2015年度 卒 業 論 文

VR(バーチャルリアリティ)を利用した卓球選手の打球体験システムの 試作と検証

指導教員:岸本 好弘 准教授

メディア学部 次世代ゲーミフィケーション研究室

学籍番号 M0112143

河中 直希

2015 年度 卒 業 論 文 概 要

論文題目

VR (バーチャルリアリティ) を利用した 卓球選手の打球体験システムの試作と検証

 メディア学部
 氏

 名
 河中 直希

 学籍番号: M0112143
 ド本 好弘 准教授

キーワード VR, Oculus Rift, 卓球, スポーツ,システム

近年、さまざまなスポーツが世の中の注目を浴びている中、ほとんどのスポーツが場所や時間、 人数などの制限により容易に体験することが難しい。その結果、手軽に出来るウォーキングなど に比べて他のスポーツの競技人口が少ないということが分かった。また、技術向上のためには上 級者との練習や、練習用の機械などの確保が必要になるが、上級者が限られていることや、最新 の練習用の機械が高価であることにより、確保が難しい現状にある。

そこで、本研究では「卓球」を題材とし、VRを利用して、トップレベルの選手の高速スマッシュや鋭角スピンの打球を体験できるコンテンツを制作した。コンテンツの構成としては「簡単」「普通」「難しい」の 3 ステージ構成とし、速い打球から遅い打球までそれぞれ体験できるようにした。また、ラケットのボタンを押すことにより、返球もすることができる。

検証は、卓球経験者、卓球未経験者を混ぜた 20 名の参加者に、それぞれに 10 分間プレイしてもらい、アンケートを行った。その結果、このコンテンツが、従来の映像コンテンツよりも、リアルな 3D 体験ができることが分かった。

目次

第1章	章 はじめに	1
1.1	研究背景	1
1.2	問題点	1
1.3	仮説	2
第 2 章	章 先行研究	3
2.1	没入型3次元映像の呈示におけるテニス打球に対する知覚	3
2.2	バーチャルリアリティー (VR) を用いた避難行動の基礎解析	3
第3章	章 提案手法	4
3.1	本研究の目標	4
3.2	システム提案	4
3.3	システム開発	5
第 4 章	章 検証	9
4.1	検証方法	9
4.2	アンケート結果と考察	12
第 5 章	章 まとめ	<u>1</u> 6
5.1	まとめ	16
5.2	今後の展望	16
5.3	卒研発表にて質問されたことがなどを記載	16
参考了	文献:	17

第1章 はじめに

1.1 研究背景

現在、日本で最も盛んなスポーツはウォーキング・軽い体操などの、比較的気軽に行う ことのできるスポーツである(表1)。それ以外のスポーツは横ばいの状態を見せており、 軽い運動に比べて大きな差がある[1]。

40 C 30 四男 20 10 n トレーニング 器具を使った ジョギング・ スノーボード ボウリ ゴルフ 水泳 野球 テニス バレーボー ウ 登山・ハイキン サイクリング サッカー ソフトボー ボスケ ドミントン 軽力 球 ルット

表 1 男女、スポーツの種類別行動者率 (2011年度)

1.2 問題点

現在のスポーツは人数や場所、道具など様々なルールによって成り立っており、1人で気軽に運動や練習をすることが出来る環境が揃っていないことが問題になっていること。また練習相手の確保が難しいことや、図 2 のような 1 人で練習する際の練習機械が高価であることが、ウォーキングなどに比べて他のスポーツの人数差を大きくしている要因ではないかと考える。



図 2 卓球練習マシーン「チキータ君」。1 台約 300 万円

1.3 仮説

先に述べた問題点を解決するために、現実と同じ環境を仮想空間に作りだす技術である VR (バーチャルリアリティ) を用いた「リアルなスポーツゲーム」が役立つのではないか と考えた。

そこで、本研究では「卓球」を題材とし、比較的安価で、VRを利用してトップレベルの 選手の高速スマッシュや鋭角スピンの打球を体験できるシステムを提案する。「卓球」を題 材とした理由は、選手の競技中の移動が少ないため、VRとの相性が良いと考えたからであ る。

第2章 先行研究

2.1 井田博没入型3次元映像の呈示におけるテニス打球に対する知覚

神奈川工科大学の井田らは、スポーツの知覚スキルトレーニングに重点を置き、空間に映像を投影し、テニスコートを再現し、トレーニングをおこなった。その結果、本研究で使用した図3のような4面没入スクリーンの有効性を示唆した^[2]。

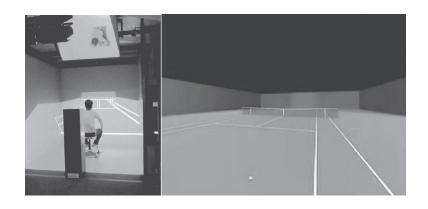


図3 井田らの検証に使われたシステム

2.2 バーチャルリアリティー (VR) を用いた避難行動の基礎解析

東京大学の目黒らの行ったこの研究は、実迷路と VR 迷路を利用した避難訓練の実験で、 VR シミュレーションによる疑似避難体験が、実際の避難行動において訓練効果があること が確認できた。また、避難訓練のマンネリ化、意識の低下、訓練の安全性に対して、VR の 利用価値が高いことが分かった[3]。図 4



図4 目黒らの検証に使われたシステム

第3章 提案手法

3.1 本研究の目的

第1章、第2章で述べた通り、本研究では卓球というスポーツにおける対戦相手のスマッシュを、Oculus Rift (バーチャルリアリティを体験できるヘッドマウントディスプレイ) 上で体験できる「卓球体験システム」を制作し、そのコンテンツを利用し、どのような効果があるのかをアンケートにて集計し、本研究のシステムが従来の映像コンテンツより有効か、練習をした気分になれるかどうか、システムの改善点などを発見することを目的とする。

3.2 システム提案

システムには以下の要件を満たすものを制作する。

- よりリアルな空間を演出するために、Oculus Rift を利用する。
- Oculus Rift を利用した状態で、頭を激しく動かさないようにして、VR 酔いが起きないようにする。
- 卓球の知覚トレーニングを行うためにも、球種は豊富でランダムで変わるようにする。
- 打球の種類はスピードや回転量などを考えて、「簡単」「普通」「難しい」と難易度ごとにシーンを分けて、最初は遅い打球から、最後は速い打球に慣れることができるものを制作する。
- 1つのシーンを3分とし、全体で9分ほどのコンテンツを制作する。
- 返球については、ラケットにボタンをつけて、振りながらボタンを押すことによって返球することが出来るようにする。

以上の6点を用いた図5のような卓球体験システムを制作する





図5 実際にシステムを使用している画像

3.3 システム開発

今回のシステム開発には、ユニティ・テクノロジーズが開発したゲームエンジン Unity を利用する。システムの流れとしては、起動時にタイトルとステージ選択画面が表示され、そこからそれぞれのステージにて難易度に応じた打球を3分間体験してもらい、その後またタイトル画面に戻ってくるといった流れとなっている。

図6のタイトル画面でのステージ選択の決定には、ボタンではなく、STAGEの文字の下のオブジェクトを5秒ほど見続けるとシーンが移動するという、Oculus ならではの機能を用いる。



図6 実際に制作したタイトル画面

実際のゲームには現実に近い空間を再現するために、体育館の 3D モデルを利用した。卓球の球を射出する砲台を作成し、その射出した球をロボットが打ち返すといったものとなっている。見える画面を、図 7、8、9 に示す。



図7体育館を再現した空間



図8 卓球台と対戦相手のロボット

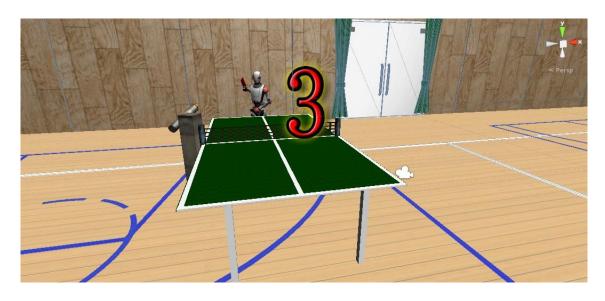


図9 シーンを再生して3秒後に開始される

打球については、物理演算を利用し、ロボットがランダムに設定された力によって、様々な場所に打球を打つことが出来るシステムを制作した。回転については、打球がバウンドする時に左右に力を加えることにより、回転によりかかる力を再現した。打球には白い残像を付けて知覚しやすいようなっている。プレイヤーの返球については、こちらで決めた数値の力で返すようにする。図 10 に示す。



図10 プレイ中の図

図 11 のように、プレイヤーが返球に使用するコントローラには、ラケットにボタンを取り付けて、ボタンを押すことにより返球ができるようなものにする。プレイヤーにはラケットを振る動作と同時にボタンを押してもらう。



図 11 ラケットコントローラー

第4章 検証

4.1 検証方法

卓球初心者 16 名、経験者 4 名、合計 20 名の被験者に集まってもらい、図 12 のように制作したシステムを 1 人 3 ステージ(約 10 分間)プレイしてもらった。プレイ終了後、下記に示したアンケートを実施し、今回のシステムに対してどのように感じたかのデータをとった。

卓球体験システムアンケート
日付: 年 月 日()
設問 1
あなたの卓球熟練度を教えてください。経験者の方は経験した年数を記入してください。
□ 初心者 □ 経験者 (年)
設問 2
卓球のトップレベルの打球を試合会場、または動画コンテンツなどで見たことがある。
□ 直接見たことがある □ 動画ならある □ ない
設問3
卓球におけるドライブ(球の動きに大きく影響を与えるレベル)を、プレイヤーとして体 感したことがある。
□ ある □ ない
設問 4
今までに VR 関連のシステムを利用したことがある

□ 何度もある □ 1回程度ある□ 動画なら見たことはある □ 全くない
設問 5
スポーツをする際練習相手がいなくて、困ったことがある。
□ よくある □ たまにある □ どちらともいえない □ あまりない
□ まったくない
設問 6
映像よりもリアルな体験ができた。
□ よくできた □ 少しできた □ どちらともいえない □ あまりできなかった
□ できなかった
設問 7
VR を利用すると対戦相手がいるように感じた。
□ とても感じた □ 少し感じた □ どちらともいえない □ あまり感じなかった □ 感じなかった
設問 8
打球を気持ちよく返すことができたと感じた。
□ とても感じた □ 少し感じた □ どちらともいえない □ あまり感じなかった □ 感じなかった
設問 9
卓球の練習ができたと感じた。
□ とても感じた □ 少し感じた □ どちらともいえない□ あまり感じなかった□ 感じなかった

設問 10
このようなシステムがあれば、現実と同じように上達すると感じた。
□ とても感じた □ 少し感じた □ どちらともいえない □ あまり感じなかった □ 感じなかった
設問 11
その他に、この卓球システムはどのように感じたかお答えください
以上ご協力ありがとうございました。



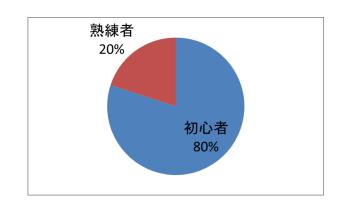
図 12 検証の様子

4.2 アンケート結果と考察

設問1: あなたの卓球熟練度を教えてください。経験者の方は経験した年数を記入してくだ

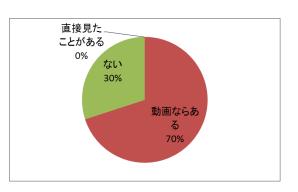
さい

初心者	熟練者
80%	20%
16 人	4人



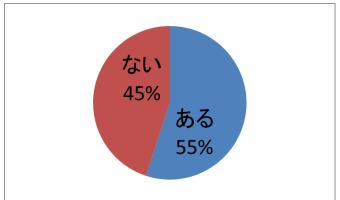
設問2:卓球のトップレベルの打球を試合会場、または動画コンテンツで見たことがある。

動画ならあ	ない
る	
70%	30%
14 人	6人
	る 70%



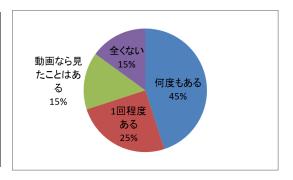
設問 3: 卓球におけるドライブ (球の動きに大きく影響を与えるレベル) を、プレイヤーとして体験したことがある。

ある	ない
55%	45%
11 人	9人



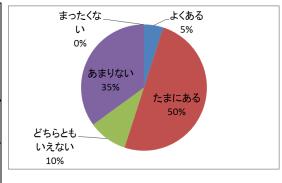
設問 4: 今までに VR 関連のシステムを利用したことがある。

何度もあ	1 回程度	動画なら	まったく
る	ある	ある	ない
45%	25%	15%	15%
9人	5人	3 人	3 人



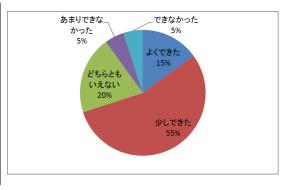
設問5:スポーツをする際練習相手がいなくて、困ったことがある。

よくあ	たまに	どちら	あまり	まった
る	ある	ともい	ない	くない
		えない		
5%	50%	10%	35%	0%
1人	10人	2人	7人	0人



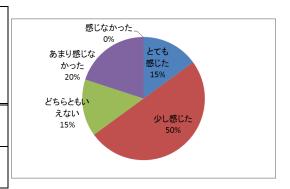
設問6:映像よりもリアルな体験ができた。

よくで	少しで	どちら	あまり	できな
きた	きた	ともい	できな	かった
		えない	かった	
15%	55%	20%	5%	5%
3人	11 人	4人	1人	1人



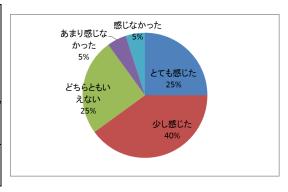
設問7:VRを利用すると対戦相手がいるように感じた。

とても	少し感	どちら	あまり	感じな
感じた	じた	ともい	感じな	かった
		えない	かった	
15%	50%	15%	20%	0%
3人	10 人	3人	4人	0人
	ĺ		ĺ	



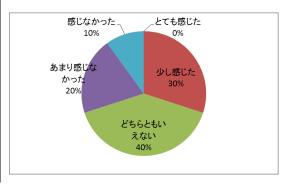
設問8:打球を気持ちよく返すことができたと感じた。

とても	少し感	どちら	あまり	感じな
感じた	じた	ともい	感じな	かった
		えない	かった	
25%	40%	25%	5%	5%
	8人	5人	1人	1人



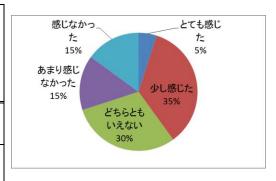
設問9:卓球の練習ができたと感じた。

とても	少し感	どちら	あまり	感じな
感じた	じた	ともい	感じな	かった
		えない	かった	
0%	30%	40%	20%	10%
0人	6人	8人	4人	2人



設問10:このようなシステムがあれば、現実と同じように上達すると感じた。

とても	少し感	どちら	あまり	感じな
感じた	じた	ともい	感じな	かった
		えない	かった	
5%	35%	30%	15%	15%
1人	7人	6人	3人	3人



またアンケートの自由記入欄に書かれた意見を、下記にまとめる。

- 卓球をしている気分になった。
- タイミングを学ぶ練習にはなると感じた。
- 球の軌道に少し違和感があった。
- もっと遅い球があってもいい。

以上のような結果を得た。

アンケート結果をまとめると、「映像よりもリアルな体験ができた」、「VR を利用すると 対戦相手がいるように感じた」、「打球を気持ちよく打ち返すことができた」、「このような システムがあれば、現実と同じように上達すると感じた」の 4 つの設問では、良いという 意見が得られたが、「卓球の練習ができたと感じた」ではどちらともいえないという意見が 多く得られた。

以上の結果により、本研究で制作したシステムは、従来の映像コンテンツなどに比べて、 リアルな体験が出来、卓球の体験コンテンツとして有効であることがわかった。また技術 向上の面については、今回のシステムで学べる事が打ち返すタイミングだけであったこと から、あまり技術が向上したと強く感じることがなかったのではないかと考える。このよ うなシステムがあれば上達すると感じた人が多く存在しているので、様々な学べる要素を 導入すれば技術向上の面でも良いという意見が増えると推測される。

第5章 まとめ

5.1 まとめ

本研究では、近年のスポーツの練習において障害となっていると考えられる「対戦相手の確保」に注目し、1人での練習を可能にするため、Oculus Rift を利用した VR 打球体験システムを制作した。システムは「簡単」「普通」「難しい」の 3 段階に分け、それぞれでロボットが打ってくる打球を体験することが出来、返球もできるシステムとなっている。このシステムを被験者 20名にプレイしてもらったところ、従来の映像コンテンツに比べて、リアルな体験をすることができたという意見を多く得られた。これにより、VR を利用したスポーツシステムが、練習要素を増やすと知覚スキルトレーニングに有効であることや、練習相手の確保などの問題を解決することができるということがわかった。

5.2 今後の展望

今回のシステムの問題としては、練習できる要素が少なかったこと、対戦相手でもあるロボットの動きが、腕の動きなどリアルな動きにすることが出来なかったので、今後対戦相手のモデルなどを充実させることが出来れば、より良いソフトが完成するのではないかと考える。

5.3 卒研発表にて質問されたことなどを記載

- 相手の動きを予測できることが大事であり、顔の表情や腕の動きによって、相手の球 種がわかるようになるといい。そういった駆け引きがあるとコンテンツとしてもっと 良い物になると思う
- 卓球台の淵に当たった場合の処理などはどうなっているのか
- コンテンツとしてのクオリティはどうか

感想

今回の卒研発表では、1年間やってきたことの発表ということもあり、とても緊張しました。事前に調べたことや、デモなどがスライドにしっかり入っていて、全てを時間内に説明することができるかどうかなど、いろいろな事を気にしながら発表しました。内容については用意していた通りに発表できましたので、自分の中ではいい発表になりました。反省があるとしたら質疑応答の方で、質問者と回答がかみ合わない時があったので、そういったところの受け答えを学会ではできるようにしたいです。

参考文献

- [1] 総務省統計局 統計からみたスポーツの今昔-「体育の日」にちなんで― http://www.stat.go.jp/data/topics/topi640.htm
- [2] 没入型 3 次元映像の呈示におけるテニス打球に対する知覚 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjspopsy/37/1/37 2009-052/ pdf

[3] バーチャルリアリティー(VR)を用いた避難行動の基礎解析

- $\underline{\text{http://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/dspace/bitstream/2261/52592/1/sk047011011.pd}}$
- [4] 平成 25 年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書について
 http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1352496.h
 tm
- [5] Unity+Oculus Rift 開発メモ(Unity 5.1 対応)

http://framesynthesis.jp/tech/2013/oculus-rift/

使用した 3D モデルなど

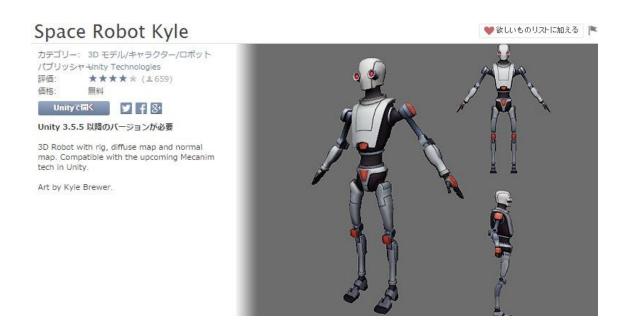
[6]体育館

https://bowlroll.net/file/16330



[7]ロボットモデル

https://www.assetstore.unity3d.com/jp/#!/content/4696



[8] Yughues Free Nature Materials

https://www.assetstore.unity3d.com/jp/#!/content/13237

Yughues Free Nature Materials

カテゴリー: テクスチャ&マテリアル/自然 パブリッシャ-Nobiax / Yughues

評価: **** (1226)

価格: 無料

Unityで聞く y f g+

Unity 4.3.0 以降のバージョンが必要

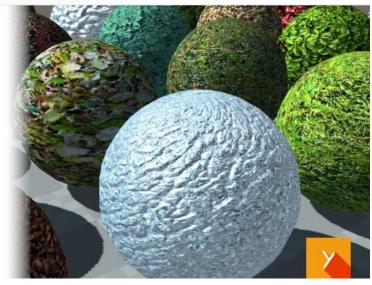
22 free various nature-related materials

1024 square TGA textures

Textures included:

Diffuse (with alpha/specular) Normal

Enjoy!



❤️欲しいものリストに加える ►