

数理・情報のフロンティア
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

古賀 一基

京都大学 大学院理学研究科
特定助教

計算調和解析学に基づく形状データ解析の深化

研究成果の概要

本研究では一般に2つの3次元形状データ間の類似性を定量化するための理論的・計算論的枠組みを調和解析学とその計算論の立場から新たに構築することを目的とする。先行研究では微分幾何学において広く研究される Hausdorff 距離や Wasserstein 距離といった概念が検討されているが、それらの計算は空間の距離を用いて定式化される最適化問題に帰着するため点群など単純な場合を除き実用的な計算は困難である。そこで本研究では、より解析的な距離概念を導入することで精度・効率性を兼ね備えた比較アルゴリズムを導くを試みる。

本研究が目的とするアルゴリズムは与えられた形状データを Schwartz 超関数とみなしその Fourier 変換を通じて解析を行う。そこで2022年度では、コンパクトな台を持つ Schwartz 超関数が一般になめらかな Fourier 変換を持つことに着目し、全空間における負の正則性に関する Sobolev ノルムを用いた距離概念を提案した。またこれを用いて単位球面とその Icosahedral discretization とを数値的に比較し、区分的にのみ滑らかな近似が真の滑らかな曲面へ2次収束することの観測に成功した。またその計算を Fourier 変換の線形性に基づく並列化、およびシェアドメモリを用いた NUFFT の GPU 実装である cuFINUFFT によって(単精度という制約はあるが)大幅に高速化した。これらの成果は単著の査読付き原著論文として投稿予定である。