

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
2020年3月修了 修士論文要旨

深層学習による気流条件に対応した衝撃波検知手法

学生証番号 47186065 氏名 河崎 太郎
(指導教員 鈴木 宏二郎 教授)

Key Words : Deep Learning, CFD, Shock Detection, Data Driven

過去数年間に於いてCFD(Computational Fluid Dynamics)分野に於いて深層学習に關連する研究が盛んに発表されている。XiaoxiaoはCNN(Covolutional Neural Networks)を用いて、形状情報から2次元定常状態の流れを予測することで、既存のソルバーより約1万倍の処理速度を達成した。また、LiuはCNNを用いて3次元定常状態の鈍頭形状周りに生ずる衝撃波を既存手法よりも約3倍の処理速度を達成した。これらの研究では一般的なCFD解析プロセスに於いて既存のCFD解析プロセスをあくまで深層学習による置き換えに留まっている。そこで本研究では更に一步踏み込んだ問題設定として気流条件からCFD解析、後処理という段階を踏むのではなく、気流条件から後処理結果を直接予測する深層学習によって行う。今回は後処理の一種である衝撃波検知を行う。衝撃波は通常、無限に多くの微小じょう乱が集積され、重なり合うことにより、圧力や温度といった値が急激に変化する曲線または面として定義される。衝撃波は全圧の損失、激しい熱流束、および造波抵抗を引き起こす可能性があり、航空機の性能及び構造に悪影響をもたらすことが知られており、衝撃波検知は機体設計段階、特に超音速以上で飛行する航空機や宇宙機で重要性を持つ。本研究では更に速い後処理の実現を目指すために、計算条件や形状条件などの気流条件から、CFD解析という衝撃波検知のためのサブタスクを解くことなく、end-to-endで最終目的である衝撃波の位置やサイズの特を深層学習によって行うことを目的とする。本研究では具体的な入力値として一様流の迎角、マッハ数、そして物体形状が用いられ、これら三つの値に対応した衝撃波位置を予測する関数を深層学習によって作成する。研究の結果、マッハ数、迎角、形状変化に対応した衝撃波検知を行う事が可能になった。また、Trainデータの範囲内のIoUは約10%、範囲外では約6%であった。従来のプロセスよりも約2.5万倍速い処理速度であった。