

## Daubechies Wavelet を用いた可視化判別法の研究

### 1 はじめに

音声信号は、定常音と非定常音に分けることができる。ここで定常音は一定の周期で繰り返される音を指しており、これ以外の音、すなわち周期を持たない音などを非定常音とする。本論文では、定常的な異常音を判別する実験を行った。

異常音の判別により、機械の故障を予知・診断することができ、また、異常音が故障箇所の目安となれば、修理の効率化も期待できる。

本論文では、エンジンの故障判定を想定し、車のエンジン音を例にとり、異常音(故障)判定について検討を行う。エンジン異常音をMEM法を用いて特徴抽出し、マザーウェーブレットとしてDaubechies Waveletを用いてウェーブレット変換を行い、Chernoffの顔グラフによって図形化することで、視覚での判別を試みた。

### 2 最大エントロピー法

本論文ではMEM法(Maximum Entropy Method, 最大エントロピー法)を用いて、音声信号の特徴抽出を行う。

信号  $x_n = \sum_{k=1}^p a_k x_{n-k} + e_n$  に対するMEMのパワースペクトルの計算式は

$$P(f) = \frac{2\sigma^2\Delta\tau}{|1 - \sum_{k=1}^p a_k e^{-i2\pi f k \Delta\tau}|^2} \quad (1)$$

となる。ただし、添字  $n$  は時刻  $t = n\Delta\tau$  に対応し、 $\Delta\tau$  はサンプリング間隔であり、 $a_k$  は  $k$  によって変わる線形モデルの係数である。 $\sum_{k=1}^p a_k x_{n-k}$  を時刻  $t$  における信号  $x_n$  の予測値とすれば、 $e_n$  はそれと  $x_n$  との予測誤差である。また、 $\sigma^2$  は  $e_n$  の分散であり、 $\tau = j\Delta\tau$ 、 $\delta(\tau)$  はデルタ関数である。

### 3 ウェーブレット変換

ウェーブレット変換とは、周波数解析法の一つであり、時間情報と周波数情報を両方を同時に解析できる手法である。2乗可積分関数の空間  $L^2(\mathbb{R})$  において、平均値が0で、原点  $t = 0$  の周りに局在する関数  $\psi(t)$  をマザーウェーブレットと呼ぶ。この  $\psi(t)$  を  $t$  軸上で拡大縮小、およびシフトさせて次のような基底  $\psi_{a,b}(t)$  を生成する。

$$\psi_{a,b} = \frac{1}{\sqrt{a}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)} \quad (2)$$

この  $\psi(t)$  と信号  $f(t)$  との内積が、ウェーブレット変換であり、次式で表される。

$$W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \overline{\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)} dt \quad (3)$$

### 4 Chernoffの顔グラフ

Chernoffの顔グラフとは、他変量グラフの一種であり、人間が顔に対して有している豊かな認識能力を利用して元データを分類、把握しようというものである。18個の変数  $x_1, \dots, x_{18}$  を用意し、グラフを描くにあたって必要となる数値(例えば、目の位置など)に代入することで、人の顔を模したグラフを描くことができる。

### 5 提案手法

本論文ではエンジン異常音判別に対してChernoffの顔グラフを用いた。これにより、音という不可視のものを視覚化することができる。提案手法における手順を以下に示す。

1. 記憶パターンとなる音にMEMを用いて、信号の特徴を抽出する。
2. 得られた係数に対してDaubechies Waveletによるウェーブレット変換を行う。
3. 変換後の値をChernoffの顔グラフを描く。
4. 入力パターンとなる音についても同様に1, 2, 3を行う。
5. 記憶パターンと入力パターンの比較判定を行う。判定は、距離尺度による客観的なものと、図形化して目視で判別するという主観的なものの二通りで行う。

本論文では定常音として車のエンジン音を扱い、記憶パターンとして12種類の定常音を扱った。判別を行った結果、入力パターン12種類、全169パターンに対して、距離尺度によるものでは100%目視によるものでは96.6%という結果が得られた。

### 6 おわりに

本論文では音声判別に対し視覚化することで判別する手法を提案した。実験の結果、本手法が有効であることを示した。

改善点として、Chernoffの顔グラフを描く際の変数割り当て問題が挙げられる..

### 参考文献

- [1] 章 忠, 難波道弘, 川畑洋昭: “セルラニューラルネットワークおよびその異常診断への応用”, 計測自動制御学会論文集, Vol.40, No.6, pp.626-634, 2004
- [2] 宮崎恒利, 石原 航, 小原拓文, 金川明弘: “フーリエ記述子を用いたエンジン異常音の判別”, 平成18年度電気・情報関連学会中国支部第57回連合大会講演論文集, pp.159-160, 2006