

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	芦田 洋一郎												
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当														
<p>論 文 題 目</p> <p>A Study on Designing Schemes of Data-driven PID Controllers Based on Augmented Output</p> <p>(拡張出力に基づくデータ駆動型 PID 制御系の設計に関する研究)</p>															
<p>論文審査担当者</p> <table border="0"> <tr> <td>主 査</td> <td>教 授</td> <td>山本 透</td> <td>印</td> </tr> <tr> <td>審査委員</td> <td>教 授</td> <td>西崎 一郎</td> <td>印</td> </tr> <tr> <td>審査委員</td> <td>教 授</td> <td>辻 敏夫</td> <td>印</td> </tr> </table>				主 査	教 授	山本 透	印	審査委員	教 授	西崎 一郎	印	審査委員	教 授	辻 敏夫	印
主 査	教 授	山本 透	印												
審査委員	教 授	西崎 一郎	印												
審査委員	教 授	辻 敏夫	印												
<p>〔論文審査の要旨〕</p> <p>産業界においては、国際競争が一段と進み、生産性の向上、省エネルギー化・省力化など、品質向上と生産コスト削減が必要とされてきている。加えて、温室効果ガスの排出規制に関わる環境問題もクローズアップされ、産業界における制御技術の役割が一層重要視されてきている。とくに、上述の諸課題を解決するためには、従来よりも高機能な制御技術の開発が急務な状況にある。</p> <p>高機能な制御技術として種々の手法が提案されているが、それらの中で積極的に実用化されたものは多くないのが現状である。この理由としては以下の点があげられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 制御アルゴリズムが複雑</li> <li>(2) 従来の制御手法を抜本的に変更する必要がある</li> <li>(3) 計算負荷が大きい</li> </ol> <p>また、産業界においては、PID 制御が幅広く用いられている。特に化学プロセスにおいてはその 90%以上が PID 制御であると言われている。これは、この PID 制御は比例、積分、微分の 3 要素から構成されており、制御器構造が簡単であること、また、それぞれの要素の物理的意味が分かりやすいことなどの理由によるものと考えられる。これに対して、複雑なアルゴリズムは一般に設計が複雑であり、現場での調整が難しい。また、大きな計算負荷が必要なアルゴリズムを実装する場合、大きな労力とコストがかかってしまことが指摘されている。</p> <p>このような現状に鑑み、本論文では、上述の問題点を解決するための制御手法について考察している。本論文は、以下の 5 章から構成されている。</p> <p>第 1 章では、上述の研究背景を説明している。具体的には、PID 制御器とその調整方法、高性能化について述べている。まず、PID 制御器の構造や考え方、その拡張について概説し、続いて制御パラメータの調整法は大別して(1)モデルベース型と(2)データ駆動型の二つがあること、それぞれの利点について考察している。さらに、PID 制御器の高性能化の方針について</p>															

述べた後、本論文における研究目的や論文の構成を説明している。

第2章では、単一入出力系に対する、拡張誤差の最小化に基づくデータ駆動型 PID 制御器の設計について考察している。まず PID 制御則から導かれる拡張誤差を定義し、それを用いて制御パラメータを調整する方法について詳述している。なお、この調整法はひと組の閉ループデータからオフラインでの最適化により制御パラメータを決定する手法である。加えて、本手法の有効性を数値例、および温度制御実験により検証している。

第3章では、単一入出力系に対する、データ駆動型セルフチューニング PID 制御系の設計について考察している。第2章の手法はオフライン最適化により制御パラメータを決定する手法であったが、制御対象が時変系の場合、その変動に追従することができない。そこで、オンラインでの最適化を行うことにより、時変系に有効なセルフチューニング制御へと拡張している。さらに、本手法の有効性を数値例、および温度制御実験により検証している。

第4章では、データ駆動型多重ループセルフチューニング PID 制御系の設計について考察している。第3章、第4章において示した手法は、共に単一入出力系に対する設計法である。しかし、実在する制御対象のほとんどは多入出力系であり、入出力間の相互干渉を有することが多い。この問題に対処するために、多重ループ型制御を提案する。多重ループ型制御は、PID 制御器とは別に干渉の影響を軽減する補償器を設ける形となっており、導入も容易である。ここでは、悲観消化のための後置補償器と PID 制御器から構成されるデータ駆動型多重ループセルフチューニング制御系の設計法を与えている。さらに、本手法の有効性を数値例、および2入力2出力多変数プロセス（液面+温度）実験装置への適用を通して検証している。

最後に、第5章では本研究を総括するとともに、本研究の社会的意義、ならびに今後の展望についてまとめる。

このように、本論文では、実装を念頭において新しいデータ駆動型 PID 制御法を提案し、いくつかの実験的検証を通して、その有用性を評価している。データ駆動型制御系の設計法は、学界のみならず産業界において特に注目されており、その実用化が大きく期待される場所である。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。