

# MR-Cyborg Soldiers 2: 観客・プレイヤー協調型複合現実感ゲーム

堀田 亮介<sup>†</sup> 望月 茂徳<sup>†</sup> 大島 登志一<sup>†</sup>

**概要:** 筆者らは、MR による主観視点体験と共に周囲の観客の体験を重視した複合現実型エンタテインメントの研究に取り組んでいる。本研究では、HMD を装着した MR 体験の主体となる「プレイヤー」と、観客でありながら敷居の低いインタラクションによって気軽に体験に参加できる「オーディエンス」の双方が協力してコンテンツを体験できるプレイヤー・オーディエンス協調型の新しいエンタテインメントシステムを実現する。

## MR-Cyborg Soldiers 2: An Audience-Player Cooperative Game using Mixed Reality

RYOSUKE HORITA<sup>†</sup> SHIGENORI MOCHIZUKI<sup>†</sup>  
TOSHIKAZU OHSHIMA<sup>†</sup>

**Abstract:** This paper describes possibility of fun of virtual transformation experience using Mixed Reality by MR entertainment system, "MR-Cyborg Soldiers 2." The authors are developing a new Mixed Reality entertainment of Hero Transformation. This study uses a video see-through HMD to bring a highly-tuned immersive experience in MR space, and whole-body gesture interface to improve a sense of role-play. In "MR-Cyborg Soldiers 2", players can transform into a combat cyborg. It brings transforming experience to players because player's body is overlaid equipment of cyborg's body graphics. Audience can also easily participate in the MR space by using easy interaction without any device in their hand. Player and audience can cooperatively enjoy the MR entertainment.

### 1. はじめに

筆者らは、複合現実感 (Mixed Reality; MR) 技術を応用し、主観視点体験を活用した MR エンタテインメントの研究に取り組んでおり、これまでに、RV-Border Guards 3[1] や百鬼面[2], MR-Cyborg Soldiers[3], MR Coral Sea[4]などの開発と展示実験を行ってきた。これらの研究においては、HMD (Head-Mounted Display) によるプレイヤーの主観視点体験を主としながらも、プレイヤーと共に周囲の観客も一緒に楽しむことを重視している。すなわち、現実空間を体験空間の主要な部分として活用する MR エンタテインメントでは、体験者本人と周囲で観賞している観客らが一体となって一つの体験を構築するという前提としている。

本研究では、MR エンタテインメントのこの特徴に着目し、体験者の主観視点体験に加えて観客に対する能動的な参加を促す仕組みを含むフレームワークを提案し、MR 空間を共有できる利点を強化する。その事例として MR シューティングゲーム MR-Cyborg Soldiers 2 の開発を行い、展示実験を通して体験者や観客らが協力して楽しむことができる観客・プレイヤー協調型の MR エンタテインメントシステムの要件を明らかにしていく。

### 2. 観客の参加を積極的に促すアプローチ

#### 2.1 MR 体験の LOD

本研究では、体験の参加者を「プレイヤー」「オーディエンス」「ギャラリー」の3タイプに分類する。すなわち、主体的な参加者を「プレイヤー」とすれば、その他に、展示の場で足を止め傍観する「ギャラリー」と、積極的に視聴・鑑賞を楽しむ「オーディエンス」という参加形態である。3タイプの参加形態を図1に示す。

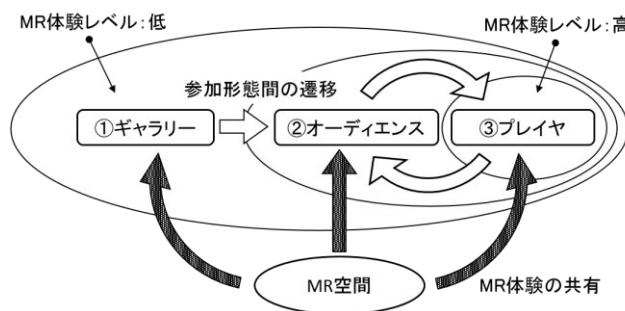


図1 MR 体験の参加形態

Figure 1 Participating into MR Space

このようにユーザを分類した上で、各ユーザタイプでの体験に適した視覚ディスプレイやユーザインタフェースによる体験レベルの増強、ギャラリーからオーディエンスへの誘導、オーディエンスからプレイヤーへの誘導と循環、異なるユーザタイプ間での体験共有の増強を研究の要素とす

<sup>†</sup> 立命館大学大学院 映像研究科  
Graduate School of Image Arts, Ritsumeikan University

る。また、これらの3種の参加形態は、MR体験の度合いの相違として考えられる。すなわち、ギャラリーからオーディエンス、プレイヤーへと遷移するに従い、MR空間への没入性やインタラクションの度合いが高くなる。これを「MR体験のLOD (Level-of-Detail)」と呼ぶことにする。

## 2.2 MR体験のフレームワーク

プレイヤーは、主にHMDなどを通じた主観視点体験や聴覚・力覚に作用する装着型デバイスによって、MRの特性を存分に活かした没入感の高いエンタテインメント体験を楽しむことができる。その一方で、オーディエンスには、スクリーンやモニタに映るMR空間や、実空間のプレイヤーの動きなどの観賞を行うだけでなく、事前のインストラクションが不要なインタフェース、例えば簡易な道具の操作や、簡単な身体動作などによって、MR体験に参加できるようにする。これによって、オーディエンスをプレイヤーと共に体験を盛り立てる積極的な参加者とする。図2に、本研究におけるMR体験のフレームワークを示す。

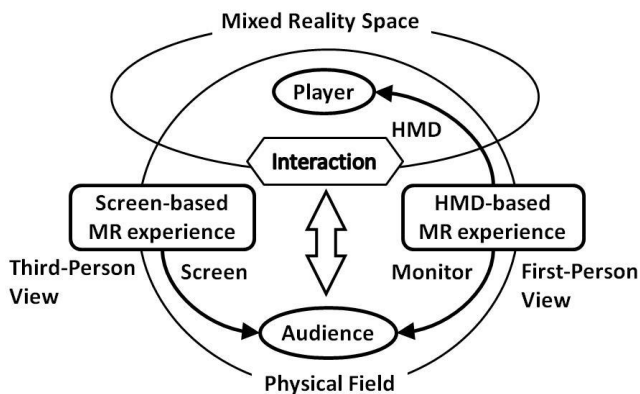


図2 MR体験のフレームワーク

Figure 2 Framework of MR Experience

## 3. 関連研究

観客の参加を実現した事例として、Lorenらは、観客に表裏で色の異なる反射板をあらかじめ渡しおき、スクリーン上で大勢の観客が同時に参加できるインタラクティブ・システムを開発した[5]。またDanらは、Lorenらのインタラクティブなアトラクションを受けて、大勢の観客がシアターのスクリーン上で同時に体験に参加できるシステムについて、検討すべき点などをまとめた[6]。これらの研究と比べて本研究では、観客数の規模は小さくなるものの、観客一人ひとりの体験への参加の度合いが大きい点と、スクリーン上でなく3次元的なMR空間内での観客の参加を実現する点が異なる。

また大島らは、MRをエンタテインメントに応用した事例として、複数プレイヤー参加型のシステムを開発した[7][8]。Okunoらや竹村らもまた、複数プレイヤー参加型のMRエンタテインメントシステムを開発した[9][10]。これらの研究

では、アトラクションとして観客にも楽しめることを重視しているが、観客によるインタラクションは含まれていなかった。本研究では、オーディエンスとして観客が体験に参加するためのインタラクションを設計することで、MR技術を応用したエンタテインメントの新たな可能性を探る。

## 4. 実験用コンテンツのデザイン

MR-Cyborg Soldiers 2 (以下、本システム)は、本研究の趣旨にしたがって、プレイヤーとオーディエンスとが一体となって楽しめるようデザインした。これは戦闘型サイボーグに変身するプレイヤーと、簡単な身体動作で攻撃するオーディエンスの両者が、MR空間に現れる敵を協力して倒すシューティングゲームである。図3に、本システムにおける体験イメージを示す。



図3 体験イメージ

Figure 3 Vision of Experience

### 4.1 体験のポイント

本システムでは、プレイヤーとオーディエンスの双方の体験を実現するにあたって、以下の2点を重要なポイントとして定める。

#### 1) プレイヤーとオーディエンスの役割分担

プレイヤーとオーディエンス、双方の協力によって楽しむことができるコンテンツを作る上で、双方の役割を分担することで体験に幅を持たせることが可能となる。本システムは、体験内容のわかりやすさを重視して、プレイヤーとオーディエンスが共に、手の先から弾丸を発射して敵を攻撃して遊ぶものとした。しかし、プレイヤーの攻撃はより強力な攻撃として実装することで、プレイヤーが主力として戦い、オーディエンスはプレイヤーを支援する形での戦闘するように工夫した。

#### 2) オーディエンスへの情報提示

オーディエンスに対して、できる限り気軽な体験の参加を可能とするために、現在体験に参加していることをわかりやすく示す提示方法が必要となる。本システムでは、オーディエンス用の映像提示として、オーディエンスの後方

上部からの俯瞰視点である、客観視点 MR 映像をスクリーンに投影する。また、オーディエンスが体験エリアに入ったことを感知したときに、スクリーンに表示されているオーディエンスの頭上にカーソルの重畳描画を行う。また、同時に効果音を鳴らすことで、オーディエンス自身が参加していると気付きやすいように工夫した。

#### 4.2 体験の流れ

本システムの体験の流れは、はじめに MR 空間内に敵が配置され、それらの敵をプレイヤーとオーディエンスが協力して攻撃し、すべての敵を倒すことができるとゲームクリアとなる。倒した敵は一定時間で復活するので、プレイヤーとオーディエンスが協力して手際よく敵を倒し、敵が復活する前に全滅させなくてはならない。

また、プレイヤーとオーディエンスの間の機能の差を考慮し、どちらを体験するかによって体験の流れを変化させる。プレイヤーの場合、主観視点体験を生かした没入感の高い体験を重視するため、戦闘状態に入る前に「変身ポーズ」を行う必要がある。反対に、オーディエンスに対しては気軽な体験ができることを重視するので、「変身ポーズ」をとらずにセンサ側から自動的に認識を行う。図 4 に、プレイヤーの状態遷移図を示す。また、図 5 にオーディエンスの状態遷移図を示す。



図 4 プレイヤーの状態遷移図

Figure 4 State Transition Diagram for Player



図 5 オーディエンスの状態遷移図

Figure 5 State Transition Diagram for Audience

#### 4.3 プレイヤーの体験

プレイヤーは頭部に HMD を装着し、また頭部と両手の三箇所に磁気式センサ(Fastrak)を装着する。デバイスの装着後、変身ポーズをとることで戦闘型サイボーグへと変身し CG(Computer Graphics)による武装を駆使して、MR 空間に現れる敵を倒す。プレイヤーの体験の特徴は、主観視点での MR 体験を増強することを目的として、身体動作を用いたジェスチャインタフェースを採用した点である。プレイヤーの身体の動きに合わせてサイボーグの身体を重畳描画することで、プレイヤーは自身がサイボーグへと変身している体験を強く意識することができる。

また、特定のジェスチャによって、自らの CG で武装した身体から弾丸を発射して攻撃を仕掛けることができる。オーディエンスと比較して、強力な攻撃が可能となっているので、敵を攻撃して次々と倒す爽快な体験ができる。図 6 にプレイヤーの体験の様子を示し、図 7 に HMD による主観視点映像を示す。



図 6 プレイヤーの体験風景

Figure 6 Player



図 7 HMD での MR 体験

Figure 7 First-Person View

#### 4.4 オーディエンスの体験

オーディエンスは素手のまま体験に参加し、プレイヤーと共に協力して MR 空間に現れる敵を倒す。ビジョンベース・センサを使用してオーディエンスの手の位置と動作を取得することで、手軽な体験を実現する。

オーディエンスは、取得した身体動作のデータを利用することで、手の先から弾丸を発射して敵と戦うことができる。プレイヤーと比較して弱い攻撃を行うが、弾丸を当てるとノックバック効果で敵の位置を後方に動かすことができ



る。これにより、プレイヤーが狙いやすい位置へと敵を誘導することで、プレイヤーがまとめて一気に倒すことを補助する。図 8 にプレイヤーとオーディエンスの体験の様子を示す。



図 8 プレイヤーとオーディエンスの体験風景

Figure 8 Player and Audience

また、前方に配置されるスクリーンを観ながらオーディエンスは体験に参加する。スクリーンには、オーディエンスの後方から俯瞰で撮影した客観視点 MR 映像が投影される。客観視点 MR 映像には、敵の姿やプレイヤーとオーディエンスの攻撃のほか、オーディエンスの頭上にゲームに参加していること示すカーソルが表示される。図 9 にスクリーンに投影される客観視点映像を示す。



図 9 スクリーンでの MR 体験

Figure 9 Third-Person View

## 5. システム構成

本システムの装置構成を図 10 に示す。プレイヤーのジェスチャインタフェースで使用する両手の動作と、ヘッドトラッキングには、HMD を使用した 360 度動き回る視点を実現するために磁気式位置センサ Fastrak を使用している。その一方で、オーディエンスの動作入力には、何らか

のデバイスを装着しなくて済むように Kinect を使用する。客観視点の MR 映像では、固定したカメラからの映像を使用する。固定カメラでは、オーディエンスに MR 空間の全体をわかりやすく提示するために俯瞰視点とする。客観視点の映像をプロジェクタで投影することで、オーディエンスに MR 空間の様子を提示する。

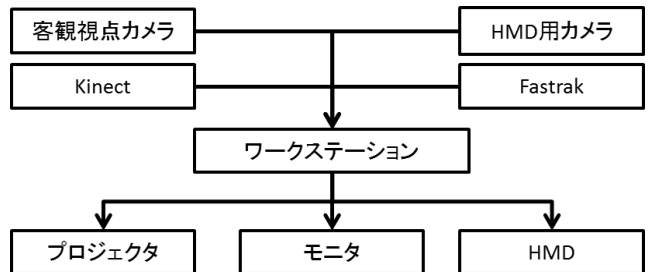


図 10 装置構成

Figure 10 System Configuration

ワークステーションでは、以下の 3 つのプログラムモジュールから本システムを構成している。プレイヤーとオーディエンスの動作の入力からゲームの状態を管理するモジュール、プレイヤーが体験する HMD からの主観視点 MR 映像を生成するモジュール、オーディエンスを含めた MR 空間全体を捉える客観視点 MR 映像を生成するモジュールの 3 つである。本システムの機能ブロック図を図 11 に示す。

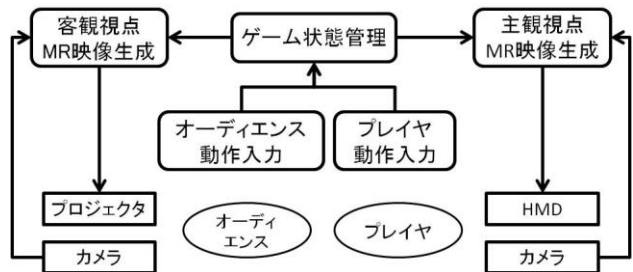


図 11 機能ブロック図

Figure 11 Block Diagram

展示時のフロアプランを図 12 に示す。プレイヤーとオーディエンスは互いに向かい合う形となり、双方の間に CG による敵が現れる。プレイヤーは HMD に表示される映像を通して、オーディエンスはスクリーンに投影される映像を通して体験する。オーディエンスの身体動作は、プレイヤー側に設置された Kinect から計測を行う。スクリーンとプロジェクタ、及び客観カメラは、天井から吊り下げることで各装置や体験者と干渉しないようにする。

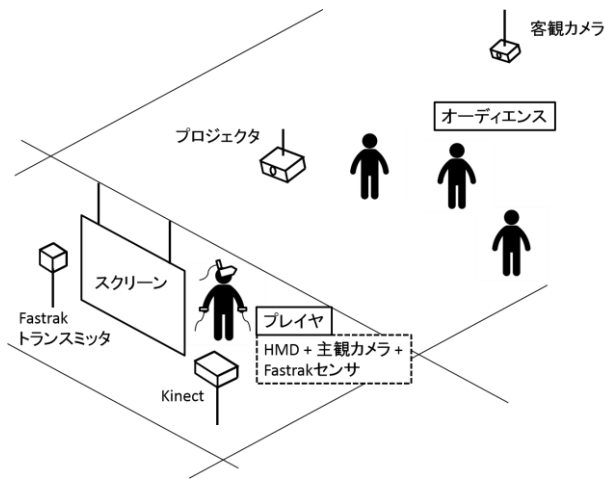


図 12 フロアプラン  
Figure 12 Floor Plan

## 6. おわりに

今後、展示実験を通して、プレイヤーとオーディエンスのコンテンツへの関わり方や楽しみ方について、アンケートなどによるユーザスタディを行う。また、展示実験を行いながら、システムおよびコンテンツの改良も継続して進めていく。具体的には、オーディエンス同士の位置関係に応じて、攻撃力を増加させるなど攻撃方法を変化させることや、オーディエンスの攻撃で敵をかく乱する間に、プレイヤーが隙をついて敵の弱点に強力な攻撃を当てるといった遊び方の誘導を行い、プレイヤーとオーディエンスとの協力プレイを促進する。

また本システムでの実験から得られた結果をもとに考察を深め、MR 技術を応用したエンタテインメントにおけるオーディエンス体験の要件を明らかにしていく。その過程には、システムの構築方法や技術的側面だけでなく、コンテンツデザインやフロアプラン、展示時のシステム運用面なども検討対象とする。さらにギャラリー、オーディエンス、プレイヤーの体験を総合し、図 1 で示したような MR 体験の LOD について検討を進め、MR エンタテインメントの創出を目指していきたい。

**謝辞** 本プロジェクトでの開発および展示実験に関わった立命館大学映像学部・映像研究科の大島研究室所属学生各位に謝意を表します。本研究は JSPS 科研費 24500159, 24220004 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- 1) Ohshima, T. et al.: RV-Border Guards 3 – Attack of the Mech-Insects, Laval Virtual 2012, ReVolution demo (2012)
- 2) Ohshima, T. et al.: Hyak-Ki Men – Anti-Ogre Ninja Mask, Laval Virtual 2013, ReVolution demo (2013)
- 3) 堀田亮介, 大島登志一: MR-Cyborg Soldiers: 複合現実感による変身エンタテインメントの実現, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2013 論文集, pp. 227 - 231 (2013)

- 4) Tanaka, C. and Ohshima, T.: MR Coral Sea. Laval Virtual 2014, ReVolution demo (2014)
- 5) Loren Carpenter experiment California 1991 - 1 Translation(s) Dotsub, <http://dotsub.com/view/2ba18e4f-3d43-4abf-85ab-f8b3f7741a90>
- 6) Dan Maynes-Aminzade, Randy Pausch and Steve Seitz: Techniques for interactive audience participation, Proc. ICMI '02, pp. 15 - 20 (2002)
- 7) 大島登志一, 佐藤清秀, 山本裕之, 田村秀行: AR<sup>2</sup>ホッケー : 協調型複合現実感システムの実現, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol. 3, No. 2, pp. 55 - 60 (1998)
- 8) 大島登志一, 佐藤清秀, 山本裕之, 田村秀行: RV-BorderGuards : 複数人参加型複合現実感ゲーム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol. 4, No. 4, pp. 699 - 705 (1999)
- 9) Yasuhiro Okuno, Hiroyuki Kakuta, Tomohiko Takayama, and Kazuhiro Asai.: Jellyfish Party: Blowing soap bubbles in mixed reality space, Proc. ISMAR 2003, 2003
- 10) 竹村雅幸, 原口俊吾, 大田友一: 複合現実空間におけるインタラクティブ・アトラクション : BLADESHIPS, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol. 10, No. 1, pp. 119 - 127 (2005)