

視点位置情報の共有による アバターベース AR コミュニケーションシステム

宮津研士郎^{†1} 高井昌彰^{†2}

概要：近年、仮想的なアバタを仲介とした新たなコミュニケーションスタイルが注目されている。アバタを仲介することによって、ユーザの望む理想的な仮想空間でのコミュニケーションが図れることや、人と直接対することなく自分の意思や伝えたい内容を表現できることなど、大きなメリットが得られることがわかってる。一方、従来のアバタベースの遠隔コミュニケーションシステムでは、3人以上同時のコミュニケーション場に応じたアバタの振る舞いを、空間全体の整合性を保持したまま個別に制御することは困難であった。そこで本研究では、AR ターゲット周辺の特徴点情報と、コミュニケーション場に参加する各端末の姿勢・位置情報を端末間通信で共有し、ユーザが参加するコミュニケーション場の識別を行い、これを各端末から見えるアバタの振る舞いに反映させる AR コミュニケーションシステムを開発した。

1. はじめに

Video Chat や Video Phone 等、相手先の映像と共にテキストや音声を伝達できるコミュニケーションシステムが普及する中、仮想的なアバタを仲介とした新たなコミュニケーションスタイルが注目されている。アバタを仲介することによって、物理的な場所や時間を気にすることなくユーザの望む理想的な仮想空間でのコミュニケーションが図れることや、人と直接対することの苦手なユーザでも、自然に自分の意思や伝えたい内容を表現できることなど、大きなメリットが得られることがわかっている。

一方、これまでのアバタベースの遠隔コミュニケーションシステムは 1 対 1 の通信を基本としているため、仮想と現実が混在する 3 人以上のグループのコミュニケーション場において、その場に参加する物理的な人の位置や姿勢情報を個々に認識し、それに応じたアバタの動作（アバタの視線や指示方向など）を、グループ全体の空間的整合性を保持したまま、個別に可視化することは困難であった。

そこで本研究では、グループのコミュニケーション場に参加する物理的な人々（各ユーザ端末）が AR ターゲットを認識した際に得られる端末の視点位置情報とターゲット周辺の特徴点情報を端末間のネットワーク連携で共有し、これらを各端末から見えるアバタの振る舞いにおける空間的整合性を保った視線・指示方向の可視化に反映させる AR コミュニケーションシステムを開発した。

2. 関連研究

参考文献[1]では、コミュニケーションにおける非言語情報の伝達が遠隔コミュニケーション環境では不十分であることを問題として挙げ、アクチュエータを接続したスクリーンの姿勢を、会話者の頭部運動と同期して制御することで、従来の遠隔コミュニケーション環境で損なわれていた非言語情報を再現している。人とアバタ、人と人のコミュ

ニケーションの間に多少の差異はあるが、コミュニケーションにおいてどのような非言語情報が重要とされるのか、従来の遠隔コミュニケーション環境ではどのような非言語情報が損なわれてしまうのかといった遠隔コミュニケーションシステムにおける根本的な問題を考える上で本研究の参考となるものである。

参考文献[2]では、センサベース AR を利用してアバタを介したコミュニケーションシステムを作成し、アバタとユーザの会話に適した位置関係に関する考察がなされている。アバタとユーザを含むグループコミュニケーション場において、互いの位置関係が引き起こす課題に対し、視線・指示方向を可視化することがどのような影響を与えるのかを考える上で本研究の参考となるものである。

また、参考文献[3]では、アバタを用いた遠隔コミュニケーションシステムにおいて、アバタの操作者とアバタ間の目線のズレのために、操作者が意図する自然な発話をアバタに反映することができないという問題点について考察されている。

3. AR コミュニケーションシステムの構成

3.1 システムの概要

アバタベースの AR コミュニケーション場を想定した際の、情報を発信する側（アバタのオーナー）と情報を受信する側（アバタを見る人々のグループ）におけるシステム動作概念図[4,5]を、図 1 と図 2 にそれぞれ示す。

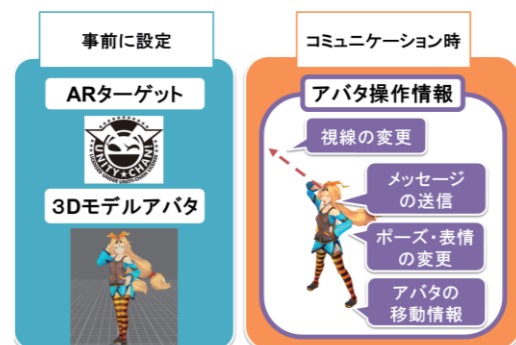


図 1 アバタのオーナーによるアバタ操作

^{†1} 北海道大学大学院情報科学研究科,
Graduate school of Info. Sci. Technology, Hokkaido University
^{†2} 北海道大学情報基盤センター,
Information Initiative Center, Hokkaido University

アバタのオーナーは使用する AR ターゲット及びターゲットから出現する 3D モデルのアバタを事前に設定する。ターゲットを認識している端末が存在している場合、発言したい内容をアバタのポーズや表情と発言の方向（その場の誰に向かって発話するのか）を指定して発信する。また、ターゲットの置かれた位置に固く縛られずに発言の方向をより自由に表現するため、アバタの移動情報（歩行動作などの制御情報）を発信することもできる。

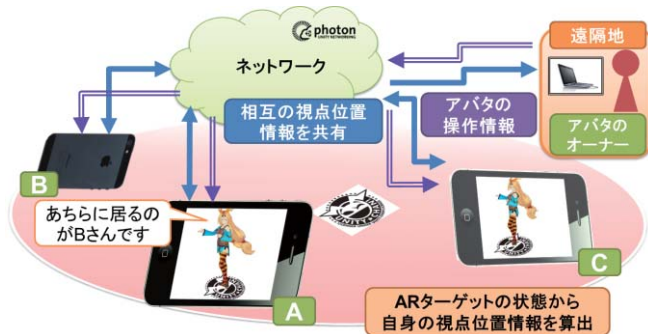


図 2 アバタを介した AR コミュニケーションシステム

情報の受信側では AR ターゲットをカメラで認識し、端末の視点位置情報を算出することで、ターゲットを中心とした自身の位置を把握する。次に、Photon[6]を利用して複数の端末間でクラウド上のサーバを介して個々の位置情報と端末 ID を共有する。それぞれの端末はメッセージ内で発言方向として指定された ID の位置情報を利用し、アバタのモーションを対象の端末に向けたものとして動的に生成する。これによりアバタがメッセージの内容を読み上げながら、あたかもグループに参加している周囲のすべての端末の物理的所在を視認したかのような振る舞いを実現することができる。

3.2 視点位置情報の取得

ターゲットの位置と向きを基準にして、ターゲットを視認しているカメラの位置と方向を計算する。ターゲット位置の確認や 3D モデルの姿勢位置の同期の機能は AR ライブラリ Vuforia[7]を利用し、自然特徴点マッチングによるマーカレス型ビジョンベース AR のフレームワークで実現している。自然特徴点マッチングとは、カメラ画像から検出される特徴点と予めデータベースに格納してある各ターゲットの特徴点を照合することでターゲットの特定とカメラの位置姿勢の推定を行い、カメラ画像内のターゲット位置と CG の座標位置を一致させる手法である。

3.3 特徴点情報の共有による場の誤認識の防止

端末がターゲットを認識した際、自身の視点位置情報をサーバへ送信すると共に、ターゲット周辺の特徴点情報も送信する。これにより、同じ絵柄の複数のターゲットが異なる場所でそれぞれ認識された際に、各ターゲット周辺のコミュニケーション場ごとに特徴点情報を場の識別子として設定できるため、異なるコミュニケーション場にある端

末の視点位置情報を受信してしまうなどの空間的不整合性の発生を防ぐことができる。

また、ターゲットと端末 A の間に別の端末 B が存在する場合、端末 B のディスプレイに映り込んだターゲットの像を端末 A が認識してしまい、同一コミュニケーション場にありながらも端末 A と B が異なった視点位置情報を取得してしまうといった映り込みの問題があるが、ターゲット周辺の特徴点を考慮することで、端末のディスプレイの縁の特徴点が本来のターゲット周辺の特徴点と異なることを利用した誤認識防止が可能である。



図 3 周辺を含む AR ターゲットの特徴点情報

4. 検証実験

本システムは Unity ver.5.2.3 [8]で開発を行い、開発言語に C#, AR ライブラリ Vuforia とネットワークライブラリ Photon を用いた。アバタのサンプルに Unity-Chan [9], AR ターゲットとして Unity-Chan ライセンスロゴを用いた。クライアント端末には iPhone5S(iOS ver.7.1.2), オーナー側アバタ操作端末には MacBookAir (OSX ver 10.9.5)を使用した。

4.1 動作確認

AR ターゲットを最初に認識した際に、グループの新参加者に向けてデフォルトポーズをとるアバタの AR 表示を図 4 に示す。次に、コミュニケーション場にアバタ操作者以外の 2 人目の新規参加があった場合に、その新規端末がターゲットを認識した時のアバタを別の既参加者の端末から見た様子を図 5 に示す。また、新規端末の位置移動に伴いアバタが表情とポーズを変え、新規端末に向けてメッセージを発話する様子を図 6 に、その際のアバタのオーナー側の操作 GUI の様子を図 7 にそれぞれ示す。両参加者の端末を区別し、空間的整合性を保ってアバタのオーナーが意図した視線方向を可視化できていることがわかる。



図 4 新参加者に向けたポーズをとるアバタの AR 表示



図5 各参加者の端末にそれぞれ視線を送るアバタ

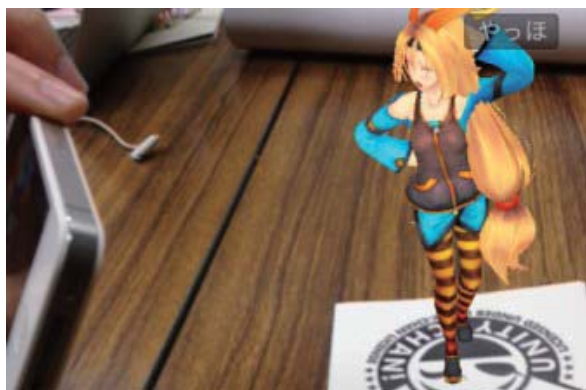


図6 ポーズをとりながら端末に向けて発話するアバタ



図7 オーナーのアバタ操作 GUI

4.2 実験の目的

従前のアバタベース遠隔コミュニケーションシステムと比較すると、アバタのオーナーが視線方向の変更、発話などのアバタ操作を行うことで、人物位置関係のジェスチャーによる間接的な伝達や、その他非言語情報の伝達が可能であることに本システムの特徴がある。実験1, 2ではこれらを検証するために、あるシチュエーションに沿って被験者にシステムを利用してもらい、得られた結果や、本システムから受けた印象について問う評価実験を行う。

また実験3では本システムを利用して人狼ゲーム[10]を行う。人狼ゲームには、ゲームの進行を司るゲームマスター(GM)が、ゲーム進行に必要な全ての情報を把握するという性質がある。そのため、GMの表情やしぐさなどの非

言語情報から、ゲームの勝敗を左右する重要な情報が漏洩する可能性があり、ゲーム性を著しく損なうことがある。そこで、人狼ゲームに本システムを適用し、GMをアバタ化することで、GMの意図しない非言語情報の漏洩を防止することを考える。この有効性を検証するため、通常の人狼ゲームと、本システムを用いた人狼ゲームの比較実験を行う。

4.3 実験方法

図8に実験1と実験2の実施環境を示す。アバタのオーナー役1人、情報の受信者役3人の計4人を1つのグループとして、複数のグループに対して検証を行う。この際、アバタのオーナー役は、情報の受信者役とは違う部屋に移動して遠隔からアバタの操作を行う。

また図9に実験3の実施環境を示す。人狼ゲームのプレイヤー役6人を1つのグループとして、複数グループに対して検証を行う。アバタのオーナー兼人狼ゲームのGMは筆者が別室にて行う。

図8及び図9におけるUnity-Chan ライセンスロゴはARターゲット、○は本システムをインストールしたiPhone端末を持つ被験者、△は卓上カレンダーやティッシュボックス等の卓上物を表している。

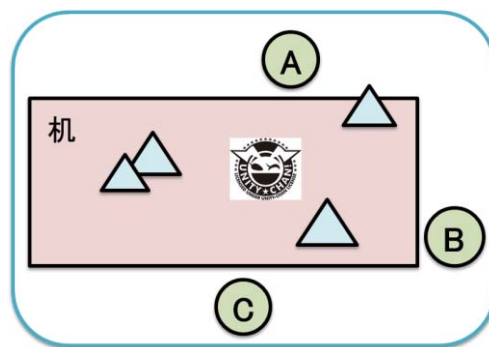


図8 実験1及び実験2の実施環境

対象	行動
A, B, C	架空のプロフィールをそれぞれ作成
オーナー	プロフィールの回収
A, B, C	システムの起動, システムの動作確認
オーナー	アバタ操作 GUI を用いて A,B,C それぞれのプロフィールを紹介
A, B, C	自分以外の二人のプロフィールを予想し, 回答用紙に記入

表1 実験1の手順

4.3.1 実験1 アバタを司会とする初対面の人物紹介

情報の受信者(A, B, C)には、被験者同士が初対面でお互いの情報を持ち合わせていないという状況を作るために、架空のプロフィールを作成し、このプロフィールをアバタのオーナーが回収する。次に A,B,C が本システムを起動し、

端末のカメラでターゲットを認識した後に、アバタが表示されることを確認する。次に、オーナーは回収したプロフィールの情報とアバタの操作 GUI を用いて、プロフィールを作成した本人以外に向けて人物の紹介を行う。最後に、A,B,C は人物紹介を受けて、自分以外の二人がどのようなプロフィールを作成したかを予想する。その予想と、実験を通しての感想をアンケート用紙に記入する。

対象	行動
オーナー	“周囲に〇〇(卓上物)はありますか？”とアバタに発言させる
A, B, C	机の上の状況を見て、質問に答える
オーナー	“無い”旨が返信された場合、考えられる卓上物の種類を変えて最初に戻る
オーナー	“有る”旨が返信された場合、“どの位置にあるのか、アバタを誘導して下さい”と発言する
A, B, C	人物同士や、人とアバタの位置関係を考慮し、アバタへメッセージを送信して、指定された卓上物へアバタを誘導する

表2 実験2の手順

4.3.2 実験2 コミュニケーションによる位置情報の伝達

はじめにアバタのオーナーはアバタ操作 GUI を用いて、“周囲に〇〇(オーナーが思いつく卓上物)はありますか？”と発言させる。これを受信した A, B, C はその対象物が卓上にあるかどうかを確認し、アバタに伝える。対象物無しの返信がされた場合、最初の手順に戻る。有りの返信がされた場合には、アバタをその対象物の付近まで誘導して欲しいという内容をアバタに発言させる。A, B, C は自分やその他の二人の位置情報を考慮し、アバタへのメッセージの送信を行って、アバタを誘導する。誘導が上手く行えず、時間が十分に立ったと見なされた場合、もしくはアバタを対象の卓上物まで誘導できた場合、この実験を終了とし、実験を通しての感想をアンケート用紙に記入する。

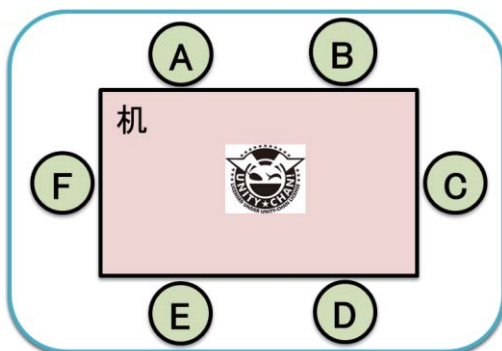


図9 実験3の実施環境

4.3.3 実験3 アバタを GM とする人狼ゲーム

被験者全員に人狼ゲームのルールを把握してもらうため、はじめに本システムを用いずに人狼ゲームを行う。次に本システムを用いて人狼ゲームを行い、本システムを用いる前と後で、ゲームの進行や印象がどう変わったかについてアンケート用紙に記入する。

4.4 実験結果と考察

4.4.1 実験1

実験1の結果、全ての被験者が誤り無くプロフィールの作成者を的中させることができた。これは、本システムがコミュニケーション場の空間的な整合性を損なわずに、人物紹介を行うアバタの視線や指示・ジェスチャーの方向を可視化・共有しているために他ならない。

分類	内容
視線・指示	1) 自分の目線とアバタの目線が合わない時がある 2) 誰を指差しているのか、誰に喋っているのかが分かりやすかった 3) アバタの向く方向によっては、視線も指示も見えないことがある
オーナーから	4) 二人に向けて同時に目線は送れないので、どちらに目線に向けて人物紹介をするのか、どのタイミングで目線をずらせば良いのか、わからなかった
コミュニケーション	5) アバタがこちらに背を向いている時に人物紹介をされると疎外感があり、寂しく感じた

表3 実験1の感想・意見

実験1を通しての感想・意見を表3にまとめる。回答1)で指摘された点は、実際にはスマートフォン端末のカメラ位置が視点位置となるために生じる問題である。この問題は、スマートフォンのフロントカメラからも同時にカメラ画像を取得し、そこから端末操作者の瞳位置を認識して視点位置を補正することで解決出来ると考えられる。

また表3の回答3), 4), 5) は現実空間における人同士のグループコミュニケーションにおいても生じ得る問題であり、解決手法の提案は容易ではないと考えられる。特に5)は、拡張現実のアバタがコミュニケーション場において重要な情報の発信者として好意的に認知されているからこそ得られた感覚であると言える。

4.4.2 実験2

実験2では、どのグループも序盤には伝えるべき情報がうまく共有されず、アバタが右往左往する様子が見られたが、次第に”そのまま前進”等、オーナーが簡単に理解し実

行できるような指示が送られるようになり、最終的には全グループが3分以内に目的の卓上物までアバタを誘導することができた。このことから、人とアバタの相対的な位置関係を把握・共有できていれば、人とアバタのコミュニケーションを図ることによって、端末の視点位置情報以外のコミュニケーション場周辺の対象物にもアバタが容易にアクセス出来ることが分かる。

分類	内容
コミュニケーション	1) 文字の入力に多少時間がかかるため、その間にアバタが動いていると伝えたい内容が変わってしまう 2) アバタの体と視線の向きが違っていると、指示が困難に感じられた
オーナーから	3) 色々な指示が同時に来た際、どの端末からの指示を優先していいかが分からなかった
その他	4) ターゲットをカメラの視界内に収めなければならないので、自身が移動しなければアバタの移動結果が追えないのが残念だった 5) 指示通りに動いていたので、位置関係をしっかり把握して動いているのだということがわかった

表4 実験2の感想・意見

実験2を通しての感想・意見を表4にまとめる。回答1)はアバタベースのコミュニケーションシステム全般において起こる問題である。アバタベースのコミュニケーションシステムでは、文字をタイピングして入力するという手間を代償として、表層に出したくない感情や思考をあらわにすることなく、提示したい情報だけを伝えることができる。その特性を損なわずに回答1)で指摘された問題点を解決する方法としては、定型文のマクロ化や、音声認識を取り入れることが考えられる。

表4の回答4)は、本システムがターゲット(本実験ではUnity-Chan ライセンスロゴマーク)をカメラ画像内で常に認識している状態でないとアバタを正しく描画できないという問題点を指摘している。この制約によって、ターゲットの周辺領域しかカメラ画像内に収めることが出来ず、本システムを活用できるコミュニケーション場の視界を狭めていると言える。しかし、空間的整合性を保証する為にはビジョンベースARによる高精度な3Dモデルの位置あわせが必要不可欠であるので、ビジョンベースARの他に、センサベースARのような環境にあまり依存しないターゲット認識手法の併用が求められる。これについては今後の大きな課題である。

4.4.3 実験3

実験3を通しての感想・意見を表5にまとめる。

表5の回答1)のように、アバタがGMの役割を果たして人狼ゲームを進行していたという意見が大半を占めた。そのようにスムーズに人狼ゲームが進行した影響か、回答2)や6)のように、更なる表現や演出、ビジュアルエフェクトを求める意見も多く見られた。しかし、回答7)の意見のように、本来人狼ゲームの利点であるゲーム参加者同士のコミュニケーションの機会を減らしてしまうということが問題点として指摘された。

また、アバタベースのコミュニケーションの特性がGMからの情報漏洩を減少させる効果については、今回の実験の被験者からは感知し辛い性質であったと考えられ、さらに被験者のグループ数を増やして比較検証を行う必要がある。

分類	内容
ゲームの進行	1) 伝えたい情報は分かりやすく、GMとしての役割は果たせている。 2) 通常のゲームよりもGMがすぐ近くに、常にいることに楽しさを感じた
望む機能	3) 勝利 or 敗北したチームがわかりやすいような演出が欲しい。 4) 場に参加しているユーザの名前を常に表示して欲しい
修正が必要な機能	5) メッセージの入力や、送信が手間なので操作性を重視したUIが欲しい
その他	6) 現状時間経過と対戦結果を表示するだけで、アバタの活躍の機会が少ないと思う 7) スマートフォンを見る頻度が高くなってしまい、ゲームの参加相手の顔をあまり見なくなってしまう

表5 実験3の感想・意見

5. まとめ

グループコミュニケーション場における、空間的整合性を保った視線・指示方向の可視化を実現する視点位置情報の共有によるアバタベースのARコミュニケーションシステムについて述べた。アバタのモーションの自由度と、コミュニケーションシステムとしてのユーティリティの更なる向上は今後の課題である。

参考文献

- [1] 大塚和弘, 熊野史郎, 三上弾, 松田昌史, 大和淳司:
”MM-Space: 動的投影を用いた頭部運動の物理的補強運動表現
に基づく会話場再構成”, インタラクション 2012, pp.33-40
(2012)
- [2] 荒牧怜奈, 村上真: "AR WoZ システムを用いた対話に適したユ
ーザと AR キャラクタの位置関係の分析", 信学技報, Vol.112,
No.412, pp.31-36 (2013)
- [3] 石井健太郎, 谷口祐司, 他: "投影型遠隔コミュニケーションに
おけるユーザとアバタの視点の一致", 情処論, Vol.54, No.4,
pp.1413-1421 (2013)
- [4] 宮津研士郎, 高井昌彰: "姿勢と位置情報の共有によるアバタ
ベース AR コミュニケーションシステムの開発", 情報処理学会
第 77 回全国大会, Vol.4, pp.253-254 (2015)
- [5] 宮津研士郎, 高井昌彰: "コミュニケーション場周辺情報の共
有によるアバタベース AR コミュニケーションシステム", 第 14
回情報科学技術フォーラム FIT2015, Vol.3, pp.359-360 (2015)
- [6] Photon <https://www-jp.exitgames.com/ja/Realtime>
- [7] Vuforia <http://developer.vuforia.com>
- [8] Unity3d <http://unity3d.com/>
- [9] UNITY-CHAN! <http://unity-chan.com/>
このコンテンツは、『ユニティちゃんライセンス』で提供され
ています。 <http://unity-chan.com/download/license.html>
- [10] 人狼ゲーム
<https://ja.wikipedia.org/wiki/汝は人狼なりや%3F>