

# 物体の本物の影に動きを与えるディスプレイシステムの提案

石山 雅三<sup>1</sup> 笥 康明<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>慶応義塾大学環境情報学部 <sup>2</sup>科学技術振興機構 さきがけ

## 1. はじめに

影は、対象の外見や表情などの情報を捨象しながらも、その確かな存在感を伝える現象である。従来からメディアアート分野やエンタテインメント分野を中心に、影をモチーフとした映像表現は多くの手法が試されてきた。さらに、近年では画像処理等のデジタル技術を応用することで、影を変形する、影の大きさを変える、影を用いて映像を操作するなど体験者と影との間のインタラクションもさまざまに提案されている。しかし、デジタル技術を用いた影表現の多くは、影そのものの拡張ではなく、影をコンピュータグラフィクス (CG) により模倣することによる表現と位置づけることができる。

これに対し本研究では、単一固定光源から出来る本物の影を物体から分離し、その動きを制御することを可能にするインタラクティブシステムを提案する。通常単一固定光源に上部から照らされた物体の影は、物体と床の接触点から床に向かって延びる。本システムでは光源と床の関係はそのままに、この影と物体の位置関係をずらすことを考える。また、体験を楽しむ際に、影を生成するオブジェクトに制約を持たせることは望ましくない。筆者らは、これらの条件を満たす光学系として、指向性を有するスクリーンと鏡、プロジェクタを用いたシステムを設計した。本稿では、システムの概要およびそれを実現する光学設計に関して詳述する。

## 2. 関連研究

Kage[1] や Shadow Monsters[2], Another Shadow[3] など、影をテーマとした多くのメディアアート作品は、本物の影を取り入れながらも、影に非日常的な動きを与える部分においては、CG による加工を行っている。CG による加工は自由度が高く、多様な表現が可能である。しかし、それは影を模した一種のアニメーションとも言える。

影は光が遮られた結果生じる現象であり、その

ため、光の特性を利用することでも影の動きを操作することが可能である。Driftnet[4] では、複数の光源を制御することで、影に動きを与えている。また、Graphic Shadow [5] では、補色という光の特性を応用することで、本物の影の中に映像を提示することに成功している。これに対し、本研究では、光学系の設計によって、本物の影の "動き" を制御するという点が特徴である。

## 3. システム概要

本システムでは、テーブル上に置かれた実オブジェクトに対して、テーブル上の固定光源から光を投射する。上述のとおり、テーブル面が通常の拡散素材の場合には、生成される影は実オブジェクトと床の接触点から床へと広がる。この影を、光源自体の位置に手を加えずに動かすために、テーブル面の素材とテーブル内部の構造を設計する。

図 1 にシステムの基本設計を示す。テーブル上にプロジェクタを 1 台鉛直下向きに設置する。また、テーブル面には Lumisty フィルム (MFY2555

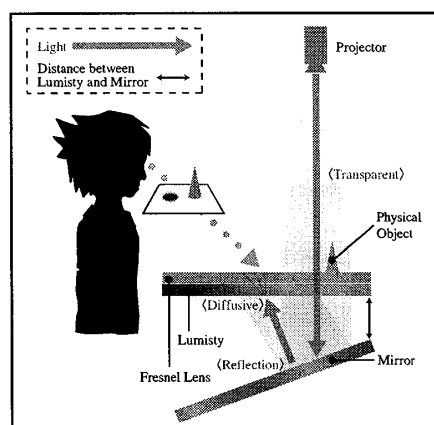


図 1：システム基本設計

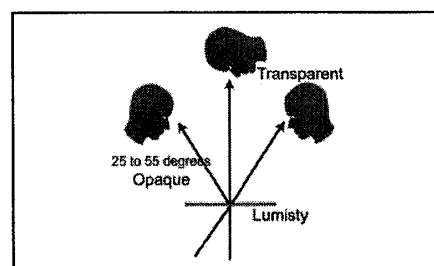


図 2：Lumisty の光学特性

Masami Ishiyama, Yasuaki Kakehi "Proposal on an Optical System for Moving Real Shadows of Physical Objects"

1. Keio University, Faculty of Environment and Information Studies

2. Presto, Japan Science and Technology Agency

タイプ) という指向性を有するスクリーンを用いる。Lumisty は、図 2 のような特性を持ち、特定角度から入射した光のみ発散させ、それ以外の角度からの光に対しては、高い透過性をもつ素材である。さらにテーブル内部には高さ及び角度調節が可能な鏡を配置する。

本システムの前に立つユーザは図 1 のようにプロジェクタ投影光をテーブル面に確認できるが、ここに見える光は直接拡散光ではなく、鏡を介した間接拡散光である。上記のような構造を有するテーブルに対して、鉛直下向きに光を投射すると、Lumisty の特性から投射光は一度スクリーンを透過する。透過した光はスクリーン下部に設置した鏡にて反射した後、再度スクリーンに対して斜め下から入射する。本スクリーンは図 2 のように、斜め方向の入射光は拡散する特性を有するため、ミラーからの反射光は拡散して上方に拡がる。ここで、鏡の高さや角度を動かすと、その投影光の位置もまた変化する。このような仕組みを持つスクリーン上に物体を置くと、その部分の光が遮られ影となるが、その影もまた鏡の高さおよび角度に依存して位置が変化することになる。

#### 4. システム実装と動作の様子

上記のような設計に基づき、実際にプロトタイプシステムを実装した。今回の実装ではプロジェクタは PLUS 社製の V-339 (1300 ルーメン) を用い、スクリーンサイズは 30cm 角とした。プロジェクタレンズとスクリーンの間の距離は 67cm である。また、鏡の制御にはオリエンタルモーター社の電動スライダ ELS4 に角度制御用のモーターを組み合わせ実装した。本章では、このプロトタイプシステムにおいて、鏡の角度・位置に応じたディスプレイ上の投影像の位置変化の様子について述べる。なお、以下で「鏡とスクリーンの距離」とは、図 1 に示すとおり鏡上端からスクリーンまでの距離を指す。

##### 4.1 鏡の角度 (縦方向) に応じた影の変化

図 3 は、スクリーンと鏡の距離を 0mm にした状態で、鏡の角度による影及び投影像の変化を撮影したものである。角度を変化させると、実オブジェクトの影の位置が移動しているのが確認できる。

鏡の傾斜を大きくすると、光の当たる面積が広

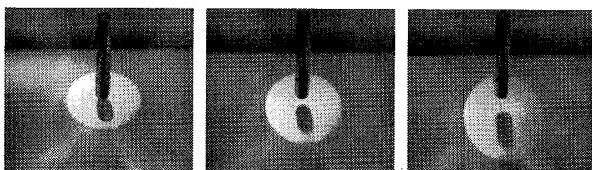


図 3: 鏡の角度. 10° (左) / 15° (中) / 20° (右)

くなるため、縦方向に投影像が変形することになる。

##### 4.2 鏡の高さに応じた影の変化

次に、鏡の垂直移動と影の位置の変化の度合いを示す (表 1, 図 4)。影の移動距離はテーブル面に測定用に針金を配置し、その針金の影の移動量を測定したものである。鏡を下に 10mm 移動させる毎に、影はディスプレイ手前にはほぼ 8mm 移動しており、二つの値は比例関係にある。

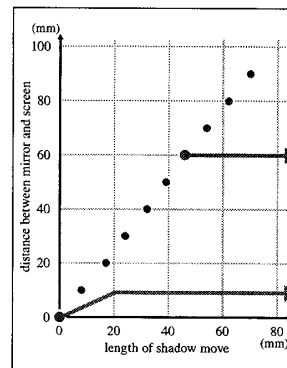


表 1: 鏡の位置と影の位置の関係

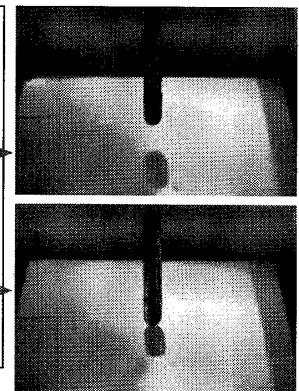


図 4: スクリーンと鏡の距離 0mm (下) 60mm (上)

#### 5. まとめと今後の展望

本稿では物体の本物の影に動きを与えるディスプレイシステムを提案した。

今回は、鏡の制御は静的なものに留まり、動的な制御には至っていない。今後の課題として、アクチュエータと投影光の連動による動的な制御が挙げられる。鏡の位置や角度が変わった場合に投影光の位置は変わらずに、影の位置だけが動いたように見せるためにソフトウェア的な映像補正も必要である。

さらに、システムだけでなく、体験者とのインタラクションを含めたアプリケーションの提案もしていきたい。

#### 参考文献

- [1] Motoshi Chikamori, Kyoko Kunoh: "Kage," ACM International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, pp. 14 (1998)
- [2] Philip Worthington: "Shadow Monsters," <http://www.worthersoriginal.com/wiki/> (2010 年 1 月現在)
- [3] Takeo Igarashi, Hisato Ogata: "Another Shadow," ACM pp. 61-61(2009)
- [4] "Driftnet," <http://www.daito.ws/works/driftnet.html> (2010 年 1 月現在)
- [5] Yugo Minomo, Yasuaki Kakehi, Makoto Iida and Takeshi Naemura: "Transforming your shadow into colorful visual media: multiprojection of complementary colors," ACM Computers in Entertainment, vol. 4, no. 3, article no. 10 (2006)