

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )	氏名	山本 翔平
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 データ駆動型スマート塗装システムの構築と実装 (Construction and Implementation of a Data-Driven Smart Painting System)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	山本 透	
審査委員	教 授	高橋 勝彦	
審査委員	教 授	中野 浩嗣	
審査委員	准教授	脇谷 伸	
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文では、塗装ロボットを対象とし、データ駆動型スマート塗装システムを構築すると共に、数値シミュレーション、および実システムへの実装を通してその有効性を検証している。とくに、環境条件に対応して、塗装に係る動作条件を適応的に決定する機構、ならびに環境条件と動作条件から塗装品質を予測する機構の設計手法を提案している。</p> <p>第 1 章では、塗装分野の自動化に関するこれまでの取り組みを概観すると共に、データ駆動型スマート塗装システムが備える機能について述べている。</p> <p>第 2 章では、Just-in-Time 法に基づく塗装に係る動作条件の決定機構の設計法を提案し、その有効性を数値例への適用を通して検証している。本手法によると、新たな動作条件が不良データの中心から離れた位置に出力されることを示しており、効果的に品質が改善される可能性を示唆している。また、線形サポートベクターマシン (SVM 法) 用いることで、繰り返し計算に係る計算時間を効果的に抑えることができ、さらに歩留まりが向上することを示している。</p> <p>第 3 章では、塗装プロセスと塗装品質の評価の間の時間遅延を低減するため、データベース駆動型アプローチに基づく塗装品質予測器の設計法を新しく提案している。具体的には、予測精度を向上させるために、予測値に対する修正量を新たに導入し、これを学習により修正することで、環境条件や動作条件に対応して塗装品質を予測する方法を与えている。このとき、提案手法による修正量の更新が、予測結果の 2 値化におけるしきい値の適応的な修正と等価であることにも言及している。さらに、数値例への適用を通して、提案手法の有効性を定量的に示している。</p> <p>第 4 章では、上述の動作条件決定機構 (第 2 章) と塗装品質予測器 (第 3 章) を統合することで、データ駆動型スマート塗装システムの構築法を提案している。具体的には、動作条件決定機構により決定された動作条件を基に、塗装品質予測器により塗装品質を予測するシステムの構築方法について考察している。このとき、塗装不具合を減少させる「ために、塗装品質予測値が不良を示す場合には近傍データを修正し、再度動作条件決定機構</p>			

により動作条件を算出することを提案している。本手法を数値例への適用を通して、有効性を検証している。加えて、実際に量産で使用されている塗装ロボットに提案システムを実装し、従来技術との比較において有用性が顕著であること明らかにしている。実機実装においては、環境条件に応じて動作条件が連続的に変化する様子が再現されること、およびその変化が熟練者の感覚と定性的に一致することについても言及している。

第5章では、本研究を総括すると共に、提案したデータ駆動型スマート塗装システムを内包するサイバーフィジカルシステムの構築など、今後の研究を展望している。

このように、本論文では、油圧ショベルの塗装プロセスにデータ駆動型アプローチを導入することにより、塗装に係る動作条件決定機構と塗装品質予測機構から構成されるデータ駆動型スマート塗装システムの構築法を新たに提案し、数値例と実システムへの適用を通してその有効性を示した。本研究は、少子高齢化や若年就業者の減少による労働力不足、ならびに技能の継承問題などが指摘されている製造業の現状において、これらの社会課題を解決する一助になることが大いに期待されることである。

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。