

AI 活用で挑む学問の革新と創成
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

清水 悠生

大阪府立大学 大学院工学研究科
大学院生(博士後期課程)

機械学習を用いた磁石同期モータの構造最適化

§ 1. 研究成果の概要

近年、カーボンニュートラルの実現に向けて、様々な製品の電動化や風力発電などの再生可能エネルギーの普及が推進されており、力学的エネルギーと電気エネルギーを変換するモータの使用が拡大している。モータの最適形状設計には、長時間を要する有限要素解析を繰り返し行う必要があり、計算時間の長期化が課題となっている。この課題を解決する方法として、機械学習を活用した「代理モデル」が注目されており、有限要素解析を用いずに短期間で最適化設計を実施できる。

モータ設計における代理モデル構築の課題の一つに、十分なデータ確保の難しさがある。代理モデルはモータ形状から特性を予測するため、教師データの生成には特性の有限要素解析が必須となる。そのため教師データ生成自体にも時間を要し、例えば 10 万のデータセット生成には概算で 1 年以上の期間を要する。このデータ生成の課題を解決するため、本研究では教師データ自体を機械学習によって生成する。特定のモータ形状に限定した少数の有限要素解析結果から特定の形状に特化した特性予測モデルを学習し大量の訓練データを生成させることで、16.5 万形状のデータセットを 3.6 時間という現実的な時間で確保した。

このデータ生成の工夫により、関連研究では成しえなかった多電流条件、多種形状に対する回帰モデル、およびビッグデータがなければ学習が難しい生成モデルの学習を達成し、関連研究よりも適用可能範囲の広いシステムを構築できた。構築した自動設計システムを用いて設計最適化を行った結果、最適化形状を入手するのに要した計算時間は平均 14.3 秒であり、数時間から数週間の時間を要した従来の最適化手法と比較して、本研究の成果は設計期間の短縮という面で絶大なインパクトを与えることがわかった。

【代表的な原著論文情報】

- (1) Y. Shimizu, S. Morimoto, M. Sanada, and Y. Inoue, “Using Machine Learning to Reduce Design Time for Permanent Magnet Volume Minimization in IPMSMs for Automotive Applications,” *IEEE J. Ind. Appl.*, Vol. 10, No. 5, pp. 554–563 (2021)
- (2) Y. Shimizu, S. Morimoto, M. Sanada, and Y. Inoue, “Automatic Design System with Generative Adversarial Network and Convolutional Neural Network for Optimization Design of Interior Permanent Magnet Synchronous Motor , ” *TechRxiv. Preprint.* <https://doi.org/10.36227/techrxiv.17072852.v1> (2021)