研究グループ紹介

日本大学 工学部 制御工学研究室

西田 豪（日本大学 工学部）

1. はじめに

本研究室は、2016年4月から運営を開始して6年目となります。2021年度は、教員1名、修士1年1名、研究生1名、学部学生7名、ゼミナール受講生10名が在籍しております。本学部のキャンパスは、福島県郡山市にあり、2011年の福島第一原子力発電所事故から、復興のあゆみを続けてまいりました。また、本学部では、21世紀の社会や環境のあり方を考えるため、1999年から「ロハスの工学」を教育・研究のテーマに掲げております。

本研究室では、「制御理論と数値計算の融合」を念頭に、「非線形最適制御理論とその応用」に取り組んでおります。本研究室の特色は、理論研究を基礎としながらも、教員の重工業での業務経験を活かし、社会で役立つ技術と学生に必要な技能を踏まえた、幅広いテーマの研究を行っております。また、学生は、卒業研究において、自分の興味や就職に関連した研究対象を自由に選択でき、教員の助言のもと、最新の学術的課題としてまとめることができます。

2. 研究内容

非線形制御とは、制御対象が本来有する複雑な性質を活かすことで、制御性能や安定性の向上を図るものです。従来法では、主に理論が高度になるという理由により、複雑性を無視し簡略化された制御モデルを利用することが一般的でした。本研究室では、高精度ながら簡潔なモデル表現の導出と、適用範囲の広い制御設計法の構築を目指した、次の様な個別の課題に取り組んでいます。

（1）非線形最適制御の数値解法について

非線形最適制御器は、ハミルトン-ヤコビ方程式と呼ばれる偏微分方程式を解くことで設計できますが、その方程式を直接解くことは、長い間困難とされてきました。しかし、坂本らによる「安定多様体法」と呼ばれる数値解法の提案により、その実用化の可能性が大きく広がりました。本研究室では、安定多様体法の適用範囲を、分布定数系、非整数微分を含む制御系などへ拡張しつつ、その計算アルゴリズムの高精度化、並列化も実施しております。

（2）時系列データを用いた分布定数系のモデル化

分布定数系は、様々な応用の場面で頻繁に登場する重要な制御モデルです。しかし、分布定数系は、偏微分方程式を用いて表現されるため、その数学的扱いが複雑になります。特に、非線形最適制御の適用においては、その非線形性と分布定数から生じる無限次元性をできるだけ保ちつつ、有限次元化された簡約モデルが必要となります。そこで、

図1 2021年度研究室メンバー
(自然豊かな本学郡山キャンパスにて)

昨今注目されている大量のデータを活用する手法への適合性を考慮して、制御系の時間応答曲線から低次元制御モデルを導出する方法を提案しております。

（3）デジタルオーディオ信号処理

前述の時系列データから作成される制御モデルの応用として、デジタルオーディオデータのサンプル点間応答を再現する方法を研究しております。特に、H無限大制御を応用した信号処理法であり、山本らによって提案された「YYフィルタ」の、非線形への拡張を目指しております。

（4）太陽光発電予測に基づく需要最適制御

太陽光発電を有効利用すれば、基幹電源を補い、送配電効率を向上できる可能性があります。しかし、太陽光発電量の予測は、主に曇りの際大きく外れる場合があります。そこで、この不確定性への対処として、次の二つの方向性を考えております。一つは、電力需要を制御することで余剰電力を生む、ディマンドレスポンスにおいて、電力網の階層構造を利用し並列最適化を行う方法、もう一つは、従来の気象予測では難しい、薄曇りなどの微妙な状況での予測のために、前述の時系列データ利用の観点から、エアロゾルの低次元モデル化を考えております。

3. おわりに

本研究室は、南山大学の坂本 登先生、京都大学の山本 裕先生、気象研究所の梶野瑞王先生、産業技術総合研究所の大竹秀明先生、北斗型杵製作所様からの支援を受けております。ここに感謝申し上げます。

(2021年11月5日受付)