

仮想空間における空間移動表現の提案

Proposal of a spatial movement expression in virtual space

石丸敬登[†]吉野孝^{††}

Takato Ishimaru

Takashi Yoshino

1. はじめに

近年、VR など仮想空間を利用した多くのコンテンツが開発されている。さらにはスタンドアロン型のVRが発売されるなど仮想空間の普及に伴って、今後も仮想空間を利用したコンテンツの増加が予想される。

XR コンテンツでは、ユーザーに体験を提供する観点において、没入感や臨場感という要素がとても重要なものとなっている。この没入感や臨場感を増加させるという問題に対しては、様々な方面からのアプローチが行われている。アプローチの一部として、匂いや温度、風をユーザーに提示する「Feelreal¹⁾」、触覚フィードバックを行う「HaptX Gloves DK2²⁾」、HMD のフィルムの開発による画質の向上を行う「DNP ヘッドマウントディスプレイ用画素隠蔽フィルム³⁾」などが挙げられ、表現を行う分野は多岐にわたる。

また、仮想空間では長距離を一瞬で移動するなど現在の科学技術では実現不可能であるものが実行可能あるいは表現可能になる。これらの現象を表現する際に、従来の表現方法を利用するとユーザーに与える没入感や臨場感などが損なわれる可能性がある。この問題に対して現実に存在しない仮想空間特有の現象には今後適切な表現を行う必要があると考えられる。

そこで、本研究では、身体的な動作と仮想空間特有の表現を利用した長距離での空間移動表現を提案する。本手法では、ユーザーの身体的な動きをシステムの操作に利用することで「仮想空間への没入感」や、手で円を描くことで別空間につながる穴を生成し、空間移動を行うことで「遠く離れた別の場所に移動した感覚」の向上を目指す。

本研究では、身体的動作を利用した長距離の空間移動の表現をユーザーに提示することで、仮想空間における空間移動の実感を持たせる空間移動手法を提案し、そのシステムの概要について述べる。

2. 関連研究

仮想空間における移動方法に関する研究として、Noah らは「平行移動」「テレポート移動」「身体的な動作を利用した移動」を二つ、計4種類の短距離での移動方法を利用した調査 [1] を行った。結果として身体的な動作を利用した移動の一つが他の移動方法よりも高い評価が得られた。また Evren らの研究 [2] ではテレポート移動を利用した移動方法の調査で、平行移動との比較評価が行われた。Markus らの研究 [3] においては湾曲した軌道を利用したテレポー

[†] 和歌山大学システム工学部, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

^{††} 和歌山大学システム工学部, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

¹⁾ Feelreal: <https://feelreal.com/>

²⁾ HaptX Gloves DK2: <https://haptx.com/dk2-release/>

³⁾ DNP ヘッドマウントディスプレイ用画素隠蔽フィルム: https://www.dnp.co.jp/news/detail/1187722_1587.html

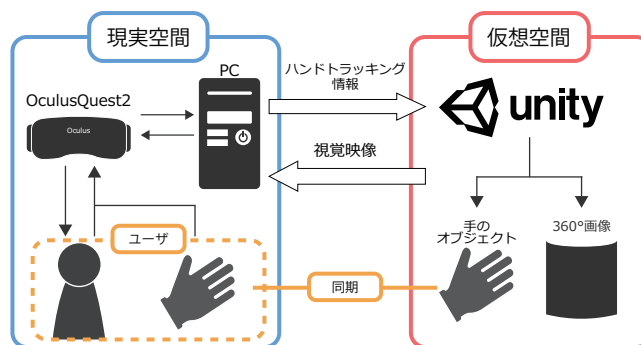


図1: システム構成

ト移動において移動後のユーザーの向きを指定できる移動手法の開発と評価を行った。Julian らの研究 [4] では平行移動とテレポート移動による短距離の移動方法やトレーニングの実施によって移動距離の推定に生じる差の調査を行った。さらに、Sabine らの研究 [5] では3Dマップを利用した仮想空間マップにおけるユーザーの感じる方向に関する調査を行った。

これらの研究は仮想空間における目に見える範囲で行う短距離のテレポート移動への評価や仮想空間内での移動方法による効果や空間認識に生じる効果の調査を行っている。

空間接続を行う研究として濱上らによる「ドアコムAR」 [6] がある。このシステムでは遠隔通信において「ドア」をメタファとしたインタフェースを利用して、遠隔地間を仮想的に繋ぎ、相手の空間と繋がっているような表現を行う。

本研究では、仮想空間において長距離のテレポート移動を行う際にユーザーの身体的動作の利用と特有の表現をユーザーに提示することでユーザーの移動の実感を向上させることを目指す。

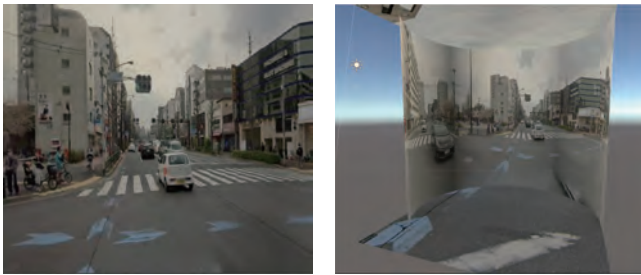
3. 長距離の空間移動表現

3.1 システム概要

本システムでは、仮想空間において遠く離れた場所にテレポート移動を行う表現とユーザーの身体的動作を利用したシステムの操作を開発した。本手法では、仮想空間特有の表現と身体的動作を利用することで「遠く離れた別の場所に移動した感覚」の向上を目指す。本手法は、VR上で動作しユーザーに疑似的な360度画像を提示し、その空間においてユーザーの身体的動作を利用したシステム操作を行うことで長距離の空間移動表現を行う。

3.2 システム構成

図1に、本システムの構成を示す。OculusQuest2から顔の方向に加えてハンドトラッキングによりユーザーの手の位置や形を取得し、仮想空間と現実空間の手の位置合わせを行っている。仮想空間ではユーザーの手とGoogle Street View



(a) ユーザの視界 (b) システム上の配置

図 2: 周囲画像



(a) ユーザの視界 (b) ユーザの様子

図 3: ユーザ動作の認識

を利用したある場所の疑似的な 360 度画像をユーザに提示する。位置合わせを行った手を元にユーザの動作を認識を行い、特定の手の動作を認識することで空間移動を行う。本システムの機能は「Google Street View を利用した周囲画像の提示」「ユーザの動作認識」「空間移動表現」に分けることができる。

3.3 Google Street View を利用した周囲画像

ユーザを中心とした周囲画像の外観を図 2(a) に、画像の配置を図 2(b) に示す。この周囲画像はユーザを中心に 360 度に渡って配置する。画像は Google Maps Platform の Street View Static API を利用して緯度、経度を指定することで任意の地点の風景画像を取得する。画像の表示はオブジェクトに画像を適応することで行う。取得した Google Street View の画像はトリミングを行いオブジェクトの横幅に合わせる。オブジェクトの配置は円柱の側面を 8 度ごとに分割したオブジェクトを円環上に配置し、その上下にもオブジェクトを配置を行う。この配置を行うことでユーザの視界全体が任意の地点のものになる。

3.4 ユーザの動作認識

ユーザの動作の認識のユーザの視界を図 3(a) に、第三者から見た動作認識の様子を図 3(b) 示す。ユーザの動作の取得は OculusQuest2 によって行い、ハンドトラッキングにより手のボーン情報を取得する。取得したボーン情報から演算を行うことで動作の認識を行う。以下に各要素に対しての処理について記述する。

(1) 手の形の認識

ユーザの手の形の認識は手の各ボーン的位置情報を利用する。OculusQuest2 より入手したボーン情報により指の第一関節、第二関節、指先など指の各部分の

位置情報を取得する。隣り合うボーンの関係性をベクトルとして算出し、ベクトルの内積を計算して指が曲がっているかの判断を行う。この工程を全ての指で行うことによって曲がっている指を認識し、ユーザの手の形を認識する。

(2) 特定動作の認識

本システムでは、円を描く動作の認識を行う。動作の認識は右手の指先の位置情報を取得することで行い、右手の形が人差し指のみを伸ばす形である際の値を利用する。ユーザに動作の認識中であることを提示するために指先の位置情報取得時には、指先の軌跡が提示される。また、ハンドトラッキングが外れた状態の値を除外することで認識精度の低下を防ぐ。



別空間に繋がる穴を提示

図 4: 空間移動表現

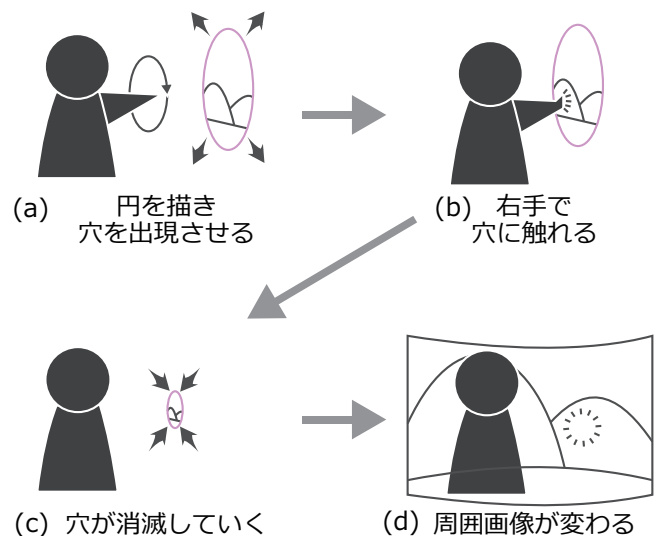


図 5: 空間移動表現の流れ

3.5 空間移動表現

長距離のテレポート移動の実行表現の外観を図4に、空間移動表現の流れを図5に示す。本システムでは、自身の存在する空間に別空間につながる穴が開くような表現を行い、その穴にユーザの手が触れることで空間移動を行う。空間移動の表現はユーザの動作認識により円を右手で描く動作を認識した場合に開始する。

表現は空間に穴が開く表現から始まり、空間に穴が開く表現はユーザが円を描いた方向に円形のオブジェクトを出現させることで行う。出現する際に、オブジェクトが小さい状態から徐々に拡大しながら出現することで空間に穴が広がりながら開く表現を行う(図5(a))。さらに、出現させた空間の穴に移動先の地点の風景を投影することで別空間につながる感覚を提供する(図4)。

この空間に出現した穴にユーザが触れることで空間移動を行った後に、穴が消滅する(図5(b))。空間の穴の消滅の際に、オブジェクトを徐々に縮小しながら消滅させることで空間の穴が閉じていく表現を行う(図5(c))。オブジェクトの消滅と同時に周囲画像を移動先の風景に変更させる別の場所に移動したことを表現する(図5(d))。以上の表現を一連の流れで行うことで空間移動表現を行う。

4. おわりに

本稿では、身体的動作を利用したシステム操作と仮想空間特有の表現を行うことで、「仮想空間への没入感」や「別の場所に移動した感覚」の向上を目指し、仮想空間における空間移動表現の提案を行い、開発システムの概要について述べた。

今後はシステムの動作の認識精度や仮想空間特有の表現の向上を目指しながら、本システムの効果の検証を行う。

参考文献

- [1] Noah, C. Sadler, B. William, C. Betsy, W. : Evaluating the effects of four VR locomotion methods: joystick, arm-cycling, point-tugging, and teleporting, SAP '18: Proceedings of the 15th ACM Symposium on Applied Perception, August 2018, Article No.: 7Pages 1–8(2018).
- [2] Evren, B. Andrew, B. Srinivas, K. Rajiv, Dubey. : Point & Teleport Locomotion Technique for Virtual Reality , CHI PLAY '16: Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, October 2016, Pages 205–216(2016).
- [3] Markus, F. Florian, M. Marco, F. Megan, S. Moritz, K. Niclas, D. Sebastian, G. Max, M : Assessing the Accuracy of Point & Teleport Locomotion with Orientation Indication for Virtual Reality using Curved Trajectories,CHI '19: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems,May 2019, Paper No.: 147,Pages 1–12(2019).
- [4] Julian, K. Dennis, E. Denise, O. Annika, K. Frank, D. : Effects of Virtual Reality Locomotion Techniques on Distance Estimations, ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2021, 10(3), 150; <https://doi.org/10.3390/ijgi10030150>,(2021).
- [5] Sabine, U. Ashima, K. Viviane, C. Kirsten, R. Nicolas, K. Peter, K. : Embodied Spatial Knowledge Acquisition in Immersive Virtual Reality: Comparison to Map Exploration, bioRxiv preprint:

- [6] 濱上宏樹, 吉野孝: ドアコム AR: ポータルを用いた空間接続表現手法による対話相手の存在感の強化, 情報処理学会, インタラクシオン 2018, pp. 1-9(2018).