



いざテッペンへ！～巨人との対話を目指して～

To the Top! - Seeking Dialogue with the Giant

早稲田正隆¹⁾, 浦上拓也¹⁾, 稲村一樹¹⁾, 峰松丈倅¹⁾, 小林楓季²⁾, 宮城巧汰²⁾, 横関克栄¹⁾, 池田龍征²⁾, 中野真愛²⁾

Masataka WASEDA, Takuya URAKAMI, Kazuki INAMURA, Takeyuki MINEMATSU, Fuki KOBAYASHI, Kota MIYAGI, Masaharu YOKOZEKI, Tatsuyuki IKEDA, and Mai NAKANO

- 1) 電気通信大学 情報理工学域 I 類 メディア情報学プログラム (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {wase.masa, takuya.urakami, kazuki.inamura, minematsu_takeyuki, masaharu_yokozeki}@vogue.is.uec.ac.jp)
- 2) 電気通信大学大学院 情報理工学研究科 情報学専攻 (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {kobayashi_fuki, k.miyagi, ikeda.tatsuyuki, m.nakano}@vogue.is.uec.ac.jp)

概要: 本企画は、皮膚が摘まれる感覚に着目した新しい触覚提示手法の提案を目的とする。体験者は HMD を装着し、巨人の足を小人として登る仮想体験を行う中で、自身の足に装着された触覚提示装置により摘まれる感覚を得る。摩擦による接線方向の力提示を用いることで、従来困難であった摘み込み感をリアルに再現・実現する。さらに、風提示装置によって没入感を高める。本体験は、提示者と受容者の両方を体験者自身が同時に担う構造となっており、触覚体験の新たな可能性を提示するものである。

キーワード: クライミング、触覚提示、摘まむ

1. 企画概要

1.1 目的

近年、触覚の提示方法として様々な手法が編み出されている。例えば、振動子や空気圧、超音波などを用いて皮膚表面に物理的に触覚を提示するもの[1]や電気刺激で提示するもの[2]、またダイラタンシー流体[3]やモーターを用いるものもある。しかし、このような触覚提示方法では皮膚が引っ張られる、摘ままれるといった触覚を提示することは難しい。

そこで、私たちは皮膚が摘まれる感覚に着目し、本体験を通して新たな触覚提示手法を提案する。また、本体験の体験概略図を図 1 に示す。この体験では、体験者が触覚を提示する側とされる側の両方を担う。体験内容は壁を登るというものであり、HMD を装着した体験者の足を登る壁に見立て、体験者の両手をもって、小人がその壁を登るというコンセプトである。体験者が触覚を提示する側とされる側の両方を担うことによって、触覚提示を確かめやすくする狙いがある。

1.2 手法

先に述べたように、近年提案されているデバイスにおいて皮膚が摘ままれるという感覚を提示することは難しい。そこで、私たちが注目したのは皮膚表面に回転運動による摩擦を加えるというものである。これにより、皮膚表面に

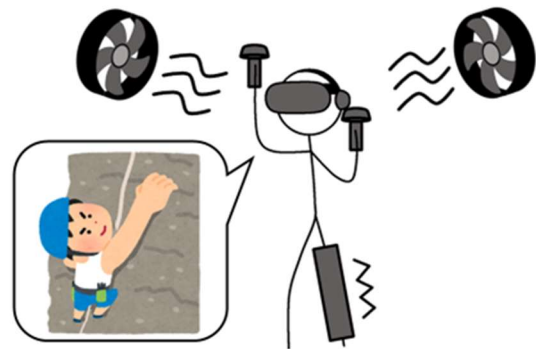


図 1: 体験概略図

対して法線方向ではなく接線方向に力を提示することができ、新たな触覚体験を生み出すことができるだろう。本体験ではこの触覚提示手法をコンテンツと結びつけて制御することで、小人に登られるという感覚の表現を試みる。また、足の動きを慣性センサーで取得しそれに合わせて送風ファンで風を送ることで、没入感を向上させる。

以上の方法により、本体験を視聴覚だけでなく、触覚の面からも体験できる VR コンテンツの提案、制作を行う。体験者が二つの異なる立場を同時に体験することを考え

ると、本体験における体験者の意識がどちらに傾くのかも注目すべき点と言えるだろう。

2. システム構成

本体験のシステム構成を図2に示す。体験者はHMDからの映像及び音声を受けて行動をHMD付属のコントローラーに入力する。コントローラーの入力を受け取ったPCは、入力に応じた信号を体験者のふくらはぎに装着された触覚提示装置へ渡す。触覚提示装置は受け取った信号に対応するモーターを回転させ、そのモーターに接続されたベベルギアによって、ホイールを皮膚に対して接線方向に回転させることで、体験者へ触覚の提示を行う。また、触覚提示装置に取り付けた慣性センサーによって、足の動きを取得し、それに合わせて体験者の頭部へ送風ファンで風を送る。それぞれの感覚提示装置の詳細は後述する。

3. 動作原理

3.1 視覚・聴覚提示装置

体験者はHMDを通して、Unityを用いて作成された映像及び音声を受け取る。詳細な内容は4. 体験の流れに示す。

3.2 触覚提示装置

本体験で使用する触覚提示装置の概略を図3に示す。

皮膚が摘ままれる感覚が提示される場所はあらかじめ指定されており、その感覚はモーター、ベベルギア及びホイールの組み合わせによって提示される。ベベルギアの配置は図4のようになっており、モーターを角速度 ω で動か

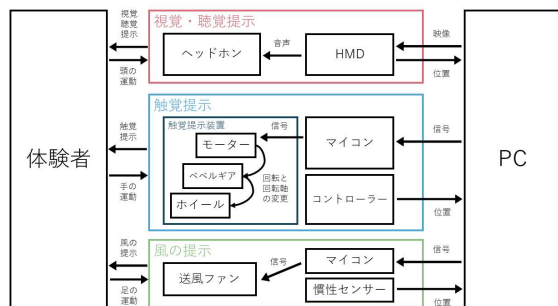


図2: システム構成

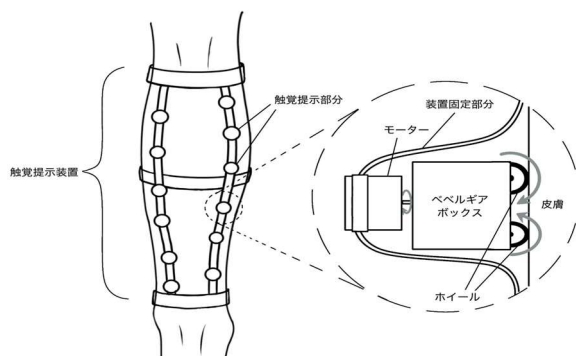


図3: 触覚提示装置

すと、すべてのベベルギアも角速度 ω で動く。その結果、モーターの回転は最終的に、ある正三角形の各頂点の位置に回転軸が来るようになり、3つの回転の方向は重心に向かうまたは遠ざかる方向に統一される。この回転がそのままホイールに伝わり、その結果、皮膚が3点から接線方向に引っ張られることになり、皮膚が摘ままれる感覚が感覚提示箇所を生じることとなる。

また、各ベベルギアの中心にはベアリングが圧入され、配置された全ベベルギアのベアリングを支え固定する1つの小さなボックスの中に収めることで、ベベルギアの配置が崩れないようにする。

3.3 風提示装置

本体験で使用する風提示装置の概略を図5に示す。

体験者が足を動かすと、足に装着された触覚提示装置に組み込まれた慣性センサーによって、動かした方向と速さを検知し、それを基に送風ファンが風を体験者の頭部に送る。

4. コンテンツ概要

体験者には、HMD、触覚提示装置の装着と、コントローラーを両手に持ってもらう。装着が完了したら体験を開始する。体験者はコントローラーを持った手を動かして仮想現実上の壁を登る。登った位置に応じてふくらはぎに摘ままれた感覚が提示される。以下に本体験の詳細な内容を示す。

1. 体験者は小人となり、体験開始時に巨人の足の前にいる。巨人と対話したい小人は巨人の頭部を目指して上ることを決意する。
2. 体験者がコントローラーを用いて巨人の足を登り始めると、体験者の足に装着された触覚提示装置や頭上にある風提示装置によって、小人の登る感覚と

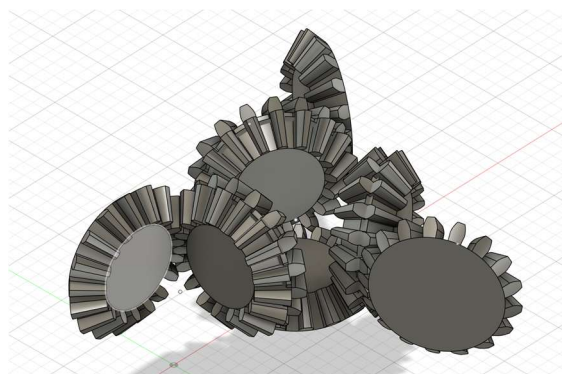


図4: ベベルギアの配置

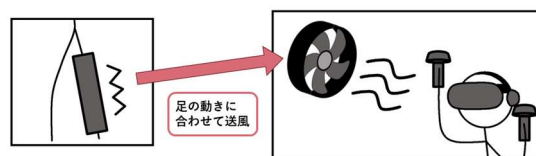


図5: 風提示装置

巨人の登られる感覚の両方を体験する。

3. 巨人は足に違和感を覚えるも気にしていなかったが、突然の雨により小人は手を滑らせてしまう。小人は両手両足を使って登っていたが、巨人の足には引っ掛かりがなく、基本手しか機能していなかった。そのため、巨人側も手で摘まれる感覚しか感じておらず、小人はそのまま高所から落ちて「To be continued」の表示とともに体験は終わる。

5. むすび

触覚提示の新たな可能性として「皮膚が摘まれる感覚」に着目し、それを VR 体験と融合させることで、視聴覚だけでなく触覚的にも没入感を高めるインタラク션을提案した。本システムを通じて、提示者と被提示者を同一

人物が担うという構造が、生み出す触覚体験の認識構造に新たな視座を与えようとする。

参考文献

- [1] Matsubayashi, A., Makino, Y., & Shinoda, H. (2021). Ultrasound Haptic Rendering. IDW. <https://doi.org/10.36463/idw.2021.1015>
- [2] Yem, V., & Kajimoto, H. (2017). Comparative Evaluation of Tactile Sensation by Electrical and Mechanical Stimulation. IEEE Transactions on Haptics, 10(1), 130–134. <https://doi.org/10.1109/TOH.2016.2605084>
- [3] Saga, S., & Deguchi, K. (2010). Dilatant fluid based tactile display -Basic concept. IEEE Haptics Symposium, 309–312. <https://doi.org/10.1109/HAPTIC.2010.5444638>