

# Collective Shadow Display

## プログラマブルな小型ロボットによる影ディスプレイの提案

19J5-050 兼松 美羽

**概要：**本研究では、プログラマブルマターである小さな小型ロボット toio (以後、キューブとする) をプログラムすることで動きを制御し、単一光源を当てることで生成される動的な影を用いた影ディスプレイを提案する。4種類のコントロールデバイス进行操作することでプログラマブルマターが動き、アートの的にシルエットを作成する。プログラマブルマターの組み合わせによって段階的にシルエットを作成し停止した際に完成する。4種類のデバイスそれぞれで表示されるシルエットは異なり、鑑賞者は自分でシルエットを選定することが可能である。影ディスプレイに対する評価実験、評価アンケートを行った。これらの結果から改善案や今後の展望を述べる。

### 1. はじめに

近年、建築業界ではコンピューテーショナルデザインを用いた設計[1]が行われている。これを利用することでユニークかつ斬新なデザインを提供することができ、多くの人の興味を引く。しかし、アルゴリズムを利用して設計された建築は、どこか機械的であり冷たい雰囲気を放つ。このような情報技術を用いた建築設計手法は、制約の多い中でも効率的に多くのデザインを提案できることから、今後も使われていく技術であると考えられるが、情報技術の機械的な部分を取り入れることで、これまでの温かみ溢れる空間や居心地の良さを奪ってしまうのではないかと考えた。そこで、建築設計において重要な要素であり、我々の日常に無意識に溶け込んでいる光と影を用いることで、自然と建築の間に存在する技術、すなわち、より日常生活に溶け込んだ技術を提案できると考えた。光と影を用いた建物は多く、光を雨のように降らせる[2]など光の取り入れ方を工夫し魅力的な空間にしている作品が存在する。しかし光を遮蔽しているものは建物を構成する要素であるので、映し出される影は長時間の鑑賞でない限り静的である。光の遮蔽物を動的に制御することで、一つの空間で複数の表現が可能になると考えた。本研究は、

動的な影の基礎研究を行い、影のディスプレイを作成する。

### 2. 関連作品

影を使った作品として、山下工美氏の影アート“LIGHT&SHADOW” [3]が挙げられる。以下影アートとする。複数のオブジェクトを照らすことで、壁にシルエットを映し出している。ランダムに配置されたオブジェクトだけを見ても何を表示しているかわからないが、光を当てることでシルエットを認識できるところに影アートの魅力を感じる。図1、図2は、違うシルエットを表示しているが同じ手法で作成されている。同じ手法であるということは、シルエットを構成するオブジェクトが、自ら移動し形作ることができれば、今までの影アートとは違う表示方法を提案することが可能である。本研究は影アートの光と影の関係性から着想を得て、オブジェクトを動的に制御し照らすことで、一つの投影面（ディスプレイ）で複数の情報（シルエット）を表示することが可能であると考えた。これが本研究の新規性であると考え

える。



図1: Building blocks



図2: CITY VIEW

### 3. 目的

本研究は、建築空間に応用する上で必要な動的な影の基礎研究を行う。日常的に目に見える影で感覚的なディスプレイを作成する。無意識に目に入る影が自然と目を引き、かつその影が情報を持っていたとき、日常生活で自然に即して情報を取得できると考える。複数のシルエットを連続的に作成することで、一つの投影面で複数の情報を艺术的に提示し、かつユーザーが画面を操作可能な影ディスプレイを制作することを目的とする。本研究における艺术的情報提示とは、直接的なデータ表示ではなく物体の動きから作られる影の形状から表現される視覚情報を指す。

### 4. Collective Shadow Display について

本研究では、影を動的に生成することで、一つの投影面で複数の影の表現をする影ディスプレイの提案をしている。この研究は、光を遮蔽する物体として、プログラマブルマターを使用している。プログラマブルマターが作り出す影が組み合わせることにより、シルエットを段階的に作成しプログラマブルマターが全て移動した際に停止する。4種類のコントロールデバイスを操作することで指定した場所にシルエットを表示させる。再びデバイスを操作した際にキューブは動き始め、次のシルエットを作成していく。プログラマブルマターの影一つ一つがピクセルのような役割を果たし、作成する物体の形状に縛られることなく影のシルエットを作成することが可能である。キューブの動きと影のシルエット、二つを以てディス

プレイとしているためキューブを表現としても利用しており、影ディスプレイの重要な要素の一つとなっている。また、従来影というのは光を遮蔽している物体そのものの形を表している。しかし本研究では、複数のキューブで生成される影を組み合わせると一つのシルエットを作り出しているため、停止時のキューブを見たとき影のシルエットとは異なる形をしている。シルエットを形成するはずの物体の形がシルエットと異なっていることが、このディスプレイの面白さであると考えられる。

図3 全体像



### 5. システムの実装

光を遮蔽する物体として Sony の toio コアキューブ[4]を用いる。座標や角度を指定する他、複数台同時制御やリアルタイム位置検出をすることが可能である。toio 制御プログラムの開発環境として Unity3D を用いる。モリカトロン株式会社によってリリースされている「toio SDK for Unity」という開発環境を用い Unity と toio を連携している。これにより、Unity 上で toio を制御することが可能である。インタラクションの実装に reacTIVision を使用している。4種類のこのコントロールデバイス（ボックス型のマーカー）を用意し認識させることで、対応した位置にキューブは移動する。現段階で対応している影の表現は、左上のシルエットは「人の横顔」左下が「チューリップ」右上がスクリーンセーバー、右下が円と

なっている。下の図は左上のコントロールデバイスを操作することで左上にシルエットが表示された時のものである。

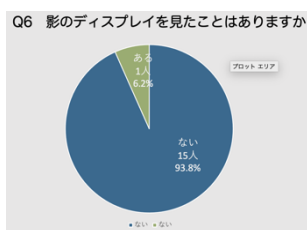


図4 ディスプレイ(上)とデバイス(下)

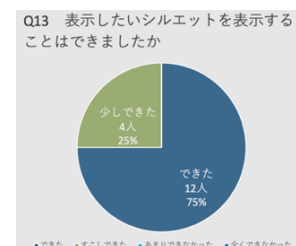
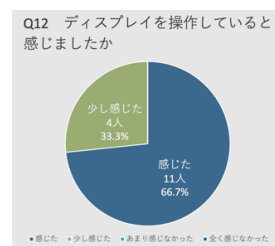
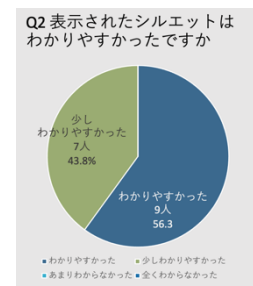
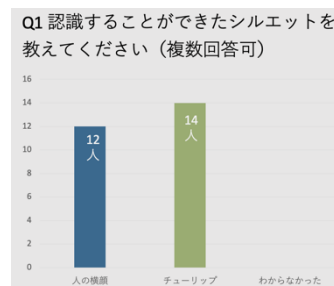
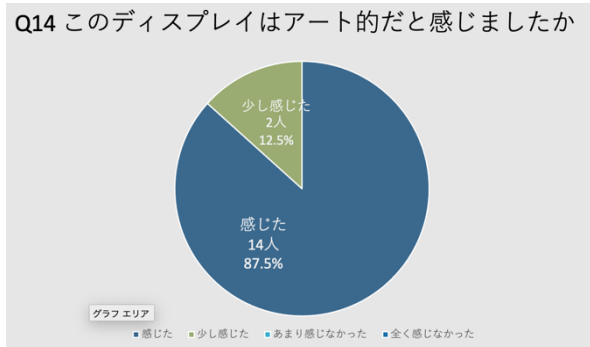
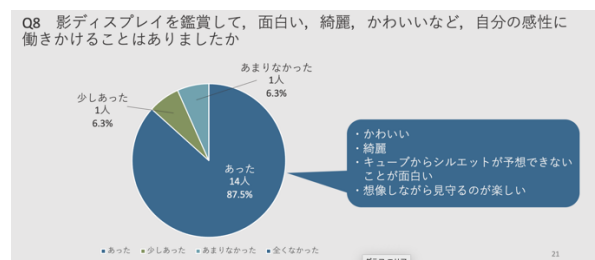
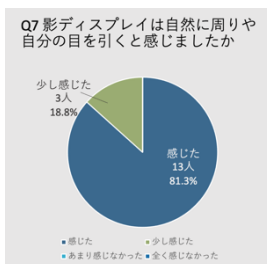
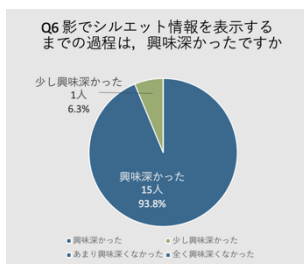
## 6. 評価実験

2022/12/13,15,16, 21 の計4日間で、情報学部12名、建築学部4名の計16名にアンケート調査を行なった。体験前アンケート、体験後アンケートを計22問行なった。主に、新規性はあるか、自然に目を引くディスプレイであるか、感覚的なディスプレイであるか、アートの的に情報を提示する影ディスプレイであるか、操作性は優れているかについてアンケート調査を行った。結果を下記に示す。

### 体験前



### 体験後



## 7. 考察

### 7.1 新規性について

新規性を問う質問では、影のディスプレイは見たことあるかと質問したところ93.8%の人が、ないと回答した。このことから影のディスプレイを見たことがある人はほとんどいないと言える。

### 7.2 自然に目を引くディスプレイ

自然に目を引くディスプレイであるかでは、キューブの軌道は興味深かったか、目を引くと感じたか二つの質問を行った。93.8%の人がキューブの軌道が興味深かったと回答し、86.7%の人が自然と目を引くと回答したことから本ディスプレイは興味を抱かせ自然と目を引くディスプレイである。

ると考えられる。

### 7.3 感覚的なディスプレイについて

感覚的なディスプレイであるかの調査で完成に働きかけることはあったか質問したところ 87.5%の人があると回答し、可愛い綺麗面白いなどと回答していることから、人の感性に働きかけるような感覚的なディスプレイであると考えられる。

### 7.4 アー特的に情報を提示する影ディスプレイ

アー特的に情報を提示する影ディスプレイであるかの調査では、三つの質問を行なった。このディスプレイがアー特的であるかを質問したところ、87.5%の人がアー特的だと感じると回答し、前問で影ディスプレイに対して綺麗や可愛いなどといった感性に働きかけるディスプレイであると回答されていることから本ディスプレイはアー特的であると言える。さらに、表示されたシルエットがわかりやすかったか、認識することができたシルエットは何か質問したところ、わかりやすかったが 56.3%少しわかりやすかったが 43.8%と、ほとんど全員がわかりやすいと回答し、人の横顔やチューリップを多くの人が認識したことから、本研究はシルエットを正しく表示していると考えられる。この三つの質問から、本研究はアー特的情報を提示する影ディスプレイであると考えられる。

### 操作性について

操作性を問う調査では2問質問を行なった。ディスプレイを操作していると感じた人は 66.7%、少し感じた人は 33.3%であり、表示したいシルエットが表示できたと回答した人が 75%であったことから、このディスプレイは操作性が良いと考えられる。

### 全体の考察

評価実験の結果から、本研究の目的である自然に目を引く感覚的なディスプレイとして、アー的に情報提示を行う影ディスプレイの提案を行うことができたと考えられる。

## 8. まとめ

本研究の評価実験から、人の感性に働きかけるような動的な影の基礎研究を行うことができたと考える。しかし、キューブ同士の制御に改善の余地があるため、精度を上げていく必要がある。今後の展望として、空間に応用するために投影面を広くしていく予定である。そのためには、光を遮蔽するオブジェクトの位置の選定や、光源の位置や種類の選定などを改めて行う必要がある。オブジェクトの選定は、日常生活に馴染むような、機械的でないもの、建築を構成する要素で応用していくことを検討している。また、現段階ではこの影に情報を付随することができていない。情報と絡めてシルエットを表示することで、必然的に存在する影に新しい価値を生むことができると考えるため、今後は何か特定のデータを入手し、ディスプレイに反映することを検討している。

## 9. 参考文献

- [1] ArchiFutureWeb. “設計の合理化～その3・ユニット化～”. 2020. <https://www.archifutureweb.jp/magazine/541.html> (参照 2022-12-21)
- [2] Forbes. “アブダビに浮かぶ「もう一つのルーブル美術館」にみる中東都市戦略 | Forbes JAPAN (フォーブス ジャパン)”. 2018. <https://forbesjapan.com/articles/detail/22139>, (参照 2022-12-21)
- [3] 山下工美. ”Light&Shadow”. KumiYamashita. 2019. <http://kumiyamashita.com/light-shadow>, (参照 2022-12-21)
- [4] Sony. 小さなキューブ型ロボットトイ・toio (トイオ). 2022. <https://toio.io/>, (参照 2022-12-21)