



拡張現実を用いた卓球初心者のトレーニングシステム —第 1 報 システム提案と基本性能の評価—

Practice system for table tennis beginners by using Augmented Reality.
-First report: system proposal and estimation of basic characteristics-

大橋快生¹⁾, 高橋秀智²⁾

Kai OHASHI and Hidetomo TAKAHASHI

- 1) 東京工科大学 工学研究科 (〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1, g5119011e8@edu.teu.ac.jp)
2) 東京工科大学 工学研究科 (〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1, takahashihtm@stf.teu.ac.jp)

概要: 卓球初心者は書籍や動画を使って練習を行っている。これらの方法では模範と自分のフォームを直接比較することができない。近年 VR や AR を用いた技術が多く開発されている。ゴルフでは VR 練習システムがあり、効果的に技能習得を行うことができる。この研究の目的は AR 技術を利用して卓球の初心者が効率よく基礎フォームを習得できるシステムの開発をすることである。これにより使用者はリアルタイムに模範フォームとの比較を行いながら習得ができる。本報ではシステムの提案と基本性能の評価について述べる。

キーワード: 技能習得, 卓球, 素振り, フォーム

1. はじめに

スポーツの技能習得方法を見ると書籍や動画を見てコツを確認する方法が多く遅れており、卓球に関しても例外ではなく遅れている。技能習得方法が進んでいるスポーツとしてゴルフがあげられる。ゴルフでは自分のフォームを VR 上に表現する方法が開発されている。この方法は身体とクラブに位置情報を測定する器具を付けることによって、良いところと悪いところが数値で表示することができる。しかし、確認するために一度手を止め画面を確認する必要がある。

卓球のフォームに関連する研究としてフラクタル次元から見た切替打球動作の分析を行った[2]研究がある。この研究はフォアハンドとバックハンドをそれぞれの方向に飛ぶ球筋によって使い分けるような複合運動においての巧みさを、フラクタル次元を用いて定量化した研究である。フラクタルとは特徴的な長さを持たない図形、構造、現象のことを指し、細分化しても特徴が表れる。熟練度の違う 2 群を設け、投射マシンから出る球をフォアハンドかバックハンドで打ち返す課題を行った。結果、2 種類の入力パターンそれぞれに対応した出力パターンを使い打球動作が行われていた。さらにまとめとして、フォアハンドとバックハンドの切り替えにはフラクタル次元が見られ、熟練度が高くなるとフラクタル次元が低くなると述べられていた。

スポーツの技能習得に関する研究として、バスケットボールのシュートフォームの習得支援システムに関する研究[3]がある。この研究ではバスケットボールにおいて初心者と熟練者のシュートフォームの比較分析をしたのちに初心者が熟練者のようなシュートフォームを学習できる学習支援環境の設計と構築を行っていた。シュートフォームはウェアラブル・モーションキャプチャシステムを使って身体の動きをキャプチャしていた。フォームを比較分析した結果初心者のフォームは角度変動が大きく、セット時

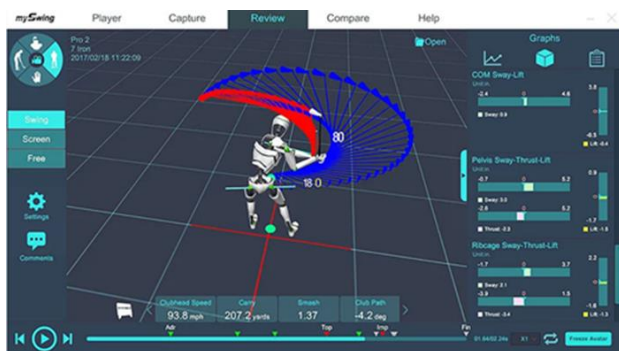


図 1: 最先端技能習得の例[1]

mySwing <http://www.myswing.com/>

のボールの高さが定まっていなかった。また、学習支援環境についてはフォームを表示させながら熟練者のフォームデータから作成したアドバイスを出力するシステムを構築していた。

そこで本研究ではAR技術を活用し初心者が効果的に基本フォーム習得できるシステムの開発を目的とする。今までは一度練習を止めコツを確認していたが、本システムを用いることで現在の自分のフォームをリアルタイムで確認し、過去の自分のフォームや教示データと比較できるシステムを構築する。

2. 初心者用トレーニングシステム

本研究のシステムは卓球技能の基礎である素振りの練習の効果を上げることができる。卓球のフォームでは、全身を使うことが多くの書籍や動画などで述べられている。加えて、ラケットの滑らかな動きも重要な点の一つとされている。

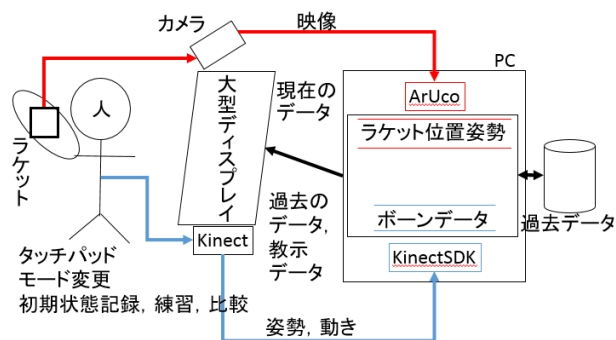


図2: システム構成図

そのため本研究では

- ①動作計測(Kinect): 使用者のボーンを計測し、フォームの動きを読み取る。
- ②ラケット計測(ArUco): カメラの映像データから、ラケットの位置姿勢を読み取る。

↓
①②のデータの合成

↓
使用者の過去の合成データと現在の合成データ、教示データをディスプレイに出力する。現在と過去のデータを同期させる必要がある。

- ↓
- ・使用者は教示データをもとにリアルタイムでフォーム改善が行える。
 - ・過去と現在のフォームを比較することができ、成長を感じることができる。

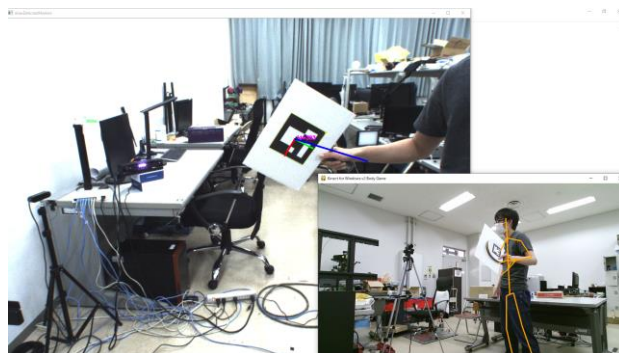


図3: ボーン計測とマーカー検出

2.1 教示データ

教示データを作成するには複数人の熟練者からデータを用いる。熟練者でもそれぞれのフォームに癖があるため一般的な美しいフォームの教示データを作成するためには、複数人からデータを集め平均を取る必要があると考えた。また、作成した教示データと使用者のフォームを比較するときには、使用者のボーンの長さに合わせて教示データを調節する必要がある。教示データと使用者のフォームを比べるとき、ボーンの長さが違うと具体的にどこが違うのか分かりにくいと考えボーンの調整を行うこととした。

2.2 動作モード

練習に3つのモードを設けることとした。

2.2.1 初期状態記録モード

1つ目のモードは初期状態記録モードとした。このモードでは本システムを初めて使う際に使用し、練習する前の使用者のフォームの記録を行う。

2.2.2 練習モード

2つ目のモードは練習モードとした。このモードでは熟練者のフォームを元に作成した教示データを元に使用者が練習を行う。教示データとともに使用者のフォームを出力し、リアルタイムでフォームの悪い点を把握し修正を行えるようにする。

2.2.3 比較モード

3つ目のモードは比較モードとした。このモードでは使用者の過去のフォームと現在のフォームの比較を行う。初期状態記録モードで記録したフォームとともに現在のフォームの出力を行う。過去と比べてきれいなフォームになっていると感じモチベーションに繋がると考えている。

3. 試作システムの評価

ArUco を使ってラケットの位置姿勢の静的誤差を測定した。

3.1 システム構成

本システムは、Python[4]を用いており、画像処理ライブラリは、OPENCV[5]を、AR ライブラリに ARUCO[6]、また、Kinect SDK には、Kinect for windows sdk と Pykinect2

を利用している。本システムで利用しているデバイスについて表1にまとめる。

表1:設備仕様

三次元人体計測システム kinect for windows v2	カラー解像度	1920×424, 30fps/15fps(暗所)
	深度解像度	512×424, 30fps
	深度センシング法式	Time of Flight
	深度認識範囲	500~8000mm
	水平/垂直視野角	70/60度
	検出可能最大人数	6人
高速度カメラ DFK 33UX273	解像度	1440×1080
	フレームレート	238fps
	シャッター方式	グローバル
レンズ 興和2/3"型用	焦点距離	5mm
	絞り範囲	F2.8-16
型用	画角(1/3")	51.3° (水平)

3.2 実験方法

机を用意しそれを平面とした。平面の広さはスイングの移動距離から400mm×850mmに。平面にA1~A3, B1~B3, C1~C3を設定した。

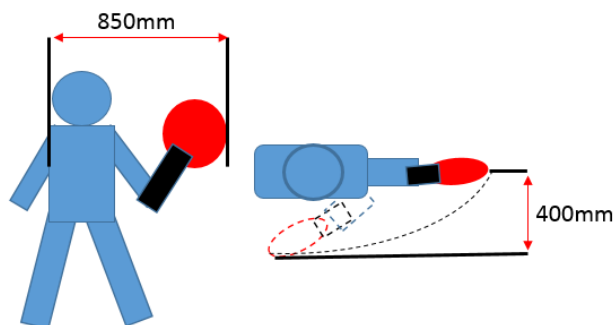
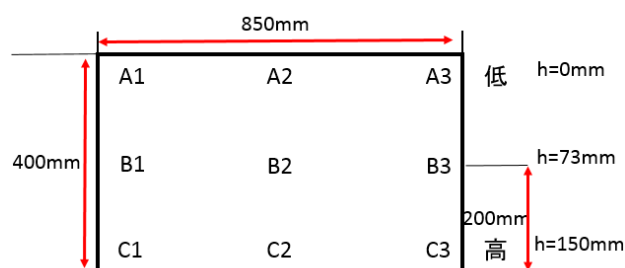


図4: スイング幅

また、A をスイングの開始位置とすると、C に向かって動くにつれて、高さが高くなる。そのため A~C にかけて、高さが変わるようにした。マーカーのサイズは一辺が122mm の正方形のものを使用した。




カメラ 

図5: 実験平面図

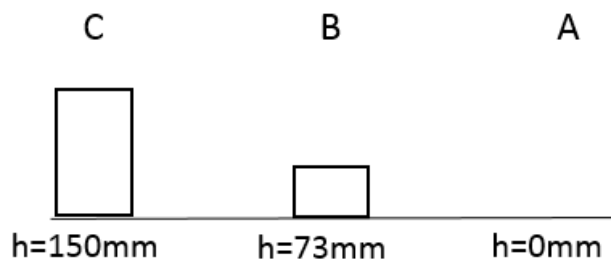


図6: 地点における高さの違い

測定はカメラからの距離を表す x , y , z とマーカーの姿勢角度を表す $roll$, $pitch$, yaw の合計6つのパラメータについて行った。

3.3 実験結果

結果を表2にまとめた。

表2: 誤差測定結果

[mm]

		1	2	3
A	距離	1166.18	1360.49	1878.70
	誤差	6.84	5.02	5.89
B	距離	982.29	1175.95	1579.78
	誤差	5.48	1.01	5.34
C	距離	816.29	992.27	1409.47
	誤差	1.89	0.40	3.99

各地点の誤差は5mm程度に収まっており、ラケットの概略寸法(150mm×150mm)の1/30であるので、十分な精度を有していると考えられる。

データを取った際マーカー以外に部分に反応してしまいブレが出た値があった。白や黒に近い色が合わさったものをカメラの範囲内に置かないことが必要である。

4. おわりに

今回は拡張現実を用いた卓球初心者のトレーニングシステムについてのシステムの提案と ArUco の静的誤差の測定を行った。誤差の測定を行った結果、静的誤差において本システムに適していることが分かった。今後は、システムの構築を行い、システムを用いた技能習得の効果の評価を行う。

参考文献

- [1] mySwing <http://www.myswing.com/>
- [2] 鈴木啓央, 山本裕二: フラクタル次元から見た切替打球動作の巧みさ, スポーツ心理学研究, 2013年, 第40巻, 第2号, 91~108頁
- [3] 安松谷 亮宏, 曾我 真人, 瀧 寛和: スケットボールにおけるシュートフォームの学習支援環境の構築, 情報処理学会, インタラクシオン, 2012
- [4] python <https://www.python.org/>

- [5] opencv <https://opencv.org/>
- [6] ArUco <https://www.uco.es/investiga/grupos/ava/node/26>
- [7] Kinect for windows sdk
- [8] Pykinect2 <https://github.com/Kinect/PyKinect2>