

# ジャイロセンサーの応用によるバランス二輪車の開発

(代表) 霍 達 (機械工学類エネルギー環境コース 3年)  
河上奏太 (機械工学類人間機械コース 3年)  
白井啓順 (機械工学類人間機械コース 3年)  
小林佳介 (機械工学類人間機械コース 3年)  
落合良基 (機械工学類知能機械コース 3年)  
指導教員  
浅川直紀 (理工研究域機械工学系 准教授)

## 1. 背景と研究目的

ジャイロセンサーは新しい技術として多様な分野に応用されている。現在の交通道具の小型化のブームにジャイロセンサーを使ってさらに二輪の乗り物を改良する。低コストで現在市販されている Segway™を参考に装置の製作。

## 2. 仕組みと原理

### ボディ

子供用スノーボードの足の部分を取り外し使いやすい形に加工する。(両端の円形部分を切る)

強度増加のため、加工したスノーボードの長い辺に補強用金属を付け、(各場所(端から50mm、130mm)の場所)平ワッシャーとナットで結合させる。

ボードの中心付近にモーターを付ける

ボードが傾いた際にモーターが地面に接触しないようにボードの先端に木板をつけ、その上からキャスターをつける。

軸をボードの中心に固定した後L字ブラケット2つをコの字型にブラケットの中心に穴をあけ、軸、ボードと固定する。コの字になったブラケットの間に車輪を左右同じ高さに取り付ける。

チェーンはモジュール2のモノを使用する。車輪の軸とモーターの軸の距離はチェーンの緩みが軸間距離の2%になるように設定する。

モーターは4隅をボルトとナットで固定、中心から11cmの位置に蝶番をボルトとナットで固定し、ボードに上面に固定した蝶番の穴にゴムベルトを通し、軽自動車のバッテリー2個を固定する。



図1 ボディの裏

配線とコントローラー

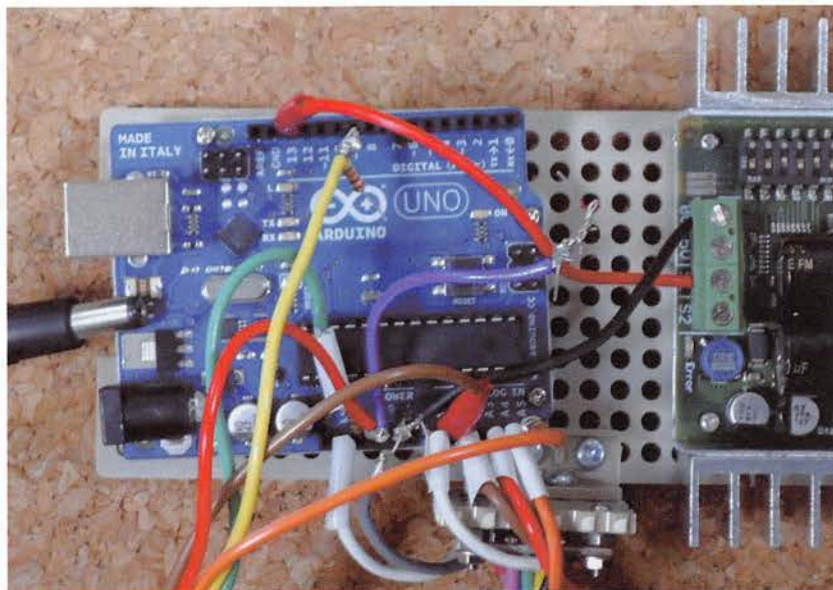


図2 Arduino とモータードライバー

バランスを調整するため、Wii の Nunchuk を改造し利用する。C ボタン、Z ボタンをデッドマンスイッチ（押している間スケットボードは動き、離すと止まる）とする。C、Z 共に同じ効果を表す。アナログスティックは前後左右に動かすことで、抵抗を変換させる。抵抗はプログラムにより自由に設定できる。Nunchuk

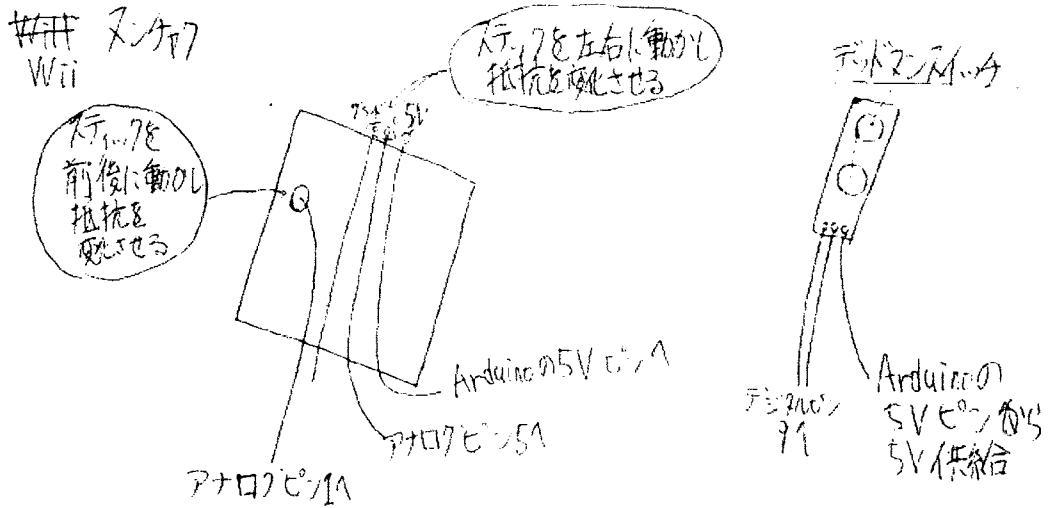


図3 コントローラーの配線

#### 抵抗を変換について

アナログスティックを前後に動かすことで、モーターの回転数が変化し、スケットボードの加速、減速する事ができる。左右に動かすと、左右のモーターの回転数が変化し、旋回することができる。

WiiNunchuk から得た信号をマイコンに読み込ませた後、Arduino のデジタルピンからモータードライバーへ送る。バッテリーから供給される電流をモータードライバーで制御し、モーターの回転をコントロールする。なおこの過程は現在試験運転段階にあり安定した動作はまだ実現していない。

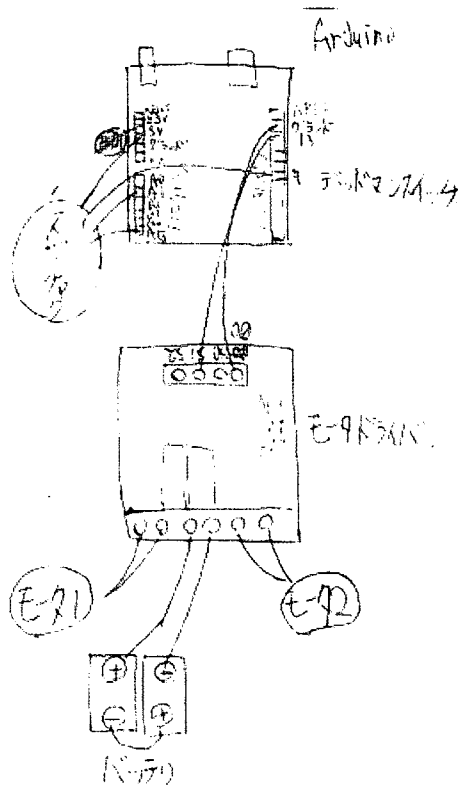


図4 モータードライバーの配線  
ジャイロと Arduino

今回使用した IMU (慣性計測ユニット) は IMU Analog Combo Board - 5 Degrees of Freedom IDG500/ADXL335 だ。

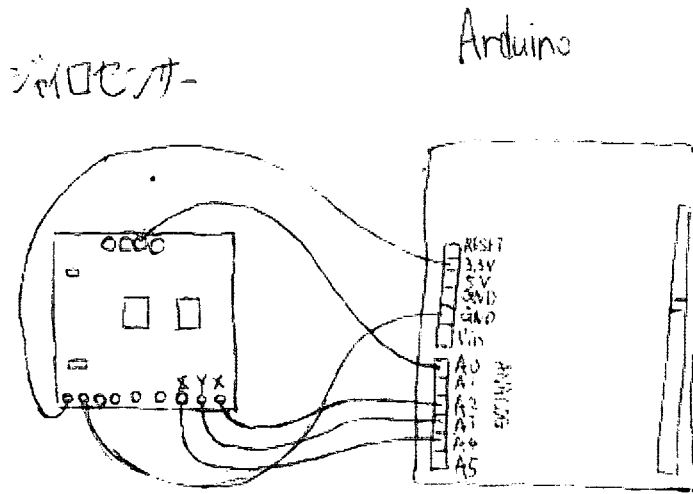


図5 ジャイロセンサーの配線

IDG500 二軸ジャイロセンサーと ADXL335 三軸加速度センサーを搭載している。これら合計 5 軸の計測データを総合すると、物体の姿勢と動きを知ることができる。

IMU の X、Y、Z とそれぞれ Arduino のアナログピンの 2、3、4 に接続する。

Y4、5 をアナログの 0 へ、3.3V の電源を 3V3 へ接続し、グラウンドは GRD へ接続する。その他のピンは使用しない。

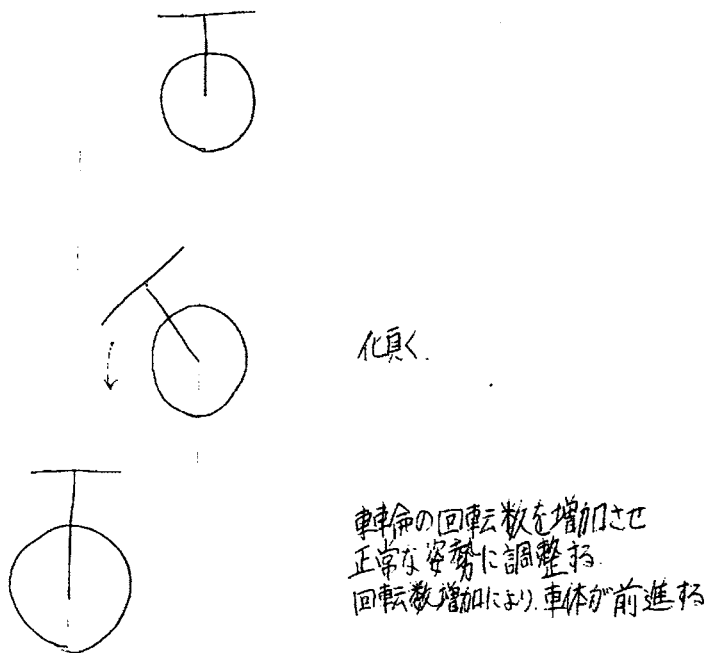


図6 動きの原理

躯体に取り付けられたジャイロセンサーによりボードの傾きの変化を角速度として読み取り、傾き方向に加速することで姿勢を一定に保つようにする。この動作を利用し、進みたい方向にボードを傾けることで任意の方向に加速することができる。また、ボードの速度が一定以上にならないようにジャイロの速度センサーでボードの速度を読み取り、設定した最大速度以上には加速しないように速度制御を行う。

### プログラミング

プログラミング部分はほぼ XenonJohn 氏からもらった資料に基づいて作ってきた。プログラミングは各変数の定義、入出力の設定、傾き読み取り、Savitzsky Golay 法によるジャイロセンサーにフィルターの仕掛け、モーターの駆動、各数値をディスプレイに表示するためのコード、6つの部分を分けて稼動している。



図7 一号機の試運転

### 3. 制作状況

- ・ 現在一号機の制作が完了している。
- ・ 一号機の試運転が成功したが、チェーンハズレ現象と体重制限の問題点が残っている。
- ・ 一号機の安定性と信頼性設計に改良する余地がある。
- ・ 二号機はフレームの設計まで行ったが、資金の不足など諸問題で開発中止になっている。
- ・ 他のプログラムなどで資金を調達し、研究再開する可能性もある。

### ●反省点

- ・ ドリル（道具）の知識が浅く、ドリルを焼いてしまった。使用する工具の知識も身につける必要がある。
- ・ 作業、特にソフトウェア関係で理解が深いものと、そうではないものとの差が大きい。
- ・ 作業の精密さが足りない、全体的にアバウトなところになった。（ドリルで穴あけや、チェーンなど）
- ・ 人数が多いので、作業ができない人が出てきた。

#### 4. 結論

・市販の Segway より 1/2 のコストで制作ができたが、その分の安定性と性能の不足が生じる。

#### 参考文献一覧

XenonJohn 氏によるスケートボード型のバランス車とその仕組み

[http://www.instructables.com/id/Easy-build-self-balancing-skateboardrobotsegway-/  
-/](http://www.instructables.com/id/Easy-build-self-balancing-skateboardrobotsegway-/)

Trevor Blackwell 氏 a Balancing Scooter

<http://www.tlb.org/scooter.html>

ジュンツウネット 21 のチェーンの張り調整方法

<http://www.juntsu.co.jp/qa/qa2177.html>

todbot 氏 wiiNunchuk を改造するためのテスト資料

<http://todbot.com/blog/2008/02/18/wiichuck-wii-nunchuck-adapter-available/>

とある大学でネットワーク管理に携わる大学講師

<http://blog.goo.ne.jp/silvernetworks/e/8efddf31ad61b60a597642191d590ffd>

米大学 MIT の学生さんたちの姿

<http://web.mit.edu/first/segway/>

Savitzky-Golay smoothing filter

[http://en.wikipedia.org/wiki/Savitzky%E2%80%93Golay\\_smoothing\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Savitzky%E2%80%93Golay_smoothing_filter)