

# HMDとトラッキングセンサーを用いたテニスのストローク練習支援システム

## Stroke Practice Support System for Tennis using HMD and Tracking Sensors

西本 林太郎, 岡本 勝, 松原 行宏, 岩根 典之

Rintaro NISHIMOTO, Katsu OKAMOTO, Yukihiko MATSUBARA, Noriyuki IWANE

広島市立大学大学院情報学研究科

Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: md67007@e.hiroshima-cu.ac.jp

**あらまし**：本研究では、トラッキングセンサーが内蔵された HMD を用いて仮想環境内を自由に移動しながらテニスの練習ができるシステムを開発する。また、トラッキングセンサーをラケットに装着することで、実際に本物のラケットを振りながら練習できる。検証実験では、2次元映像ディスプレイを用いたテニス練習システムと比較し、HMD を用いることの有効性を検証する。また、提案システムを用いた練習による習熟度の変化を検証する。

**キーワード**：テニス, HMD, トラッキングセンサー, VR

### 1. はじめに

テニスは年齢性別問わず幅広い層に人気のスポーツであり、体育の授業としてテニスを扱っている学校もある。テニスを練習する場合、ボールを出してもらい相手、指導してもらえようような熟練者、テニスコートのような専門的な施設、大量のボールの準備や天候など様々な制約がある。これらの制約を解消するために、ICT を用いてテニスの練習を支援するシステムが開発されている。

Gotoda らは、ボールと適切なタイミングで接触するというショットタイミングの練習を行うことができるシステムを開発した<sup>(1)</sup>。キャプチャされたビデオフレームを画像処理で分析することでボールの位置を確定し、適切なタイミングになるとボールの色を変更し、ユーザは適切なショットタイミングをリアルタイムで学習できる。しかし、動くボールを打つという実戦的な練習を行う場合は、テニスコートのような広い場所、ボールの管理が必要となる。一方、津田らは空間的制約を必要としないヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display : 以下 HMD と略記) を用いて仮想環境内で野球のフライ捕球の練習が行えるシステムを開発した<sup>(2)</sup>。フライ捕球の練習を行うには、野球場やボールを出す人などの制約があるが、HMD を用いることにより、仮想環境内で練習を行うことを可能とした。このように、HMD を用いることで体験に必要な環境を容易に準備することができる。しかし、移動はコントローラを用いた移動となっており、現実と同様の移動方法でボールにアプローチできない。

そこで本研究では、トラッキングセンサーが内蔵された HMD を用いて仮想環境内を自由に移動しながらテニスの練習ができるシステムを開発する。具体的にはストロークという基本的なショットを対象に練習を支援する。そして、2次元映像ディスプレイを用いたテニス練習システムと比較し、HMD を用いることの有効性を検証する。また、提案システ

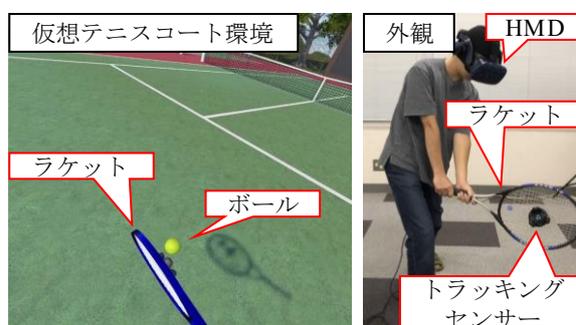


図1 HMDの画面とUIの外観

ムを用いた練習によるストローク技術の習熟度の変化を検証する。

### 2. 提案システム

図1にHMDの画面とUIの外観を示す。練習者はHMDを頭部に装着し、トラッキングセンサーを装着したラケットを持ち練習を行う。HMDにトラッキングセンサーが内蔵された本システムでは、頭部の位置と向きを考慮した映像を練習者に表示し、実際のテニスコートで練習しているような臨場感を与える。また、ラケットにもトラッキングセンサーを装着することで、仮想環境内で実際にラケットを振ってボールを打つことができる。システムの操作を手で把持して用いるようなコントローラではなく、本物のラケットを用いて行うことでバックハンドストロークのような両手で打つことのあるショットに関する練習にも対応できる。

さらに、本システムでは、ストローク後に練習者が自身のスイングを振り返るための機能も実装した。図2に練習者に対するフィードバック画面を示す。練習中のストローク時のラケットとボールの位置情報と角度情報を1フレーム毎に記録することで、図2のようにスイング時の軌道や当たった時のボールの位置を練習後に練習者に対してフィードバックできる。

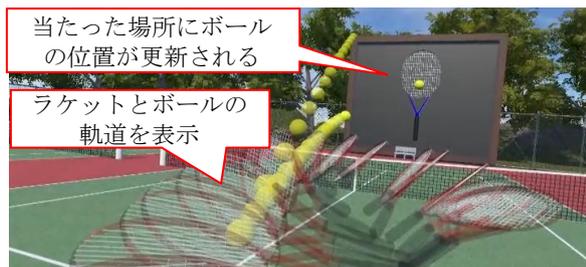


図2 練習者に対するフィードバック画面

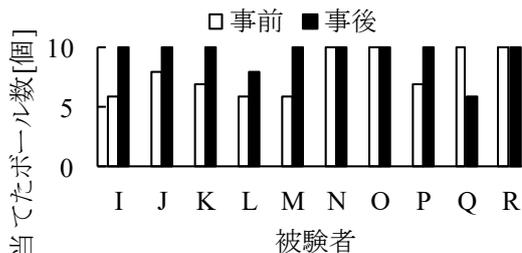


図4 練習前後でボールに当たった数の変化

### 3. 検証実験

2次元映像ディスプレイを用いたシステムと比較し、HMDを用いることの有効性を検証する。HMDを用いたシステムと2次元映像ディスプレイを用いたシステムそれぞれでストロークを行い比較する。被験者は大学生、大学院生の計8名(A~H)とした。本実験で比較用に作成したシステムは、HMDを用いない以外は提案システムと同様の仕様であり、被験者は2次元映像のディスプレイを見ながらストロークを行う。被験者A~DはHMDを用いたシステムでのストロークの後、2次元映像ディスプレイを用いたシステムで行い、被験者E~Hは逆の順番で行った。ストロークするボールの数は2つのシステムでそれぞれ10球ずつ、計20球とした。

図3に2つのシステムを用いて各被験者がボールに当たった数を示す。すべての被験者で、2次元映像ディスプレイを用いたシステムにおいてボールに当たった数がHMDを用いたシステムよりも少なくなっていることがわかる。また、被験者C,Dに関しては、2次元映像ディスプレイを用いたシステムでは1球もボールを打つことができなかった。2つのシステムでボールに当たった数において、最も差が大きかった被験者Dは2次元映像ディスプレイを用いたシステムでボールを打つ際、ボールよりも左右に離れた場所でラケットを振っていた。さらに、飛んで来たボールに対して、スイングするタイミングも遅れており、高さも合っていなかった。以上の結果より、被験者は2次元映像のディスプレイを用いたシステムよりHMDを用いたシステムの方がボールの距離感や高さを把握して打ちやすいことが確認された。

次に、提案システムを用いて練習を行うことで、よりボールの位置を把握してストロークすることができるようになるか検証する。被験者は大学生、大学院生の計10名(I~R)とした。被験者に事前テストとして、仮想テニスコート環境内で10球ストローク

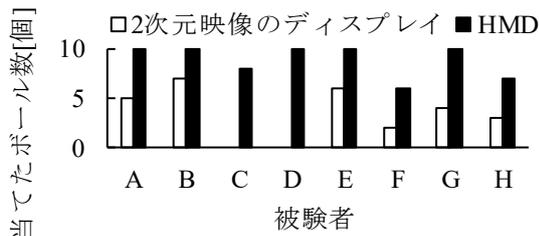


図3 比較実験でボールに当たった数の違い

クを行わせる。その後、システムの使い方を説明し、5分間システムを用いて練習を行わせる。最後に事後テストとして、仮想テニスコート環境内で10球ストロークを行わせる。

図4に各被験者がシステム利用前後でボールに当たった数を示す。10人中6人の被験者(I, J, K, L, M, P)はシステムを用いた練習後にボールに当たった数が向上した。3人の被験者(N, O, R)はシステムを用いた練習後にボールに当たった数が増加することはなかったが、減少することもなかった。被験者Qに関しては、システムを用いた練習後にボールに当たった数が減少した。事前テストでは10球当たっていたが、事後テストで6球しか当てられなかった。ただし、被験者Qの事前テストと事後テストの様子を比べてみると、事後テストの方が勢いよくスイングしていることが確認できた。実験後、被験者Qになぜ事後テストでスイングが早くなったのか質問を行ったところ、「システムに慣れて、強いショットで打ちたくなった」という回答が得られた。被験者Qはボールに当てる段階から、強いショットを打つという次の段階を練習しようとした。そのためラケットを早く振ることで、ボールを外しやすくなったと考えられる。

### 4. おわりに

HMDを用いて仮想環境内でストローク練習を行うことができるシステムを開発した。検証実験では、2次元映像ディスプレイを用いたシステムとの比較を行い、HMDを用いたシステムの方がボールの距離感やタイミングを合わせてスイングできることが確認された。システムを用いて練習することで被験者の半数以上は上達する傾向が確認された。一方で、練習内容の違いに伴う影響が確認されたため、今後は学習シナリオの明確化、呈示の検討を行っていく予定である。

#### 参考文献

- (1) Naka Gotoda, Kenji Matsuura, Koji Nakagawa, Chikara Miyaji: "Design of Tennis Training with Shot-timing Feedback based on Trajectory Prediction of Ball", Workshop Proceeding of the 21th International Conference on Computers in Education, pp. 196-201 (2013)
- (2) 津田直彦, 井村誠孝: "VR技術を用いたフライ捕球訓練システム", 情報処理学会第79回全国大会, pp. 973-974 (2017)