

IVRC2014 出展企画案
「渡る世間は綱渡り」

2014 年 5 月 30 日

目 次

1	目的	1
2	綱渡り	2
3	体の傾き感と綱のたわみの提示	2
3.1	棒型デバイスによる傾き感の提示	2
3.2	映像による傾き感の提示	4
3.3	靴型デバイスによる綱のたわみの提示	5
4	システム構成	6
5	スケジュール	7

1 目的

世の中には、命の危険を顧みずに行われるスポーツが数多くある。高所に張った綱の上を歩いて渡る綱渡りは、その代表的なものである。綱の上から見る景色や、揺れる綱の上を歩くスリルを一度体験してみたいと感じたことがあるのは、私だけではないだろう。しかし、安全等の面から、一般人が実際に綱渡りを体験することは現実的ではない。従って、もし、命を危険に晒すことなく綱渡りの体験をすることができれば理想的である。

本企画では、ユーザが地面に固定された綱の上を歩いているにもかかわらず、高所に張った綱の上を歩いているような体験を得ることができるシステムを構築する。図1にシステム概念図を示す。ユーザはヘッドマウントディスプレイと靴型のデバイスを装着し、棒型のデバイスを支持した状態で、固定された綱の上を歩く。棒型デバイスは重心位置を変化させる機構を有しており、重心位置を変化させることにより、ユーザに綱の上で体が傾いている感覚を提示する。また、棒型デバイスの重心変化に連動してヘッドマウントディスプレイに提示する映像を傾かせることにより、ユーザが感じる傾き感を視覚的に補強する。靴型デバイスは底部に緩衝材が敷き詰められており、足の接地時に沈み込むことで、重心位置の変化だけでは表現できない綱のたわみを提示する。

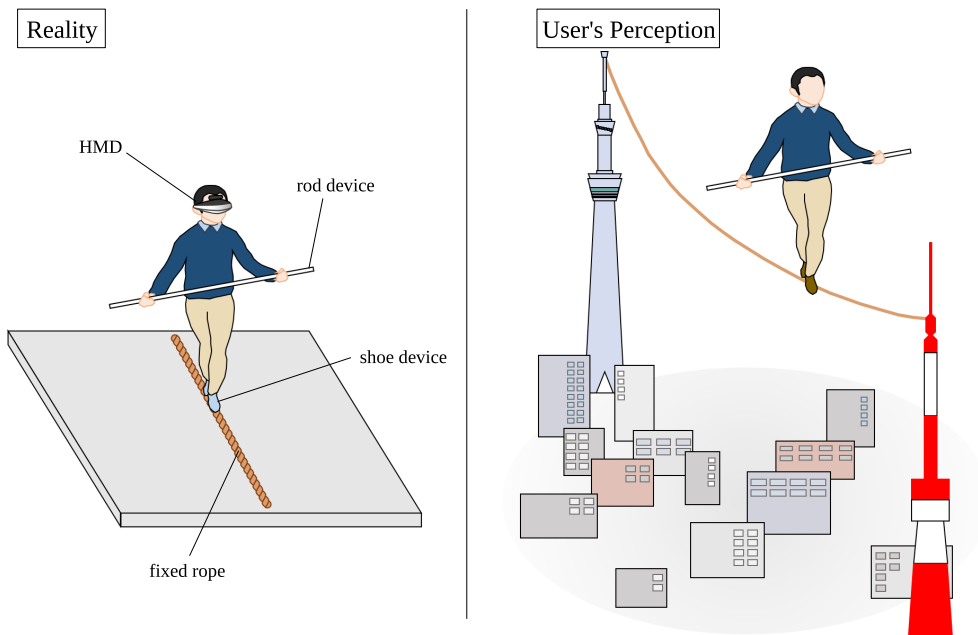


図 1: システム概念

2 綱渡り

通常、綱渡りを行う際には、重く長い棒を使用する。棒を地面と水平になるように支持することで、棒と体との成す角度の変化から体の傾きを知ることが可能である。また、図2のように体が傾いた際、人は棒を傾けることで、反作用により体を元の位置に戻すことができる。棒は人の体と比較して大きい慣性モーメントを持つため、棒の回転の角加速度が比較的小さくとも、体を元の位置に戻すための大きなトルクを得ることができる。

提案システムでは綱渡りの以下の2点の特徴を前提とする。

- 棒は常に地面とほぼ水平であり、ユーザは棒と体との成す角度の変化から体の傾きを判断する。
- ユーザの体が傾いた際には、棒を回転させ、その反作用を利用して体の傾きを修正する。

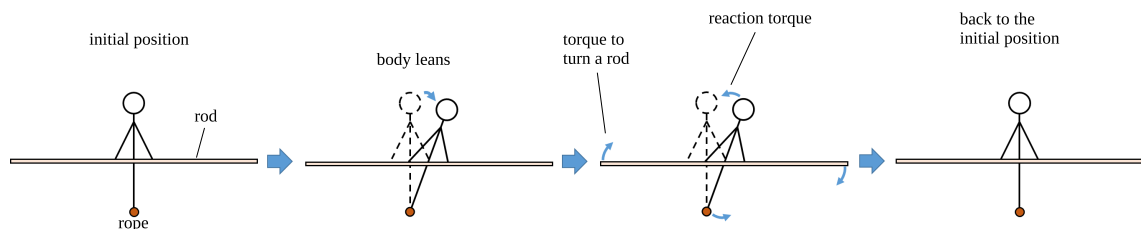


図 2: 綱渡りにおける棒の利用

3 体の傾き感と綱のたわみの提示

本企画では、棒型デバイスによる重心位置の変化と、ヘッドマウントディスプレイを介した映像提示により、ユーザに傾き感を提示する。また、靴型デバイスを用いて、綱がたわむ感覚を提示する。

3.1 棒型デバイスによる傾き感の提示

棒型デバイスには、重心位置を変化させることが可能な機構を組み込む。ユーザが支持する棒の重心位置が変化すると、棒の傾きが変化する。本システムでは、棒の傾きをユーザに体の傾きとして認知させることで、傾き感を提示する。関連研究としては、デバイスの重心移動によってユーザに牽引感を生成する研究がある [1]。

図3に棒の傾きとユーザの体の傾きとの関係を示す。棒の傾きが、ユーザの体の傾きとして認知されるための条件として、棒の傾きが視覚情報と連動している必要があると考えられる [2]。視覚情報は人が体の傾きを知るうえで大きな比重を占めていることはよく知られている。視覚情報の提示手法については次節で述べる。

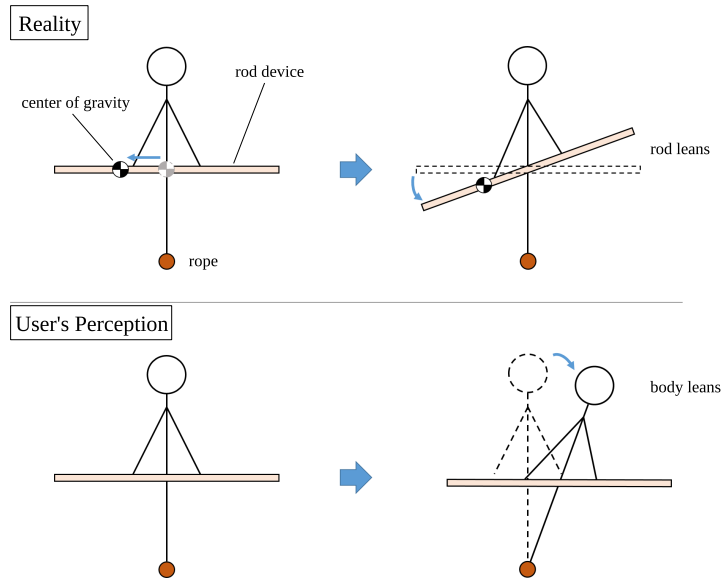


図 3: 重心位置の変化による傾き感の提示

また、図 4 に示すように、ユーザが体の傾きを修正しようとした際に棒の重心位置を変化させることで、棒の傾きがユーザが意図したよりも大きく変化する。これにより、ユーザは静止した綱の上にいるにも関わらずバランスを崩してしまうという現象が起こると考えられる。棒型デバイスにセンサを設置する等の方法で棒の傾きを計測し、ユーザが棒の傾きを操作するのに合わせて棒の重心を変化させることで実現する。

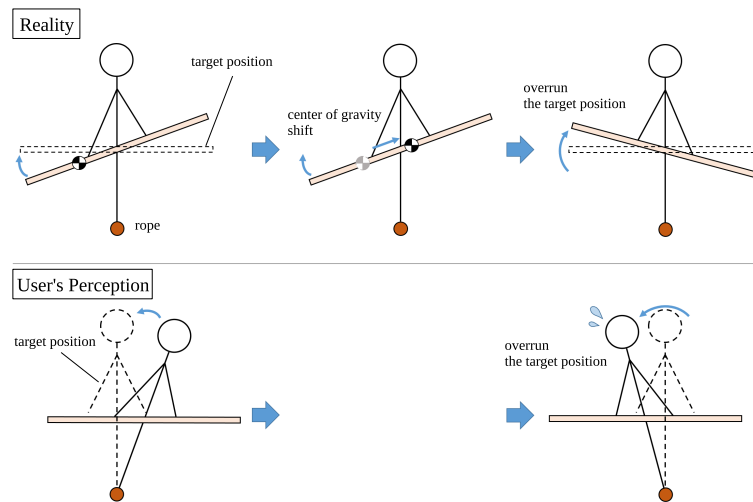


図 4: 重心位置の変化によるバランスの崩れ

棒型デバイスの重心位置を変化させる機構については、図 5 に示すように、棒内部の重りの位置をモータにより制御する方法を考えている。棒内部に設置されたラック上を、モータが移動する。重りはモータに固定するか、モータそのものの自重を利用する。重りの位置はユーザによる棒の傾きの変化に合わせて高速に制御する必要があるが、図 5 のように棒内部を複数の区間に分割し、複

数個のモータを使用して、個々のモータの移動距離を短くすることで解決する。

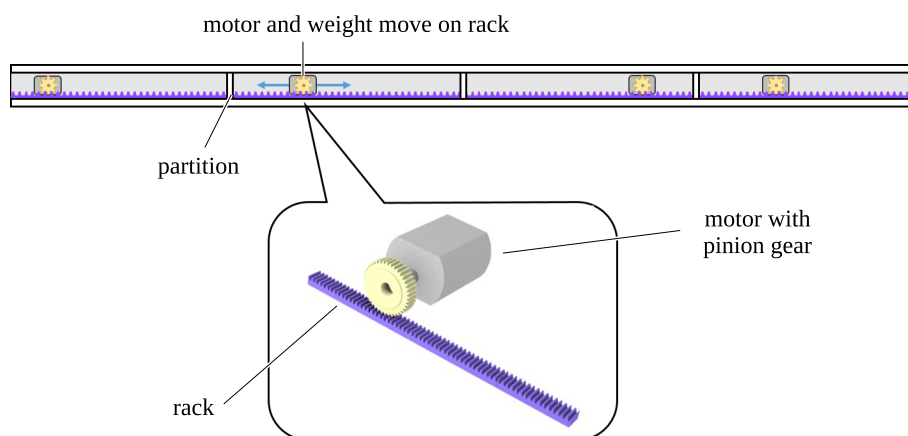


図 5: 棒型デバイスの重心移動機構

3.2 映像による傾き感の提示

ユーザが装着したヘッドマウントディスプレイ上に、高所に張った綱の上の視点からの映像を提示する。ユーザの頭部の位置と方向をカメラ等を用いて計測し、ユーザの視点に応じた映像を提示する。また、わずかに揺れた映像を提示することにより、綱の揺れを表現する。前節で述べた棒型デバイスによる傾き感の提示と連動して、提示する映像を傾けることにより、ユーザは視覚的にも傾き感を感じるようになる。棒の傾きとユーザの視野との連動を図 6 に示す。

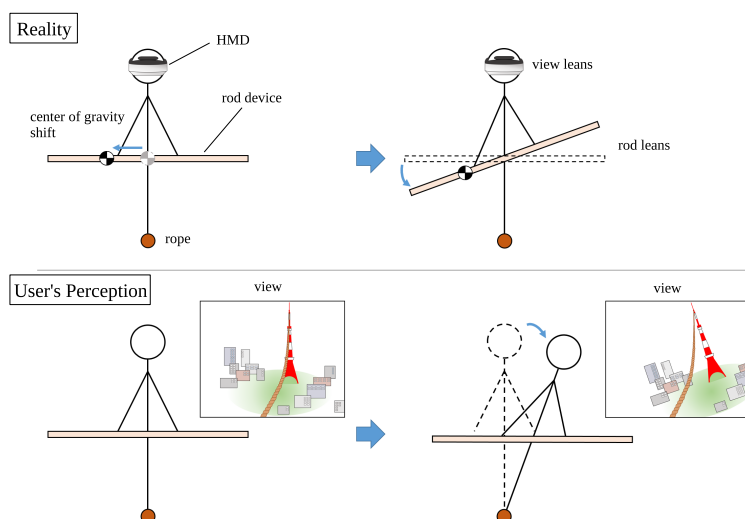


図 6: 棒の傾きと視野との連動

3.3 靴型デバイスによる綱のたわみの提示

棒型デバイスによる重心移動のみでは、綱のたわみを表現することは不可能である。従って、本システムでは底部に緩衝材を敷き詰めた靴型デバイスを使用して綱のたわみを提示する。靴型デバイスは、図7に示すように、ユーザの足が綱に接地した際に底部が沈み込む。この沈み込みを、ユーザに綱が沈み込んだように認識させることで、綱のたわみを提示する。靴型デバイスの沈み込みが綱の沈み込みであると認知されるためには、棒型デバイスの傾きの場合と同様、視覚情報との連動が必要であると考えられる。前節で述べたように、本システムではユーザの頭部の位置、方向を計測し視点に応じた映像を提示するため、靴型デバイスの沈み込みによるユーザの頭部位置の下降を計測することで視覚情報との連動が成立する。

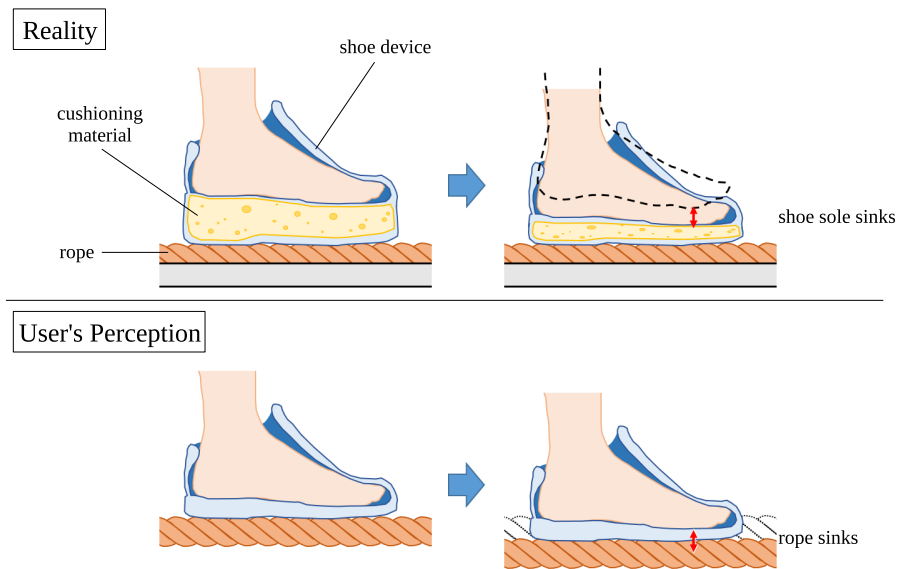


図 7: 靴型デバイスによる綱のたわみ提示

4 システム構成

本企画で提案するシステムを、図8に示す。ユーザはヘッドマウントディスプレイと靴型デバイスを装着し、棒型デバイスを支持する。ヘッドマウントディスプレイには、高所の視点から見た映像を提示する。ユーザの頭部の位置と方向をカメラで計測し、ユーザの視点に合わせて適切な映像を提示する。棒型デバイスは、重心位置を移動させる機構を有し、重心位置の移動によりユーザの体に傾き感を提示する。また、棒型デバイスには傾きを計測するジャイロスコープを設置し、棒の傾きに合わせてヘッドマウントディスプレイ上の映像を傾かせることにより、視覚的にも連動した傾き感を提示可能である。靴型デバイスは底部に緩衝材が敷き詰められており、ユーザの足が綱に接地した際に沈み込むことで、綱のたわみを提示する。

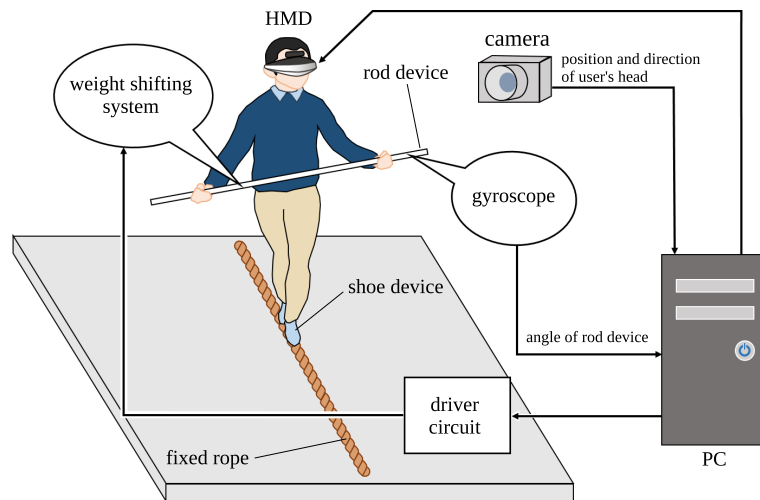


図 8: 提案システムの全体像

5 スケジュール

< デバイス制作 >

6月上旬	重心移動の制御機構の検討
6月下旬	棒型デバイスの設計
7月上旬	棒型デバイスの制作
7月下旬	靴型デバイスの設計、制作
8月	視覚情報提示との統合
9月上旬	予選大会に向けての実験と改良

< プログラム制作 >

6月	頭部の位置・向き計測用プログラムの作成
7月	映像提示プログラムの作成
8月	棒型デバイスの傾き計測用プログラムの作成、統合
9月上旬	予選大会に向けての実験と改良

< 全体統括 >

6月	プレゼンテーション審査に向けての準備
7月	全体像の検討・決定
8月	全体の統合
9月上旬	予選大会に向けての実験と改良

参考文献

- [1] 雨宮智浩. 牽引力錯覚を利用した牽引式羅針盤による視覚障がい者の歩行誘導の評価. 電子情報通信学会技術研究報告.WIT, 福祉情報工学, Vol. 109, pp. 215–220, 2009.
- [2] 漆畑俊哉. バランス能力の因子構造に及ぼす加齢の影響. PhD thesis, 筑波大学, 2011.