

# 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

堀田亮介<sup>†</sup> 大島登志一<sup>†</sup>

本研究では、複合現実感技術によって映像作品のヒーローやサイボーグに変身することを楽しめる新しいエンタテインメントの開発を行っている。ビデオシースルー型 HMD を使った主観視点体験による MR 空間への高い没入性と共に、全身を使ったジェスチャ・インタフェースによって「なりきり」感を向上させる。本稿では、戦闘サイボーグに変身する作品事例「MR-Cyborg Soldiers」について説明し、MR による変身エンタテインメントの可能性を考察する。本システムでは、プレイヤーの身体にサイボーグの装備を重畳描画し、戦闘における攻撃や爆発などを主観視点での体験として実現する。また、インタラクションとしては、腕を伸ばすことで指先から弾丸を連射する、両腕を大きく広げて胸部から巨大なミサイルを発射するといった典型的で分かりやすいアクションを再現した。

## MR-Cyborg Soldiers: A Mixed Reality Entertainment of Hero Transformation

RYOSUKE HORITA<sup>†</sup> TOSHIKAZU OSHIMA<sup>†</sup>

This paper describes possibility of fun of virtual transformation experience using Mixed Reality by MR entertainment system, "MR-Cyborg Soldiers". 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", players can transform into a combat cyborg. It brings transforming experience to players because player's body is overlaid equipments of cyborg's body graphics. Additionally, players can enjoy situation such as explosion or attack in combat scene because of subjective point of view. Moreover, It reproduces the action to fire at the finger-tip by extending the arm, and to launch a huge missile from chest by spreading arms.

### 1. はじめに

映像作品の中には、超人的な力を持つ「ヒーロー」が登場し、その活躍によって視聴者に非日常的な楽しさを与えてくれるものがある。自らもそのようなヒーローになってみたいと憧れを持つ人々も多く、玩具などの持ち道具や衣装を使ったごっこ遊びや、形態をまねた「コスプレ」などが行われている。

そのような映像作品の中では、派手な視覚効果などがポストプロダクションで実現されるものであるが、本研究では、複合現実感(Mixed Reality; MR)を利用することで、リアルタイムにインタラクティブな体験として実現することを試みる。さらに、身体全体の動きによるジェスチャ・インタフェースによって、体験者自らがヒーローへと変身し、常人では成し得ない技やアクションを一人称視点でリアルに体験することができる変身エンタテインメントを提案する。本研究の目指す変身体験では、プレイヤー自身の身体が変化し能力が拡張されていると感じる「なりきり」の感覚を重視する。

以上を踏まえて「サイボーグ戦士」への変身と戦闘体験を楽しむ「MR-Cyborg Soldiers」を開発中であるので、その概要について説明する。

### 2. 関連事例と関連研究

ヒーローへの変身という体験に着目した事例として、kinect-ultra[1]がある。この作品では、体験者の動作をジェスチャとして認識することで、国民的ヒーローの一人である「ウルトラマン」に変身することができる。MR とジェスチャ・インタフェースを組み合わせ、プレイヤーに CG を重畳したりエフェクトの提示を行ったりする事例として、RV-Border Guards[2]や百鬼面[3]、KINECTing Superheroes in MR Space[4]などが挙げられる。仮想空間内のアバターへの自己投射による変身の実現として、バーチャル歌舞伎システム[5]などが挙げられる。また、ロボットへの自己投射として、吉田らは、ジェスチャによる飛行ロボットの制御について提案している[6]。変身体験ではないが、HMD とジェスチャ・インタフェースという同様のシステム構成において、人間の能力の拡張を目指したものである。

これらと比較して本研究では特に、HMD (Head-Mounted Display)を用いた主観視点での変身体験によって、変身の本質的な要素である「なりきり」という体験を強化しようとするものである。これらの事例を踏まえ、以下では、本研究で開発を行った「MR Cyborg-Soldiers」について述べる。

### 3. MR-Cyborg Soldiers での体験のデザイン

#### 3.1 コンセプト

MR-Cyborg Soldiers (以下、本システム) は、HMD とジ

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

ジェスチャ・インタフェースを主たるインタフェースとしたMR エンタテインメントである。プレイヤーはサイボーグ戦士に扮することで、各種装備に対応したジェスチャ・コマンドにより攻撃を行い、MR 空間内での白熱した戦闘を展開する。本システムでは、以下の3点を特長とする。

- 1) 現実と仮想を融合したMR空間
- 2) 身体性を活用したジェスチャ・インタフェース
- 3) 対面型対戦エンタテインメント



図 1 コンセプト図  
Figure 1 Concept Image

図 1 に、本システムのコンセプト図を示す。以下、その各項目について詳述する。

### 1) 現実と仮想を融合したMR空間

本システムでは、MR 技術を応用することによって、HMD を通した主観視点での没入体験を実現する。これにより、サイボーグ戦士への変身体験のリアリティ向上を試みる。具体的には、サイボーグ戦士の CG モデルを身体に重畳描画することや、MR 空間内のオブジェクトとのインタラクションを通して、サイボーグ戦士への変身体験を実現している。

### 2) 身体性を活用したジェスチャ・インタフェース

本システムでは、コントローラなどを使用した従来の操作方法ではなく、身体性を活用したジェスチャ・インタフェースを採用する。これにより、臨場感を損なわずにサイボーグへなりきるといった体験を増強することが可能となる。本システムでは、アニメーション作品『サイボーグ 009 THE CYBORG SOLDIER』(2001-2002 年テレビ東京放映、監督：川越淳) に登場する「004」こと「アルベルト・ハインリヒ」など一般に認知度の高いキャラクターをオマージュとして参考にしており、指からのマシンガンショットなどを違和感のないジェスチャで体験できるよう考慮した。

### 3) 対面型対戦エンタテインメント

HMD による主観視点の MR 体験によって、プレイヤー同

士が互いに対面し、モニターなどの媒体を意識せず直接視認するような形で同一の MR 空間を共有しつつ、相互の姿を観察できることによって、その臨場感を増強しようと考えられる。さらに、なりきりにおいて重要な要素の一つであると思われる「見られる」という体験も含まれ、変身体験の強化に有効である。なお、本稿執筆段階で対戦機能は未実装であるが、今後必須機能として予定している。

## 3.2 体験のデザイン

本システムでは、前節で挙げた 1) と 2) の機能が本研究で提案する変身体験の中でも特に重要であると捉え、優先的にシステムの実装を進めた。したがって、まずは対戦型の体験ではなく、プレイヤー一人でサイボーグへの変身を実感できるシナリオ構成を試みた。具体的には、サイボーグへ変身後現れる敵を倒すという、シンプルな構成とした。

プレイヤーは、体験の中で二種類の攻撃を繰り返せるサイボーグ戦士へと変身することができる。体験全体を二つのフェーズに分けて設計した。

### 1) 変身フェーズ

まず、変身体験を開始するために、変身ポーズをとることで、CG モデルの身体への重畳描画を開始する「変身フェーズ」がある。「変身フェーズ」を通して、プレイヤーはサイボーグへの変身を実感することができる。このフェーズでは、変身後にジェスチャによる攻撃の出し方などを練習する時間をとることで、プレイヤーにジェスチャによる変身体験に慣れてもらう。

### 2) 戦闘フェーズ

次に、MR 空間上に現れる CG の敵と戦う「戦闘フェーズ」へと移る。プレイヤーはジェスチャ・インタフェースによる 2 種類の攻撃を駆使し、目の前に現れる蜂型のターゲットを全て撃破することを体験の目的とする。

以上の流れで本システムは構成されている。図 2 に、デモンストレーションの際にプレイヤーへと提示した体験の流れの図を示す。



図 2 体験の流れ  
Figure 2 Flow of Experience

### 3.3 ジェスチャ・コマンド

#### 3.3.1 ジェスチャ・コマンドの設計

本システムでは、身体性を活用したジェスチャ・インタフェースを用いるため、身体の動きに適したジェスチャの設計が重要である。また、ジェスチャによって繰り出される技（ジェスチャ・コマンド）が独自の特徴を持っていることや、理解が容易な操作として実現しているかといった点も考慮する必要がある。以上の点を考慮し、どのようなジェスチャを採用すべきかの検討を行った。

##### 1) ジェスチャによる身体動作

具体的にどのような動作を行う必要があるのかという点に着目した。プレイヤーが体験しやすいように、分かりやすい動作を採用する必要がある。また、そのジェスチャによる身体の動作が、発生する技のジェスチャ・コマンドとして適しているかどうかの検討も必要である。

##### 2) プレイヤーが得られる感覚について

ジェスチャ・コマンドを発動させたとき、プレイヤーがどのような印象を抱くかという点に着目した。実装されるジェスチャが全て似たような印象を呼び起こすようでは、体験の幅が狭まってしまうと考えられる。

##### 3) ジェスチャに伴うエフェクトなど

ビジュアルエフェクトやサウンドエフェクトといった、演出面での検討は、本システムがエンタテインメント作品であるので重視している。2)の議論と同様に、幅広い体験を提供するためにも、異なる要素を多く含むジェスチャ・コマンドを採用する必要がある。

#### 3.3.2 ジェスチャ・コマンドの実装

前項で記した設計の指針から、ジェスチャ・コマンドで発動させるサイボーグ戦士の武器として「フィンガーショット」と「ジャイアントミサイル」の2種類を設定した。

「フィンガーショット」では軽快な連射攻撃、「ジャイアントミサイル」では単発ながら強力な一撃と、分かりやすい異なる属性を与えている。いずれのジェスチャ・コマンドも、「起動」と「攻撃」の2段階に分離させ、両段階が順番通りに認識された場合のみ攻撃を発動させられる仕組みになっている。この仕組みは、体験者の意図しない動作の誤認識による暴発を防ぐ目的の他、体験の演出を効果的に深めるためにも利用している。

##### 1) 「フィンガーショット」

前述のサイボーグ戦士の技を模して、右手の指先から弾丸の連射による攻撃を行うとした。プレイヤーは左手を右腕の任意の場所にかけることで当該武装を起動し、その状態のまま右腕を前に突き出すことで連射による攻撃を行うことができる。攻撃を終了するときには、右手を前方から引っ込めることで砲撃が停止される。フィンガーショットの演出効果としては、マズルフラッシュ、発射時の発射音などを実現した。図3にジェスチャによる動作を示し、図4にそのビジュアルエフェクトを示す。



図3 「フィンガーショット」のジェスチャ  
Figure 3 Gesture for "Finger Shot"



図4 「フィンガーショット」のエフェクト  
Figure 4 Visual Effects for "Finger Shot"

##### 2) 「ジャイアントミサイル」

巨大ロボ作品のオマージュとして、大型のミサイルを胸から前方へ向けて発射する武器も実装した。プレイヤーは両腕を左右に広げることで武装を起動し、その後両肘を上向きに直角へ曲げることで、ミサイルを発射して攻撃することができる。その演出効果としては、煙、着弾時の爆発、発射音および着弾時の爆発音などを実現した。図5にミサイル発射時のジェスチャの動作を示し、図6に着弾時のエフェクトを示す。



図5 「ジャイアントミサイル」のジェスチャ  
Figure 5 Gesture for "Giant Missile"



図 6 「ジャイアントミサイル」の演出効果  
Figure 6 Visual Effects for "Giant Missile"

## 4. システム構成

### 4.1 装置構成

本システムを構成する各種装置について説明する。まず、MR での主観視点体験を実現するために、ビデオシースルー型 HMD として VH-2007 (Canon 製) を使用した。また、Canon 製ソフトウェア MR Platform を用い、位置合わせ機構としては MREAL マーカを利用した。音響再生には、両耳をふさぐことなく聴取でき、低音を振動として両肩に感じることのできるスピーカ装置 SRS-GS70 (Sony 製) を使用した。プレイヤーの姿勢取得には、モーションセンサ Kinect (Microsoft 社製) を使用した。本稿執筆段階では実装途上であるが、磁気センサ Fastrak (Polhemus 社製) を併用することで、手先のより精密な動作もジェスチャ認識に反映させることを検討している。本システムで活用するシステムでは、インタラクティブ 3DCG コンテンツ開発ソフトウェア 3DVIA Virtools (Dassault Systems) によってプロトタイプを組んでいる。システム構成の全体図を図 7 に示す。

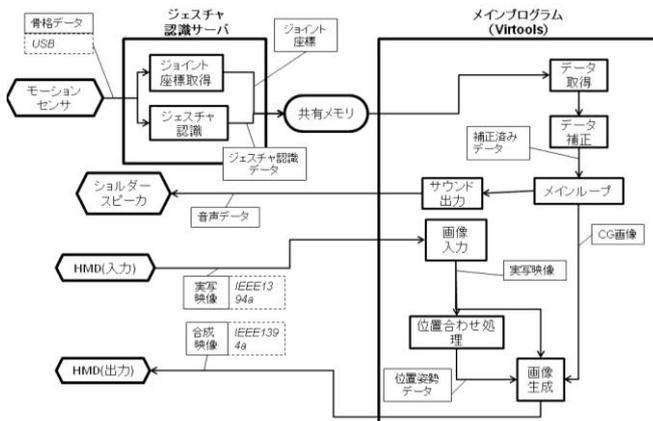


図 7 システム構成図  
Figure 7 System Configuration

### 4.2 インストールレイアウト

HMD は事前にマーカによるキャリブレーションが必要である。また体験中にも、世界座標系マーカのいずれか 1 つ以上のマーカが認識されている必要がある。腕を伸ばす

といった動作を行う本システムでは、自分の腕によって視界が遮られ、マーカが映らなくなってしまうケースも十分に考えられる。そういった事態に備えて、マーカはできる限り視界へと入りやすい位置に設置した。さらに、同一平面上のマーカだけでは認識の精度が弱まるので、机などを用いて立体的なマーカ配置にすることを試みた。一方で、Kinect で全身を捉える必要のある本システムでは、正面方向に 3m ほどの距離が確保されていることが望ましい。これらの条件を鑑みて、各種マーカと Kinect の配置を行った。

### 4.3 座標系の設計

本システムでは、位置情報の取得に複数の装置を併用しているため、座標系を整合させる必要がある。図 8 に、座標系の設計を示す。図中で、円形で囲まれているものを座標系とし、矩形で囲まれているものを実世界に存在する物体とする。通常の線分で円形同士を結んでいる線は、座標系の結びつきを示しており、円形と矩形とを結ぶ点線は座標系と実世界の物体とのつながりを示している。もう一方の点線である矢印は、各種センサによる計測の関係を示している。MR 空間内で Kinect の位置姿勢を知る際には、Kinect 用のマーカを用意し、HMD でその認識を行うことで対応している。

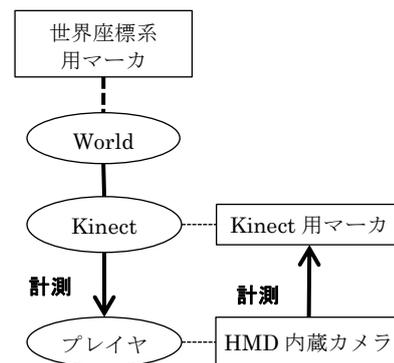


図 8 センサの座標系構造  
Figure 8 Sensor Coordinate Systems

### 4.4 ジェスチャ認識

各々のジェスチャ・コマンドの状態を表 1 のように定める。通常状態とは、特にジェスチャ・コマンドが認識されていない状態のことを指す。

表 1 ジェスチャ・コマンドの対応表

Table 1 Table of Gesture Commands

ジェスチャ・コマンドの状態	略称
通常状態	N
フィンガーショット起動	F1
フィンガーショット発射	F2
ジャイアントミサイル起動	G1
ジャイアントミサイル発射	G2

また、以上の記号を用いて、図9にジェスチャ・コマンドの状態遷移を示す。図9で示す通り、通常状態(N)を通して、フィンガーショットとジャイアントミサイルのジェスチャ認識を切り分けている。またあらゆる状態は、自身の隣にある状態にしか遷移せず、1つ飛ばして遷移するといったような事態はないように設計を行った。

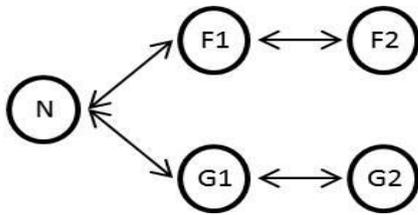


図9 ジェスチャ・コマンドの状態遷移図  
Figure 9 State Transition of Gesture Commands

ジェスチャ・コマンドを認識する際には、Kinect から取得した 15 点ある各関節の座標データのみを利用し、回転に関するデータは利用していない。CG モデルの描画時には、求めたい関節自身とその親となる関節との 2 点間の位置から求めた方向ベクトルを利用して回転方向を決定する。また、本コンテンツで使用するジェスチャ・コマンドは全て両腕のみで構成されているため、下半身の関節情報などは利用していない。

## 5. デモンストレーションと考察

試作したシステムを用いて、学生 10 人に対してデモンストレーションを行い、その際体験者にアンケートの記入を頂いた。展示時の説明に際しては、体験の流れ(図2)を作成し、それを元に体験の手順を説明した。アンケート結果から体験は大変好評であり、エンタテインメントとして成立する可能性を確認することができた。

一方でサイボーグへの「なりきり」感覚については十分でない面も指摘され、変身フェーズ時の演出や、HMD へサイボーグに変身している自身の姿を表示するなどの情報提示の強化が今後必要であると考えられる。また、今回の体験者の全てが「サイボーグ戦士」に特段の好みを持つ訳ではなく、動物や虫になりきるなどといった異なるコンテンツへの応用案も伺うことができた。

## 6. おわりに

本研究では、MR とジェスチャ・インタフェースを組み合わせることで、ヒーローやサイボーグ戦士といった架空のキャラクタへの変身を主観視点でバーチャル体験できるエンタテインメントを提案し、プレイヤ自身がサイボーグ戦士へと変身することができる「MR-Cyborg Soldiers」を事例として開発した。その後、デモンストレーションを行い、変身体験のエンタテインメントとしての面白さが評価されていることを確認した。一方で、「なりきり」感覚の更なる増強の必要性など、課題となる点も明らかとなった。

今後の課題として、「なりきり」感覚を増強するために、ジェスチャの認識アルゴリズムの改良やサイボーグ化した自身の姿を HMD に表示する機能の追加などを進めていく。また、アクチュエータを装着することで射撃時に振動を加えることや、ペルチェ素子などで体験に応じて温度変化を与えると、体験者の変身感覚が強まるとも考えられるので、様々なインタフェースデバイスの検討も進めたい。また、コンセプトで述べた対面型の対戦システムを実現すべくマルチプレイ構成への拡張や、サイボーグ以外のヒーローへの変身体験を実現することなども検討している。

**謝辞** 本研究の一部は JSPS 科研費 24500159 の助成を受けたものである。

## 参考文献

- 1) kinect-ultra - Transform yourself to superhero by Kinect / Kinect でスーパーヒーローに変身 - Google Project Hosting, <http://code.google.com/p/kinect-ultra/>
- 2) 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 4(4), 699-705, 1999-12-31
- 3) 菊谷康太, 原祥子, 新里友基, 伊地知聖貴, 阿部はるか, 松野友貴, 四方香菜, 大島登志一, “百鬼面: ジェスチャ・インタフェースを用いた複合現実型アトラクションの開発”, インタラクシオン 2011, インタラクティブ発表 2SCL-25
- 4) Masaki Oda, Le Van Nghia, Katsuyoshi Tomita, Asako Kimura, Fumihisa Shibata, and Hideyuki Tamura: KINECTing Superheroes in MR Space: Matching head-tracking coordinates and gesture-interaction coordinates, Proc. The 21st International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2011), p. 157 (2011.11)
- 5) 海老原一之, 棚沢順, 岩澤昭一郎, 大谷淳“バーチャル歌舞伎システム”, 電子情報通信学会技術研究報告. IE, 画像工学 96(507), 61-67, 1997-02-03
- 6) 吉田成朗, 鳴海拓志, 橋本直, 谷川智洋, 稲見昌彦, 五十嵐健夫, 廣瀬通孝, “ジェスチャ操作型飛行ロボットによる身体性の拡張”, 情報処理学会シンポジウム論文集 2012(3), 1EXB-45