

# 実世界への物理的な影響を利用した新たな鏡の錯覚表現 Heaven's Mirror

禹 承賢<sup>†</sup> 青木 孝文<sup>†</sup> 三武 裕玄<sup>†</sup> 橋本 直己<sup>†</sup> 佐藤 誠<sup>†</sup>

<sup>†</sup>東京工業大学 精密工学研究所

## 1. はじめに

鏡は、鏡像と実世界の対応関係から古来より極めて神秘的なものとしてとらえられていた。鏡の世界と実世界の対応の中で実物と鏡像の関係は様々な発想や構想を導き、興味や関心を集めてきた。

従来、メディアアートやバーチャルリアリティの分野では、鏡の素材やメタファに着目した作品やシステムが多く提案されてきた。しかし、それらの多くは、実像と異なる鏡像を映像によって表現する作品[1]や、鏡像の中の映像とインタラクションを可能にする作品[2]など、鏡像と実像との間の対称性に着目していた。そのため、鏡はその場に固定され、単にその前に広がる世界を映し出すものでしかなかった。しかし、鏡には鏡自体の位置や傾きの変化によって作り出される”錯覚”というもうひとつの興味深い視点が存在する。本研究では、この”錯覚”に着目し、それを強調することによって鏡の中の錯覚を実世界にまで拡張し、体験者に鏡の錯覚が鏡の境だけではなく実世界にも影響していると感覚させることを目的とする。本稿では、目的を実現するための表現手法および提案手法に基づき制作した作品「Heaven's Mirror」について述べる。

## 2. 作品概要

本作品では、体験者が鏡を直接操作しながら錯覚を増幅させ、三部作の作品を通して鏡の世界は現実の世界と繋がっている一つの世界であるような錯覚を感じさせることを目的とする。

「Heaven's Mirror」という作品名はこのように錯覚を増幅させ、その錯覚を現実のように感じさせることで鏡の世界に物理的現象を引き起こす神様の能力があるという意味から名付けられている。

## 3. 鏡が創り出す錯覚とその増幅方法

鏡を前後に傾けると、鏡の世界にある地面は傾いて見える。実世界には実世界の重力があるのと同様に、鏡の世界には鏡の中の重力が作用しているように見える。例えば、図 1 のように鏡の世界にも実世界と同じ方向の重力が作用していれば、鏡の中の物は滑り出すであろう[3]。1つ目の作品は、鏡の前

に物を置いて鏡を前後に傾けると、鏡の中にある物は今にも斜面を滑り落ちそうに見えることに着目し、実物を動かすことであたかも鏡の世界に重力があるかのように提示する。これにより、体験者は鏡の世界は虚像ではなくて実世界のような世界であるかもしれないという感覚を感じられる(図 4,中)。

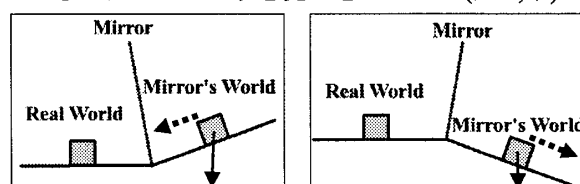


図 1 鏡を傾けた時の鏡の世界の地面の変化  
(点線：移動する向き 実線：重力の向き)

一方、鏡の下に物を入れると、実世界にある物と鏡の中に映った物は繋がった一つの物のように見える。このとき鏡を左右に回すと、鏡の下にある物が曲がっているように見える(図 2)。2つ目の作品は、鏡の下に物を入れて鏡を左右に回すと曲がっているように見えることに着目し、反力を加えることであたかも物を曲げたような感覚を提示する。これにより、体験者は鏡の世界と現実の世界が別の世界ではなくて繋がっている世界であるかのように感じられる(図 4,左)。

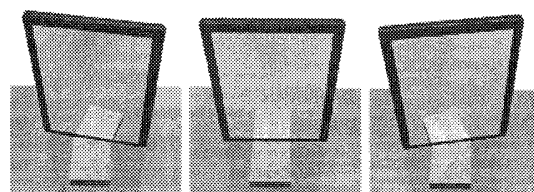


図 2 鏡を左右に回した時の鏡像の変化[3]  
(鏡を右に回したとき(左), 最初の状態(中), 左に回したとき(右))

2枚の鏡の間に物を置いて鏡をV字に合わせると鏡の中に鏡が写り、その中にまた鏡が写って物の鏡像数が増える(図 3)。3つ目の作品は、2枚の鏡の間に物を置いて鏡をV字に合わせると物の鏡像数が増えることに着目し、音を奏でる物を用い、鏡像数が増えるにつれて徐々にその音の数を増やしていくことで物が増えたような感覚を提示する。これにより、鏡の世界から実世界に影響を及ぼすような感覚を提示し、体験者は鏡の世界が実世界と繋がっている一つの世界であるかのように感じられる(図 4, 右)。

A proposal interactive method with the world inside the mirror which focuses on mirror illusion : Heaven's Mirror  
SeungHyun Woo<sup>†</sup>, Takahumi Aoki<sup>†</sup>, Hironori Mitake<sup>†</sup>, Naoki Hashimoto<sup>†</sup>, Makoto Sato<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>Precision and Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology

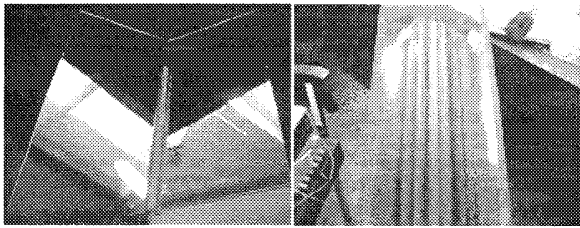


図3 2枚の鏡を合わせた時の鏡像の変化

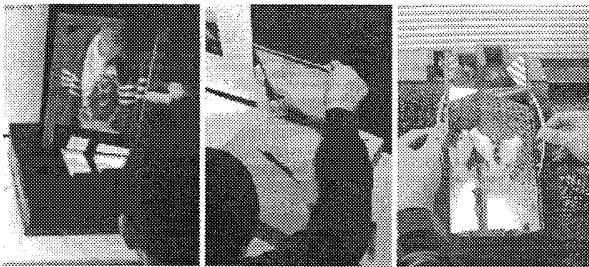


図4 実装された三部作の作品  
(左: 力覚を提示する作品, 中: 物を動かす作品, 右: 物を複製する作品)

#### 4. Heaven's Mirror の実装

従来の作品では、鏡の中にリアルタイムに生成された映像を投影することから映像の品質が十分ではなく、それがCGであることが体験者によってすぐに認識されてしまう問題があった。本作品では、CGを使わずに表現することによって体験者がよりリアリティや驚きを感じることができる。

全体システムの概要を図5に示す。

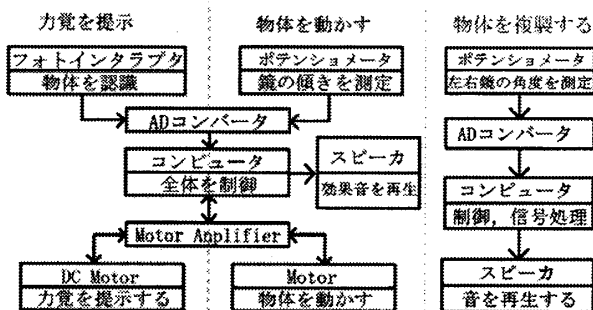


図5 システムのブロック図

物を動かす作品は、ポテンシオメータによって鏡の傾きを測定し、図6のようにベルトの上に磁石を固定し、プーリをモータで回転させることによってテーブルの上にある物を動かす仕組みになっている。物の移動速度は鏡の傾きによって鏡の重力が実世界に作用しているかのように加速させる。

力覚を提示する作品は、図7のように鏡の軸と繋がっているプーリを、ワイヤを用いてDCモータで引っ張る機構になっている。体験者が鏡を左右に回転させたとき、DCモータで反対方向にプーリを回転させることによって力覚を提示する仕組みになっている。物を曲げる感覚はロータリエンコーダ付きのDCモータから鏡の回転角度を測定し、ト

ルク制御を行うことによって提示する。提示する力覚の種類はフォトインタラプタの受光量から判断し、反応するフォトインタラプタの数によって横幅を測定し、力の大きさを決める。また、力覚提示とともにその力覚にふさわしい音を提示する。

物が増えるような音を提示する作品では、ポテンシオメータによって左右の鏡の角度を測定し、その角度に応じて音を提示する。物には蛙やカナリアなどの模型を用いて、模型に合わせた鳴き声を鳴らし、左右に写る模型の鏡像数が増えるにつれて徐々にその数を増やしていく。体験者がどの模型を持ち上げたのかは、模型の下にフォトインタラプタを置き、その反応の有無によって判断する。

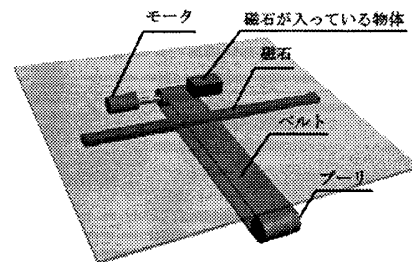


図6 物を動かす作品の仕組み

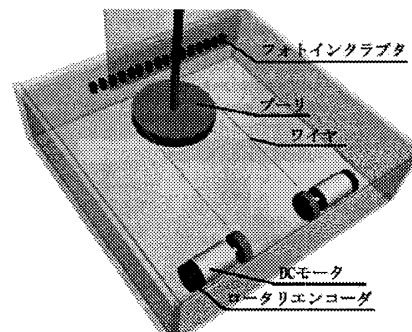


図7 力覚を提示する作品の仕組み

#### 5. まとめと今後の展望

本論文では、鏡が創り出す錯覚に着目し、さらにそれを増幅させる3部作で構成されているHeaven's Mirrorの概要及び実装の報告を行った。今後は作品を発展させていくと共に本作品の影響や効果を調べるために評価実験を行い、本作品の意外性を評価・考察して纏める予定である。

#### 参考文献

- [1] 筧 康明, 苗村 健: Through the looking glass, 芸術科学論文誌 Vol. 3 No. 3 pp185-188, 2005.9
- [2] Benedict Sheehan: Magic Mirror, SIGGRAPH 2006 Art Gallery
- [3] 禹 承賢, 青木 孝文, 三武 裕玄, 橋本 直己, 佐藤 誠: Heaven's Mirror: 鏡の世界と実世界の物理的關係に着目したエンタテイメント, エンタテイメントコンピューティング 2007 講演論文集, pp. 27-28, 2007.10