

# VRにおける足場形状表現装置の提案

星野 健斗<sup>†</sup> 堀越 力<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 湘南工科大学工学部 〒251-8511 神奈川県藤沢市辻堂西海岸 1-1-25

E-mail: <sup>†</sup> 14a3130@sit.shonan-it.ac.jp, <sup>‡</sup> horikoshi@info.shonan-it.ac.jp

あらまし 綱渡りのバランス感覚を再現する VR デバイスを提案する  
キーワード VR, 触力覚, バランス感覚, 綱渡り

## Proposal of terrain expression device for VR

Kento HOSHINO<sup>†</sup> Tsutomu HORIKOSHI<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Shonan Institute of Technology 1-1-25 Nishikaigan, Tsujido, Fujisawa, Kanagawa, 251-8511 Japan

E-mail: <sup>†</sup> 14a3130@sit.shonan-it.ac.jp, <sup>‡</sup> horikoshi@info.shonan-it.ac.jp

**Abstract** This paper proposes a VR device that reproduces the sense of balance of tightrope walking.

**Keyword** VR, Haptics, Sense of balance, Tightrope walking

### 1. はじめに

VR 技術の普及に伴い、消費者が VR 技術を体験する機会が増加している。しかしながら VR を体験した時に感じる違和感やもの足りなさを覚える人も少なくない。VR は HMD を装着し、視覚を完全に別の空間にいるように見せることが可能になる。ただし、これにより VR 内の映像と装着者が取得している視覚以外の感覚が一致していないと、装着者は違和感やもの足りなさを感じてしまう。特に足の感覚は歩行を前提とする VR コンテンツでは重要な要素になる。例えば VR を装着して擬似的に綱渡りを体験するコンテンツでは綱が足裏の一部分にしか接触していない。それにも関わらず実際の足場は平面で、どの位置に足をおいても足裏全体に感覚が提示されている。実際に綱渡りのコンテンツを体験してもらったところ、映像としてのリアル感（実際に高所にいる感覚）を味わうことができていたが、まだゲームをしているという認識で違和感や気分が少し悪くなることを訴える参加者もいた。

### 2. 従来技術の問題

このような足の感覚の違和感を解消する手法として、振動アクチュエータを利用したハプティックスシューズなどがある[1]。しかし、この手法では振動アクチュエータの出力が弱く、足場を踏みはずしそうな感覚までは再現できない[2][3]。

### 3. 本研究の目的

本研究は綱渡りのバランス感覚を再現することを目的とする。具体的には綱の上に乗っている感覚を再現するために張力ベースの足場感覚を再現するデバイスを提案する。

### 4. 実験装置の製作

実際に張力が変化する複数のワイヤーを張り、張力を変化させることで不安定な足場（フレーム）を再現する。

フレームにはワイヤーが数本垂直に設置してあり、例えば左半分（図1 A,B 部分）のワイヤーだけテンションを高くする。このフレームの上に左足を乗せたとき、足裏左半分に反発力は提示されるが、右半分（図1 C,D 部分）には提示されない。また、実際に足は右側に傾くため、フレームに足を乗せた本人は、足の左半分だけが足場に乘っていることを認知すると同時に、足が右側へ傾いていることも感じることができる。このデバイスを VR 装着者の動きと連動させることで足場の悪い場所にいるという視覚とともに、実際に自分の体のバランスをとるというアクションを起こすことになる。

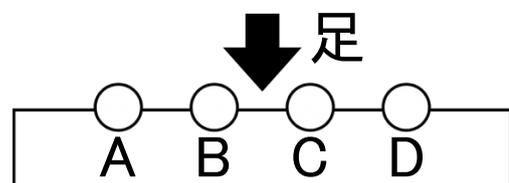


図1 足場再現の原理図

本手法の特徴は実際に足場の不安定感を再現できることである。剛体ベースのウェアラブルデバイスに比べて実際に足を乗せた時、バランス感覚の取りにくさをよりリアルに体感できる。

## 5. 提案手法の原理確認

VR 内のオブジェクトとワイヤーの張力が連動することを確認する。そのために下図のような戦車のキャタピラとワイヤー張力が連動するシステムを試作した。このデバイスは下図のような構成になっており、画面内の狭い溝の部分に戦車が通過することを想定した。

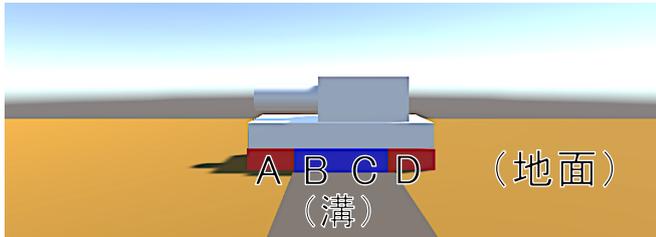


図 2 VR 空間内の戦車

戦車底面のある部分が地面に接触しているかを判定し、その結果によってデバイスのワイヤー張力を変化させるようにしている。

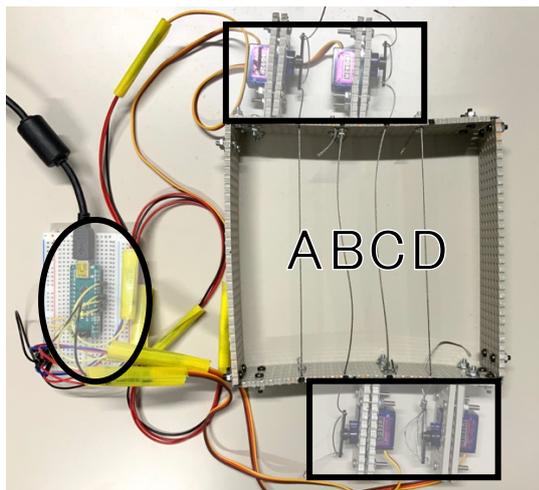


図 3 足場形状再現装置の試作

戦車の底面を戦車進行方向に対して垂直に 4 分割する。4 分割したそれぞれの底面について、面に一部分でも地面が触るかどうかでその部分の面に対応したワイヤーの張力が変化する。地面に触れている面と対応したワイヤーの張力は高くなり、全く地面と接していない底面と対応したワイヤーは張力が弱くなる。

デバイスはパソコンから戦車の底面が地面に接触しているかを判定したデータをマイコンボード「Arduino」(図 3 丸で囲った部分)で受信する。そのデータを元に各サーボモータ(図 3 四角で囲った部分)の角度を変化させる。ワイヤーはサーボモータに絡ませてあり、サーボモータの回転角度を変化させることでワイヤーの張力も変えることができる(図 4)。

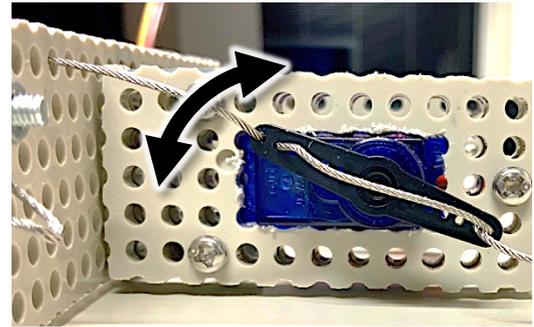


図 4 ワイヤーの張力を変えるサーボモータ

また VR 内に円柱状のオブジェクトを床に配置し、円柱と同じ位置に設置した本デバイスに手を乗せる。一度全てのワイヤーの張力を高くした状態で手を乗せた後、手を離しその間に複数のワイヤーのうち、中央の 2 本だけ張力を維持したまま他のワイヤーの張力を下げる。もう一度手を乗せたとき、実際にその場所に円柱があるように認識することができる。

## 6. 今後の課題

原理確認はできたが、実際に足を本デバイスに乗せるためにはフレームやワイヤーの強度を高くし、サーボモータのトルクをあげる必要がある。また、足場の不安定さを再現するには垂直か平行どちらかの方向のみではなく任意の方向で張力が変えられることが望ましい。しかし、単純にマトリクス状にワイヤーを張ったとしてもピンポイントにその部分の足場だけを再現させることは難しいため、今後の研究で解決策を提案していきたい。

## 7. おわりに

足場の不安定さを再現するために張力ベースのデバイスを提案し、その有効性を確認した。

## 文 献

- [1] 岩田 悠, 稲陰 正彦: “STEP:足裏感覚を操作することで歩行動作を変化させるハプティックシューズ”, 慶應大学大学院メディアデザイン研究科修士論文, 2017.3
- [2] Hiroo Iwata, Hiroaki Yano, Hiroshi Tomioka: “String Walker”, Proc. SIGGRAPH '06 Emerging technologies, Article No.28, (2006).
- [3] VR/AR 技術の開発動向と最新応用事例, 技術情報協会, pp.155-165(2018)