

# VR 感覚を誘発させる 訓練システムの作成とその評価

2110698 綿引 健 成見研究室

## 1 はじめに

近年, Meta Quest3<sup>\*1</sup>, Pico 4<sup>\*2</sup>に代表される VR (Virtual Reality) 機器が広く一般に利用されている. VR 機器は, HMD (Head-Mounted Display) から画面とスピーカーを通じ, ユーザに映像と音声を届ける. それにより, ユーザは五感のうち, 視覚情報と聴覚情報の 2 つの情報を得ることができる. ユーザが更に豊かな体験を行うために, 触覚情報を提示することが求められている.

しかし, 低価格の VR 機器による触覚フィードバックは, 単純にコントローラの中のモータが振動するだけであり, 複雑な触覚を提示できないという欠点がある. 複雑な触覚を提示するデバイスは, 高価であったり, 大掛かりであったりするため, 一般消費者は利用しづらいという課題がある.

一方で, 直接触覚を提示するデバイスを使用しなくとも, ユーザが擬似的な触覚を感じることがある. これらの感覚を, VR 感覚と呼ぶ. VR 感覚は, ユーザに特別なデバイスを要求せず, HMD のみで発生する. また, VR 体験の臨場感や没入感を高めるため, ユーザに肯定的に受け止められている. VR 感覚の発生は個人差が大きく, 訓練により故意に発生させられることが知られている. この訓練は, 現状では個人が独自に行なっているものが多く, 効果的に VR 感覚を発生させる訓練システムの開発が求められている.

## 2 目的

本研究の目的は, ユーザに VR 感覚を誘発させる訓練システムを作成することである. これにより, ユーザが VR 感覚を容易に感じられるようにする. 本研究を通じ, ユーザが専用のデバイスなしに豊かな VR 体験をすることを可能にするを目指す.

## 3 関連研究

Chen ら [1] は, 掲示板型ソーシャルサイトである Reddit<sup>\*3</sup>の VR に関する掲示板から, 1408 名, 2885 件の投稿を調査・分析した. その結果, VR 感覚を得るには, 自然に感じ始める, 意図的に能力を育む, 薬物使用下で感じる, の 3 つの方法があることが明らかになった. また, 多くのユーザが phantom tactile sensation を好意的に受け止めている

ことも報告している.

Rettinger ら [2] は VR 上での訓練におけるインタラクション方法が学習効果にもたらす影響を検証した. その結果, VR コントローラを用いる方法が最も学習効果が高いことが示され, フリーハンドよりもタンジブルオブジェクト (触ることのできる, トラッキングされた物理物体) を用いたほうが学習効果が高いことが示された.

本研究は, VR 感覚を意図的に発生させることを目的としており, 訓練には, タンジブルオブジェクトを用いた方法を提案する.

## 4 提案システム

ぬいぐるみや角材といった物体にトラッカーを取り付け, 仮想空間内で再現された物体と現実空間内の物体を同時に触ることにより, VR 感覚を誘発させる訓練システムである. 訓練終了後に現実空間の物体を取り除き, 仮想空間上の物体のみを触ったときに, VR 感覚が感じられるようにする.

システム概略図を図 1 に示す.

本システムは一つの HMD 及び 2 つ以上のトラッカーからなる. また, VR で映像を描画, 処理するソフトウェアとして Resonite<sup>\*4</sup>を用いた. 一つのトラッカーを HMD に取り付けることで HMD とトラッカーの座標系を同期し, もう一つのトラッカーを現実空間の物体に取り付けることで位置情報をソフトウェアに取り込む. 得られた位置情報を元に Resonite で 3D モデルの位置を調整し, 現実空間と同じ位置に 3D モデルが表示される. これにより, 現実空間で

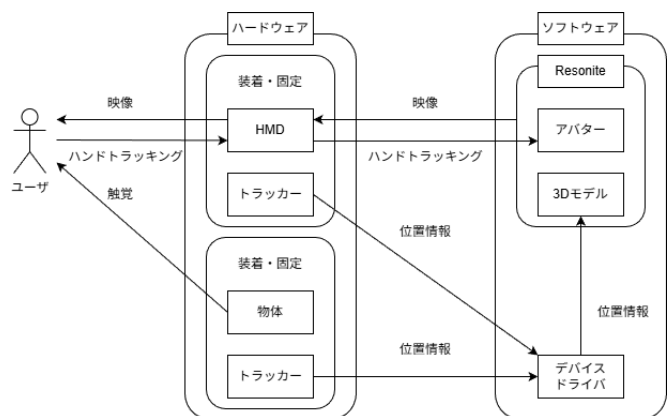


図1 システムの概略図

\*1 <https://www.meta.com/jp/quest/quest-3/>

\*2 <https://www.picoxr.com/jp/products/pico4>

\*3 <https://www.reddit.com/>

\*4 <https://resonite.com/>



図 2 サメにトラッカーを取り付けた様子



図 3 角材にトラッカーを取り付けた様子



図 4 サメのぬいぐるみの 3D モデル



図 5 角材の 3D モデル

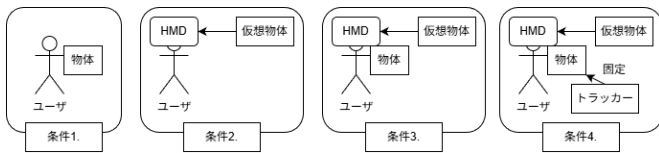


図 6 比較する 4 条件

の物体の動きと仮想空間での物体の動きを同期させ、物理空間で物体を触ったり撫でたりしたときに、仮想空間でも同じように物体を触ったり撫でたりする表示がされる。サメのぬいぐるみ及び角材にトラッカーを取り付けた様子、及び Resonite 上に再現されたそれぞれの物体を、図 2 - 5 に示す。

### 5 評価実験

提案システムによって VR 感覚が誘発されるのかを調査するため、評価実験を行った。被験者は四人の大学生・大学院生である。

比較する条件は以下の 4 条件である。

1. 現実空間でのみ物体を触る。
2. 仮想空間でのみ物体を触る。
3. 現実空間と仮想空間両方で物体を触る。物体はトラッキングされない。
4. 現実空間と仮想空間両方で物体を触る。物体はトラッキングされる。

4 条件の概略図を図 6 に示す。本研究で提案するのは条件 4 である。

また、実験の流れは以下の通りである。

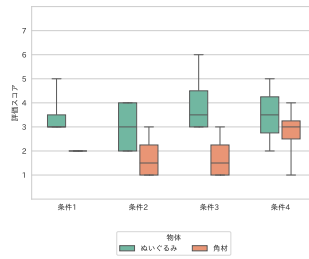


図 7 触ったときになにか感じたか

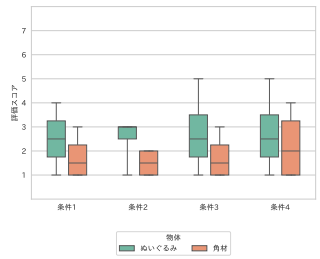


図 8 触ったときに質感を感じられたか

1. 条件に応じてサメのぬいぐるみもしくは角材どちらかを、現実空間もしくは仮想空間で 2 分間触る
2. 仮想空間内で物体に対応した 3D モデルを触る。特に時間は設けない。触ったときになにか感じたか、触ったときに質感を感じられたかの二つの質問をを口頭で行う。質問が終了した時点で 3D モデルを触るのを終了する。
3. 物体を変え、1、2 を繰り返す
4. 条件を変え、1~3 を繰り返す

質問は 7 段階リッカート尺度で質問した。結果を図 7, 8 に示す。全ての条件においてぬいぐるみよりも角材のほうがスコアが低く、触ったときに感覚、質感を感じづらいことがわかった。また、触ったときになにか感じたかという質問では、角材において、条件 4 が条件 1, 2, 3 よりもスコアが高く、トラッキングされる条件が一番 VR 感覚を生じさせやすいと考えられる。

### 6 おわりに

本研究ではトラッカーを用い、VR 感覚を誘発させる訓練システムを作成した。評価実験により、角材を用いた条件下では、トラッキングされる条件が最も効果が高いことが示された。

今後の課題として、被験者の人数を増やすこと、訓練時間が VR 感覚の発生に与える影響を調査すること、使用する物体の材質や形状による差を調べること、物体のトラッキング方法の変更が挙げられる。

### References

[1] Q. Chen, M. M. Spapé, and G. Jacucci, "Understanding Phantom Tactile Sensation on Commercially Available Social Virtual Reality Platforms," *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, vol. 8, 141:1–141:22, CSCW1 2024.

[2] M. Rettinger and G. Rigoll, "Touching the future of training: Investigating tangible interaction in virtual reality," *Frontiers in Virtual Reality*, vol. 4, 2023.