



# リアルからバーチャルに干渉可能な全方位型 MR 風力呈示システム

An Omni-directional and MR Wind Presentation System from Real to Virtual World

劉ジンイ<sup>1)</sup>, 脇田 航<sup>1)</sup>

Jingyi LIU and Wataru WAKITA

1) 広島市立大学 (〒731-3194 広島県広島市安佐南区大塚三丁目 4 番 1 号, liu@ics.info.hiroshima-cu.ac.jp)

概要 :本研究ではリアルからバーチャルに干渉可能な全方位型 MR 風力呈示システムを提案する. 具体的には, リアル側のユーザが VIVE コントローラーで仰ぐと, 仰ぐ速度と方向に応じた風が現実世界とバーチャル世界共に発生する. このシステムを利用することによって, 例えばフライトコンテンツにおいて, フライト中のユーザの操作を邪魔したり, 支援したりする等, 観覧者も一緒になつて同じ VR コンテンツを楽しむことが期待できる.

キーワード : 複合現実感, バーチャルリアリティ, 風力呈示, 観覧者

## 1. はじめに

近年, 科学技術の発展により, 複合現実感 (MR: Mixed Reality) に関する研究も進んでいる. その中, HMD を装着しない観覧者も VR 体験者と同じ VR コンテンツに参加できるシステムおよびバーチャル世界と現実世界間での多感覚情報による相互作用については重要な研究課題である.

関連研究として, “Kobito: virtual brownies” が提案されている[1]. この研究では, バーチャル世界で小人に押されるブロックが移動すると, 現実世界のブロックも同じ方向に動く. もし現実世界の人がそのブロックを移動させたら, バーチャル世界のブロックも同じく移動し, バーチャル世界の小人 AI とインタラクションすることができる. このほか, VIVE コントローラなどの装置を介して, HMD を装着していない観覧者が VR 体験者と同じ VR コンテンツにおいて, サッカーや剣でバトルするといった, リアルとバーチャル間でインタラクション可能なシステムが提案されている[2]. この他, VR 体験者の頭部の動きと連動した頭部型のロボットの目の部分を手で覆うと, VR 体験者は視線が邪魔されたような演出が可能なシステムが提案されている[3].

しかしながら, これらの従来研究では, 観覧者と VR 体験者は視覚, 聴覚のみのインタラクションにとどまっておらず, 観覧者から VR 体験者に対して体性感覚や前庭感覚といった多感覚情報を用いて干渉するまでは至っていない.

そこで本研究では, 視覚, 聴覚だけでなく, 体性感覚および前庭感覚も呈示可能なモーションベース[4]と組み合

わせて, バーチャル世界と現実世界ともに相互に任意の方向と風力で風が影響しあい, いずれの世界においてもその影響も感じる事が可能な複合現実型多感覚インタラクションシステムを目指し, 本研究では手始めに, リアルからバーチャルに干渉可能な全方位型 MR 風力呈示システムの実装を試みる.

現状の MR コンテンツは成熟していないため, 提案システムは様々なアトラクション施設やロケーション VR 等への応用が可能である. この提案の実現に向けて, 本研究では風のシミュレーションにおける MR 拡張を目指す. 具体的には, VR 体験ブースにおいて, 体験待ちで列をなしている現実世界の観覧者や, 3D の映像に対して酔いやすぐ HMD の装着に抵抗がある人などが VR 体験者と同じコンテンツを一緒になって楽しめるシステムの実現を目指す.

## 2. システム設計

多人数で多感覚インタラクション可能な MR システムが実現できれば, バーチャル世界と現実世界ともに相互に影響しあい, いずれの世界においてもその影響も感じる事ができる. 例えば FPS ゲームであれば, 現実世界の観覧者は触覚呈示可能なコントローラを操作することで VR 体験者に対して攻撃する等により干渉することができ, VR 体験者はバーチャル世界の観覧者のアバターを攻撃すると現実世界の観覧者に触覚がフィードバックされる. また, バーチャル世界で発生する風や振動といったエフェクトは, 風や触覚などの呈示装置を介して現実世界の観覧者および VR 体験者の双方にフィードバックされる.

本研究では風をシミュレーションし、バーチャル世界と現実世界ともに相互に任意の方向と風力で風が影響しあい、いずれの世界においてもその影響も感じることができるようを目指す。この提案の実現にむけて、手始めにファンを制御し、リアルとバーチャル共に任意の方向や強さで風力を呈示できるシステムの実装を試みる。

### 2.1 システム概要

図1は現在開発を進めている観覧者とVR体験者共に風を感じられるシステムのイメージ図を示している。

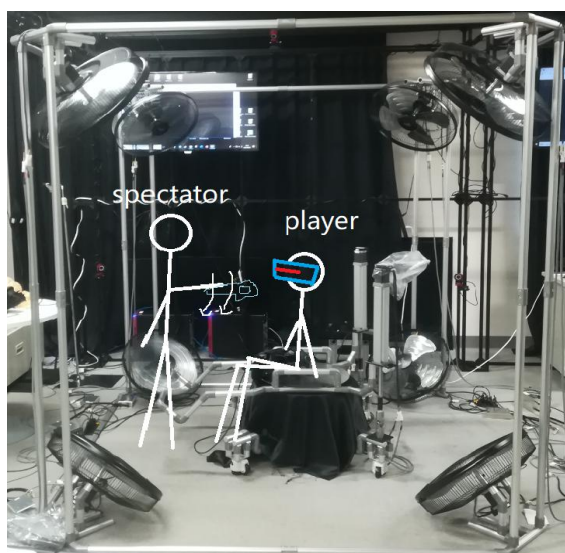


図1：観覧者の参加方法のイメージ

図1において、観覧者は触覚呈示可能なVIVEコントローラを用いてモーションベースに乗ったVR体験者に向けて身振り手振りで仰ぐと、仰いだ方向かつ仰ぐ速度に応じて、現実世界およびバーチャル世界ともに風が発生し、現実世界ではファンを制御して体験者だけでなく観覧者側もバーチャル世界の中の風を感じる事が可能となる。これにより、VR体験者がHMDを装着してVRを体験している際に、体験待ちやHMDの装着に抵抗がある観覧者も同一コンテンツ内に介入し一緒に楽しむことができる。

### 2.2 処理の流れ

本システムの処理の流れを図2に示す。

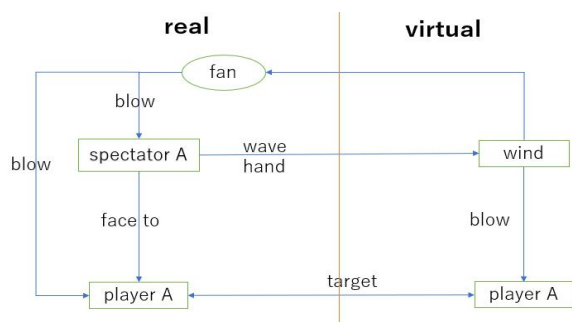


図2：本システムの処理の流れ

観覧者はターゲットを狙って仰ぐ動作をすると、バーチャル世界においてはVR体験者からみて仰ぐ動作をした観覧者の方向から任意の強さの風が生成され、バーチャル世界内で風がシミュレーションされる。同時に、現実世界では観覧者が仰いだ風がファンの回転によって生成される。

### 3. 任意の方向への風力呈示の実装結果

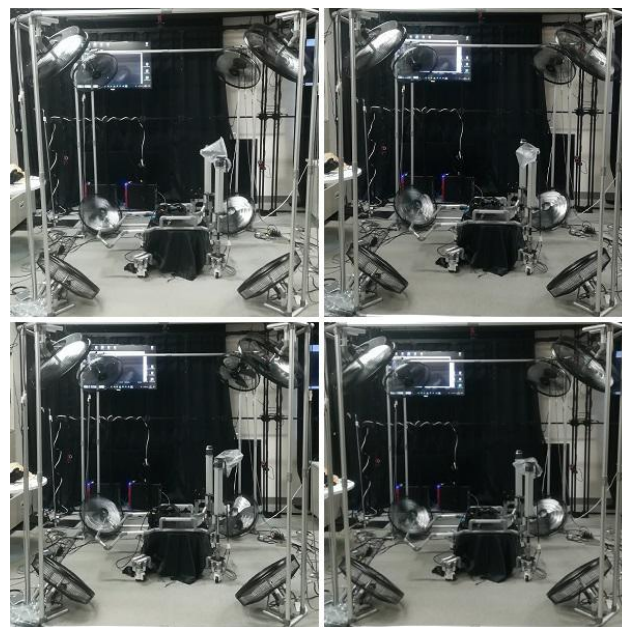


図3：任意の方向への風力呈示の実装結果

以上のようなシステム構成において、任意の方向への風力呈示を実装した結果を図3に示す。風の方向の精度検証については、今後行っていく予定であるが、現状、レジ袋を用いて、任意の方向に風を発生させることは可能となっている。実装の結果、観覧者は触覚呈示可能なコントローラを用いてモーションベースに乗ったVR体験者に向けて身振り手振りで仰ぐと現実世界およびバーチャル世界ともに風が発生し、現実世界ではファンを制御して体験者だけでなく観覧者側もバーチャル世界の中の風を感じる事が可能となる。現実世界での風は任意の方向で発生できる。しかし、図1に示すシステムを実現するためには、観覧者がVIVEコントローラを扇子のように上げれば、その方向に任意の強さで風が発生するようにしていく必要がある。また、人が風の強さと方向をどのくらいの精度で判別可能かについて、多人数で検証実験を行う必要がある。

これらを実現したのち、バーチャル世界でシミュレーションする風の強さを現実世界で発生可能な風力の係数倍としたときに、どの程度の範囲内であれば違和感なく風をシミュレーションできるのかを明らかにしていく。また、観覧者が動ける範囲は制限があるため、観覧者が増えるにつれ、介入可能な観覧者同士がぶつかるといった状況になる恐れがある。この問題については、観覧者の動ける範囲等を考慮して動線を確認すれば解決できると考えられる。

#### 4. むすび

本研究では、VR 体験者の視覚、聴覚、体性感覚だけでなく、前庭感覚も呈示できるモーションベースの研究と組み合わせ、バーチャル世界と現実世界ともに相互に任意の方向と風力で風が影響しあい、いずれの世界においてもその影響も感じることができる複合現実型多感覚インタラクションシステムを提案し、この提案の実現に向けて、手始めにファンを制御し、リアルとバーチャル共に任意の方向や強さで風力を呈示できるシステムを実装した。

提案システムはまだ実装中であるため、今後の課題として、観覧者が VIVE コントローラを扇子のように上げば、その方向に任意の強さで風が発生するようにしていく予定である。また、人が風の強さと方向をどのくらいの精度で判別可能かについて、多人数で検証実験を行うことを予定している。さらに、前庭感覚が呈示できるモーションベースと組み合わせ、例えばフライトコンテンツにおいて、VR 体験者が感じる風を現実世界の観覧者へ呈示可能にしたいと考えている。

#### 5. 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19H04158 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- [1] Takafumi Aoki, Takashi Matsushita, Yuichiro Iio, Hironori Mitake, Takashi Toyama, Shoichi Hasegawa, Rikiya Ayukawa, Hiroshi Ichikawa, Makoto Sato, Takatsugu Kuriyama, Kazuyuki Asano, Toshihiro Kawase, and Itaru Matumura. 2005. Kobito: virtual brownies. In ACM SIGGRAPH 2005 Emerging technologies (SIGGRAPH '05). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 11–es. DOI:<https://doi.org/10.1145/1187297.1187309>
- [2] Taichi Furukawa, Daisuke Yamamoto, Moe Sugawa, Roshan Peiris, and Kouta Minamizawa. 2019. TeleSight: enabling asymmetric collaboration in VR between HMD user and Non-HMD users. In ACM SIGGRAPH 2019 Emerging Technologies (SIGGRAPH '19). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 26, 1–2. DOI:<https://doi.org/10.1145/3305367.3335040>
- [3] Jan Gugenheimer, Evgeny Stemasov, Julian Frommel and Enrico Rukzio. 2017. ShareVR: Enabling Co-Located Experiences for Virtual Reality between HMD and Non-HMD Users. Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17). May 2017, Pages 4021 - 4033. DOI:<https://doi.org/10.1145/3025453.3025683>
- [4] Wataru Wakita, Tomoyuki Takano, and Toshiyuki Hadama. 2018. A low-cost motion platform with balance board. In Proceedings of the 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 44, 1–2. DOI:<https://doi.org/10.1145/3281505.3281571>