

## VR 空間のキャラクタを生け捕りするメタ仮想システムの実現 Meta-virtual system to catch and release the characters in a VR space

小松 幸輝\*  
Koki Komatsu

高井 昌彰†  
Yoshiaki Takai

飯田 勝吉‡  
Katsuyoshi Iida

高井 那美‡  
Nami Takai

### 1. はじめに

Paul Milgram によって提唱された R-V 連続体[1][2]は、実物体と仮想物体が混ざり合う割合が連続的で、現実空間から仮想現実 (VR) までを一続きのものとして捉える考え方である。また、現実空間における機能をコンピュータにより仮想空間内で再現したものが VR であるため、ある機能の現れという点において、現実空間と VR は質的に同一のものと見なすことができる[3]。本研究では、現実空間を拡張する拡張現実 (AR) と同じように、VR をさらに拡張する「メタ仮想」を提唱し、その応用の一例として、VR 空間のキャラクタ生け捕りシステムを実現する。Unity/Vuforia をプラットフォームに用いた本システムの実装を通して、メタ仮想の実現可能性を示すことが本研究の目的である。

### 2. メタ仮想の概念

図 1 にメタ仮想を視覚的に捉えた概念図を示す。視覚的なメタ仮想とは、実空間内に配置されたディスプレイに映し出される VR 空間がディスプレイ画面外に“はみ出る” (拡張される) ように、実空間視点に対して CG 仮想物を重畳描画した状態である。すなわち、VR 空間の映像が実空間上に重畳 CG として拡張されたものをメタ仮想と考える。この際、現実空間に対する一般的な AR と同様に、重畳 CG と VR 空間がその境界面において違和感なく連続して繋がるような整合性を保持することが求められる。

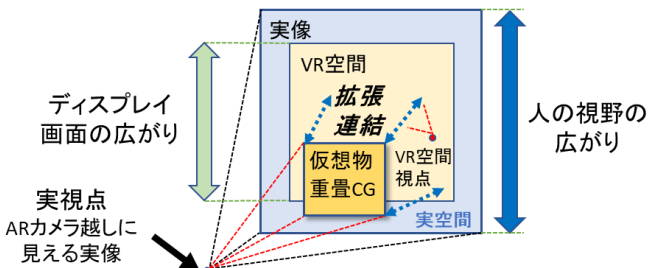


図 1 視覚的に捉えたメタ仮想の概念図

### 3. システムの概要

図 2 に本システムの概要図を示す。本システムはキャラクタを捕獲する捕獲箱 (立体マーカとして登録), VR 空間を映し出すディスプレイ, 及びこれらを撮影する AR カメラから構成さ

れる。ディスプレイと AR カメラはホスト PC に接続され、AR カメラの映像はホスト PC の画面に出力される。また、ディスプレイの位置を検出する平面マーカをディスプレイ面上に表示する。AR カメラを通してディスプレイを見ることで、ディスプレイ内に閉じた VR 空間から、ディスプレイ画面外に向かって整合性を保ちながら連続的に抜け出すキャラクタが重畳表示される。以上の構成をメタ仮想の概念図 (図 1) と対応づけると、実視点が AR カメラに当たり、VR 空間からはみ出した重畳 CG が、ディスプレイから抜け出したキャラクタに他ならない。

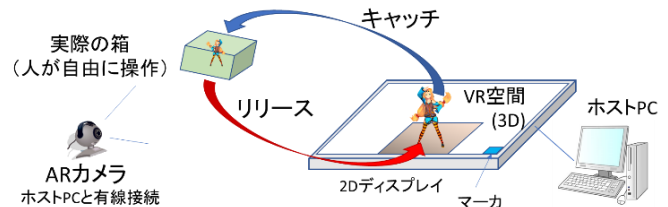


図 2 本システムの概要図

キャラクタとのインタラクションとしては、キャラクタが VR 空間内に存在している状態で捕獲箱をディスプレイに近づけることでキャラクタが VR 空間を抜け出し捕獲箱に収納されるキャッチ操作 (図 3(a)) と、キャラクタが格納されている捕獲箱をディスプレイ近くで傾けてキャラクタを VR 空間に戻すリリース操作 (図 3(b)) が可能である。

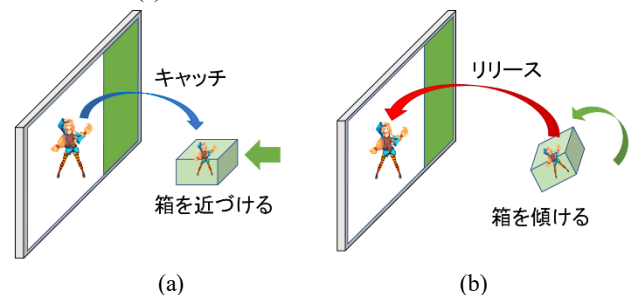


図 3 キャラクタとのインタラクションを行う操作

### 4. システムの実装

#### 4.1 VR 境界面での位置合わせの実現

VR 境界面を超えたキャラクタの連続的な移動を実現するためには、VR 空間内の物体と AR 重畳表示物体の位置合わせが必要である。その手法の概念図を図 4 に示す。はじめに、ゲームエンジン (Unity) のワールド空間上にメタ仮想として描出したい同一形状の物体を 2 つ用意し、それらをディスプレイの内側の仮想世界に表示させるものと、仮想世界の外側に重畳表示させるものに分けて考える。これら 2 物体をそれぞれ同じ場所ドク

\* 北海道大学大学院情報科学院 Graduate School of Info.Sci. Technology, Hokkaido University

† 北海道大学情報基盤センター Information Initiative Center, Hokkaido University

‡ 北海道情報大学経営情報学部 Hokkaido Information University

リッピングして描画範囲を定め (図 4(a)), ディスプレイ表面を接合面としてつなぎ合わせて同時に平行移動させることによって, ディスプレイ内の座標系とディスプレイ外の座標系を連結し, 重畳 CG と VR 空間の整合性を保持した連続的なキャラクター移動を実現する (図 4(b)).

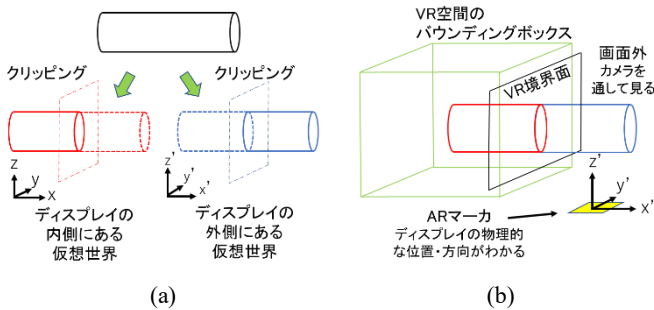


図 4 VR 境界面での位置合わせ

#### 4.2 インタラクションによるキャラクター移動の実現

キャッチ操作におけるキャラクター移動を図 5 に, リリース操作におけるキャラクター移動を図 6 にそれぞれ示す. ディスプレイ表面 (平面マーカ) と捕獲箱 (Vuforia 立体マーカ) を AR カメラで撮影することで, それらの位置・角度を取得する.

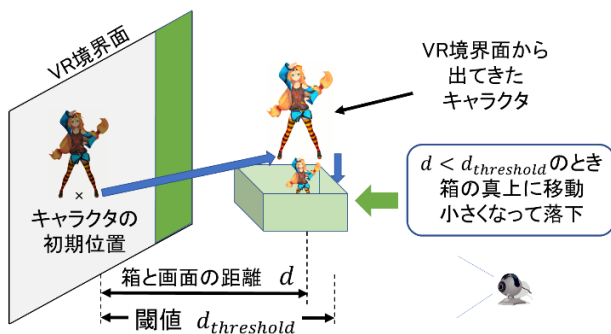


図 5 キャッチ操作におけるキャラクター移動

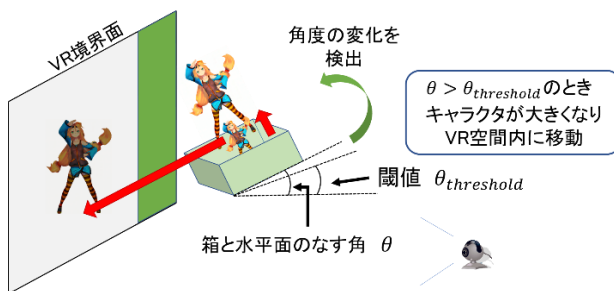


図 6 リリース操作におけるキャラクター移動

キャッチ操作の流れは以下の通りである. キャラクターが VR 空間にいる状態で捕獲箱をディスプレイに近づけ, 捕獲箱とディスプレイの距離が閾値  $d_{threshold}$  より小さくなると, キャラクターが VR 空間を抜けて捕獲箱へ移動・縮小し, 箱内部に収納される. 移動後の捕獲箱に対する重畳は通常の AR と同様である.

一方リリース操作では, キャラクターを格納している捕獲箱をディスプレイ画面の方向に傾け, 捕獲箱と水平面のなす角が閾

値  $\theta_{threshold}$  を超えると, キャラクターが捕獲箱を抜け出ししながら元のサイズに戻り, 箱を向けた方向に VR 境界面を通過して VR 空間へ戻っていく.

#### 5. 動作結果

画面外から VR 空間内に向かって移動するキャラクターの様子を図 7 に, 逆に VR 空間から画面外の捕獲箱に移動するキャラクターの様子を図 8 にそれぞれ示す. 開発者以外の第三者に協力を得て本システムの動作 (捕獲箱によるキャラクターのキャッチ & リリース操作) の簡易な主観評価実験を行った結果, キャラクターが VR 境界面を視覚的な違和感なく出入りするインタラクションを体感できるという評価が得られた. アニメーション映像 (フレームレート 100~120fps 程度) では目立たないが, フレームを個々に検証すると, キャラクターにわずかな不連続性が見られるため, VR 境界面での位置合わせの精度をさらに向上させる必要がある.

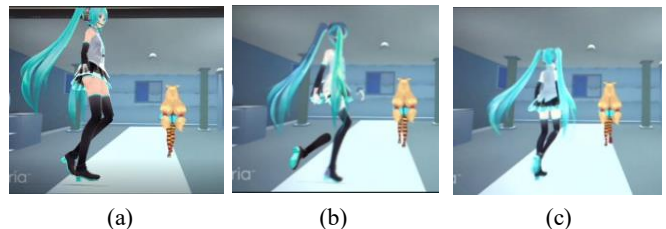


図 7 キャラクターの移動の様子 (使用モデル: 初音ミク [4])

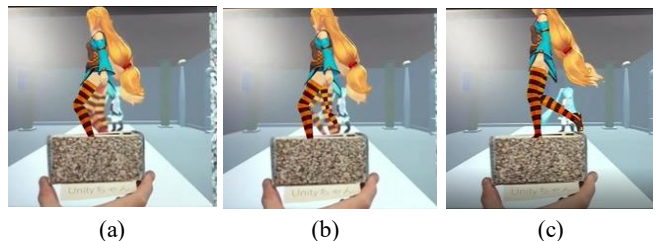


図 8 キャラクターの移動の様子 (使用モデル: Unity-Chan [5])

#### 6. まとめ

本研究では R-V 連続体を拡張した「メタ仮想」を提唱し, その応用例として VR 空間のキャラクターを生け捕りするシステムを Unity/Vuforia をプラットフォームとして実現し, メタ仮想の実現可能性を示した. 今後の課題として, VR 境界面での位置精度の向上, 捕獲箱として使用したマーカの認識精度の向上, キャラクターのモーション付けの多様化などが挙げられる.

#### 参考文献

- [1] P. Milgram, F. Kishino, "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Display", *IEICE Trans. Inf. & Sys.*, E77-D, 12, pp. 1321-1329 (1994)
- [2] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, F. Kishino, "Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum", *Proc. of SPIE 2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies*, pp.282-292 (1994)
- [3] 舘 暲, 佐藤 誠, 廣瀬 通孝 監修, バーチャルリアリティ学, 日本バーチャルリアリティ学会編, コロナ社 (2014)
- [4] Tda. Tda 式デフォ服ミク (Ver1.1) <https://bowroll.net/file/16344> (参照 2022/6/12)
- [5] Unity Technologies. Unity-Chan <https://unity-chan.com/contents/> (参照 2022/6/12) (© Unity Technologies Japan/UCL)