

# HMD とトラッキングセンサーを用いたテニス練習支援システム

## Tennis Training Support System using HMD and Tracking Sensor

西本 林太郎<sup>\*1</sup>  
Rintaro NISHIMOTO

岡本 勝<sup>\*1</sup>  
Masaru OKAMOTO

松原 行宏<sup>\*1</sup>  
Yukihiro MATSUBARA

岩根 典之<sup>\*1</sup>  
Noriyuki Iwane

<sup>\*1</sup> 広島市立大学大学院 情報科学研究科  
Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

In this paper, VR-based tennis training support system using HMD is proposed. In this system, user can practice the swing by shaking the racket at a virtual tennis court constructed in the virtual environment. By using a HMD and a tracking sensor attached on the real racket, the head position and the racket position can be measured. From measured information, interaction between virtual racket and virtual ball is calculated, and this calculation result are show for user as feedback in the virtual environment. Experimental results verified that using HMD is more effective than 2D video display for showing trajectory of a virtual ball.

### 1. はじめに

スポーツの練習において、システムを用いた練習支援が研究されている。Mishimaらは、2次元映像を出力するディスプレイを用いて熟練者の動作を模倣してテニスの練習を行うシステムを提案した[Mishima 14]。このシステムでは、熟練者の動作をモーションキャプチャーで記録し、そのデータを用いて熟練者の動作を行うボーンモデルを作成している。そして、そのボーンモデルを撮影した学習者の映像に拡張表示し、学習者はそのボーンモデルを模倣して練習を行うことができる。このシステムを用いることでテニスの構えを練習することができる。しかし、飛んでくるボールに対して適切なタイミングで構える際、2次元映像では奥行き認識が困難であると考えられる。またラケットを把持した練習は想定されていない。

3次元映像を表示する方法として、両眼視差を考慮した映像を表示することができるヘッドマウントディスプレイ(Head Mounted Display: 以下HMD)を用いることが考えられる。津田らは、HMDを用いて仮想環境内で野球のフライを捕球する練習が行えるシステムを提案した[津田 17]。HMDを用いることでユーザがボールの落下位置を判断し、落下位置までの移動を行うことができる。

本稿では、現在開発を進めている、HMDを用いて仮想環境内でテニスのスイング練習を行う手法[西本 18]のプロトタイプシステムの実装及び機能評価を行う。HMDを用いることで、2次元映像のディスプレイよりもボールの位置が把握しやすくなると考えられる。またラケットにトラッキングセンサーを装着することで、実際にラケットを振って練習を行うことができる。本システムでは、

ユーザのスイング動作に対してボールとラケットの衝突位置を確認できる機能を実装した。検証実験では、2次元映像を用いたシステムとの比較を行う。

### 2. システム

図1にシステムの外観を示す。図1のようにユーザはHMDを装着し、利き手にラケット、もう片方の手にコントローラを持って練習を行う。ユーザはコントローラを用いることでシステムの操作を行う。ラケットにトラッキングセンサーを装着することでラケットの正確な位置情報を取得することができる。図2に構築した仮想環境と俯瞰図を示す。図2(a)のように実際のテニスコートやラケット、ボールのサイズを考慮し、仮想環境を構築した。仮想環境内のラケットの位置は、トラッキングセンサーから取得されたデータをもとに実環境のラケットの位置が反映される。ユーザは図2(b)のユーザの位置に立ち、相手コートから飛んでくるボールに対して、実際にラケットを振ってスイングの練習を行う。

ユーザが自身のスイングを振り返るために3つの機能を用意した。1つ目の機能は、スイングした際にボールがラケットに当たった位置によって音を出力する機能である。ボールがラケットの

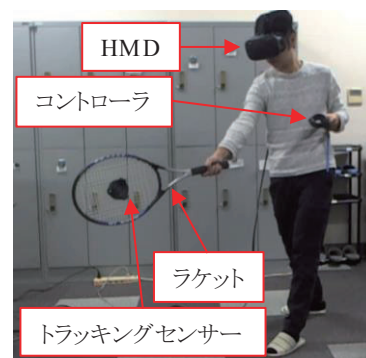


図1 システムの外観

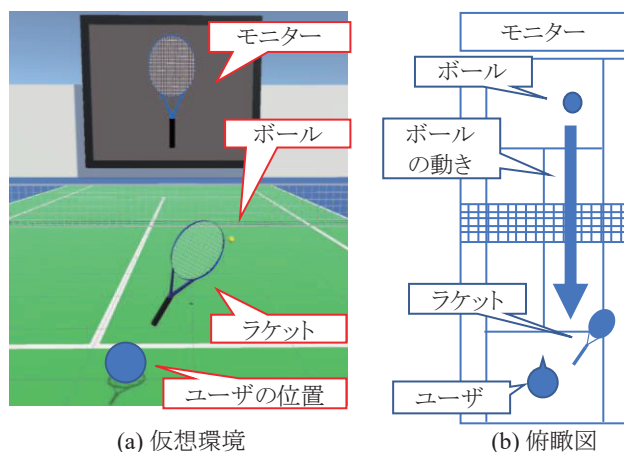


図2 構築した仮想環境と俯瞰図

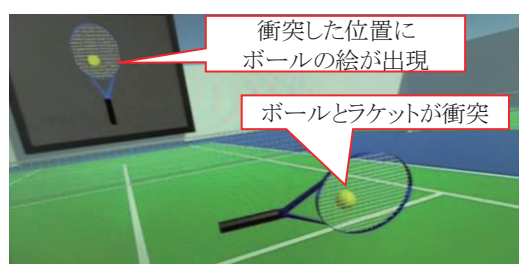


図3 衝突位置を表示しているときのモニター

中心付近に当たると大きな音が、それ以外の部分に当たると小さい音がスピーカーに出力される。ユーザはこの音を聴くことによって、ボールがラケットの中心に当たったか否かを聴覚的に把握できる。2つ目の機能は、ボールがラケットに当たった位置を図2のモニターに表示する機能である。図3に衝突位置を表示しているときのモニターを示す。図3のように、ボールとラケットが衝突するとモニターにボールとラケットの位置が表示される。練習者はこのモニターを見ることで、ボールが当たった位置を視覚的に把握できる。3つ目の機能は、スイングした際のボールとラケットをリプレイで表示する機能である。本システムでは、ボールとラケットの位置をログとして保存し、スイング時の数秒間のボールとラケットの動きを再現する。ユーザが直前に行ったスイング動作時のボールとラケットの動きを同じ場所にリプレイ映像としてアニメーションで表示する。ユーザはこのリプレイ機能を用いてボールに対してどのようなスイングをしたのかをラケットの軌道を見て確認することでボールに当たった時のラケットの面の向きを把握できる。

### 3. 検証実験

検証実験では、2次元映像のディスプレイよりもHMDの方がボールの距離感を把握し、打つことができるか検証する。HMDを用いたシステムと2次元映像のディスプレイを用いたシステムで、ボールを打ち比較する。それぞれのシステムで練習なしで

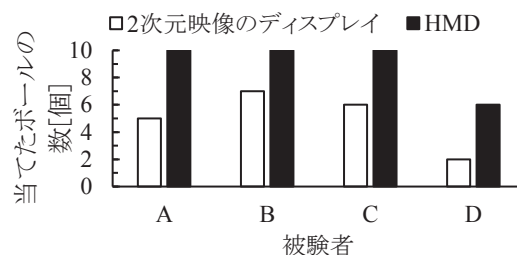


図4 2つのシステムを用いて各被験者が当たったボールの数

ボールを10球ずつ打つ。被験者は4名(A~D)で、被験者A, BはHMDのシステムの後、2次元映像のディスプレイのシステムでボールを打ち、被験者C, Dは逆の順番で表示されたボールを打つように指示した。

図4に2つのシステムを用いて各被験者が当たったボールの数を示す。図4より、すべての被験者において2次元映像のディスプレイよりもHMDのシステムの方がボールに当てることができたことが分かる。また被験者からは「二次元映像のディスプレイのシステムの方は距離感も高さもわかりづらい」、「画面が遠くなるため見づらい」といった意見があった。以上の結果より、被験者は2次元映像のディスプレイよりHMDの方がボールの距離感や高さを把握し、打つことができたといえる。

### 4. おわりに

本稿では、HMDとトラッキングセンサーを用いたテニス練習支援システムのプロトタイプシステムの開発及び機能評価を行った。HMDを用いることで、仮想環境内のボールの位置が把握しやすくなり、ラケットにトラッキングセンサーを用いることで、仮想環境内で実際にラケットを振って練習を行うことができる。検証実験では2次元映像のディスプレイよりもHMDの方がボールの距離感を把握し、打つことができるか検証した。

今後の課題として、飛んでくるボールに対してどのように構えスイングするかなどの教示情報をユーザにフィードバックする技術の実装があげられる。

### 参考文献

- [Mishima 14年] T. Mishima, M. Okamoto, and Y. Matsubara, ARbased Skill Learning Support System with Velocity Adjustment of Virtual Instructor Movement, Proceedings of the 22nd international conference on computer in education, pp. 331-336, (2014).
- [津田 17年] 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).
- [西本 18年] 西本林太郎, 岡本勝, 松原行宏, 岩根典之: トラッキングセンサーを用いたVR型テニス練習支援システム, 電子情報通信学会教育工学研究会, 信学技報, Vol. 118, No. 294, pp. 57-62, (2018).