



四転五起季

Yonkorobigoki

大橋夢叶¹⁾, 小笠原駿¹⁾, 三枝恭¹⁾ 生駒峻人¹⁾ 南井諒太¹⁾

Yuto OHASHI, Shun Ogasahara, Kyo Saegusa, Takato Ikoma, and Ryota Minai

1) 龍谷大学 (〒520-2194 滋賀県大津市瀬田大江町横谷 1-5)

概要: 「つまずき」とは足先に物が当たり体勢を崩す行為である。本企画では、足に対する触覚提示と HMD への視覚提示を組み合わせるクロスモーダル現象を利用することにより、身体は傾くことなくつまずいた感覚を再現する靴型デバイスを設計した。つまずく瞬間に靴型デバイスから触覚が提示されると同時に視覚情報のシーンが転倒する映像に切り替わり、転倒中は顔に風が提示され体が傾いている感覚を再現する。全 4 種のつまずきシーンを用意し、つまずいた後、ある程度視界が傾くと映像がフラッシュして元のカメラに戻り次のシーンに切り替わるようにした。

キーワード: つまずき, クロスモーダル現象, ハプティクス

1. はじめに

「つまずき」とは足先に物が当たり体勢を崩す行為である。また、失敗や過ちといった意味でも用いられる。子供のころは、外で走り回りつまずく事が多々あった。しかしながら、大人になるにつれて慎重に行動するようになりつまずく事は少なくなっているのではないだろうか。それとは反対に、歳をとることで膝や腰への負担により足が上がりなくなりつまずく事が増えるのではないだろうか。

そこで本稿では、Virtual Reality (VR) でつまずく映像を提示することで、実際に転倒することなくつまずき感覚を得られる体験システムを提案する。

2. 関連研究

五十嵐らは、視覚情報の操作により人間の柔らかさに対する知覚の変化の調査を行った[1]。これによって、視覚情報と触覚情報を同時に提示することで、異なる感覚を想起させることが明らかとなった。

小澤らは、視覚フィードバック情報を人為的に改変して、前庭感覚情報と矛盾するような視覚情報を被験者に提示した。それにより、自身の体はその方向に引き込まれるような感覚を示し姿勢制御に関する影響を検討した[2]。

雨宮らは、振動刺激を足底に提示することで前方に身体近傍空間が拡張されることを明らかとした[3]。このことから足底への触覚提示は有効であることがわかり、本企画でも足底に触覚提示を行う予定である。

3. 企画の概要

本企画の概要図を図 1 に示す。本企画では、足に対する触覚提示と HMD への視覚提示を組み合わせるクロスモーダル現象を利用することにより、身体は傾くことなくつまずいた感覚を再現する。つまずく瞬間に靴型デバイスから触覚が提示され、それと同時に視覚情報のシーンが転倒する映像に切り替わる。転倒中は、顔に風が提示され体が傾いている感覚を再現する。つまずいた後に次のシーンに切り替わる。全 4 種のつまずきシーンを一通り連続して体験してもらい、その後、視点が上がることによって本企画は終了とする。実際に転倒することなく、つまずきの危険性を体感することで、歩行の改善が期待される。以下に実験手順を示す。

1. HMD を装着し、ガイドの鳥に目線を合わせる。
2. 春の風景を見ながら前進し、木につまずく。
3. 夏の風景を見ながら前進し、砂浜で砂につまずく。
4. 秋の風景を見ながら前進し、カボチャにつまずく。
5. 冬の風景を見ながら前進し、雪につまずく。



図1: 企画の概要図

4. システム構成

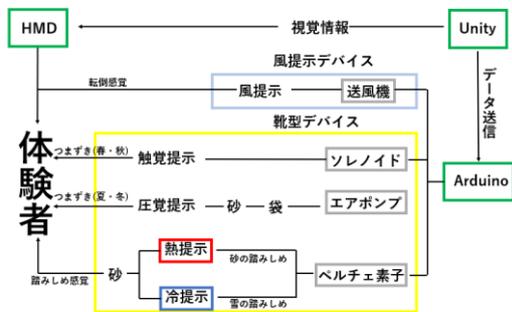


図2: システムの構成図

制作は靴型デバイスと風提示デバイスと Unity のシーンである。各デバイスの詳細は 4.1, 4.2 で述べる。

4.1 靴型デバイス

使用機材は土、砂、雪の踏みしめ感覚の提示のための砂を用いる。その砂は踏みしめ感覚が伝わりやすいようにするためにビニール素材の袋に入れ、足の裏で踏む。つまずき感覚の再現には、衝撃提示のためのソレノイド、砂や雪に足を取られた感覚の再現に砂とエアポンプを用いる。春では木の根につまずくシーン、夏では砂の山に足を入れてつまずくシーン、秋ではカボチャにつまずくシーン、冬は雪の山に足を入れてつまずくシーンを体験してもらう。

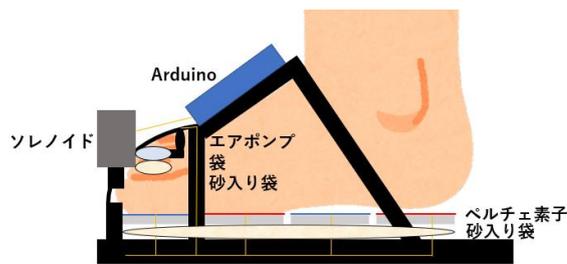


図3: 靴型デバイスの概要図

また、夏のシーンではペルチェ素子により、熱を発生させ靴底の砂の入った袋を踏むことによって砂の上を歩いている感覚を再現する。冬のシーンではペルチェ素子により冷却をし、砂の入った袋を踏むことで雪の踏みしめ感覚を再現する。靴底には4つのペルチェ素子を設置し、1つめと3つめは冷却、2つめと4つめは熱を出すことで、切り替えを素早くすることを考えている

ここで、2種類のつまずき感覚を再現する方法を述べる。まず、物につまずいて転倒する場合には足の甲からつまさきにかけて衝撃を与える。図4左のような装置を用いる。ソレノイドの先端に3Dプリンターで作成したつま先全体に触覚を提示するパーツを取り付ける。春、秋のシーンでつまずきが発生すると同時にソレノイドが作動する。

次に、砂や雪の山に足を入れてつまずく感覚では、図4右のような機構を用いる。砂の入った袋の上にもう一つ袋を入れる。上の袋にはエアポンプを取り付けており、砂の山に到達した瞬間に空気を入れ膨らませる。上の袋に押され、圧迫された感覚により砂や雪につまずいた感覚の再現を行う。

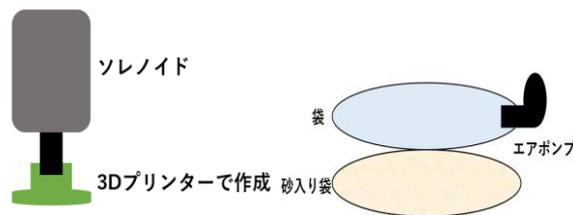


図4: つまずき機構

これら上記の機構と、視覚情報の物につまずく瞬間を組み合わせることでつまずきを再現できると考えた。温かさと冷たさを提示する際にはペルチェ素子、雪と砂に埋もれた感覚を再現するために砂を用いる。これらは、夏と冬のシーンに使用する。夏は砂浜を歩く中で砂に足をとられるシーン、冬は雪の積もった道を歩く中で、雪に足をとられるシーンを再現する。ここで、視覚情報と足への触覚のみでは身体の転倒を再現するのは困難であると考えた。そのため、次節で述べる風提示デバイスを使用する。

4.2 風提示デバイス

次に、つまずきの際に身体が転倒している感覚を再現するためにHMDに送風機をとりつけ顔に風を提示する。風提示デバイスの概要図を以下の図7に示す。

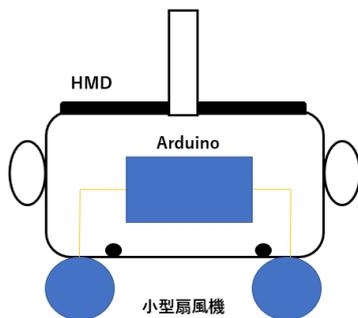


図 5: 風提示デバイスの概要図

4.3 カメラ制御

つまずきが発生した際の映像制御はUnityで行う。つまずき動作を行う地点に転倒用のカメラを設置しておく。地点に到達した際に、歩行用のカメラと転倒用のカメラを切り替え、転倒するシーンを提示する。また、ガイド用の鳥に視線を合わせて歩行してもらう。理由としては、つまずきとは本来無意識のうちに起こる動作なので、足元を注視せずに歩行してもらうことで自然な転倒を提示可能であると考えた。



図 6: 視点の切り替わり

5. おわりに

提案システムでは、つまずきという本来危険が伴う動作を仮想環境内で安全に再現することを目的とした。今後は、提案システムの実装とそれを用いた評価を行いつまずき感覚の再現を行う予定である。

参考文献

- [1] 五十嵐郁瑛,松室美紀,柴田史久,木村朝子.VR 空間での視点位置変化が着座面の柔らかさ知覚に与える影響,情報処理学会 インタラクシオン 2020, pp. 702-706, 2020.
- [2] 小澤政広,吉澤誠,竹田宏.医用電子と生体工学,30 巻 3号, pp. 173-182, 1992.
- [3] 雨宮智浩,池井寧,広田光一,北崎充晃.歩行を模擬した足底振動刺激による身体近傍空間の拡張, TVRSJ Vol. 21 No. 4, pp. 627-633, 2016.