

[パネル討論招待講演]

## VR 空間と現実空間をつなぐインタフェース

堀越 力<sup>†1</sup>

**概要**：スマートフォンの普及に伴い、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）は著しく進化した。HMD を装着したとき目の前に広がる高精細な CG 映像は、仮想世界の中に没入しているようリアルな感覚を与えることができる。この没入感覚は、ゲームなどの娯楽分野だけでなく、トレーニング・教育・福祉など様々な分野で活用され始めている。しかし、13 歳以上という年齢制限があり、誰でも疑似体験を楽しめるというわけではないのが実情である。本稿では、年齢を問わず疑似体験が可能なシステムの事例としていくつかの VR システムの研究事例を紹介する。そして、仮想空間と現実空間の相対位置関係を違和感なく接続することができれば、HMD を装着しなくても、VR の疑似体験は享受することが可能であることを示す。また、将来の VR 技術がどのような方向に進むのかについて展望を述べる。

**キーワード**：バーチャルリアリティ、 ユーザインタフェース、 疑似体験システム

### An Interface Technology Connecting the Virtual and the Real space

TSUTOMU HORIKOSHI<sup>†1</sup>

**Abstract**: With the spread of smartphones, a head mounted display (HMD) has evolved significantly. When using HMD, high-definition CG scene spreading in front of our eyes can give a realistic feeling of immersed in the virtual world. This immersive sensation has begun to be utilized not only in entertainment fields such as games, but also in various fields such as training, education, and welfare. However, there is age restriction of 13 years old and over, and in fact it is not that anyone can enjoy a simulated experience. This paper introduces case studies of several VR systems as examples of systems that can simulate experiences regardless of age. Then, if we can connect the relative positional relationship between the virtual space and the real space without discomfort, we show that it is possible to enjoy VR pseudo experience without wearing HMD. In addition, we will present the prospects on the future direction of VR technology.

**Keywords**: Virtual Reality, User-interface, Simulation system.

## 1. はじめに

Oculus の登場とともに、VR 技術は急速に発展してきた。この背景には、スマートフォンの普及が大きく関わっている[1]。ヘッドマウントディスプレイ（HMD）のキーデバイスである小型ディスプレイデバイスの高解像度化・高精細化、そして、頭の向き・動きをセンシングする各種センサの小型化、低価格化は、スマートフォンの爆発的な普及によるものである。また、スマホをそのまま利用する Cardboard の登場は、HMD が高価なデバイスであるという固定観念を打破し、身近なデバイスとして広く VR・AR 技術を普及させた。PC と同等の処理性能を持つ CPU を搭載したスマホやタブレットの登場は、今後も VR・AR 技術の普及を大きく後押ししていくと期待できる。本稿では、これまで取り組んできた様々な VR システムの研究紹介を行い、VR・AR の世界の可能性について考察する。

## 2. VR の特長と課題

リアルな疑似体験ができるという点では、HMD は、非常

に革新的なデバイスである。Oculus 共同創設者クリスディクソンは、Oculus を体感して「世界を変えるだろうというコンピュータのデモを見たのは人生で 5、6 回しかない」と言っている[2]。自分の動きに反映された映像表現は、従来の 2D ディスプレイでは味わえない体験を提供してくれる。

VR のメリットは、時間の克服、場所の克服、視点の克服にあると考える。例えば、360 度カメラで撮影した映像を HMD で視聴することで、その撮影した場所・時間の空間に瞬時に移動することができる。過去の映像であれば、過去に戻ることもできる。つまり、「時間」を行き来することができる VR は、時間の制約を克服した技術といえよう。また、先に述べたように異なる場所に瞬時に移動し、周りを見て回ることができるという点は、自分の今いる場所という制約をなくすることができる。つまり、場所（あるいは距離）を克服した技術といえよう。また、リアルな空間だけでなく、仮想空間・バーチャルな空間に自分が入り込み、様々な視点で同じ空間を見ることができる。一人称視点、三人称視点の位置を自由に変更でき、また、他の動物や虫の視点などで世界を見ることができるといえる点も、視点

<sup>†1</sup> 湘南工科大学  
Shonan Institute of Technology

克服した技術でもあるといえよう。

しかしながら、HMD は、13 歳未満は使用禁止（非推奨）という年齢制限が一般的に使われている。これは、眼鏡型 3D ディスプレイでは、立体視の発達期の 6 歳までは使用しないことという 3D ガイドラインがあり、年齢制限の一つの根拠はここにある。また、目に近接したディスプレイを利用する HMD では、眼間距離も考慮しなければならない。瞳孔間距離や空間認知が発達過程の 13、14 歳ごろまでは斜視のリスクがあるため、使用を考慮すべきであるという考えが、この年齢制限の 2 つ目の理由であると言われている。一方、VR は様々な疑似体験ができることから、米国では教育分野での利用も積極的に進められている。実際、12 歳以下の子供たちの場合でも、利用時間を制限し、親の承諾があれば利用させているケースもあり、この制約は緩和されつつある。

一方、VR に利用するデバイスは HMD デバイスでのみではない。CAVE などの没入型スクリーンを利用することで、12 歳以下でも安心して VR の疑似体験を得ることができる。次節では、VR を年齢に関わらず体験できるシステムに関して 3 つ紹介する。

### 3. 実空間と仮想空間の連携

実空間と仮想空間の相対位置関係を利用者が把握しやすくすることで HMD を装着しなくても VR 体験が可能となる。

#### 3.1 フリーキック体験

現状の VR の課題は、触力覚フィードバックや、仮想空間を動き回るといった動作をいかに自然に実現するかという点である。HTC Vive は、トラッキングセンサを部屋のコーナー対角線上に 2 箇所設置することで数 m 四方のプレイエリアを確保できる。また、Vive トラッカーを利用することで手足の動きもリアルタイムに仮想空間に反映することができる。そこで、この Vive システムを利用したサッカーのフリーキック体験システムを構築した。図 1 は、HMD を装着してフリーキックを体験している様子である。このシステムでは、サッカー場の空間を切り取り、全面と床面に投影することで、HMD 装着者以外も、この体験システムを楽しむことができる。HMD を装着して足元をみれば、ボールと自分の足の位置にサッカーシューズが表示されている（図 2）。ボールを蹴る仕草をすると、足の動きは vive トラッカーにより計測され、サッカーシューズも同じようにボールを蹴る CG 映像として再生される。自分の足の動きに連動して、サッカーシューズが動くため、自分の足がそのサッカーシューズで示されていることが、VR 体験の初心者であっても容易に理解できる。図 3 は、2 面投影の映像を利用して、HMD 無しで、フリーキックを体験している様子である。足元を見たときの映像が床面に投影されている

ため、HMD を装着していなくても、サッカー場の空間の位置関係と自分の立ち位置を実空間に関連づけて把握することができ、サッカーのフリーキックを、年齢を問わず体験することができる。



図 1 サッカーフリーキック体験システム



図 2 サッカーフリーキック体験システム



図 3 12 歳以下の子供のフリーキック体験の様子

#### 3.2 フリーバッティング体験

図 4 は、フリーバッティング疑似体験システムの例である。この場合は、HMD 装着者はバッターボックスの位置で、バッターの視点で野球場を見回すことができる。そして、仮想空間ではコントローラを仮想のバットとして描画している。ピッチャーから投げられたボールに合わせて、コントローラを振ることで、仮想のボールを跳ね返す

ことができる。図5のように、実際のバットの先に Vive トラッカーを取り付けることで、実際のバットを使って、仮想球場で投げられたボールを打つ感覚を得ることもできる。

また、HMDを装着しない場合は、図6に示すように全面に投影された映像を見てスイングをするようにしている。このとき、実際のホームベースを床に置くことで、自分の立ち位置（現実空間）と仮想空間の相対位置関係を把握しやすくしている。



図4 フリーバッティングシステム



図5 フリーバッティングシステム

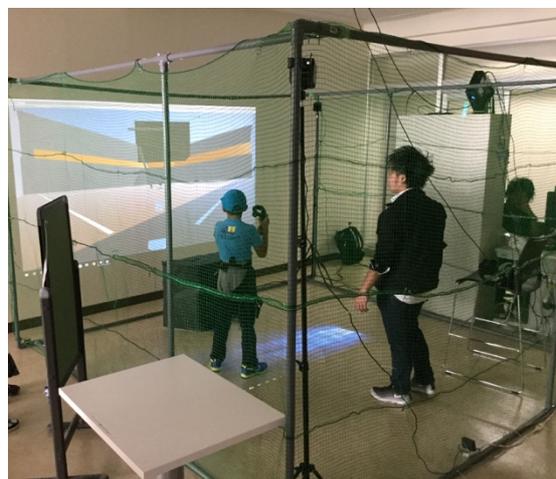


図6 子供のフリーバッティング体験

### 3.3 ドライビングシミュレータ

3面投影の簡易型 CAVE を使ったドライビングシミュレータを紹介する（図7）。この CAVE では、無地の白い生地をスクリーンにした背面投影型の CAVE である。車のハンドル型コントローラを使い、エンジンの音を再生するウーファーを運転シートの裏に取り付けることで、視聴覚に加え、シートの振動により運転感覚をリアルに再現することができる。全面左右の CAVE スクリーンには、運転手の視点の前方ならびに左右の映像を投影しているため、HMD を装着しなくても運転感覚を疑似体験することができる（図8）。このシステムでは、車内の様子もリアルに再現し、HMD を装着することで、後ろを振り向けば、リアウィンドウ越しの車後方の様子も確認することができる。また、実際のハンドル、運転シートの位置と、仮想空間内のハンドル・シートとの位置関係を合わせている。これにより、実際に座った感覚、実際にハンドルを回す感覚を持って、ドライブを体験することができる（図9）。HMD を利用することで、CAVE では味わえない、よりリアルな運転感覚を体感することができる。ここでも、実空間のハンドルやシートの位置と、仮想空間のそれらの位置を相対的に合わせることで、視聴覚だけでなく、触力覚もリアルな体験を得ることが可能になる。



図7 ドライビングシミュレータ体験風景



図8 CAVE スクリーンへの投影



図9 ドライビングシミュレータ 運転席

#### 4. VR空間の共有

狩猟アクションゲーム”Monster Hunter World”など、仮想空間を複数人で共有するゲームが若者の間で広がっている。ゲームの世界では、VR技術を使うことなく、仮想空間で行動し、体験を共有するということが既に実現されている。現在は、2D画面の向こう側の世界を覗く形で仮想空間を共有しているが、VRの技術がさらに進んでいくことで、仮想空間に没入することも遠い未来ではない。仮想世界では、自分が別の人物（アバター）になって行動することができる。

図10のシステムは、自分の手足の動きや表情を、CGキャラクター(Unity-chan [5]) を使って表現している例である。Kinectで手足の動きを取得し、赤外線カメラ(図10右下のカメラ画像)から、顔の特徴量を取得することで、キャラクターに自分の表情を再現することも容易である。このようなシステムを使うことで、仮想空間の中でそのまま自分の動きを再現することができ、仮想空間を自由に移動し、他の人と自然なコミュニケーションをとることも容易になるであろう。



図10 アバターによる動作・表情の連携

Facebook創設者のサッカーバグは、没入型VRが生活の一部になると予測し、VR共有プラットフォームを発表した[4]。現在は、テキストベースのtwitterや、画像ベースのInstagramというSNSが利用されているが、VR空間をベースとしたソーシャルな場が一般的に普及していくことであろう。現在、バーチャルYouTuberなど仮想的なキャラクターが広く普及してきている。現状はモーションキャプチャなどを使って人と動きをキャラクターに連動させ、リアルな人間の動きを再現している例がほとんどであろう。しかし、昨今のAI技術の進展に伴い、キャラクターの動きまでも自動生成した完全にバーチャルなキャラクターとの共存も容易に想定できる。

従来は、人とのコミュニケーションには、実際の人間に介在が必要であったが、AIキャラクターと共存する世界も十分にありそうな時代になってきている。

#### 5. おわりに

VR技術の発展は著しく、娯楽分野だけでなく、トレーニング・教育・工業・福祉など今後様々な分野で利用され始めている。VR空間での疑似体験は、HMDに限った話ではなく、CAVEなどの装置を利用することで、疑似的に仮想空間に入り込むことができる。そのときに重要な点は、現実空間と仮想空間の相対位置関係が連続しているという点である。本稿では、投影型VRシステムとHMDシステム双方の利用例を紹介し、将来VR空間を共有する世界が実現されようとしていることを示した。

#### 参考文献

- [1] 「特集 みんなの手元にVR」、日経エレクトロニクス,2014年9月29日号.
- [2] The inside story of Oculus Rift and How Virtual Reality Became Reality. WIRED, <https://www.wired.com/2014/05/oculus-rift-4/>. (2018.2.3).
- [3] 3DC安全ガイドライン, [http://www.3dc.gr.jp/ip/scmt\\_wg\\_rep/index.html](http://www.3dc.gr.jp/ip/scmt_wg_rep/index.html). (2018.2.3).
- [4] Oculus rooms and Parties, <https://www.oculus.com/blog/join-friends-in-vr-with-oculus-rooms-and-parties/> (2018.2.3).
- [5] Unity-chan: © Unity Technologies Japan/UCL