



Title	デジタル式最適制御系の統一的設計
Author(s)	玉城, 史朗
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35812">https://hdl.handle.net/11094/35812</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"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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・(本籍)	たま 玉	き 城	し 史	ろう 朗
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7991	号	
学位授与の日付	昭和63年2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	デジタル式最適制御系の統一的设计			
論文審査委員	(主査)			
	教授	有本	卓	
	(副査)			
	教授	須田	信英	教授 井口 征士

### 論文内容の要旨

近年、化学プラントや発電用ボイラーなどのプロセス系において計装設備のデジタル化が進められており、それに伴い、制御器もアナログ方式からそれを離散化したデジタル方式へ移行している。デジタル制御方式では、制御系設計に伴う複雑な演算が容易に実行でき、また、制御方式の変更が簡便に行える利点がある。従って、デジタル制御方式の特長を生かした系統的な設計法の確立が要請される。

本論文では、デジタル信号処理の基本的算法を用い、デジタル式最適制御系の統一的设计法を構築するとともに、設計計算のための高速算法を提案し、フィードバック制御系の安定解析を行う。まず、設計のために利用可能な動特性情報としては、ステップ応答やインパルス応答など、動特性に関する限られたデータのみとする。この環境のもとで、2乗誤差規範に基づく最適な制御器を有限の長さのインパルス応答で打ち切ったFIR (Finite Impulse Response) デジタルフィルタで構成する。この方法の利点は最適性の追求を可能にした点にあるばかりでなく、制御器の設計計算が正規方程式の求解に帰着した点にもある。ここではさらに、この正規方程式を解くための高速逐次算法を提案する。この高速算法は離散時間Wiener-Hopf方程式の高速算法であるLevinsonの算法に基づき構成されるが、乗除算の計算手数はLevinsonの算法と比較して25パーセント低減される。また、正規方程式が次数に関して逐次的に解けるための条件、すなわち、算法の安定性に関する条件も明らかにする。

ところで、フィードバック制御系の設計問題で一番重要となる問題は閉ループ系の安定性である。しかし、PID制御系に代表される出力フィードバック制御方式では閉ループ系の安定性に対する証明がなされていなかった。ここでは、単入力単出力の制御対象に対し、提案する最適フィードバック制御系が常に安定なクラスになることを厳密に証明する。この安定性が明確になることで、提案する設計法の

優位性が理論的に裏付けられる。

つぎに、PID制御系以外に古くから用いられている制御方式としてはモデルマッチング制御系がある。この制御方式は、制御器を含むシステムの伝達特性があらかじめ指定された望ましい規範モデルの伝達特性に一致するように制御器を決定する手法である。本論文では、2乗誤差規範に基づく最適なフィードフォワード型モデルマッチング制御系の設計法を提案する。この方法では、制御対象と規範モデル間の2乗誤差ノルムを最小とする評価規範を導入するため、単位円外に零点を有する非最小位相系でも制御系設計が可能となる。

本論文で提案する手法は、種々の計算パラメータに対応した評価関数が算出でき、計算機内で対話的に設計を行うことが可能となるため、実際的设计法と考えられる。

### 論文の審査結果の要旨

本研究の最も重要な寄与は、プロセス系のデジタル制御法に2乗誤差規範に基づく最適性の追求が可能であることを実証した点にある。すなわち、プロセスのインパルス応答あるいはステップ応答のデータのみを利用して2乗誤差規範のもとで出力フィードバック系として最適となるコントローラを有限の長さで打ち切ったインパルス応答をもつFIR型デジタルフィルターで近似構成する。その結果、そのFIRコントローラの設計計算が離散時間Wiener-Hopf方程式に帰着し、さらに、Levinson算法に比較して計算手法で25%削減した新しい高速算法によってこの方程式の解が求まることを見出している。

ところで、最適制御法の中で、状態フィードバックに基づくデジタル形式の最適レギュレータ構成では、閉ループ系が安定になることはよく知られている。他方、デジタルPID制御系に代表される出力フィードバック制御方式では閉ループ系の安定性は普通には保証されない。この研究では、単入力単出力の制御対象に対して提案する最適フィードバック制御系が安定なクラスに入ることを厳密に証明している。

以上のように、本研究はデジタル制御法に最適性の観点から一つの統一的な設計法を与え、その優位性を理論とシミュレーション結果で実証することにより、制御工学の分野に大きく貢献しており、博士論文として価値あるものと認める。