

要 旨

トポロジカルデータ分析を用いた fMRI データの解析

中山 梨奈

近年、脳情報デコーディングの研究が活発に行われている。脳情報デコーディングとは、fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging) で計測した脳活動を SPM(Statistical Parametric Mapping) や MVPA(Multi-Voxel Pattern Analysis) などを用いて解析を行い、機械学習アルゴリズムを用いて学習することで、脳活動情報から人の認知状態や行動内容、感情などを推定するものである。これまでの脳情報デコーディングでは、一般の画像認識などと異なり、特徴抽出などを行わず、ノイズ軽減などの前処理をしたボクセル値をそのまま用いていた。しかし、ボクセルの数が多く、そのまま全てのデータを用いることは現実的ではない。

そこで、fMRI データにおける特徴抽出として、位相幾何学を利用しデータの分布の形状に着目するトポロジカルデータ分析 (Topological Data Analysis:TDA) を用いて、fMRI から得た脳活動情報を解析する。実験では、fMRI を用いて被験者の指のタッピング運動をしている (tapping) 時と何もしていない (rest) 時の脳活動を計測する。得られた fMRI データから特定ボクセルの時系列データを抽出し、それらを Persistent Diagram およびバーコードの TDA 手法を用いて解析を行う。TDA を用いた解析結果から、fMRI データの分布には形状があり、違いのパターンは不統一ではあるものの rest 時と tapping 時における違いも見られた。このことから、TDA を用いた解析は fMRI データにも活用できる可能性がある。また、従来手法では着目されないボクセルににおいても、rest 時と tapping 時における違いが見られたことから、従来手法では着目されないボクセルから新たな情報を得られ

ることが示唆された.

キーワード fMRI, トポロジカルデータ分析, 脳情報デコーディング

Abstract

Analysis of functional Magnetic Resonance Imaging using Topological Data Analysis

Rina Nakayama

In recent years, brain decoding has been studied by many researchers. SVM (Support Vector Machine) or NN (Neural Network) as supervised learning are used as their machine learning, however, it is difficult to improve the accuracy for small number of training data. Therefore analysis of functional magnetic resonance (fMRI) data using TDA (Topological Data Analysis) is proposed to obtain new knowledge from the data by looking at a the shape of data distribution using topology.

In this study, we measure brain activity when subjects are doing finger tapping (tapping) and when they do not do anything (rest) using fMRI. We obtain time series data of specific voxels from fMRI and analyze using TDA.

The results shows that the distribution of fMRI data have a shape, and that there is a difference between tapping and rest although the difference are inconsistent. Therefore, we find the possibility of TDA analysis for fMRI data, and it suggests that new knowledge can be obtained by using TDA from voxels, which is not focused in conventional methods.

key words fMRI, topological data analysis, brain decoding