

VR 用匍匐移動インタフェースの提案と評価

小城結音¹ 植村匠¹ 尾島修一¹

概要: 現在の VR 空間での移動は VR コントローラーを使用した操作が一般的であるが、本来の人間の体の動かし方とは動作が大きく異なるため、没入感が阻害されてしまう問題がある。この問題に対してモーションキャプチャーを用いた NUI で没入感を向上する手法が存在するが、カメラ型、トレッドミル型、マーカー装着型など外部機器を必要とするものが主流である。そこで、本研究では HMD 単体のみで操作する手法を提案する。本研究では移動方法のうち匍匐移動を扱い、腕の動作を基に設計したジェスチャーを HMD の前面に搭載されているカメラで認識することで、VR 空間内を前進、後退、左右移動および左右の旋回の 6 方向に移動を行える手法を提案し、評価を行った。

キーワード: 仮想/人工/拡張現実, パーセプチュアルユーザインタフェース, 没入型インタフェース

Proposal and Evaluation of a Crawling Movement Interface for VR

YUTO KOJO^{†1} TAKUMI UEMURA^{†2}
SHUICHI OJIMA^{†3}

Abstract: Current movement in VR spaces typically relies on VR controllers, but this method differs significantly from natural human movement, hindering immersion. While motion capture-based NUI exists to improve immersion, mainstream solutions require external devices like cameras, treadmills, or marker-based systems. This research proposes a method operated solely by the HMD itself. This study focuses on crawling as a movement method. We propose and evaluate a technique enabling movement in six directions—forward, backward, left, right, and left/right rotation—within the VR space. This is achieved by recognizing gestures designed based on arm movements using a camera mounted on the front of the HMD.

Keywords: Virtual/Artificial/Augmented Reality, Perceptual User Interface, Immersive Interface

1. はじめに

パーソナルコンピューターやコンシューマーゲーム機の普及や高性能化に伴い、VR(Virtual Reality)はゲームやアトラクションといった没入体験を楽しむ娯楽技術として普及してきた。近年では気軽にリアリティのある体験ができる点から、リスクを伴う作業や再現が難しい手術や作業訓練といった用途でも用いられるようになり、エンターテイメント業界以外の業界でも扱われるようになった。また、コロナ禍を機にメタバース空間での交流やイベントも普及し、新たな社会的コミュニケーションの手段としても注目されている。

このように近年広がりを見せている VR に対して、Meta 社(旧 Facebook 社)や Apple 社といった世界的有名企業をはじめとした様々な企業が VR デバイスの開発に取り組んでいる。また、先にも述べた通り用いられる領域が広がったことで、体験できる場所や機会も増え、より世間に認知されるようになった。また、Meta Quest 3S のような比較的安価な HMD(Head Mount Display)が登場したことで、個人でも VR を導入しやすくなり、それに並行して VR コンテンツが充実していったことから、VR の利用者が増加している。

現在の VR コンテンツの操作方法としては、専用の VR コントローラーを用いるのが一般的である。しかし、コントローラーを用いた操作は、本来の人間の体の動かし方とは異なるため、没入感を損なうほか VR 酔いを引き起こす可能性もある。そこで現実に近い動作で操作を行える NUI(Natural User Interface)といった直感的に操作できる操作方法が求められている。

NUI 機器の例として、Virtuix 社の Omni One[1]といったルームランナー型のような機器や Sony の mocopi VR キット[2]のような装着型センサー、Microsoft の Kinect[3]のようなカメラ型のものがある。しかしどれも HMD とは別途用意しなければならず、コストがかかるほか機器を設置するスペースや使用する際の準備作業、適切な動作スペースの確保などが必要となる。

そこで本研究では、導入コストや動作・設置スペースなどを必要とせず、手軽に没入感のある VR 体験を得られるようにするため、HMD のみの機能を使用し、その場で自由に移動動作できるよう、NUI を使用した VR 移動動作入力手法の開発を目的とする。尾島、植村らはこれまでに HMD に搭載されたセンサーのみを用いた起立状態での歩行・走行、ならびにジャンプの NUI インタフェースに関する手法を提案している[4][5]。本研究ではこれらの次の動作対象と

¹ 崇城大学
Sojo University

して匍匐移動に着目し、検討を行った。

2. 提案手法

2.1 提案手法の概要

本研究では HMD に搭載されている機能のみを用いて、その場のジェスチャーで VR 内における匍匐移動を操作する NUI 手法を提案する。より具体的には、図 1 に示されているように、HMD の全面に搭載されているカメラで腕の動きを認識し、操作者の体はその場から動かない状態で VR 空間内のキャラクターを操作する。使用するジェスチャーは、人間が実際に匍匐移動する際の腕の動きをもとに設計されており、前進・後退・左右移動・左右旋回の計 6 方向の移動を可能にしている。

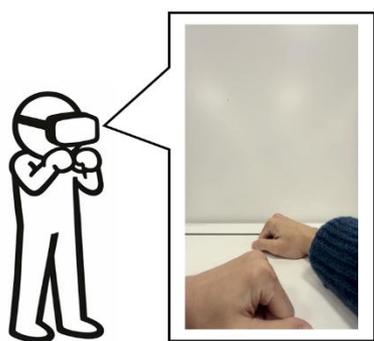


図 1 ジェスチャーによる移動操作のイメージ図

2.2 入力ジェスチャーについて

本項では前進、後退、左右移動、左右旋回の各入力ジェスチャーについて述べる。

2.2.1 前進

前進のジェスチャーの定義として、手の形は拳を握った形とし、手の向きは手のひらを下、親指側を顔に向ける向きとする。動作は図 2 に示すように、片方の手を奥から手前に、それと並行して他方の手を手前から山なりの弧を描くように奥に移動させる動作を以て 1 単位動作とし、動作成立の際に VR アバターを前進させる。なお、動作については右手が奥にある状態で開始する場合と左手が奥にある状態から開始する場合の 2 パターンがあり、この 2 パターンを交互に行うことで連続して前進を行うことができる。

右手が奥にある状態でのジェスチャーの様子を図 2 に、ジェスチャーの各時点における両手の状態を表 1 に示す。同様に左手が奥にある状態のものを図 3 ならびに表 2 にそれぞれ示す。

2.2.2 後退

後退のジェスチャーの定義として、手の形は拳を握った形とし、手の向きは手のひらを下、親指側を顔に向ける向きとする。動作は図 4 に示すように、片方の手を手前から奥に、それと並行して他方の手を奥から山なりの弧を描くように手前に移動させる動作を以て 1 単位動作とし、動作

成立の際に VR アバターを後退させる。なお、動作については右手が手前にある状態で開始する場合と左手が手前にある状態から開始する場合の 2 パターンがあり、この 2 パターンを交互に行うことで連続して後退を行うことができる。

左手が手前にある状態でのジェスチャーの様子を図 4 に、ジェスチャーの各時点における両手の状態を表 3 に示す。同様に右手が手前にある状態のものを図 5 ならびに表 4 にそれぞれ示す。

2.2.3 横方向への平行移動

平行移動のジェスチャーの定義として、手の形は拳を握った形とし、手の向きは手のひらを顔側、親指側を上に向ける向きとする。右方向への平行移動を例とした場合、動作は図 6 に示すように、両方の手を移動方向へと動かしたのち、元の位置に戻すよう反対方向に移動させる動作を以て 1 単位動作とし、動作成立の際に VR アバターを平行移動させる。なお、右手・左手の前後関係は問わない。

右方向への平行移動におけるジェスチャーの様子を図 6 に、ジェスチャーの各時点における両手の状態を表 5 に示す。左方向への平行移動においても同様に図 7 ならびに表 6 にそれぞれ示す。

2.2.4 旋回

旋回のジェスチャーの定義として、手の形は拳を握った形とし、手の向きは手のひらを下、親指側を顔に向ける向きとする。右方向への旋回を例とした場合、動作は図 8 に示すように、右手を右方向へと動かしたのち、元の位置に戻すよう反対方向に移動させる動作を以て 1 単位動作とし、動作成立の際に VR アバターを右旋回させる。なお、右手・左手の前後関係は問わない。

右方向への旋回におけるジェスチャーの様子を図 8 に、ジェスチャーの各時点における両手の状態を表 7 に示す。左方向への旋回においても同様に図 9 ならびに表 8 にそれぞれ示す。

3. 実験

3.1 実験目的

本実験では、ジェスチャーによる移動操作と VR コントローラーを用いた移動操作を比較し、VR における移動手法としての有効性の評価を目的とする。評価項目として操作性、正確性、身体的負荷、没入感、満足度の 5 つの要素で評価する。また、ジェスチャー操作時の操作者の体勢に対しても起立状態と着席状態の 2 つで実施し、上述の 5 つの要素について評価ならびに検討を行う。

3.2 実験環境

実験環境の全体図を図 10 に示す。HMD と動作 PC 間は有線または無線での接続が可能だが、本実験環境下では無線接続の方が安定するため、本実験は無線接続で行う。な

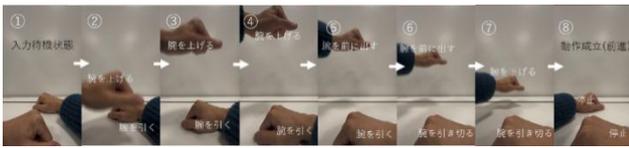


図2 前進ジェスチャー(左手前・右手奥始動)

表1 前進ジェスチャー(左手前・右手奥始動)

	左手の状態	右手の状態
①	手前にある	奥にある
②, ③, ④	腕を上げる	腕を手前に引く
⑤, ⑥	腕を前に出す	
⑦	腕を下げる	
⑧	腕を下げ切って停止	腕を引き切って停止



図3 前進ジェスチャー(左手奥・右手前始動)

表2 前進ジェスチャー(左手奥・右手前始動)

	左手の状態	右手の状態
①	奥にある	手前にある
②, ③, ④	腕を手前に引く	腕を上げる
⑤, ⑥		腕を前に出す
⑦		腕を下げる
⑧	腕を下げ切って停止	腕を引き切って停止



図4 後退ジェスチャー(左手前・右手奥始動)

表3 後退ジェスチャー(左手前・右手奥始動)

	左手の状態	右手の状態
①	手前にある	奥にある
②, ③, ④	腕を奥に出す	腕を上げる
⑤, ⑥		腕を手前に引く
⑦		腕を下げる
⑧	腕を奥で停止	腕を下げ切って停止



図5 後退ジェスチャー(左手奥・右手前始動)

表4 後退ジェスチャー(左手奥・右手前始動)

	左手の状態	右手の状態
①	奥にある	手前にある
②, ③, ④	腕を上げる	腕を奥に出す
⑤, ⑥	腕を手前に引く	
⑦	腕を下げる	
⑧	腕を下げ切って停止	腕を奥で停止



図6 横移動(右)ジェスチャー

表5 横移動(右)ジェスチャー

	左手の状態	右手の状態
①	静止	
②, ③	腕を右へ動かす	
④	腕を左へ動かす	
⑤	静止	



図6 横移動(左)ジェスチャー

表6 横移動(右)ジェスチャー

	左手の状態	右手の状態
①	静止	
②, ③	腕を左へ動かす	
④	腕を右へ動かす	
⑤	静止	



図8 右旋回ジェスチャー

表7 右旋回ジェスチャー

	左手の状態	右手の状態
①	停止	停止
②, ③		腕を右へ動かす
④, ⑤		腕を左へ動かす
⑥		停止

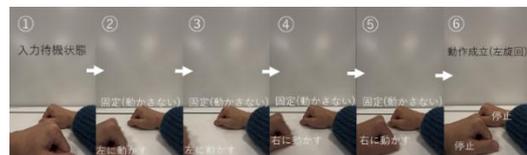


図9 左旋回ジェスチャー

表8 左旋回ジェスチャー

	左手の状態	右手の状態
①	停止	停止
②, ③	腕を左へ動かす	
④, ⑤	腕を右へ動かす	
⑥	停止	

お充電不足による機能低下を防ぐため、動作 PC、HMD、VR コントローラーの充電は 50%以上を維持する。また被験者の安全を確保するため、実施場所は 2m×2m 以上かつ範囲内に障害物がない場所とする。本実験で用いる実験機器については表 9 に示す。

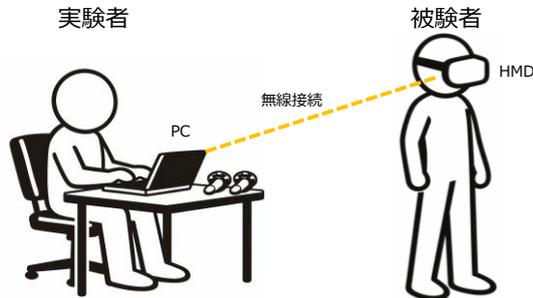


図 10 実験環境の全体図

表 9 実験に使用した機器

PC	OS	Windows11 Home Edition
	CPU	AMD Ryzen 9 5900HS with Radeon Graphics
	GPU	NVIDIA GeForce RTX 3060 Laptop GPU
	RAM	16.0GB
使用する HMD		Meta Quest Pro
使用する VR コントローラー		Meta Quest Pro 付属品
開発エンジン		Unity(ver.2022.3.36f1)
使用 SDK	Meta XR Core SDK (ver.81.0.0)	
	Meta XR Interaction SDK (ver.81.0.0)	

3.3 実験条件

本実験は以下の条件の下で実験を行った。

- ・ 実験用システムはジェスチャーと VR コントローラー両方で操作できるものとする。
- ・ 操作内容はジェスチャーと VR コントローラーで同様のものとする。
- ・ キャラクターは伏せた状態で固定し、被験者の姿勢に影響されないものとする。
- ・ 実験に用いる実験ステージは全ての操作手法で同一のものを使用する。
- ・ ユーザー間で差が出ないように事前説明と練習時間を設ける。
- ・ 実施場所は 2m×2m 以上で範囲内に障害物がない場所とする。
- ・ 充電不足によるスペック低下を防ぐため動作 PC、HMD、VR コントローラーの充電は常に 50%以上を維持するものとする。

3.4 実験内容

3.4.1 実験の流れ

本実験の流れを以下に示す。

- ① 事前説明：10 分
- ② VR コントローラーとジェスチャーの操作練習：それぞれ 15 分
- ③ 実験：55 分
 1. VR コントローラーでの操作(着席状態)：5 分
→ 休憩(アンケートの実施)：10 分
 2. 起立状態でのジェスチャー操作：10 分
→ 休憩(アンケートの実施)：10 分
 3. 着席状態でのジェスチャー操作：10 分
→ 休憩(アンケートの実施)：10 分
- ④ 終了

①事前説明では被験者に対して本実験の流れ、注意事項、各種操作の説明、実験に用いるステージの説明を行う。なお③実験の「2. 起立状態でのジェスチャー操作」と「3. 着席状態でのジェスチャー操作」は疲労によるアンケート結果の偏りを防止するために、被験者によって順序を入れ替えるものとする。またアンケートは各動作終了後の休憩時間に実施する。

3.4.2 練習ステージと実験ステージの説明

本実験で用いる練習ステージを図 11 に、実験ステージの全体像を図 12 に示す。

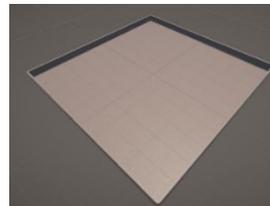


図 11 練習ステージ全体像

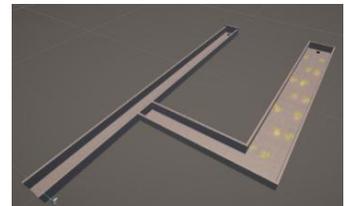


図 12 実験ステージ全体像

練習ステージでは、壁に囲まれた広い空間内で、被験者に VR コントローラーによる操作とジェスチャーによる操作(前進、後退、左右移動、左右旋回)をそれぞれ実施させ、操作に慣れさせる。実験ステージは全ての移動操作を実施できるように設計されており、被験者は図 13 に示す移動ルートに沿って移動する。

移動ルートは、まずスタート地点から通路の奥にある黒い箱まで前進を行う。すると図 14 に示すように最初は閉じていた壁が開き、通れるようになるため、後退を使用して壁が開いた分岐点まで移動する。分岐点まで来たらその場で右旋回を行い、通路を前進。通路の突き当たりまで来たら左旋回を行う。最後の直線には、図 15 に示すように障害物(炎)が設置されているので、黒い矢印のように左右横移動を使用して障害物を避けながら前進を行い、通路の奥にある黒い箱までたどり着けばゴールとなる。

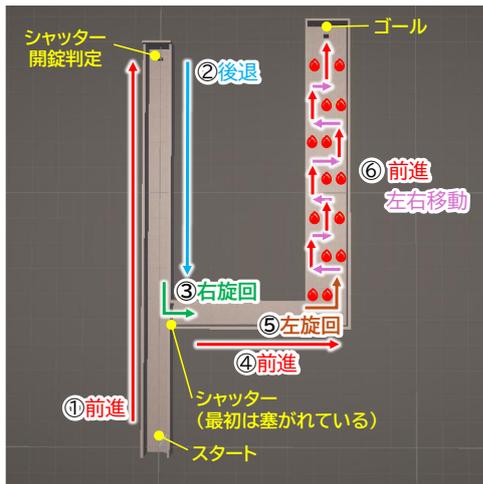


図 13 実験ステージの移動ルート

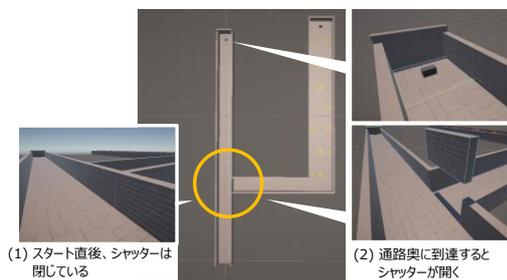


図 14 シャッターギミックの解説

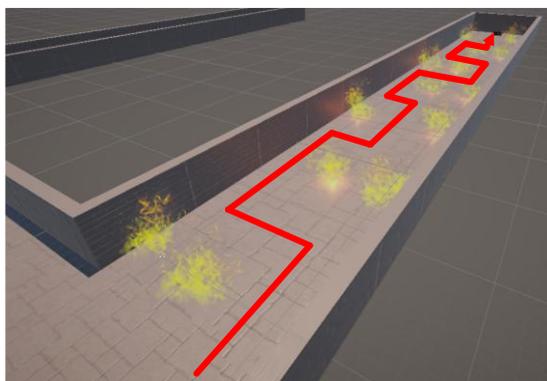


図 15 左右移動エリアの解説

3.4.3 評価方法

本実験の主観的評価はユーザーアンケートによって行う。操作性、正確性、身体的負荷、没入感、満足度の5つの項目について回答してもらい、その結果によって、提案手法であるジェスチャーによる移動操作と従来手法であるVRコントローラーを用いた移動操作を比較し、どちらの手法がVRにおける移動手法として適しているのか評価を行う。また、ジェスチャー操作時、現実空間における起立と着席の2つの体勢が没入感に与える影響の比較を行う。

ジェスチャーの認識精度の評価では、まず練習エリアで被験者に各移動操作（前進、後退、左右移動、左右旋回）に慣れさせた後、各移動動作を10回連続で行わせ、その10

回の動作のうち何回誤認識したか、もしくは無反応であったかを記録する。最後に全ての被験者の結果を統計した成功率で評価する。

3.5 実験結果

本研究では男性5人、女性1人の計5人の被験者に対して実験を行った。本節ではその実験結果について述べる。

3.5.1 アンケート結果

一部抜粋したアンケート調査結果を図16~20に示す。またアンケートの評価平均値を示した結果を表10に示す。

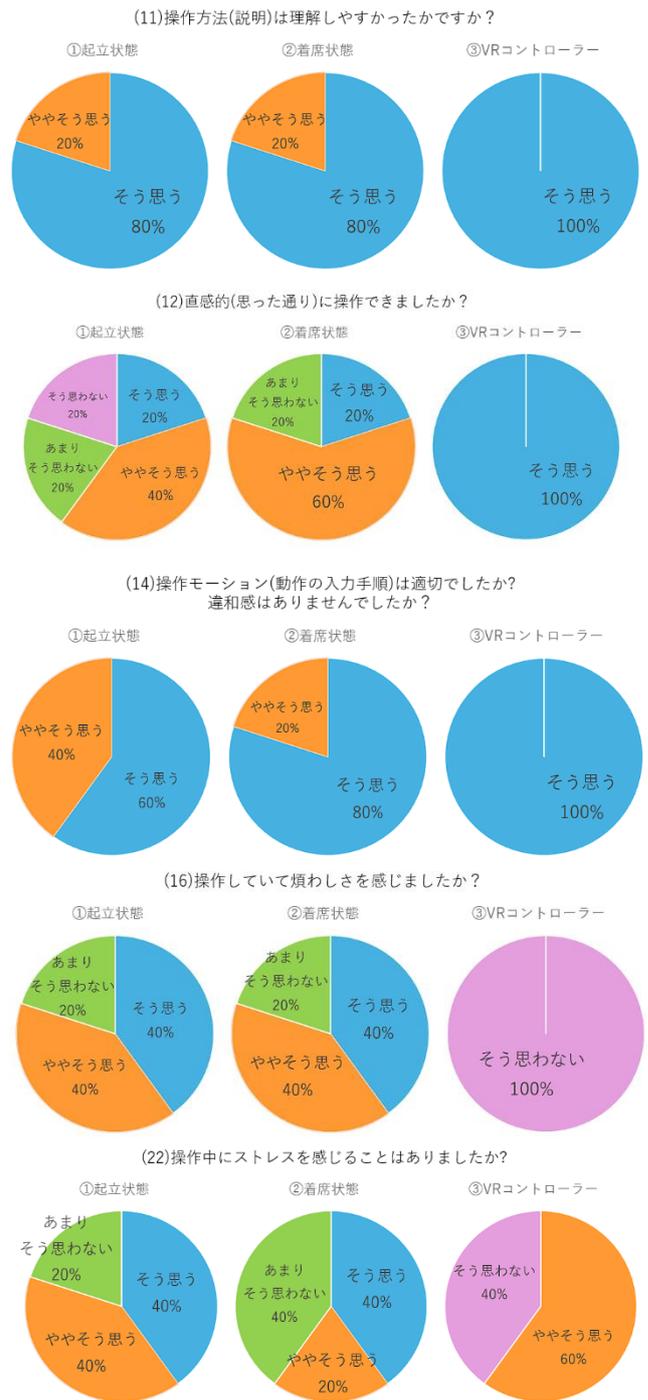
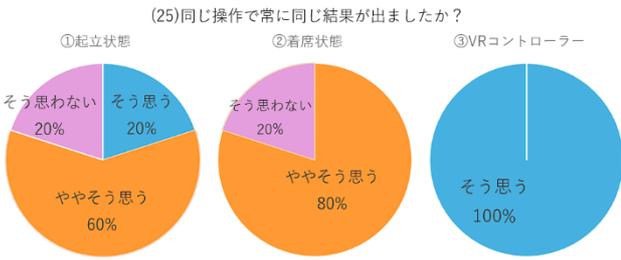
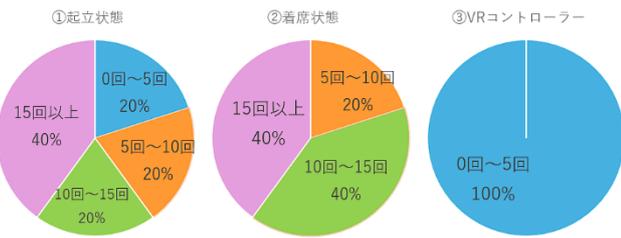


図 16 操作性に関するアンケート結果



(26) ジェスチャーを行ってもキャラクターが移動しないことはありましたか？
 移動しなかった場面があればその頻度に応じて下記の番号を記入してください。
 1. 15回以上 2. 10回～15回 3. 5回～10回 4. 0回～5回



(27) 誤認識はありましたか？
 誤認識があればその頻度に応じて下記の番号を記入してください。
 1. 15回以上 2. 10回～15回 3. 5回～10回 4. 0回～5回



図 17 正確性に関するアンケート結果

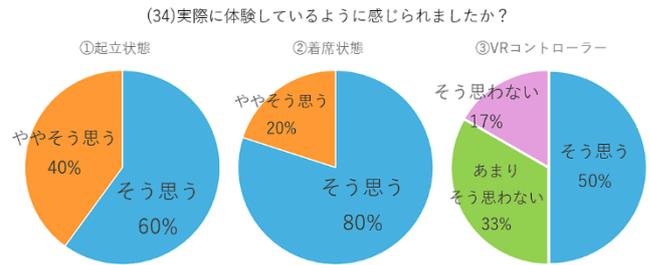


図 19 没入感に関するアンケート結果

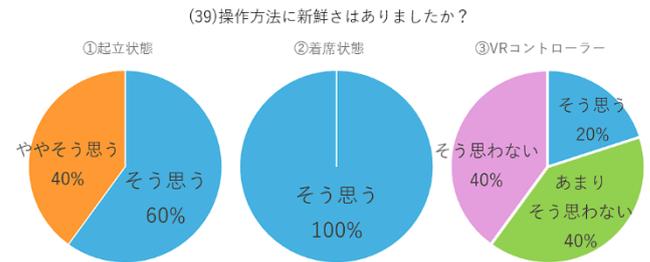
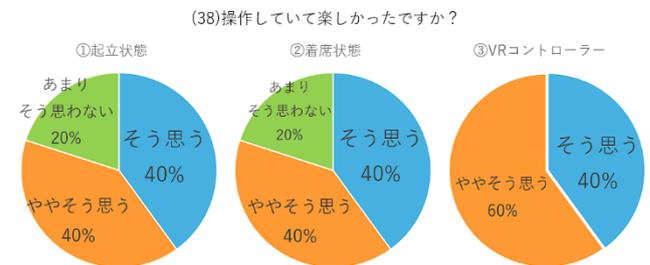


図 20 満足度に関するアンケート結果

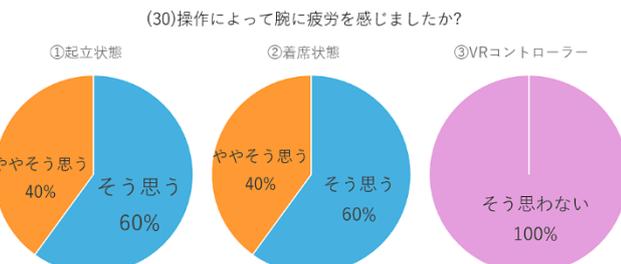
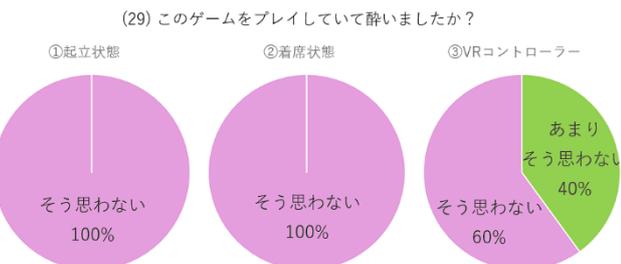


図 18 身体的負荷に関するアンケート結果

表 10 アンケートの評価平均値

	VRコントローラー (着席)	ジェスチャー (着席)	ジェスチャー (起立)
操作性	3.78	2.88	2.80
正確性	4.00	2.65	2.95
身体的負荷	3.87	2.60	2.67
没入感	2.92	3.60	3.32
満足度	3.13	3.20	3.13

3.5.2 ジェスチャーの精度に関する結果

練習後、被験者に各ジェスチャー操作（前進、後退、左右移動、左右旋回）をそれぞれ 10 回ずつ行われた際の動作成功率を表 11 に示す。

表 11 練習時のジェスチャー入力成功率

	前進	後退	右移動	左移動	右旋回	左旋回
被験者 A	100%	60%	50%	90%	80%	100%
被験者 B	60%	80%	100%	30%	70%	90%
被験者 C	90%	70%	70%	60%	100%	80%
被験者 D	60%	40%	90%	10%	10%	90%
被験者 E	70%	60%	70%	60%	100%	90%
合計	76%	62%	76%	68%	90%	90%

3.6 考察

本節では実験結果に対する考察を述べる。

3.6.1 操作性について

表 10 より、操作性は VR コントローラーが優れているという結果になった。ジェスチャー操作の評価が低下した要因としては、ジェスチャーの認識率の低さが影響していると考えられる。図 16 の「(16) 操作していて煩わしさを感じましたか?」と「(22) 操作中にストレスを感じることはありましたか?」の回答では、約 80%の被験者が操作時に煩わしさやストレスを感じたと回答している。また「(12) 直感的に操作できましたか?」という問いに対しても起立時では 40%の被験者がそう思わない/あまりそう思わないと評価しているが、これも認識率の低さから意図した操作が行えなかったことが要因であると考えられる。実際に被験者から、煩わしさやストレスを感じた場面として、「動作を認識しない、腕が痛い(疲れる)」といった意見があげられている。

しかし、「(11)操作方法は理解しやすかったですか?」や「(14)操作モーションは適切でしたか?」の問いに対しては過半数がそう思うと評価していることから、ジェスチャーを用いた操作手法自体は、一定の評価が得られていると考えられる。

3.6.2 正確性について

表 10 より、正確性は VR コントローラーが優れているという結果になった。ジェスチャー操作の評価が低下した要因としては、図 17 の「(26)キャラクターが移動しないことがありましたか?」と「(27)誤認識はありましたか?」の結果から認識率の低さと動作の誤認識が要因であると考えられる。表 11 の各被験者の練習時のジェスチャー入力成功率を見ると、被験者 C が右旋回で成功率 100%を記録している一方で、被験者 B は 70%、被験者 D は 10%にとどまっていることから、認識率が低下している要因は、操作の慣れやコツといった個人差が動作の再現性に影響していると考えられる。また、懸念点として、システム実行時に処

理負荷が高い状況では、ジェスチャーの認識率が低下する傾向が見られた点があげられる。これにより正しく入力された動作でもシステムが動作を認識できていない可能性がある。

誤認識については、前進、後退と左右移動の取り違えが多く確認されたのに対して、旋回動作は、一切見られなかった。前進、後退の誤認識については表 12 に示すように、前進時と後退時の動作で、腕を前に出す動作が重複していることから、システム設計上、誤認識が起りやすくなっていることが要因である。左右移動の誤認識については、腕を元の位置に戻す際、に生じる反動により入力した方向とは反対の方向への横移動が入力されていると考えられる。

表 12 前進、後退の誤検出原因

前進	右腕：腕を上げる→前に出す→下げる 左腕：腕を引く
後退	右腕：腕を前に出す 左腕：腕を上を上げる→引く→下げる

3.6.3 身体的負荷について

表 10 より、身体的負荷は VR コントローラーが優れているという結果になった。VR コントローラー操作は動作部分が指先のみであるのに対して、ジェスチャー操作は腕全体を使用するため、自明な結果である。これは図 18 の「(34)操作によって腕に疲労を感じましたか?」の結果からも明らかである。しかし、実際にゲームなどで匍匐移動する際は、歩行や走行といった別動作の合間に短時間行う可能性が高いため、ジェスチャー操作による痛みや疲労は、実験時と比較して、ある程度軽減される可能性がある。

VR 酔いに関しては、ジェスチャー操作は現実の身体動作と視覚的な移動が一致しているため、図 18 の「(29)このゲームをプレイしていて酔いましたか?」に示されているように、酔いを感じた被験者はほとんど見られなかった。このことから、没入感の高い身体動作型の操作方法は、酔いの抑制という観点においても有効である可能性が示唆されている。

3.6.4 没入感について

表 10 より、没入感はジェスチャー操作が優れているという結果になった。VR コントローラーは指先だけの操作に対して、ジェスチャー操作は腕全体を使った操作なため、図 19 に示されているように、ジェスチャー操作の方が没入感が高い結果となった。この結果から、身体動作と連動した操作の方が、体験のリアリティ向上に寄与していることを確認することができた。

3.6.5 満足度について

表 10 より、満足度はジェスチャー操作が優れているという結果になった。認識率の悪さから図 20 の「(38)操作していて楽しかったですか?」では、20%の被験者がジェス

チャーンに対して、あまりそう思わないと評価しているが、「(39)操作方法に新鮮さはありましたか？」という問いに対しては、ややそう思うも含めると 100%の人が新鮮さはあったと回答している。操作中に煩わしさやストレスを感じる場面はあったものの、操作の新鮮さや没入感の高さから、結果として全体的な満足度の向上に繋がったのではないかと考えられる。

3.6.6 改善点

本手法の改善点として、まず認識度の向上があげられるが、被験者の中には平均7分かかるコースを約4分でクリアした者もいるため、やはり個人差の有無は否めない。そこで、システム内で適切な腕の軌道を示すガイドや被験者側にどの動作が認識されていないのかを表示するフィードバック機能といった操作理解を支援する仕組みを導入が有効である可能性がある。また、システム実行時に処理負荷が高くなる状況では、ジェスチャー認識率が低下する傾向が見られるため、実験環境を改善した条件下での追加実験を行う必要がある。誤認識については、システムの設計上発生しやすい状態であるため、ジェスチャー認識手法そのものを見直すなど、根本を改善する必要があると考える。

さらに、被験者から移動距離を調整したいという意見があったため、腕を動かす幅によって前進、後退、左右移動時の移動幅の調整及び旋回角度の調整を行えるようにする機能の実装も検討すべきである。

4. おわりに

本研究では、導入コストや動作・設置スペースなどを必要とせず、手軽に没入感のある VR 体験を得られるようにするため、HMD のみの機能を使用し、その場で自由に移動動作を行うことを目的とした、VR 用匍匐移動インタフェースの提案と評価を行った。

結果として、ジェスチャーの認識率の低さから操作性や正確性の評価が下がったことが原因となり、VR コントローラーが最も優れている操作手法となった。しかし没入感や新鮮さの観点ではジェスチャー操作が優れていたため、認識率を上げ、ストレスなく操作を行えるようになれば、VR コントローラーと同等の評価を得ることができると考えられる。

今後は、今回の実験で明らかとなった負荷が高くなる状況では認識率が低下する問題の対処や、個人差による認識率低下を解消するための施策を実施する必要がある。また、新たな機能として、腕を動かす幅によって前進、後退、左右移動時の移動幅の調整及び旋回角度の調整を行えるようにする機能の実装も行う必要がある。

5. 参考文献

- [1] "Omni One | Virtuix", <https://virtuix.com/omni-one> (2025/10/31 閲覧)
- [2] "モバイルモーションキャプチャー mocopi | ソニー", <https://www.sony.jp/mocopi/> (2025/10/20 閲覧)
- [3] "Azure Kinect 開発者キットを購入する - Microsoft", <https://www.microsoft.com/ja-JP/d/azure-kinect-dk/8pp5vxmd9nhq> (2026/2/3 閲覧)
- [4] 濱池 祐哉, 植村 匠, 尾島 修一, "HMD を用いた VR 歩行インタフェースにおける頭部加速度と頭部角速度の比較", 電子情報通信学会九州支部 2022 年度 (第 30 回) 学生会講演会, A-15, Sep. 2022.
- [5] Yuya Hamaike, Takumi Uemura, Shuichi Ojima, "VR-Jump: Jump Interface for VR using Only a Head-Mounted Display", 34th International Conference on Artificial Reality and Telexistence & the 29th Eurographics Symposium on Virtual Environments (ICAT-EGVE2024), P18, Dec. 2024.