

Augmented Shadow Media : KUI を応用した影のメディア的性質を拡張する インタラクティブメディアの提案

菊池康太¹⁾(学生会員) 尼岡利崇¹⁾(正会員)

1) 明星大学大学院情報学研究科

Augmented Shadow Media : Study for Interactive Media for Augmenting in Properties of Shadow as Media Using Kage User Interface

Kouta Kikuchi¹⁾ Toshitaka Amaoka¹⁾

1) Graduate School of Information Science, Meisei University

{19dj001@stu, amaoka@is}.meisei-u.ac.jp

概要

本研究では、実影のメディア的性質を拡張するインタラクティブメディア “ Augmented Shadow Media ” を提案する。本稿において実影のメディア的性質とは、影絵などが実影の形状や動きなどにより、アニメーションの一種として内包するコンテンツを伝える点を指すこととする。本研究ではこのような影のメディア的性質に着目し、著者らが提案する影ユーザーインターフェース (KUI) を発展させた “ Augmented Shadow Media ” によって、実影の位置・形状の編集と保存、実影により保存されたアニメーションの再生を行うことを可能とする。Augmented Shadow Media では、実影をインターフェースとして複数のジェスチャー操作を組み合わせることで、実体の 3 次元移動を可能にし、影の上下左右の移動とスケールの変化によって、実影によるアニメーションの作成を行う。また、影に対する操作により変化した実体の動きを保存することにより、影のアニメーションを保存し再生することが可能となる。本研究により、KUI を発展させ実影を視覚情報メディアとして拡張することで、影を録画された映像ではなく実影で編集・保存・再生が可能となる。それにより、今後ワヤン・クリなどの伝統的な影絵のデジタルアーカイビング分野への活用が期待される。

Abstract

We propose the “ Augmented Shadow Media ” for augmentation of the real shadow used as a medium. Shadow pictures are used as a medium to convey contents by changing the shape and animating of real shadows. In this research, we focus on the properties of shadow as a medium and we propose the application of the Kage (shadow) user interface (KUI) that has been proposed. In this paper, we propose an interaction technique that enables 3D space movement of entities by manipulating the real shadow combining multiple gesture operations. Augmented Shadow Media enable editing of shadow position and shapes by manipulating the real shadow and it saves and plays shadow animation.

1 はじめに

古くから影はメディアとして使われてきた。手の影で形を作る手影絵や、人形を操りその影で芝居をする人形影絵などがあり、光源と光を遮る遮蔽物(以降、実体とする)があれば簡単に影を作り出すことができる。そして、それらメディアとしての影は、2次元的情報ではあるが、操作により動きが加わることで、伝統や言い伝えなどストーリーのある情報を伝えるメディアとして用いられて来た。現代でも多くの影絵劇団 [1][2] が存在し、影絵は人気のコンテンツとして用いられている。また、実影を使ったメディアアートでは、クワクポリョウタの「10番目の感傷(点・線・面)」[3] が有名である。この作品では、CGを使わずに様々な物体と移動するライトだけで影を作り出し、物体の影がまるで動画のように見える作品である。このように影絵や「10番目の感傷」では、影の形状や大きさを変化させることで、アニメーションの一種として内包するコンテンツを伝える機能(以降、メディア的性質とする)を持っている。しかし、メディア的性質を持つ影絵の従来の保存方法に着目すると、カメラで録画された映像として記録保存がなされてきた。従来の保存方法では、撮影するカメラの性能や、撮影環境、視聴するディスプレイの解像度によって影本来の情報に変更され伝達されてしまうと考える。

そこで本研究では、影のメディア的性質を拡張するインタラクティブメディア“Augmented Shadow Media”を提案し、影絵のようにメディア的性質を持つ影の情報を変更することなく伝達する手法を提案する。Augmented Shadow Mediaでは、影を生成する実体を操作し、その実体の動きを保存し再生することで、操作時の影と同じ影の動きを生成することが可能となる。また、著者らがこれまで提案してきた影ユーザーインターフェース(KUI)[4]の概念をAugmented Shadow Mediaの操作方法に用いる。KUIとは、影をインターフェースとして操作し、その影を生成する実体を変化させるインタラクティブ手法である。KUIの概念をAugmented Shadow Mediaの操作に用いることにより、アニメーションを行う影を直接操作し、影の動きを直感的に生成することが可能となる。そして本稿では、これまで提案してきたKUIの操作方法を複数組み合わせることにより、実体の3次元移動を可能にし、影絵の基礎的動作である上下

左右の移動と、影の特性を生かしたスケール変化を可能にする。このようにAugmented Shadow Mediaでは、KUIの操作を複数応用し実体の3次元移動を可能にする点、影を直接操作し影絵を生成する新しいインタラクティブ体験を提供する点、影絵の情報を変更することなく、保存再生を可能にする点において新規性を有する。また、Augmented Shadow Mediaを発展させることで、インドネシアの伝統的な影絵であるワヤン・クリなどのデジタルアーカイビングに応用出来ると考える。

2 関連研究

本章では関連研究として、影をモチーフにしたインタラクティブ研究について、実影を使用したメディアアート、記録保存・再生を行うインタラクティブメディアについて、それぞれ本研究との差異を述べ、新規性を示す。

2.1 影をモチーフにしたインタラクティブ研究

影を使ったインタラクティブ研究、インタラクティブアートは多く存在する。水野らは、体験者の実影をシミュレートして仮想の影とのインタラクティブを可能にする手法 [5] を提案している。この手法では、体験者の3次元位置を計測することで、影のシミュレートを行い、仮想の影とのインタラクティブを可能にしている。また、石山らは単一光源から出来る実影を実体から分離させるインタラクティブ手法及びそのアプリケーション [6] を提案している。指向性スクリーンと鏡を用いることで実影を分離させ、その影に触れることで影のアニメーションが再生されるなど、現実では起こりえない影とのインタラクティブを可能にしている。さらに、坪倉は何もない空間を懐中電灯型デバイスで探索し、見つけた仮想の影に触れたり掴んだりできるインタラクティブアート [7] を提案している。指先に取り付けた赤外線反射マーカーと赤外線カメラによって指先の位置をトラッキングし、プロジェクションされた仮想影とのインタラクティブを可能にしている。これら影を題材としたインタラクティブ研究では、仮想の影を用いたインタラクティブやプロジェクションされた仮想の影が表現を行うのに対し、本研究では実影をインターフェースとして操作し、その影を持つ実体とのインタラクティブを可能にする。そして、CGを使わずに実影のアニメーションを保存し再生する点に新規性を有する。

2.2 実影を使用したメディアアート

真鍋らは、実影のアニメーションを使ったメディアアート「16 Forms」[8]を制作している。この作品は、3Dプリントされた16体のダンサーのモデルを回転させ、ロボットアームの先に付けたLEDで影を作り出すメディアアート作品である。LEDを点滅させながら当てるとゾートロープのように影がアニメーションして見える。この作品は、実体と実影を用いて影を生成し、アニメーションさせる点では本研究と類似する。また、1章でも述べたクワクボの作品[3]では、複数の実体と移動する光源を用いて実影のアニメーションを生成している。本研究では、これら2作品に対し、実体の実影をユーザーが操作し、自らアニメーションを生成できる点に差異があり、そのアニメーションを保存し再生できる点に新規性を有する。

2.3 メディアの記録保存、再生を行うインタラクション研究

小野らは3次元空間の位置情報を保持した音声を含む映像情報の収集、保存、再生を可能にするデバイス[9]を提案している。小野らの研究では、エンターテインメントに特化した情報の保存、再生を可能にするのに対し、保存される情報は異なるが、本研究では実影の情報を変更することなく保存と再生を可能にする点に差異と特徴が見られる。また本研究では、実影を使用しコンピュータグラフィックスを一切使用せず、実体の動作を保存することで、影の情報を変更せずに保存、再生を可能する点に新規性を有する。

阪口らは、実体の影に複数の情報を保存し、選択的に情報を可視化する手法[10]を提案している。実体の向きを変えることで、プロジェクションされる影のキャラクター形状を変化させる。阪口らの研究では、実体の影にあらかじめ決められた情報を複数保存するのにに対し、本研究では、保存する影の情報を影への操作によって作り出し保存できることに特徴がある。

3 提案手法について

本研究では、影を操作し実体を変化させることで、実影のアニメーションを生成し、その動きを保存する手法を提案する。また、提案手法を用いたインタラクティブメディア Augmented Shadow Media を提案する。Augmented Shadow Media には、KUI の概念 [4]

を用いることで、影に対するジェスチャー操作によって、実体の3次元空間移動を可能にし、実体の動きを保存、再生を可能にする。本章では、提案手法のシステム概要、実体とのインタラクション、影の保存と再生方法について述べる。

3.1 提案手法のシステム概要

提案手法のシステムでは、実影のアニメーションを生成するために、影に対するジェスチャー操作によって実体の3次元空間移動を可能にする。実体の3次元移動が可能になることで、上下左右の移動アニメーションと、影の特性を生かしたスケール変化が可能になる。

本システムを大きく分けると、影に対するジェスチャーを認識するためのタッチパネル、実体の3次元移動を行う水平移動機構、垂直移動機構、システム全体を制御するメインPCから構成される。システムの全体構成を図1に示す。本稿では、実体の動きは3次元移動に限定し回転動作は考慮しないため、実体には直径8mmの発泡スチロール製の球体を用い、移動した際に影の大きさが均一に変化するように実体の真上に光源となるLEDライト配置する。実体の3次元移動には、水平移動機構、垂直移動機構を制作しジェスチャーによってそれぞれの機構を制御することで3次元的な移動を可能にする。水平移動機構には、XYプロッターを用いて縦横方向への移動を可能にする。XYプロッターは光源よりも上部に配置することで、XYプロッターの影が操作面となるタッチパネル上に投影されないようにする。垂直移動機構には巻き取り式の滑車を用いて、実体に取り付けられたナイロンワイヤーを巻き取ることで、上下方向の移動を可能にする。実体には、移動時の揺れ軽減のために、透明のアクリルボールを取り付ける。ボールを垂直方向にだけ動く固定具に取り付け、ボールの先端に付けられたナイロンワイヤーを滑車で巻き取ることにより実体の揺れを軽減しつつ垂直方向の移動を可能にする。光源の真下に取り付けられた実体の影は、操作面となるタッチパネル上に投影される。タッチパネルにはFTIR方式[11]のタッチパネルを用いる。FTIR方式とは、パネルの側面から赤外光をパネル内部に照射し、タッチされた箇所の赤外光が全反射することにより、パネル下部の赤外線カメラでタッチ位置をトラッキング出来る方式である。このFTIRタッチパネルを制作し、影に対するジェスチャーの検出を行う。

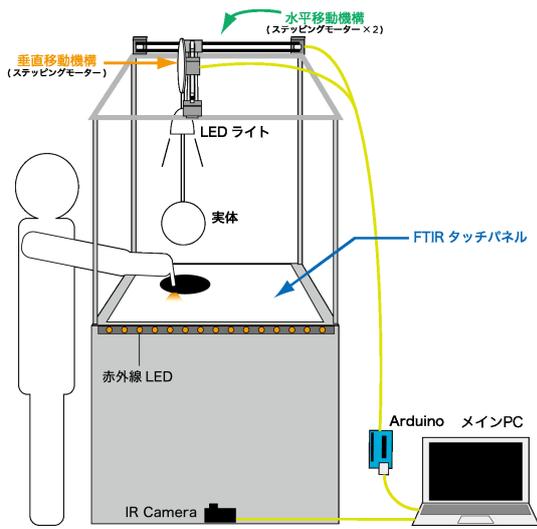


図1 システム構成図

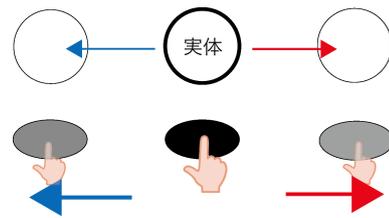


図2 ドラッグジェスチャーによる実体の移動

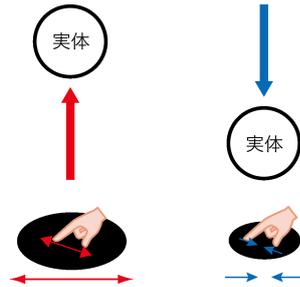


図3 ピンチイン，ピンチアウトによる実体の移動

3.2 実体とのインタラクション

具体的な操作方法として，KUI の操作は同じ 2 次元平面に対する操作としてスマートフォンのジェスチャー操作に準拠していることから，実体の水平方向移動にドラッグジェスチャーを用い，垂直方向移動にはピンチイン，ピンチアウトジェスチャーを用いる．提案システムでは図 2 のように，影を移動させる操作にドラッグジェスチャーを用いて，影を移動させることで実体を水平方向に移動させるインタラクションとする．また，図 3 のように，影を拡大縮小させる操作にピンチイン・ピンチアウトジェスチャーを用いて，実体を垂直方向に移動させるインタラクションとする．ピンチイン，ピンチアウトジェスチャーは，スマートフォンの操作ではカメラのズームイン，ズームアウトや画像の拡大や縮小の操作に用いられることから，影を拡大縮小させる操作に用いる．提案システムでは，光源を実体上部に設置し，実体を上昇させ光源に接近させることで実影の拡大を可能にする．この影に対する 2 つのジェスチャー操作を用いることで，実体の 3 次元移動インタラクションを可能にする．

3.3 影の保存と再生

影の保存には，影に対するジェスチャー操作により変化した実体の動きを保存し，再生する際に実体が操作時と同じ動きをすることによって，生成される影も同じ動きになる．実体の動作は，水平移動機構と垂直移動機構に接続するマイコンボードにより，機構内部のス

テッピングモーターを制御することで実体を動作させる．FTIR タッチパネルからの映像をメイン PC にて画像処理を行い，検出されたジェスチャー操作によって，各機構のステッピングモーターの制御値を設定する．設定した制御値をメイン PC からマイコンボードへ送信すると同時にメイン PC にて制御値を保存し，再生する際に保存した制御値を再びマイコンボードへ送信することで，再生を可能にする．

4 実装方法

本章では，Augmented Shadow Media の具体的な実装方法として，水平移動機構，垂直移動機構，影の保存と再生方法について述べる．影へのタッチ検出，ジェスチャー検出は，FTIR タッチパネル [11] を制作し，画像処理を用いることで可能にする．影の座標はあらかじめ計測しプログラム内部で仮想の影の領域を設定し，その影の領域内に指の座標がある場合に，実体の移動処理を行う．

4.1 水平移動機構の実装

実体の水平移動機構には，Makeblock 社の XY プロッターを用いて実装を行う．XY のヘッドを動かすモーターには，12V バイポーラスステッピングモーターを使用し，Arduino Uno マイコンボードで制御を行う．図 1 のように XY プロッターを FTIR タッチパネル上部に

取り付ける．XYプロッターのフレーム両端に，キャリブレーション用のリミットスイッチを設け，ヘッドが端から端に到達した際のモーターのステップ数を基準に，ヘッドの現在位置をステップ数から算出する．実体と光源のLEDライトはヘッド真下に取り付け，実体の真下に影を生成することで，ヘッド，実体，そして影の位置はパネル操作面に対し垂直直線上にあるとみなすことができる．従って，現在のステップ数からヘッドの位置つまりは影の位置が求められる．この影の位置に対して，プログラム内で仮想影の領域座標を設定することで，影に対するタッチを検出する．この仮想影の領域内部に FTIR で検出された指の座標があれば，次にジェスチャー判定処理を行う．ドラッグジェスチャーの判定では，影内部に指の座標が 1 点だけ検出され，その指座標が前フレームより一定距離以上移動している場合にドラッグジェスチャーと判定し，その移動量分 XY プロッターのヘッドを移動させる処理を行う．

4.2 垂直移動機構の実装

実体の垂直移動システムには，巻き取り式の滑車と滑車を回転させるステッピングモーターを用いて実装する．実体には移動時の揺れ防止のため透明のアクリルボールが取り付けられ，図 4 のようにボール先端に付けられたナイロンワイヤーを滑車で巻き取ることで，垂直方向の移動を行う．滑車は，スチレン素材を用いて制作し軽量化することで，ステッピングモーターへの負荷を軽減する．ステッピングモーターを支える土台などは，プロッターの上に取り付けるため，強度と軽量化を考慮しアクリル素材を用いて制作する．実際に制作した垂直移動機構を図 5 に示す．ステッピングモーターは水平移動機構と同じく Arduino Uno マイコンボードにて制御を行い，FTIR タッチパネルにてピンチイン，ピンチアウトジェスチャーが検出された際にステッピングモーターを制御し滑車を回転させる．影へのピンチイン，ピンチアウトジェスチャーの判定は，まず仮想影の領域内でパネルにタッチしている指が 2 点あるかを判定し，2 点間の距離を計測する．2 点間の距離が増加した場合ピンチアウトジェスチャーと判定し，減少した場合をピンチインジェスチャーと判定する．そして，2 点間の距離の変化量に応じてステッピングモーターを回転させ実体の上昇，下降を行う．実体が上昇するにつれ，仮想影の判定領域も中心から均等に大きくなるように設定し，高

さの最高位置に達した場合には，実体の上昇と仮想影の増加も停止させる．これにより実体の上昇に合わせ仮想影の判定領域も大きくなり，体験ユーザーには実影を操作しているような体験を与えることができる．

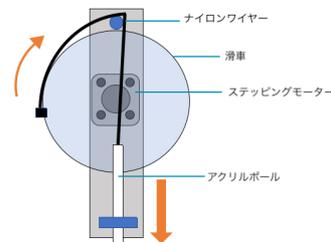


図 4 垂直移動機構

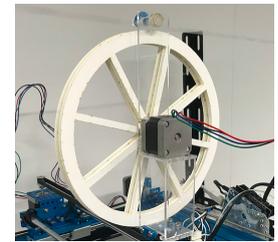


図 5 制作した垂直移動機構

4.3 提案システム全体の实装

4.1 節，4.2 節で実装した 2 つの機構を組み合わせ，実際に制作した Augmented Shadow Media を図 6 に示す．実装した水平移動機構のヘッド中央に垂直移動機構及び光源となる LED ライトを取り付け，図 6 右のように LED ライトを点灯させることで影を生成する．実体を支えるアクリルボールは LED ライトのディフューザー中央を通るように設計されている．FTIR タッチパネルの赤外線カメラや移動機構を制御する Arduino Uno マイコンボードはメイン PC に接続され，openFrameworks(C++) を用いたメインプログラムによって制御する．水平移動機構のサイズは横 500mm，縦 400mm であるが，リミットスイッチを配置しているため，実際に実体が移動可能な距離は，横 360mm，縦 320mm である．実体の高さの最低位置はパネルから 200mm の高さに設置し，最高位置は 400mm の高さになっている．

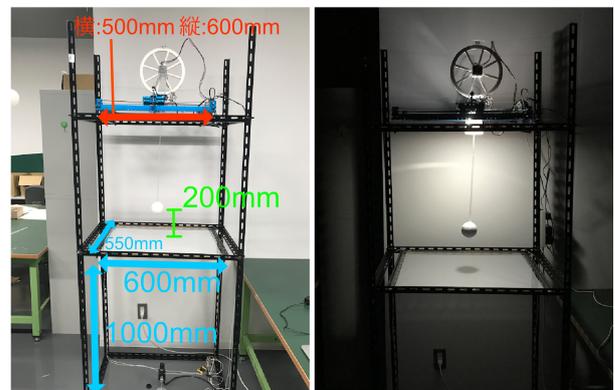


図 6 実際に制作した Augmented Shadow Media

上昇した際に実体が設定した標準ユーザーの目線より下に来るように実装したことで、影と実体を同時に視認可能となる。水平移動機構の操作分解能は縦横 255 分割であり、垂直移動機構は 180 分割となっている。

4.4 保存と再生方法について

影の保存には、影を操作した際の実体の動きを保存する。つまりは、実体を動かすためのステッピングモーターの制御値を保存することにより、動きの保存を可能にする。図 7 に保存と再生の処理手順を示す。本システムでは、FTIR タッチパネルからキャプチャ画像を取得し、メイン PC にて画像処理を行い、タッチ検出、ジェスチャー検出の結果からステッピングモーターの制御値を計算する。操作時にその制御値を Arduino へ送信すると共に、メイン PC 内に保存することにより、実体の動きを保存することが出来る。ユーザーの指が影に触れている時を操作中と設定し、その間の送信する制御値を JSON 形式で記録する。指がパネルから一定時間離れたことが検出されると、記録したデータを JSON ファイルとして保存する。これにより実体の動きの保存、言い換えると影の保存が可能となる。

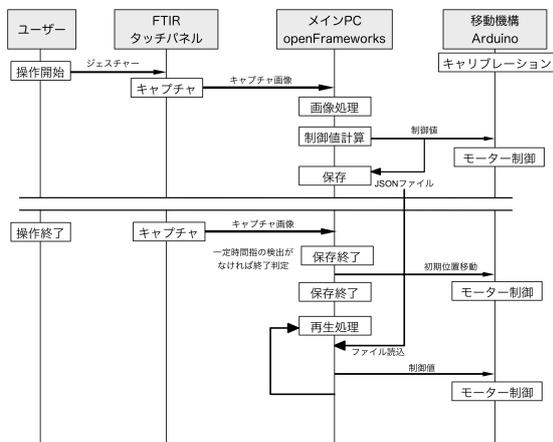


図 7 保存処理と再生処理のシーケンス図

そして、保存が完了すると次に影の再生を行う。保存が完了すると、操作開始時の位置に自動で戻るように設定している。影の再生には、保存された JSON 形式の制御値を読み込み、ステッピングモーターを制御する Arduino に読み込んだデータを送信する。保存された制御値からステッピングモーターを制御することで、操作時と同じ実体の動きを再現することが可能となる。光源

は実体の真上に取り付けられ、実体と共に移動するため、実体と光源の位置関係は変化しないことから、生成される影も操作時と同じ影を作り出すことが可能になる。これにより、操作時と同じ影の動きを保存し、再生することが可能となる。

5 実験

4 章の実装方法を基に制作した Augmented Shadow Media の動作実験と、実際に生成した影の保存及び再生について実験を行なった。提案システムでは、赤外線カメラを用いることや影の陰影を鮮明にさせるため、実験を行う室内を太陽光を遮断、かつ暗くし光源となる LED ライトだけを点灯させて実験を行う。

5.1 動作実験

図 8 は、実体の一連の動作を 1 から 6 の順で操作時と再生時を比較した図である。図 8 左側に操作時の様子を示し、図 8 右側に再生時の様子を示す。操作時と再生時の位置を比較することで、入力に対する再生の空間的再現性を評価する。図 8 の 1 と 2 では、操作開始から中央に実体を移動させる様子を示しているが、操作時と再生時の様子と比較しても実体と影の位置に変化は見られない。同様に他の比較図でも操作時と再生時の実体と影の位置に違いは見られない。以上のことから、影絵の動作を編集・保存・再生するという目的における空間的再現性は、高いといえる。

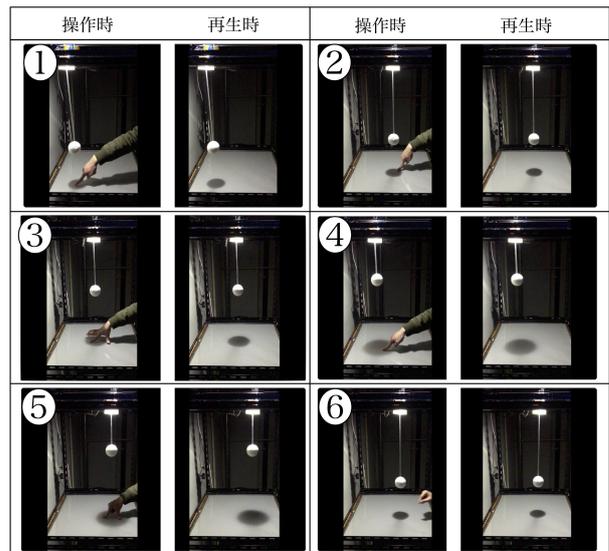


図 8 操作時と再生時の空間的比較

5.2 操作の時間的評価

Augmented Shadow Media では、影に対する操作を画像処理により認識し、実体の移動を制御することで、現実では起こりえない影を操作し実体に影響を与えるという表現を行う。そのため、実体の移動速度やユーザーの操作を認識する処理速度により、提案手法の操作感が決まる。本節では、提案手法の時間的精度を求めするために、実体が操作に対し追従する最高速度を計測し、操作の速度評価を行う。実験方法は、まず実体の移動可能速度の上限値を求めるため、使用するモーターの上限速度(モーター速度)を計測する。次に、ジェスチャー操作によって実体を移動させた時の操作時間(指を影に当て、ドラッグし目標座標で指を操作面から離すまでの時間)を画像処理によって計測し、操作速度を計算する。そして、その操作時間に対し、実体が移動を開始し目標座標に到達するまでの時間から実体速度を算出しモーター制御に使用する Arduino で計測する。実体の移動方向は、操作面に対しての縦(y)、横(x)、斜め方向(xy)と垂直方向(z)に対して計測を行った。(実体の移動距離は4.3節で述べた距離とする)表1に計測結果を示す。操作速度Aと実体速度Aは、指をゆっくり動かし、操作速度Bと実体速度Bは、指を早く動かし、そのそれぞれで評価を行った。実体速度が操作速度を上回る状態は、影を後ろから押すように操作した時に発生する状態であり、実体が先に目標到達点に達した状態を表す。操作速度Bのように指を早く動かした状態では、実体の移動速度では追いつけず、実体速度Bはモーター速度にとどかない結果となった。この状況が発生した要因としては、画像処理、座標計算、Arduinoとの通信など、モーター制御以外の処理で時間を要したことが考えられる。また、その条件下では、実体速度Bを上回る操作速度で操作すると、実体の移動速度を超過してしまう、つまり操作に対して実体の追従に遅延が生じることになる。

表1 操作速度の評価結果 (mm/s)

	モーター速度	操作速度 A	実体速度 A	操作速度 B	実体速度 B
横 (x)	170.87	95.69	86.43	240.32	130.29
縦 (y)	206.08	89.48	104.33	283.43	142.53
斜め (xy)	132.01	104.23	111.36	164.2	132.46
垂直方向 (z)	296.29	61.5	64.16	250.62	142.85

5.3 アニメーションの時間的精度に関する評価

本研究では、影を操作することで実影によるアニメーションを生成し、その影の保存、再生を可能にする点に特徴を有することから、アニメーション再生における時間的精度について評価実験を行う。評価実験は、図9のように3種類の操作に対して、操作にかかる時間と再生にかかる時間をそれぞれ計測し、比較することで実施する。プログラム内で操作開始時にタイマーを起動し、操作終了時までの時間を計測する。そして再生時に再びタイマーを起動し、再生終了までの時間を計測する。計測した3つの操作の操作時間及び再生時間の結果を表2に示す。表2の全ての操作において、誤差は0.1秒以下であった。この結果から、影のアニメーション再生にかかる時間は、操作にかかった時間とほぼ等しいことが解る。

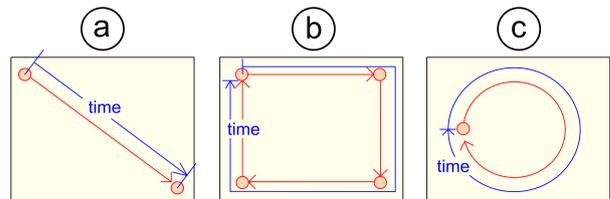


図9 評価実験に用いる操作

表2 時間的精度の評価結果 (秒)

操作	回数	操作時間 (t1)	再生時間 (t2)	t1-t2
直線 (図9.a)	1回目	6.774	6.815	-0.041
	2回目	6.689	6.696	-0.006
四角 (図9.b)	1回目	15.844	15.876	-0.032
	2回目	14.191	14.246	-0.054
円 (図9.c)	1回目	18.343	18.347	-0.004
	2回目	15.358	15.356	0.002

5.4 実験結果

実影による時間軸を有する情報(アニメーション)の編集・保存・再生に関して評価実験を行なった。本稿の提案手法は、影絵の編集・保存・再生を対象としていることから、空間的再現性の評価は目視により行い、編集と出力に大きな差が見られない結果となった。また、実体の速度は内部処理により減速され、素早く操作をしようとする、追従速度を超過してしまう結果となった。今後の課題として、内部処理による遅延も考慮しモーターの性能向上やモーター制御の方法を検討する必要がある。

しかし、再生時の時間的再現性は直線運動、円運動共に、操作時と再生時の時間差が 0.1 秒以下と再現性が高いことが示された。この結果から、Augmented Shadow Media により、影の直線・曲線移動、拡大縮小といった影絵の基礎的な動作について、編集・再生・保存が可能になったと言える。

6 考察と今後の展望

本章では、本研究における芸術的視点からの考察、今後の展望について述べる。

6.1 芸術的視点からの考察

本研究の芸術的特徴は、実影を操作し実体に変化を与えるインタラクションを通し影の変化を CG を用いず実体の 3 次元空間における物理的变化によって表現する点にある。これまで実影を使用した芸術作品は多数存在するが、体験者のリアルタイムな操作に連動させた実影のみの表現は存在せず、その点において本研究は新規性を有している。また、実影を操作することによる実体の動きの表現は、影の変化だけでなく、体験者の 2 次元平面に対する操作を立体的に表現している。さらに、付随して変化する実影は、体験者の操作を実体の 3 次元的動きで表現するだけでなく、2 次元的にも表現していると言える。既存の影を用いたインタラクション作品には、このような影の 2 次元表現と実体の 3 次表現を同時に表現する作品は見られず、本研究はそのインタラクションを実影と実体で構成される実世界に実装している点で新規性を有する。そして、インタラクティブな操作から生成され保存される軌跡の情報には、実体の三次元座標だけでなく、影の二次元座標、影のスケール、そこから想起される体験者のジェスチャーが含まれ、それら情報を影のアニメーションとして鑑賞することが出来る点も芸術的特徴と言える。

6.2 展望と課題

今後の展望として、人形型実体の実装を検討している。人形影絵の動きに必要な操作を選定し、実装することで、影の表現領域も広がり、人形影絵の動きも保存が可能になる。そのためには、モーターの性能向上や、制御方法を検討する必要がある。PID 制御などを使用することで滑らかな移動が可能になると考える。人形影絵の実装が可能になれば、インドネシアの人形影絵であるワヤン・クリなど、文化的価値のある影絵のデジタルアー

カイブに应用可能であると考え、影絵のデジタルアーカイビングに应用することで、従来の映像として保存する方法とは異なる、新しい保存方法として提案することが出来る。さらには、異なるメディアの性質を用いて影の性質を拡張出来る。例えば、デジタルメディアの特徴として、複製、共有、保存、編集が可能なのが挙げられる。これらデジタルメディアの特徴を本研究に应用することで、生成した影絵を保存、複製し、遠方の同システムと共有することが可能となる。それにより、本システムを介した離れたユーザー同士の新しいコミュニケーションを提供する事が可能となる。

7 おわりに

本稿では、実影のメディア的性質を拡張するインタラクティブメディア Augmented Shadow Media を提案した。また、KUI の操作を応用し複数の操作を組み合わせたことで、実体の 3 次元移動インタラクションを可能とした。これにより、影の上下左右の移動に加えスケールの変化によって実影によるアニメーションを作成し、影のアニメーションの保存と再生の手法を提案することが出来た。今後は、本研究をさらに発展させ、操作の改善や幅広い実体に対応出来るような仕組みを提案したいと考えている。そして、本研究をさらに発展させることで、伝統的影絵のデジタルアーカイビングに应用可能か検討していく。

参考文献

- [1] 劇団かかし座. Hand shadows animare” in spain 2016 digest. https://www.youtube.com/watch?time_continue=29&v=Dm2rWio8Td0. 参照：2019-06-28, 2016.
- [2] 影絵劇団カシの樹. <http://www.kashi-no-ki.co.jp/>. 参照：2019-06-28.
- [3] クワクボリョウタ. 10 番目の感傷 (点・線・面). 第 14 回文化庁メディア芸術祭, 2010. <http://archive.j-mediaarts.jp/festival/2010/art/>. 参照：2019-06-28.
- [4] 菊池康太, 尼岡利崇. 影ユーザーインタフェース:影をインタフェースとした実体とのインタラクション手法の提案. 芸術科学会論文誌, Vol. 16, No. 4, pp. 130-137, 2017.

- [5] 水野慎士, 岩崎妃呂子, 近藤桃子, 伊藤玲, 杉浦沙弥, 大葉有香ほか. 実物影のシミュレーションに基づく仮想影とのインタラクション. 研究報告デジタルコンテンツクリエーション (DCC), Vol. 2016, No. 30, pp. 1–7, 2016.
- [6] 石山雅三, 寛康明. 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. 全国大会講演論文集, 第 72 回, pp. 925–926, 2010.
- [7] 坪倉輝明. Shadow Touch!!. http://teruaki-tsubokura.com/works.php?ar_id=1. 参照: 2019-06-28, 2006.
- [8] 真鍋大度, 石橋素. 16 Forms. <http://www.daito.ws/en/work/16-forms.html#2>. 参照: 2019-06-28, 2011.
- [9] 小野隆之, 尼岡利崇. Mib:しゃぼん玉型メディア保存、再生装置. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, 第 2015 巻, pp. 444–446, sep 2015.
- [10] 阪口紗季, 東納ひかり, 松下光範. 実物体と影の変形を用いた情報の秘匿と選択的視覚化. 芸術科学会論文誌, Vol. 15, No. 4, pp. 157–766, 2016.
- [11] 坂本侑一郎, 吉川拓人, 大江龍人, 堀竜慈, 村田雄一, 志築文太郎, 田中二郎. 赤外線 LED 埋め込みシリコーンゴムを用いたタッチパネル. インタラクション, Vol. 104, No. 124, pp. 7–12, 2004.

尼岡 利崇



1992 年北海道大学大学院地球環境科学研究科修士課程修了。2003 年ニューヨーク大学 Tisch School of the Arts, Interactive Telecommunication Program 修士課程修了。2010 年東京工業大学博士 (学術) を取得。2003 年別府大学専任講師。2005 年より明星大学情報学部情報科学科専任講師。2017 年より同大学教授となり、現在に至る。ACM, 芸術科学会会員, 情報処理学会会員。

菊池 康太



2017 年明星大学情報学部情報学科卒業。2019 年同大学大学院情報学研究科情報学専攻博士前期課程修了。現在同大学大学院情報学研究科情報学専攻博士後期課程在学。芸術科学会学生会員, 情報処理学会学生会員。