



mirror ⇔ ㄐㄐㄐim

mirror ⇔ ㄐㄐㄐim

池谷駿弥²⁾, 松尾直紀²⁾, 百道ひかる¹⁾, 岡本裕大²⁾, 鳥越麻由果²⁾

Shunya IKETANI, Naoki MATSUO, Hikaru HYAKUDO, Yudai OKAMOTO, and Mayuka TORIGOE

1) 関西学院大学 理工学部 (〒669-1337 兵庫県三田市学園 2-1, hhyakudo@kwansei.ac.jp)

2) 関西学院大学大学院 理工学研究科 (〒669-1337 兵庫県三田市学園 2-1, eud16238@kwansei.ac.jp)

概要: 本企画では, 一般的な HMD を使用した VR コンテンツのように HMD を装着したままコンテンツを終始 VR 空間内で体験するのではなく, 現実空間と VR 空間の両方の空間を使用するコンテンツ体験を目指し, HMD のつけ外しによる「現実世界」と「鏡の世界」の自由な行き来が積極的に呼び起こされるコンテンツを制作する。「鏡の世界」において 行動感覚の左右反転などの現実では不可能な VR ならではの感覚を提示することで, プレイヤーは現実空間と VR 空間の行き来の中で現実空間の感覚と VR 空間の感覚の違いを強く感じることで, 特殊な VR 空間への没入感が増幅される. また, 「現実世界」と「鏡の世界」が相互に影響していると感じさせることで, 現実空間と VR 空間の両方を楽しむことのできるコンテンツ体験を可能にする.

キーワード: 鏡, 現実空間と VR 空間の行き来, HMD 付け外し, VR 空間と現実空間の相互作用

1. はじめに

近年, Head Mounted Display(以下 HMD) が家電量販店などで手軽に購入できるようになり, HMD の普及が進んでいる. 一般的な HMD を使用した VR コンテンツに共通していることは, 「HMD を一度装着するとコンテンツの終了まで HMD を装着したまま」ということである. 我々は HMD を装着してコンテンツを終始 VR 空間内で体験するのではなく, 現実空間と VR 空間の両方の空間で体験するコンテンツを制作することで, 従来とは違った VR コンテンツ体験ができるのではないかと考えた. 本企画では, HMD のつけ外しによって現実空間と VR 空間の行き来が積極的に呼び起こされるようなコンテンツを制作し, 現実空間と VR 空間の両方を楽しむことのできるエンタテインメントとして新しい VR コンテンツ体験を提示する.

2. 目標

本企画の目標は「現実空間と VR 空間の両方の空間を使用して一つのコンテンツを体験してもらう」ことである. HMD のつけ外しによって現実空間 VR 空間の自由な行き来が可能な設定にし, 現実空間と VR 空間の行き来が積極的に呼び起こされるコンテンツを制作する. 加えて, VR 空間において現実では不可能な VR ならではの感覚を提示することで, プレイヤーは現実空間と VR 空間の行き来の中で現実空間の感覚と VR 空間の感覚の違いを強く感じることで, 特殊な VR 空間への没入感を増幅させる.

3. mirror ⇔ ㄐㄐㄐim

3.1 概要

本コンテンツのゴールは「閉じ込められた部屋からの脱出」である. 部屋から脱出するためには, 部屋に仕掛けられたいくつかのギミックを全てクリアする必要がある. プレイヤーは「現実世界」と「鏡の世界」を行き来することで仕掛けられたギミックを解き, 脱出を目指す.

3.2 「現実世界」と「鏡の世界」

「現実世界」と「鏡の世界」を俯瞰したものを図 1 に示す. 「鏡の世界」は中央の鏡を軸に「現実世界」と左右対称の構造をしており, 「現実世界」は実際に机などを現実空間に配置し空間を作り, 「鏡の世界」は現実空間の机などを再現したバーチャル物体を VR 空間に配置し空間を作る. また「現実世界」と「鏡の世界」は相互に作用しており,

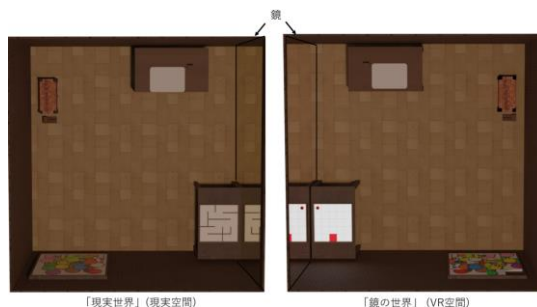


図 1: 「現実世界」と「鏡の世界」の俯瞰図

例えば「鏡の世界」で物体が地点 A から地点 B に移動すれば「現実世界」でも物体は地点 A から地点 B に移動するなど「現実世界」で変化が起きると「鏡の世界」でも同じ変化が起き、逆に「鏡の世界」で変化が起きると「現実世界」でも同じ変化が起きる。プレイヤーは HMD を装着することで「鏡の世界」に入ることができ、HMD を外せば「現実世界」に戻ることができる。部屋には 4 つのギミックがあり、各ギミックは「現実世界」と「鏡の世界」の両空間からの視点を必要とするため、ギミックをクリアするためには「現実世界」と「鏡の世界」を積極的に行き来することとなる。

3.3 「鏡の世界」における特殊な感覚提示

プレイヤーは HMD を装着することで「鏡の世界」に入ることができる。「現実世界」と「鏡の世界」は左右反転であるため、プレイヤーが「鏡の世界」にいる時、プレイヤーの移動と回転も左右反転になる[1]。つまり「現実世界」が左手座標系の空間であるなら「鏡の世界」は右手座標系の空間である(図 2)。図 3 左にプレイヤーの「現実世界」の移動に対応する「鏡の世界」の移動感覚例を示す。「現実世界」で前進、後進した場合は左右反転しても前進、後進のままなので「現実世界」の前進は「鏡の世界」の前進

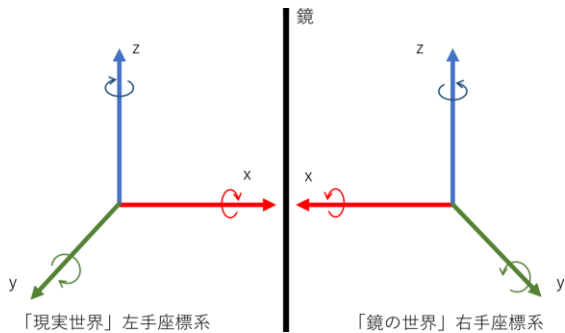


図 2: 「現実世界」と「鏡の世界」における各座標系

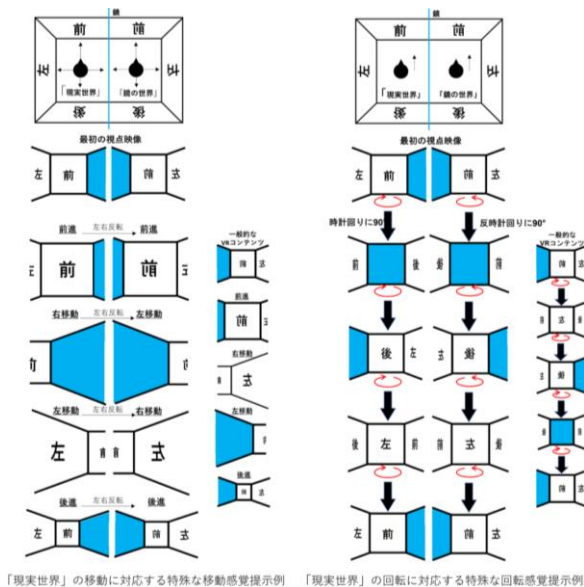


図 3: 「現実世界」に対応する「鏡の世界」の特殊な感覚提示例

「現実世界」の後進は「鏡の世界」の後進である。しかし「現実世界」で右移動、左移動した場合は左右反転するとそれぞれ左移動、右移動となるため「現実世界」の右移動は「鏡の世界」の左移動、「現実世界」の左移動は「鏡の世界」の右移動となる。一般的な VR コンテンツとは違い左右方向への移動が対応しておらず、「鏡の世界」でプレイヤーは普通の移動感覚と異なった映像を見ることになる。次に図 3 右に「現実世界」の回転に対応する「鏡の世界」の回転感覚例を示す。プレイヤーが HMD を装着して「現実世界」で時計回りに回転した場合、プレイヤーが見る「鏡の世界」の映像は反時計回りしたものになる。一般的な VR コンテンツでは、HMD の提示する映像はプレイヤーの回転方向と全く同じになるため、本コンテンツの「鏡の世界」ではプレイヤーは普通の回転感覚と異なった映像を見ることになる。以上のような感覚提示を「鏡の世界」で行うことで、現実空間で鏡に近づくと鏡に映る自分も近づいてくるといった鏡の特性を再現することができる。また図 4 の「現実世界」で●の位置から矢印に沿って机まで移動すると、左右反転して「鏡の世界」で●の位置から★の位置に移動することになり「鏡の世界」でも机まで移動している。反対に「鏡の世界」で●の位置から★の位置に移動すると「現実世界」では矢印の先頭まで移動することになり「現実世界」でも机まで移動している。このように「現実世界」での移動と「鏡の世界」での移動に整合性があるため、現実空間と VR 空間を行き来しても大きく景色が変わることがなく、違和感のない体験にすることができる。

3.4 コンテンツの流れ

本コンテンツの流れは、

Phase.1 ラビリンスボードに挑戦(目安 1 分)

Phase.2 クリアにより「鏡の世界」で鍵を獲得

Phase.3 「鏡の世界」で鍵を運び、ボックスを開く

Phase.4 「現実世界」のボックス内に次の指示

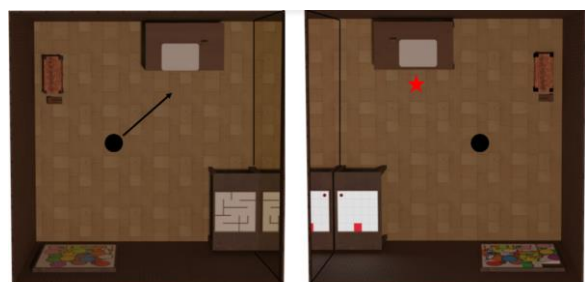
Phase.5 スライドパズルに挑戦(目安 1 分)

Phase.6 「鏡の世界」にクイズが出現。ペンを獲得

Phase.7 「鏡の世界」でペンを運び、「現実世界」でクイズの解答をアンサーボードに記入(目安 30 秒)

Phase.8 解答が正しく認識され、正解すれば脱出成功

であり、以下で詳細を解説する。コンテンツのチュートリアルは体験前に動画による説明を行う。コンテンツ



「現実世界」(現実空間)

「鏡の世界」(VR空間)

図 4: 「鏡の世界」での移動例

の制限時間は 3 分でそれ以内にクリアできなければ脱出失敗となる。

3.4.1 ラビリンスボード (Phase.1, Phase.2, Phase.3)

ラビリンスボードの「現実世界」「鏡の世界」の様子を図 5 の左と中央に示す。ラビリンスボードは「鏡の世界」でボードに置かれた赤い球を赤く塗られたマスまで移動させるとクリアとなる。しかし、「現実世界」のボードに置かれた枠を超えて球を移動させることはできず、「鏡の世界」で球が枠を超えてしまうともう一度スタート位置からやり直しとなる。加えて「鏡の世界」は「現実世界」の左右反転になっているため、「鏡の世界」における枠の位置は「現実世界」の枠の位置を左右反転させて考える必要がある。「現実世界」のボードを左右反転させ「鏡の世界」のボードに重ねたイメージは図 5 の右であり、枠を超えないよう球をゴールまで移動させるには、矢印のルートを通る必要がある。このゲームをクリアするには、「現実世界」のボードの様子を逐次確認しながら「鏡の世界」の球を動かすことが求められ、「現実世界」と「鏡の世界」を複数回行き来しなければならないため、本コンテンツの特徴である「現実空間と VR 空間の積極的な行き来」を体験できる。ラビリンスボードをクリアすると「鏡の世界」で鍵が出現する。鍵は「鏡の世界」内で鍵を掴むことで保持することができる。鍵はボックスを開くのに必要のため、「鏡の世界」で鍵をボックスの所定の位置まで運ぶ必要がある。従ってラビリンスボードからボックスへの移動は「鏡の世界」で行う必要があり、3.3 節で述べた「鏡の世界」の特殊な移動感覚の中で移動しなければならない。

3.4.2 ボックス (Phase.3, Phase.4)

「鏡の世界」内で鍵を持ってボックスまで移動し、鍵を所定の位置にセットすると、ボックスのロックが解除され自動で蓋が開く。「現実世界」と「鏡の世界」は相互に作用するため、「鏡の世界」のボックスが開く時「現実世界」のボックスも自動で開く。また「鏡の世界」のボックスが閉じられれば「現実世界」のボックスも閉じ、反対に「現実世界」のボックスの開閉に対応して「鏡の世界」のボックスも開閉させる。「現実世界」のボックスの自動開閉の仕組みを図 6 に示す。ボックス内部はサーボモーター、開閉補助パーツ、開閉確認センサから成る。図 6 左がボックス閉蓋時の状態であり、実際は開閉補助パーツと蓋は完全に接着している。閉蓋状態からサーボモーターを回転させることで、開閉補助パーツによって蓋が押し上

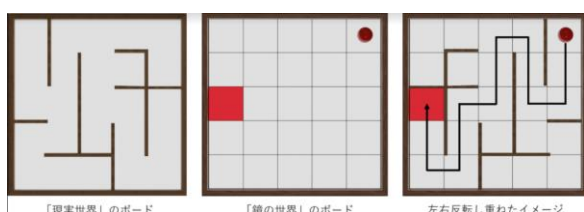


図 5: ラビリンスボード

げられ図 6 右に示すように開蓋状態となる。開蓋状態からサーボモーターを逆向きに回転させることで、蓋は閉じる方向へ引っ張られることになり、再び閉蓋状態となる。サーボモーターによって蓋を開閉するため、蓋と開閉補助パーツにはサーボモーターでも持ち上げることのできる軽い素材を使用する。また、「現実世界」のボックスの開閉に応じて「鏡の世界」のボックスも開閉させるために、開閉確認センサによって「現実世界」のボックスの開閉状態を取得し、「鏡の世界」のボックスに反映させる。開閉確認センサには赤外線センサなどの蓋が上にあるか否かを判別できるセンサを用いる。「鏡の世界」のボックスの中には「現実世界に戻れ!」と書かれており、「現実世界」のボックスの中には「スライドパズルに挑戦しろ!」と書かれている。「現実世界」と「鏡の世界」は相互に作用するため、指示に従い「現実世界」に戻った時「鏡の世界」で鍵をセットした位置に「現実世界」でも鍵がセットされている必要がある。そこで「鏡の世界」で鍵がセットされたことを検知すると「現実世界」で鍵を出現させるカラクリ箱を設置し、「現実世界」で何もなかった場所に鍵を出現させる。カラクリ箱の仕組みはボックスの自動開閉の仕組みを転用したものであり、図 7 に示す。カラクリ箱によって「現実世界」に突如鍵を出現させることができる。

3.4.3 スライドパズル (Phase.5, Phase.6)

スライドパズルの「現実世界」「鏡の世界」の様子を図 8 の左と中央に示す。スライドパズルは一般的なスライドパズルと基本は同じであり、バラバラになったパネルをスライドさせて正しい繋ぎの絵になるようにするとクリアとなる。「現実世界」の様子が正しい繋ぎの絵になっており、「鏡の世界」でパズルを完成させる。しかし「鏡の世界」は「現実世界」の左右反転になっているため、「鏡の世界」の絵は「現実世界」の絵と同じにならず、「鏡の世界」の完成絵は「現実世界」の絵を左右反転させたもの

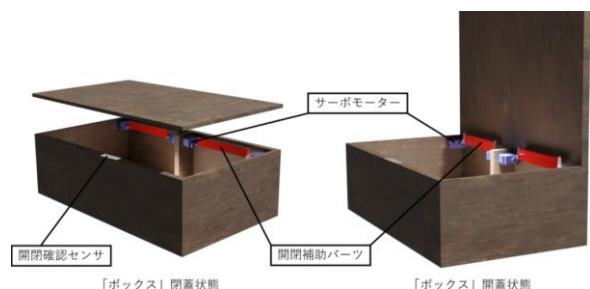


図 6: ボックス内部構造



図 7: カラクリ箱

(図 8 右)になる。「現実世界」の絵を逐次確認し、脳内で「現実世界」の絵を左右反転させた「鏡の世界」の完成絵を目指してパネルをスライドする必要がある、「現実世界」と「鏡の世界」を複数回行き来しなければならない。スライドパズルをクリアすると「鏡の世界」のパズル面が変化し、簡単なクイズが出題され、加えて「鏡の世界」でペンが出現する。ペンはクイズの解答をアンサーボードに記入するのに必要なため、「鏡の世界」でペンをアンサーボードの所定の位置まで運ぶ必要がある。従って鍵の運搬と同様にスライドパズルからアンサーボードへの移動は「鏡の世界」で行う必要がある。

3.4.4 アンサーボード (Phase.7, Phase.8)

「鏡の世界」でペンを所定の位置にセットすると「現実世界」に戻るよう促され、「現実世界」に戻るとカラクリ箱(図 7)によって「鏡の世界」でペンをセットした位置と同じ位置に「現実世界」でもペンが出現している。スライドパズルのクリアによって出題されたクイズの解答を「現実世界」で出現したペンでアンサーボードに記入する。解答の記入後、プレイヤーは「鏡の世界」に行き、解答を送信し、解答が正しく認識されれば無事閉ざされた部屋から脱出成功となる。「鏡の世界」で解答を送信する際、プレイヤーは「現実世界」のアンサーボードに記入した自分の解答を「鏡の世界」で見ることになるが、もちろん「鏡の世界」のアンサーボードは「現実世界」のアンサーボードと左右反転になっているため、プレイヤーが記入した文字も左右反転されている。従って、「鏡の世界」で解答を正しく認識させるには、プレイヤーは「現実世界」のアンサーボードに解答を「鏡文字」で記入する必要がある。鏡文字認識の仕組みを図 9 に示す。「現実世界」で書かれた文字を画像で取得(タブレットに直接記入 or ホワイトボードに記入された文字を上から撮影)し、左右反転して「鏡の世界」のアンサーボードに表示する。「鏡の世界」で解答が送信されれば、機械学習ネットワークで手書き文字認識を行い、文字情報に変換した後、クイズ



図 8: スライドパズル



図 9: 鏡文字認識

の正誤判定を行う。プレイヤーは「現実世界」で鏡文字を記入する際、記入しているものが正しく「鏡の世界」で読むことができるかを確認することが求められる、ここでも「現実世界」と「鏡の世界」を行き来しなければならない。

4. システム構成

全体のシステム構成を図 10 に示す。HMD は回転 3 自由度、移動 3 自由度の 6DoF のものを使用し、ゴーグル部が跳ね上げられるような着脱が簡単なものを使用する。コンテンツの実装、コンテンツとマイコンの連携は全て統合開発環境の Unity で行う。

5. 制作物完成予想図

完成予想図を図 11 に示す。空間の大きさは 3 m を想定しているが、展示スペースの大きさにより調整する。現実空間に机と各仕掛けが設置された空間を「現実世界」として扱う。そして、現実空間と同じ大きさの VR 空間に全く同じ見た目のバーチャル物体が現実空間の左右対称に設置された空間を「鏡の世界」として扱う。3.3 節でも述べたように「現実世界」での移動と「鏡の世界」での移動に整合性があるため、VR 空間でバーチャル物体が無い所に現実空間で障害物が存在してしまい危険ということには

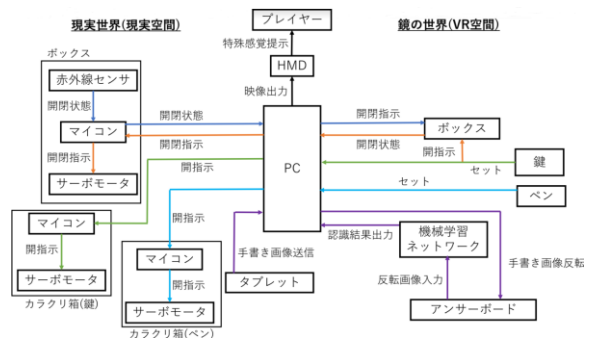


図 10: 処理の流れ



図 11: 完成予想図

ならず、安全にコンテンツを体験することができる。

参考文献

[1] 雑科学ノートー鏡の世界の話ー <https://hrinoue.net/zscience/topics/mirror/mirror.html>.(参照 2021-05-12)