

VR空間における粘着シミュレーションを用いたバーチャルオブジェクトの操作手法の提案

鯨岡 慶樹* 三武 裕玄*

概要. VR技術の発展により、視覚や聴覚だけでなく、触覚を提示する技術についての研究が進展しており、ユーザーがよりリアリティのある体験を得られるようになってきている。しかし、VRにおける触覚提示の中でも「粘着感」に関しては、研究が限られている。また、粘着感提示の研究では、特殊なデバイスを必要とするものが多く、一般的なVR機器で体験可能なものは少ない。特殊なデバイスを用いる必要がある場合、そのVRコンテンツの体験の障壁になってしまう可能性がある。本研究では、特殊なデバイスを用いずに、一般的なHMDとVRコントローラを使って、視覚情報とVRコントローラの振動フィードバックにより粘着感提示を行う手法を提案する。また、本手法を用いたアプリケーションの1つとして、バーチャルオブジェクトの操作についての実験を行い、その結果について考察する。

1 はじめに

近年、VR技術の発展に伴い、さまざまな領域でVRの応用が広がっている。特に、視覚や聴覚だけでなく、触覚を提示する技術についての研究が進展しており、ユーザーがよりリアリティのある体験を得られるようになってきている。しかしながら、触覚の中でも「粘着感」に関しては、依然として研究が限られている領域である。

粘着感提示は、物体表面の粘り気や抵抗をユーザーに感じさせるための技術である。ユーザーが仮想物体とのインタラクションをより自然に感じることができる可能性があり、VRのリアリティや操作性が向上することが期待される。

しかし、粘着感提示の研究では、特殊なデバイスを必要とするものが多い。坂本らは電気触覚ディスプレイを用いた粘着感提示を提案した[1]。森らはVRによる餅つき体験システムを提案した[2]。これらの研究についても、特殊なデバイスを用いる必要がある。このようなVRコンテンツは、よりリアリティのある体験ができる反面、体験できる機会が限られてしまう可能性がある。

本研究では、視覚情報とVRコントローラの振動フィードバックによって粘着感提示を行う手法を提案する。また、本手法を用いたアプリケーションの1つとして、バーチャルオブジェクトの操作についての実験を行い、結果について考察する。

2 提案手法

本手法ではVRにおける粘着感表現および剥がれ感表現を提示することを目的とする。また、特殊なデバイスを用いず、一般的なHMDとVRコントローラによって体験可能なシステムとなっている。

本システムにおける粘着シミュレーションでは、複数の粘着点について、それぞれの粘着点が剥がれるときにVRコントローラに振動フィードバックを返し、粘着物の剥がれ感を提示している。それぞれの粘着点はフックの法則に従うバネとし、一定の力が加わると粘着が解除されるようにした。

また、本手法では粘着物を用いたバーチャルオブジェクトの操作を行うことができる(図1)。粘着物にくっついたバーチャルオブジェクトは持ち上げて運ぶことができ、すべての粘着点が剥がれるまで操作可能である。

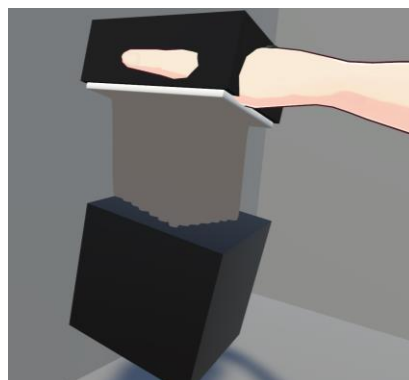


図 1. 提案手法を用いたオブジェクト操作の例

Copyright is held by the author(s). This paper is nonrefereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 明治大学

3 実験

ゴムの切断等と違って粘着物は徐々に剥がれ、その過程が振動で感じられることから、粘着物を通して重さを感じると重さの違いを鋭敏に感じ取れるという仮説をたて実験を行った。

3.1 実験手法

粘着物を用いたバーチャルオブジェクトの操作による重さ比較実験を行う。参加者は、右手に装着した粘着物で2つのオブジェクトの重さを比べる。実験を行うVRワールドでは、図2のように2つのオブジェクトが並んでおり、参加者は重いと感じた方のオブジェクトを白い領域に入れることで回答を行う。実験は階段法を用いて行い、正解、不正解に応じて2つのオブジェクトの重さの差を変化させる。正解の場合は重さの差を半分に、不正解の場合は2倍にする。反転回数が6回に達したら次の条件の実験を行う。

条件は一点粘着モデル、多点粘着モデル、一点粘着モデル+振動、多点粘着モデル+振動の4条件である。参加者はこれらの条件をランダムな順番で行った。一点粘着モデルはオブジェクトとの粘着点が一点のみであり、多点粘着モデルは粘着点が複数存在している。この2つの条件それぞれについて、粘着点が剥がれる際の振動フィードバックの有無を加えた4条件で実験を行った。実験参加者は男性3名、女性1名の計4名で全員右利きだった。

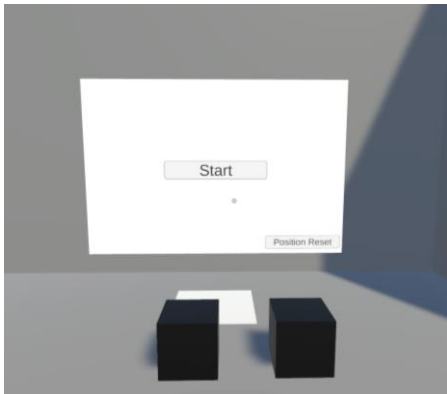


図 2. 実験を行う VR ワールド

3.2 実験結果

後半4つの反応の変化点における2つのオブジェクトの重さの差の平均をとったものが表1である。なお、表中では一点粘着モデルを一点、多点粘着モデルを多点と表記している。

全体の平均を見ると、振動無し的一点粘着モデルが重さの違いを最も細かく区別できるように見える。

また、一点粘着モデルと多点粘着モデルそれぞれについて振動の有無による結果を比較すると、一点粘着モデルでは振動のない方が、多点粘着モデルでは振動がある方が細かく区別できるようになっている。一点粘着モデルでは参加者1, 2, 4が、多点粘着モデルでは参加者1, 2, 3がこの傾向になっている。多点粘着モデルについては、断続的な振動が重さの違いの判別に役立ったと考えられる。しかし、一点粘着モデルで振動がない方がより小さい重さの違いを区別することができた理由を考えるには、データが不足している可能性がある。

また、全体として参加者間でそれぞれの条件において区別することができた重さの値に大きく違いがある。今回の実験の参加者の数を考えると、参加者1人の結果が全体の結果に大きく影響してしまった可能性がある。例えば、振動有りの多点粘着モデルについて、参加者1は0.024だが、参加者4は150.000であり、このような大きな差の影響は無視できないと思われる。これらのことを踏まえると、全体の傾向をつかむには追加の実験を行い、より多くのデータを分析する必要があると考えられる。

表 1. 反応の変化点における
2つのオブジェクトの重さの差の平均

参加者	一点	多点	一点+ 振動	多点+ 振動
1	8.691	37.500	42.188	0.024
2	4.492	150.000	43.750	7.031
3	29.297	93.750	13.281	37.500
4	0.513	34.375	50.000	150.000
平均	10.748	78.906	37.305	48.639

4 おわりに

本稿では、VRにおける粘着シミュレーションシステムを提案し、これを利用したバーチャルオブジェクトの操作についての実験を行った。結果として、一点粘着モデルの場合は振動がない場合の方が、多点粘着モデルでは振動があった方がより細かい重さの違いを認識できる傾向がみられたが、データが不足している可能性がある。

今後は今回行った実験について参加者を増やして実験を行い、どのような傾向がみられるのかを再度検証を行う。また、本手法を用いたVRコンテンツについて模索していく。

参考文献

- [1] 坂本泰清, 祖父江迪瑠, 牛山奎吾, 溝口泉, 梶本裕之. 電気触覚ディスプレイによる粘着感の提示. 第29回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2024.

VR空間における粘着シミュレーションを用いたバーチャルオブジェクトの操作手法の提案

- [2] 森湧翔, 渡辺久馬, 岩田将幸, 柳田康幸. VRによる餅つき体験システムの構築. 第23回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 2018.