

ウェーブレット変換を用いたエンジン異常音の判別

1 はじめに

エンジンやその他機械の初期異常や不良を機械的に正しく判別することで、機械の故障を予知・診断することができ、また、異常音が故障箇所を目安となれば、修理の効率化も期待できる。これまでも、異常音を音により判別する研究が行われている。

本論文では、車のエンジン異常音に対して、MEM法で特徴を抽出し、ウェーブレット変換を用いた図形化による判別法を提案する。

2 CNNでのエンジン異常音判別法

章ら [1] は CNN (Cellular Neural Network, セルラニューラルネットワーク) を用いて、車のエンジン異常音判別法を提案した。

CNNによる異常音判定は、まず最大エントロピー法 (MEM) を用いて音声信号の特徴を表す自己回帰モデルの係数を求め、信号の特徴を抽出する。次に、得られた自己回帰モデルの係数をスケール変換して CNN に適応するパターンを作る。そしてこのように作った特徴パターンを CNN に入力して分類し、判定を行う。

3 P型フーリエ記述子を用いたエンジン異常音判別法

石原ら [2] は、P型フーリエ記述子を用いて異常音を曲線として視覚化することにより、目視および距離尺度に基づくエンジン異常音判別法を提案した。

石原らの手法の手順は、章らの手法と同じように、異常音に対して MEM を用いて特徴抽出を行い、得られた自己回帰モデルの係数を P型フーリエ記述子として曲線を描いて判別を行う。

4 ウェーブレット変換

ウェーブレット変換は周波数解析手法の一種であり、時間情報と周波数情報の両方同時に解析できる手法である。2乗可積分関数の空間 $L^2(R)$ で、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 軸上で拡大縮小やシフトをして、次のような基底 $\psi_{a,b}(t)$ を生成する。

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

この $\psi_{a,b}(t)$ 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。

$$W(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \overline{\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)} dt \quad (2)$$

5 提案手法および考察

本論文では車のエンジン異常音に対して、ウェーブレット変換を用いた。提案手法における異常音判定は次の手順である。

1. MEM を用いて音声信号の特徴を抽出する。
2. 得られた係数に対してウェーブレット変換を行い、得られたデータから基準音のパターンと異常音のパターンに分けて図形化する。
3. 描いた図形より、異常音のパターンがどの基準音のパターンであるかを距離尺度に基づく客観判定と目視の両方での判別を行う。客観判定では、描いた図形の点同士のマンハッタン距離を求め、その距離の総和を比較した。

得られた判別結果を章ら、石原らの判別結果と比較し、より高い結果が得られた。

6 おわりに

本論文ではエンジン異常音の新しい判別法を提案し、その有効性を示した。

今後の課題として、車のエンジン音以外の音に対して判別を行うことが挙げられる。

参考文献

- [1] 章 忠, 難波道弘, 川畑洋昭, 金川明弘: “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, 39-3, 209/217, 2003
- [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, 159/160, 2006