



匣内ルービックキューブ

Rubik's cube in the box

藤川司¹⁾, 栗野湧太¹⁾, 橋本健司¹⁾, 園田幸穂¹⁾, 高橋朱音¹⁾

Tsukasa FUJIKAWA, Yuta KURINO, Kenji HASHIMOTO, Yukiho SONODA, and Akane TAKAHASHI

1)熊本県立大学 総合管理学部総合管理学科 (〒862-8502 熊本県熊本市東区月出3丁目 1-100, isibasilab@pu-kumamoto.ac.jp)

概要: 本企画では、匣の中からルービックキューブを解くことができる作品「匣内ルービックキューブ」の開発を行う。VR の仮想空間で人間が入れそうなサイズのルービックキューブを作ることとルービックキューブの内側からパズルを解くことを実現した。

キーワード: ルービックキューブ 内側 VR

1. 企画目的

ルービックキューブは、世界的に親しまれている有名なパズルゲームである。1977 年から発売され、身近な遊びから本格的な競技として世界大会が開催されるなど幅広く浸透し、現在では機械による速さを競うスピードキューブの記録更新が日々行われている。このルービックキューブを内側から解くことによって新たな面白さの発見ができるのではないかと考えた。

2. システム概要

2.1 システムストーリー

本企画のストーリーは、ユーザーが匣に閉じ込められており、そこから脱出するために内側からルービックキューブを解くという内容である。解くための制限時間も設けており、この匣は徐々に深海に沈んでいる設定とし、深度が増すにつれ匣の側面にヒビが入り始め、制限時間が過ぎると匣が割れてしまう。ユーザーは、ルービックキューブが割れる前に内側から解いて脱出しなければならない。図 1 に、ユーザーから見たシステムのイメージ図を示す。

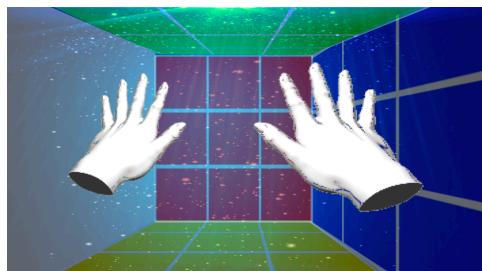


図 1: ユーザー視点のシステムビジョン

2.2 操作方法

ユーザーは Leap Motion とルービックキューブ型デバイス 2 面を使用することで操作することができる。

ユーザーは足と手を使って操作を行い、下面は縦方向のみ移動でき、正面は横面のみ操作できるように制御する（制御の説明は後述の手動デバイスの説明にて行う）。初心者モードと上級者モードの二つに分け、ゲームの難易度を付ける。初心者モードは 1 面を 1 分程度で完成させ、上級者モードは 5 分で全面を完成させる内容を想定している。

2.3 システム構成

使用する機材は次の通りである。

- ①ヘッドマウントディスプレイ
- ②Leap Motion
- ③手動デバイス
- ④足動デバイス
- ⑤PC

図 2 は、これらの使用機材での構成図である。

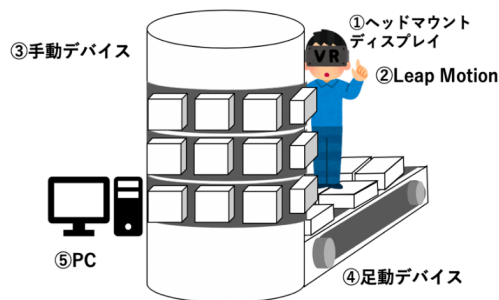


図 2: 構成と使用する機材

3. 動作原理

①ヘッドマウントディスプレイ

ヘッドマウントディスプレイから、VR 空間のルービックキューブを映像で提示する。映像は、②～④のデバイスから入力された情報により変化し、インタラクティブな操作を実現する。映像と他のデバイス情報のやり取りに関するプログラムは、Unity を用いて制作する。

②Leap Motion

VR 空間にて、ユーザーの手と足の動き認識するためのセンサーとして Leap Motion を使用する。VR 内のルービックキューブの動きには関与しないが、VR 空間上のアバターの手や足の動きと連動するために用いる。

③手動デバイス

手動デバイスは、次の機材を用いて図3のような構成となっている。

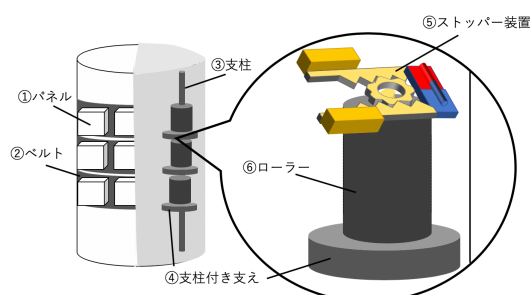


図3：手動デバイスの構成

(1)パネル…これをスライドすることでユーザーは実際にルービックキューブを操作しているかのような感覚を得られる。

(2)ベルト…両端のローラーについており、回すことでパネルが横に移動する。

(3)支柱…デバイスの右左両端に立っており、ローターなどを支える。

(4)支柱付き支え…支柱に付属しておりローターを支える。

(5)ストッパー装置…ローターの回転を制御する（詳細は後述する）。

(6)ローター…ベルト両端から張り、パネルの横移動に使われる。デバイスの両端に3本ついている。

手動デバイスには次の3つの機能が搭載されている。

- (1) スライド機能
- (2) ストッパー機能
- (3) センサー機能

次に、各機能について説明する。

(1)スライド機能

両端に取り付けられたローラーでベルトを張り、ローラーを回転させることによりスライド機能を実現する。手動デバイスは横方向のみの操作が可能となっている。

(2)ストッパー機能

ユーザー操作は、手で横方向の操作、足で縦方向の操作をそれぞれ行うため、縦横同時操作を防止する必要がある。

ある。そのため本装置では、図4に示すストッパー装置を導入する。ここで、図5を基に説明する。ストッパー装置はベルトが回ると、①の歯車が回転し、③の磁石が分離するため、④の電線の電流が1から0の状態に切り変わる。さらに、①が回転すると、③の磁力により左右が繋がりと④に電流が流れる。この0と1の状態に分けることにより図6に示す制御が可能となる。

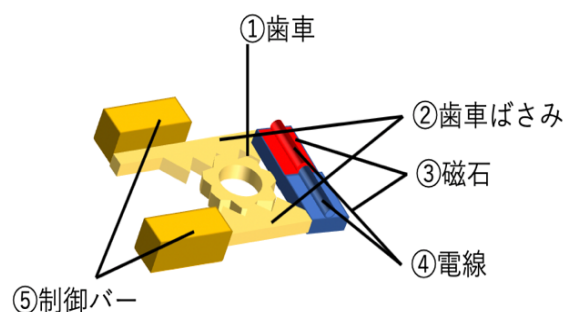


図4：ストッパー装置

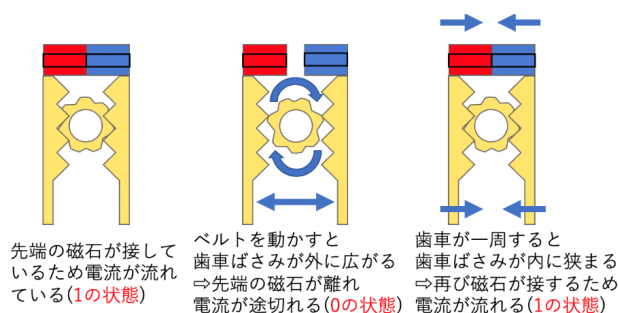


図5：ストッパー装置の0と1の状態変化

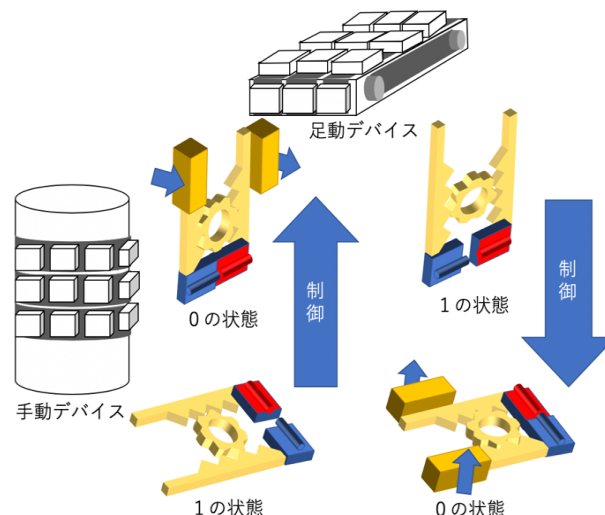


図6：手動デバイスと足動デバイスの相互制御

手動デバイスの3列のうち1列でも0の状態のストッパー装置があると、足動デバイスのすべてのストッパー装置がローラーの動きを止める。反対に、足動デバイスの1列でも0の状態の場合、手動のストッパー装置が動きを止める。このようにして縦と横が同時に動く誤動作を防ぐことができる。また、磁石が再び接する反動でパネルを1面分回した感覚提示も可能にする。

(3)センサー機能

ユーザーの手動デバイス操作によるパネル移動量は、VR内のルービックキューブに反映させる。そのため、Leap Motionと図5の切り替わり機能を利用して移動量と移動方向を判定する。ストッパーの状態は、0→1→0という繰り返しで切り替わるため。例えば、ある列が1に切り替わった場合、その直前の手の動きが右方向か左方向かをLeap Motionで検知し、VR内のパネルを同じ方向に移動させ、次の0の状態に切り替わった時点で移動を終了させる。この仕組みにより、手動デバイスの操作とVR内のルービックキューブのパネルの動きをリアルタイムに連動させる。

④足動デバイス

足動デバイスは、図7のような構成となっている。

- (1)パネル…ユーザーは、足でパネルを前後させることで縦方向の操作ができる。
- (2)ベルト…前後にローラーについており、回すことでパネルが縦に移動する。
- (3)支柱…デバイスの前後両端に立っており、ローラーなどを支える。
- (4)ストッパー装置…ローターの回転を制御する（手動デ

バイスのものと機能は同じ）。

- (5)ローラー…ベルト前後両端から張り、パネルの横移動に使われる。1本の支柱に3本ついている。

足動デバイスの機能は、手動デバイスとほぼ同じ仕様であるが以下2つの相違点ある。

- (1)手動デバイスは横方向への操作であるが、足動デバイスは縦方向への操作となる。
- (2)手動デバイスと異なり、ユーザーの体重を支えるため一つのローターにつき2つのストッパーを付けて制御機構を補強する。

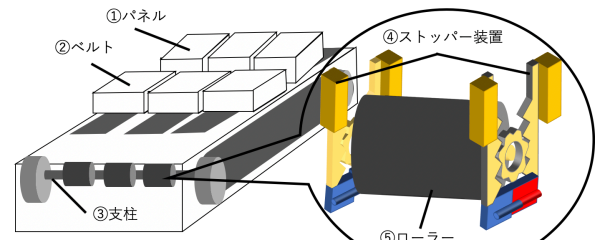


図7：足動デバイスの構成