

加速度センサを用いた卓球ボールのバウンド位置の推定 Estimation of the bouncing position of a table tennis ball using accelerometers

竹内 雅貴† 竹内 義則‡

Masaki Takeuchi Yoshinori Takeuchi

1.背景と目的

卓球競技は、他球技スポーツと比べ比較的球速が速くラリー間隔も短いため、正確に目視でバウンド位置を確認するのは困難である。本研究では、目視で確認しづらい卓球ボールのバウンド位置を、4つの加速度センサを用いて検出することを目的とする。バウンド位置を計測することで、選手がよく狙うコースや苦手なコースの分析をすることができる。これにより、選手のパフォーマンス向上につなげることを目標とする。

上島は、卓球台半面の裏側に8個の加速度センサを設置しバウンド位置を計測した[1]。卓球ボールの軌跡とバウンド位置を求めた研究として、竹内らは、体育館天井に設置されたビデオカメラとマイクロフォンを使用した研究がある[2]。吉田は、国際試合を対象に、レシーバーコートに6等分(卓球台に向かって長短に2等分、左右に3等分)し、目視によるサービスコースの分析を行った[3]。

2.計測環境

計測の環境は、大同大学内の卓球台を使用する。卓球台裏面の四隅に加速度センサを設置する。加速度センサとPCを、Arduinoを経由して接続する。加速度センサの値をPC上で信号処理し、バウンド位置を計測する。

2.1.使用機器

使用する機器は加速度センサ4個、Arduino Uno R3、ノートPCである。ノートPCのCPUはintel i7-10710Uである。加速度センサはKXR94-2050を4個使用し、卓球台の半面の四隅に1個ずつ配置する。ArduinoはCPUやメモリ、それらを制御する回路が組み込まれているマイコンボードである。本実験では、加速度センサのアナログ出力をArduinoのADCを通してノートPCへシリアル通信によって送るために使用する。

Fig.1は、卓球台と各センサの位置の模式図である。

2.2.加速度センサ

加速度センサは、加速度を測定して信号処理を行うことで、傾きや動き、振動や衝撃など様々な情報を



Fig.1 卓球台に設置した各センサ位置

得ることができる。本研究ではKionix社製KXR94-2050を使用し、圧電型加速度センサとなる。圧電型加速度センサは高感度、小型であることが優れている。KXR94-2050は3軸加速度センサであり(Fig.2)、実験では振動を検知するために使用する。



Fig.2 加速度センサ KXR94-2050

2.3.振動速度の計測方法

卓球台に伝わる振動速度の計測を行う。振動を検知する手法として、加速度センサの卓球台に対して垂直方向の数値を参照する。加速度センサを卓球台の裏面に設置すると、平常時垂直方向は 214 ± 2 程度の値となっている。ボールがバウンドした瞬間に振動が発生することにより加速度センサの垂直方向の値に ± 10 以上の数値変動が起こる。この最初の数値変動した時を振動検知として実験を行う。

2.4.1 カウント当たりの秒数の計測

振動速度を求める際に使用する時間は、カウント変数を使用する。カウント変数は4つの加速度センサの値を読み込むごとに1加算され、時間の代用として使用する。本研究で使用するプログラムを実行し、100秒経過した際のカウントを記録する。この操作を10回繰り返し、平均を求め1カウント当たりの秒数を計算する。それにより、1カウント当たり0.2305msという結果が得られた。

2.5.振動速度の計測結果

ボールをセンサ4の付近に落とす。この振動をセンサ4が検知したカウント数と他の3つのセンサが振動を検知するまでにかかったカウント数との差を

†大同大学大学院 Daido University Graduate School

‡大同大学 Daido University

とる．このカウント数の差と卓球台の大きさから振動速度を計算する．

Table.1 は，この実験により得られた各センサのカウント数の差の平均値と振動速度である．

Table.1 各センサのカウント数の差と振動速度

	センサ1	センサ2	センサ3
カウント数の差の平均	4.16	8.76	5.26
算出される振動速度(m/カウント)	0.32933	0.23402	0.28992

このようにセンサ 1~3 で振動速度が異なるのは，卓球台の材質が木材であるため，振動が減衰したと考えられる．

3.卓球台のエリア区分

Table.1 の結果より，センサ 4 からセンサ 1 は 4 つに区分でき，センサ 4 からセンサ 3 は 5 つに区分できる．このことから，Fig.1 の卓球台の半面を 20 個のエリアに分割する．1~20 のエリアに各 10 回ずつボールを落とし各センサに伝わる時間の差の平均値から各エリアを判定する値を決定する．

Table.2 は，エリア 7，9，12，14 の判定値である．

Fig.3 は，卓球台を 20 個に区分した模式図である．

Table.2 エリア 7，9，12，14 の判定値

エリア	センサ1	センサ2	センサ3	センサ4
7	3.4	1.2	0.8	3.1
9	0.7	8.9	5.3	1.3
12	7.5	5.3	0	2.8
14	4	11.6	3.8	0

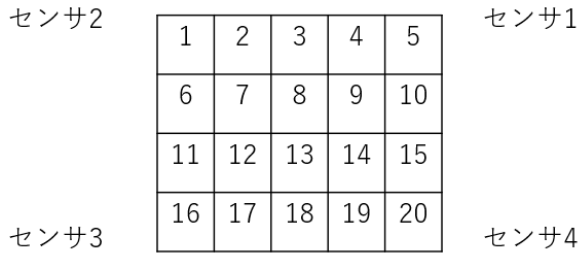


Fig.3 エリアを分割した卓球台

4.各エリアの判定結果

各エリアに，10 回ずつ卓球ボールをバウンドさせ判定値をもとにエリアの判定を行った．

例としてエリア 7，9，12，14 の判定結果を Table3 に示す．

Table.4 は，エリア 7，9，12，14 の判定結果の正答率である．正答率は，以下の式を基に算出している．

正答率[%]=正しく判定された回数/試行回数*100

実験結果より，正答率はエリア 7 では 100%，エリア 9 では 100%，エリア 12 では 80%，エリア 14 では 80%である．全体では，判定されたエリアと完全に一致する判定は 75.5%，1 つ隣りのエリアと

Table.3 エリア 7，9，12，14 の判定結果

エリア 7 判定	エリア 9 判定	エリア 12 判定	エリア 14 判定
7	9	16	14
7	9	12	15
7	9	12	15
7	9	12	14
7	9	11	14
7	9	12	14
7	9	12	14
7	9	12	14
7	9	12	14
7	9	12	14

Table.4 エリア 7，9，12，14 の判定結果の正答率

エリア	7	9	12	14
正答率[%]	100	100	80	80

判定されたものが 20%，2 つ離れたエリアと判定されたものが 4.5%，3 つ以上離れたエリアと判定されたものはなかったという結果が得られた．別のエリアの判定が検出された殆どは隣り合うエリアであった．

5.まとめ

本稿では，加速度センサを用いた卓球ボールバウンド位置検出を行った．目視では確認しづらい卓球ボールのバウンド位置を，4 つの加速度センサを用いて検出するシステムを開発した．実験結果から正答率は 75.5%で，一つ隣のエリアを含めると 95.5%であった．

今回の実験では，周囲の 1 つ隣りのエリアの誤判定をすることが多かった．そのため，判定値を更新する必要がある．また，実際の卓球の試合での実験を行っていないため，今後実施していかなければならない．

6.参考文献

[1] 上島慶，”卓球競技における技術力向上のための技術および戦術に関する研究”，新潟大学博士論文，pp43-58，2014

[2] 竹内義則，吉田和人，”体育館天井に設置された一台のカメラによる卓球のゲーム分析”，スポーツ産業学研究，vol.27. No.3，pp265-275，2017

[3] 吉田和人，”卓球台に競技におけるサービスのコースによる戦術分析の試み”，平成 6 年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告，No. II，競技種目別競技力向上に関する研究，18，pp101-103，1995