

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500160

研究課題名(和文) 多重赤外光を用いたインタラクティブサーフェスのための情報多重化に関する研究

研究課題名(英文) Information Multiplexing for Interactive Surface Using Infrared Lights with Different Wavelengths

研究代表者

松下 光範 (Matsushita, Mitsunori)

関西大学・総合情報学部・教授

研究者番号：50396123

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、異なる波長特性をもつIRフィルタを用いた赤外マーカを開発した。提案マーカでは、異なる波長特性を持つ複数のIRフィルタを格子状に配置する。照射した赤外光線の波長の違いと提案マーカの組み合わせで照射波長に応じて異なる白黒パターンが生成される。これにより、一つのマーカの内部に複数のパターンを重畳することが可能となり、照射する赤外光を変えることで異なる情報を読み取ることが可能となる。このマーカの活用方法として、光学認証装置と壁型インタラクティブサーフェスシステムのプロトタイプを実装した。また、このマーカの仕組みを利用して、オブジェクトの外形と異なる影を生成するインタラクティブアートを実現した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we developed a novel marker that can multiplex information on a physically single plane. The proposed marker consists of several infra red light cut filters (IR-filters), each of which has different threshold of transmitting wavelengths. These IR filters were arranged in matrix form and set inside the marker. When the marker is illuminated by an infra red light, a pattern appears in a form of shadows invisible to the human eye, and the pattern changes when the marker is illuminated by another infra red light with different wavelength. Since the marker is stackable, the user can easily change the marker pattern. As applications of the marker, we implemented two prototype systems. One is an optical certification device and the other is a wall-shaped interactive surface system. In addition, we created several interactive art systems that utilize the proposed mechanism.

研究分野：インタラクシオンデザイン

キーワード：多重赤外光 赤外マーカ インタラクティブサーフェス 情報重畳

1. 研究開始当初の背景

インタフェース技術の進展に伴い、インタラクティブサーフェスが様々な場所で利用され始めている。インタラクティブサーフェスとは、テーブルや壁など実世界の「面(サーフェス)」を、ユーザがインタラクション可能な情報提示媒体へと拡張したものである。

多くのインタラクティブサーフェスでは、システムの入力としてキーボードやマウスではなく、タッチやジェスチャといった身体的入力手段や、物理オブジェクトを利用した入力手段が用いられる場合が多い。特に後者の入力方法は、映像投影面が平面であるというインタラクティブサーフェスと親和性が高く、その上に置いたり(テーブル面の場合) 貼り付けたり(壁面の場合) するといった直感的な操作ができるため、多くのインタラクティブサーフェスで採用されている。

これまでに提案されているオブジェクトは、多くの場合、一つのオブジェクトに一つの役割しか与えられておらず、汎用性が低い。これはオブジェクトの認識方法に原因がある。例えば、バックプロジェクション方式(テーブルの内部からプロジェクタで映像を投影する方式)のテーブル型システムでは、オブジェクトに貼付したマーカを CCD カメラで撮像し、それを画像認識することによってオブジェクトの ID と位置を特定する方法が用いられている。こうした方法は、既存のオブジェクトにも容易にマーカを付与できるという利点がある反面、そのオブジェクトに複数の役割を与えたり ad hoc に役割を追加したりする場合は認識装置側で煩雑な処理や更新が必要になる。

2. 研究の目的

研究は、ユーザとインタラクティブサーフェスとのインタラクションを媒介する物理オブジェクトの汎用性・利便性の向上を

目的とする。インタラクティブサーフェスでは、オブジェクトは(1)電子情報自体やそのパラメータを操作する役割、(2)電子情報の代替物としてのフィジカルなアイコンの役割、(3)そのオブジェクトの所有者や操作権者を識別する役割、のように複数の目的の下で用いられる。そのため、こうしたオブジェクトの汎用性・利便性を向上させるには、オブジェクトからどの役割の情報を引き出すかに応じて、その設定と識別を簡便に行えるようにする技術が必要になる。

3. 研究の方法

このようなオブジェクトを識別するために付与するマーカとして、特定の赤外領域の波長を境として透過・非透過の振舞いを変えるフィルタ(IR フィルタ)を利用し、異なる波長特性のフィルタを組み合わせることで、照射する赤外光の波長を切り替えるだけでマーカから読み取れる情報が変化する、すなわち一つのマーカに複数の ID 情報を付与できる技術の実現を目指す。具体的には、図 1 左図のように、透過する波長特性の異なる赤外フィルタを組み合わせ、再帰性反射素材の上に配置することでマーカを構成する。図中 a, b, c, d は各々異なる波長透過特性を持つ赤外フィルタで、照射する波長に応じて赤外光の透過・不透過が変化するため、違ったパターンとなることが期待される。この技術を用いることにより、マーカの情報多重化とそのコントロールが、照射する赤外光の波長を切り替えるという簡便な方法によって容易にできるよ

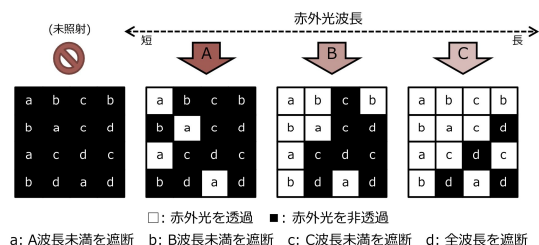


図 1: 提案マーカの概要

うになる。また、そのオブジェクトとインタラクティブサーフェスの情報を連携させることにより、オブジェクトの操作に応じた情報提示方法の検討や、新しい利用方法の考案も行う。

4. 研究成果

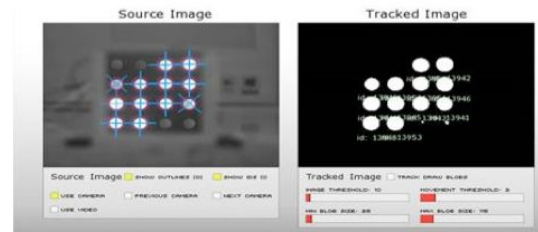
(1) 異なる波長特性をもつ IR フィルタを組み合わせた赤外マーカの実現

多重赤外光による赤外マーカを実現した。マーカ内部のボタン部分には異なる波長特性を持つ複数の IR フィルタをマトリクス状に配置する。IR フィルタは特定波長より短い光線を遮断する特性を持つので、赤外光を透過した IR フィルムは赤外カメラからは透けて白く撮影される。その一方、赤外光を透過しなかった IR フィルタは黒く撮影される。照射した赤外光線の波長の違いと IR フィルタの組み合わせで照射波長に応じて異なる白黒のパターンが生成される。これにより、赤外光を照射しないときは同一のパターンとして検出されるマーカに複数のパターンを内含させることができるので、同一のマーカ内に複数の情報を持たせることが可能となる。また、複数のマーカを重ねあわせて一つのマーカとして利用することも可能であるため、ad hoc にマーカの情報を追加することができる。

このマーカと組み合わせて用いる赤外線投光器を2種類作成した。一つは接触利用型の投光器である。図2にこの投光器の発光特性を示す。この投光器はマーカと同じサイズのマトリクスでできている。5種類の異なる波長の赤外線 LED が搭載されており、各点で、照射する波長を制御できる。図2の一番上が、赤外カメラが撮像できる発光パターンで、画素ごとに発行する波長を制御できる。例えば、真ん中は 840nm 以上の波長の赤外光が照射されているマトリクス、一番下が 900nm 以上の波長の赤外光が照射されているマトリクスである。



赤外マトリクス



IR-84



IR-90

図 2: 実装した投光器の特性

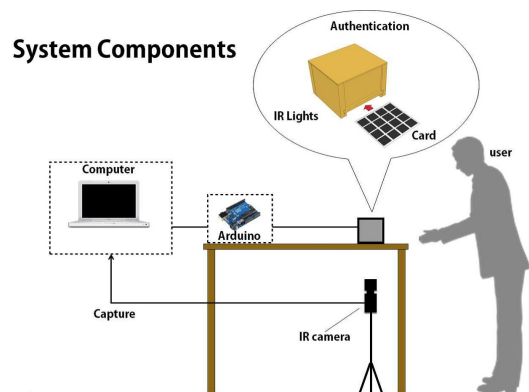


図 3: システム構成

これとマーカの組み合わせにより、図3のように、マーカのパターンに応じた認証を行う用途に応用できる。

もうひとつは広域照射型の投光器で、インタラクティブサーフェスの背面から投影し、サーフェス上に配置されたオブジェクトの認識に用いる。本研究ではその一例として、壁面型インタラクティブサーフェスを試作した。このシステムでは、拡散素材

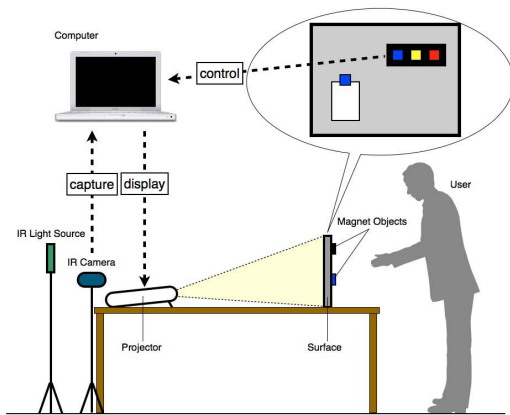


図 4: 壁面型システムの構成

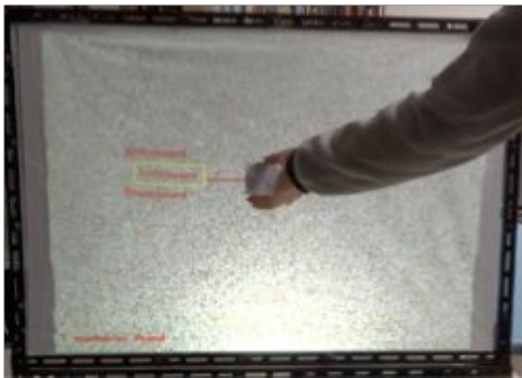


図 5: オブジェクトの動作例

を配したスクリーンに背面から投影を行い、同時に赤外光を照射してサーフェス上に貼付けされたオブジェクトのマーカを読み取る。図 4 にシステム構成を示す。各オブジェクトには本研究で実現した赤外マーカが貼付されている。背面部の IR カメラで、スクリーンに貼付されたオブジェクトのマーカを読み取り、それに応じた情報を提示することができる(図 5)。背面から照射する赤外光の波長を変化させることにより、オブジェクトから異なる複数の ID を読み取ることができるようになっている。例えば、1つの波長の赤外光で貼付されたオブジェクトの種類の認識を、別の波長の赤外光でそのオブジェクトの所有者情報を読み取るといったことが可能になり、ユーザのアクセス権限に応じた情報の段階的開示といった利用方法が可能になる。

(2) 偏光板を用いた提案マーカの拡張

低雑する多重赤外マーカにより実物体に

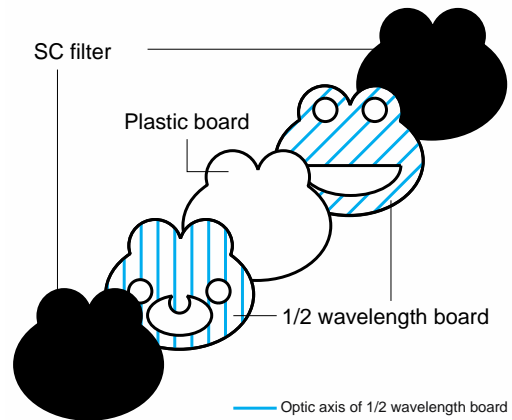


図 6: オブジェクトの構造

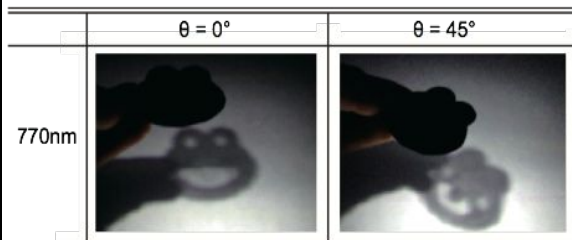


図 7: 角度によるマーカパタンの変化

予め付与した複数の情報を、現実世界上の物理的な現象を用いることによって選択的に取り出す手法を実現した。提案手法では、実物体に光を照射することによって、実物体に内包された情報を影として視覚化する。さらに偏光板の性質を利用し、物体の回転によって光の透過 / 遮蔽を制御し、生成される影の形状を変化させる。これにより、赤外マーカで重畳した複数の情報を物体の角度に依存して選択的に取り出すことが可能になる。

この情報重畳の特性をわかりやすく示す一例として、メディアアートへの適用を行った。図 6 に示すような構造のマーカを作成し、サーフェスにそのオブジェクトをかざすと、図 7 左のように、手に持っているマーカの形状とは異なる影が浮かび上がる。角度を 45 度ずらすことで、図 7 右のように影が変化する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計13件)

Saki Sakaguchi, Hikari Tono, Yuki Shimonaka, Mitsunori Matsushita: Slanting Shadow: Changing Invisible Shadow Shapes by Rotation for Expanding Shadowgraph Experience, *Proc. ACM SIGGRAPH ASIA2014 Emerging Technologies*, Article No. 12, DOI: 10.1145/2669047.2669052, 2014/12/4, 深セン(中国), 査読あり
Hikari Tono, Saki Sakaguchi, Mitsunori Matsushita: Basic study on Creation of Invisible Shadows by Using Infrared Lights and Polarizers, *Proc. ACM SIGGRAPH 2014 Posters*, Article No. 27, DOI: 10.1145/2614217.2614249, 2014/8/12, Vancouver (Canada), 査読あり

Yasushi Hamamura, Takuma Tanaka, Mitsunori Matsushita: Magrid Surface: An Interactive Display that Varies the Information by an Attached Magnetic Object, *Proc. The 9th International Conference on Signal Image Technology & Internet Based Systems*, pp. 795-799, 2013/12/3, 京都テルサ(京都府), DOI: 10.1109/SITIS.2013.129, 査読あり

Saki Sakaguchi, Hikari Tono, Takuma Tanaka, Mitsunori Matsushita: Restive Shadow: Animating Invisible Shadows for Expanding Shadowgraph Experience, *Proc. ACM SIGGRAPH ASIA2013 Emerging Technologies*, Article No. 16, 2013/11/21, 香港(中国), 査読あり
Saki Sakaguchi, Takuma Tanaka, Mitsunori Matsushita: Layered

Shadow: Multiplexing Invisible Shadow Using Infrared Lights with Different Wavelengths, *Proc. Virtual Reality International Conference 2013*, Article No. 14-8, DOI: 10.1145/2466816.2466830, 2013/3/21, Laval (France), 査読あり

Saki Sakaguchi, Takuma Tanaka, Ryo Shinoki, Mitsunori Matsushita: Shadow++: a System for Generating Artificial Shadows Based on Object Movement, *Proc. ACM SIGGRAPH 2012 Posters*, Article No. 119, DOI: 10.1145/2342896.2343033, 2012/8/7, Los Angeles (USA), 査読あり

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

(1) ホームページ

<http://amateras.wsd.kutc.kansai-u.ac.jp/shadowpp/>

(2) 受賞等

LavalVirtual, Architecture, Art et Culture Award, 2013/3/21

エンタテインメントコンピューティング 2012, デモ発表賞, 2012/9/30

SIGGRAPH2012, Student Research Competition Semi Finalist, 2012/8/7

(3) 出展

Ogaki Mini Maker Faire 2014(岐阜, 日本), 2014/8/25-26

The LAB 展示, グランフロント大阪(大阪府), 2014/7/3-16

ACE2013 Creative Showcase, Bad Boekelo (Nederland), 2013/11/14

Laval Virtual ReVolution 2013 Laval (France), 2013/3/20-24

Make Ogaki Meeting 2012, ソフトピアジャパン(岐阜県), 2012/8/25-26

JSAI ワークショップ, YCAM (山口県),
2012.6.11

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松下 光範 (MATSUSHITA, Mitsunori)

関西大学・総合情報学部・教授

研究者番号: 50396123

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

研究協力者

阪口 紗季 (SAKAGUCHI, Saki)

田中 琢磨 (TANAKA, Takuma)

濱村 康司 (HAMAMURA, Yasushi)

東納 ひかり (TONO, Hikari)