



手、そこから生えるんか

竹内都倭, 福永昇真, 福井吟祐, 田中琳晟, 藤本伊吹

Towa TAKEUCHI, Shoma FUKUNAGA, Ginsuke FUKUI, Rinsei TANAKA, and Ibuki FUJIMOTO

1) 甲南大学 知能情報学部 (〒658-8501 兵庫県神戸市東灘区岡本 8-9-1, tamura@konan-u.ac.jp)

概要: 本企画は、自身の腕を取り外して任意の体の部位に再配置する部分的な身体改造を疑似的に再現した体験を行う。体験者は HMD と触覚提示装置を装着後、視覚提示装置と触覚提示装置により錯覚を誘発させ、肩から腕を取り外したときに出る腕の消失感、自身の身体に再装着した際に感じる腕の存在感という感覚を疑似的に再現する。これにより現実では行えない身体変容を可能にする非現実体験を提供する。

キーワード: 人間拡張、非日常体験、身体改造

1. はじめに

アニメや漫画などの創作物は、人々に心理的および身体的に大きな影響を与えると考えられており、これらの影響は日本の将来にも大きく左右される [1]。実際に光学迷彩など創作物と繋がりが深い研究も多く存在しており [2]、漫画やアニメなどの創作物は学問分野のコンテンツを作るうえで重要なことだと言える。

また、人間の身体の可動範囲には物理的な限界があり、人間の身体の限界を超えて動かすことは一般的には人間の能力を超えて行うことはできないとされている。しかし、近年の「人間拡張」という分野の進展により、従来の技術では不可能とされていた能力の拡張が可能となりつつある。例えば、第三の腕 [3] や六本目の指 [4] などが代表例であり、テクノロジーを駆使して従来は実現不可能であった行動や動作が実現され始めている。ただし、身体体の制約を超えるためには、自身の身体に道具を取り付ける必要があり、実際に自分の体に変化したわけではなく自分の体を自由自在に動かしているわけではない。

そこで本企画では、様々な創作物の中からヒントを得て、トイストーリーに登場するミスターポテトヘッド (図 1) をテーマにした。このキャラクターは体の部位を取り外し、付け替えることが可能なキャラクターである。体験者が自身の腕を取り外し、再装着するという行為を VR 上で疑似的に再現する。腕の消失感や存在感を出す腕型デバイスを用い、同時にラバーハンド錯覚を利用して、制約を感じない自由感と自身の体の変化用いた非現実的な体験を提供することを目的とする。

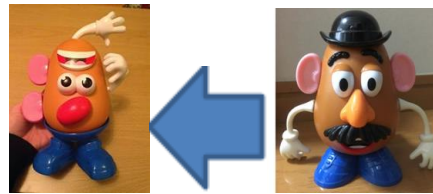


図 1 : ミスターポテトヘッドの変化

2. システム構成など

2.1 システム構成

2.1.1 システム全体とそれに伴う装置

本企画で作成する腕の再現、腕の表現方法を表 1 に示す。

表 1 : 再現装置概要

| | |
|-------------------|-----------------|
| 腕を取り外した際の腕消失感覚の提示 | 視触覚による腕の消失感提示装置 |
| 腕を取り付けた際の存在感の提示 | 重量提示装置 |
| 仮想空間内の体験画面 | 視聴覚提示装置 |
| 腕が動いている感の再現 | 筋電位提示デバイス |

システム構成図と全体概要ブロック図をそれぞれ図 2、図 3 に示す。

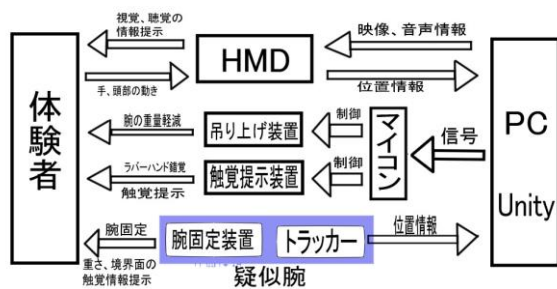


図 2：システム構成図

HMD およびマイコンは PC と接続されており、ソフトウェアとハードウェアが協調して動作するように設計する。また、吊り上げ装置や触覚提示装置はマイコンの制御によって体験者に感覚の変化を提供する目的で使用する。

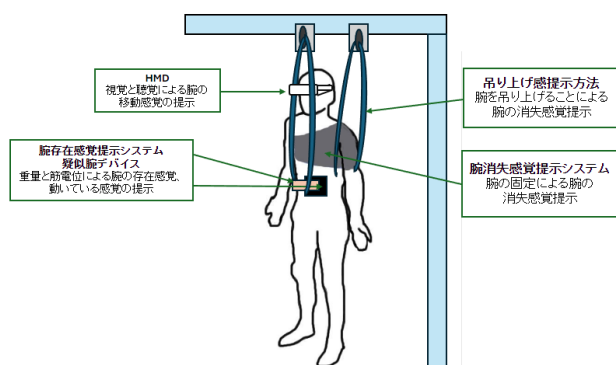


図 3：システム全体図

2.2 システム概要

2.2.1 腕消失感提示システム

本企画において重要な腕を移動させた際に起こる腕の消失感の再現システムの詳細をここに記す。消失感を再現する箇所は腕の肩から肘までの部位を消失させるものとする。肩から肘にかけてを消失する際、その個所の動きによる部位の認知を防ぐ必要がある。よって、腕から肘にかけてを完全に固定し、動かさない状況を作り腕の存在を知覚させないようにする。固定方法は肘から下を自由に動かせるようにするために上行麦穂帯固定方法を参考にした。また、体験者はあらかじめ移動させたい個所に疑似腕再現デバイスを装着する。そして固定された腕を徐々に上に吊り上げ腕を支えていき、最も脱力できる角度まで釣り上げる。それと共に、事前に取り付けた疑似腕再現デバイスの重さを変化させる。画面上では、腕が吊り上げられる、疑似腕デバイスが重くなると同時に、腕デバイスを取り付けた箇所から徐々に腕が生えてくる映像を提示する。また、疑似腕の位置の読み取りはトラッカーを使用する。体験者は HMD 上に表示された VR ハンドを自分の腕と認識してもらうため、身体所有感の再構築と位置覚の精度を曖昧にするためにラバーハンド錯覚を参考にした体験をしてもらう[5]。以上の視覚、触覚によるアプローチからあたかも腕が消失し、腕が移動している感の再現を試みる

2.2.2 腕存在感提示システム

腕の存在感を出すためには、疑似腕を取り付けた箇所から腕が生えてくる感覚の再現と、その腕が動いている感覚の再現が必要になる。そこで、重さの変化と視覚情報によるアプローチで腕の存在感の再現に挑む。

腕が生えてくる感覚の再現方法として疑似腕デバイスと体験者の腕にかかる力の変化を利用する。そのために、体に取り付けた吊り下げられている疑似腕デバイスの滑車の紐を徐々に緩めて重みを出し、あたかも疑似腕が取り付けられた箇所から生えてくるような感覚を提示する。滑車の制御にはマイコンを使用する。

次に、腕が動いている感覚の再現方法として、疑似腕デバイスの根元に取り付けた筋電位センサーを使い、筋肉の力み具合を読み取る。力が入れれば滑車を引き上げ、力が抜ければ滑車を回して下げるといった重さの変化を行う。これにより、取り付けられた箇所から自分の意志で腕を動かす感覚を再現する。

2.2.3 吊り上げ感提示システム

体験者の腕を吊り上げる際、吊り上げの角度によって感覚が変化することが予備実験で分かった。脇と腕の角度が 90 度の場合 (図 5)、肩に違和感があり腕の消失感覚がうまく提示できない。予備実験により、約 70 度の角度が脱力感の評価が高く、違和感を低減させることが分かった。よって、その角度で腕を吊り上げ、その状態を維持する (図 6)。また、吊り上げる際に装置と腕の間に布や板を挟み、接触面積を広くすることで違和感を軽減する。



図 4：肩の上行麦穂帯

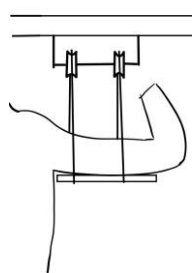


図 5：90 度のつり上げ

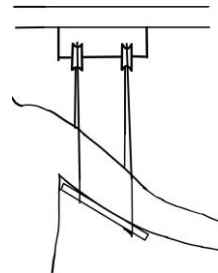


図 6：解剖学的正位状態

2.2.4 疑似腕デバイス

体験者は、あらかじめ移動させたい位置に疑似腕デバイスを装着する。疑似腕は滑車によって吊り下げられており、装着した箇所の筋電位センサーが体験者の動きを読み取る。マイコンを通して滑車が操作され、疑似腕の重さに変化する仕組みである。これにより、取り付けられた箇所から腕

が動いている感覚を再現する。

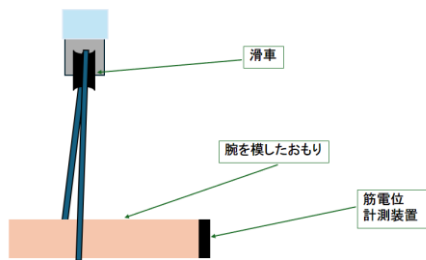


図7：疑似腕デバイス

3. 体験の流れ

体験者はまずHMDを装着する。その後、腕を図4の通りに固定し、腕を移動させたい場所を決め、疑似腕を取り付ける。この時点では、疑似腕は吊るされているため重量は感じない。体験が始まると腕を吊るす力が強くなり、同時に疑似腕を吊るす力が弱くなる。その間、画面上では存在しなかった腕が疑似腕を取り付けた個所から腕が徐々に生えてくる。生えてきた後、ラバーハンド錯覚を使って位置覚の精度を下げ、画面上に表示された腕の身体所有感を高める[5]。その後、体験者はVR空間内で弾を受け止める体験を行う(図8)。弾は体験者の少し遠いところを飛んでおり、従来の体では取れない位置にある。そこで、体験者は自分の腕を取り、好きな位置につけることで弾をとれるようになる。

この体験を通じて、体験者には非現実的な感覚を味わってもらい、体験は終了する。

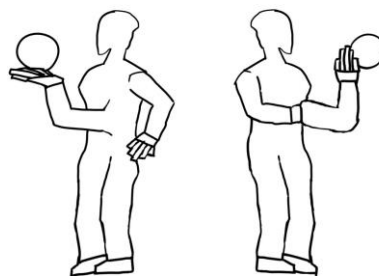


図8：体験画面のイメージ図

4. まとめ

本企画では、腕を取り外し、好きな箇所に装着するという身体改造を体験可能にした。また、その際に起こる身体消失感と身体存在感を様々な感覚刺激を使い疑似的に再現することに挑戦した。これにより現実ではありえない体の変化を感じる斬新な非現実体験を提供する。

参考文献

- [1] アニメ漫画の影響 [Vol3-9.pdf \(nakamura-u.ac.jp\)](https://www.nakamura-u.ac.jp/vol3-9.pdf)
- [2] [光学迷彩2.0 : 透明化する自己像を見る体験の設計\(<特集>複合現実感5\) \(jst.go.jp\)](https://www.jstage.jst.go.jp/article/psychono/40/1/40_40.5/_pdf)
- [3] 身体拡張 多腕人間方式 https://www.jstage.jst.go.jp/article/psychono/40/1/40_40.5/_pdf
- [4] [独立した余肢の身体所有権:探索的研究 |サイエンティフィックレポート \(nature.com\)](https://www.nature.com/articles/nature19111)
- [5] 見えない長い腕：四肢先端の視覚運動 https://www.jstage.jst.go.jp/article/tvrsj/24/4/24_351/_pdf/-char/ja
- [6] 手の身体所有感覚とラバーハンド錯覚 https://www.jstage.jst.go.jp/article/sobim/39/2/39_69/_pdf/-char/ja