



Title	多軸同期システムの指令値最適化に関する研究
Author(s)	宮崎, 友宏
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/41368">https://hdl.handle.net/11094/41368</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	宮 崎 友 宏
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 6 2 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電子制御機械工学専攻
学 位 論 文 名	多軸同期システムの指令値最適化に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 池田 雅夫  (副査) 教 授 赤木 新介    教 授 古 莊 純次    助教授 太田 快人

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、産業用の自動機や加工機を構成する多軸同期システムを対象として、高速かつ高精度動作を実現するための指令値最適化方式を提案している。具体的には、要求される同期精度を維持しながら、振動抑制と可能な限りの高速動作を同時に実現する問題を考え、そのための最適な指令値を生成する方法を提案しており、以下の 6 章より構成されている。

第 1 章では、多軸同期システムの最適指令値生成方式に関して、これまでの研究を整理し、本論文で取り扱うべき課題を明らかにしている。

第 2 章では、複数軸の同期動作を実現するためのマスタ・スレーブ方式の概念を導入し、マスタ軸の動作速度を最適化することによりスレーブ軸の高速動作を実現する手法について、その基本的な考え方を述べている。

第 3 章では、モーターの最大トルクと指令値への追従誤差の許容範囲を制約条件として、与えられた軌道を最短時間で動作させるように指令値を発生する方式を提案している。本方式では、機械系の振動特性に不確定性があるとし、制御系の動作周波数領域を機械系の固有振動数以下に制限することにより振動を抑制している。

第 4 章では、第 3 章で得られた制約付き非線形最適化問題の高速解法を提案している。本方式では、制約付き最適化問題を無制約最適化問題に帰着させるために、この評価関数に含まれる時変重みを制約条件を満足するように設定している。さらに、この無制約最適化問題を最適レギュレータ理論を応用して解くことができることを示している。本方式は、勾配法の一つである許容方向法よりも、計算時間を大幅に短縮している。

第 5 章では、マスタ軸の動作速度の最適化だけでなく、同時に指令値の最適整形を行うことにより、より高速で高精度の動作を実現する方式を提案している。本方式は、ひとつの動作の中で作業要求が変化する場合を考慮しており、高速動作と高精度制御を両立させることを可能とする。

最後に、第 6 章で結論を述べ、将来の研究課題について述べている。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

産業用の自動機や加工機には複数軸の同期動作を必要とするものが多くあり、生産性向上のためには、高速で高精

度な同期制御の実現が不可欠である。本論文は、このような多軸同期システムを対象として、高速かつ高精度な同期動作を実現するための指令値最適化方式を提案している。一般に動作を高速化すると機械振動や精度の劣化を引き起こすため、要求される同期精度を維持しながら、振動抑制と高速動作を同時に実現することは困難な問題である。本論文は、この問題を制約付き非線形最適化問題として定式化し、解を高速に求めるための実用的で信頼性の高い計算方法を与えている。本論文の主な成果を要約するとつぎの通りである。

- (1) 多軸同期制御を、1つのマスター軸に複数のスレーブ軸を精度よく同期させる問題として定式化し、制御対象の不確かさを考慮しながら、最短時間制御と振動抑制を評価とする不等式制約付き非線形最適化問題を解いている。マスター軸は仮想的でもよく、現実の軸をすべてスレーブ軸として扱うことにより、実際の問題によく合った枠組みを与えている。
- (2) 不等式制約付き非線形最適化問題を、重み係数を適当に選ぶことにより、制約のない時変最適レギュレータ問題に等価変換できることを示して、求解のための計算時間の短縮に成功している。
- (3) 与えられた目標経路に対する追従精度の向上のために、仮想的な目標経路を導入することを提案し、その最適化が非常に有効であることを示している。また、精度要求を経路の途中で変更することを可能にし、産業用ロボットなどの非線形システムにおける同期制御の実際に合った枠組みを与えている。

以上のように、本論文は、産業用の自動機や加工機を念頭に、機械システムの同期制御を、精度向上、時間短縮、振動抑制の観点から最適化するための指令値生成法を与えている。その計算及び実装は現在の計算機ソフトウェア、ハードウェアの発達のもとで現実的であり、機械システムの制御の発展に寄与するところ大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。