

Title	ロボットのダイナミクスシミュレーションに関する研究
Author(s)	増田, 隆広
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/2410">https://hdl.handle.net/11094/2410</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 【14】

氏名・(本籍)	ます だ たか ひろ 増 田 隆 広
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8718 号
学位授与の日付	平成元年4月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	ロボットのダイナミックスシミュレーションに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 有本 卓 (副査) 教授 瀬口 靖幸 教授 吉川 孝雄 助教授 宮崎 文夫

## 論 文 内 容 の 要 旨

試作試験の繰り返しによるロボットの開発は、パラメータの数が非常に多いため、設計諸元の決定に多大の時間と費用を必要とする。これはロボットシステムが多くのサブシステムによって構成され、様々な分野の技術を総合して検討する必要があるためである。このような課題に対しては、計算機シミュレーションが有力である。さらに、ロボットアームの自由度が増加すると、そのダイナミックスを記述する解析式の導出がきわめて困難になることに加え、メーカーにとっては、結果を解析式の形ではなく、評価の容易な数値で提示する必要がある、シミュレーションはこれらの目的とも合致する。

効率的なシミュレータの開発を目的として本論文では、ロボットのダイナミックスやそのシミュレーション技術について研究している。そして開発したシミュレータを用いてロボットの設計法や制御法について検討している。得られた主要結果を以下に示す。

- (1) 運動方程式の記述法として、これまで、あまり一般的でなかったアップル法に注目して汎用性のあるロボットダイナミックスシミュレータを開発した。
- (2) 開発の過程で明らかになったアップル法の種々の優れた点を指摘し、これを利用してロボットアームの汎用的な逆変換や閉ループ力学系の運動解析を達成した。
- (3) 関節座標上の拘束条件付力学系の解析法を提案し、これを用いて、複数の力学系の連成する複合力学系のシミュレーションが可能であることを明らかにした。またこの過程で本解析法は適用範囲が広く、枝分れ力学系の解析、ループを含む力学系の解析、モーターの回転を考慮した動力学解析等に応用できることを示した。
- (4) 開発したシミュレータを産業用ロボットに適用し、実設計に対する有益性を示した。これに基づい

て産業用ロボットの設計法や制御法に関して2, 3の提案を行った。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、ロボットマニピュレータを始めとする種々の形式の多リンク機構を対象にして、その運動解析を行い、その結果に基づいて計算機シミュレータを開発した研究成果をまとめたものである。

産業用ロボットは多自由度の開ループリンク機構から成るが、関節の数が増えると、そのダイナミクスを記述する運動方程式は極めて複雑になり、従って、運動のシミュレーションを効率よく行うための工夫が必要になる。そのため、Lagrange法やNewton-Euler法に基づく再帰的アルゴリズムが提案された。本研究では、むしろ今までに注目されていなかったAppel法を取り上げ、これによって汎用シミュレータが設計できることを様々な場合について検討し、実際にシミュレータ開発を行っている。特に、Appel法が逆ダイナミクスとともに順ダイナミクスの導出にも使えることを示し、また、逆変換や閉ループ系のダイナミクスの導出にも効率のよい方法を与えることを示している。また、ロボット作業の多くは、手先と作業対象との幾何学的拘束のもとで行われるが、このような拘束条件付きの力学系の解析法を提案し、これに基づいて複数の力学系の連成する複合力学系のシミュレーションが可能になることを示している。なお、この考え方は、枝分れの力学系やループを含む力学系の解析にも、また、モーターの回転を考慮した動力学解析にも応用できる。

その他、開発したシミュレータを産業用ロボットに適用し、得られた結果をまとめるとともに、これより産業用ロボットの設計法や制御法に重要な指針が得られることを示唆している。このように、本論文はロボット工学のみならず広く機械工学の研究の発展に寄与しており、工学博士の価値あるものと認める。