

VR 体操： VR 仮想身体への一体感を得るための準備動作儀式の検討

下谷航希^{†1} 渡邊恵太^{†1}

概要：VR 空間において、実世界の身体と仮想身体との姿勢が、必ずしも一致しているとは限らない。そのため、実世界の身体を操作するように仮想身体を扱うと、仮想身体の動きに対して不一致を感じる。そこで、仮想身体の動きに慣れ、仮想身体を適切に扱う準備を行う必要がある。本研究では適切な仮想身体への知覚を獲得するための汎用的な準備運動として、VR 体操を提案する。VR 体操は HMD 内のインストラクタの指示のもと、BGM に合わせて身体を動かす体操である。

1. はじめに

VR 空間では、様々な仮想世界を見渡すだけでなく、自身の身体も仮想化し、VR 空間を体験することが可能である。この仮想身体は、人型のみならず動物型や未知の生物の姿に変化する。これまでに、HMD を装着しコウモリやトラ、蜘蛛になりきる研究[1]や、ロボットや兵器に憑依する一人称シューティングゲーム[2]が存在する。しかし、これらの仮想身体は実世界の身体とは異なる姿をしているため、まずは仮想身体の扱いに慣れる必要がある。

慣れという点で、スポーツやビデオゲームでは準備運動を行う事がある。スポーツでは準備運動を行い、筋肉を解し身体のパフォーマンスを高めたり、怪我を予防したりする。ビデオゲームにおいては、ゲーム内カメラの動きと指の動きを一致させるために、コントローラのスティックを左右に振る動作や銃の試し打ちなどを行うことがある。

そこで本研究では、適切な仮想身体への知覚獲得のための基本動作「VR 体操」を提案する。VR 体操とは、VR 利用開始時に仮想身体に適した知覚システムを手に入れるための準備運動セット（儀式）である。この体操により、仮想身体への身体所有感や行為主体感を高めることを狙う。

2. VR 体操

VR 体操とは、実世界の身体に適合した身体知覚を、仮想身体に適した知覚システムに変化させる運動である。ユーザは HMD を装着し、音声と HMD 内のインストラクタの動きに合わせて体操を行う（図 1）。今回の VR 体操には、HMD に Oculus Quest[3]、コントローラに 2 つの Oculus Touch[4]、BGM にはラジオ体操第一[5]を使用する（図 3）。ラジオ体操第一は、国内では広く知れ渡った体操であり、競技の前にも行うことも多く、今回の「VR 没入前の実施」という点で共通性がありイメージしやすいため採用した。



図 1 VR 体操を行っているユーザとインストラクタ

2.1 VR 体操の特徴

一般的に体操は、筋肉の柔軟性向上を目的としている。VR 体操では仮想身体における身体と知覚の関係性の把握を目的としている点が特徴である。そのため、動かすことと知覚することに注目した運動セットを行う（図 2）。

2.2 体操の流れ

VR 体操ではラジオ体操の音楽に合わせて次の 12 種類の運動を行う。それぞれ運動についての説明とこの運動の理由について述べる。

1) 実世界の障害物を確認する運動

【動作】手を大きく動かして、周囲の物体にぶつからないか確認を行う。**【目的】**VR コンテンツを楽しむ前に部屋を中心に移動し、他の人にぶつからないかを確認することがあるため、最初にこの運動を導入することで安全に VR コンテンツを楽しめるようにする。

2) 腕の長さとの C/D 比を確認する運動

【動作】数字のついたボールが出現し、音声で指示された数字のボールに触れる（図 4）。この動作を右手で 4 回、左

^{†1} 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科 Department of Frontier Media Science, School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University

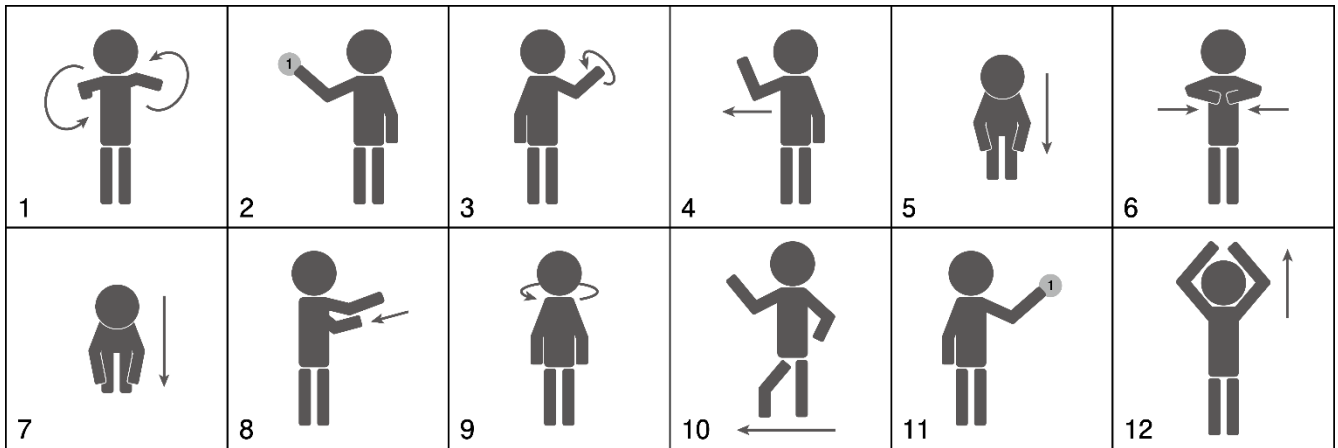


図 2 VR 体操

手で 4 回行う。【目的】仮想身体によって身体の長さや大きさが異なる場合がある。またコントローラのモーションに対して仮想身体の動きの速さが異なる場合 (Control/Display 比) がある。これらの感覚をつかむために行う。

3) 手首の動きを同期する運動

【動作】右手で 4 回時計回りに手首を回し、4 回反時計回りで手首を回す。同様の動作を左手でも行う。【目的】Oculus Quest や VIVE などの HMD は手のトラッキング可能なコントローラがセットである。実世界の手が持つコントローラの動きと、仮想身体の手動きの関係性を把握する。

4) 肘の曲がり具合を把握する運動

【動作】右腕を伸ばした状態から肘を内側に曲げる。この動作を右手で 4 回、左手で 4 回行う。【目的】一般向けに販売している VR コントローラの仮想身体のトラッキングポイントは手先になる。そのため腕の関節の動きは補完的になることが多い。この際のトラッキング感や手や腕の曲がり方を体得する。

5) 膝の曲がり具合を把握する運動

【動作】両膝に両手を置き、両膝を同時に曲げる。これを 4 回行う。【目的】膝の動きを確認するために行う。膝の動



図 3 VR 体操を行っている実世界の様子
(肘の曲がり具合を把握する運動)

きはトラッキングできる場合とできない場合がある。一般向けに販売している VR コントローラで脚の動きを細かく取るには、オプションで別途モーショントラッカを取り付ける場合がある。それが無い場合は HMD の上下移動をトラッキングし、それに基づき膝を補完的に曲げる。この動き方を確認する。

6) 手の長さや厚みを把握する運動

【動作】両手の位置を肩幅程度に離し、指先の位置を確認しながら、左右の手を徐々に近づける。両手の指同士が触れない限界まで近づけ、その後両手を肩幅程度まで離す。これを 4 回行う。【目的】手は比較的細かく動かせることが多いが、手の厚みが変わることによって、把持する感覚が変化し、うまく把持できないことが起こり得るため、これに慣れる。また、両手が接触するとコントローラが振動する。これにより、手同士の衝突判定の感覚を体得する。

7) 身体が前にどのように曲がるかを把握する運動

【動作】姿勢を正した状態から両手を足先方向に向けて、できる限り伸ばす。その後姿勢を正した状態まで戻す。この一連の動作を 4 回行う。【目的】どれくらい仮想身体が前に曲がるのかを確認する。また仮想身体が前屈状態になったときに上半身が下半身に対してどのような衝突判定になっているかや、そこからの背後方向への視界を確認する。

8) 仮想身体の縁取りを把握する運動

【動作】仮想身体の左半身の頭上に右手を置き、左半身の肩、指先、脇、腰、膝、足先、膝、股の順に身体をなぞる (図 5)。各部位への移動は 1 小節かけて行う。その後、右半身の頭上に左手を置き、右半身の部位を同様の順番でなぞる。【目的】仮想身体の輪郭を意識し、環境と身体境界を認識する。

9) 首の動きを同期する運動

【動作】首を時計回りでゆっくり 2 回回し、頭の動きの同期を把握する。その後反時計回りで 2 回首を回す。【目的】頭部のトラッキングの可動範囲や頭部回転時の視界を確認する。

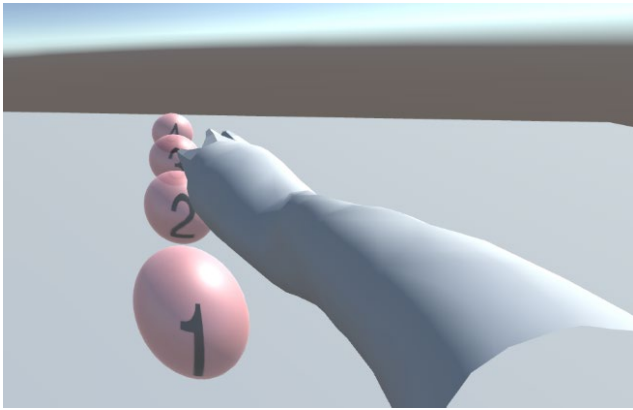


図 4 数字のついたボールに触れる運動

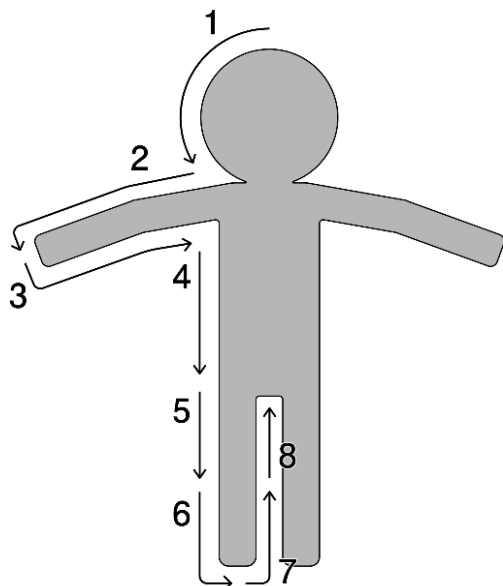


図 5 右手使用時の全身の輪郭をなぞる運動

10) 移動幅を測る運動

【動作】体全体を右に2歩動かし、仮想世界での移動幅を把握する。その後2歩左に動き、元の位置に戻る。同様に左に2歩移動し、その後右に2歩戻る。【目的】仮想身体がどのような歩行運動を行うのかを確認する。また移動スピードや歩幅を体得する。

11) 腕の長さとおC/D比を確認する運動

【動作】上記の“腕の長さとおC/D比を確認する運動”と同様の内容を行う。【目的】絶対的な位置間隔で置かれたボールに対しての距離感を再度測ることで、実身体と仮想身体の適合度を把握する。

12) 手が届く高さを把握する運動

【動作】両手を頭上で組み、頭の位置からできるだけ高い位置まで両腕を伸ばす。その後頭の位置まで両腕を戻す。これを4回行う。【目的】高さ方向に対する手の長さや、地面などの奥行き勾配情報がないような空方向への身体感覚を確認する。

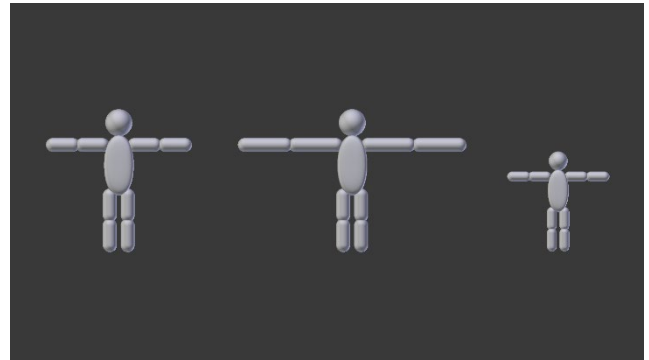


図 6 3パターンの仮想身体：左から実世界の身体と同等のサイズ、両手が長いサイズ、実世界の身体より小さいサイズ

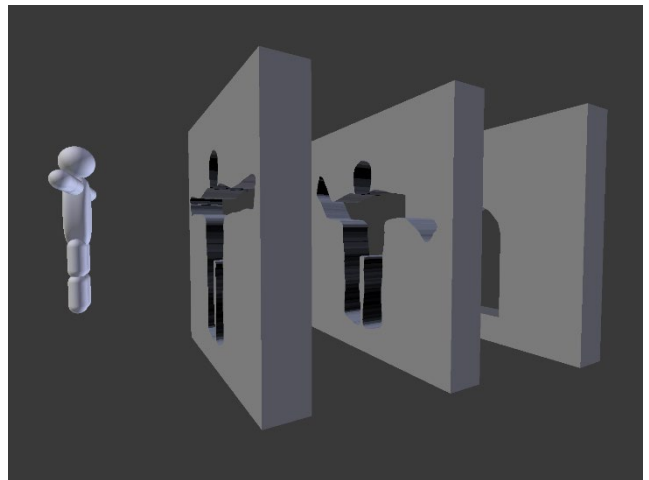


図 7 壁を通り抜けるタスク

3. 考察・議論

3.1 仮想身体の種類

今回の試用では、実世界の身体と同等の形状とサイズの仮想身体と、両手が実世界の身体より長い仮想身体、全身が実世界の身体より小さい仮想身体の3パターンを用意した(図6)。今回は人間の身体に基づく体操を設計したが、身体の形状が四脚の動物のような場合は異なる体操の設計が必要になる可能性がある。一方で、VR体操のコンセプトとしては、できればどんな仮想身体形状であってもこの体操をすれば仮想身体の手所有感やコントロール感を得られるようにしていきたい。その都度、仮想身体ごとに体操が異なると、それを行うための学習が個別に必要になってしまう。

3.2 評価手法の検討

今回はVR体操のコンセプトと動作や目的の紹介が中心であるが、VR体操の評価も検討していく。たとえば評価手法には、特定の姿勢を維持していると通り抜けることができる壁(図7)が考えられる。この壁に空いた身体のパーズは数パターン存在し、壁に空いた穴のシルエットの姿勢を

行うことで、壁を通り抜けることができる。VR 体操の前と後に、この壁抜けタスクを課すことで、仮想身体知覚の取得度合いや一体感度合いを評価する。他にも身体全体を使ったスポーツやゲームを用いてパフォーマンスを評価することを検討する。

3.3 VR と身体性

VR 空間において仮想身体を変形させることで、実際の身体では得られないような擬似的な体感、感触を提示する研究がある。

石原[6]らは、ユーザが両手で持ったポールを前後に引っ張り、腕が伸縮する映像を HMD に提示することで、ユーザに腕が伸びる感覚を与えている。また安楽[7]らは、脚が収縮する方向に負荷をかけることで、脚の伸縮感覚を生み出している。これらの研究では、腕や脚といった特定の部位にしか身体感覚の変化ではあるものの、仮想身体を視覚的に特殊な変形をもたらすだけで、身体感覚は多様に変化することがわかる。これら研究は意図的にその感覚変化を狙ったものであるが、こうした手法がたとえば繰り返しの運動によって慣れるものなのかは VR 体操を考察する上ではヒントになるだろう。

3.4 デファクトスタンダードな VR 体操は設計可能か

仮想身体や知覚システムによって体操の種類が同じでよいかは課題である。また、今回デバイスについては Oculus Quest と左右 2 つの Oculus Touch コントローラを用いた。そのため、脚や腰など全身のトラッキングは行っていない。今後他の VR デバイスでも特性を調査し、デバイス非依存な汎用性の高い VR 体操の設計していく。

VR 体操では、スポーツの前にはラジオ体操で準備運動というような、身体と一体感を得るための汎用的なデファクトスタンダードとなるような運動を目指す。

3.5 BGM やインタラクション

今回の試用ではラジオ体操を使用しているが、リズムや長さが適切であるかどうかは課題である。体操中の楽しさやコンテンツ性、エンタテインメント性も考慮するのが望ましい。これにより運動セットの覚えやすさ、楽しさなどが変わり親しみやすさに影響する可能性がある。

4. おわりに

VR 空間における仮想体験が広まっている。これにより、仮想身体に乗り移り仮想世界を体験することができる。しかし、この仮想身体は実世界の身体と異なる大きさや姿をしているため、仮想身体の動かし方に慣れる必要がある。

本研究では、VR 体操という仮想身体に適した知覚システムの取得方法を提案した。VR 体操とは、VR コンテンツによりよく没入するためのプロセスである。この体操は、すべての VR 空間上の動きに対して高い一体感を得ることができる、汎用的な体操である。引きつづき、全身トラッキングや最適な体操 BGM の作成などを検討していく。

参考文献

- [1] Andrey Krekhov, Sebastian Cmentowski, Jens Krüger, “The Illusion of Animal Body Ownership and Its Potential for Virtual Reality Games”, 2019 IEEE Conference on Games
- [2] High Voltage Software, Inc., Damaged Core, https://www.oculus.com/experiences/rift/660396644063513/?locale=ja_JP (参照 2019-12-09)
- [3] “Oculus Quest”, https://www.oculus.com/quest/?locale=ja_JP (参照 2019-12-13)
- [4] “Oculus Touch”, https://www.oculus.com/rift/accessories/?locale=ja_JP (参照 2019-12-13)
- [5] かんぼ生命, ラジオ体操・みんなの体操, <https://www.jp-life.jp/post/index.html> (参照 2019-12-09)
- [6] 石原由貴, 森光洋, 室田ゆう, 小鷹研理, HMD を介したポールを引っ張り合うことによる腕が伸縮する感覚の誘発 (エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2017)
- [7] 安楽大輝, 森光洋, 小鷹研理, Elastic Legs Illusion – 脚を長く伸ばす体操 (インタラクション 2019)