

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	岡田 共史
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項・2 項該当		
論 文 題 目			
モデルとデータを活用した自動運転ショベルのオンライン環境適応に関する研究 (A Study on Online Adaptation of Autonomous Excavators to Environmental Conditions Utilizing Model and Data)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	山本 透	印
審査委員	教 授	栗田 雄一	印
審査委員	教 授	菊植 亮	印
審査委員	准教授	脇谷 伸	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文では、モデルとデータを活用し、作業中に環境条件に適応可能な自動運転ショベルの実現を目指した制御系を設計している。とくに、自動運転ショベルの掘削動作を対象とし、モデルとデータを用いて環境条件の変化を捉える手法、ならびにモデルを制御に用いる手法について検討している。</p> <p>第 1 章では、建設現場の課題と DX に関する取り組み、自動運転ショベルに関する研究開発と課題、それらの課題解決におけるモデルとデータ活用の重要性について述べている。</p> <p>第 2 章では、油圧ショベルのアタッチメントと作業対象との相互作用のモデル化と、データを活用したモデリング手法を提案している。具体的には、その相互作用を局所的に見たとき、掘削距離と掘削力の関係性を質点、ばね、およびダンパ要素による抵抗が発生する系と仮定してモデル化している。また、相互作用特性の変化を捉えるために、データベース駆動型モデリングを新たに提案している。さらに、相互作用特性の変化をモデル化誤差に基づき検出し、検出に応じてモデリングを実行する、アラームマネジメントに基づくデータベース駆動型モデリング手法に拡張している。この手法を油圧ショベルの自動掘削問題への適用を通して、計算コスト低減やモデルの振動的な変化の抑制が可能となっていることを示した。</p> <p>第 3 章では、自動運転ショベルにより所望の掘削動作を実現するための、データベース駆動型モデル予測制御系を新たに提案している。具体的には、第 2 章で提案した油圧ショベルー環境相互作用を制御対象とし、作業対象の特性変化をデータベース駆動型モデリングで捉え、そのモデルを用いてモデル予測制御を行う手法について考察している。本手法を、ラジコンショベルへの適用を通して、自動運転ショベルの掘削動作に対して有効な制御手法であることを確認している。</p> <p>第 4 章では、自動運転ショベルの掘削動作において、アタッチメントと作業対象との相互作用特性に応じた目標掘削軌跡のオンライン修正方法について考察している。具体的に</p>			

は、作業対象特性に適した目標掘削軌跡に修正する手法を提案している。本手法についても、自動運転ショベルの実機への適用を通して検証している。とくに、バケット先端の動作予測に基づいて掘削停止の判断を行い、指示された掘削時間内に掘削を完了できるようにオンラインで軌跡修正する手法を確立している。本手法により、掘削中に停止することなく、予め設定された軌跡終点まで到達できることを実機への適用を通して検証している。

第5章では、第2章から第4章において提案した手法を統合し、自動運転ショベルが環境条件にオンライン適応するための制御系の構築法について考察している。また、ラジコンショベルを用いた実験検証により、予め設定された掘削軌跡の終点まで到達できることを実証している。

第6章では、本研究を総括すると共に、建設現場のサイバーフィジカルシステムへの発展と、これを活用した将来の建設現場について展望している。

このように、本論文では、モデルとデータを有効的に活用することにより、自動運転ショベルの環境適応をオンラインで実現する制御系の構築法を与え、実機やラジコンショベルへの適用を通してその有効性を示した。本研究は、建設現場における労働人口減少が大きな社会問題となり、自動運転ショベルの積極的な導入が進められている現状において、今後のさらなる展開が期待される場所である。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。