

# メタ仮想によるバーチャルキャラクタオンライン生け捕りシステム

小松幸輝† 高井昌彰‡ 飯田勝吉‡ 高井那美\*  
 北海道大学 北海道大学 北海道大学 北海道情報大学\*  
 大学院情報科学院† 情報基盤センター‡ 情報基盤センター‡ 経営情報学部

## 1 はじめに

複合現実空間のR-V連続体[1][2]では、現実空間の機能を仮想空間内で再現したものが仮想現実(VR)であるため、現実空間とVRは質的に等価と見なせる[3]。したがって、現実空間を拡張する拡張現実(AR)と同様にVRをさらに拡張できるものとし、その概念を「メタ仮想」と定義する。本研究ではメタ仮想の応用例としてVR空間のバーチャルキャラクタオンライン生け捕りシステムを開発し、オンライン環境でのメタ仮想の実現可能性を示す。

## 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。実空間に配置したディスプレイが映し出すVR空間がディスプレイ画面外に“はみ出る”ように、実空間視点に対してCG仮想物を重畳した状態がメタ仮想である。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[4]。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連続して接続するような整合性の保持が求められる。

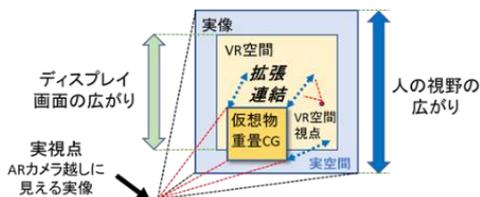


図1 メタ仮想の概念図

## 3 システム概要

図2に本システムの概要図を示す。本システムはバーチャルキャラクタを捕獲する捕獲箱、VR空間を描出する2台のディスプレイ(ホストPCとクライアントPCに各1台)、及びこれらを撮影するARカメラから構成される。ホストPCとクライアントPCはネットワークを介して接続される。ARカメラはホストPCに接続され、ARカメラの映像をホストPCの画面に出力する。また、ディスプレイ位置を検出する平面マーカを各ディスプレイ面上に設定する。

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。これを図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。

Meta-virtual system to catch and release the characters in online VR

†Graduate School of Information Science and Technology,

Hokkaido University

‡Information Initiative Center, Hokkaido University

\*Hokkaido Information University

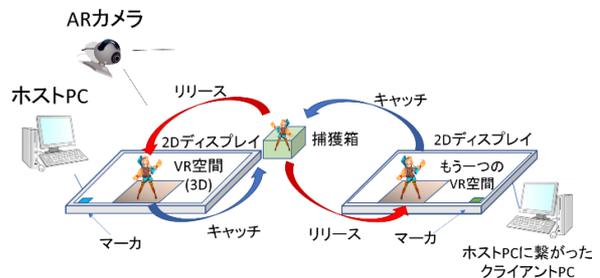


図2 バーチャルキャラクタオンライン生け捕りシステム

キャラクタとのインタラクションとして、キャラクタがVR空間内に存在する状態で捕獲箱をディスプレイに近づけるとキャラクタが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、キャラクタを格納し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))がある。

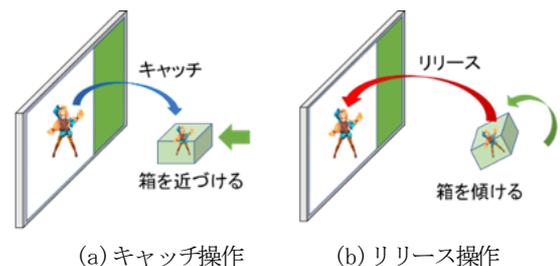


図3. バーチャルキャラクタとのインタラクション

本システムは、ゲームエンジンであるUnityをプラットフォームとし、AR開発ライブラリであるVuforiaを用いてマーカの認識を行い、ディスプレイの位置の認識とVR空間外に表示されるキャラクタを描画する[4]。PCのオンライン接続はマルチプレイヤーゲーム対応のライブラリであるPhoton Unity Networking 2 (PUN2)を用いる。

## 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(ディスプレイ画面)を超えてキャラクタをホスト間で連続的に移動させるためのAR重畳の位置合わせ手法を図4と図5に示す。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3つ用意し、それらを①ホストPCのディスプレイ内に表示させるもの、②VR空間の外に重畳表示させるもの、③クライアントPCのディスプレイ内に表示させるものに分けて考える。これら3物体をそれぞれ同じ場所でクリッピングして描画範囲を定め(図4)、ディスプレイ表面を接合面として繋ぎ合わせて平行移動させることで、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 2 つの 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5)．2台のPC間のネットワーク通信により、これら3物体の座標の同期を行う．

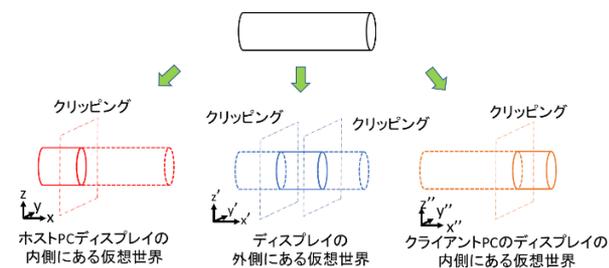


図4. 物体のクリッピングの概要

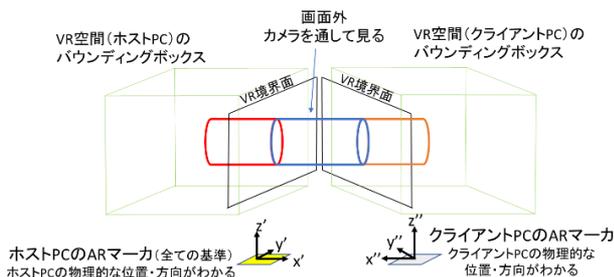


図5. VR境界面での位置合わせ

#### 4.2 インタ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6に、リリース操作におけるキャラクター移動を図7に示す．

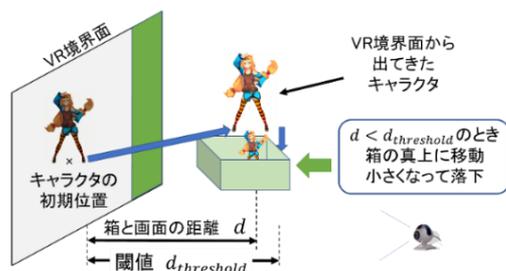


図6. キャッチ操作におけるキャラクター移動

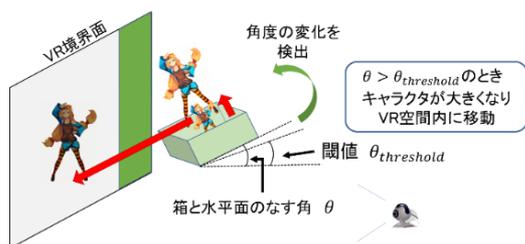


図7. リリース操作におけるキャラクター移動

ディスプレイ表面(平面マーカ)と捕獲箱(立体マーカ)をARカメラで撮影し、それらの位置・角度を取得する．キャッチ操作としてキャラクターが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．リリース操作として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 動作検証

本システムはPUN2を用いたUnityホスト間通信で、パケット送信とオブジェクトの同期を毎秒30回の頻度で行う．ホストPC(DELL G5 5500)のVR空間から画面外に移動するキャラクターを図8に、逆に画面外からクライアントPC(DELL Precision 5820)のVR空間内に向かって移動するキャラクターを図9にそれぞれ示す(使用キャラクターUnity-Chan[5])．キャラクターが2つのVR境界面を視覚的な違和感がなく出入りする様子が確認できる．アニメーション映像(ホストPC:120~140fps, クライアントPC:180~190fps)では目立たないが、個々のフレームを検証すると、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精度向上の必要がある．



図8. ホストPCディスプレイから画面外への移動

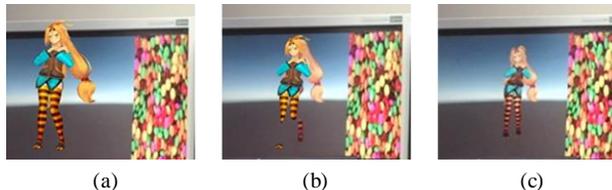


図9. 画面外からクライアントPCディスプレイへの移動

#### 6 おわりに

メタ仮想を応用したバーチャルキャラクターオンライン生け捕りシステムをUnity/Vuforia/PUN2をプラットフォームとして実装し、複数の異なるVR空間の間の往来を可能とするオンラインのメタ仮想の実現可能性を示した．画面内外での位置合わせの精度向上は今後の課題である．

#### 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, Telematics and Telepresence Technologies*, pp.282-292(1994)
- [3] 館 暉, 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] 小松幸輝, 高井昌彰, 飯田勝吉, 高井那美, "VR空間のキャラクターを生け捕りするメタ仮想システムの実現", 第21回情報科学技術フォーラムFIT2022, I-009, Vol.3, pp.273-274 (2022)
- [5] Unity Technologies. Unity-Chan (©Unity Technologies Japan/UCL) <https://unity-chan.com/contents/>(参照 2023/1/6)