

モニターに映り込んだユーザー像をアバターに置き換えることで プロテウス効果を促進するシステムの開発

Avatarizing the Mirror Image of a User to Promote the Proteus Effect

平野 廉真¹ 田中文英¹

Renma Hirano¹ and Fumihide Tanaka¹

¹筑波大学

¹University of Tsukuba, Japan.

Abstract: The use of VR avatars affects human behavior and self-awareness. However, in previous research, the use of HMDs made it difficult to use avatars for a prolonged period of time. In this study, we developed Aitm (Avatar in the Mirror) that displays an avatar as a user's image reflected on a desktop monitor. Aitm aims to evoke sensations similar to those when humans look into a mirror.

1 はじめに

私たちは鏡や水溜り、窓といった反射物に映る自身の像を日常的に視認することで、自身の容姿と自己を同一視している[1]。この反射物による自己認識はSNS(Social Networking Service)やVR ゲームなどの仮想世界内であっても可能であり、仮想世界内の鏡に映るアバターと自己を同一視できることが知られている[2, 3, 4, 5]。この同一視によってユーザーの心理・行動が変化する効果は、ギリシア神話に登場する変幻自在の神プロテウスから名を取りプロテウス効果[2]と呼ばれている。例えば、アバターの利用によって自尊心[3]や人種の偏見[4, 5, 6]だけでなく、知的指数[3]やリズム感[7]にまで影響を与えることが先行研究から報告されている。しかし、これらの研究は5-30分程度のヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いたVR体験によるプロテウス効果の検証に限られており、中長期的なアバターの利用によるプロテウス効果については未検証である。

そこで本研究では、日常的なアバターの利用によるプロテウス効果の促進を目指す。より具体的には、物理世界のモニターに映り込んだユーザーの像をアバターに変化させるシステム Aitm (Avatar in the Mirror)(図1, 図2)を開発した。Aitmは大別してモニターに映り込んだような背景画像を出力する背景処理と、ユーザーに同期したアバター動画を出力するアバター処理の2つの処理からなる。この2つの出力物を重畳することでモニターに映り込んだユーザーの像をアバターに変化させている。

本論文では、まず第2章で本研究にとって重要な現象や概念を説明しながら本研究の立ち位置や背景を



図1 ユーザーテストの様子

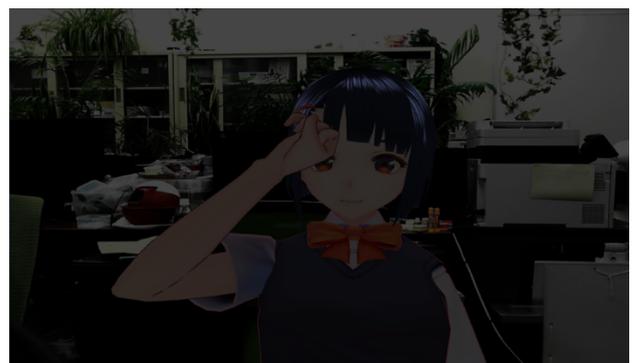


図2 実際のアプリケーション画面

明らかにする。続いて第3章ではAitmの概要と、背景処理・アバター処理の詳細を述べる。第4章ではAitmを利用したユーザーテストの概要を説明し、第5章ではそのテストから得られたフィードバックを基にAitmの性能を評価し、到達点・改善点を明らかにする。

2 Related Works

2.1 身体的変化とプロテウス効果

人間の視覚的特徴の変化がその人間の行動や心理へ影響を与えることは広く知られている。例えば、女性が化粧をすることによって生活への満足度や自分への自信、安心度合いにポジティブな影響を与えることや[8]、美容整形によって自身への満足度が向上することが報告されている[9]。自身の視覚的特徴を魅力的に変化させることは「個人の情動状態を快適な方向へ導き、ひいては個人の精神的健康、well-being に望ましい影響を与えること」[8]が示唆されているが、化粧や美容整形は金銭的・時間的な負担を生み、健康被害をもたらす危険性もある。不適切な美容整形による死亡事故も後を絶たない。

物理世界における人間の視覚的特徴の変化の手段が化粧や美容整形等であるならば、仮想世界におけるそれはアバターである。アバターの語源である「アヴァターラ (avataara)」とはヒンドゥー教における神の「降臨」や「化身」を表す言葉であり、アバターはまさに私たちの仮想世界における化身であるといえる。アバターの利用は化粧や美容整形に比べ金銭的・時間的な負担が少なく、健康的な危険性も少ない。また、化粧や美容整形では自身の身長や性別、人種といった要素を変化させることは困難であるが、アバターはいとも容易くそれらの要素を変化させることができる。つまりアバターは自身の身体的特徴を変える既存手段に比べて、容易かつダイナミックに自身の身体的特徴を変更することができる。

また、アバターを用いた身体的特徴の変化は人間の行動や心理に影響を与えることが知られており、これはプロテウス効果と呼ばれている[2]。例えば、金銭を分け合う交渉タスクにおいて、高身長なアバターを使用した実験参加者は低身長なアバターを使用した実験参加者に対して横柄な態度をとるようになったり[2]、アインシュタインのアバターを利用することで自尊感情が低い集団の認知タスクの結果が向上したり[3]、アフリカンアメリカンのアバターの利用が人種的偏見に影響を与えたりすることが先行研究から報告されている[4, 5]。

プロテウス効果を初めに提唱した Yee らは、プロテウス効果を説明するための理論の一つとして Behavioral Confirmation を挙げている[2]。Behavioral Confirmation とは「A さんが B さんに対してある期待をしている時、B さんはその期待に沿ったような行動をする」という心理的な現象である[10]。プロテウス効果においてはこの A さんがアバター利用者、

B さんがアバターである。すなわち、アバターの外見的特徴に対して自身が感じる期待を、アバターを使用している自身が叶えようとすることによってプロテウス効果が生じるという可能性が指摘されている。

また、プロテウス効果の発生には「自分自身が目的的かつ主体的に運動を引き起こしているという感覚」である運動主体感や、「動かしている対象は自分の身体であるという感覚」である身体所有感をアバターの利用時にも得られることが重要だと指摘されている[3, 11]。

2.2 自己認識と鏡

私たちはどのように自身の視覚的特徴と自己を同一視しているのだろうか。鏡像認知はこの問いに対する一つの答えを示している。鏡像認知(あるいは自己鏡像認知)とは、反射物に映り込んだ自己の像を自己であると認識することである。この鏡像認知が可能であるかどうかを確かめるテストはミラーテストと呼ばれており、生物の認知能力の発達度合いを調べる手法として知られている。ヒトであれば生後 18 か月頃からミラーテストを通過することができ、ヒト以外にもオラウータンやイルカ、ゾウといった一般的に知能的だと思われる生物から[1]、小さな熱帯魚であるホンソメワケベラもこのミラーテストを通過することができることが報告されている[12]。鏡像認知が幼児やヒト以外の生物も可能であることは、反射物に映る自己鏡像を日常的に見ることが自身の視覚的特徴と自己を同一視するための原始的な体験であることを示唆している。

プロテウス効果についての研究においても、鏡は自己と VR 空間内のアバターを同一視するために多く用いられている[2, 3, 4, 5]。例えばプロテウス効果を初めに報告した論文では、実験参加者は VR 空間内にある鏡を見るように指示され、そこに映るアバターの動きと自身の動きが同期していることを認知する[2]。それによって、アバターへの運動主体感や身体所有感、プロテウス効果の発生が促される。また、ゲームを始めとした映像コンテンツにおいても鏡の使用は見られる。例えば 2015 年に発売されたゲームソフト『メタルギアソリッド 5』[13]では、ゲームのプレイヤーがアバターを作成した後、ゲームの主人公が鏡を見るとそこにはプレイヤーが作成したアバターが映っているというシーンがある。この演出によって、プレイヤーの作成したアバターやゲームの主人公と自己との同一視が促され、さらにゲームへの没入感を感じるができる。これらの体験は私たちが幾度となく繰り返してきた「反射物に映る自己鏡像を見る」という経験を想起させ、アバターと

自己の同一視を促進させていると考えられる。

日常的に使われる反射物に、追加の情報を表示するディスプレイとしての機能を持たせたデバイスはいくつか開発されている。例えば、日常的に利用する鏡に天気やニュースといった情報を提示するデバイスである「Aware Mirror」[14]や、自宅での効果的で継続的なフィットネスを行うための鏡型デバイスである lululemon 社の「MIRROR」[15]、服や靴などの試着やメイクやスキンケアの提案を目的とした「Smart Mirror」[16]などがある。しかしこれらは自己認識の変化を主目的としたシステムではなく、プロテウス効果の発生を目的とした鏡型のシステムは筆者の知る限りは開発されていない。

2.3 HMD とプロテウス効果

プロテウス効果に関する多くの研究では、HMD を利用した VR 空間内でのアバターの利用による実験参加者の変化について調査されている。これらの研究におけるアバターの利用は 30 分程度に限られている[6]。

この時間的制約はHMDによる身体への悪影響によるものである。最も有名な HMD による身体への悪影響として Visually Induced Motion Sickness (VIMS)、いわゆる VR 酔いが挙げられる。VR 酔いは視覚的に知覚される動きと実際の身体の動きの不一致によって発生する可能性が大きく[17]、車酔いのメカニズムに非常によく似ている[18]。VR 酔いを減少させる試みは近年 VR 研究の中で最も多く行われている試みの一つであるが、VR 酔いは依然として HMD 利用からユーザーを遠ざけてしまっている。他にも HMD の長期利用は首や姿勢、視覚的能力への悪影響が報告されている[19]。

アバター利用による自尊心や人種の偏見、認知的能力等に対するポジティブな影響が多く報告されている一方、継続的・日常的なアバター利用によるプロテウス効果についての研究やそれを目的としたシステムの開発が少ない。これは、前述したような HMD の利用による身体的・心理的負担が大きな原因であると考えられる。

3 Aitm の実装

以上の背景を踏まえて本研究では、日常的なアバターの利用によるプロテウス効果の促進を目的としたシステム、Aitm (Avatar in the Mirror)を作成した。

この目的を実現するために、本研究ではモニターに映り込んだユーザーをアバターに変化させる。鏡や窓、水たまりといった多くの反射物の中からモニターを選んだ理由は、映像の提示が容易であり、デジ

タル映像が出力されてもユーザーが自然だと感じる対象だからである。HMD ではなくモニターを利用することで、ユーザーの心理的・身体的な負担が少なく、日常的に利用可能であると考えられる。

3.1 システム概要

本システムは大別して以下の二つの処理からなる。

- 背景処理
入力: 無人の背景画像
出力: モニターに映り込んだような背景画像
- アバター処理
入力: RGB, 深度, 赤外線カメラによってユーザーを撮影した映像
出力: モニターに映り込んだような見目の、ユーザーの動きと同期したアバター映像

背景処理によって出力された画像を背景とし、アバター処理によって出力された映像を前景とした動画が本システムの出力である。3.2 節では背景処理について、3.3 節ではアバター処理について説明する。

3.2 背景処理

背景処理の入力である無人の背景画像は、モニター上部に取り付けられたウェブカメラによって撮影された(図 1)。

次に、この入力画像にどのような処理を行えばモニターに映り込んだような画像になるかを考える。一般的なモニターには液晶ディスプレイが採用されている。液晶ディスプレイは液晶部、カラーフィルター、バックライト等の層構造になっているが、モニターの反射光は主に表面近くのガラス部によって反射されたものである。液晶ディスプレイに使用されている透明フロート板ガラスは無色透明であることからわかるように、分光反射率は可視光線の波長の範囲であれば波長によってほぼ一定である[20]。すなわち、モニターは入射光の色によらず一定の割合で入射光を反射することがわかる。

したがって、背景処理 ver.1 ではウェブカメラから入力された画素値を一定の割合で減らした。ウェブカメラで撮影した入力画像(図 3-a)を背景処理 ver.1 によって処理した画像を図 3-c に示す。図 3-c では右側の白い壁と戸棚のガラスに映り込んだ照明、棚の明度がほぼ同じになってしまっており、モニターに映り込んだ画像(図 3-b)とは大きく異なっている。これは、白飛びした部分や明度が高い部分が背景処理 ver.1 によってほぼ同じ明るさになってしまっていることが原因だと考えられる。一眼レフカメラやデジタルカメラといった一般的なカメラであれば絞りやシャッター速度を変更することで画面全体の明

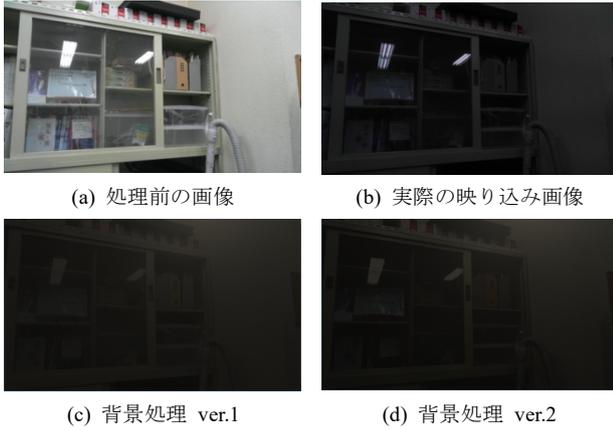


図 3 背景処理

度を下げることができるが、ウェブカメラの露出は自動的に変わってしまったり、そもそも露出を変化させる機能がないものも多い。そこで、背景処理 ver.1 が一定の割合で明度を下げているのに対し、背景処理 ver.2 では入力画像の明るい部分はあまり明度を下げず、暗い部分は大きく明度を下げる処理を行った。背景処理 ver.2 の処理後の画像を図 3-d に示す。図 3-c に比べ実際に映り込んだ画像(図 3-b)により近づいたことが分かる。

ここからは、背景処理 ver.1, ver.2 の処理ではどのような関数を実装したかについて説明する。ここで、 I は入力画素の 0 - 1 までの RGB 成分 I_r, I_g, I_b を縦に並べた列ベクトル、 O は出力画素の 0 - 1 までの RGB 成分 O_r, O_g, O_b を縦に並べた列ベクトルとする。

$$I = \begin{pmatrix} I_r \\ I_g \\ I_b \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$O = \begin{pmatrix} O_r \\ O_g \\ O_b \end{pmatrix} \quad (2)$$

図 3-a は入力画素をそのまま出力する処理、すなわち (3) 式のような恒等関数によって出力されている。

$$O = I \quad (3)$$

一方、背景処理 ver.1 によって出力された図 3-c は (4) 式のような、画素値をそれぞれ 1/15 にする処理を行っている。処理は画像全体の色相を変えずに、明度を減少させるような処理である。また I の係数である 1/15 は、いくつかの値を試した上で最も図 3-b に近づいた際の値である。

$$O = \frac{1}{15} I \quad (4)$$

そして、背景処理 ver.2 では (5) 式のような指数関数によって大きい画素値はあまり小さくせず、小さい画素値は大幅に小さくする処理を行っている。

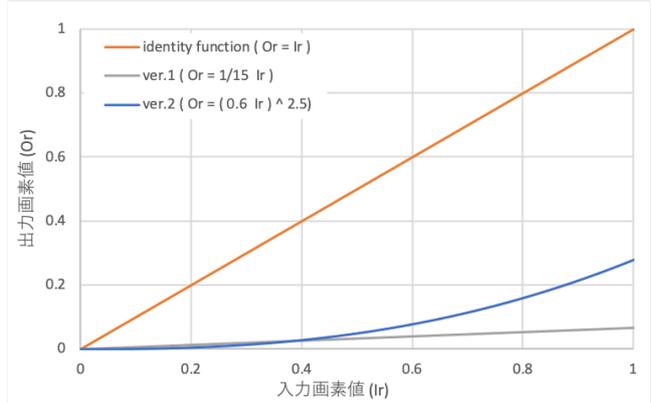


図 4 背景処理の関数特性

$$O = \begin{pmatrix} (0.6 I_r)^{2.5} \\ (0.6 I_g)^{2.5} \\ (0.6 I_b)^{2.5} \end{pmatrix} \quad (5)$$

これらの関数のグラフを図 4 に示す。グラフの横軸は入力画素の R 成分 I_r 、縦軸は出力画素の R 成分 O_r である。このグラフからも、背景処理 ver.1 では入力画素値によらず一様に画素値が減少しているのに対し、背景処理 ver.2 では大きい画素値はあまり小さくせず、小さい画素値は大幅に小さくする処理が実現できていることがわかる。

3.3 アバター処理

アバター処理の入力である RGB、深度、赤外線カメラによってユーザーを撮影した映像は Microsoft 社の「Azure Kinect」[21]によって撮影された。Azure Kinect には深度カメラと RGB カメラ、赤外線カメラの合計 3 つのカメラが搭載されており、それによってユーザーの骨格情報を検知することができる。以下、このユーザーの骨格情報の検知をモーションキャプチャーと呼ぶ。ウェブカメラがモニターの上部に設置してあるのに対し、Azure Kinect はユーザーの全身を映すためにユーザーの側面に設置されている(図 1)。

次に、モーションキャプチャーの手法として Azure Kinect を選択した理由について説明する。本システムは日常的にユーザーの外見をアバターに変更し、プロテウス効果を生じさせることが目的である。そのためユーザーはデバイスを身体に装着する必要がなく、アバターとユーザーの動きの遅延が少ないことが望ましいと考えた。遅延の重要性については 5.6 節で後述する。したがって体に装着する必要がある VIVE Tracker[22]等のトラッカーや、遅延や骨格検知精度の低い Vision Pose[23]ではなく Azure Kinect を採用した。Azure Kinect を始めとしたカメラによる骨格検知はユーザーがカメラの画角外にいる際に動作



(a) リムライト有り, Intensity=1.0



(b) リムライト無し, Intensity=0.2

図 5 アバター処理

しないという欠点があるが、本システムは部屋内で位置が変わらないモニターの前にいるユーザーを撮影すればよいため問題ではない。

Azure Kinect で撮影された映像は Unity が取得し、ユーザーの骨格情報を推定する。この骨格推定は Azure Kinect Body Tracking SDK を使用して行った。そして、その推定された骨格情報に同期させてアバターを動かしている。アバターは pixiv 社の無料アバター制作ソフトウェアである「VRoid Studio」[24]で制作した。また、VRoid Studio で制作した通常のアバターを Unity のシーン内に設置すると、リムライトや明るさが原因でアバターが浮いて見えてしまう(図 6-a)。この違和感を減少させるためにリムライトを削除し、アバターも背景画像と同じように暗く設定した。具体的には Intensity が 0.2 の Point Light を、Unity 内の距離で 1 だけアバターから離れた点に設置した。改善後の画像を図 5-b に示す。

4 予備的なユーザーテスト

本研究で作成したシステムの改善点やユーザーの反応を確かめるために、著者が所属する研究室の同僚 6 名を対象に予備的なテストを行った。体験者のうち 2 名には男性風のアバター(図 6-a)を、4 名には



(a) 男性風のアバター

(b) 女性風のアバター

図 6 ユーザーテストで使用されたアバター

女性風のアバター(図 6-b)を利用してもらい、「実際に Aitm を使用した感想を教えてください」や「自身の行動や心理が変化したように感じましたか?」、「心理的・身体的な負担を感じましたか?」などの印象を尋ねた。

5 フィードバックと将来研究

5.1 プロテウス効果について

Aitm を使ったところ、体験者の半数はプロテウス効果を感じることができたと回答した。例えば姿勢を正したり、アバターの前髪が目にかかっていたために前髪を払おうとするなどの身体的な効果や、アバターのことを好ましく思ったり、Aitm の使用前は精神的に疲れていたがそれが少し和らいだといった心理的な効果についての回答が得られた。これらの回答から、Aitm の目的であるプロテウス効果の促進は実現できたと考えられる。また、Aitm の使用により精神的疲労が和らいだと回答した体験者からは「自分がネガティブな時や疲れている時に、自分の分身であるアバターが笑っていたら少しポジティブになるかもしれない」とのコメントも得られた。ユーザーの心理状態に応じてアバターの表情や容姿を変化させるような機能を導入し、Aitm の利用によって精神的な問題を解決するプロテウスセラピーも可能だと考えられる。

一方で、体験者の半数はプロテウス効果を感じることはできなかったと回答した。プロテウス効果の阻害となった要素については、5.2 節-5.6 節で後述する。

5.2 アバターの挙動について

プロテウス効果や身体所有感の発生を妨げている原因として最も多く挙げられたコメントは、アバターの挙動についてであった。例えば、ユーザーが動

いていないにも関わらずアバターが細かく震えていたり、髪や服が意図しない挙動をしていたり、ユーザーとアバターのポスチャーが異なっている等の回答が得られた。これらのアバターの動きとユーザーの動きの不同期を解決する手法として、以下の3つが挙げられる。

1つ目は、モーションキャプチャーの精度の向上である。日常的な利用を想定したシステムであるため、モーションキャプチャーとして Azure Kinect を採用したが、プロテウス効果の促進にはより高い精度のモーションキャプチャーが必要であると分かった。そのため、Azure Kinect の設置位置や設置台数、Azure Kinect 以外のモーショントラッキング手法の導入が必要となる。

2つ目は、アバターの動きのノイズ除去である。アバターの髪や服、身体といったオブジェクトの微小振動を除去するようなノイズ除去機能を導入すれば、より身体所有感が向上すると考えられる。

3つ目は、使用するアバターの選定である。今回 Aitm の体験で使用したアバターは髪や服が大きく揺れるような設定をしていた。そのため、前述したノイズのようなアバターの速度の早い動きによって髪や服が現実的でない動きをしてしまっていた。これを解決するためには髪や服があまり揺れないような設定をしたり、揺れものが少ないようなアバターの選定が必要であると考えられる。

5.3 背景処理について

Aitm の画面が実際にモニターに映り込んだような明度であるかどうかについての質問に対しては、多くの体験者から肯定的な回答が得られた。例えば、「背景とアバターの明度が合っておりアバターの違和感は少なかった」、「実際のモニターに映り込んだような画像になっていると感じた」といった回答であった。これらの回答から、背景処理の有効性は確認できたと考えられる。

一方、実際の反射物との相違点については大きく分けて2種類の回答が得られた。1つ目は、ユーザーの動きによって Aitm の背景画像が動かないという点である。物理世界の鏡は、鏡を見ている人が動けば鏡に映り込む景色も動くが、Aitm ではユーザーが動いても Aitm 内に映り込む景色は動かない。この問題を解決するためにはより広い範囲の画像を魚眼カメラ等で撮影し、ユーザー位置によって提示画像を変化させるといった機能が必要だと考えられる。

2つ目は、モニター表面の質感についてである。今回使用したモニターは、もともと映り込みのないノングレタ液晶であった。そのため、Aitm を使用するとユーザーは映り込みが無いと期待し、Aitm が提示

する映り込み映像に違和感を感じてしまう。この違和感をなくすためには、光沢さが感じられる質感でありながら反射のない素材をモニター表面に設置する等の方法が考えられる。

5.4 アバターについて

インタビュー時間のうち、体験者は最も多くの時間をアバターについて話した。今回の体験者は用意されたアバターを使用した。それ以外のアバターを使用したいと半数以上の体験者が回答した。例えば、既存のキャラクターやデッサン人形、歴史上の偉人、魅力的な女性など様々な使用したいアバターが挙げられた。また2名の体験者が、シーンや気分に合わせて複数のアバターを使い分けたいという回答をした。具体的には会社で大事なプレゼンがある時には屈強で強そうなアバターを、休みの日を平穏に過ごしたい時には可愛いキャラクターを、クリエイティブなことをしたい日には偉人のアバターを使う等であった。これらのコメントからアバターを日常的に使うようなシステムでは、ユーザーがより多くのアバターを選択可能であることが UX を向上させると考えられる。

5.5 心理的・身体的負担

全ての体験者が Aitm を使用した際の心理的・身体的負担はなかったと答えた。インタビュー中も体験者は Aitm を使用することができたため、Aitm を40分程度使用しても心理的・身体的負担は発生しないことが確認できた。また、日常的に Aitm を使用することに抵抗を感じるかという質問に対して、抵抗を感じると答えた体験者は1名のみだった。したがって、Aitm の利用は心理的・身体的負担が少なく、日常的なアバターの利用によるプロテウス効果についての検証が可能であると考えられる。

体験者の多くが日常的な Aitm の利用に抵抗が無いと答えた一方、Aitm を使用する目的が不明瞭であるため継続的な利用が難しいとのコメントや、自分の心理や行動が変化するなら Aitm を今後も使用したいといったコメントが得られた。今後 Aitm の利用によるプロテウス効果の発生有無を検証し、5.1 節で述べたプロテウスセラピーをユーザーに目的として提示することができれば、よりユーザーにとって魅力的で目的的なシステムになると考えられる。

5.6 遅延について

ユーザーの動きとアバターの動きの間の時間や遅延について回答した参加者は1名のみであった。その参加者は、あまり遅延は感じないとの回答をした。本システムの遅延を手動で複数回計測すると、その

平均はおよそ 550ms であった(使用 CPU: Intel Core i7-6700K, GPU: NVIDIA GeForce GTX 960, RAM: 32GB)。次に、この遅延がプロテウス効果の促進の阻害となっているかについて考察する。

プロテウス効果の促進を目的とした本システムでは、Aitm に映ったアバターに対して運動主体感や身体所有感を得ることが必要である(2.1 節)。また、自己の行動と効力の発生との遅延は密接に関係しており、遅延が少なければ少ないほどそれらの感覚は強くなる。例えば、自分がボタンを押してから音が鳴るまでの時間が長くなればなるほど音の発生に対する運動主体感が減少したり[25]、遅延がないカメラ映像に比べ 2 秒遅延があるカメラ映像では幼児の鏡像認知が阻害されたり[26]、ロボットハンドに対する身体所有感や運動主体感はロボットハンドの動きとユーザーの動きの遅延が 140ms-490ms 以下の場合に発生するなどの現象が報告されている[27]。これらの知見から、Aitm の使用時にユーザーが動いてからアバターが動くまでの遅延は 490ms 以内程度であると望ましいと考えられ、Aitm の現在の遅延は 490ms を超過してしまっている。そのため背景処理 ver.2 の並列処理化や、よりポリゴン数や揺れものの少ないアバターの利用、Unity 内の物理演算の簡略化、より処理の軽いシェーディングの導入などの背景処理・アバター処理を軽くする工夫や、より高性能な計算機の利用といった改善が必要であると考えられる。

5.7 将来研究

Aitm を利用したユーザーの反応を見るためのユーザーテストの実施によって、Aitm についての多くの改善点が明らかになった。そこで本節では、本研究の知見を基に考えられる将来研究について議論する。まず初めに、5.1 節で提案したプロテウスセラピーについて考える。本論文では、プロテウスセラピーとは「アバターの利用による自己認識の変化がユーザーの心理的・身体的な問題を解決する治療法」と定義する。アバターを利用した既存の治療法としてアバターセラピーが挙げられる。アバターセラピーとは幻聴が聞こえる患者がその幻聴をコントロールできるようになることを目的として、その幻聴の主だと思われる容姿・声のアバターを作り、対話をする治療法である[28]。したがって、プロテウスセラピーはアバターが患者の化身であるという点でこのアバターセラピーとは大きく異なる。アバターが患者の化身であることで、患者はアバターをカスタマイズすることで多様な心理的・身体的な問題を解決できると考えられる。しかし、アバターのデザインと人間の心理行動の詳細な関係性や相関についての体

系的な知見は未だ得られておらず、これらを研究することは非常に重要だと考えられる。

次に、AR グラスや透過ディスプレイの利用による Aitm のアップデートについて議論する。今研究では 3 章で述べた特性からモニターを出力先として選んだが、AR グラスや透過ディスプレイなどを利用しても Aitm と同等のシステムが作成可能であると考えられる。特に AR グラスを使用するシステムであれば、物理世界の反射物全てに映る自身の像をアバター化できる。AR グラスによる Aitm のようなシステムの作成は通信や計算機の性能不足等の技術的な課題が多いと考えられるが、非常にインパクトの大きいアプリケーションとなることが期待できる。また物理世界全てではなく、一つの部屋内の反射物に映る自身の像をプロジェクターや透過ディスプレイを用いてアバター化するシステムの作成は、ユーザーへのインパクトは大きいながらも技術的な課題は少ない。こうした部屋で長期間過ごすことが、私達にどのような変容をもたらすのかについて調べることは、非常に興味深い研究テーマである。

6 おわりに

社会的動物である私達は、どこかで自分ではない自分になりたいという変身願望を持っているのではないだろうか。この変身願望は、17 世紀西洋の仮面舞踏会や古典劇、患者祭における仮面の利用にも見ることができる。それらは自身の生得的な外見や社会的役割、すなわち日常的なペルソナから開放される貴重な機会であった。仮面の利用は、社会的役割が規範化していた当時の人々のストレスを軽減させていたのかもしれない。21 世紀に生きる我々もまた、このような社会的役割によるストレスを抱えている。デジタル技術の進歩は、物理世界とは異なる世界である仮想世界を創り、物理世界でのペルソナとは大きく異なるペルソナを容易に持つことができるようになった。この「ヴァーチャルペルソナ」の利用が、人類にとって最早普遍的ともいえる社会的役割によるストレスを軽減できる可能性が示唆されている[29]。近年は VRSNS (Virtual Reality Social Networking Service) や MMORPG (Massively Multiplayer Online Role-Playing Game) などの仮想世界において、現実世界とは完全に異なる自分を持っている人も少なくなっている。それは例えば、西洋風の街に住む息を呑む程美しいエルフや、荒廃した世界を救った英雄、ひと目見ただけで癒やされてしまうような動物など、まさに枚挙に遑がない。この潮流は遠くない未来に、ほとんどの人類が自分とは異なるアバターを持つことを予感させる。そしてこのアバターの普遍化の一助

となることが、本研究の究極的なゴールである。

参考文献

- [1] Gordon Gallup. Chimpanzees: Self-recognition. *Science*, 167:86-87, 01 1970.
- [2] Nick Yee, Jeremy Bailenson, and Nicolas Ducheneaut. The proteus effect implications of transformed digital self-representation on online and offline behavior. *Communication Research*, 36, 04 2009.
- [3] Domna Banakou, Sameer Kishore, and Mel Slater. Virtually being einstein results in an improvement in cognitive task performance and a decrease in age bias. *Frontiers in Psychology*, 9:917, 2018.
- [4] Victoria Groom, Jeremy Bailenson, and Clifford Nass. The influence of racial embodiment on racial bias in immersive virtual environments. *Social Influence*, 4:231-248, 07 2009.
- [5] Lara Maister, Mel Slater, Maria V. Sanchez-Vives, and Manos Tsakiris. Changing bodies changes minds: owning another body affects social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(1):6 - 12, 2015.
- [6] Domna Banakou, Parasuram D. Hanumanthu, and Mel Slater. Virtual embodiment of white people in a black virtual body leads to a sustained reduction in their implicit racial bias. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10:601, 2016.
- [7] Konstantina Kilteni, Ilias Bergstrom, and Mel Slater. Drumming in immersive virtual reality: The body shapes the way we play. *IEEE Transactions on Visualization and computer graphics*, 19:597-605, 04 2013.
- [8] 余語真夫, 浜治世, 津田兼六, 鈴木ゆかり, and 互惠子. 女性の精神的健康に与える化粧の効用. *健康心理学研究*, 3(1):28-32, 1990.
- [9] 鈴木 公啓. 美容医療 (美容整形およびプチ整形) に対する態度. *東京未来大学研究紀要*, 11:119-129, 2017.
- [1 0] Mark Snyder and William B Swann. Behavioral confirmation in social interaction: From social perception to social reality. *Journal of Experimental Social Psychology*, 14(2):148-162, 1978.
- [1 1] 鳴海 拓志, ゴーストエンジニアリング : 身体変容による認知拡張の活用に向けて認知科学, 26(1):14-29, 2019.
- [1 2] Masanori Kohda, Takashi Hotta, Tomohiro Takeyama, Satoshi Awata, Hirokazu Tanaka, Junya Asai, and Alex L. Jordan. If a fish can pass the mark test, what are the implications for consciousness and self-awareness testing in animals? *PLOS Biology*, 17(2):1-17, 02 2019.
- [1 3] METAL GEAR SOLID V. <https://www.konami.com/mg/mgs5/>. (Accessed on 01/15/2021).
- [1 4] 藤波香織, カウサルファヒム, and 中島達夫. 鏡を拡張したコンテクストアウェア情報表示装置. *情報処理学会論文誌*, 49(6):1972-1983, jun 2008.
- [1 5] Home: MIRROR | インターネット × 鏡 (株式会社ジーエルシー) . <https://www.mirror.co/>. (Accessed on 01/14/2021).
- [1 6] Smart Mirror - <https://smartmirror.geeklabs.co.jp/>. (Accessed on 01/14/2021).
- [1 7] Maria Gallagher and Elisa Raffaella Ferr'e. Cybersickness: a multisensory integration perspective. *Multisensory Research*, 31(7):645-674, 2018.
- [1 8] Robert S. Kennedy, Julie Drexler, and Robert C. Kennedy. Research in visually induced motion sickness. *Applied Ergonomics*, 41(4):494 - 503, 2010. Special Section - The First International Symposium on Visually Induced Motion Sickness, Fatigue, and Photosensitive Epileptic Seizures (VIMS2007).
- [1 9] James F. Knight and Chris Baber. Neck muscle activity and perceived pain and discomfort due to variations of head load and posture. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 75(2):123-131, 2004.
- [2 0] Taito KINOSHITA Nippon Sheet Glass Co., Ltd. Optical and thermal performance of window glazing and the latest technical trend. 2017.
- [2 1] Azure Kinect DK - AI モデルの開発 | Microsoft Azure. <https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/kinect-dk/>. (Accessed on 01/19/2021).
- [2 2] VIVE™ - VIVE Tracker. <https://www.vive.com/jp/accessory/vive-tracker/>. (Accessed on 01/19/2021).
- [2 3] 姿勢推定 AI エンジン - VisionPose (ビジョンポーズ) | 株式会社ネクストシステム. <https://www.next-system.com/visionpose>. (Accessed on 01/15/2021).
- [2 4] VRoid Studio - VRoid. <https://vroid.com/studio>. (Accessed on 01/15/2021).
- [2 5] Atsushi Sato and Asako Yasuda. Illusion of sense of self-agency: discrepancy between the predicted and actual sensory consequences of actions modulates the sense of self-agency, but not the sense of self- ownership. *Cognition*, 94(3):241 - 255, 2005.
- [2 6] Michiko Miyazaki and Kazuo Hiraki. Delayed intermodal contingency affects young children's recognition of their current self. *Child Development*, 77:736-50, 05 2006.
- [2 7] 嶋田総太 and Mohamad Arif Fahmi ISMAIL. ロボットハンド錯覚における自己身体のプロジェクション. *人工知能学会全国大会論文集. JSAI2017(1G1-OS-21a-2):1G1OS21a2*, 2017.

- [28] Thomas Ward Julian P Leff Mark Huckvale Elizabeth Howarth Richard Emsley Philippa A Garety Tom KJ Craig, Mar Rus-Calafell. Avatar therapy for auditory verbal hallucinations in people with psychosis: a single-blind, randomised controlled trial. THE LANCET Psychiatry, 5(1):1-92, 2018.
- [29] 朴娜炫. ヴァーチャルペルソナを通じた変身願望の表現研究. PhD thesis, 東京藝術大学大学院美術研究科, 2016.