

TataPixel: 畳の異方性を利用した切り替え可能なディスプレイの提案

北村 莉久¹ 山田 憲司² 山本 匠¹ 杉浦 裕太¹

概要:

本研究では、畳を利用した新しいディスプレイである TataPixel を提案する。畳表面のイグサの繊維方向によって、畳表面の反射特性が変化する性質を利用し畳を回転させることで、畳の色変化が生じる。これにより、1つの畳を1ピクセルとし回転させることで様々な画像や動画を表現可能である。システムはユーザが画像を入力するソフトウェアと畳を回転させるハードウェアから構成され、容易に TataPixel を操作できる。また、畳の回転角度による色の変化と実際の描画例を示す。

1. はじめに

近年、液晶ディスプレイやプロジェクタなどのデジタルディスプレイが情報提示の主要な手段として広く利用されている。これらの技術は、高解像度かつ高速な情報伝達を可能にしている。このようにディスプレイ技術が進化していく中で、周囲の環境と調和し、日常の一部として機能するアンビエントディスプレイが提案されている [1]。アンビエントディスプレイは身の回りのモノから構成され、情報をスクリーンから物理環境全体に移すことで、生活空間にシームレスに溶け込むことができる。

アンビエントディスプレイの研究として、実物体を活用した非発光型ディスプレイが提案されている。Horishitaらは布を一定方向になぞったときに、濃淡の異なる跡が生じることを利用し、布をディスプレイ化している [2]。Yasuは磁気ピンを使用した形状変化ディスプレイを提案している [3]。これは、低コストかつ簡単なプロトタイピングツールとして、配線や電源、プログラミングなしで扱えるのが特長である。また、Tsujiimotoらは、結露に絵を描くという日常的な行為に着目した新しい動的ディスプレイを提案している [4]。これはベルチェ素子を用い、結露水の発生、蒸発、厚さを制御することで描画を可能にしている。また、Rozinらは、木材タイルの角度を変更し、光の反射による色の変化を利用することで、鏡のような表現を可能にしている [5]。これらのディスプレイは1ピクセルごとの制御が可能な動的なディスプレイである。このように、実物体を活用したディスプレイは多数提案されており、本研究では

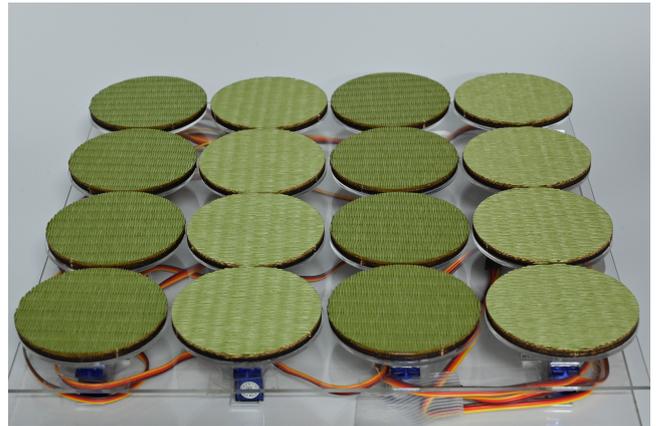


図 1 TataPixel

実物体として畳を利用したアンビエントディスプレイを製作する。畳は日本の伝統文化として知られており、空間の基準単位としても利用されているため、日本人にとって馴染みの深い実物体である。また、畳はイグサや和紙から作られているため、環境に優しいとされている。そのため、畳でディスプレイを製作することで日本の環境に自然と溶け込むようなディスプレイを製作できると考え、畳を利用する。

本研究では畳を利用した切り替え可能なディスプレイである TataPixel を提案する (図 1)。畳の表面に織り込まれたイグサは、その繊維の方向によって光の反射具合が異なる。そのため、畳を回転させることで視覚的な色の変化が生じる。これを畳の異方性と呼ぶ。TataPixel は1つの円状の畳を1ピクセルとし、これらを並べることで様々な画像や動画を表現可能である。本稿では、畳の色が変化する原理、TataPixel の構成、出力例、今後の展望について述

¹ 慶應義塾大学

² 山田一畳店

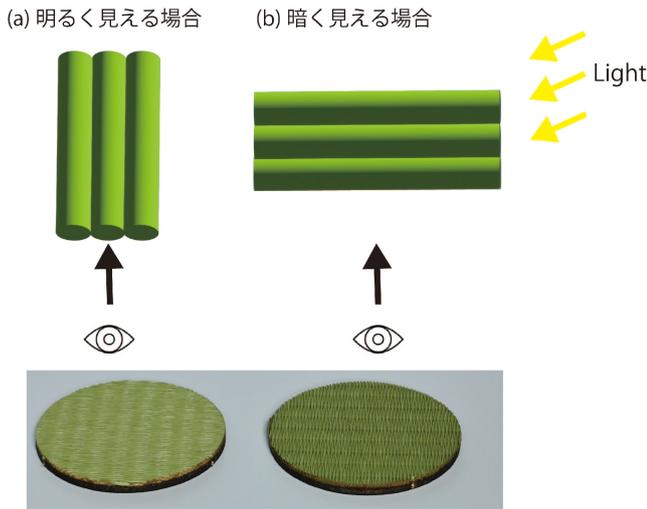


図 2 畳の色変化 ((a) 90°, (b) 0°)

べる。

2. 原理

畳はイグサを織り込むことによって作られるため、畳表面にはイグサの繊維方向が現れる。そのため、畳の表面上は図 2 のように複数の円柱を並べたような形をしている。そこで、光源方向と視線方向を固定し、畳を回転させると、光の当たる部分が変わり、畳の色変化が生じる。実際に図 2 のように、畳を 90° 回転させることで光の当たる部分が変わり、畳の色が変化していることが分かる。

3. 提案手法

システムの流れを図 3(a), (b) に示す。まず、Processing 上で UI を作成し、画像を描画する。次に描画された画像の角度データを Arduino に送信する。Arduino では受信した角度データに基づきサーボモータ (SG92R) を回転させ、畳ディスプレイを変更する。このとき、16 個のサーボモータを作動させるために PCA9685 (PWM 出力ドライバ搭載基板) を使用している。PCA9685 の電源は安定化電源 (MCH-K3010D)、Arduino の電源は PC から供給している。

畳の構成図を図 3(c) に示す。畳の直径は 65mm で、畳の水平性を保持するために同サイズの亚克力板を畳の下に配置している。本研究では 16 個の畳を 1 モジュールとしており、18 個のモジュールを設置することで 1 畳を埋められるように設計している。

4. 議論と今後の課題

図 1 は畳の角度を 0°, 90° に設定したときの TataPixel である。今回使用している畳は円状で左右差が無いと考えているため、0-90° の間で色が変化する。実際に左から 0°, 30°, 60°, 90° に設定すると、グラデーションが現れていることが分かる (図 4(c))。このように畳は階調表現を

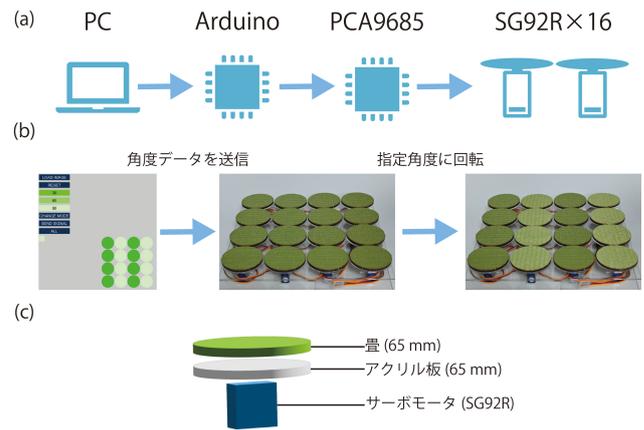


図 3 (a) システム概要図。(b) システムが動作している様子。(c) 畳の構成要素。

持つため、今後は畳が表現できる色数を調査したいと考える。畳の色変化は畳表面の反射特性が変化することで生じる。畳の反射特性は畳表面の双方向反射分布関数 (BRDF) によって記述されるため、BRDF を計測する実験の実施を試みる。

また、TataPixel は円状の畳を増やすことで容易に解像度を向上できる。図 4(a), (b) は畳を 64 個に増やした際の描画例であり、数字や図形を描画できる。今後は 1 畳分の TataPixel を製作し、更に複雑な表現やアニメーション作成に取り組みたいと考える。

また、TataPixel の導入方法についての検討を進めたいと考える。導入に適している場所や導入する際の課題を、畳を普段利用している方々へのインタビューを通じて明らかにしたいと考える。

5. おわりに

本研究では畳を回転させることで、畳表面の反射特性が変化し畳の色が変化する性質を利用したディスプレイである TataPixel を提案した。本稿では、色変化の原理、システム構成、実環境での描画例を示した。今後は、TataPixel の表現力や導入方法の調査を試みる。

謝辞

本システムの部品加工部分で多大な支援をいただいた、慶應義塾大学マニュファクチャリングセンターの渡邊和憲氏に感謝の意を表す。

参考文献

- [1] Wisneski, C., Ishii, H., Dahley, A., Gorbet, M., Brave, S., Ullmer, B. and Yarin, P.: Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface between People and Digital Information, *Cooperative Buildings: Integrating Information, Organization, and Architecture* (Stretitz, N. A., Konomi, S. and Burkhardt, H.-J., eds.), Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, pp. 22-32 (1998).
- [2] Horishita, K., Tsutsumi, S., Sakaguchi, S. and Matsushita, M.: A Nonluminous Display Using Fur to Rep-

(a)



(b)



(c)

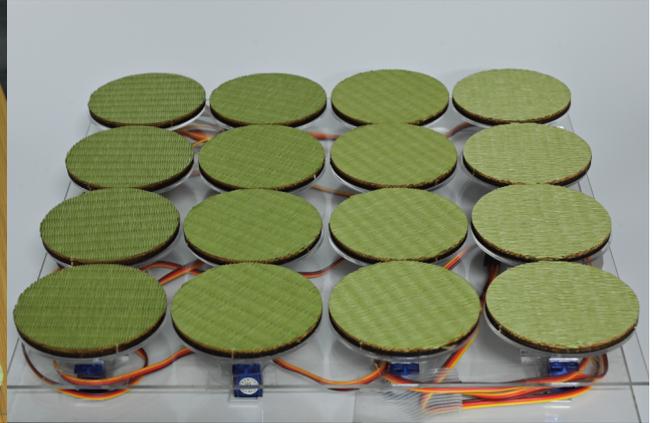


図 4 (a) 描画例 (2024 年). (b) 描画例 (ハート). (c) グラデーション表現 (左から 0° , 30° , 60° , 90°).

resent Different Shades of Color, *ACM SIGGRAPH 2014 Posters*, SIGGRAPH '14, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, (online), DOI: 10.1145/2614217.2614266 (2014).

- [3] Yasu, K.: MagneShape: A Non-Electrical Pin-Based Shape-Changing Display, *Proceedings of the 35th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '22, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, (online), DOI: 10.1145/3526113.3545645 (2022).
- [4] Tsujimoto, Y., Itoh, Y. and Onoye, T.: Ketsuro-Graffiti: An Interactive Display with Water Condensation, *Proceedings of the 2016 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces*, ISS '16, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 49–55 (online), DOI: 10.1145/2992154.2992159 (2016).
- [5] : Daniel Rozin: Wooden Mirror, *ACMSIGGRAPH ART SHOW ARCHIVES* (online), available from (<https://digitalartarchive.siggraph.org/artwork/daniel-rozin-wooden-mirror/>) (accessed 2023-10-24).