

小型コンピュータを用いた電流値・振動監視システムの開発

河原 航* 平間 毅* 小野 浩二** 中山 英徳***

1. はじめに

ケミカルポンプを製造している株式会社ワールドケミカルでは、株式会社ヒューマンサポートテクノロジーとともに、ポンプの異常を検知する安価なシステムの開発に取り組んでいる。システムの構想としてポンプの異常を電流値と振動データを基に検出する手法を考案したが、システムの小型化が課題となった。そこで、小型コンピュータ（以下Raspberry Pi3）を用いた異常監視システムの開発を検討している。

2. 目的

Raspberry Pi3（図1）を用いて汎用のセンサから電流値と振動データを取得するため、Raspberry Pi3 と各汎用センサ（電流センサ、加速度センサ）を接続し、データの通信・処理をするプログラムのプロトタイプ開発を行った。



図1 Raspberry Pi3

3. 研究内容

3.1 システム構成

3.1.1 Raspberry Pi3-加速度センサ

Raspberry Pi3を用いて9軸の加速度センサ MPU9250（InvenSense社）から振動データとして加速度の時系列データを取得し、高速フーリエ変換処理を行うことで加速度の周波数成分を算出するシステムを開発した。Raspberry Pi3 と MPU9250 は SPI（Serial Peripheral Interface）によりデータ通信を行うため、Raspberry Pi3 で SPI デバイスを事前に有効にしておく必要がある。

3.1.2 Raspberry Pi3-電流センサ

本研究で計測に用いた電流センサ（ユーアールディー社）は、アナログセンサであるため、デジタルデータへの変換が必要になる。Raspberry Pi3 には A/D 変換機能が搭載されていないため、本研究では A/D 変換器 MCP3208（Microchip Technology 社）を外付けで使用した。通信に関しては加速度センサ（MPU9250）と同

様に SPI 方式である。



図2 全体システムの構成

3.2 電流センサの実効値算出

A/D 変換処理で得られた値と、計測に用いた電流センサの仕様から交流電流の実効値算出を行った。算出プログラムとして、過去に当センターで開発した電力見える化モジュールの技術シーズを活用し、100 μ sec 毎に割り込み処理を発生させ、その中で A/D 変換を行う設定とした。また同様に 1 周期の間に行う A/D 変換の回数を 200 回とした。算出した実効値は比較のために用意したクランプ電流計（HIOKI 製）の結果とほぼ一致した。当センターの分電盤に電流センサを取り付けて、実効値算出の予備実験を行った際の様子を図3に示す。

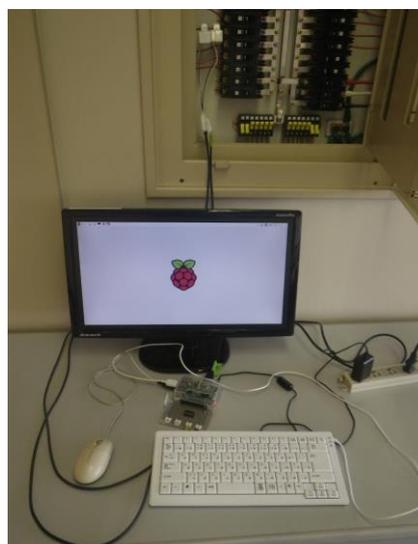


図3 実効値算出の予備実験

3.3 高速フーリエ変換による振動評価

MPU9250 から加速度の時系列データを取得し、それをもとに高速フーリエ変換を行うプログラムを開発した。高速フーリエ変換には GitHub で公開されているライブラリを使用し、Raspberry Pi3 上の GPU で処理を行った。これにより CPU で処理を行う場合に比べ、多数のコアを使用して処理を行うことができるため処理の高速化が期待できる。

プログラムの動作確認として、コサイン波形にハン窓を掛けた信号 (図 4) に対し、高速フーリエ変換を行った結果を図 5 に示す。

高速フーリエ変換の結果より、元信号の 50Hz 成分に相当するピークを確認することができる。150Hz 成分は折り返し現象の影響によるものであり、実験ではサンプリングレートを 200Hz としたため、その半分の 100Hz で折り返しが表れている。また、振幅が 1/2 となっているのはハン窓処理で時間領域における両端付近の振幅を減衰させた影響によるものである。

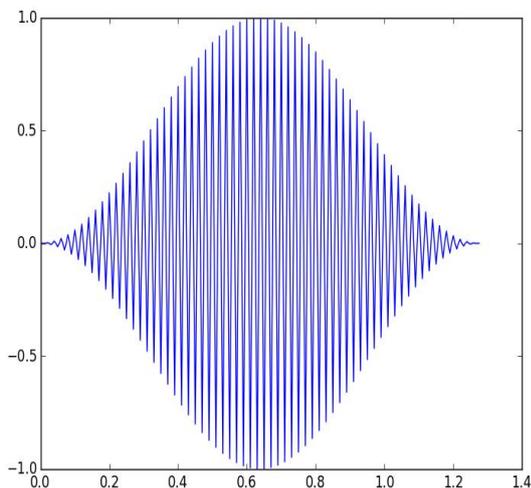


図 4 50Hz コサイン波形にハン窓を掛けた信号 (縦軸単位：無次元, 横軸単位：秒)

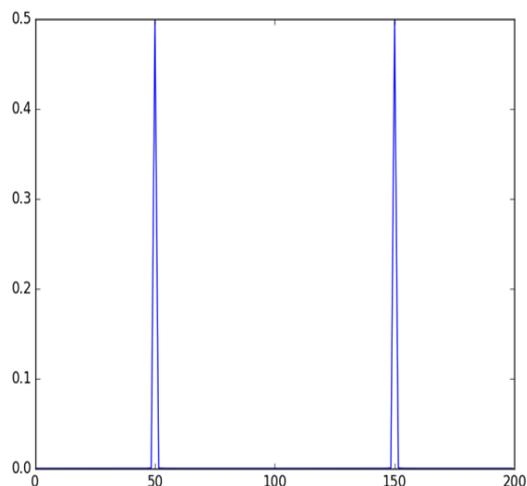


図 5 高速フーリエ変換の結果 (縦軸単位：無次元, 横軸単位：Hz)

4. 研究結果と考察

当センターでは Raspberry Pi3 と各汎用センサ (電流センサ, 加速度センサ) を接続し、データの通信・処理をするプログラムのプロトタイプ開発を行った。

交流電流の実効値算出についてはクランプ電流計 (HIOKI 製) の結果とほぼ一致した。

今後、基板やケーブルのノイズ対策を行えば、さらに測定精度が向上すると考えられる。

また、加速度の時系列データから高速フーリエ変換を行い、振動波形に対して周波数成分を分解することで、振動を評価できることが確認できた。

5. まとめ

当センターで開発したプロトタイプを使用して電流値・振動データからポンプの異常を監視するシステムを開発した。実際に株式会社ヒューマンサポートテクノロジーとともに株式会社ワールドケミカル筑波工場を訪問し、開発したシステムによるポンプの電流値・振動データの計測を行い、システムの動作確認を実施した。本受託研究ではプロトタイプでの国内における動作検証であったが、今後は更に基板の小型化を行い海外の事業所での動作検証を行う予定であり、本システムの導入も検討されている。

6. 参考文献

- 1) 電気回路の基礎 森北出版株式会社
- 2) 入門ソフトウェアシリーズ① C言語 ナツメ社
- 3) 中川 健司, 大高 理秀, 平間 毅, 戸塚 貴之, 消費電力の見える化技術 茨城県工業技術センター研究報告 第40号, p29-31, (2012)