

身体変換システムにおける触覚提示手法の提案

Proposal of Tactile Presentation in Body Conversion System

今村 美聡[†] 吉野 孝[‡]
Misato Imamura Takashi Yoshino

1. はじめに

社会的な立場の変化や見た目の変化により、心理的な変化が起こることが知られている。社会的な立場を与えられることで行動が変わる例として、「スタンフォード監獄実験」[1]という心理学の実験がある。これは、刑務所に見立てた環境で、被験者が看守役と受刑者役に分かれ、役を演じる内容で行われた。実験の結果、被験者はよりその役らしい行動をとるようになった。我々は、このような見た目の変化による心理的な変化を観察するため、まず身長や体形といった身体のスケールに着目し、他者の身体感覚を体験するシステム「イマミラー」^{*1}[2]を開発した。

他者の感覚を理解することを目的として、さまざまな研究が行われている。芝田らによる「ヘッドマウントディスプレイを用いた視覚変化体験システム」[3]は、他者の視界を体験するシステムである。このシステムでは、視力、年齢、身長のパラメータから視界モデルを生成し、ヘッドマウントディスプレイを用いて見ることで、視界がどのように変化するかを体験できる。特に、本来は感覚的にしか理解できない視力や年齢による視界の違いが視覚情報に反映される。また、西田らによる“CHILDHOOD”[4]は、装着することで子供の知覚系を再現するデバイスである。利用者の視界や手の感覚を子供のものに変換することで、利用者に子供になったかのような感覚をもたらす。これらの研究では、ヘッドマウントディスプレイなどを用いるため、利用者は一人称視点で他者の身体感覚を体験できる。

しかし、一人称視点のシステムでは、体験している人自身が、自分の姿を見ることができない。利用者に見えるように他者の身体を表示することで、服装や髪型といった外見の特徴から、他者の社会的な属性を提示することができ、利用者に心理的な変化をもたらすことが考えられる。そこでイマミラーでは、映像に写る他者の体が自分の動作と連動することで、他者の身体感覚を体験する。本論文で用いる身体感覚とは、物理的な身体の大きさや体型による、周囲の環境や他者との相互作用の感じ方を意味する。イマミラーは、利用者の動作を他者の身体形状モデルに反映し、鏡像で提示する。実験の結果、他者の身体感覚を違和感として提示できた。しかしイマミラーは、人手でモデルの作成を行うため、事前に身体形状を取得した人の身体感覚しか体験できない問題があった。システムの展示場所に居合わせた人同士の身体を即時に交換することで、利用者は様々な人の身体感覚を体験できる。そこで、利用者同士の身体を即時に変換可能なイマミラー 2 の開発を行った。本稿では、イマミラー 2 において、画面上で自分と連動する身体モデルがオブジェクトに触れたときに触覚提示をする手法を提案する。

2. 関連研究

本章では、鏡像表示のインタフェースに関する研究、一人称視点の感覚体験に関する研究について述べ、本研究の位置づけを明らかにする。

2.1 身体をインタフェースとした鏡像表示に関する研究

吉田らは、自分の身体動作と、別の場所、時間にいる他の鑑賞者の身体動作を、動画上で重畳表示するシステムを開発した[5]。中森らによる「ご近所知るえっと」[6]は、利用者をシルエットとして表示することで、身近な他人への興味を促し、緩やかなつながりを支援する。森川による“HyperMirror”[7]は、対話者を同一の映像の中に映すことで、遠隔地でありながら同一の空間を共有しているように演出するビデオチャットシステムである。これらの研究は、自分と他人との属性情報が関わり合いを持つことで、他者を意識させたり、他者と自分との一体感を感じさせたりする。これらのシステムでは、操作対象は自分の属性情報であるが、本研究では、他者の属性情報が自分と連動する。

鏡像表示を使った研究として、Perttu Hämäläinen は利用者のパフォーマンスをビデオに記録することと、鏡を使ったトレーニングとを組み合わせた研究を行った[8]。また、Martin Tomitsch らは、記事閲覧のための公共ディスプレイを開発した[9]。歩行者を対象にした実験の結果、公共ディスプレイは利用者の一部に遊び心のある行動を促した。これらのシステムは、本研究と同じく、画面上の映像が鏡像表示を用いて表現される。これらのシステムで画面に提示される身体は、自分の身体や、骨格のみを表した記号的な身体であるが、本研究では実在の他者の身体が利用者の動きと連動する。

岡本らによる“Silhouettel”[10]は、人々の影とプロフィールや関心ごとなどをスクリーン上に投影し、利用者の会話を促進する。また、Mikhail Jacob らによる“Viewpoint AI”[11]は、人工知能をもった粒子を平面上に投影し、粒子が人型となって、人間と相互作用してダンスパフォーマンスをする。これらの研究は、利用者の影を利用者本人として表現する。または、利用者から派生した影を表現する。それらを大きな画面に投影し、等身大に近い大きさを表現する。これらの点は本研究と同じである。異なる点として本研究では、利用者の動作は他者の身体属性に反映される。

2.2 他者の感覚提示や動作提示に関する研究

Qiufeng Lin らによる HMD を用いた没入型仮想環境での人の振る舞いに関する実験がある[12]。人は没入型仮想環境で、現実世界と異なる距離の解釈をすることが知られているが、仮想環境内に自分と同じサイズのアバターが表示されると、仮想環境での振る舞いが現実世界での振る舞いと近いものになることが示された。八谷による「視聴覚交換マシン」[13]は、2人の利用者が HMD を装着し、お互いの視界を交換する装置である。この装置を使用すると、自分の視界が強制的に相手の視界に変わる。西田らによる“NEUROHack”[14]は、他者と筋活動状態を実時間で双方向に共有できる装着型デバイスである。

[†] 和歌山大学大学院システム工学研究科, Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

[‡] 和歌山大学システム工学部, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

^{*1} 「仮想の鏡」“imaginary mirror”をもとに名付けた。

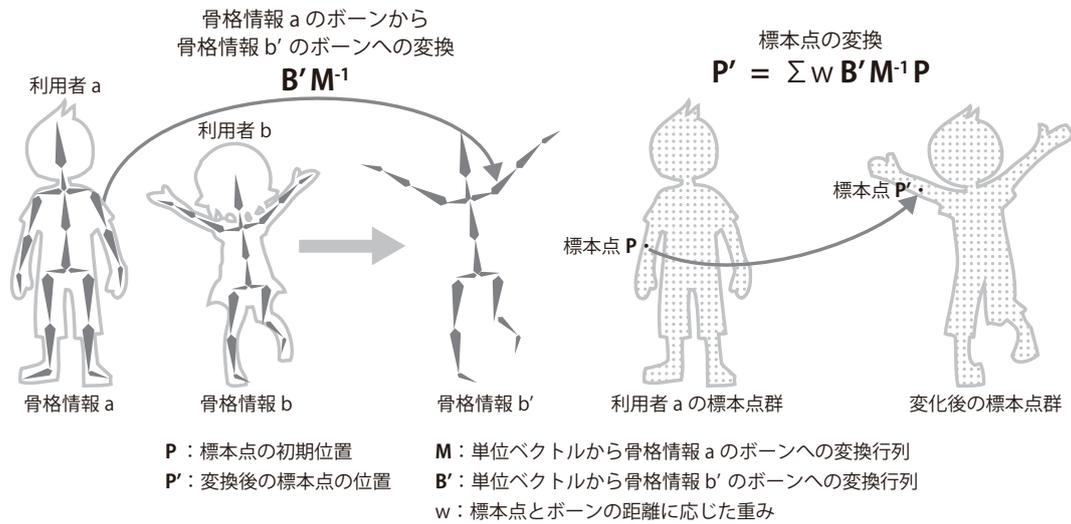


図 1: 実現方法

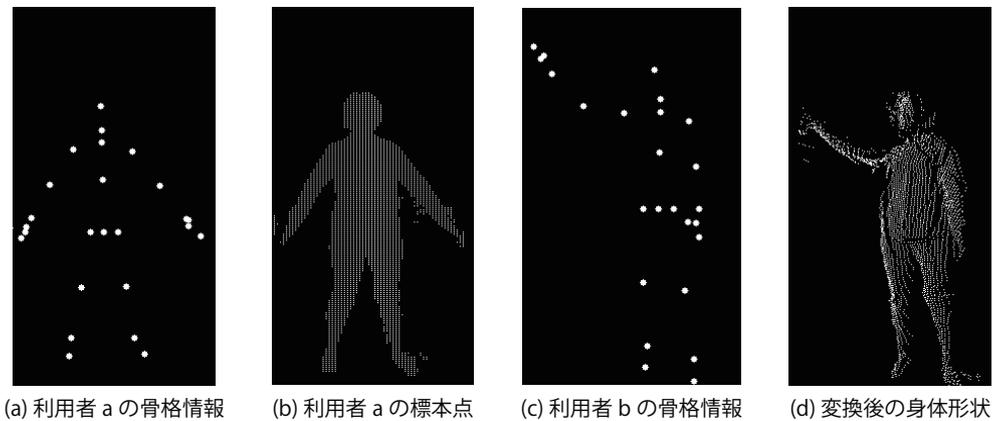


図 2: 初期標本点と骨格情報

これらの研究は、利用者が HMD や体に装着するデバイスを使い、一人称視点で自分の感覚の変化を体験する。高橋らは、人間である自分の動きを別のキャラクターの動きに置き換える手法を提案した [15]。この研究は、モーションキャプチャで取得したヒトの演技者の動きを、演技者とは異なる姿勢をしたキャラクターの動きに変換するが、本研究では、スクリーンに映像を映し出し、鏡に映したような映像によって、他者の身体感覚を提示する。これにより、一人称視点では実現できない、姿が変わった自分を見ることによる効果を狙う。

3. 身体変換手法

イマミラー 2 は、基準となる標本点と骨格情報との取得、別の利用者の姿勢による身体形状の変形の 2 つの手順により実現する。

3.1 基準となる標本点と骨格情報との取得

図 1 にイマミラー 2 の身体変換の流れを示す。身体形状の持ち主である利用者を利用者 a とし、その骨格情報を骨格情報 a とする。利用者 a の身体形状を取得するために、人物領域情報と深度情報とを利用する。深度情報から、人物領域の画素を抜き出し、人物の深度情報のみを抽出する。本システムで使用する人物領域情報、深度情報、骨格情報などは、Microsoft 社の Kinect v2 を用いて取得する。抽出した人物の深度情報から

標本点をとる。また、このときに骨格情報も取得する。このときに取得した標本点の位置と骨格情報とが変換の基準となる。図 2(a) に骨格情報の例を、図 2(b) に深度情報から取得した標本点の例を示す。人物の形状に点が散布され、人物の形状に合わせて関節が取得されている。全身の形状を明瞭に取得するには、図 2(b) のように腕を胴体から離し、足を開いた姿勢である必要がある。

3.2 別の利用者の姿勢による身体形状の変形

動作者である利用者を利用者 b とし、その骨格情報を骨格情報 b とする。まず、利用者 b の骨格情報を骨格情報 a の各ボーン^{*1}の長さに変換する。これを骨格情報 b' とする。これにより骨格情報 b' は、利用者 a が利用者 b の姿勢をしたときの骨格情報となる。次に、利用者 a の標本点 1 点と骨格情報 a の各ボーンとの距離から、そのボーンが標本点に与える影響を重みを求める。標本点とボーンが近いほど、重みを大きくし、一定距離以上離れたボーンは標本点に対して影響しないようにする。最後に、ボーンについて骨格情報 a から骨格情報 b' への変換行列を求める。標本点 1 点に対しボーンからの重みと変換行列をかけ、変換後の位置を求める。この変換をすべての

*1 ボーンとは、接続関係がある 2 つの関節からなる骨格情報の要素であり、人間の体では骨に当たる。例えば右肩から右肘までは「右の上腕」というボーンになる。

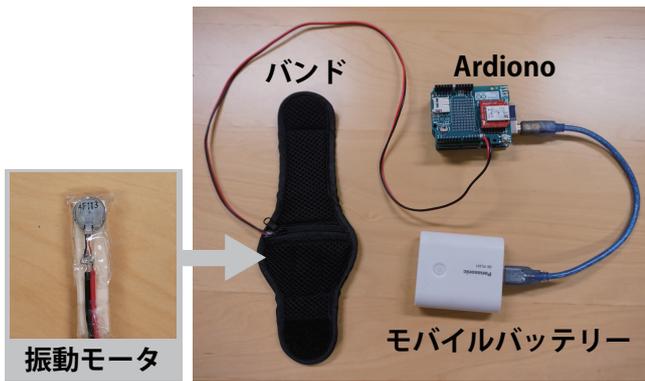


図 3: 振動装置



図 4: 装着方法

標本点に対し行う。図 2(c) に利用者 b の骨格情報を、図 2(d) に変換後の身体形状を示す。利用者 a の身体形状が利用者 b の姿勢に変換されていることがわかる。

4. 触覚提示装置

図 3 に振動装置を示す。振動装置のバンド部分に振動モータが入っている。振動モータは Arduino によって制御される。システムは利用者の手の関節が画面上でオブジェクトの領域に入ったときに Arduino に振動開始の信号を送る。利用者の手の関節がオブジェクトの領域から出たときに振動停止の信号を送る。利用者は手にバンドを装着することにより、画面上でオブジェクトに触れている間、振動のフォードバックを得る。図 4 にバンドの装着方法を示す。振動モータが入った部分をのひら側にして装着する。

5. おわりに

利用者同士の身体形状と動作とを画面上で入れ替えるシステム「イマミラー 2」において、即時に変換を行う手法と触覚提示手法とについて述べた。今後の課題は、触覚提示装置とシステムとを連携し、評価実験を行うことである。

謝辞

研究にご助言を頂きました和歌山大学デザイン情報学科視覚メディア研究室の床井浩平先生に深謝いたします。本研究は JSPS 科研費 15K12085 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Philip G. Zimbardo: Stanford Prison Experiment (online), <http://www.prisonexp.org/> (参照 2016.1.25).
- [2] 今村 美聡, 吉野 孝: 他者の属性提示のための映像上の身体変換システムの評価, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2016) シンポジウム, pp.468–475 (2016).
- [3] 芝田 圭佑, 濱川 礼: ヘッドマウントディスプレイを用いた視覚変化体験システム, 情報処理学会, インタラクシオン 2015, デモ展示 B52, pp.623–628 (2015).
- [4] Jun Nishida, Hikaru Takatori, Kosuke Sato, Kenji Suzuki: CHILDHOOD: Wearable Suit for Augmented Child Experience, ACM SIGGRAPH 2015 Posters, p.18 (2015).
- [5] 吉田有花, 宮下芳明: 身体動作の重畳表示による動画上での一体感共有, インタラクシオン 2012, 情報処理学会, pp.527–532 (2012).
- [6] 中森 玲奈, 青木 貴司, 椎尾 一郎: ご近所知るえっとー身近な他人との緩やかなコミュニケーション支援一, エンタテインメントコンピューティング 2010, デモ展示 B17, pp.1–4 (2010).
- [7] 森川 治: 「超鏡」: 魅力あるビデオ対話方式をめざして, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.3, pp.815–822 (2000).
- [8] Perttu Hämäläinen: Interactive Video Mirrors for Sports Training, Proceedings of the third Nordic conference on Human-computer interaction, pp.199–202 (2004).
- [9] Martin Tomitsch, Christopher Ackad, Oliver Dawson, Luke Hespanhol, Judy Kay: Who cares about the Content? An Analysis of Playful Behaviour at a Public Display, Proceedings of The International Symposium on Pervasive Displays, pp.160–165 (2014).
- [10] 岡本昌之, 中西英之, 西村俊和, 石田亨: Silhouetell:実空間での出会いにおけるアウェアネス支援, 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'98) シンポジウム論文集, pp.701–708 (1998).
- [11] Mikhail Jacob, Gaëtan Coisne, Akshay Gupta, Ivan Sysoev, Gaurav Gav Verma, Brian Magerko: Viewpoints AI, Proceedings of the Ninth AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment, pp.16–22 (2013).
- [12] Qiufeng Lin, John J Rieser, Bobby E Bodenheimer: Affordance Judgments in HMD-Based Virtual Environments: Stepping over a Pole and Stepping off a Ledge, ACM Transactions on Applied Perception (TAP), Volume 12, Issue 2, pp.6:1–6:21 (2015).
- [13] 八谷 和彦: 視聴覚交換マシン (online), http://www.petworks.co.jp/~hachiya/works/shi_ting_jue_jiao_huanmashin.html (参照 2015.12.17).
- [14] Jun Nishida, Kanako Takahashi, Kenji Suzuki: A Wearable Stimulation Device for Sharing and Augmenting Kinesthetic Feedback, Augmented Human, Singapore, pp.211–212 (2015).
- [15] 高橋玲央, 金子徳秀, 藤代一成: キャラクタ固有の動作を反映したモーションリターゲットング手法の提案, 情報処理学会第 77 回全国大会, 4Y-01, 第 4 分冊, pp.103–104 (2015).