

ウェーブレット解析を活用した 音や振動データの見える化機器開発

竹田真之介 清家 翼

Development of a Visualization Device for Sound and Vibration Data using Wavelet Analysis

TAKEDA Shinnosuke and SEIKE Tsubasa

中小製造業においては、設備の故障検知を目的とした小型・安価な音響解析装置が求められているが、需要を満たすような装置は少ない。そこで本研究では、ウェーブレット解析を用いた音響解析機器（音や振動データの見える化機器）の開発を目指す。本年度は、シングルボードコンピュータへ組み込みできるようプログラムの改良を行い、バッテリー駆動式の解析機器の製作手法を確立した。

キーワード：ウェーブレット解析、産業 DX、IoT

はじめに

工場設備等の故障は、製造業における生産工程に及ぼす影響が大きいため、故障につながる設備の経年劣化を簡易的に診断する手法が求められている。音や振動には、製品の品質管理や設備保全に役立つ様々な情報が含まれているが、作業者が適切に音を聴き分けることは難しく、また FFT 等の解析機器結果の解釈も難しいため、音や振動データは十分に活用されていないのが現状である。

このような現状の元、計測機器メーカーやソフトウェアベンダが様々な解析装置や AI を組み込んだサービスを提供しているが、最新の AI やクラウドサービス等を組み込んだ商品となっているため高価な使用料が定期的に必要であり、小規模な県内企業の需要には適さない場合が多い。また、セキュリティの観点からも、社内の情報を外部に出さずに処理できる装置が求められている。

そこで、本研究は、音や振動データの変化を画像に変換して表示（見える化）できるウェーブレット解析プログラムを作成し、小型・安価なマイコンボードに組み込むことで、県内の様々な企業の現場で活用できる音や振動の見える化機器を開発することを目標とする。

実験方法

1. プログラムの構成

音声ファイルを読み込んで、ウェーブレット解析を行い画像に変換する PC 用のプログラムを Python で作成した。数学計算に NumPy、音声ファイルの入力に PySoundFile、グラフ可視化に PyQtGraph を使用した。マザーウェーブレットとしてモルレーウェーブレットを採用し、周波数ごとに分解能が異なるウェーブレット解析の特性を生かすため、解析対象となる周波数をあらかじめ対数軸に合わせて準備してから順次畳み込み演算を行った。本報では 1～20000 Hz の範囲の周波数を 200 分割して解析を行っている。

2. 機器の構成

上記プログラムの構成図を図 1 に示す。このプログラムを用いて、音や振動データの見える化機器を製作するため、以下のような変更を行った。

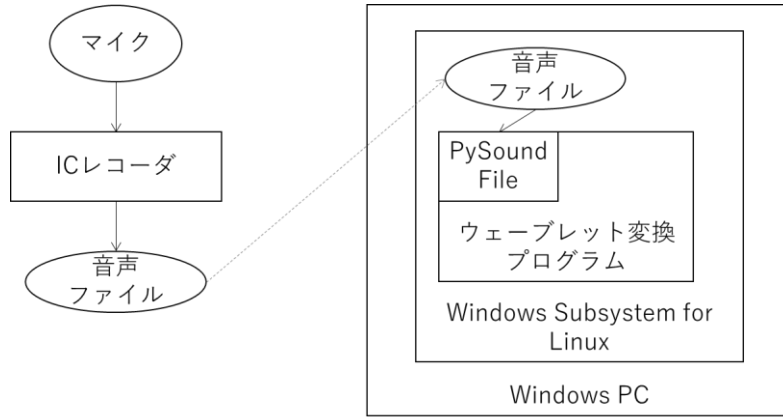


図1 ICレコーダとWindows PCを用いた、音声ファイル解析プログラム構成図

図1の構成では、録音と解析を、それぞれ独立した2つの機器（ICレコーダ・Windows PC）が担っている。本研究で目標とする、小型・安価な可搬式機器を製作するには、同一機器上で録音と変換を行えることが望ましい。そこで、まずはUSBマイク（サンワサプライ USB マイクロホン MM-MCU02BK，周波数特性 70~15,000Hz）を用いて、Windows PC 単独で録音・解析を行うプログラムを作成した。構成図を図2に示す。ウェーブレット解析プログラムは、Linux 上で動作することを想定し、仮想環境である Windows Subsystem for Linux 上で実行した。

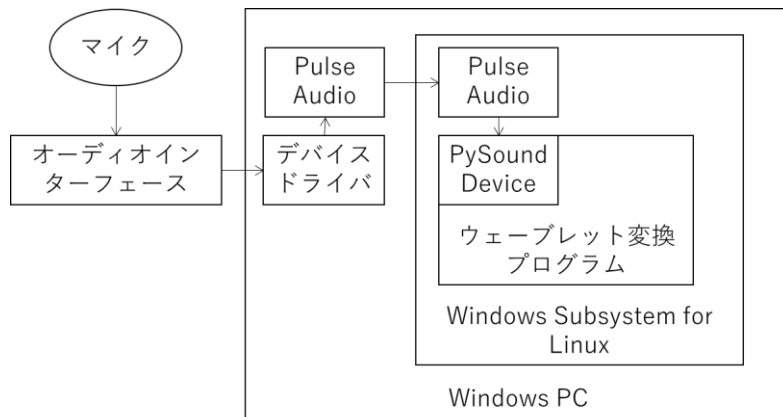


図2 Windows PCを用いた、音声収録・解析プログラム構成図

結果と考察

最終的に以下のような構成で機器を製作した。プログラムを実行するコンピュータとして Raspberry Pi 4 model B を採用した。Raspberry Pi の OS は Linux であるため、適切なライブラリを導入することで、Windows Subsystem for Linux 上で動作するプログラムをそのまま動かすことができる。プログラム構成図を図3に示す。

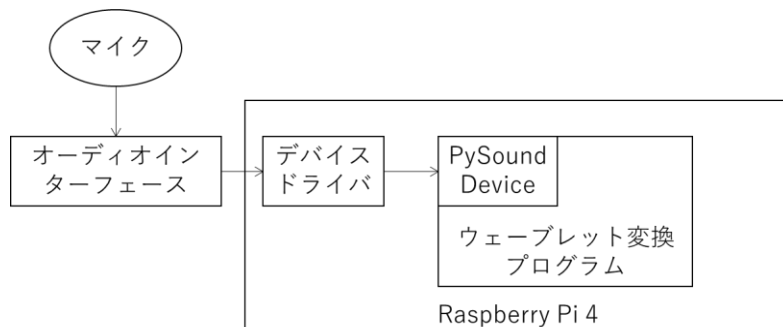


図3 Raspberry Pi を用いた、音声収録・解析プログラム構成図

Raspberry Pi はシングルボードコンピュータであり、単体では入出力装置を持たない。そこで、静電容量式タッチ機能を搭載した7型ディスプレイを表示機器として追加した。また、音声入力装置として、オーディオインターフェース内蔵のPC用USBマイクを採用した。

これらの機器を、携帯電話向けモバイルバッテリーを用いて駆動させることで、工場等の現場でも使用できる可搬式の“音や振動の見える化機器”を実現した。打撃音を收音・解析した様子を図7に示す。

以上のような構成で、小型・安価の可搬式見える化機器を開発することができた。



図4 Raspberry Pi を用いた音や振動の見える化機器

ま と め

中小製造業の設備保全・品質管理等に活用できる音や振動データの見える化機器の開発について、以下の成果を得た。

1. Linux 上で動作する、オーディオインターフェースから取得した音声ウェーブレット解析するプログラムを作成した。
2. 安価なシングルボードコンピュータである Raspberry Pi 4 とその周辺機器を用いることで、小型・安価の可搬式見える化機器を開発することができた。