

特別研究報告書

代理双対理論による超楕円体を用いた  
多クラス分類サポートベクターマシンの改善

指導教員 山川雄也 助教  
山下信雄 教授

京都大学工学部情報学科  
数理工学コース  
令和3年4月入学

舟橋 凌

令和7年1月27日提出

## 摘要

与えられたデータを複数のクラスに分類する技術は幅広い分野で必要とされており、機械学習の分野における重要なテーマの一つとして様々な手法が提案されている。そのひとつとして、サポートベクターマシンを多クラス分類問題に対して拡張した多クラス分類サポートベクターマシンが挙げられる。多クラス分類サポートベクターマシンの一例として、各クラスに対してそのクラスに属さないデータ点を最も多く含むような超球を計算し、新たなデータ点が与えられたときには、その点から超球の中心までの超球の半径に対する相対的な距離が最も大きな超球のクラスに分類する THKSVM という手法が知られる。そして、この THKSVM に対して、超球を超楕円体に置き換えた TEKSVM という手法が提案されているが、TEKSVM における超楕円体を求めるための最適化問題は非凸であり、大域的最適解を求めることは困難である。この問題に対処するため、TEKSVM での最適化問題における不等式制約を、すべて重みを 1 として和をとり、ひとつの不等式制約にまとめることにより緩和した最適化問題を解くことで超楕円体を計算する Relaxed TEKSVM という手法が提案された。

本報告書では、TEKSVM の最適化問題に対する代理双対問題を用いて TEKSVM のパラメータを推定する多クラス分類手法を提案する。提案手法では、Relaxed TEKSVM における超楕円体を求めるための緩和最適化問題を、代理双対理論における代理緩和問題として一般化し、これの解を求めるために代理双対問題を切断平面法を用いて解くことで超楕円体を構成する。これにより、Relaxed TEKSVM がすべての制約の重みを 1 として和をとったモデルであるのに対し、提案手法は問題に応じて最適な代理乗数を選択することができるため、より分類精度の優れたモデルが構築できると期待される。数値実験では、提案手法と Relaxed TEKSVM を含む複数の既存手法の分類精度を比較することで、提案手法の有効性を述べる。