新潟県工業技術総合研究所　技術トピックス

令和８年 10 月 19 日

M5StickS3 の内蔵加速度センサで作る簡易振動計

１．はじめに

以前の技術トピックス「M5Stack Core2 と ADXL345 を用いた簡易振動測定器の試作」では、M5Stack Core2 と外付け加速度センサ（ADXL345）を用いた簡易振動計を試作しました。しかし、振動測定を行うためには、センサの配線や測定物への固定が必要であり、装置の構成がやや複雑になるという課題がありました。

実は、M5Stack Core2 にも加速度センサが内蔵されています。しかし、測定物へ固定するための磁石を備えていないため、振動測定時には別途固定方法を工夫する必要があります。

そこで今回は、磁石を内蔵し、加えて３軸加速度センサを搭載した小型マイコン「M5StickS3」を用いて簡易振動計を試作しました。M5StickS3 を使用することで、外付けセンサや接続ケーブルを使用せずに振動測定を行うことができ、装置の小型化や取り付け作業の簡略化が期待できます。また、M5Stack Core2 と比較して安価であることも利点の一つです。

本記事では、M5StickS3 を用いて試作した簡易振動計の構成と、その測定結果について紹介します。

２．試作装置の構成

今回使用した M5StickS3 には、３軸加速度センサ BMI270 が内蔵されています。BMI270 で測定した加速度データをマイコン内部で FFT 解析し、振動の大きさや周波数成分を液晶画面に表示します。試作装置の主な仕様を表 1 に示します。表 1 において、相対振幅は、検出されたピークのうち最大ピークを 100%として正規化した値です。

前回の装置では、M5Stack Core2 と外付けの ADXL345 を Grove ケーブルで接続していましたが、今回は M5StickS3 本体だけで測定できます。

なお、M5StickS3 には microSD カードスロットが無いため、測定データを microSD カードへ保存する機能は設けていません。

表１　試作装置の主な仕様

項目	内容
マイコン	M5StickS3
加速度センサ	BMI270（3 軸加速度・3 軸角速度、本体内蔵）
測定方向	Z 軸（図 2 を参照）
加速度測定範囲	±8 g（プログラム設定値）
サンプリング周波数	約 809.6 Hz（基本設定）、約 1619.2 Hz（拡張設定の FFT 計算値）
測定データ数	1024 点
周波数表示範囲	0～200 Hz（基本設定）、0～500 Hz（拡張設定）
周波数分解能	約 0.791 Hz（基本設定）、約 1.581 Hz（拡張設定）
測定方法	自動繰り返し測定
表示内容	加速度 RMS、上位 3 ピーク周波数と相対振幅、FFT スペクトル

3. 内蔵加速度センサによる振動測定

M5StickS3 に内蔵されている BMI270 は、X、Y、Z の 3 方向の加速度を測定できるセンサです。図 2 に、M5StickS3 の加速度センサの軸方向を示します。Z 軸は液晶画面に対して垂直な方向です。今回の試作では、本体を画面が上になるように置き、Z 軸方向の振動を測定しました。

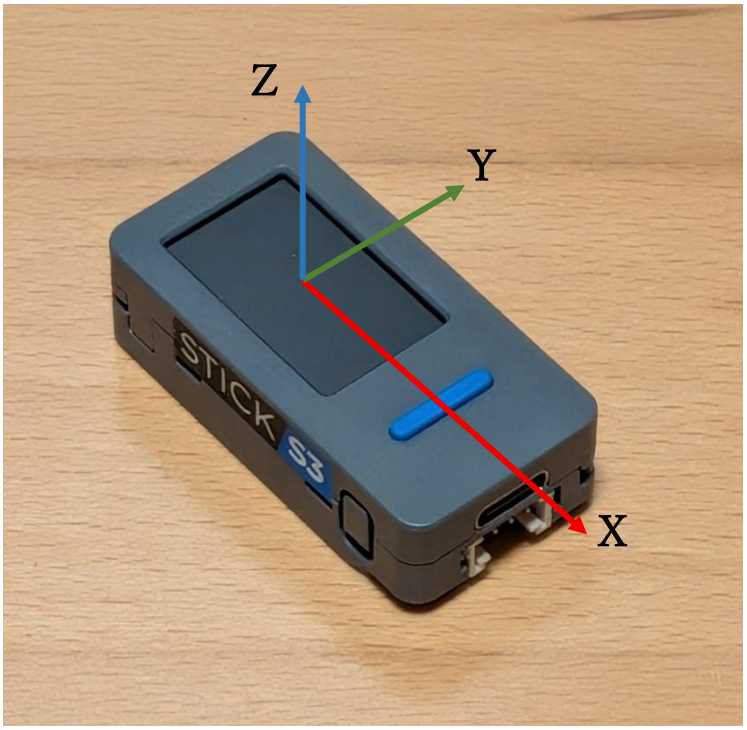


図 2　M5StickS3 の加速度センサの軸方向

加速度データの取得には、BMI270 の FIFO（First In, First Out）機能を利用しました。FIFO は、センサ内部に測定データを一時的に蓄積する機能です。これにより、マイコンの処理時間に左右

されにくいデータ取得が可能になります。

測定では、Z 軸の加速度を 1024 点取得し、平均値を差し引いて振動成分の RMS を求めます。その後、ハニング窓を適用して FFT 解析を行い、周波数スペクトルを計算します。

サンプリング周波数は基本設定では 800 Hz に設定していますが、一定時間内にセンサの FIFO に蓄積されたデータ数から実際の周波数を推定したところ、約 809.6 Hz であったため、FFT 解析にはこの値を使用しました。1024 点の測定に要する時間は約 1.26 秒で、周波数分解能は約 0.791 Hz となります。

拡張設定ではサンプリング周波数を 1600Hz に設定しました。FFT 解析には、基本設定時に推定された実測値 809.6Hz を基に、その 2 倍である 1619.2Hz を使用しました。

FFT 解析後は、周波数スペクトルから振幅の大きいピークを抽出し、その周波数を求めます。ピーク周波数の算出には、隣接する FFT データを利用した補間処理を適用しています。

なお、今回のプログラムは生成 AI を活用して作成しました。プログラムの作成や修正を生成 AI に依頼し、実機での動作確認と測定結果の評価を繰り返すことで、簡易振動計を完成させました。

4．測定結果の表示

M5StickS3 は小型の液晶画面を備えています。今回のプログラムでは、加速度 RMS、振幅の大きい上位 3 ピークの周波数と相対振幅、0〜200 Hz（基本設定において）の周波数スペクトルを液晶画面に表示するようにしました。測定は、電源を入れると自動的に繰り返す方式としました。加速度センサが本体に内蔵されているため、ボタン操作による振動の影響を避け、測定対象に取り付けた後は本体に触れずに測定できます。

なお、M5StickS3 の背面にはマグネットが付いており、磁石が吸着する測定対象への取り付けに利用できます。また、シリアルモニタには、振幅の大きい上位 5 ピークの周波数を出力するようにしました。

5．振動の測定結果

試作した装置の動作を確認するため、スマートフォンから特定の周波数の音を出力させたときの振動を測定しました。スマートフォンの背面を上にして、その面に M5StickS3 を設置しました。110 Hz、150 Hz、195 Hz の 3 つの周波数を同時に出力し、複数の振動成分を検出できるか確認しました。測定は 5 回行い、その結果を表 2 に示します。

5 回の測定すべてで、110 Hz、150 Hz、195 Hz に対応するピークを検出できました。平均値はそれぞれ 110.03 Hz、150.02 Hz、195.03 Hz となり、スマートフォンで設定した周波数に近い値が得られました。また、各周波数の測定値の変動は小さく、今回の測定条件では安定して検出できることを確認しました。

表２　３周波数同時出力時の測定結果（単位：Hz）

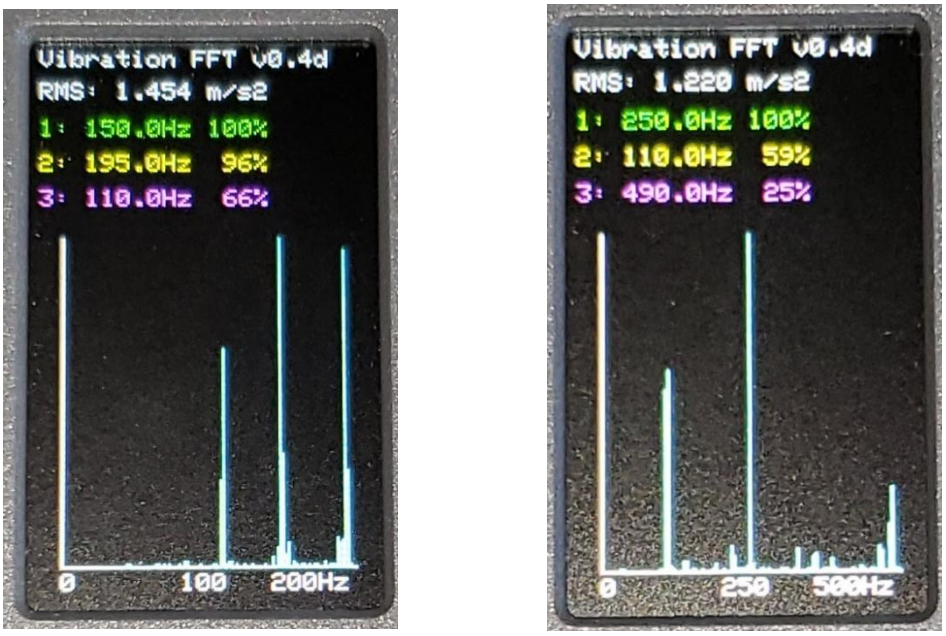
測定回数	110 Hz 成分	150 Hz 成分	195 Hz 成分
1	110.03	150.01	195.03
2	110.02	150.01	195.03
3	110.04	150.02	195.03
4	110.03	150.01	195.03
5	110.02	150.01	195.02
平均	110.03	150.02	195.03

なお、表中の周波数は FFT 解析後の補間処理によって求めた値であり、表示桁数は測定精度を示すものではありません。

さらに、BMI270 の加速度データ出力レートを 800 Hz から 1600 Hz に変更し、周波数表示範囲を 0〜500 Hz に拡張しました。スマートフォンから 110 Hz、250 Hz、490 Hz の３つの周波数を同時に出力して測定したところ、いずれの周波数成分も検出できました。ただし、今回の試験は周波数成分の検出を確認したものであり、500 Hz までの加速度測定精度を保証するものではありません。

図３に、３つの周波数を同時に出力した場合の FFT スペクトルの表示例を示します。基本設定によるスペクトルの表示例を(a)に示し、拡張設定によるスペクトルの表示例を(b)に示します。

なお、今回の試験はスマートフォンの音を利用した簡易的な動作確認であり、校正された振動発生装置による精度検証は行っていません。



(a) 110 Hz、150 Hz、195 Hz を同時出力　　(b) 110 Hz、250 Hz、490 Hz を同時出力

図３　FFT スペクトル

6．使用時の注意点

今回の装置は、加速度センサが M5StickS3 本体に内蔵されているため、外付けセンサや接続ケーブルが不要です。一方、測定対象の振動をマイコン本体に伝えるために、本体の固定方法に注意が必要です。

固定が不十分な場合や、柔らかい材料を介して取り付けた場合には、振動が減衰したり、本体の共振によって測定結果が変化したりする可能性があります。また、今回は Z 軸方向の加速度を測定しているため、測定対象に対する本体の向きにも注意が必要です。

さらに、加速度センサの周波数応答や本体の取付状態などが測定結果に影響するため、今回の装置で加速度の絶対値を精度よく測定できることを確認したわけではありません。このため、本装置は振動の周波数成分を簡易的に確認する用途を想定しています。

7．終わりに

M5StickS3 に内蔵された加速度センサ BMI270 を利用して、簡易振動計を試作しました。
今回の装置では、外付けセンサや接続ケーブルを使用せず、M5StickS3 本体だけで加速度の測定、FFT 解析、測定結果の表示を行うことができました。また、110 Hz、150 Hz、195 Hz の 3 つの周波数成分を同時に検出し、振幅の大きい上位 3 ピークの周波数を本体画面に表示できることを確認しました。また、加速度センサの設定を変更することで、周波数表示範囲を 500 Hz まで拡張し、490 Hz の振動成分も検出できました。

以前紹介した M5Stack Core2 と ADXL345 による装置では、外付け加速度センサを使用し、測定データを microSD カードに保存する構成としました。一方、今回の装置は、マイコンに内蔵された加速度センサを利用することで、外付けセンサや接続ケーブルを不要とし、より小型で安価な構成を実現しました。

専用の振動計に代わるものではありませんが、モータやファンなどの振動周波数を手軽に確認したり、振動測定や FFT 解析の仕組みを学んだりするための装置として活用できると考えられます。（試作年月：令和 8 年 10 月）

参考資料

(1)M5Stack Core2 と ADXL345 を用いた簡易振動測定器の試作
https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/507620.pdf

問い合わせ：新潟県工業技術総合研究所
技術統括センター　斎藤 雄治
TEL：025-247-1320