

Title	産業用ロボットアームの解析と制御に関する研究
Author(s)	後藤, 聡
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3106813">https://doi.org/10.11501/3106813</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	後藤 聡
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 1 2 0 5 5 号
学位授与年月日	平成 7 年 7 月 2 5 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	産業用ロボットアームの解析と制御に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 木村 英紀 (副査) 教授 須田 信英    教授 田村 坦之    教授 藤井 隆雄 教授 宮崎 文夫

### 論文内容の要旨

産業用ロボットは、人間にとって危険であったり、過酷であったり、単調な作業を代行するために、約 30 年前に誕生し、現在では、人間にとって困難な精密作業、人間による汚染を嫌うクリーン環境下での作業や人間が行なえないような悪環境下での作業にも利用されるようになってきている。

本論文の目的は、産業用ロボットアームの現場における様々な経験則の解析と理論的裏付けを行ない、また、産業用ロボットアームに容易に適用することができる高精度制御法を開発することにある。現状の産業用ロボットアームは工作機械の延長上にあり、ロボットアームを構成する各軸がそれぞれ独立に制御されており、ロボット制御理論と、産業用ロボットアームで実際に用いられている制御の現状との間には大きな隔たりがあるといわざるを得ない。産業用ロボットアームの特性の解析についても、あまり行なわれることがなく、実際に作業を行なう上において問題が生じた場合には、その場の調整や今までの経験則により解決を図ってきており、問題点の原因究明や、特性解析はなされていない。また、産業用ロボットアームの動作の高速高精度化に対する要求は、年々高まってきており、経験則だけで対応するには限界がある。

本論文では、産業用ロボットアームの解析と制御に主眼をおき、特に、制御においては、実機にすぐに応用することが可能である手法を開発することを念頭においている。本論文の章構成について説明する。1章で序論を述べ、2章、3章、4章で産業用ロボットアームの解析を行なっている。2章では産業用ロボットアームのアクチュエータに利用されつつあるソフトウェアサーボ系の解析を行ない、3章では産業用多関節ロボットアームの作業座標系における線形モデルの妥当性を評価し、4章では産業用多関節ロボットアームの高速動作時における制御性能劣化の原因と評価を行なっている。5章、6章、7章では、産業用ロボットアームの高精度制御を実現するための制御手法である教示信号修正法を提案している。5章では目標軌道の修正に極配置レギュレータ理論を用い、6章では速度情報のみを修正し、7章ではガウシアンネットを用いて教示信号を修正する教示信号修正法を提案している。8章では従軸逆ダイナミクスを用いた主軸位置同期制御法を提案し、9章で結論を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、産業用ロボットアームの解析と制御に関する研究をまとめたものである。産業用ロボットがわが国の生産現場に本格的に導入されてすでに10年以上経過しているが、そのシステム構築と運用には種々の問題点が生じてきている。本論文は、産業用ロボットアームの現状の制御法における問題点の解明と制御性能を向上させる手法の提案と、実際に稼働している産業用ロボットアームの経験則の理論的裏付けを行なうことにより将来の発展への基礎を与えるものであり、9章から構成される。1章では、産業用ロボットアームの歴史、使用例、制御法の現状とその問題点について説明し、本論文の目的を明確にした。2章では、産業用ロボットアームに用いられるソフトウェアサーボ系において、トルク分解能と制御性能との簡単な関係を導出し、分解能を決定する簡単な公式を与えた。3章では、制御系の分析に用いられている作業座標系において各座標軸独立の線形モデルと、実際のロボットの非線形特性との差を動作条件に応じて評価し、それと関連して、4章では、高速輪郭制御における性能劣化の原因を究明した。後半では現場で手軽に実施できる制御方法を提案している。特に、5, 6, 7章で提案している教示信号修正法は、従来行なわれているようなモデル化誤差にもとづく操作量の修正ではなく、ロボットへの入力である教示信号を修正するもので、産業用ロボットアームの制御としては極めて斬新な方式であるとともに、系の変更やセンサの付加などのハードウェアの変更を必要とせず商用の制御装置をそのまま用いて実施できるのが特徴である。8章で提案している主軸位置同期制御法は、時定数の異なる複数個の制御対象の協調制御を、現在の産業用ロボットのハードウェアを用いて実現しようとしたもので、多軸の軌道制御に大きな効果のあることが実証されている。9章では、本研究での結果を総括し、今後の課題を述べている。

本論文で行っている研究は、すべて、産業界において実際に生じている問題と密接に関連しており、提案している制御手法は、より一般的な産業用メカトロサーボ機器に対しても適用可能である。また、解析の妥当性や制御手法の有効性の検証は、実機の産業用ロボットアームや、生産現場で実際に用いられているサーボ系によって構成されている直交座標ロボットを用いている。以上、本研究はアカデミックなロボット制御の研究と実際の産業用ロボットの制御の間のギャップを埋めるもので、得られた成果はただちに産業用ロボットアームや産業用メカトロサーボ機器に適用することができる点で有効性が顕著であるだけでなく、より高度な産業用ロボット制御の課題を呈示しているという点で学問的意義も高いため、学位論文として価値があると判断した。