

## 17 加速度センサを用いたウェアラブル端末の作成

荒屋敷智也

指導教員 菅野研一

### 1. はじめに

私は ET ロボコンの大会に参加した際、組み込みシステムに興味を持ち、就職先が Bluetooth 通信の組み込み機器開発を行っていることから、本研究では加速度センサで動作軌道の情報を取得し、身体の動きを音に変えられるウェアラブル端末を作った。

### 2. ウェアラブル端末とは

身に着けて持ち歩く事が出来るコンピュータのこと。スマートフォンのように単に持ち運べるコンピュータとは異なり、主に衣服状や腕時計状で身に着けたまま使えるものを指す。

### 3. 使用ツール

- 使用 OS Windows 10
- ハードウェア Genuino 101,  
Bluetooth 無線モジュール
- ソフトウェア Arduino IDE, Processing

#### 3.1 ツールの説明

- Genuino 101 (米国では Arduino 101)  
米国の Arduino LLC がインテルと共に設計した Intel Curie 搭載のマイコンボード。Arduino Uno と同じ大きさの基板で BLE(Bluetooth Low Energy)に対応し、3 軸加速度センサ・3 軸ジャイロセンサを搭載している。



図 1 Genuino 101

#### • Bluetooth 無線モジュール

Arduino IDE と Processing の無線通信を確立するために近距離無線通信技術の一つである Bluetooth 通信を用いることにした。Bluetooth 通信は 2.4GHz の広帯域で通信し、干渉に強いシリアル通信によるデータを Bluetooth 通信に置き換える SPP (シリアルポートプロファイル) を有しており、Bluetooth 通信を確立するために RN-42 を使用することで PC と USB ケーブルでの接続が不要になり、無線通信によるデータの送受信が可能になった。



図 2 Bluetooth 無線モジュール

- Arduino IDE

Arduino の統合開発環境でエディター,コンパイラ,基盤へのファームウェア転送機能などを含む.開発環境は Processing ベースで,容易にプログラムができるように設計されている.Arduino IDE を用いて Genuino 101 の加速度の値を Processing に送受信できるようにした.

- Processing

Java をベースにしており,簡単に図の描画やグラフィックの制作を行えることが特徴である.本研究では,Minim という音声処理ライブラリを用いて音を変化させた.

### 3.2 BLE と Bluetooth 無線モジュール

本研究では,当初 Genuino 101 に搭載されている BLE を使用し,Arduino IDE と Processing 間の無線通信を考えていた.Genuino101 では本研究に必要なセンサ類や無線通信が一体化されており,ガジェットを製作する際にサイズや重さを小さく出来ると思ったからだ.しかし研究を進めていく内に BLE について以下の問題に直面した.

- BLE(Bluetooth Low Energy)

近距離無線通信技術の一つ,省電力で通信が可能なものの.主にスマートフォンに広く搭載されており,BLE では GATT (Generic ATTribute) というプロファイルを使用する.

SPP はシリアルケーブルを Bluetooth モジュールに置き換えたり,マイコンから Bluetooth モジュールにデータを流せたりと SPP だと比較的簡単に無線化することが出来る.その一方で BLE は従来の SPP(シリアルポートプロファイル)と比べて扱いが難しく,データ送受信時に都度データサイズを意識したマイコン操作等が必要になる.

BLE で通信を行うには GATT を使用し,研究に沿った自作アプリを作成しなければいけないということ,Windows の GATT API は不安定で実

用レベルに達していないことが本研究を進めていく内に分かり,BLE は非常にハードルが高いことから SPP 対応の Bluetooth 無線モジュールで無線通信を行った.

### 4. 研究概要

- Arduino/Genuino についての研究
- Arduino IDE と Processing 間の Bluetooth 通信の確立
- ガジェットの機材調達,加工,組み立て

### 5. システム概要

本研究では加速度が測定出来る Genuino 101 と無線モジュールを用いたガジェットを製作した.

ガジェットを腕に取り付け,上下左右といった腕の振りを加速度センサでデータ化する.データを元に Processing で音声処理を行い, PC で音声出力を行っている(図 3).

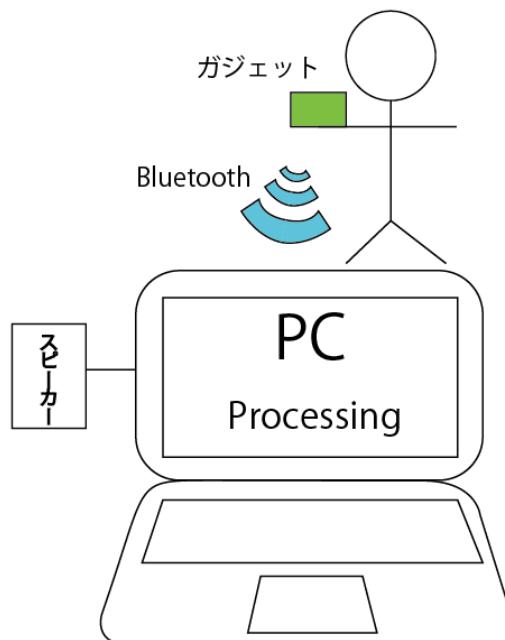


図 3 システム構成図

## 6. 製作物

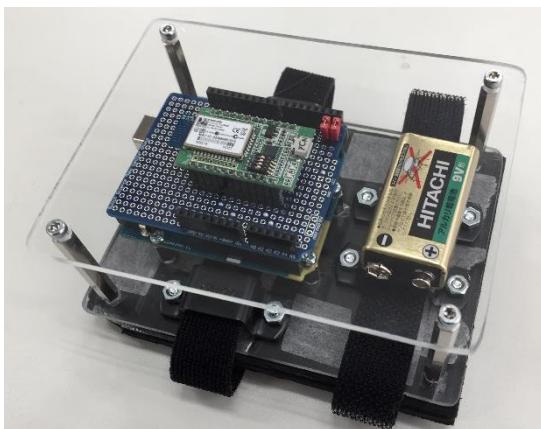


図 4 ガジェット

### 6.1 ガジェットの概要

腕に取り付け、振りに応じてセンサ値を無線通信で Processing に送る(表 1)。

表 1

寸法(幅 W×高さ H×奥行 D) (mm)	130×56×97
質量 (g)	321

## 7. データの流れ

Genuino 101 に搭載されている加速度センサとジャイロセンサからピッチ, ロール, ヨーと呼ばれる回転角度(図 5)を算出し Processing に送っている(図 6)。角度算出には Madgwick ライブライアリを使用した。

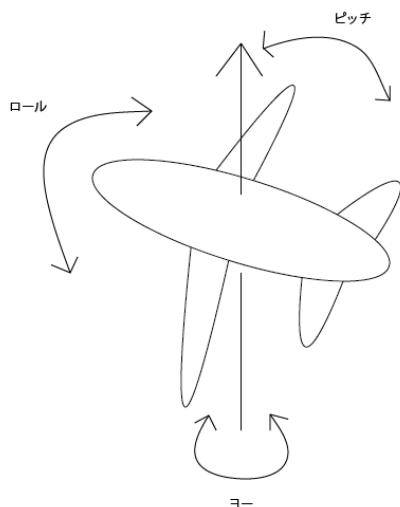


図 5 ピッチ, ロール, ヨー

- Madgwick ライブライアリ

Genuino 101 で搭載されている 6 軸センサー(加速度, 角速度)でピッチ, ロール, ヨーの角度を算出しているライブライアリ。

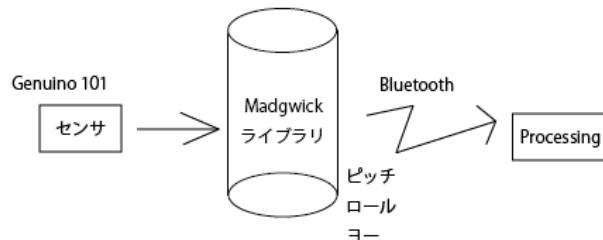


図 6 データの流れ

## 8. 音の出力

音は「高さ」「大きさ」「音色」の 3 つの要素で構成されています。「高さ」は振動する回数、「大きさ」は振動の程度が大きいければ大きい音に、「音色」は波の形で決まります。今回この要素を取り入れ、それぞれの要素を変化させられる作品の製作を行った。

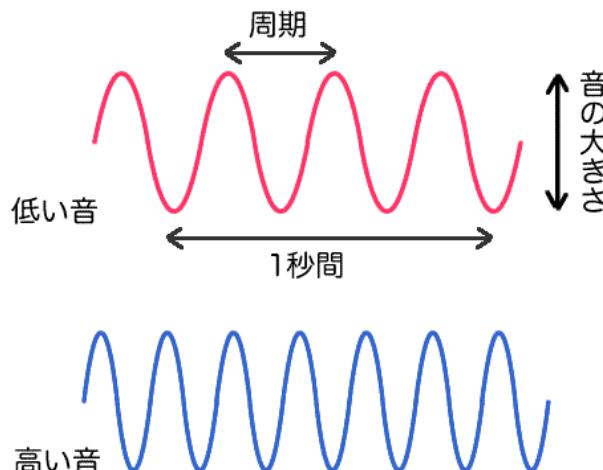


図 7 音の 3 要素

### 8.1 音の作成

- 音の「高さ」

ガジェットを動かすことでセンサ値のデータが変化し、音の高さが変わること。

- 音の「大きさ」

マウスの垂直座標を利用した。マウスを上に移動すれば音が大きく、下に移動させれば音が小さくなる。

- 音の「音色」

マウスボタンを利用した。左右ボタンを押すことで波形を変えることができ、音色を変えられる。

## 9. まとめ

加速度センサを用いて音を鳴らすシステムを作ることが出来た。

当初 Genuino 101 に搭載されている BLE の使用を考えたが SPP をサポートしていないことが分かったため Bluetooth 無線モジュールを使用した。

今後の課題としてはガジェットの小型化と音の作成などがあげられる。

## 参考文献

[1] 森 貴之: 加速度センサを用いた音が鳴るバス タオルの制作,

[http://www.kazushi.info/wp-content/uploads/2015/09/150130\\_mori.pdf](http://www.kazushi.info/wp-content/uploads/2015/09/150130_mori.pdf)

[2] 高石, 龍舞: 無線化した Arduino 互換機の設計製作とリモートデータ収集回路の製作,  
<http://www.kochi-tech.ac.jp/library/ron/pdf/2016/20/1195051.pdf>

[3] Processing でファミコン風の矩形波を鳴らす,  
<http://wp.hrmux.com/?p=1055>

[4] Arduino と PC (パソコン) 間で無線通信,  
<https://gearchiving.com/arduino-processing-bluetooth-sp/>

[5] 【ios/Android/windows】各 OS ごとの BLE 対応状況, <http://museinka.com/info/os-situation-for-ble>

[6] iphone とカンタンに BLE 通信 ! Bluetooth Low Energy モジュール,  
<http://museinka.com/bluetooth/ble/le0.html>