

特別研究報告書

フィードバック制御のベクトル最適化による安定化

指導教員 山下信雄 教授
福田エレン秀美 准教授

京都大学工学部情報学科
数理工学コース
令和2年4月入学

原田 峻輔

令和6年1月26日提出

摘要

制御技術は輸送機器や家電製品などを安定的に正確な操作をするために必要不可欠である。現実社会において、制御対象の特性を正確に数理モデル化することは難しく、また一般には想定できない外乱が存在する。そのような状況で、制御対象を安定化させる手法の一つにフィードバック制御がある。フィードバック制御ではリアプノフの安定定理の条件を満たすフィードバックゲインを用いて安定化を行う。最適レギュレータ問題など既存の制御の多くの問題では必要な入力の最小化と安定性に対して、事前に重みをつけた最適化問題としてモデル化される。それぞれを同時に最小化させる問題は多目的最適化問題となり、重みづけを行った問題と比べてあまり研究されていない。また、安定性を主な目的指標とした問題もあまり研究されていない。

本報告書では、より安定的なフィードバックゲインを求めるために、リアプノフの安定定理によって負定値となることが要求される行列の最適化を考える。行列の最適化問題はベクトル最適化として表され、その最適性はパレート最適として特徴づけられる。本報告書ではもっとも基礎となるモデルに対して、Pascoletti - Serafini (PS) モデルによるスカラー化手法によってパレート最適解を求めることを提案する。このモデルでは、制御対象が変化した場合に対して、変化前に求めたフィードバックゲインに近いパレート最適解を求めることができる。さらに PS モデルは半正定値計画問題 (SDP) として最適化でき、既存の SDP ソルバーによって効率よく解くことができる。数値実験を行い、提案モデルによって所望のフィードバックゲインが求まることを確認した。