

氏名(本籍)	Syafiq Fauzi Bin Kamarulzaman			
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博甲第 7304 号			
学位授与年月日	平成 27 年 3 月 25 日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当			
審査研究科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	Design of Multiple-Functions Controller Based on Machine Learning (機械学習による多機能制御系設計)			
主査	筑波大学 教授	工学博士	安信 誠二	
副査	筑波大学 教授	Ph. D. (工学)	堀 憲之	
副査	筑波大学 准教授	博士(情報科学)	望山 洋	
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	延原 肇	
副査	筑波大学 助教	博士(工学)	澁谷 長史	

論文の要旨

機械学習による制御系の設計は、対象のモデル化が困難な対象の制御へ計算機能力を活用した設計方式として適用が進められている。しかし、制御対象が多変数で要求される機能が複数の場合、各機能を独立した制御器で学習しそれを階層的に統合する方式も試みられているが設計が困難である。この課題に対して、多変数非線形の対象に対しても旨く獲得している人間の様に、多機能な状態行動則を学習することが課題である。本論文では複数の機能を有する制御系の状態行動則を、各機能に対応した下部状態行動則とそれらを複合知識として統合して扱い、この知識を人間の知識獲得法を模擬した機械学習によって獲得する方式を提案している。

第2章では、台車の移動領域に制約がある振り制御装置の非線形システムを対象として、振り上げと倒立維持の多機能制御に対する機械学習システムを提案している。台車の移動制約への接触を回避するため、台車の移動目標位置を補助目標として台車移動モータへの駆動電圧を生成する下位の制御系を準備し、補助目標による制約つき非線形制御システムの制御系を機械学習により実現している。実機実験では、台車が制約に接触することを回避し、振り上げと倒立維持の制御則を獲得している。非線形の制御装置に多面的機能を供給し、補助目標により、安全で高信頼の制御を、多機能学習制御により達成できている。

第3章では、多状態の非線形対象の制御に複数の制御知識を適用している。空中移動体の急速な位置制御における熟練操縦者の運転方法の学習を参考にして、複数の制御知識を機械学習で獲得しそれらを統合している。その結果、人間と同様に、複数の制御知識による学習制御系における、複数の制

御知識の統合による非線形制御の同時実現が提供でき、多状態多目的制御を達成している。

第4章では、複数の制御知識（状態行動則）を意思決定管理部で複合知識（複合状態行動則）として合成し学習する方式を提案している。この複合知識の学習は、行動に用いた下部知識を管理し、対応した下部知識の部分を学習している。複合知識による多機能学習制御システムを、ロボットデバイス（掃除ロボット）の操作に適用し、目標到達機能と障害物回避機能を統合した複合状態行動則を学習している。

本研究で開発した多機能学習制御システムは、環境の変化への自律的な対応が可能で有り、安全・高信頼な制御系設計へ適用出来る。

審 査 の 要 旨

【批評】

複数の制御目的を持つ非線形対象に対して、状況に応じて適切な行動指令を決定する多機能制御系の状態行動則を機械学習することは、重要な課題であるが実現は難しい。本論文では、複数の機能を独立に対応する知識とそれらを状況に応じて選択して実行し、その結果の報酬を元となった行動知識にフィードバックし、知識を洗練する構成の新しい方式を提案し、その有効性を実験により確認しており、実システムへの応用が期待できる。

しかし、本論文では提案方式の評価を計算機内に MATLAB/SIMLINK を用いて構築したシミュレーション評価、掃除ロボットの実機を用いた簡単な環境における評価による、基本的性能の確認に留まっている。より汎用的な対象に対して、効率よく知識を獲得するための工夫が求められる。

【最終試験の結果】

平成27年1月26日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。