

<修士論文>

関数ロジスティック回帰モデルに対する
スパース推定と
長距離走競技者の姿勢の分析
(要旨)

滋賀大学大学院
データサイエンス研究科
データサイエンス専攻

修了年度 : 2022年度
学籍番号 : 6021118
氏名 : 高田 拓弥
指導教員 : 松井 秀俊
提出年月日 : 2022年1月10日

要旨

関数データ解析は、各個体に対して経時的に観測されたデータを滑らかな関数として扱い、その関数からなるデータの集合を解析する手法である。これまで関数データ解析では、従来の多変量データの解析に用いられてきた手法を関数データに応用した、関数主成分分析、関数正準相関分析、関数回帰分析などが研究されている。観測や測定技術が急速に進歩し、より細かく多様なデータを取得することが可能になった近年において、その中には各個体あるいは対象が時間や位置の変化に伴い繰り返し観測、測定されたデータも多く存在する。それに伴い、関数データ解析の需要は高まり、関数データ解析が生命科学、システム工学、気象学などの分野におけるデータ解析に応用された研究結果も多く、その有用性が報告されている。

本研究は、関数データ解析の中でも、関数ロジスティック回帰を扱う。特に、目的変数が連続型でスカラーであり、説明変数に関数データを用いた場合の関数ロジスティック回帰モデルの係数関数の局所的なスパース性について着目する。係数関数を局所的にスパースに推定することは、係数関数を解釈する点で非常に有効な手段であり、既存の研究もいくつか存在する。しかし、これまでは関数データの説明変数が単変量である場合について研究されているが、説明変数が複数である場合については検討されていない。

したがって、本研究では、複数の関数説明変数を用いた場合のスパース関数ロジスティックモデルを提案する。具体的には、係数関数を B -スプライン基底を用いた基底関数展開により近似し、この係数パラメータベクトルを切片パラメータとともに推定する。パラメータ推定は尤度ベースのアプローチで行い、対数尤度関数に二つのペナルティ項 (係数関数の粗さを制御する項、 L_1 ノルム対して局所的なスパース性を制御する項) を加えた関数を目的関数として最適化を行う。ペナルティ付き対数尤度関数の最適化には、ニュートン-ラフソン法を用いる。

また、長距離走競技者の走行時の加速度と疲労の関係について分析するために、提案手法を適用した。提案手法は、非ゼロ区間において、ゼロと推定された区間を考慮しながら、滑らかで合理的な係数関数の推定値を得られることがわかった。また既存の研究における単変量の関数説明変数を用いたスパース関数ロジスティック回帰モデルを、複数の関数説明変数に拡張することでより複雑な状況においてもモ

デル構築することを可能にしている。

本研究では、3方向の加速度と疲労の関係を提案手法でモデリングした結果、走行周期1サイクル中の加速度において、1サイクルの中で疲労と相関がある区間を特定し、複数の説明変数の中から相関の強さの強い説明変数を係数関数から考察することが可能となった。走行疲労時の疲労の傾向について解釈を行った結果、提案手法が既存手法より複雑なモデリングを可能であることを示し、有用性を確認できた。