

ブラインドを拡張した新たな情報提示手法の提案

本間貴士^{†1} 沖真帆^{†1} 塚田浩二^{†1}

概要：ブラインドは手軽に採光状況やプライバシーを調整できる点から、一般的な窓から会議室等のガラス壁まで、幅広く利用されている。本研究では、こうしたブラインドと窓をスクリーンとして見立てて、室内から映像を投影することで、室内／室外の双方から視認可能なディスプレイとして利用できると考えた。さらに、ブラインドの羽根の向きをセンサで取得し、映像を制御することで、室外に伝わる情報量の調整を試みる。また、モーターによってブラインドの羽根を自動的に開閉する仕組みやブラインドの特徴を活かしたコンテンツを構築する。本論文では、システム的设计とプロトタイプの実装を中心に説明する。

Proposal of information presentation technique expanded sunblind

TAKASHI HOMMA^{†1} MAHO OKI^{†1}
KOJI TSUKADA^{†1}

Abstract. The window shade has been widely used from a general window to the glass walls of meeting rooms, because it can coordinate the lighting situation and privacy easily. In this study, we considered that a window and a window shade can be used as display, which can be viewed from indoor and outdoor, by projecting the picture from inside of the room to window and window shade. Furthermore, we try controlling the information by adjusting picture based on the sensor value of direction of feathers. In addition, we build the contents, which make use of characteristic of the window shade, and the system, which controls feathers of the window shade automatically using the motor. In this paper, we introduce mainly the system architecture and prototypes.

1. はじめに

液晶ディスプレイは薄型、軽量、高画質といった特徴があり、テレビやデジタルサイネージといった大型機器用ディスプレイからタブレットやスマートフォンのようなモバイル機器用ディスプレイまで、あらゆる分野で利用されている。一方、液晶ディスプレイ等の平面のディスプレイ等とは異なるアプローチとして、霧や水などの「自然物」や、人々が日常的に利用する「日用品」にディスプレイの機能を融合させた新たなディスプレイの開発も進んでいる。

我々は、日用品をディスプレイ化する試みとして、ブラインドに着目した。ブラインドは手軽に採光状況やプライバシーを調整できる点などから、一般的な窓から会議室のガラス壁まで、幅広く利用されている。本研究では、こうしたブラインドと窓をスクリーンとして見立てることで、室内／室外の双方から視認可能なディスプレイとして利用できると考えた。さらに、ブラインドの羽根の開閉状況に応じて、その特徴に合わせて映像を制御することで、室外に伝わる情報量を調整可能な新たな情報提示手法を提案する(図1)。

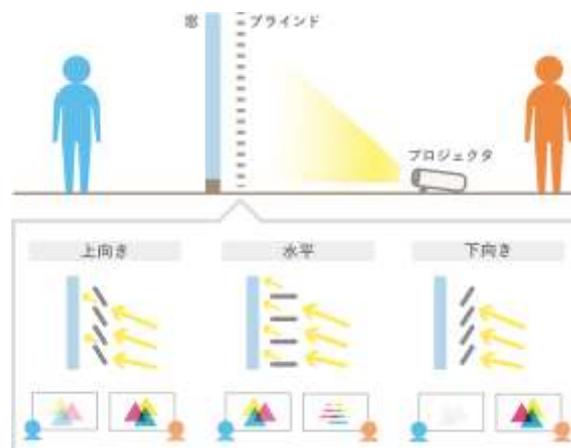


図1 本研究の着眼点。ブラインドの羽根の開閉状況に応じて、室内／室外の双方から閲覧可能なスクリーンとして利用する。

2. 関連研究

ここではまず、霧や水などの自然物を利用したディスプレイについて紹介する。石川ら[1]は、人工的に発生させた霧に複数のプロジェクターで投影することで、多視点から映像を観察可能なフォグディスプレイを提案している。辻本らは[2]は、鏡表面の温度分布を提示するディスプレイ Ketsuro-Graffiti を提案している。さらに、永渕ら[3]は、スプリンクラーの散水領域をユーザがソフトウェア上で指定

^{†1} 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

することで、水を用いた描画ができるデバイス Water-Jet Printer を開発している。

次に、カーテン、障子、窓等の日用品を拡張したディスプレイについて紹介する。なめらカーテン[4]は、カーテンの開け閉めを利用して直接的なコミュニケーションとアンビエントなコミュニケーションを柔軟に調節できる遠隔コミュニケーションシステムである。また、中原ら[5]は、障子の開き具合や開け閉めの速さによって障子に投影された映像が変化するシステムを開発している。Squama[6]は、部分的に透明度を制御できるガラス群を用いて、プログラマブルな壁面/窓を構築するシステムである。

本研究では、日用品としてブラインドに着目し、ブラインドの利用場面や特性を活かした新たな日用品ディスプレイを提案する。

3. 提案

本研究では、ブラインドと窓をスクリーンとして見立てることで、室内/室外の双方から視認可能なディスプレイとして利用する。

ブラインドをディスプレイ化するにあたって、考えられる方法が2つある。ブラインドをスクリーンとして扱いプロジェクターで映し出す方法（投影型）と、ブラインド自体にフルカラーLEDや液晶等を組み込む方法（自発光型）である。本稿ではまず、投影型のプロトタイプを構築する。

ブラインドの特性として、羽根の開閉によって採光/目隠しの具合を調節することができる。我々は、羽根の状態に応じて、プロジェクター等の光源からの光の透過率が変化することに着目した（図1）。羽根の状態は、上向き、平行、下向きの三状態で大別される。光源がブラインドの下側にあると想定すると、各状態での特性は以下ようになる。

- 上向きの場合、ブラインドの表面で大半の光は反射するが、一部の光が隙間から窓側に漏れる（図1左）。
- 水平の場合、大半の光が窓側に漏れる（図1中央）。
- 下向きの場合、すべての光はブラインド表面で反射する（図1右）。

こうした特性を考慮して、我々は羽根の状態をセンサで検出したり、モーターで制御することで、プロジェクターからの映像の情報量を動的に調整して、室内/室外に提示することを目指す。

4. 実装

本章では、ブラインド型ディスプレイのプロトタイプについて述べる。図2にプロトタイプの構成を示す。まず、

実験環境を整えるために、小型の窓枠を木材で作製し、窓ガラスに見立てたアクリル板をはめ込んだ。窓枠の内寸は、後述するブラインドに合わせて横 65cm×縦 40cm とした。さらに、映像を屋外に提示するために、アクリル板の表面にリア透過型のプロジェクションフィルムを取り付けた。

次に、ブラインドを窓枠に固定した。初期段階の試作では、一般的な薄いプラスチック製の羽根（幅:2.5cm, 白色）の市販品を採用した。この際、そのままでは映像が不明瞭で背後にも透けてしまっていたため、羽根の一枚一枚に再帰性反射材と遮光シートを取り付けて対策を施した。しかし、羽根自体にたわみがあり映像が歪んでしまう問題があり、安定した映像投影がやや困難であった。そこで、ブラインドを厚めの木製の羽根（幅:3.5cm, 白色）を持つ市販品に変更した。この結果、羽根にたわみがなくなり、映像が歪まずに投影できるようになった。さらに、特殊な加工無しでも映像が明瞭に投影され、背後にはほぼ透けないことも確認できた。また、プロジェクターは、BENQW1070を使用し、プロジェクターからブラインドまでの距離は、ブラインド全体に映像を表示できる距離を仕様書等から計算し、100cm とした。

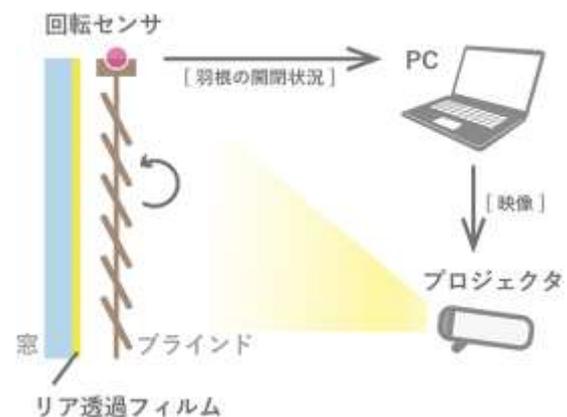


図2 システム構成

4.1 羽根の状態検出

次に、ブラインドの羽根の開閉状況の検出方法について説明する。我々は、ブラインドの上側の回転軸が羽根の動きと連動することに着目した。そこでロータリーセンサ（ALPSDC50）を3Dプリンターで自作した固定具を用いて、回転軸にはめ込むように固定した（図3）。センサで取得した値をArduinoを通してパソコンで読み取り、読み取った値を羽根の開閉状況に応じてマッピングする。そして、羽根の開閉状況に応じて、複数の映像を切り替えてプロジェクターで投影する。

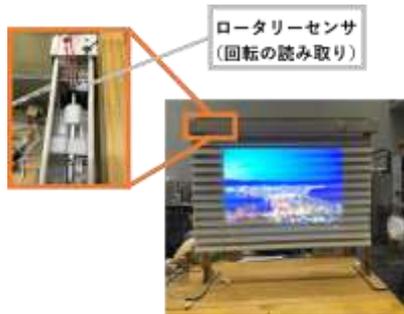


図3 プロトタイプの外観とセンサの固定. ブラインド上部の回転軸にロータリーセンサを組み込むことで, 羽根の開閉状況を検出する.

4.2 羽根の開閉制御

ここではまず, ブラインドの羽根を自動的に開閉する仕組みの実装について述べる. まず, ブラインドの上側の回転軸のロータリーセンサと逆側にステッピングモーター (28BYJ48 5V, 減速比:1/64) を取り付ける手法を試みた. モーターは, 小型/低価格な点を考慮して選択した. しかし, 回転軸を直接モーターで駆動するには想定よりも大きな力が必要であり, ほとんど羽根を動かすことができなかった. そこで, ブラインドの下部に二つのステッピングモーターを設置し, ブラインドを手動で開閉するための二本の引き紐をモーターで巻き取る機構を設計することにした. 糸巻のような機構を3Dプリンターで設計/出力し, モーターの先端に取り付けた. また, 引き紐の先端を糸巻部の穴に通して抜けないように固定した. なお, モーターは専門のモータードライバを介して Arduino から制御する.

図5に, モーターで紐を巻き取ることで, 羽根の状態を切り替える様子を示す. 概ね, モーターを一回転させる毎に, 羽根の角度を約45度変えることができる. なお, 現在の実装では, モーターを一回転させるには約2秒かかるため, あそびの時間も含めると図5の「下向き」状態から「上向き」状態に変化させるには, 約10秒の時間がかかる.

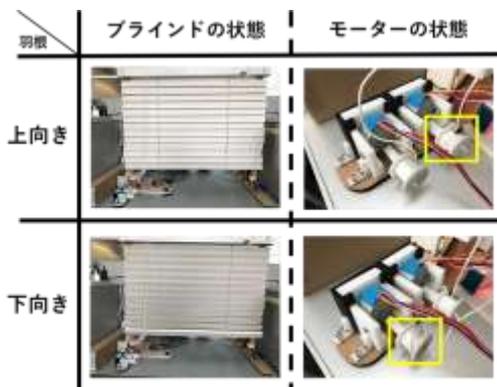


図4 羽根の状態を切り替えたときのブラインドとモーターの状態. 上向き時には右のモーターに, 下向き時には左のモーターに引き紐が巻かれる.

4.3 映像の投影例

次に, 羽根の開閉状態を変えて, 実際に映像を投影した事例について紹介する (図5). なおプロジェクターは, 図2のようにブラインドの正面下部に固定した. ここでは, プロジェクター側の視点を「内側」, 窓を挟んで逆から見た視点を「外側」として説明する.

- 上向きの状態 (図5上) では, 内側にくっきり映像が投影され, 外側には羽根の隙間から漏れた一部の映像が投影された.
- 平行状態 (図5中央) では, 外側にくっきり映像が投影された. 一方, 内側の映像は窓に投影されるため, ブラインドが邪魔をしてやや見にくくなった.
- 下向きの状態 (図5下) では, 内側にはくっきり映像が投影される一方, 外側からはほとんど映像が確認できなかった.

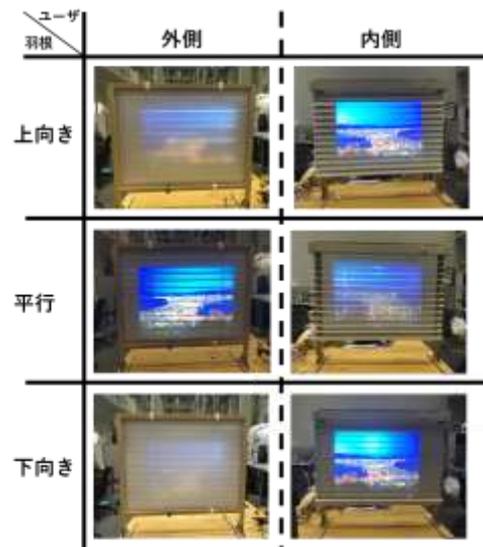


図5 羽根の開閉状態毎の外側/内側の投影例. (プロジェクターは内側から投影)

5. 応用例

ここでは, 本研究の応用例として, 「新たな表現の可能性」「羽根の開閉制御の活用」「生活場面への適応」の観点から説明する.

5.1 新たな表現の可能性

ここではまず, 本システムならではの新たな表現手法の可能性について議論する. 第3章で述べたように, 羽根が平行~上向きの状態では, プロジェクターの映像は内側/外側の両面に投影される. この特徴を利用して, 内側と外側に同時に異なる映像を投影できる可能性がある. そこで, 図6のように, 2つの画像をボーダー状のマスク画像を用いて切り抜き, 1つの画像に合成するシステムを Processing を用いて実装した. マスク画像は現時点では羽根の角度に応じて手動で作製している. 図7に, 図6の画像を実際にブラインドに投影した様子を示す. 観測者とブラインドと

の距離／角度にも多少影響されるが、一つの映像を投影するだけで、内側／外側に異なる映像を投影できることを確認した。

今後は、羽根の角度に応じて動的にマスク画像を生成するシステムの実装を予定している。

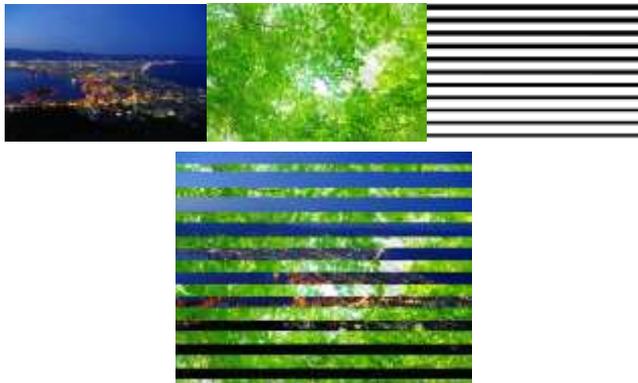


図6 ボーダー状に投影した映像。上段左2枚の画像を、右のマスク画像を用いて切り抜いて合成した。

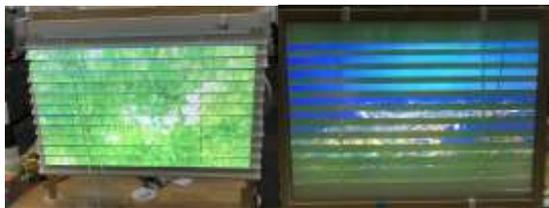


図7 図6の映像の投影例。内側には木漏れ日、外側には夜景の映像が投影される。

5.2 羽根の開閉制御の活用

本システムでは、ブラインドの羽根の開閉をセンサで検出すると共に、羽根をモーター制御で開閉できる機構を備える。これにより、「ブラインドの状態に応じたコンテンツ提示」や、逆に「コンテンツに応じたブラインドの開閉制御」を実現できる。

前者の例としては、ユーザがブラインドを意識的に開閉することで、投影する映像を選択するコントローラのように利用することができる。後者の例としては、コンテンツの種類に応じて羽根の状態を自動的に制御することで、室内中心／室外中心に情報の提示場所を調節することができる。例えば、機密性の高い資料などを提示する場合は、羽根を下向きにして室内のみに提示し、ニュースや環境映像等を提示する場合は、羽根を平行にして室外中心に提示することができる。

5.3 生活場面への適応

ブラインドは既に生活の様々な場面で利用されているため、その役割を活かした機能設計をすることで、従来のブラインドに置き換えて活用できるような応用例を構築していきたい。

例えば、ガラスで仕切られた会議室にブラインドが有る

状況を想定した場合、会議中にはブラインドを閉じ、会議終了後には開いた状態にすることが多い。ここで、会議中にはブラインドを下向きにすることで会議資料などを室内のみに提示し、会議終了後にはブラインドを平行にすることで環境映像等を室外に提示できる。

このように、ブラインドの設置場所と利用形態を加味して、窓／ブラインド等の両面をスクリーンとした新たな情報提示の可能性を探っていきたい。

6. まとめと今後の展望

本研究では、ブラインドと窓をスクリーンとして見立て、ブラインドの開閉状況に応じて映像を投影することで、室内／室外の双方から視認可能なディスプレイを提案した。さらに、ブラインドの開閉状況に応じて、室内／室外に伝わる情報量を調整する基礎的なプロトタイプを構築した。

現段階では、ブラインドの3つの状態（上向き、平行、下向き）に応じて映像の切り替えを制御し、各状態である程度期待した視認性が得られることを確認し、ブラインドならではのコンテンツを模索している段階である。また、モーターを用いてブラインドの羽根の状態を自動的に制御できる機構を実装した。

今後は、開閉状態毎の映像の特性を整理した上で、その特徴を活かした情報提示手法を実装する。さらに、大型のブラインドへの対応と実環境への導入や応用への構築などを進めていく。また、今回は市販のブラインドを加工して投影型のプロトタイプを構築したが、今後はブラインドそのものを自作し、フルカラーLEDや有機EL等を備えた自発光型のプロトタイプも併せて検討していきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25700019 の支援を受けた。

参考文献

- [1] 石川 優, 牟田 将史, 田丸 順基, 田丸 英輔, 上原 皓, 花水: 多視点観察及び移動が可能なフォグディスプレイ, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol.19, No.2, pp.227-236, 2014.
- [2] 辻本 祐輝, 伊藤 雄一, 尾上 考雄, Ketsuro-Graffiti: 結露を用いたインタラクティブディスプレイ, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol.21, No.3, pp.513-520, 2016.
- [3] 永渕 玲緒奈, 的場 やすし, 椎尾 一郎, Water-Jet Printer: 散水領域が指定可能なスプリンクラーシステム, 研究報告高齢社会デザイン, pp.1-6, 2015.
- [4] 半田 智子, 神原 啓介, 塚田 浩二, 椎尾 一郎, なめらカーテン, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2009 論文集, pp.117-120, 2009.
- [5] 中原 由美, 水野 慎士, 障子を用いたインタラクティブシステムの開発, 情報処理学会インタラクション 2017 論文集, 3-506-25, pp.771-773, 2017.
- [6] 暦本 純一, Squama: Modular Visibility Control of Walls and Windows for Programmable Physical Architectures, Proceedings of AVI'12, pp.168-171, 2012.