

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	小熊 尚太
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 油圧ショベルの故障予測に関する研究 (A Study on Failure Prediction of Hydraulic Excavators)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	山本 透	印
審査委員	教 授	高橋 勝彦	印
審査委員	教 授	中野 浩嗣	印
審査委員	大阪公立大学 教 授	大野 修一	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>近年、機械のセンサから得られたデータにもとづいてメンテナンス時期を決定する状態基準型の保全方式が見られている。また、データ活用への関心も高まっており、機械学習や深層学習などといった人工知能から平均や分散などの統計情報を使うことにより、産業領域での課題を解決することが求められている。このような課題を解決するために、本論文では、油圧ショベルの稼働ロスを最小化し建設現場の生産性を向上することを目的とし、油圧ショベルのアフターサービス業務における保全活動を対象として、機体から得られる稼働データに基づいた故障の予測方法について考察している。</p> <p>第 1 章では、建設業における社会的課題について説明し、油圧ショベルのメンテナンス・保全活動に関する課題を纏めている。また、データにもとづいた故障予測の重要性について述べると共に、本研究の位置づけについても言及している。</p> <p>第 2 章では、時系列データを用いた油圧ショベルの故障予測法について考察している。具体的には、教師なし学習のひとつであるオートエンコーダを用いて、事前に正常な状態の作業データを学習することにより故障を予測する方法を新たに提案し、その有効性を油圧ショベルの掘削作業への適用を通して検証している。また、学習データの特徴のみを復元できる畳み込みオートエンコーダ (CAE) を用いて操縦者の操作技量差異についても考察している。</p> <p>第 3 章では、掘削作業の動作分類する手法、ならびに特定動作に着目した故障予測モデルとする方法を提案している。具体的には、油圧ショベルの一般的な掘削作業である「掘削」「持上旋回」「排土」「復帰」「待機」に対して、これらの動作を長期的な時間依存性を学習できる長短期記憶 (Long Short-Term Memory(LSTM)) を用いて分類モデルを作成し、操作スキルの異なる「熟練操縦者」「一般操縦者」「非熟練操縦者」の作業データを用いて動作分類を行っている。さらに、「持上旋回」と「排土」の動作を対象として、アクチュエータの流量からポンプ流量を重回帰式により求め、ポンプの故障を予測する方法について考察している。</p>			

第4章では、油圧ショベルの残存耐用時間による故障予測法について考察している。具体的には、油圧ショベルの上部旋回体に設置されている既存のセンサから、取得される情報から機械学習による予測モデルを作成し、下部走行体の故障を予測する方法を提案すると共に、故障までの残存耐用時間を予測する方法についても言及している。

第5章では、本論文を総括すると共に、データ活用による油圧ショベルの故障診断・故障予知などに関わる研究・開発に留まらず、これらを事業活動に取り込んでいくことを今後の展望として纏めている。

このように、本論文は、データ活用に基づく油圧ショベルの故障予測について、いくつかの方法を提案すると共に、数値例によりその有効性を示している。産業社会において、データ解析に基づいてシステムを運用することへの関心が高まる中、本研究は、油圧ショベルの稼働データから、予め故障を予測できる可能性を示唆するものであり、今後の研究・開発の発展のみならず、社会実装への展開が大きく期待できるものである。

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。