



喜びと志の発見支援のための VR 旅行システムの開発

Development of a Virtual Travel System to Enhance the Discovery of Aspirations and Pleasure

稲邑哲也¹⁾, 飯島和樹¹⁾, 後藤玲子²⁾, 松元まどか³⁾, 松元健二¹⁾

Tetsunari INAMURA, Kazuki IIJIMA, Reiko GOTOH, Madoka MATSUMOTO, and Kenji MATSUMOTO

1) 玉川大学 脳科学研究所 (〒194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1, inamura@lab.tamagawa.ac.jp)

2) 帝京大学 経済学部

3) 京都大学 大学院医学研究科 附属脳機能総合研究センター

概要: 近年の VR 技術はスポーツ, 教育, ヘルスケアなどの応用が展開されているが, ユーザーのウェルビーイングを向上させる観点からは, この分野はまだ発展途上であり, 具体的な仮想体験の設計指針は明確ではない. そこで我々は, 個人の喜びや志の発見を支援する VR システムの構築を目指す. 本稿では, 脳計測を通じた喜びと志の発見支援というコンセプトに沿った, VR 旅行システムのプロトタイプの実装について報告する.

キーワード: 行動・認知, ウェルビーイング, 脳計測, 移動感覚

1. はじめに

我々は, ムーンショット型研究開発事業 (目標9) のプロジェクト「脳指標の個人間比較に基づく福祉と主体性の最大化」に参画し, 個人レベルでのウェルビーイングの向上だけでなく, 社会レベルでのウェルビーイングの集約とそれによる平等の実現を目指している. そのため, 個人間比較可能な「幸福」の指標を脳活動から測定する技術開発を進めている.

幸福は, 各人の生活に利益をもたらすウェルビーイングが保証されることによって, また, 各人が個別に生き方を決定する主体性を保証されることによって高まる. これらウェルビーイングと主体性を享受したときに, 主観的に体験される「喜び」と「志」の脳指標を解明し, それらの個人間比較を実現することで, 社会における福祉と主体性の科学的な定量化を目指す. そのための手段の一つとして, 我々は社会科学・神経科学・情報学の分野間連合により, VR 技術を用いて, ユーザーの喜びと志の発見を促進することを目指している. 本稿では, このコンセプトに沿ったプロトタイプシステムとして, VR 旅行体験アプリに焦点を当て, その実装について報告する.

2. 喜びと志の発見のための VR 経験

2.1 VR とウェルビーイング

ユーザのウェルビーイングへの介入に関する研究において, VR 技術は様々な応用が近年展開されている. 例としては以下のような事例がある.

- 高所恐怖症を克服するための高所での暴露体験 [1].
- 人前で話す際の緊張を軽減するための VR パブリックスピーチシステム [2].

- 外見に基づく向社会的行動に関するプロテウス効果の研究 [3][4].

これらのシステムは, ネガティブな行動に対処し, 認知的および社会的行動を向上させる大きな可能性を秘めているが, システムの効果は個人によって大きく異なり, 個人の状態やニーズに対応する方法論は明確にはなっていない.

2.2 VR による旅行体験

文献 [5] が示しているように, AR/VR が観光体験に影響を与える全体的なメカニズムについては不明な点が多く, 心理的要因, 認知的要因ともに再現性のある結果が得られておらず議論は収束していない. ここにも VR 体験に対する反応の個人差が大きく, 一般的に統一的なデザインの方向性を定めることが困難であるという点が影響している.

宮崎ら [6] は, 運動機能に不自由のある人々を対象とし, VR 旅行コンテンツを楽しむことで, 首の運動機能の回復に寄与することを明らかにした. この VR 旅行システムは座位でヘッドマウントディスプレイ (HMD) を装着し, 予め決まったコースを進む動画を呈示する形で擬似的な旅行体験を提供する. ユーザは周辺の様子を見回すことができ, 全方位カメラで撮影された動画を元に, 任意の視点方向の映像を提供することができる. ユーザが任意の方向を自主的に向くことのできるため, 主体的な運動により, 首の運動機能が改善することが報告されている. しかし, 歩くスピード, すなわち動画の再生速度は一定であり, ユーザが立ち止まったり, 任意のコースを進むことはできない.

そこで我々は, ユーザの主体的な運動が確保され, より自由度の高い主体的行動の分析が可能となる VR システムを提案する.

3. VR 旅行のためのパイロットシステムの開発

3.1 ハードウェア

従来の VR システムは、HMD とハンドコントローラーからなる機器を使用することが多い。しかし、歩行や移動の体験においては、ハンドコントローラーを使っての移動は不自然に感じられ、VR 酔いなどの問題を引き起こす可能性がある [7]。そのため、仮想世界内を実際に歩く動作で移動できるデバイスを使用することとした。

図 1 に示すように、ユーザはこのデバイスの床面で足を滑らせることで歩行する。デバイスは、床面での足の滑り量を測定し、VR アプリケーションに歩行速度としてフィードバックする。同時に、視線計測可能な HTC Vive Pro Eye を使用して視線と瞳孔径を計測する。さらに、ハンドコントローラーのトリガを押下することで仮想スマホによる写真撮影を可能とした。これにより、仮想空間内の移動軌跡データ、頭の方向、両手の位置と姿勢、視線方向、瞳孔径、および写真が撮影された場所と時間の組み合わせが記録される。



図 1: 歩行型仮想旅行システムのハードウェアの外観。(左)KATVR 社 Kat Walk MiniS を用いたプロトタイプ 1, (右)Cyberith 社 Elite-II を用いたプロトタイプ 2

3.2 仮想旅行のコンテンツマネージャー

旅行体験のコンテンツを作成する際には、ユーザー主導のアクションを観察し、対応する仮想体験を提供するために、以下の点を考慮した。

3.2.1 ゲート制御機能

固定された順路に沿って移動するのではなく、図 4 に示すように、ユーザが分岐点で進む方向を選択できる複数のルートを設定した。また、ツアーの所要時間を一定に保つため、スタート地点とゴール地点を固定し、分岐点で選択されるルートに関係なく、全てのユーザが取る行程の長さが同じになるように、ゲートの開閉を制御した。現状のプロトタイプでは 3 つの分岐となっているが、この数を増やすことで、主体性への影響を調査することが可能となっている。

3.3 写真撮影機能

自律的な体験の度合いを分析するため、単に環境内を移動するだけでなく、ユーザが手に持った仮想スマートフォンを使って任意の場所や方向で任意の枚数の写真を撮ることができる写真撮影機能を開発した。これによりユーザの興味を分析し、主体性に基づく喜び・志の発見に役立てる。ユーザは手持ちのコントローラーを任意の方向に向け、図 5 に示すように手に持った仮想スマートフォンを使用して、任意の場所・方向で写真を撮影する。

仮想体験の後、ユーザが自ら撮影した写真と、別のユーザによって事前に撮影された写真とを混在させた写真群を提示し、その写真を自ら撮影したかどうか、どの場所で撮影したか、に関するアンケートに参加する。その結果は、ユーザが旅行体験にどの程度積極的に参加したかを反映するため、アンケートで報告された情報を元に被験者の主体性の度合いが評価できる。

3.3.1 社会行動反応を分析するための機能

さらに、社会的行動への反応を測定および分析するために、テストユーザの自律的な行動とは別に、同じ環境内で他の観光客（仮想アバター）の行動条件を変化させる機能を実装した。向社会的条件では、アバターは微笑み、目を合わせ、ユーザとすれ違う際に手を振る。非向社会的条件では、アバターはすれ違うときに反応せず、目を合わせず、ただ通り過ぎる。(図 3)

また、微笑んだり手を振ったりする向社会的行動を表示する代わりに、表情を変えずにユーザをじっと見つめるなど、社会的不快感を引き起こす条件を作り出すことも可能である。被験者であるユーザの行動だけでなく、これらの仮想アバターの行動もすべて記録され、体験後の社会行動の分析につなげる。

4. 実験

パイロットシステムの予備評価として、以下の条件下でユーザの行動と主観的な体験を調査した。

- ユーザは、図 2 の 5 つの異なるシーンの旅行体験を行う。
- 提案する歩行型 VR システムを使用する条件と、椅子に座って旅行を体験する条件の双方を体験する。
- 旅行を完了するまでの時間を計測する。
- 疲労の程度やユーザ体験の質について自由記述形式のアンケートに回答してもらう。

5. 実験結果

パイロットシステムを以下の 2 つの観点から評価した。

5.1 歩行型 VR デバイスへの適応

歩行型 VR デバイスを使用した歩行は通常のトレッドミルでの歩行とは異なり、最初ユーザは歩行型 VR デバイス上での歩行行動に戸惑っていたが、2 回目のセッション以降は慣れた。そのため、ウォーキングタイプのデバイスを使用



図 2: 実装された 5 種類の旅行シーン



図 3: VR システム内で再現された 3 種類の向社会的行動。(左) 他者との遭遇がない条件, (中央) 他者とすれ違いが社会的相互作用がない条件, (右) 向社会的な相互作用を行う他者とすれ違う条件。

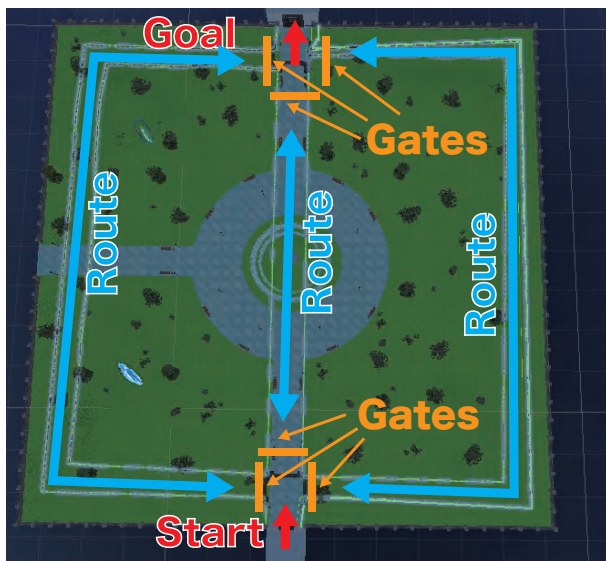


図 4: 被験者が通ることができる 3 つのルート。旅行体験の長さが同程度になるように、一回通ったルートのゲート(オレンジ色)は閉じられる。

した最初の旅行を完了するために必要な時間は、座って同じシーンを旅行する場合と比べて約 2 倍(約 12 分)であった。しかし、ユーザーが最初のシーンでウォーキングタイプのデバイスの使用に慣れた後、次の旅行にかかる時間は平均して座っているときの時間の 79% に短縮され、各シーンを完了するために必要な平均時間は 4 分 29 秒となった。

5.2 歩行型 VR デバイスの利用に関するユーザーフィードバック

通常の HMD を使って旅行する場合、身体の向きと頭の向きが一致しがちである。この制限は、典型的な HMD セッ



図 5: VR 環境内での写真撮影機能。右下のサブウィンドウが仮想スマートフォンの画面に対応している。

トが胴体の向きを検出できないことに起因する。したがって、HMD 条件下では、ユーザは歩いている方向と同じ方向に視線を向ける必要がある。それに対して、歩行型 VR デバイスでは、ユーザは歩行方向と異なる方向に自由に視線を動かすことができ、実際の旅行に近い感覚を得ることができたと報告している。

6. 議論と今後の課題

6.1 社会科学との連携

我々は、システムをエンターテインメントとしての旅行体験を提供するだけでなく、自由と制約の両方をユーザーが体験できるさまざまな対人社会行動体験を提供するように拡張する予定である。特に、ポジティブおよびネガティブな状況を体験することによる感情や脳活動への影響を調査することで、個人ごとの喜びと志に関連する要因を特定し、個人適応された仮想体験を作成することを目指す。

厚生経済学におけるケイパビリティ・アプローチ [8] は、人々がどのようなことを実際に行うことができるか（実現できる機能や能力）に焦点を当てたアプローチであり、個人の潜在能力と自由の評価を重視する。このアプローチは、日常生活で頻繁に遭遇する困難な状況を特定し、脆弱な集団の不利を測定することを含む。例えば、典型的な挑戦には以下が含まれる：

- 階段を登ることや荷物を運ぶ際の困難
- 簡単な会話をしたり理解や助けを得ることの困難

これらの困難な状況を、没入型の VR コンテンツとして提供し、調査を行う予定である。これにより、社会的・身体的に困難に直面していない人々においても、ネガティブな経験が喜びや志にどのように影響するかを調査することが可能となる。

逆に、アバターが周囲の人々の向社会的行動によって困難や挑戦を克服するという実験シナリオも予定しており、ネガティブ・ポジティブ双方の体験がユーザのウェルビーイングに与える影響をケイパビリティ・アプローチの観点から分析し、個人適応された仮想体験の設計法の確立を目指す。

6.2 神経科学との連携

もう一つの将来計画として、仮想旅行体験の前後で脳活動を脳磁計 (MEG) を用いて測定し、異なる体験条件が脳活動にどのように影響するかを調査することを予定している。モビリティ体験を伴う仮想旅行のために開発したシステムは全身運動を伴うため、従来の機能的核磁気共鳴画像法 (fMRI) や MEG で測定することは不可能である。そこで、光ポンプ脳磁計 (OPM-MEG) を使用し、身体運動を伴う行動中の脳活動を測定する予定である [9]。このようなデバイスをモビリティ体験 VR と組み合わせることで、現実に近い状況の中での個人のウェルビーイングを推定することが可能となる。

7. おわりに

本稿では、運動能力や運動スキルの向上ではなく、個人の喜びや志の発見を支援することでユーザーのウェルビーイングや主体性を向上させることを目的とした VR システムの開発コンセプトを提示し、旅行体験に焦点を当てたプロトタイプシステムの実装について報告した。

このシステムの特徴は、従来の HMD デバイスではなく、歩行型の VR デバイスを使用して主体性を確保する点である。初期的な評価ではあるものの、歩行しながらの旅行体

験は、座ったままの体験と比較してユーザー体験の質が高く、ユーザーもこの新しいデバイスに迅速に適応することが示唆された。

今後は、社会科学におけるケイパビリティアプローチから向社会的な旅行体験シナリオを設計し、MEG を使用した脳測定を通じてユーザーの主体性に寄与する要因を解明していく予定である。

謝辞

本研究は、JST【ムーンショット型研究開発事業】グラント番号【JPMJMS2294-2-1】の支援を受けたものです。

参考文献

- [1] P. M. G. Emmelkamp, M. Krijn, A. M. Hulsbosch, S. de Vries, M. J. Schuemie, and C. A. P. G. van der Mast, "Virtual reality treatment versus exposure in vivo: a comparative evaluation in acrophobia," *Behav. Res. Ther.*, vol. 40, no. 5, pp. 509–516, 2002.
- [2] S. R. Harris, R. L. Kemmerling, and M. M. North, "Brief virtual reality therapy for public speaking anxiety," *Cyberpsychol. Behav.*, vol. 5, no. 6, pp. 543–550, 2002.
- [3] N. Yee and J. Bailenson, "The proteus effect: The effect of transformed Self-Representation on behavior," *Hum. Commun. Res.*, vol. 33, no. 3, pp. 271–290, 2007.
- [4] M. Pyasik, T. Ciorli, and L. Pia, "Full body illusion and cognition: A systematic review of the literature," *Neurosci. Biobehav. Rev.*, vol. 143, p. 104926, 2022.
- [5] X. Fan, X. Jiang, and N. Deng, "Immersive technology: A meta-analysis of augmented/virtual reality applications and their impact on tourism experience," *Tourism Manage.*, vol. 91, p. 104534, 2022.
- [6] A. Miyazaki, T. Okuyama, H. Mori, K. Sato, K. Toshima, and A. Hiyama, "Visuospatial abilities and cervical spine range of motion improvement effects of a non-goal-oriented VR travel program at an older adults facility: a pilot randomized controlled trial," in *Augmented Humans*, pp. 135–146, 2023.
- [7] E. Chang, H. T. Kim, and B. Yoo, "Virtual reality sickness: A review of causes and measurements," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 36, no. 17, pp. 1658–1682, 2020.
- [8] R. Gotoh and R. Kambayashi, "What the welfare state left behind—securing the capability to move for the vulnerable," *Asian Econ. Pol. Rev.*, vol. 18, no. 1, pp. 124–143, 2023.
- [9] M. Stangl, S. L. Maoz, and N. Suthana, "Mobile cognition: imaging the human brain in the 'real world'," *Nat. Rev. Neurosci.*, 2023.