

共お手つきジャッジメント

～競技かるたにおける共お手つき判定システム～

群馬県立高崎高等学校

増田秀弥 島田秀磨

要旨

本研究では、小倉百人一首競技かるたにおける、共お手つきという事象の判定について調査した。共お手つきとは、札を取ろうとした際、相手からの力により自分の腕の動きが変わりお手つきをしたとき、そのお手つきが無効になるというルールである。しかし、腕の動きの変化が、自らの意思によるものか、相手からの力によるものかという点で、判定に齟齬が生じる事例が多くある。この問題を解決するために、先行研究に見られない新規性のある試みである、共お手つきかどうかを自動で判定する腕時計型デバイスを開発した。このデバイスによって最大で約 85%程度の判定精度で共お手つきかどうかを判定することに成功した。

1. 研究の目的

「暁の上の格闘技」とも称される小倉百人一首競技かるたは、刹那の差により勝敗が決まる非常に繊細な競技である。その上、フェアプレーの精神に基づき、審判は関与せず、競技者同士で判定を決めるのが一般的である。しかし、どちらが先に札に触れたか、誤った札に触れたかどうか、など様々な場面で、判定に齟齬が生じる可能性がある。我々は、その一つである、共お手つきに着目した。実際に、小倉百人一首競技かるたの競技者にアンケート調査を行ったところ、共お手つきの判定でトラブルになったことがある、それを解決するデバイスがあれば利用したい、との回答を得られた。そこで、我々は共お手つきかどうかを自動で判定する小型デバイスを開発することにした。

2. 本研究における用語の定義

(1) 共お手つき

相手との接触によりお手つきをした場合に、双方共にお手つきをしたものとする。 (一般社団法人全日本かるた協会 競技規定細則*1)

本研究では、相手との接触によって物理的に手の軌道が変わったことによりお手つきをさせられた場合をいう。

(2) 向きかえ払い

出札が読まれ、競技者が手を伸ばした際に、払い動作の途中で腕の動きを大きく変えること。実戦

ではこれが共お手つきと間違えられやすい事象であるため、これを共お手つきと判定において相反する事象と定義する。

(3) M5StickCPlus2

M5Stack 社が開発した小型のマイコンボードで、M5StickC Plus のアップグレード版である。ESP32-PICO-V3-02 を搭載し、Wi-Fi と Bluetooth 通信に対応している。正解データの収集と判定デバイスとして用いた (図 1)。



図 1 実験に実際に用いた M5StickCPlus2

3. 先行研究

「競技かるたにおける手首動作に基づく札取得タイミング推定手法の提案 山田浩史, 村尾和哉, 寺田努, 塚本昌彦」(*2)では、あらかじめ測定した加速度の正解データと、競技時に測定した加速度データを比較することで、瞬時の札取得タイミングを測定していた (図 2)。

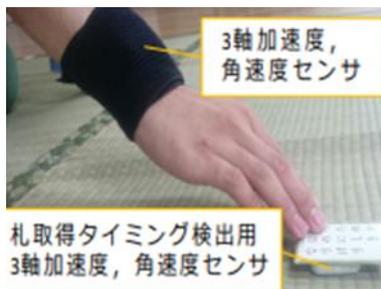


図 2 先行研究での実験の様子

4. 開発①

(1) 目的

共お手つき時の正解データを取得し、そこからデータの変化量の基準値を設定し、基準を超えて変化した際に共お手つきと表示するデバイスを作る（図3）。



図3 判定デバイスを装着している様子（右側の競技者）

(2) 手法の選択

先行研究にならい、M5StickCPlus2 に内蔵されている三軸加速度センサ、三軸角速度センサ、ピッチ、ロール、ヨー角の9つのデータを判定材料の候補として取得する。

データの取得は、0.1s ごとに取得したデータを Bluetooth 通信を用いてデータ送信するというプログラムを ArduinoIDE(Arduino ボードで動作するプログラムを作成・コンパイル・アップロードするためのソフトウェア)によって作成し、行った。送信されたデータを Tera Term(Windows 上で動作するターミナルエミュレータ)で分析を行った。

判定に動画等の視覚的データを用いないのは、衝突による腕の運動の変化を視覚のみから観測するのは困難であると認識したためである。実際に共お手つきの判定の争点となるのは、相手の接触があり、その後競技者の腕の運動が変化した場合、その運動の変化が、衝突時の力によるものなのか、競技者の意思によるものなのか（共お手つきであるか、向きかえ払いであるか）という点である。この運動の変化を観測するには、先行研究と同様に加速度等の力学的データを用いることが最適と判断した。

(3) 正解データの取得

M5StickCPlus2 を用いて、共お手つき時の x,y,z 軸それぞれの加速度データ（図4）、角速度データ（図5）、ピッチ、ロール、ヨー角（図6）のデータを収集した。

AccX、AccY、AccZ

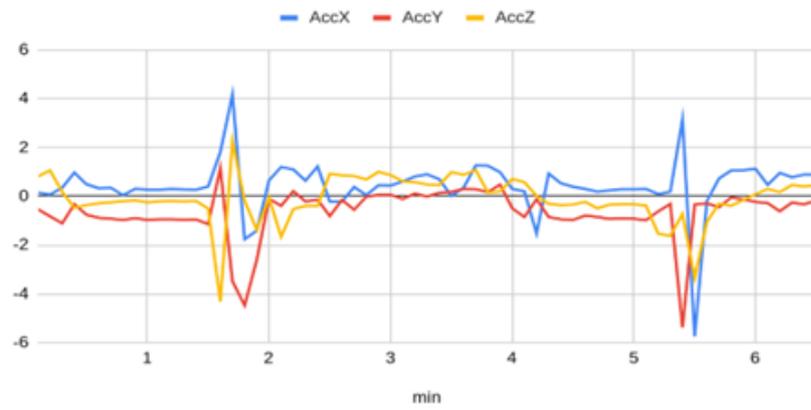


図4 3軸加速度

GyroX、GyroY、GyroZ

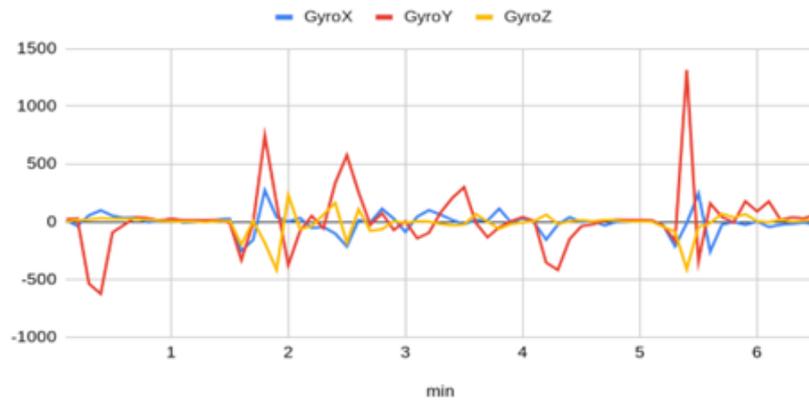


図5 3軸角速度

Roll、Pitch、Yaw

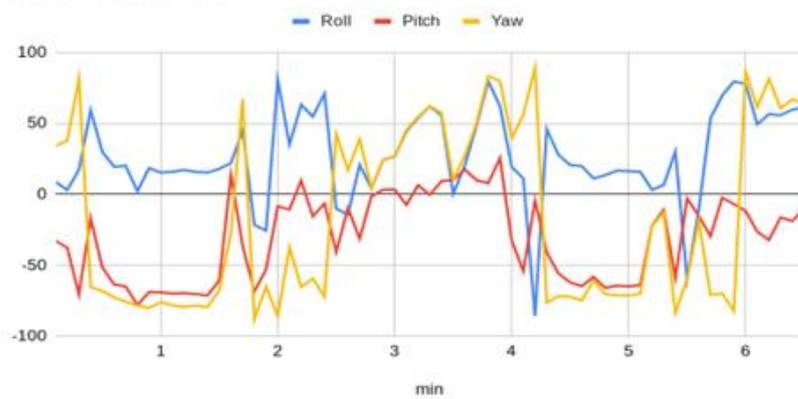


図6 ピッチ、ロール、ヨー角

(4) 考察

衝突時(1.8s)のそれぞれのデータを比較すると、3軸加速度では変化が鮮明に認められた。3軸角速度では大きく変化が見られたが、衝突時以外での変化が多く、変化量の基準を設定しにくいと判断できる。ピッチ、ロール、ヨー角では、衝突時にかかわらず、すべてのときで大きく変化したため、変化量の基準を設定しにくいと判断できる。

(5) 判定デバイス作成

以上により、加速度を用いて判定を行うのが最適だと判断した。図4のグラフから、加速度の変化量の基準値を4.7~5.1に0.1ずつ変化させて判定精度の検証を行った。この際、共お手つきを共お手つきと判定する精度、向きかえ払いを向きかえ払いと判定する精度を検証した。

(6) 判定精度の検証

ここでは、

$$P=(\text{共お手つき判定成功回数}/\text{共お手つき試行回数})$$

$$Q=(\text{向きかえ払い判定成功回数}/\text{向きかえ払い試行回数})$$

と定義する。以下に、検証結果についての表を示す。

表1 加速度の基準値とP, Qの精度の関係

基準値	P	Q	(P+Q)/2
4.7	0.9542	0.5238	0.7381
4.8	0.9048	0.6190	0.7619
4.9	0.8095	0.8095	0.8095
5.0	0.6667	0.8571	0.7619
5.1	0.4762	0.9542	0.7143

(7) 考察

基準値を小さくすると、Pの値が大きくなり、Qの値が小さくなるという結果が得られた。基準値を小さくすると、小さい動作でも共お手つきと判定されるため、共お手つきの判定精度は上がるが、その分、向きかえ払いで誤って共お手つきと判定される可能性が高まるためと考えられる。

(8) 次の開発への展望

判定の精度のPとQの平均が最高で8割程度でしかなかったため、判定精度の向上が課題である。双方の競技者がどちらもデバイスを装着し、より正確な判定を行えるように開発を続けることにした。

5. 開発②

(1) 目的

双方の競技者がいずれも装着することで、判定精度の向上が見込めるデバイスを開発する。以下、お手つきをする方の競技者を主体、お手つきをさせる方の競技者を客体と呼ぶ（図7）。



図7 右側(客体)、左側(主体) (いずれの競技者も判定デバイスを装着している)

(2) 正解データの取得

M5StickCPlus2を用いて、共お手つき時のx,y,z軸それぞれの両者の加速度データを収集したところ、図8、図9のようになった。衝突時(2.4s)に大きく加速度の変化が認められた。

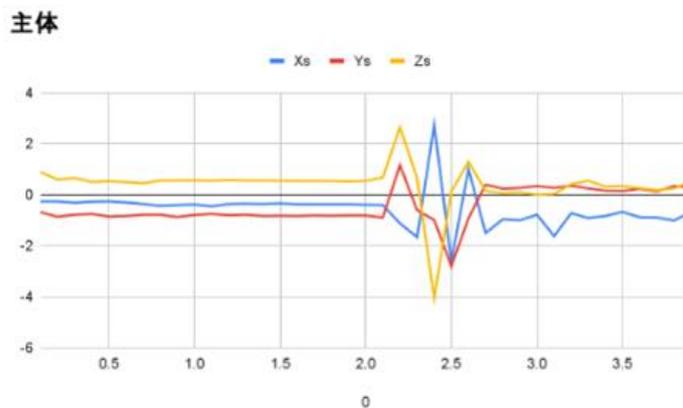


図8 主体の加速度データ

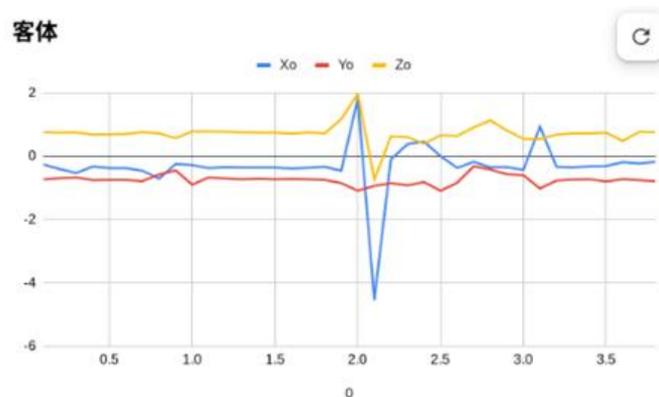


図9 客体の加速度データ

(3) 判定デバイス作成

加速度の変化量の基準値を 4.7~5.1 に 0.1 ずつ変化させて判定精度の検証を行った。この際、共お手つきを共お手つきと判定する精度、向きかえ払いを向きかえ払いと判定する精度を検証した。主体と客体の加速度の変化量がいずれも基準値を超えたときに共お手つきと判定するデバイスを開発することにした。

(4) 判定精度の検証

開発①と同様に判定精度の検証を行った。以下に、検証結果についての表を示す。基準値、P、Q の値の増減の関係は変わらなかった。全体的に精度の向上が認められた。2つのデバイスを用いることで、P と Q の平均の精度を約 85%まであげることができた。

表 2 加速度の基準値と P, Q の精度の関係

基準値	P	Q	(P+Q)/2
4.7	0.9574	0.7462	0.8518
4.8	0.9387	0.7689	0.8536
4.9	0.8035	0.8223	0.8129
5.0	0.7741	0.8571	0.8156
5.1	0.7200	0.8939	0.8069

6. まとめ

(1) 研究の結論

2度の開発により、約 85%の精度の共お手つき判定デバイスを開発することに成功した。

(2) 今後の展望

実用化に向けてはまだ精度が低いので、新たな手法からのアプローチによって精度の向上に努めたい。力学的なデータに加えて、視覚的なデータを加えて、判定をすることで、より精度の高い判定ができるだろう。

また、開発 2 では、基準値を主体、客体いずれも同一の値に設定したが、それぞれの特徴に合った値を求め、それを基準値に設定すれば、更に正確な判定ができるだろう。

さらに、視覚で認識できない運動を加速度で記録するためには、人間の視覚の限界である 20 ミリ秒ごと以下のデータであることが必要であると考えられるため、よりデータの収集する周期を短くし、視覚の代替として加速度データが価値を持つように設定していかなければならない。

小倉百人一首競技かるたは繊細な競技であるため、腕に少しの重りがあるだけでも、競技に支障をきたす可能性がある(図 10)。そのため、腕に装着するデバイスの軽量化にも努めていきたい。



図 10 実際に腕に装着したデバイス

参考文献

- *1) 全日本かるた協会競技規定細則
https://www.karuta.or.jp/static/kitei/20200526-kyougi_saisoku.pdf
- *2) 競技かるたにおける手首動作に基づく札取得タイミング推定手法の提案
<https://www.interaction-ipsj.org/proceedings/2015/data/20150226/C63.pdf>