



足が刃になる!? 「切る」感覚の体験

Legs turning into blades!? Experiencing the sensation of 'cutting'

温水心琴¹⁾, 斉藤妃那¹⁾, 川上朝香¹⁾

Mikoto NUKUMIZU, Hina SAITO, and Asaka KAWAKAMI

1) 岐阜大学 工学部 電気電子・情報工学科 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1, kogaku@t.gifu-u.ac.jp)

概要: 本企画では「切る」感覚の体験を提供する。体験者は HMD を装着し VR 空間上で自分の足がハサミの刃になった状態を視覚的に捉え、足にトラッカーと物理デバイスを装着し VR 空間上のオブジェクトを切る。この時、足の動きは HMD 上に表示されるハサミの動きや視点変化、力覚を与える物理デバイスの動き、切るときの音声と連動するため、視覚、触覚、聴覚のフィードバックを得ながら紙を切る行為を体験できる。

キーワード: ハサミ、切る、力覚

1. はじめに

必要なときにない、そのような状況は日常的に起こりうる。その中でもハサミに関して起こりがちではないだろうか。もし自分の体の一部がハサミになれば、必要な時に使えて不便さが解消されるのではないだろうか。また、ハサミは持ち運ぶには大きく、大きなものを切るには小さすぎる。そこで、ハサミの刃と似た開閉する動きができる足をハサミに変えることで、さらに便利な道具となるのではないかと考えた。

本企画では、体の一部である足がハサミになることで日常の不便さを軽減することを目的とする。また、「切る」という行為の中でハサミの刃そのものが受ける振動や抵抗の再現を目指し、ただ日常を変化させるだけでなく、本来道具が受け取るフィードバックを新たな感覚として提供することを目指す。

「切る」感覚とはなんだろうか。普段我々は切るのにハサミを使用するが、時としてうまく切れないことがある。うまく扱おうと刃を開いたままカッターのように切れることもある。またハサミの他に包丁で食材を、ノコギリで木を切る時など、切る対象によっても受け取る感覚は異なり、それは刃の切れ味や大きさや入れ方、切る対象の抵抗感や摩擦などの切る感覚を変化させる要素によるものである。

体験者が受け取る感覚をよりリアルなものとするために、本企画では上記のことを考察しながら制作を進める。

2. システム構成

2.1 システム構成図および全体図

本企画でのシステム構成図は図 1 のとおりである。

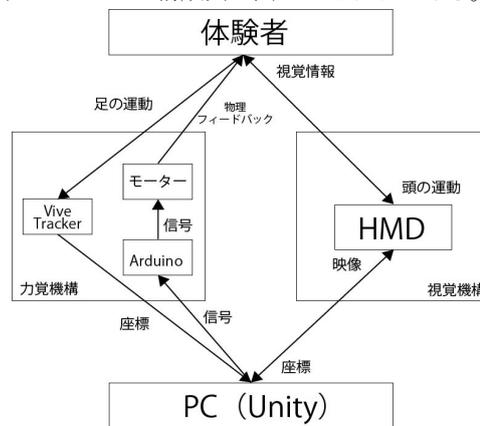


図 1 システム構成図

また、体験の様子の概要図を図 2 に示す。

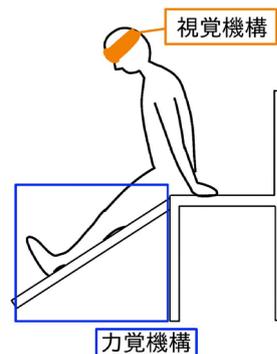


図 2 体験概要

体験者は、足の動きを入力として受け取り、PCからの信号によって体験者にフィードバックを与える力覚機構と、HMDによる視覚提供が行われる視覚機構を身につけて体験を行う。

足を左右に開閉すると、HMD上でハサミがそれに連動して開閉する映像、音声再生される。さらに、それに合わせて力覚機構に組み込まれているモーターが振動することで、視覚、聴覚、触覚の面からフィードバックを受け取ることとなり、これによってハサミとしてもものを切る、という感覚を体験することができる。また、この体験をハサミとして画面内のオブジェクトを切断する、ということテーマとしたゲームを作成してプレイしてもらうことで提供する。

3. 動作原理など

3.1 トラッキングシステム

頭の位置のトラッキングは、HMDを用いて行う。HMDで取得した座標をゲーム内での視点や位置の移動に利用する。

足の位置のトラッキングは、Vive Trackerを用いて行う。開発の次第によってはVRコントローラを用いる。Unity内でトラックのオブジェクトと動かす対象のオブジェクトを親子関係にすることで、連動した動作を実現する。

このとき、足に関しては初期位置を2種類設定する。1つ目は、Vive Trackerの初期位置である。2つ目は体験可能な状態での足の付け根の位置である。これはVRコントローラを用いて取得する。後者に関しては、初期位置を取得したのちは、座標の変化をトラッキングしないこととする。これは、人によって異なる股下の長さを基準にしたゲーム内座標によって、より現実での動きと連動した映像を提供するためである。

3.2 視覚・聴覚提供

視覚、聴覚へのフィードバックをHMDで提供する。ハサミになりきることが体験の中心であるため、一人称視点での映像を提供する。刃が左右に開く関係により初期位置で紙を見るとほぼ直線のようにとらえてしまうがHMDをつけた頭を動かすことで切る紙を横から見ることができ、視覚情報に基づいた物理デバイスの調整が可能になる。また、聴覚に関しては、ハサミでオブジェクトを切断した際に音声を再生する。切る動作をしている間のみ音声が流れるシステムを制作することで、体験者の動作により近い挙動を実現する。

3.3 力覚提供

触覚へのフィードバックを提供するにあたって、座標取得用のトラックと振動を与えるためのモーターが付いた滑車、その動きを制限するためのU字のレールを足に装着する。イメージ図はまた、足を伸ばした状態で体験を行うにあたって、体験者の負担を減らすため図2のような斜めの板を使用する。この機構において、トラックは出力、ないし力覚の提供に直接関与するものではない。

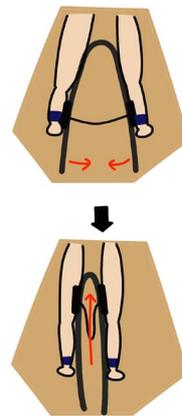


図3 力覚機構イメージ図

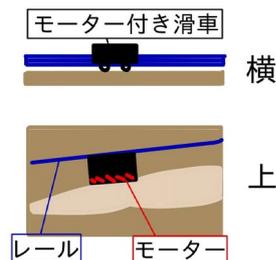


図4 物理デバイス詳細イメージ図

力覚を提供するための仕組みは図に記している。モーターを足に接するような形で滑車に2つ取り付ける。これに沿うように布を被せ、モーターの振動が伝わって振動した布によって、足に刺激が伝わる、という仕組みである。これによって、切っている間の摩擦や抵抗感を示すと考えられる。これに関しては、一部多摩大学経営情報学部が過去のIVRCで制作した「ハンドソード」を参考にしている[1]。

また、レールは足の動きに従って開いたり閉じたりすることができるようなものを使用する。両脚の滑車を繋げることで、左右の足に対してほとんど同じ動きをする。さらに、レールの幅によって位置を変えることを可能とする。U字であるため、基本的には重力に従って下の方にあるが、足を閉じることで上の方へと滑車を誘導することが可能となる。徐々にモーターの位置が変わっていくことで、振動を感じる位置も変わり、だんだん切れていく様子を再現することが可能である。

3.4 ゲームシステム

ゲームシステムとして、移動するオブジェクトをタイミングよく切る、というものをメインコンテンツに据える。切る位置や長さなどが現実での動きに合わせて変化するようなシステムを制作する。

ゲーム内容としては、上下に動く紙などをタイミングよく切ることで、ポイントを稼ぐ、というものを想定している。これは、開発の次第により変更が起こる可能性がある。

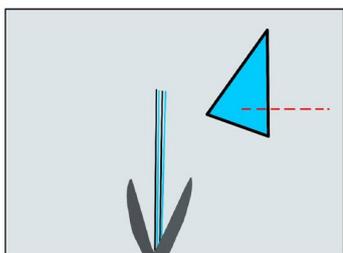


図 5 体験者視点イメージ図

図 5 は体験者からみた画面のイメージ図である。画面端に切る対象を横から見た図と、切る目標となる位置が表示される。切る位置は HMD の体重移動認識によって操作し、切る長さは HMD の視点移動認識によって確認しながら調節する。このとき、切る対象のオブジェクトを動かすことで、ゲーム性を強化する。また、オブジェクトの大きさ、モチーフとする物質の固さによって、その分切りづらくなるのを再現する。力覚機構における抵抗感の強さを変えることでそれを実現する。

3.5 プロトタイプについて

本企画は、以前に作成したプロトタイプを改良することで新たな作品とする。

プロトタイプの力覚機構の様子が図 6 である。力覚機構に関しては、足の動きのトラッキングシステムや制御方法、感覚のフィードバックシステムなど様々な点を大幅に変更する。



図 6 力覚機構プロトタイプ

主な改善点は、物理デバイスの構造、トラッキングシステム、ゲームシステムである。

物理デバイスの装着図は、本企画で計画しているものと大きな差はないが、モーターを複数個両脚に巻き付け、順



図 7 ゲーム画面プロトタイプ

に振動することで感覚が徐々に伝わる様子を再現していた。これを、モーターを動かす構造にすることで、より連続的に感覚が伝播するようになると考えている。そのために、前述したモーターが付いた滑車をレールで制御する仕組みとする。

また、プロトタイプで作成したトラッキングシステムは、VR コントローラのみを入力機器としていた。さらに、この段階では、1 方向の座標のみを取得し、座標が特定の位置を越えた時に信号を送る、という方法を採用していた。本企画では、足(トラッカー)では 2 方向、HMD では 3 方向の座標を取得して、より現実の動きを詳細に反映させる。特に、足の動きをハサミの刃に当たる部分と連動させることでよりリアルタイムなフィードバックが得られる。

4. むすび

本来、「切る」感覚は道具を通してしか得られなかった。道具を介さずに「切る」感覚がどのようなものか興味を持った我々は、自らがハサミになることにより「切る」行為を直接体験できるデバイスを作成し、道具から得られる感覚とは異なる感覚を提供した。体験者の動きから視覚、触覚、聴覚それぞれにフィードバックを与えることによって、「切る」感覚を簡単に体験することを可能とした。

参考文献

- [1] 柳萬真伸・尾崎真由子・中川広大・佐藤翔哉：ハンドソード、第 27 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集(2022 年 9 月)