

# 地形の揺動を再現可能な床型インタフェースの開発

C0B21103 高橋 真寛 (Masahiro Takahashi)

## 1 はじめに

感覚提示は VR (Virtual Reality) 体験における臨場感を高める。これまでユーザへの感覚提示のために、力に対して敏感な手部や頭部に提示するデバイスが開発されている。このようなデバイスは提示する力を物理的に再現することにより、没入感を高めることに貢献している。

一方で、手部や頭部だけでなく足部への感覚提示も重要な機能の一つである。なぜなら、現実空間において我々は地面の硬さや粘着感などの様々な情報を足から得ているからである。しかし、VR 空間内での地面の情報を現実空間で完全に再現することは難しい。完全に再現するには、VR 空間内と同じ地質の環境を現実空間に用意すればいいが、このような再現方法は煩雑であり、地質が変わるような VR 空間内では機能しづらい。

本研究では地面が揺動する場面において地形情報を再現することに焦点を当てる。地面の硬さや地形情報を足裏へと提示する一方で、地表が揺らぐ感覚を提示することも臨場感を高める前提として検討する必要がある。実際にいくつかのゲームにはモンスターが地面に衝撃を与えることにより、地面を揺らす場面が存在する。この時、プレイヤーは体のバランスが不安定となり、自由に行動することができなくなる。VR 空間内でこうした場面があったとしても現実空間を移動している我々は揺れを感じない。本研究ではこうした地形情報の知覚のずれが生じてしまうことを課題とし、揺れを再現することのできる床型デバイスの開発を試みる。

## 2 関連研究

足裏への触感提示に関する研究では大きく 2 つのアプローチがある。一つは床型デバイスによる手法である。Visell らの研究では、雪や氷の上を歩いている感覚を演出する [1] (図 1)。このような床型デバイスは装置の設置場所が限られること、さらには体験範囲がデバイスのサイズによって束縛されていることが問題点としてあげられている。

もう一つは靴型デバイスによる手法である。こちらのアプローチは、靴が日常的に使用される道具であるこ

とから、装着の違和感がない。さらに、持ち運びが簡単である点で床型デバイスより優れている。Schmidt らの Level-Ups は靴底を昇降させる機構を用いて台に登ったときの高さ提示を行う [2]。靴型デバイスは靴の重さや靴底が大きくなり、提示できる感覚が限定されることや、デバイスの機構上の制約が存在する。

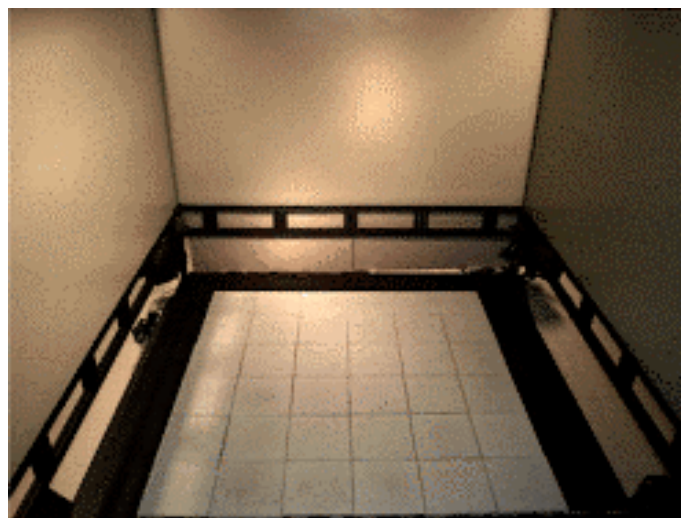


図 1 床型デバイスの例

## 3 関連技術

本研究で提案する床型デバイスの構造について説明する。本研究ではテンセグリティ構造というバランス構造を用いることを考えている。テンセグリティ構造は弾力性を持ち、不安定であるが崩壊しないという特徴がある。この特徴は地面においても同様である。地面も個体材料として弾力性を有する物質であり、一般的には崩壊しない。類似した性質を持つことから、テンセグリティ構造で地形の揺れを再現できないかと考えている。

## 4 システム概要

システム概要を図 2 に示す。被験者は開発する床型デバイスの上に HMD (ヘッドマウントディスプレイ) を装着し、立った状態で実験を行う。HMD には揺れが起きている状態と起きていない状態の 2 つの視覚情報を出力する。これら 2 つの情報と床型デバイスの動きを同期させることで、より臨場感のある体験を提供する。

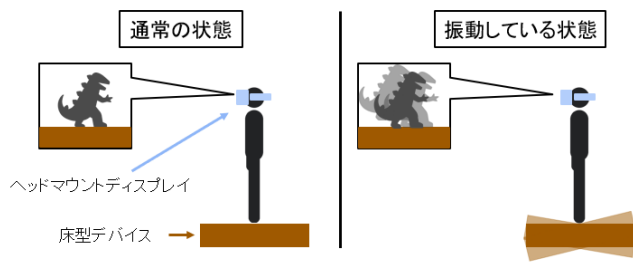


図2 システム概要

## 5 システム構成

システム構成を図3に示す。HMDでは位置や向きを検出し、その情報をUnityに送信する。Unityは受信した情報をもとに適切な仮想空間の映像をHMDに出力する。Unityは仮想空間において地面の揺れに合わせてシリアル通信でArduinoに制御指示を送信する。

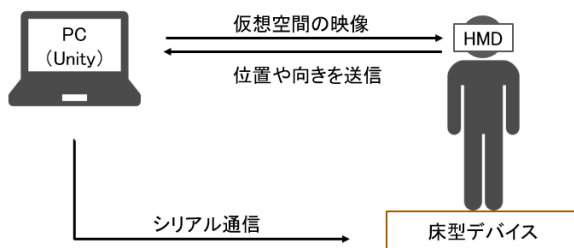


図3 システム構成

## 6 評価実験

実験は2つのグループに分けて行う。一方のグループは床型デバイスの揺れがある時の状態で先に行い、揺れがない時の状態を後で行う。もう一方のグループは床型デバイスの揺れがない時の状態で先に行い、揺れがある時の状態を後で行う。本実験では、各グループで実験後、没入感が向上したか、恐怖感を感じたか、揺れの感覚を感じることができたか、VR酔いが生じたかについてアンケートを回答してもらう。床型デバイスの揺れがあった時となかった時を比較し、臨場感を得られたかを検証する。

## 7 検討事項

本研究の検討事項は3つある。1つ目は、揺れの大きさが調節可能であることだ。揺れはエネルギーであり大きさを持つため、揺れの大きさを自由に変えることが必要な機能の一つである。3章で説明したテンセグリティ構造は張力材のたるみにより不安定の度合いを変えることのできる構造である。したがって、揺れの大きさを張力材

のたるみを変化させることで実現する。2つ目は、揺れがある状態と揺れない状態を瞬時に切り替える必要があることだ。揺れは時間とともに収まるものである。一度揺れた後、不安定な状態から安定した状態に戻す必要がある。揺れない状態をロープなどの張力材を使って実現することは難しいため、違う方法でそれを実現する必要がある。3つ目は安全性を考慮した設計・実験を行うことである。実際に不安定な床の上にHMDを装着した状態で立つと恐怖感を感じる。恐怖感を感じる実験にしまうと、本研究の目的である臨場感を得られたかが評価しにくくなってしまうからである。

## 8 おわりに

本論文では、地形の揺らぎに課題の焦点を当て、それを再現する床型デバイスを提案した。今後は、検討事項に上げた項目を達成することのできるデバイスの設計について深く追求していく必要がある。

## 参考文献

- [1] Yon Visell, Alvin Law, Jessica Ip, Severin Smith, and Jeremy R Cooperstock. Interaction capture in immersive virtual environments via an intelligent floor surface. In VR, pp. 313-314, 2010.
- [2] D. Schmidt, R. Kovacs, V. Mehta, U. Umapathi, S. Köhler, L. Cheng and P. Baudisch: Level-Ups: Motorized Stilts that Simulate Stair Steps in Virtual Reality, Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 2157-2160, 2015.