日
学位授与の条件	学位規程第3条第3項該当
学 位 論 文 題 目	建設現場の映像解析による管理指標を用いた施工マネジメントシステム に関する研究
論 文 審 査 委 員	主査 太田 賢 副査 蒔苗 耕司、石内 鉄平、徳永 幸之

論文の要旨

本論文は、建設現場における施工管理の効率化を目指し、現場巡視による作業状況の良否判断に代わる定量的な評価手法を定めること、建設現場の映像に AI（Artificial Intelligence）を用いた解析技術を適用して施工管理の基本となる QCDSSE に関連する管理指標を数値化すること、それに基づき意思決定を支援する施工マネジメントシステムを構築し、現場適用を通じてシステムの有用性を明らかにすることを目的として研究を行ったものである。

第一に定量的な評価手法として、PMBOK（Project Management Body of Knowledge）における KPI（Key Performance Indicators）の考え方にに基づき、計画値と実績値の対比により作業状況の評価できる項目を管理指標として定義した。管理指標を数値化するプロセスの設定では、映像中の注目ポイント及びその状態を映像解析技術で検出して実績値に変換し、計画値と比較することで管理指標値を求めることが可能であることを示した。

第二に、映像中の注目ポイントを自動で検出する手法として物体検出 AI を採用し、建設機械の稼働状況を自動で計測できる建機稼働把握システムの構築及び性能評価を行った。建機検出 AI と類似車両を識別するカテゴリ認識 AI を組み合わせて誤検出を低減することにより、施工管理に求められる精度で稼働状況を把握することができた。また他現場での適用に関する汎化性能については、機械学習に用いる学習データを収集した場所とは異なる現場に適用した場合には検出精度が低下するものの、データセットのラベル数を均一に整えることで汎化性能が向上することが明らかになった。

第三に、建機稼働把握システムをベースに工程管理及び安全管理に関する定量的な管理指標値を可視化できる施工マネジメントシステムを構築し、ダム建設現場に適用してその有効性の評価を行った。その結果、無駄が多く改善の余地がある作業や労働災害リスクが増加する時間帯が明らかになり、現場技術者による問題箇所の発見や原因究明に資することが示された。

以上のように、施工管理を担う現場技術者が映像と管理指標を用いたマネジメント手法によって作業の進捗状況や不具合・トラブルの予兆を定量的に評価できることから、施工管理の効率化に有効であり、次世代の施工マネジメントシステムとして実現性があると結論付けた。

審査結果の要旨

本論文は、建設現場の施工管理における効率化を目的として、映像解析から得られる管理指標（KPI）の可視化に基づくマネジメントシステムを構築し、建設現場での実証実験によりその有用性を明らかにしようとするものである。論文は七章で構成されており、その構成は以下の通りである。

第1章では、建設現場の生産性における課題を示し、研究目的として映像解析技術を適用した施工管理指標の可視化に基づく施工マネジメント手法を研究することを述べている。第2章では、建設マネジメントや映像解析に関連する既往研究をレビューし、本研究の意義を明確にしている。第3章では、プロジェクトマネジメントの知識体系である PMBOK 及び現場技術者へのアンケートから得られた注目ポイントを基に、映像から取得した情報に基づく管理指標の設定プロセスを提案している。第4章では、建設機械の稼働状況を自動的に計測するため、建設現場の映像から建設機械を検出する AI モデルを適用したシステムを構築し、その有効性を検証している。第5章では、前章までに示した管理指標と建設機械の稼働状況を計測するシステムとを組み合わせ、工程管理と安全管理に関連した複数の管理指標を可視化するマネジメントシステムを構築し、ダム建設現場での実証実験により、システムの有用性を明らかにしている。第6章では本研究で構築した映像と管理指標を用いた施工マネジメントシステムの応用として、検出・管理指標への変換・可視化・改善のサイクルに基づくマネジメント手法を説明するとともに、センサ等の補完を含めた次世代施工マネジメントシステムのあり方について論じ、今後の建設現場の施工管理業務の変革をもたらす可能性を示している。第7章は結論であり、本論文で明らかにしたことを3点に集約し、提案手法の有効性と今後の展望について論じている。

なお、論文を構成する核となる部分は、土木学会論文集掲載論文（査読付）及び土木情報学に関する国際会議論文（査読付）等に基づいている。

以上に示す通り、本論文は建設現場の施工マネジメントにおいて、映像解析技術に基づく管理指標を可視化できるシステムを適用することにより、建設現場の工程管理や安全管理に有効に機能すること、それを適用したシステムにより、今後の建設現場の DX に貢献するマネジメント手法を論じたものとして論文の価値は高く、博士論文として十分な新規性・有用性を有するものであるとともに、事業構想学の発展に寄与するものである。よって、博士（事業構想学）の学位論文として合格と認める。