

# サーボ系設計におけるプラグイン適応制御に関する研究

宮本浩幸

## 論文の内容の要旨

産業界に数多く存在する回転動力系の機械システムでは、設計段階では予想できない周期性外乱の除去や、ある目標値への追従といった設計仕様が求められる。そのような設計仕様の達成にはサーボ系設計が用いられており、一般の線形システムにおいては、内部モデル原理により体系化されている。しかしながらこの手法では、外乱や目標値の発生器をフィードバックループ内に存在させる必要があるため、目標値や外乱の変動に対して発生器が適切でなくなった場合、サーボ系の再設計やメンテナンスのために、一時的にフィードバックループを切断する必要がある。

そこで本研究では、現存するフィードバックループを切断することなしに、サーボ系の目的を果たすことのできるプラグイン適応制御方式を提案している。そこでは、前記の手法とは異なり、信号発生器を既存のフィードバックループの外側に配置し、さらに目標値や外乱の変化に応じて、その信号発生器からの信号を変化させる適応機構を組み込んである点に特徴がある。本論文では、このようなプラグイン適応制御方式に基づくサーボ系設計を、線形および非線形システムに対して展開している。

まず第1章に、本研究の背景や適応制御系設計の概要などについて述べる。

第2章では、線形システムに対するプラグイン適応制御系設計について解説する。ここでは、適応機構の線形時不変(LTI)表現を用いることにより、内部モデル原理とプラグイン適応制御方式を融合した新たなサーボ系設計法を提案する。この結果、従来のプラグイン適応制御系設計で必要とされた複雑な解析をせずにすむ。

第3章から第5章では、非線形システムに対するプラグイン適応制御系設計について述べる。まず第3章で、非線形制御の安定性解析で用いる種々の手法や用語の解説を行う。また、非線形システムにおける制御と推定の独立設計について言及している、非線形分離定理を簡単に紹介する。

続く第4章に、相対次数1次の非線形システムに対する、プラグイン適応制御系の設計手法を示す。ここでは、サーボ系設計問題を誤差フィードバックレギュレーション(FR)問題に帰着させ、さらに線形系の内部モデル原理の拡張とも言える非線形内部モデル原理を応用することにより、非線形サーボ問題を解決する制御器を構成する。

また第5章では、任意相対次数を有する非線形システムに対する設計法を提案する。非線形内部モデル原理を応用する段階までの設計手順は、相対次数が1次の場合と同じだが、ここでのプラグイン適応制御器は逐次設計法を通して設計される点に大きな違いがある。こうして得られたプラグイン適応制御器は、誤差の高階微分値を必要とするが、非線形分離定理に基づくハイゲインオブザー

バによりそれらを推定し、誤差のみによる実装が可能なプラグイン適応制御器を構成する。さらに、マッチング条件(外乱が制御入力と同じチャネルから混入してくるという条件)を緩和したシステムに対する設計法も、合わせて紹介する。

最後に、第6章において各章の内容をまとめ本論文を総括する。

以上