



## 二人三腕脚

Cooperate arm and leg.

原田直人<sup>1)</sup>, 窪田陽聖<sup>1)</sup>, 内勇登<sup>1)</sup>, 市原太一<sup>1)</sup>, 城戸双汰朗<sup>1)</sup>, 菊川祥永<sup>1)</sup>  
山本涼夏<sup>1)</sup>, 中村廉<sup>1)</sup>, 森岡茉莉子<sup>1)</sup>, 中原田夏音<sup>1)</sup>, 森有希<sup>1)</sup>, 福島百葉<sup>1)</sup>

Naoto Harada, Yosei Kubota, Yuto Uchi, Taiti Ichihara, Soutarou Kido, Shouei Kikukawa  
Ryouna Yamamoto, Ren Nakamura, Mako Morioka, Kanon Nakaharada, Yuki Mori, and Momoha Fukushima

1) 熊本県立大学 総合管理学部 (〒862-8502 熊本市東区月出 3-1-100, g2030206@pu-kumamoto.ac.jp)

**概要:** 本作品は2人で行うパーツ交換型のVR体験を可能にする。VR空間上には、二体のアバターが存在し、それぞれ別の部屋から脱出してプレイヤー同士が対面することを目標に各課題にチャレンジする。現実のユーザらは、一部パーツが交換された状態で課題をクリアする必要がある。例えば、正しい操作対象のアバターの景色が見えるのではなく、協力している相手ユーザの操作対象となるアバターの景色が見えており、場合によっては、片手・片足も交換して操作しなければならない。難易度の異なる複数のステージをクリアしていくごとに元のアバター操作が可能なパーツに戻る。課題難易度は上がっても最終的には操作が完全に正常化するため、自由な操作体験を獲得する開放感と互いに協力することで生じる信頼感が得られる作品である。

**キーワード:** 行動・認知, パーツ交換, 移動感覚

### 1. はじめに

二人三脚は日本の運動会でメジャーな競技であり、経験者も少なくはないだろう。従来の二人三脚では、ペアとなる走者の足首に紐やベルトで固定し、二人で同時に歩幅を合わせてゴールを目指す必要がある。そのため、相手の動きに合わせる事が難しい競技である。本作品では、VRの特性を活用し、二人三脚を拡張した二人三腕脚を実現する。本作品の特徴は、もう一方のVR体験者の操作対象となるVRアバターの体の一部を入れ替え、その移動の困難さ、人間のタスク処理能力をみることにある。人間の持つ各パーツを協調的に動かすことを目的とした新感覚VRである。さらに、ミラーリング機能を導入することで、逆さ眼鏡の状態にすることで、視覚と環境への適応について人間の未知数な順応力にも着目する。

### 2. 関連研究

ユーザ自身の手足を入れ替えるVR体験として、体験者が座った状態で手を動かすと、VR内の足を操作でき、反対に、足でVR内の手を操作するIVRC作品がある[1]。また、文献[2]のように二人のVRユーザの視覚を入れ替える体験を提供する作品がある。この体験は二人のユーザA・Bが、バッテリー内蔵の羽を背負い、カメラ付きのヘッドマウントディスプレイ(HMD)を装着して行う。ユーザAのHMDから見える景色は、ユーザBのHMDのカメラから見える景色で、ユーザBにはその反

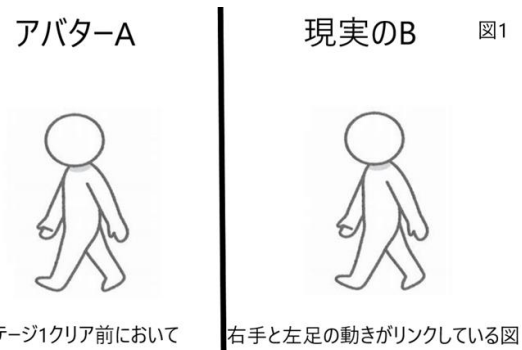


図 1: アバターと体験者の動きの例

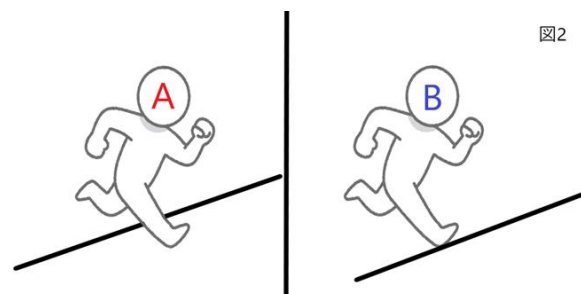


図 2: 体験者同士の動きの例 1

の景色となる。これらの関連研究と本作品との違いは、文献[1]では、一人のユーザが手と足の操作の入れ替えを行っている点に対して、本作品では二人のユーザが片手・片足を入れ替えていることが挙げられる。また、文

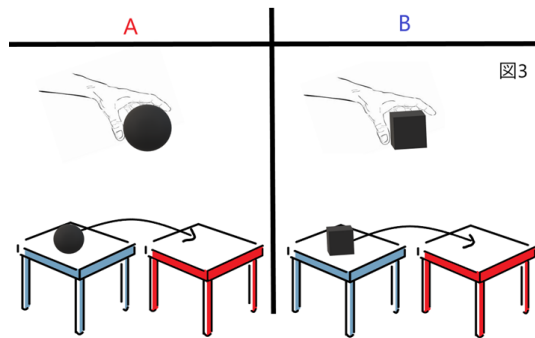


図 3: 体験者同士の動きの例 2

献[2]では、視聴覚の交換であるの対して、本作品では、体のパーツを一部交換することが挙げられる。

### 3. 体験内容

本作品は、二人で協力する VR 体験であるため、両者がヘッドマウントディスプレイ (HMD) を装着し、同時に Vive トラッカーを手足に付けることで、位置情報を取得する。両者は、図 1～図 3 に示す簡単な課題をクリアすることを目的に VR で作業する必要がある。ただし、HMD による映像は視覚交換されており、一方の体験者 (ユーザ A) はもう一方の体験者 (ユーザ B) の操作対象となるアバター (アバター B) が見る空間が表示される。手足は、左手が一方のアバター (アバター A)、右手がアバター B のように左右で異なる。そのため、上手く動かせる体のパーツとそうではないパーツが混在し、(ユーザ A には見えないが) ユーザ A が左手を動かすと VR 内のアバター A の左手が動き、(ユーザ B はアバター A の様子が見えており、) ユーザ B が右手を動かすと VR 内のアバター A の右手が動く。その反対として、B が左手を動かすとアバター B の左手、A が右手を動かすとアバター B の右手が動くといった交換がなされる。図 1 は、交換した状態で足の交換時に取り組む課題である。歩く動作から始まり、図 2 のような白線を踏み・超える、図 3 のようなバーチャルオブジェクトを移動させるといった課題を与える。

さらに、逆さ眼鏡の要素を取り入れると、図 4 の場合では、本を開く・閉じる動作で、アバター A が左手でページを開く課題をクリアする際には、ユーザ B が右手でページをめくる動作をしなければいけない。これも反転されるが、ユーザ A とアバター A、そしてもう一方も見えていない本来のアバターの動きとユーザの動きが一致することになる。これを、図 5 のレバー操作、図 6 の飛ぶ・踏む動作といった課題を課す。上手く課題をこなすと、両者が同じ動きとなり、異なる課題を VR 内でクリアできる。しかしながら、タイミングがずれると課題をそれぞれでクリアできなくなるため、より元に戻すための協力が難しくなる。本作品は、両者が協調的に VR 空間へ順応し、タイミングを合わせて課題をクリアすることが、求められる。

課題をこなす中でパーツ交換の制限が変化する。例えば課題をクリアすると、手の操作が完全に戻る。この場合、アバター間の視覚が戻っていないため、ユーザ B がアバタ

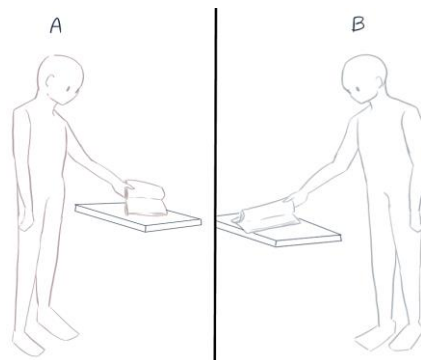


図 4: ミラーリング課題の例 1 (本を開く・閉じる)

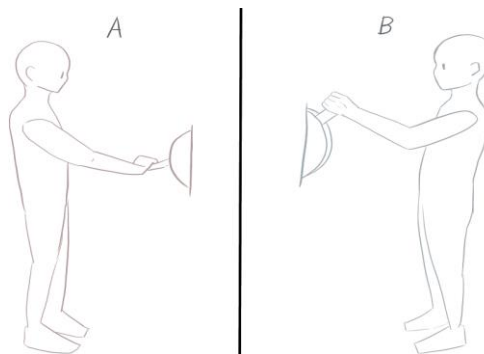
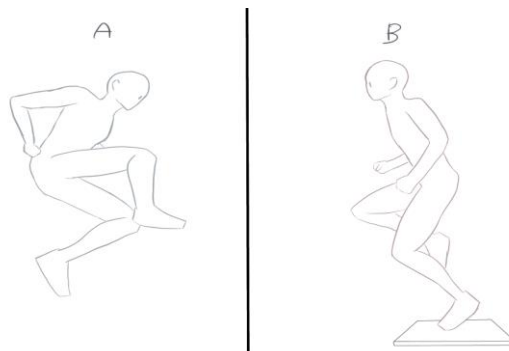
図 5: ミラーリング課題の例 2  
(レバーを下ろす・上げる)

図 6: ミラーリング課題の例 3 (飛ぶ・飛んで踏む)



図 7: 体験の様子

一 A の状況を確認しながら、ユーザ A に声をかけて課題を解決してもらうことになる。次に視覚を戻した場合、上半身の作業は問題なく動かせる状態となる。一方で、足は交換された状態のため、移動はお互いが声を変える必要がある。最後に足の操作が戻ると、完全にユーザとアバターが一致する。ステージ 1 では、簡単な課題で操作に慣れても

らい、ステージ2では、腕・手を使った課題では、ステージ3では、足のみを使った課題をそれぞれクリアしてもらう。これらが終わると追加ステージとして、ミラーリング機能が導入され、図4～図6の日常的な動きの課題に挑み、同様にクリアしてもらう。図7に体験の様子を示す。

## 参考文献

- [1] 奈良先端科学技術大学院大学：立つ手、歩い手。 , IVRC2017参加作品（2017）
- [2] 八谷和彦：視覚交換マシン（1993）