

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	平岡 京
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 油圧ショベルとオペレータの適応協調制御に関する研究 (A Study on Adaptive Shared Control for a Hydraulic Excavator and Operators)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	山本 透	
審査委員	教 授	高木 健	
審査委員	教 授	栗田 雄一	
〔論文審査の要旨〕			
<p>建設業界では ICT 施工による施策“i-Construction”のもと、データを活用することで人の操作を自動化、または半自動化することで作業を簡易化し、建設現場の生産性を高める取り組みが進められている。これにより、作業効率が人に依存せず、初心者でも作業を正確に行うことが可能になることが考えられる。一方で、建設機械の作業効率向上だけでなく、人にも着目し仕事に対するモチベーション維持に繋げるためにも、操作者自身の判断に基づき操作し、優れた作業を行える、人と機械が協調する操作支援システムの開発が急務な状況にある。</p> <p>本論文は、人（操作者）が操作する油圧ショベルにおいて、人が主体的に操作を行いながらも操作する人によらず作業の生産性を向上させることを目的とし、人に応じてコントローラによる操作支援を調整する制御手法について考察したものである。具体的には、作業データを活用し、人や機械の特性変化に対応する制御器の設計手法を新しく提案している。さらに、本手法の有効性を油圧ショベルへの実装を通して評価している。</p> <p>第 1 章では、人間中心の新しい社会に向けた取り組みとして、建設現場における施策と油圧ショベルの操作支援制御に関する先行研究をサーベイすると共に、本論文の主題である人とコントローラの協調制御系の必要性について述べている。</p> <p>第 2 章では、応答予測手法を用いたデータベース駆動型制御法を新しく提案している。対象としている油圧ショベルは、非線形システムであると共に、作業により操作入力に変化することに伴いシステム特性の一つであるむだ時間が変動することが知られており、制御系を設計する上で大きな課題となっている。この問題を解決する制御法を提案すると共に、本手法の有効性を数値シミュレーションへの適用を通して検証している。</p> <p>第 3 章では、油圧ショベルにおける人の操作を考慮した操作支援制御系の設計法について考察している。油圧ショベルでは油圧干渉により、動作が干渉の影響を受けることが知られている。このことに着目し、出力干渉に対応した制御系の設計手法を新しく提案している。具体的には、人の操作とそれに起因する観測可能なシステムの内部状態量をデータ</p>			

ベースに格納することで、人の操作情報を陽に制御器設計に反映させることを実現している。さらに、本手法を実機実装して、その有効性を定量的に検証している。

第4章では、油圧ショベルの協調制御系における操作支援度の設計法について考察している。ここでは、人の特性に応じて操作支援度を変更する機能を **Shared Management** と定義し、作業データを用いて人とコントローラの協調制御系から導出される一般化出力を導入し、これが油圧ショベルの出力と等価になるように調整することで、操作支援度を自動算出する手法を提案している。また、本手法の有効性を実機への実装を通して検証している。

第5章では、本研究を総括するとともに、その社会的意義、ならびに今後の展望についてまとめている。

このように、本論文では油圧ショベルを対象とし、人や機械の特性変化に対応する **Shared Management** に基づく操作支援システムを構築すると共に、実機実装を通してその有効性を顕著に示した。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っている中、‘人に優しく、そして人が成長する’油圧ショベルの開発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。