

MFCC を用いたインフラサウンド波形の特徴量抽出および機械学習による地球物理学的イベントの分類

Classification of geophysical events by machine learning and feature extraction of infrasound waveform using MFCC

1225065 岡本 大輝 (宇宙地球探査システム研究室)
(指導教員 山本 真行 教授)

1 背景・目的

人間の可聴周波数下限の 20 Hz 以下で定義されるインフラサウンドは超低周波数音波であるために長距離伝播できるという特性がある。そのため、火山噴火や津波などから発生するインフラサウンドをリモートセンシングすることができ、大規模自然災害に対する防災・減災への活用が期待されている。高知工科大学宇宙地球探査システム研究室では株式会社 SAYA と複合型インフラサウンド津波センサーを共同開発し、高知県沿岸部には現在までに計 16 台のセンサーがアレイ配置されている (図 1)。



図 1 高知県に設置されたインフラサウンドセンサー群。地図データは Google Map による

設置したセンサーでは頻繁に噴火を繰り返す桜島の火山噴火波形が確認されており、現在までに多くの火山噴火波形のデータが蓄積されている。本研究では、機械学習アルゴリズムを用いた大規模自然災害をトリガーとしたアラートが可能であることを提案し、その基礎開発および検証を目的とする。

2 研究方法

本研究ではサンプリングレートが 2 Hz、データ長が 1024 の波形データから特徴ベクトルを構成し、機械学習の分類器に入力した。特徴ベクトルは音声認識でよく用いられるメル周波数ケプストラム係数 (以下、MFCC) と非定常な周波数特性を特徴量とするデルタケプストラム [1] の 2 種類で構成した。MFCC の概要を図 2 に示す。

MFCC は、メルフィルタバンクを用いて対数パワースペクトルの高周波数帯成分を対数スケールで圧縮し、さらにフーリエ変換する手法である。またデルタケプストラムはシフトした窓幅ごとに順次 MFCC を行い、MFCC と同じ次元にする。MFCC は 12 次元としたため、デルタケプストラムも 12 次元となり、両者を組合わせた特徴ベクトルは 24 次元となった。またデルタケプストラムのためのフレーム長は 256 とし、オーバーラップ率を 0.75 としてフレームをシフトさせた。特徴量抽出後、機械学習ラ

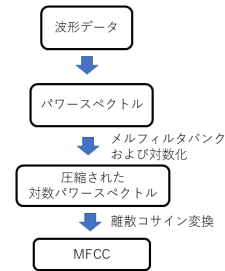


図 2 MFCC のアルゴリズムの概要

イブラリの一つの scikit-learn を使用して 2 クラス線形識別関数の学習法であるサポートベクトルマシン (以下、SVM) で火山噴火波形とノイズ波形の 2 クラス分類を行った。ただし、本研究のデータセットは線形分離可能であると仮定している。

3 結果

今回は観測点ごとにデータセットを構成したが、4 種類の性能評価値を総合して最も高いと判断された観測点は黒潮町浮鞭であり、そのデータセット数は $N = 58$ となった。黒潮町浮鞭データセットにおける各性能評価値を表 1 に示す。

表 1 黒潮町浮鞭における火山噴火波形データセットの性能評価値

正解率	再現率	適合率	F-値
0.95±0.02	0.96±0.03	0.93±0.03	0.95±0.02

4 評価

本研究に対する統計量の十分な比較対象として英単語の音声が入録された Speech Commands Dataset (©TensorFlow team, AIY team, 2017) を使用した。その結果、データセット数 N の最適値は 168 個となったため、黒潮町浮鞭の $N = 58$ は最適値に達しておらず、 N をさらに増やすことが課題となった。

5 結論

本研究では音波でリモートセンシングされた火山噴火波形を利用したアラートシステムの基礎研究を行った。火山噴火波形を MFCC およびデルタケプストラムで特徴量を抽出し、SVM を用いて火山噴火波形とノイズ波形の 2 クラス分類を行った。その結果、正解率、F-値はともに $0.95±0.02$ となったが、データセット数を増やすことが課題となった。

参考文献

- [1] Sadaoki Furui, On the role of spectral transition for speech perception, 1986.