

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
令和3年(2021年)3月修了 修士論文要旨

極超音速飛行体の先端形状デザインを対象とした GANによる新規性と空力性能の追求

学生証番号 47-196070 氏名 森 智司
(指導教員 鈴木 宏二郎 教授)

Key Words : Design, Novelty, BEGAN-CS, AutoEncoder, Hypersonic, Newtonian Theory

新規性と性能は形状デザインにおいて重要な評価項目である。本研究では、ニュートン流解析と呼ばれる簡単な空力性能推算法が存在する極超音速飛行体の先端形状を対象とし新規形状の探索を行った。形状を画像で定義する事によって、機械学習の1つである敵対的生成ネットワーク(GAN)による形状の生成と、AutoEncoderによる画像復号で定義した形状新規性を指標に用いた。さらに形状輪郭の法線ベクトル群の分布をヒストグラムにしたものを2つ目の形状新規性を指標として用いた。これら2つの新規性の指標に加え、ニュートン流解析より算出した抵抗係数および揚力係数を加えた4つの指標から各形状のDesign Scoreを算出。新規性(Novelty)を高め、かつ優れた空力性能生成形状の選抜と生成を繰り返すループシステムによって空力性能が考慮された新たなデザインの探索を行った。

二次元形状を対象とした実験においては、Design Scoreの空気抵抗係数の項の係数を他の係数より低く設定したほか、揚力係数の上昇を抑え他の指標の改善が重視される設計をDesign Scoreに施した結果、ループを10周する間3つ全ての評価指標が改善されることが確認でき、また生成された形状も初期データセットとは異なる新たな形状であることが確認できた。さらに将来的な三次元新規形状生成に向けて行なった二次元形状生成器を拡張した三次元形状を対象とした実験では、ループによる評価指標の改善は限定的であったものの初期データセットとは異なる新たな三次元形状が生成されることが確認できた。

以上より本研究で提案した新規形状生成システムは、空力性能が考慮された新規形状探索に対して有用である事が確認された。また本研究は、空力解析法や初期データセット、システムの設計および設定を変更することで極超音速域のみだけでなく、亜音速で飛行する航空機や高速鉄道、自動車など幅広い速度域で運動する物体の様々な形状に応用する事が可能である。よって新規形状探索の全く新しい手法として大きなポテンシャルを持っている事が示された。