

透影モーション: 異なる波長の赤外光を用いた 動的な不可視影の生成

東納 ひかり^{1,a)} 阪口 紗季² 田中 琢磨² 松下 光範¹

概要: 本稿では、机上において単純な形状の物体をライトの前にかざすと、その物体の形状とは異なる影が動きを伴って生成されるシステムを提案する。このシステムは複数波長の赤外 LED を組み込んだライトを有し、その照射波長パターンを切り替えることで生成される影を制御する。影の生成に用いる物体は任意の形に切り取った複数種の IR フィルタと画用紙で構成されている。システムはこの物体の影を CCD カメラで取得し、スクリーンに映し出す。ライトの波長を切替えることにより、影を生成する IR フィルタの領域が変化するため、静的な物体から生成される影は動的に映し出される。影が持つ“実物体と同じ動きをする性質”を意図的にずらすことで、通常とは異なる視点を体験者に与えることが可能になる。

TOEI Motion: Moving Invisible Shadow Using Infrared Lights with Different Wavelengths

HIKARI TONO^{1,a)} SAKI SAKAGUCHI² TAKUMA TANAKA² MITSUNORI MATSUSHITA¹

Abstract: This paper proposes a multiplexing invisible shadow system named “TOEI Motion”, which intends to achieve an “Ex-formation” of shadow. The proposed system uses an IR light source which changes wavelengths and radiation pattern of IR, and an object on which five types of IR filters are attached. The shape of the object’s shadow changes to a different shape in accordance with the wavelength of the radiated IR light. With this system, a user can see animating shadow, which intends to foreignize his/her recognition about shadow.

1. はじめに

影は光のあるところには常に存在し我々にとって身近なものである。我々は普段影の存在についてあまり意識することはないが、影の性質については漠然と理解している。影は光が物体によって遮られた際にできる黒い部分であり、その形は物体の色や質感などの外郭以外の詳細が削ぎ落され、黒一色となって現れる。そのため、影は元となった実物体に比べて抽象化されるのが一般的である。また、物体の影は元となった物体と同じ動きをする。本研究はこういった影が持つ性質を意図的にずらすことで影に対する

一般的な認識や固定概念を崩し、影を未知化 (Ex-formation) [1] することを目的としている。

このような目的の下、我々はこれまでも実物体とは異なる形状の影を生成するシステム“透影”作成した [9]。このシステムは特定波長以下の光線を遮断する性質を持つ IR フィルタを用いた実物体に向けて複数種類の波長を持つ赤外光を照らし、物体の外観と異なる形状の影を投影するものである。物体の人の目から見えている形状とは異なる影を作成することで“影は元となる物体よりも抽象化され、物体の輪郭のみを映す”といった固定概念を崩すことで影の未知化を試みている。

本稿では、さらなる影の未知化を目指し、1つの実物体からアニメーションのような動的な影を作成するシステムを提案する。波長の異なる赤外光の波長を切り替えることによって、静止状態の実物体に対し影が独りで動き出すようなシステムの実現を目指す。静止状態の実物体から動

¹ 関西大学 総合情報学部
Faculty of Informatics, Kansai University,
2-1-1 Ryozenji-cho, Takatsuki-shi, Osaka, 569-1095, Japan

² 関西大学大学院 総合情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kansai University

^{a)} k658066@kansai-u.ac.jp

動的な影を作成することで、“影は物体と同じ動きをする”という認識をずらし、新たな影の未知化を試みる。また、物体と赤外光源を自由な場所に動かすことによって、生成される動的な影とのインタラクションをより楽しむことができるシステムを目指す。

2. 関連研究

これまでも影を用いた作品が多く制作されている。近森らの KAGE [2] は、静止したオブジェの影が動的に変化するシステムである。このシステムでは、オブジェクトの影を CG で作り出し、上部から投影する。タッチセンサの付いた円錐型のオブジェに触れると CG で作られた影が動き出したりカラフルに変色したりする。木塚らの Kageto [4] は、ユーザの影に対して実際には存在しない鳥の影が干渉するシステムである。このシステムでは、USB カメラによってスクリーンの前に存在する物体の影の形を判定し、それに合わせていろいろな動きをする鳥の影のアニメーションをプロジェクタで投影する。KAGE と Kageto は実物体と異なる影を投影させる点で本研究の提案と類似するが、実在しない CG の影を投影するのに対し、本研究の提案では物体そのものが隠し持つ遮蔽物による影を投影する。

クワクボリョウタの 10 番目の感傷(点・線・面) [5] では、光源を取り付けた鉄道模型が部屋の中に設置された様々な物体を照らしながらレールを走ることによって、部屋の壁に動的な物体の影を映し出す。これにより、列車の車窓から眺めたような景色が再現される。画像処理に依らずにリアルタイムな影を創出という点で本研究での提案と類似するが、動的な影の創出手法において、実物体に照射する光源の移動を利用するのに対し、本研究の提案では赤外光源の波長切り替えを利用する点で差異があるといえる。

橋田らのソラ・カラ [6] は、光学素子のフィルタを用いて光の波長選択を行い、光で発色を制御できるフォトクロミック材料を用いたスクリーンに照射することでスクリーンの発色の濃淡を制御する。また物体を置いて波長選択された光をさらに遮蔽し、2種類の波長選択光を照射する領域を作ることで、1つのスクリーンに2種類の色の濃淡を作る。さらに、遮蔽されてきた領域の色はすぐには戻らないという性質を利用して、次第に色が変わるような動的な発色パターンを生成する。このことで、物体の影となる部分の色を動的に変化させることができる。フィルタによって波長選択を行い、様々な影を創出する点で本研究での提案と類似するが、創出する影における色の濃淡や移り変わりを表現するのに対し、本研究の提案では影の形相の変化を表現するという点で差異がある。

養毛らの Textured Shadow/Movie-in-Shadow [3] は、補色を用いて自己の影を彩りあるものにするシステムである。

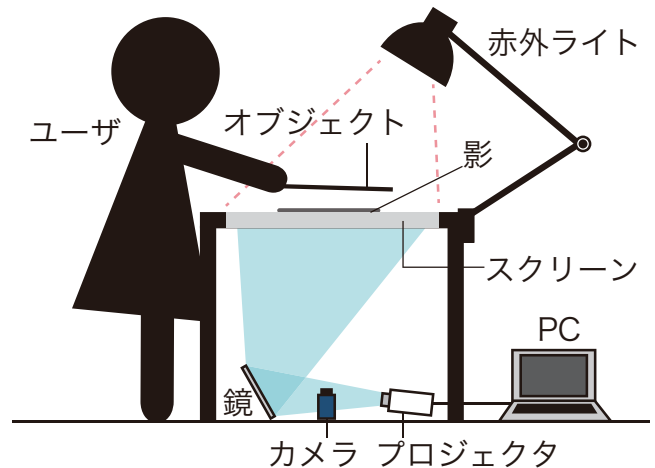


図1 システム構成図

Fig.1 Architecture of the System

このシステムでは2台のプロジェクタで投影面が重なるように床面に投影する。互いに補色関係にある映像を投影することで、床面は白く照らし出される。投影された空間内にユーザが入ると光を遮り、ユーザの影となる部分に彩りのある影が出現する。影の単純な黒塗りであるという性質を変える点で本研究の提案と類似するが、影の取得において補色表現を用いるのに対し、本研究の提案では赤外光の波長差を用いる点で異なる。

3. 実装

本稿では、机上加ざした静的な物体から動的な影が生成されるシステムを提案する。IR(赤外線) フィルタおよび SC(Sharp Cut) フィルタが持つ特定波長以下の光のみを遮断する性質を用いて、実物体の外観とは異なる形状の影を投影する。

3.1 システム構成

提案システムの構成図を図1に示す。本システムは、複数種の波長切替が可能な赤外ライト、赤外領域も撮影が可能な赤外カメラ、プロジェクタ、テーブル状のスクリーン、影を生成するための実物体(以下、オブジェクトと記す)によって構成される。赤外ライトの照射された机上加ざすことで、人の目からは不可視な影(以下、不可視影と記す)を生成する。不可視影を取得するために、740nm を超える波長領域の光線のみを透過するフィルタ(SC-74 フィルタ)を貼付したカメラを使用する。カメラには近赤外線領域も撮影可能な Watec 製の CCD カメラ、及び TAMRON 製の IR 対応レンズを用いている。また、スクリーン素材には背面投影用のスクリーンフィルムを用い、赤外光によるオブジェクトの不可視影とプロジェクタ映像の投影ができる。なお、プロジェクタをテーブル下部に配置し、スクリーンの下側から映像を投影することで、プロ

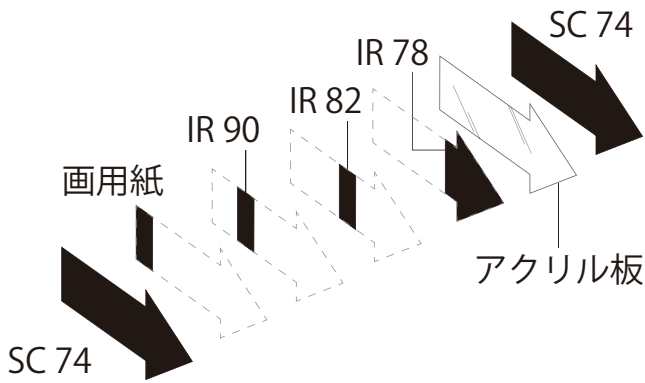


図2 オブジェクト構成図
Fig. 2 Structure of the Object

ジェクタのオクルージョンによる実影と物体による不可視影との混合を避けている。

3.2 赤外ライト

提案システムで用いる赤外光源として、ピーク発光波長が770nm, 810nm, 870nm, 940nmの4波長のLEDから構成されるスタンド型の赤外ライトを実装した。それぞれのLEDを5個ずつ並列回路で配線し、Arduinoマイコンボードを用いて波長の切替パターンを制御する。アプリケーションの波長切替パターンには以下の4種類を用い、選択された1つのパターンをループさせる。

- (1) 940nm から1段階ずつ短い波長へと切り替わる
- (2) 770nm から1段階ずつ長い波長へと切り替わる
- (3) 940nm から1段階ずつ短い波長へと切り替わり、770nmに達したとき、1段階ずつ長い波長へと切り替わる
- (4) 770nm と 940nm とが交互に切り替わる

これらのパターンとオブジェクトのフィルタの重ね合わせパターンを組み合わせることで、動的な影を生成する。

3.3 オブジェクト

オブジェクトの構造を図2に示す。提案システムで用いるオブジェクトは、5種類のフィルタからなるレイヤおよび透明のアクリル板で構成される。オブジェクト内部は、可視光及び赤外光を遮断する素材(本実装においては黒い画用紙を用いた)、3種類のIRフィルタ: IR-90, IR-82, IR-78の4種類のレイヤで構成される。これらのレイヤを、それぞれ任意の形状に切り取ることで、オブジェクトに照射されるライトの波長の違いに応じて異なる形状の影が生成される。また、オブジェクトの最も外側の面にはSC-74フィルタを貼付することで、ユーザからはオブジェクト内部に仕込まれたレイヤの形が視認できなくなっている。

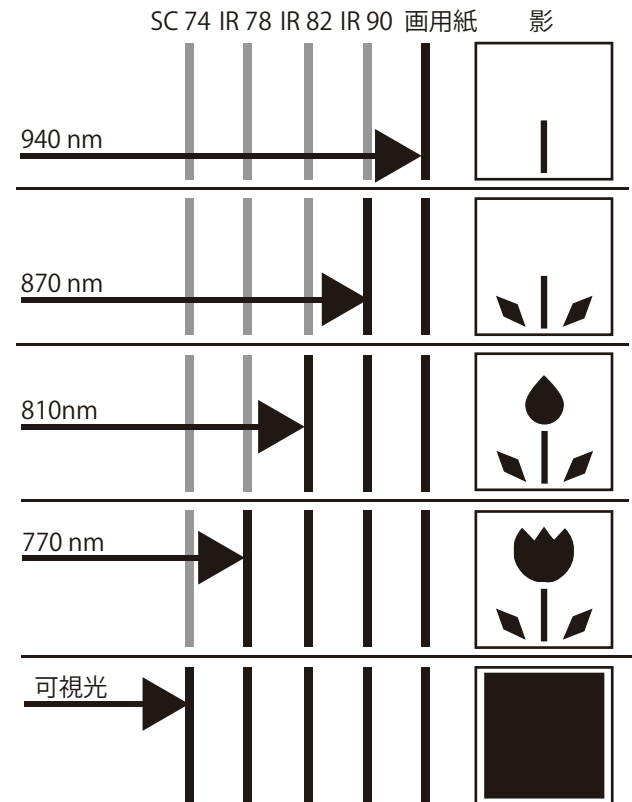
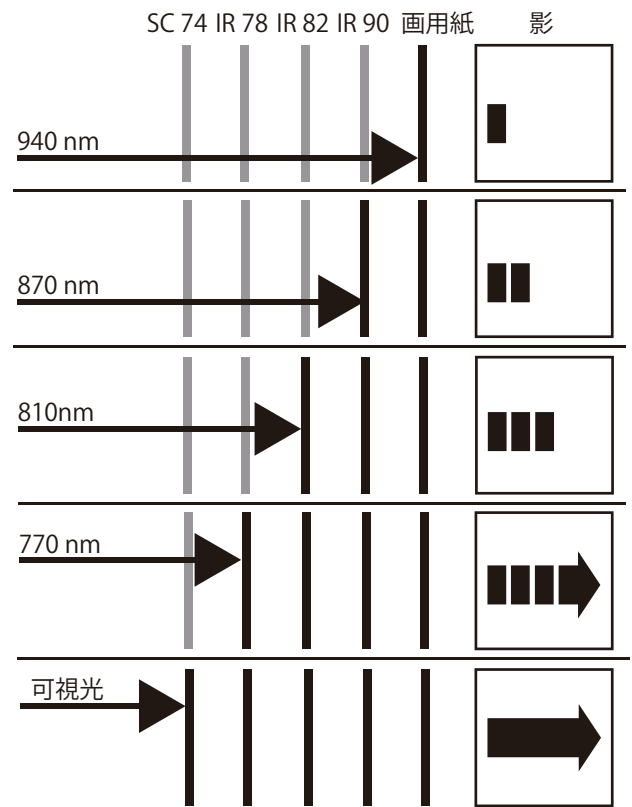


図3 赤外波長と生成される影
Fig. 3 Shadows Generated by a Specific IR Wavelength

4. コンテンツ

提案システムを用いたコンテンツの実装を行った。体験者は机上にオブジェクトをかざしたり、照射する赤外光の波長切替ボタンを変えたりすることで、生成される影とのインタラクションが可能になる。赤外ライトの波長切替ボタンが3.2で述べた(1)の場合、オブジェクトが生成する影の領域は徐々に増えていくような動きを再現する。(3)の場合、影の領域が増えたり減ったりするような動きを再現する。(4)の場合、影の一部分がネオンサインのようにチカチカと点滅するような動きを再現する。赤外ライトの波長と生成される影の関係を図3に示す。このように、赤外ライトの波長切替ボタンによって、影の動き方が変化する。これによって、体験者は本来目にするのできない動的な影を体験することができる。本稿ではプロトタイプとして矢印型のオブジェクトを作成した。コンテンツの動作の様子を図4に示す。オブジェクトに940nmの赤外光が照射されると、図4におけるaのような状態で影が現れる。870nmの赤外光が照射されると、影はbの状態で見える。810nmの赤外光が照射されると、影はcの状態で見える。770nmの赤外光が照射されると、dに示すような影が現れる。赤外光源の波長が経時的に切り替わることで、矢印形のオブジェクトの影は動いているように見える。また、赤外ライトを動かし光の照射方向や位置を変えることで、オブジェクトの影をそれに追従させて動かしたり変形させたりすることができる。

5. おわりに

本稿では、赤外ライトの波長切替によって、オブジェクトとは異なる形状をもつ動的な影を取得できるシステムを提案し、そのプロトタイプ・コンテンツの実装を行った。これにより、“影は実物体と同じ形状”および“影は実物体と同じ動きをする”といった影の自然な現象を意図的にずらすことで、影の未知化を試みた。今後の展開として、文献[7]や文献[8]の赤外光とIRフィルタを用いたマーカ認識およびそれによる動的な影の生成手法を組み合わせることで、よりインタラクティブな影遊びの可能性が広がると考えている。

謝辞 本研究は、科研費 基盤研究 C (課題番号: 24500160) の助成を受けたものである。記して謝意を示す。

参考文献

- [1] 原 研哉: Ex-formation 四方十川, 中央公論新社 (2005).
- [2] 近森 基, 久納 鏡子: KAGE, <http://www.plaplax.com/legacy/artwork/minim++/artwork/kage.htm> (2012/08/01 確認).
- [3] 蓑毛 雄吾, 筑 康明, 飯田 誠, 苗村 健: 補色を用いて自己の影を彩りある映像メディアにするマルチプロジェクトシステム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.

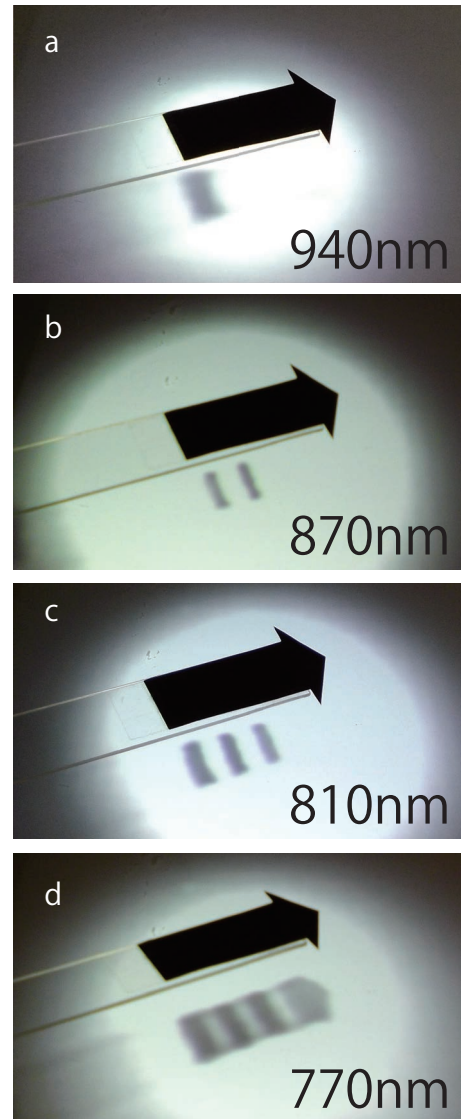


図4 生成された動的な影

Fig. 4 Movement Shadow

- 10, No. 1, pp. 21 – 30 (2005).
- [4] 木塚 あゆみ, 松本 一輝: Kageto: パブリック空間におけるメディアアートに関する研究, インタラクション 2012, pp. 391–396 (2012).
- [5] クワクボリョウタ: 10 番目の感傷 (点・線・面), NTT ICC OPEN SPACE 2010 展示作品, http://www.vector-scan.com/the_tenth_sentiment/ (2012/08/01 確認).
- [6] 橋田 朋子, 筑 康明, 苗村 健: ソラ・カラ: 太陽光を活用した屋外空間の発色制御, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 17, No. 3, pp. 279 – 288 (2012).
- [7] 阪口 紗季, 篠木 良, 伏尾 祐貴, 松下 光範: 物体の動きに着目した人工影生成システム, エンタテインメントコンピューティング 2011, 06C-06 (2011).
- [8] 田中 琢磨, 阪口 紗季, 松下 光範: 複数波長の赤外光源を用いた物体認識手法, 情報処理学会第 74 回全国大会, Vol. 4, pp. 365–366 (2012).
- [9] 阪口 紗季, 田中 琢磨, 松下 光範: 透影: 異なる波長の赤外光を用いた不可視影の多重化, エンタテインメントコンピューティング 2012, D-29 (2012).