#### 平成27年度

#### 筑波大学情報学群情報科学類

#### 卒業研究論文

題目 仮想アバタを利用した外出する感覚を 共有するためのインタラクション手法

主専攻 知能情報メディア主専攻

著者 高木 友稀 指導教員 高橋伸 志築文太郎 田中二郎

#### 要旨

屋外にいる人(移動者)と屋内にいる人(観察者)とのインタラクションについての研究を行ってきた。これまでの研究では移動者が観察者と共に行動している感覚を得ることがあまりできない結果となっていた。移動者に対し AR による人型アバタを提示することにより観察者が身近にいる感覚を得ることができると推測した。

本研究の目的は、仮想アバタと移動者が自然にコミュニケーションを取るためにはどのようなインタラクション手法が適切かを検討することである。アバタの顔、手腕を観察者の動きと同期することにより指差しや手振りのジェスチャを行うことができる。本研究の目的を達成するために、プロトタイプの作成を行った。

# 目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	目的とアプローチ	1
1.3	構成	1
第2章	関連研究	2
2.1	アバタを用いたコミュニケーション	2
	2.1.1 VR 空間でアバタを用いた研究	2
	2.1.2 ロボットによるアバタを用いた研究	2
2.2	感覚共有	3
第3章	移動者とアバタとのインタラクション手法	4
3.1	概要	4
3.2	移動者とアバタとのインタラクション	4
3.3	観察者のアバタの操作	7
3.4	アバタの表示	7
3.5	利用イメージ	8
第4章	プロトタイプ実装	12
4.1	概要	12
4.2	ハードウェア構成	13
	4.2.1 移動者側	13
	4.2.2 観察者側	13
4.3		18
	4.3.1 開発環境	18
	4.3.2 移動者側	18
		18
4.4		20
		 20
		- o 20
4.5		20
		20 20

	4.5.2 4.5.3																	
第5章	結論																	25
	謝辞																	26
	参考文	献																27

# 図目次

3.1	移動者利用イメージ	5
3.2	観察者利用イメージ	6
3.3	利用例 1	9
3.4	利用例 2	10
3.5	利用例 3	11
4.1	プロトタイプ概要図	12
4.2	移動者が使用するハードウェア1	14
4.3	移動者が使用するハードウェア 2	14
4.4	THETA を移動者の肩に取り付けるための機材	15
4.5	移動者がすべての装備を取り付けた様子	15
4.6	観察者が使用するハードウェア1	16
4.7	観察者がすべての機材を取り付けた様子	17
4.8	移動者がアバタを見るイメージ図	19
4.9	移動者から送信される映像を観察者が見るイメージ図	20
4.10	移動者がアバタを見ている様子	21
4.11	移動者から送信される映像を観察者が見るイメージ図	22
4.12	実験条件	23

# 表目次

4.1	移動者が使用するハードウェア一覧	13
4.2	観察者が使用するハードウェア一覧	13

## 第1章 序論

#### 1.1 背景

遠隔地の人とインタラクションをすることに関して研究がある. 特に, 屋内の人と屋外にいる人が共に行動する感覚を得る事ができる研究がある [1][2][3][4]. これらの研究では, 屋外を移動する人 (移動者) がスマートグラスとカメラを装着し移動する. 屋内から見る人 (観察者) は HMD(Head-Mounted Display) を装着し, 移動者が装着したカメラから得られた映像を見る. 映像を見ることにより, 観察者は移動者と共に行動している感覚 (共同外出感) を得ることができた. また, 観察者はリモコン型のコントローラを持ち, それを振ることによりジェスチャを移動者へと伝えることや, いま互いが注目している点 (視点) を伝え合うことによ移動者と観察者がインタラクションを行っていた.

しかし、以前の研究では移動者が観察者の顔や体を見ることができず、共同外出感を得ることができない結果となっていた [3]. これらの原因として、移動者が近くに観察者の存在を感じることができないためであると考えられる.

#### 1.2 目的とアプローチ

移動者が近くに観察者の存在を感じることができない原因として、移動者が自身の近くに観察者の存在を感じることが出来ないためであると考察した。この問題を解決するために、以前のシステムに仮想アバタを追加する。現実世界と AR(Augmented Reality) によるアバタを見ることにより、移動者が観察者の存在を感じることができるようにする.

本研究の目的は、仮想アバタと移動者が自然にコミュニケーションを取るためにはどのようなインタラクション手法が適切かを検討することである。本研究の目的を達成するために、本研究ではアバタを使用したプロトタイプシステムを作成する.

#### 1.3 構成

本論文の構成は以下の通りである。本章では、屋内にいる人と屋外にいる人が共に行動する以前の研究の問題点を挙げ、それを解決する手法の提案と本研究の目的とアプローチを述べた。 続いて第2章では関連研究について述べる。第3章では本研究でのインタラクション手法についての説明を行い、第4章ではプロトタイプシステムの実装について述べる。最後に第5章では結論と今後の課題について述べる。

## 第2章 関連研究

#### 2.1 アバタを用いたコミュニケーション

#### 2.1.1 VR 空間でアバタを用いた研究

根岸らのヴァーチャルキャラクタとの添い寝システム [5] は, HMD 用いてアバタと視線を合わせることにより共に寝たり, 視線をそらすことにより声をかけてもらうといったコミュニケーションを行うことができるシステムである. 本研究では, キャラクタエージェントではなく実際の人間の代わりとしてアバタを用いる.

Altspace VR というサービス [6] がある. このサービスは, ユーザは HMD を装着し, VR 空間でアバタを用いて他アバタとチャットやジェスチャによってコミュニーケーションをとることができ, You Tube 等の動画サービス, Twitter 等の SNS などを複数人のアバタと共に閲覧することができるものである.

NTT DOCOMO が提供するしゃべってコンシェル [7] では, スマートフォン画面にキャラクタを表示し, それに話しかけることにより電話発信などのスマートフォン操作を行うことができる.

#### 2.1.2 ロボットによるアバタを用いた研究

Sigurdur らの Mebot[8] は, 顔と腕が動くロボットであり, 顔の部分にはスマートフォンが設置される. スマートフォンのディスプレイには遠隔地の人の顔が表示される. 遠隔地の人はジョイスティックを操作することによりロボットの腕を動かす事ができ, ロボットの顔は遠隔地の人の顔の向きと同期する.

柏原らの肩乗りロボット TEROOS[9][10] は、肩にカメラを装着し、カメラからの映像を遠隔地の人が観察することができる。カメラは遠隔地の人が操作することができ、左右上下を見回すことができる。

高澤らの FaST[11] は、肩に小型カメラと小型ディスプレイをのせ、遠隔地にいる人の顔を表示するシステムである。 サーボモータによりディスプレイを動かすことによって、見る方向を変更することができ、肩にのせる人にどこを見ているかなどを伝えることができる。 本研究とは、アバタを AR で表示することにおいて相違がある.

#### 2.2 感覚共有

笠原らの JackIn[12] は、使用者 (Body) にあたかも遠隔地の使用者 (Ghost) が乗り移るようなシステムである。また、Ghost はそこから幽体離脱したかのように周囲を見渡すことができる。 see-through HMD に表示される AR インタフェースを見ることにより Body は Ghost がどこを見ているかを知ることができる.

平田らによる t-Room[13][14] は複数の大型ディスプレイとカメラを使用者を囲むように設置しカメラで囲まれた空間の様子を撮影する. それぞれの使用者は同じ環境を用意し, ディスプレイ上に遠隔地の使用者を映すことにより同室感を得ることができる. この研究の応用例として, 遠隔合奏支援システム [14] 提案した. 演奏者が別の時間, 別の場所でそれぞれ t-room内で演奏し録画し, 録画された演奏を同時に表示することにより仮想的な合奏を行うことができる.

KDDI は SYNC DINNER[15] を行った。 SYNC DINNER はディスプレイ越しに遠隔地の人と食事を行うことができるサービスである。 互いがディスプレイにグラスを近づけるとグラス同士をぶつけた音が発生し、ディスプレイに息を吹きかけると相手側で息を吹きかけた風が発生しるうそくを消すなどのインタラクションが可能である。

## 第3章 移動者とアバタとのインタラクション 手法

#### 3.1 概要

本章では、移動者と観察者がアバタを通してコミュニーケーションを行うインタラクション手法について説明する。移動者は Google Glass<sup>1</sup> などの小型のスマートグラス (HMD) を装着し、観察者は HMD を装着することを前提とする。以前のシステムでは、移動者は全方位を撮影できるカメラを装着し、カメラで取得した映像を観察者へとリアルタイムで送信する。送信された映像を観察者が HMD で見ること際、全方位を見ることができるため外出している感覚を得ることができる。また、カメラには移動者も写るため、移動者と共に行動している感覚を得る。移動者は、観察者が見ている方向を知ることができ、観察者のジェスチャ情報をテキストで知ることができた。本研究では、これらのシステムに AR でのアバタを追加する。

図 3.1 は移動者が見る映像のイメージである. 移動者は現実の映像と観察者の代わりであるアバタを見ることができ、コミュニケーションを取ることができる. 図 3.2 は観察者が見る映像のイメージである. 観察者は移動者とアバタを通してコミュニケーションを行う.

#### 3.2 移動者とアバタとのインタラクション

移動者は観察者の代わりとなるアバタとどのようなコミュニーケーションを行うかを説明する. アバタは以下の動作を行うことが出来る.

- 顔の向いている方向を変更する アバタの顔の向きを観察者の顔の向きと同期させることにより、移動者は観察者がどこ を見ているかを知り、何に興味があるのかを知ることができ、コミュニーケーションを行 うことができる。
- 手と指,腕を動かし指差しと手振りジェスチャを行う
  アバタの手と指,腕を動かし指差しを行うことにより,興味がある位置を指し示すことができる。また,手振りジェスチャを行うことにより観察者は感情を表現することができる。

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>https://www.google.com/glass/start/



図 3.1: 移動者利用イメージ. HMD を装着した移動者がアバタと共に行動している様子. 移動者は実世界映像とアバタが重畳して見ている.

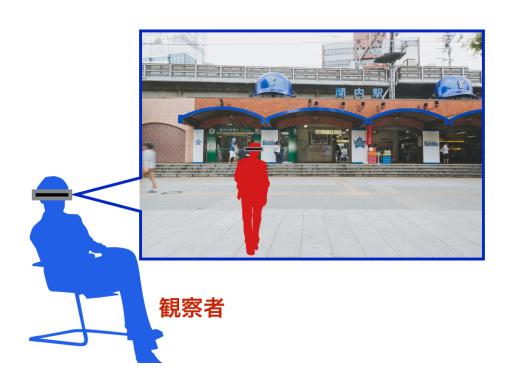


図 3.2: 観察者利用イメージ. HMD を装着した観察者が移動者から送られてくる映像を見ている様子. 観察者は横を向くと移動者を見ることができる.

#### **3.3** 観察者のアバタの操作

観察者がアバタを操作する方法を説明する. 観察者はアバタを自然な動きで操作することができる.

#### ● 顔を見たい方向へ動かす

顔を見たい方向へ向けることにより、アバタが同じ方向へと顔を向けることができる. これにより観察者は興味のある方向を移動者へと伝えることができる.

● 手と指, 腕を動かし指差しと手振りジェスチャを行う アバタの手と指, 腕を動かし指差しを行うことにより, 興味がある位置を指し示すこと ができる. また, 手振りジェスチャを行うことにより観察者は感情を表現することがで きる.

#### 3.4 アバタの表示

アバタを移動者に提示する際、以下のことを考慮する必要がある.

#### アバタの表示位置

移動者がアバタを見る際、アバタが視界のどの位置に表示するかという点について考慮する必要がある。アバタの表示位置を前方、左右方向へ変更することにより、移動者の視界に入るアバタの向きの変化や、移動者がある程度首を向けないとアバタが見えないことが発生する。このことにより、移動者は観察者と共に行動している感覚は変化すると考えられる。

前方にアバタを表示するメリットは、移動者がアバタを常に視界に入れることができ、その時々で観察者が何に興味を持っているのかを知ることができる.

左右にアバタを表示するメリットは、移動者の隣を観察者が並んで歩く感覚を得ることができる.

#### アバタの表示する大きさ

移動者の視界に表示されるアバタの大きさはどの程度の大きさなのかという点について 考慮する必要がある. アバタの表示する大きさを大小変更することにより, 移動者は視 界にアバタの体の見える範囲が変化するため, 移動者が観察者と共に行動している感覚 は変化すると考えられる.

アバタの大きさを片手に乗ると感じる大きさに小さくした場合, 移動者はアバタの全身を見ることができ, 観察者が何を見て何に興味を持っているのかを知ることができる.

アバタの大きさを実際の人間程度と感じる大きさに大きくした場合,移動者は実際に人間が隣を歩いていると感じることができる.

#### 3.5 利用イメージ

男女が街中で買物をする場面を例として利用イメージを説明する. 男性の移動者は街へ買い物来ており, 女性の観察者はその様子を室内から見ている. 移動者は観察者とアバタを通してコミュニケーションを行う.

- 1. 観察者がある店舗をじっと見ている(図 3.3).
- 2. 移動者「見ていく?」
- 3. 観察者「大丈夫, いいよ」と首と腕を振って否定する(図 3.4).
- 4. 移動者「見ていこう」
- 5. 店内へ入り様々な商品を見る.
- 6. 観察者がある商品を指さし、観「あの商品かわいい!」(図 3.5)
- 7. 移動者「じゃあ,買っておくね」
- 8. 買い物を終え、移動者は帰宅する.

上記1において、アバタは店舗がある方向へ顔を向け、移動者へと興味があるものを自然に表現する. 上記3において、観察者が首と手を振るアクションを取るとアバタも同様の動きをして、感情を表現することが出来る. 上記6において、アバタが指差しを行い、移動者へとどの商品がかわいいのかを示すことができる.



図 3.3: 観察者が室内から屋外の様子を見ている様子. 観察者は移動者に取り付けられたカメラを通して 360 度周囲を見渡すことができる. 移動者はアバタを見ることで共に行動している感覚を得る.



図 3.4: アバタが首振りと手振りをし移動者とコミュニケーションを取る様子. 移動者はアバタの動作を見て観察者が伝えたいことを知ることができる.



図 3.5: アバタが指差しをして移動者に欲しいものを示す. 観察者は指差しをして何に興味があるかを示している. 移動者はアバタが指差した場所見て観察者が何に興味があるかを知ることができる.

## 第4章 プロトタイプ実装

#### 4.1 概要

どのようなインタラクション手法がもっとも移動者が観察者を身近に感じることができるかを検証するために、プロトタイプシステムの作成を行った。プロトタイプシステムの概要図を以下に示す (図 4.1). また、音声会話には Skype<sup>1</sup> を利用した.

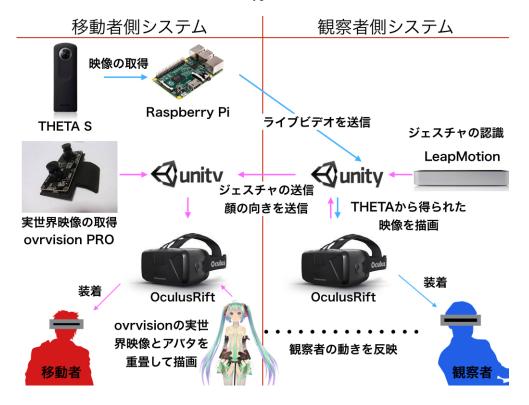


図 4.1: プロトタイプ概要図. 移動者が装着する THETA S から得られた映像を観察者が Oculus Rift で見るまでの流れを水色の矢印で示す. 観察者が装着する Leap Motion, Oculus Rift から得られたジェスチャ等の情報をアバタに反映し, ovrvision PRO から得られた実世界映像をアバタと重畳表示して移動者の装着する Oculus Rift で見るまでの流れを桃色の矢印で示す.

<sup>1</sup>http://www.skype.com/

#### 4.2 ハードウェア構成

#### 4.2.1 移動者側

移動者は HMD の Oculus Rift DK2, HMD 用の双眼カメラの ovrvisionPRO, 全方位を取得するカメラとして THETA S を機材として使用する (図 4.2, 図 4.3). また, THETA S から得られるストリーミング映像を観察者へと送信する PC として Raspberry Pi Model B+, Oculus Rift と ovrvisionPRO が動作する PC として, NVIDIA Geforce GTX 760 を搭載する windows 7 のデスクトップ PC を使用する. 移動者側のハードウェアは移動者自身の行動を妨げないことが望まれるが, 本プロトタイプでは ovrvisionPRO の動作要件を満たすためにデスクトップ PC を使用している. 表 4.1 に移動者側で使用するハードウェアの一覧を示す.

移動者は ovrvisionPRO が取り付けられた Oculus Rift を頭に装着する. 観察者が見る映像を人が立っている状態で見ることができる高さに近づけるために, THETA S を移動者の肩に装着する (図 4.4). すべての機材を取り付けた様子を図 4.5 に示す. Oculus Rift のトラッキングカメラを先端に取り付けている (図 4.4).

移動者側ハードウェア環境	用途
PC	プロトタイプ動作
Oculus Rift DK2	実世界映像とアバタの重畳表示する
ovrvisionPRO	実世界映像の取得する
THETA S	周囲の映像を取得する
Raspberry Pi B+	THETA S から得られたストリーミング映像を配信する
モバイルバッテリ	Raspberry Pi 動作用

表 4.1: 移動者が使用するハードウェア一覧

#### 4.2.2 観察者側

観察者は Oculus Rift DK2 と Leap Motion を機材として使用する (図 4.6). Oculus Rift と Leap Motion が動作する PC として OS が windows 7 のデスクトップ PC を使用する. Leap Motion を Oculus Rift に固定するマウントを 3D プリンタで出力した. 観察者が機材を取り付けた様子を図 4.7 に示す. 表 4.2 に観察者側で使用するハードウェアの一覧を示す.

観察者側ハードウェア環境	用途
PC	プロトタイプ動作
Oculus Rift DK2	ストリーミング映像を見る, 顔の向きを取得する
Leap Motion	指差し,手振りのジェスチャを取得する

表 4.2: 観察者が使用するハードウェア一覧



図 4.2: 移動者が頭に装着する HMD である Oculus Rift と双眼カメラである ovrvisionPRO



図 4.3: 左: モバイルバッテリ, 中央: Raspberry Pi, 右: THETA S.



図 4.4: THETA S を移動者の肩に取り付けるための機材

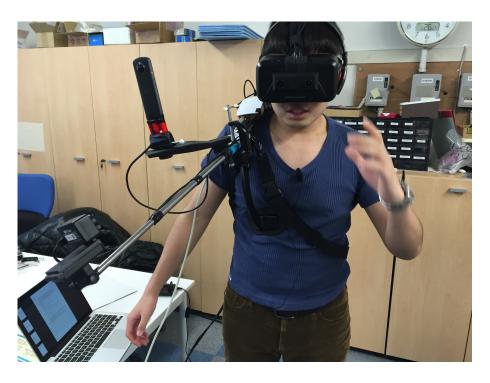


図 4.5: 移動者がすべての装備を取り付けた様子



図 4.6: 観察者が頭に装着する HMD である Oculus Rift とジェスチャを取得する Leap Motion



図 4.7: 観察者がすべての装備を取り付けた様子

#### 4.3 ソフトウェア構成

#### 4.3.1 開発環境

本研究では移動者用、観察者用のアプリケーションが必要となる. 移動者、観察者それぞれが Oculus Rift を装着するため、ソフトウェア開発環境として Oculus Rift での開発が容易な Unity5.2.2p2 を使用した. 開発言語として C#を使用し、開発環境として windows 7 Professional 搭載の PC を使用した. また、Oculus Rift の SDK には、OVR SDK ver0.8.0、Leap Motion の SDK に Leap Motion SDK ver2.3.1+31549、ovrvisionPRO の SDK に Ovrvsion SDK ver1.2 を使用した.

#### 4.3.2 移動者側

移動者が使用するソフトウェアを開発した. 移動者が使用するソフトウェアに必要な機能として、まず ovrvisionPRO を通して得られた実世界映像を Oculus Rift へと表示すること. 次に、観察者が動作したアバタを Oculus Rift へと ovrvisionPRO が得た映像を重畳して表示することである. また、THETA S から得たストリーミングの映像をリアルタイムで観察者へと送信し続けることである.

アバタを移動者側に表示するために Unity5 のネットワーク機能を使用した. ovrvisionPRO から得た実世界映像を Oculus Rift へと重畳して表示するために ovrvisionPRO が提供する UnityPackage を使用し表示する. アバタは移動者に対して図 4.8 のように表示される.

THETA S から得られたストリーミング映像をリアルタイムで観察者へと送信するために、Raspberry Pi と uv4l ライブラリを用いた. WebRTC を使用し、MotionJPEG 形式で動画を観察者へと送信する.

#### 4.3.3 観察者側

観察者が使用するソフトウェアを開発した. 観察者が使用するソフトウェアに必要な機能として, 移動者から送信されてくるストリーミング映像を取得し, 天球へとテクスチャとして表示し, Oculus Rift から見ることができること. 次に, Leap Motion により取得されたジェスチャ情報と Oculus Rift により取得された顔の向きの情報を移動者側に表示されるアバタへと反映させること. これらの機能が必要となる.

アバタには MMD(Miku Miku Dance) モデル [16] を MMD4Mecanim[17] を使用して Unity で使用している。また、観察者が装着する Oculus Rift から得られた頭の向きの情報を Final IK[18], Leap Motion から得られた手、腕、指のジェスチャ情報を Avatar Hand Controller for Leap Motion[19] を使用して MMD モデルへと反映している [20]. MMD のモデルには Tda 式初音ミク・アペンド Ver1.00[21] を使用している.

移動者から送信されるストリーミング映像を取得するために AVI Player with Playmaker actions[22] を使用して unity で取得している. Unity の Sphere オブジェクトにシェーダを適用して Sphere の内側に得られたストリーミング動画をテクスチャとして使用している [23]. 図

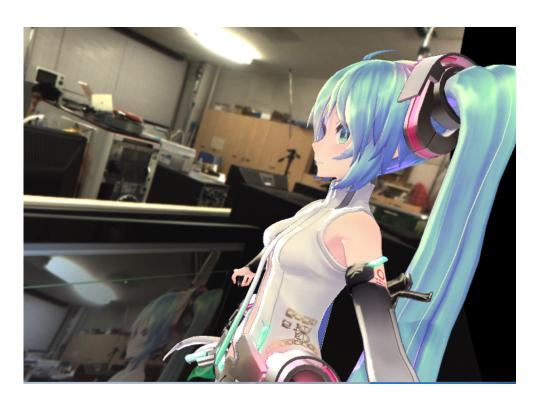


図 4.8: 移動者がアバタとコミュニーケーションをとっている

4.9 は THETA S から得られる映像の様子である. 観察者と移動者間でジェスチャ情報, 顔の向きの情報を通信する際, 観察者側の PC をサーバとして実装した. これは, 本来移動者側には大がかかりな機材を使用しないためである.



図 4.9: 移動者から送信される映像を観察者が見て指差しをしているイメージ図. 移動者から送られてくるストリーミング映像と Leap Motion が取得した指差しをする手を表示している.

#### 4.4 プロトタイプの動作

#### 4.4.1 移動者側

移動者側のプロトタイプの動作を説明する. 移動者側は図 4.5 のようにハードウェアを装着する. ovrvisionPRO から得られた映像とアバタが重畳表示された実世界映像を Oculus Rift を通して見る. 図 4.10 は前方にいるアバタが動作している様子である.

#### 4.4.2 観察者側

観察者側のプロトタイプの動作の説明をする. 観察者は移動者が装着する THETA S で得られた映像と Leap Motion で取得された観察者自身の手を Oculus Rift を通して見る. Oculus Rift が取得した頭の向きと Leap Motion が取得した手の位置, 指の位置を移動者側のアバタと同期する. 図 4.11 は移動者が移動者からストリーミングで送信される映像を見ている. 観察者が見たい方向へ首を振るとそちらの映像を見ることができる.

#### 4.5 予備実験

#### 4.5.1 概要

移動者が最も観察者の存在感を得られるアバタの位置, 大きさの調査を目的とした予備実験を行った. 被験者は男性の 22 24 歳の大学生, 大学院生である.

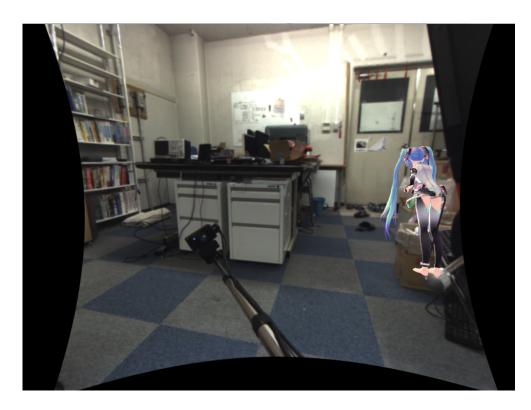


図 4.10: 移動者がアバタを見ている様子. アバタは観察者の見ている方向を向いている.



図 4.11: 図上から, 観察者が首を左右に振り移動者から送られてくる映像の左右を見ている.

#### 4.5.2 タスク

タスクとして、アバタの表示方法として大きさの条件として以下の2条件を実施した.

- 1. 等身大 (1.6m)
- 2. 小人台 (0.8m)

また、表示位置の条件として3条件を実施した.

- 1. 前方
- 2. 右側
- 3. 左側

これら大きさ2条件と表示位置3条件の組み合わせ計6条件4.12とアバタを表示しない条件を加えた7条件のタスクを行った.タスク後、被験者は印象について自由記述を行った.



図 4.12: 被験者が各実験条件においてアバタを見る様子

#### 4.5.3 実験結果

最も被験者が観察者の存在感を感じることができたアバタの位置は被験者の隣(左右)である。また、大きさは等身大が最も観察者の存在感を得た。自由記述のコメントとして、「アバタが等身大に近いほうが人がいる感覚がする」「普通は並んで歩くときは真横にいる」といった

ものが得られた.このことから移動者の隣を等身大の大きさのアバタが歩くことが最も良いと考えられる.

## 第5章 結論

本研究では、どのようなインタラクション手法を用いることによりアバタと移動者がより自然にコミュニケーションを取ることが出来るかを検討し、プロトタイプの実装を行った.

今後の課題として作成したプロトタイプを利用した場合と利用しない場合の評価実験を行う。また、アバタの表示位置、表示する大きさ、またアバタの動作の有無を変更した場合、移動者が観察者の存在をどの程度感じるかを調査する。さらに、観察者が複数人になった場合どのようにアバタを移動者に表示するか、アバタ同士のインタラクション手法を検討していく必要がある。また、アバタの顔に表情や瞬き [24][25] を追加することにより、より感情を表現することができると考えられる。

## 謝辞

本論文を執筆するにあたり、指導教員である高橋伸准教授をはじめ、田中二郎教授、志築文太郎准教授にはゼミやミーティングを通して丁寧なご指導と貴重なご意見を頂きました、深く感謝申し上げます。

またインタラクティブプログラミング研究室の皆様には、数多くのご意見やご指摘を頂き大変お世話になりました. 特に、ユビキタスチームの皆様には、研究生活全体に渡って貴重なご意見を頂きました. 厚くお礼申し上げます. そして、大学生活を送る中で経済面や精神面にて支持してくれた家族や、大学生活を共に過ごしたすべての友人に心より感謝いたします.

### 参考文献

- [1] 張慶椿. 室内利用者と外出利用者における共同外出感を実現する手法に関する研究. PhD thesis, 筑波大学, 2014.
- [2] Ching-Tzun Chang, Shin Takahashi, and Jiro Tanaka. Withyou-a communication system to provide out together feeling. In *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, pp. 320–323, 2012.
- [3] Ching-Tzun Chang, Shin Takahashi, and Jiro Tanaka. Analyzing interactions between a pair out together real and virtual. In *Proceedings of The Sixth International Conference on Collaboration Technologies*, pp. 100–105, 2012.
- [4] CHING-TZUN CHANG, SHIN TAKAHASHI, and JIRO TANAKA. Provide" out together feeling "by sharing panorama live image between outdoor and indoor users. In *Proceedings of 22nd International Symposium on Human Factors in Telecommunication*, pp. 12–19, 2013.
- [5] 根岸匠, 神場知成, 田中二郎. バーチャルキャラクターとの視線によるコミュニケーション を実現する添い寝システムの開発. インタラクション 2014, Vol. 2014, pp. 624-628, 2014.
- [6] Altspacevr. http://altvr.com/.
- [7] しゃべって コンシェル. https://www.nttdocomo.co.jp/service/information/shabette\_concier/.
- [8] Sigurdur O Adalgeirsson and Cynthia Breazeal. Mebot: a robotic platform for socially embodied presence. In *Proceedings of the 5th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*, pp. 15–22. IEEE Press, 2010.
- [9] 柏原忠和, 大澤博隆, 篠沢一彦, 今井倫太. ウェアラブルアバタ teroos を用いたフィールドテストとその分析. インタラクション 2012, Vol. 2012, pp. 65-72, 2012.
- [10] Tadakazu Kashiwabara, Hirotaka Osawa, Kazuhiko Shinozawa, and Michita Imai. Teroos: a wearable avatar to enhance joint activities. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2001–2004. ACM, 2012.
- [11] 高澤宏一, 大西樹, 篠沢一彦, 今井倫太. 小型モニタを用いて操作者の顔を投影する肩乗り アバタ fast の提案. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 27, pp. 1-4, 2013.

- [12] 笠原俊一, 暦本純一. Jackin: 一人称視点と体外離脱視点を融合した人間による人間のオーグメンテーションの枠組み. 情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 4, pp. 1248-1257, 2015.
- [13] 平田圭二, 梶克彦. 未来の電話 t-room: 対面環境の再現を目指すビデオコミュニケーションシステム. 電子情報通信学会 2009 年総合大会 HT-1-3, pp. SS-23-SS-25.
- [14] 入江洋介, 青柳滋己, 高田敏弘, 平田圭二, 梶克彦, 片桐滋, 大崎美穂. t-room のための遠隔合 奏支援システムの構築. 情報処理学会研究報告, Vol. 2009-GN-73 No.23, pp. 1–8.
- [15] Sync dinner by au. http://connect.kddi.com/sync/dinner/.
- [16] MMD. http://www.geocities.jp/higuchuu4/.
- [17] mmd4mecanim. http://stereoarts.jp/.
- [18] Finalik. https://www.assetstore.unity3d.com/#!/content/14290.
- [19] Avatar hand controller for leap motion. https://www.assetstore.unity3d.com/jp/#!/content/29806.
- [20] Oculus dk2 と leapmotion の頭と指のトラッキングデータをキャラクターのポーズに反映 する. http://qiita.com/afjk/items/70cff5e2979515f2f508.
- [21] Tda 式初音ミク・アペンド ver1.00. https://bowlroll.net/file/4576.
- [22] Avi player with playmaker actions. https://www.assetstore.unity3d.com/jp/#!/content/15580.
- [23] Sphere モデルを天球として利用するシェーダー. http://qiita.com/ELIXIR/items/a5988ca21f38fabca7b0.
- [24] Maia Garau, Mel Slater, Simon Bee, and Martina Angela Sasse. The impact of eye gaze on communication using humanoid avatars. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 309–316. ACM, 2001.
- [25] 高嶋和毅, 大森慈子, 吉本良治, 伊藤雄一, 北村喜文, 岸野文郎. 人の印象形成におけるキャラクタ瞬目率の影響. インタラクション 2008, Vol. 49, No. 12, pp. 3811-3820, 2008.