

卒業研究概要

提出年月日 2022年1月31日

卒業研究課題 アイジェスチャを用いた仮想空間の移動方法の実装と評価			
学生番号	C18-017	氏名	植月 春年
概要 (1000字程度)	指導教員	神田 智子 教授	印
<p>昨年、Facebook 社が社名を Meta に変更するとして、「メタバース」という言葉が普及した。メタバースとは、主に VR 機器を用いて現実世界に体を置きながらも仮想空間内で自由に行動できる空間のことで、オンライン会議やゲームなどで使用が広がっており注目を集めている。また、ブロックチェーンの活用により NFT と呼ばれるデジタルデータにオリジナル情報を付与することで、デジタルデータを資産としても扱えるようになり、ビジネスの分野でも活用が期待されている[1]。一方で、VR 機器を使用する際の懸念点の一つとして VR 酔い（映像酔い）があげられる。本研究の先行研究として、小谷が開発した異文化体験型教材を VR 化し仮想空間で実装した松永教材[2]、竹村教材[3]がある。松永教材では Daydream という HMD を用いて頭部を前後左右に動かすことで移動を、コントローラーを用いてその他の操作を実装し、竹村教材では Oculus Rift S という HMD を用いて主にコントローラーで移動や操作を実装していた。しかしどちらの教材においても VR 酔いの症状が多くみられ、VR 酔いの軽減に考慮した移動や操作方法の開発が必要であると考えられた。</p> <p>従って本研究では視線計測が可能な HMD を用いて、瞬きやウイंकなどのアイジェスチャを使用することで、VR 酔いの軽減を目的とした移動や操作方法の開発を目的とする。また、アイジェスチャによるハンズフリーでの操作方法により、VR 分野における様々なアイジェスチャの有用性の確認も目的とする。</p> <p>開発には、Unity2019.4.2f1 を使用し、開発言語は C# を用いた。HMD は視線計測が可能な VIVE Pro eye を使用した。設計方針の充足度を測るため、20~24 歳の大学生 19 名（男性 16 名、女性 3 名）に本研究の教材を体験してもらい初期評価を行った。また、操作性や VR 酔いについてのアンケートと実験後の口頭によるヒアリングも行った。VR 酔いの評価として VR 酔いの度合いを数値化できる SSQ の日本語版[4]、SSQ の 3 項目の素点から SSQ のデータを計算し比較するための定数である SSQ-TS[5] を利用した。実験参加者をウイंकが得意か不得意に分類し VR 酔いの評価項目に対して t 検定を行った。その結果、ウイंकが得意だと答えたグループが不得意なグループより「ゲーム全体的な操作に関して操作しやすかったですか」($t(10)=3.59, p=0.003$) や「実際にやってみて楽しかったですか」($t(9)=2.05, p=0.03$) 等の項目で評価値が有意に高いことが示された ($p<0.05$)。さらに VR 酔いに関して本教材の SSQ 評価値と竹村教材[2]の SSQ 評価値に対して t 検定を行った結果、「気持ち悪さ」の評価 ($t(14)=2.71, p=0.008$) が有意に低いことが示された ($p<0.01$)。また、実験後のヒアリングにより、19 名全員の被験者が VR 酔いは全くまたほとんど感じなかったと答えており、多少の顔や目の疲れはあったものの問題なくプレイできたと答えていた。これらのことより、ウイंकを練習し得意だと感じることであれば、本実験で設計したアイジェスチャはたれにでも操作しやすくゲームを楽しむことができる新たな操作方法であったといえ、また VR 酔いも軽減することができたといえる。</p> <p>今後の展望としては、筋電位等を用い、瞬きやウイंकの際に起こる活動電位の閾値を設定し、予備実験などで被験者に事前に瞬きなどアイジェスチャの感覚を得てもらうことで、ウイंक時に顔の筋肉の力の入れすぎを抑制しさらなる VR 酔いの軽減や眼精疲労の抑制ができるようになる。さらに瞬き+ウイंकの組み合わせなどの新たなアイジェスチャの開発、実装により本研究で実装できなかった掴みなどの操作も可能になるのではないかと考える。また、VR 酔いが軽減された要因が本当に今回使用したアイジェスチャによるものだったのか、他の要因があるかなどを詳しく検証、分析する必要があると考える。(1498 字)</p>			
<p>[1] 識学総研. “メタバースとは何か？メタバースの語源や意味、具体例をわかりやすく解説！”. 識学総研. 2022-01-24. https://souken.shikigaku.jp/16938/, (2022-01-30 閲覧)</p> <p>[2] 松永一希 「HMD を用いた小学生向け異文化体験型英語教材」2018 年度 大阪工業大学 卒業研究論文</p> <p>[3] 竹村大 「HMD を用いた小学生向け異文化体験型英語教材」2019 年度 大阪工業大学 卒業研究論文</p> <p>[4] 平柳要「乗り物酔い（動揺病）研究の現状と今後の展望」人間工学, 2006</p> <p>[5] 映像酔い軽減のためのガイドライン構築と HMD の人間工学的検証作成への取り組み 国立研究開発法人産業技術総合研究所, コニカミノルタ株式会社</p>			

Human Interface LAB.
ヒューマンインタフェース研究所

アイジェスチャを用いた仮想空間の移動方法の実装と評価

2022年2月14日
大阪工業大学 情報学部 情報メディア学科
ヒューマンインタフェース研究室
発表者：C18017 植月春年

1

研究の背景

- ・昨年、Facebook社が社名をMetaに変更するとして「メタバース」という言葉が普及した。
- ・メタバースとは、主にVR機器を用いて現実世界に体を置きながらも仮想空間内で自由に行動できる空間のことで、オンライン会議やゲームなどで使用が広がっており注目を集めており、また、NFT技術によりデジタルデータを資産としても扱えるようになるので、ビジネスの分野でも活用が期待されている[1]。

[1] 産学総研「メタバースとは何か?メタバースの起源や意味、具体例をわかりやすく解説!」産学総研2022-01-24 <https://www.shikoku.ac.jp/2022-01-24/>

2

研究の背景

- ・VR機器を用いるときの問題点の一つとしてVR酔いがあげられる。
- ・VR酔いの原因は明確に解明していない
→頭部の揺れや視覚から得た情報と感覚の不一致などが有力

↓

VR酔いを抑制し、VR機器を操作できる方法の開発

3

先行研究・小谷教材[2]

かぐや姫を題材とし、仮想空間内で、マウスとキーボードを用いた異文化体験英語教材を小学生向けに開発

↓

マウスとキーボードの慣れない操作により学習効果が薄れる可能性
HMDを用いて没入感を向上させることでより学習効果が上がるのではないか

[2] 小谷雅己, 神田智子, 仮想空間を用いた小学生向け異文化体験型英語教材の開発, 電子情報通信学会技術研究報告, HCS2019-141, HRP2019-44, pp. 95-96, 2019/05.

4

先行研究・松永教材[3]

小谷教材を元に、DaydreamというHMDを用いて、頭部を傾ける移動方法の開発により没入感の向上を図り、体験効果の向上を目指した

↓

VR化による体験効果の向上は見られた(例:異文化体験の記憶要素の増加)
VR化によるVR酔いが多くみられ、VR酔いを抑制する方法の検討が必要

[3] 松永一希 「HMDを用いた小学生向け異文化体験型英語教材」2018年度 大阪工業大学 卒業研究論文

5

先行研究・竹村教材[4]

小谷教材を元に、Oculus Rift SというHMDとOculus Touchを用いて、VR化と直感的操作を実現し、またワーブ移動の実装によって、体験効果の向上とVR酔いの抑制を目指した

↓

松永教材と比べ体験効果の向上やVR酔いの抑制が見られた
VR酔いについてはまだまだ改善の余地がある

[4] 竹村大 「HMDを用いた小学生向け異文化体験型英語教材」2019年度 大阪工業大学 卒業研究論文

6

研究の目的

・竹村教材[4]では松永教材[3]に比べVR化による没入感の向上、VR酔いの軽減が見られたが、VR酔いについてはまだ改善の余地が見込まれた。



瞬きやウイंकなどのアイジェスチャを用いてVR化
VR酔いの軽減を目的とした新たな移動や操作方法の開発、評価
VR分野における様々なアイジェスチャの有用性の確認

7

開発環境

使用HMD: VIVE Pro eye

データ出力(アイ情報)、タイムスタンプ(デバイスとシステム)
視線の起点、視線の方向、瞳孔位置、瞳孔サイズ、目の開閉

使用ソフトウェア: Unity2019.4.2f1
Microsoft Visual Studio (C#)



8

設計方針

・アイジェスチャを仮想空間の操作コマンドとして、夏目達也らが単一アイジェスチャ、直列型アイジェスチャを開発し検証している[5].

※単一アイジェスチャ: それ一つのみで入力を行えるアイジェスチャ

直列型アイジェスチャ: 二つのアイジェスチャを連続して行うことで一つの入力を行えるアイジェスチャ



単一アイジェスチャ: 注視, 瞬き, ウイंक
直列型アイジェスチャ: 瞬き, ウイंक
が高い評価を得ていた

[5] 夏目達也, 栗田忠久, 木村暢子 「VR空間操作コマンドとしてのアイジェスチャUI(3)-アイジェスチャ・コマンドの利用事例開発とUI特性の詳細-」 情報処理学会研究報告, 2021

9

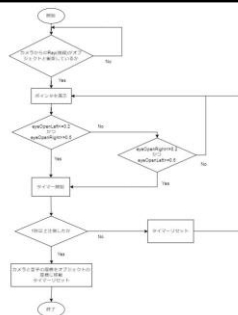
設計方針

注視, 瞬き, ウイंकを中心に独自のアイジェスチャ5つを開発

- ①「ウイंक+注視1秒」による移動
- ②「瞬き2回連続」による会話文進行
- ③「3秒間(または1秒間や2秒間)目を瞑ること」でのシーン遷移
- ④「オブジェクトを3秒間注視すること」での選択肢の選択
- ⑤「1秒間ウイंक」での選択肢の選択

10

①「ウイंक+注視1秒」による移動



11

実験の概要

・実験参加者はHMDを認識するのベースステーションの範囲内で回転する椅子に座り、操作を行う。

・アイトラッキング後、チュートリアルとして視線による移動を10分程度練習してもらう。

・エンディングを終えた時点で実験終了とし、操作時間は最大60分とする。

・実験後、操作性と酔いについてのアンケートに回答してもらう。また口頭によるヒアリングにも答えてもらう。



12



13

初期評価

評価者は20~24歳の大学生19名(男性16名,女性3名)

アンケート内容

- ・ゲームの経験年数, HMD使用歴について
- ・アイジェスチャについて
- ・操作性について
- ・全体を通してこの教材について
- ・Kennedyが考案したSSQ (Simulator Sickness Questionnaire) [6]を日本語訳した[7]アンケート,SSQ-TS[8]
- VR酔いの程度を数値化して比較することができる

[6] Kennedy R. S., Lane, N. E., Lillenthal, M. G. 1990. Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. The International Journal of Aviation Psychology, 3(3) :203-220
 [7] 宇野隆史「酔り酔い」: 酔い酔いの原因と酔い酔いの軽減と今後の展望」人間工学, 2006
 [8] 映像的・聴覚的VRのためのガイドライン構築とHMDの人間工学的設計作成への取り組み」国立研究開発法人産業技術総合研究所, コミュニケーション研究報告

14

SSQ[7],SSQ-TS[8]

No.	症状
1	全体的に気分が悪い
2	疲労感がある
3	頭痛がある
4	目の焦点が合わない
5	目の焦点が合わない
6	吐き気がする
7	吐き気がする
8	吐き気がする
9	注意集中が困難である
10	吐き気がする
11	境界がぼやける
12	閉眼で体が揺ららなくなる
13	閉眼で体が揺ららなくなる
14	回転性のめまいがある
15	吐き気がする
16	吐き気がする

- ①気持ち悪さ = (1+6+7+8+9+15+16) × 9.54
- ②眼精疲労 = (1+2+3+4+5+9+11) × 7.58
- ③めまい = (5+8+10+11+12+13+14) × 13.92

合計	分類
0	症状なし
<5	軽微な症状
<10	軽微な症状
<15	軽微な症状
<15-20	軽微な症状
>20	軽微な症状

(①+②+③) × 3.74

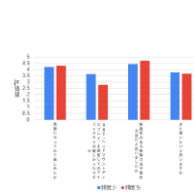
0 1 2 3
 まったくない 少しある 中程度にある 大いにある

15

15

結果

ゲームをする頻度別に分類 → t検定



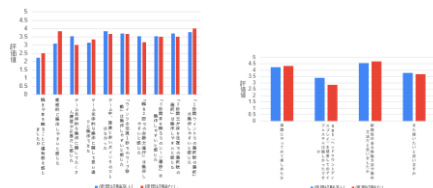
ほとんど有意差なし

16

16

結果

HMD使用経験別に分類 → t検定



有意差なし

17

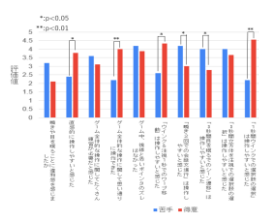
17

結果

ウイungkが得意or苦手に分類 → t検定

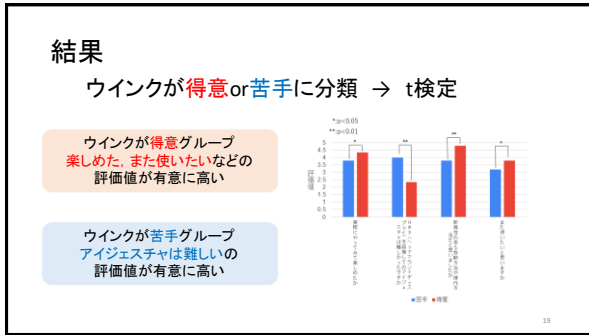
ウイungkが得意グループ
 ウイungk, 全体的な操作の評価値が有意に高い

ウイungkが苦手グループ
 ウイungk以外の評価値が有意に高い

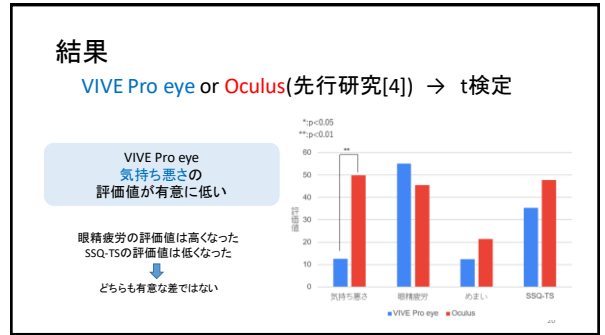


18

18



19



20

ヒアリング結果

- ①ポインタのずれは無かったか
→19人全員が全くなかった、またはほとんどなかったと答えた。
- ②VR酔いは感じられたか
→19人全員が全く感じなかった、またはほとんど感じなかったと答えた。
- ③各アイジェスチャで特に気になった点や疲れはあるか
→瞬きやウイungkがやりやすかった、やりにくかったなど個人によって様々な意見
- ④その他気になった点はあるか
→瞬きが多くて目が疲れる、ポインタのせいで会話文が見えなくなる時があるなど

21

考察

- ・ウイungkが得意であれば本教材の全体的な操作を思い通りに操作でき、ウイungkが関連する操作の評価も高かった。
- ・ウイungkを使用しない瞬きや目を瞑るの動作はウイungkが苦手だと答えた人の方が評価が高かった。

↓

本教材のメイン操作であるテレポート移動にウイungkを使うことが結果的に本教材全体の操作の印象を左右

ウイungkが苦手=相対的にウイungk以外の操作がやりやすく感じた

22

考察

- ・ウイungkについてのアンケート結果より誰でもウイungkが得意になる、できるようになる可能性が高い。
- ・HMD使用歴やゲーム頻度による評価値の差はほとんどなかった。
→ウイungkが得意か苦手かに評価値が依存

本実験で設計したアイジェスチャは、誰にでも操作しやすく本教材を楽しむことができる新たな操作方法であったといえる

23

考察

- ・VR酔いについて、先行研究と比べSSQの「気持ち悪さ」の評価値が有意に低下。
- ・アイジェスチャによる疲れが懸念されたSSQの「眼精疲労」の評価値は少し上昇したが有意な差ではない。
- ・ヒアリングより被験者全員がVR酔いは全く感じなかった、またはほとんど感じなかったと答えた。

↓

VR酔いは軽減できた

24

今後の展望

・筋電位を用い、予備実験などでアイジェスチャを行う際の瞼の力の入れ加減を事前に体験

→眼精疲労などの抑制につながる

・VR酔いが軽減された要因がアイジェスチャの使用によるものなのか、他の要因があるのかを検証

25