

## Android OS を搭載した組み込みデバイスと スマートフォンによるモータ制御 Controlling motor by smartphone and embedded system with Android OS

斎藤 翼†      高木 祐介†      金丸 隆志†  
Tsubasa Saito   Yusuke Takagi   Takashi Kanamaru

### 1. 研究背景

現在携帯電話業界でスマートフォンが注目を集めている。その中で Android OS を搭載したスマートフォンの人気が急上昇している。この OS を組み込みデバイスに搭載しスマートフォンとの連携を行うことで Android の新しい利用の場を広げられるのではないかと考えている。

### 2. 目的

Android OS を携帯電話端末とは別の組み込みシステム用 OS として利用することを考えた。ターゲットとして TEXAS INSTRUMENTS 製の BeagleBoard を用いる。Android のバージョンは JIT が初めて搭載された Android2.2(Froyo)とする。BeagleBoard に Android2.2 をポータリングする例としては TEXAS INSTRUMENTS による公式のもの[1]と sola 氏による例[2]があり、我々は sola 氏の例を参考にした。ポータリングの際、すべてのデバイスが利用可能になるわけではなく、必要なデバイスに対して自分で kernel と Android ソースを改変する必要があった。我々はこの環境を用いてモータを数個利用したロボットアームの制御を実現する。ロボットアーム用モータは BeagleBoard とシリアル接続し、スマートフォンに搭載されたセンサの値を Bluetooth を用いて送信し、その値を基にモータ制御する。スマートフォンなどの小型端末からの遠隔操作が行えるようになることにより、Android OS の利用価値を高め、更なる発展につながるのではないかと考えている。

### 3. 研究内容

#### 3.1 使用デバイス

使用したデバイスは以下のとおりである。

- ・ 開発用組み込みボード  
TEXAS INSTRUMENTS 製 BeagleBoard Rev C4
- ・ SonyEricsson 製 Xperia(SO-01B)

アプリケーション開発には Java 統合開発環境 eclipse を利用した。

#### 3.2 Android のビルド

sola 氏のサイトを参考に Android のソースのダウンロードからビルドまでを Linux の端末を用いて行った。

独自に有効にしたデバイスは下記のとおりである。

- ・ 双葉電子工業製モータ RS-304MD
- ・ PLANEX 製無線 LAN GW-US54Mini2
- ・ Logicool 製カメラ Logicool WebCam C210
- ・ Hanwha 製 7 インチタッチパネル HM-TL7T
- ・ BUFFALO 製 Bluetooth デバイス BSHSBD02
- ・ 双葉電子工業製シリアル変換器 RSC-U485
- ・ サウンド

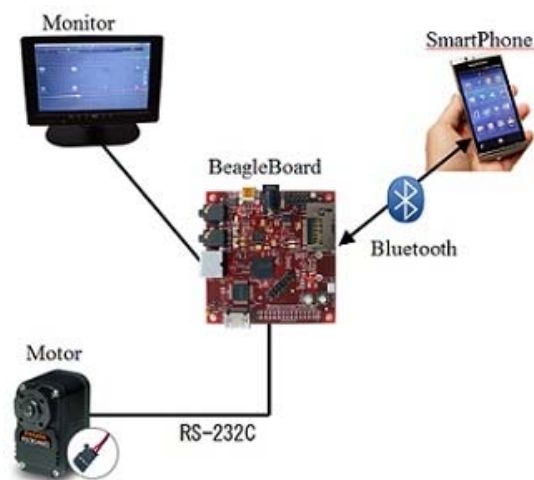


図 1. 各デバイスとの通信手段

#### 3.3 モータの制御

実際にモータの制御を行う。モータの操作については図 1 のようにスマートフォンと BeagleBoard は Bluetooth を用いて通信し、BeagleBoard とモータは RSC-U485 を利用し USB からデータをシリアル変換し通信する。

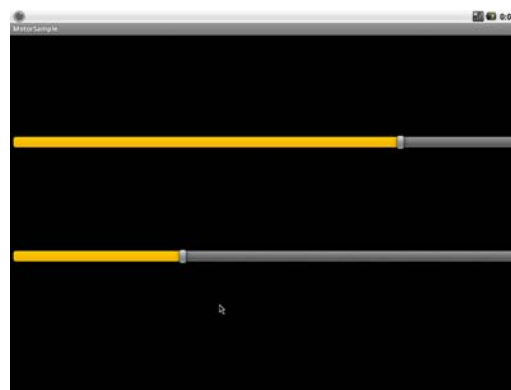


図 2. モータ制御アプリケーション

† 工学院大学工学研究科機械工学専攻  
Kogakuin University

### 3.4 モータの制御アプリケーション

#### [準備 1]Bluetooth 接続なしのモータ制御

初めにモータ制御の基礎を知るため、Bluetooth 通信を用いず、BeagleBoard のみを使用したモータアプリケーションを作成した(図 2)。モータは-150度~150度の間で回転し、アームには同モータを複数利用する。複数のモータに対して個別に制御できるようにした。初期のモータに搭載されたサーボ ID は 1 であった。アームにはモータを多数利用するため ID を変更しなければならない。よって RS-304MD の制御用サンプルアプリを利用しサーボ ID の変更を行えるようなプログラムの作成も行った。

#### [準備 2]スマートフォンのセンサ情報の取得

スマートフォンのセンサ情報をもとにモータの制御を行うため、まずその情報を取得しどのような数値を示すか調べる必要がある。そこでスマートフォンのみを利用したアプリケーションを作成し、センサのデータを調べた。腕の動作と同じ操作を扱うために利用できると思われたセンサは加速度センサと傾き(方向)センサである。トグルボタンを ON にしている間のみセンサ情報を SD カードに CVS ファイルとして保存し続け、OFF にした際に CVS ファイルをクローズする。図 3 は実際に作成したアプリケーションを起動した様子である。



図 3. センサ値取得アプリケーション

図 4, 5 は上記で述べたアプリケーションで取得した加速度、傾きセンサの値をグラフ化したものである。今回サンプルとして取り上げたセンサの取得状況は、スマートフォンを右手で持ち、腕を下におろした状態から肘を曲げずに前方に 90 度(肩の高さまで)振り上げた場合である。

得られた加速度情報には重力加速度  $9.80665[m/s^2]$  も含まれている。傾きセンサの値の範囲は以下のとおりである。

- Azimuth    ••• 0~360[度]
- Pitch       ••• -180~180[度]
- Roll        ••• -90~90[度]

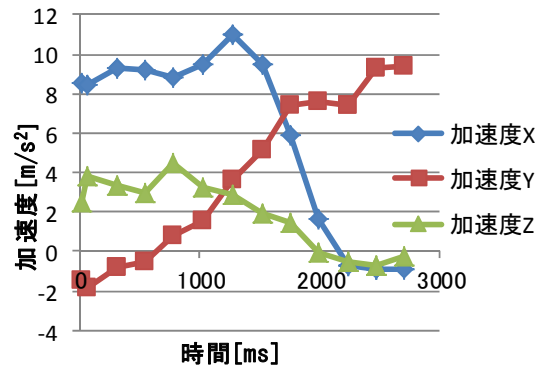


図 4. 加速度センサ取得値

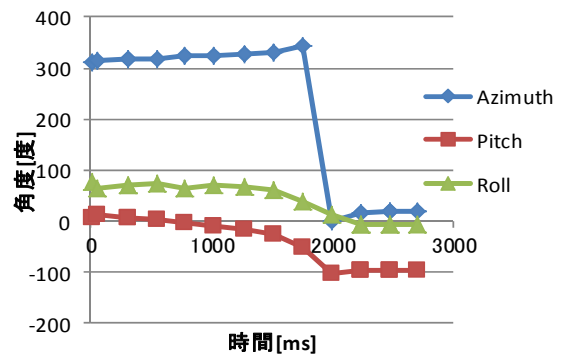


図 5. 傾きセンサ取得値

加速度センサはゆっくり腕を振り上げた場合、センサの値はなだらかに変化するが、素早く振り上げた場合、その際の加速度が付加され一瞬値が乱れてしまう。傾きセンサは速さに依存することなく値が変化するため、傾きセンサの値を基にモータ制御を行うのが有効だと思われる。

#### [準備 3]取得したデータを Bluetooth を用いて BeagleBoard に送信しモータを制御

Bluetooth によるデータの送受信は、Android SDK のサンプルアプリケーションの BluetoothChat を参考にして行った。送信側(スマートフォン)ではセンサの値を取得した時間、3軸の加速度、3方向の傾きの情報をまとめて送信する。受信側は得たデータを 1つ1つ分解し、その値を基にモータの制御を行う。

講演ではこれらを用いたロボットアームを制御する様子を紹介する。

#### 参考文献

- [1][http://processors.wiki.ti.com/index.php/TI-Android-FroYo-DevKit-V2\\_ReleaseNotes](http://processors.wiki.ti.com/index.php/TI-Android-FroYo-DevKit-V2_ReleaseNotes)
- [2]<http://code.google.com/p/android-development-environment/wiki/FroyoOnBeagleBoard>