

# 透紙: 紙媒体の質感を拡張する表現手法の提案

杉山 圭<sup>1,a)</sup> 沖 真帆<sup>1,b)</sup> 塚田 浩二<sup>1,c)</sup>

**概要:** 近年普及しつつあるデジタルサイネージは多様な表現が可能であるが、コストの高さ等の問題から紙媒体によるポスターや広告も未だ数多く存在する。しかし紙媒体では静的で単一な表現しかできないため、表現の多様性に欠けている。そこで本研究では、紙媒体の質感を拡張するシステム「透紙」を提案する。発光面をインタラクティブに変化させることが可能なバックライトとその光に質感を与えるフィルターを用いて、紙媒体を背面から照らし多様な発光パターンを透過させることで、紙媒体への光による多様な表現力の付与とその活用を目指す。

## SukaShi: Expression method to extend textures of paper medium

SUGIYAMA KEI<sup>1,a)</sup> OKI MAHO<sup>1,b)</sup> TSUKADA KOJI<sup>1,c)</sup>

**Abstract:** Recently, digital signage has become popular because of its expression power. Meanwhile, there are still many posters and advertisements using paper media. Although paper media have advantages of costs and portability, they have less expression power than digital signage. To solve the limitation, we propose an interactive backlight “SukaShi”, which can adjust lighting patterns and material textures by integrating LED arrays and optical filters. We explain the concept, implementation, and application of the system.

### 1. 背景

近年、紙媒体のポスターや広告に代わって大型ディスプレイを用いたデジタルサイネージが普及しつつある。デジタルサイネージは動画表示やコンテンツの自動的な切り替え等、多様な表現ができる利点がある。一方で運用コストの高さや動画等のデジタルデータを扱える人でないと利用できないといった難点もある。

その難点からデジタルサイネージは街中や駅などの限られた場所でしか見受けられず、紙媒体によるポスターや広告も未だ数多く存在する。紙媒体にはコストの安さや扱いやすさ、紙自体の質感があるといった利点がある。しかし1枚の紙媒体では静的な表現しかできないため、表現の多様性に欠けている。紙媒体のポスターや広告にはバックライト付きのパネルを用いて紙面を発光させ、視認性を高めているものもあるが、これらは均一に面発光するのみであ

り、紙媒体の表現の多様化には至っていない。

そこで本研究では、紙媒体の質感を拡張するシステム「透紙」を提案する。発光面をインタラクティブに変化させることが可能なフォトフレーム型のバックライトとその光に質感を与えるフィルターを用い、紙媒体を背面から照らし多様な発光パターンを透過させることで、紙媒体への光による多様な表現力の付与とその活用を目指す。

### 2. 関連研究

本研究の関連研究として、光による表現拡張システムを紹介する。

AugmentBacklight[1]は、液晶ディスプレイの光表現を拡張するシステムである。透過液晶ディスプレイの背後からプロジェクターで光の映像を投影することにより、実世界の光のような表現を行うことを目指している。

Sparkly[2]は、ジュエリーのきらめきを拡張するシステムである。LEDの光を微小のスリットを施した遮光紙で制御し、ジュエリーパーツ上で反射させることにより繊細なきらめきを生み出す。

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学  
Future University Hakodate

a) b1014161@fun.ac.jp

b) okimaho@acm.org

c) tsuka@acm.org

HideOut[3] は、プロジェクターを用いた絵本拡張システムである。絵本には赤外線に反応する目に見えないマーカーが印刷されており、それを読み取ることで絵柄に合わせた映像を絵本の上に投影する。

白色 LED プレートと和紙造形の組み合わせによる照明入り額絵 [4] では、凹凸や折り目を付けた和紙を LED で背面から照らし、繊維の透けや LED 消灯時との表情の変化により額絵をデザインしている。

本研究では、フォトフレーム型のインタラクティブなバックライトとフィルターを用いて紙媒体の背面から投光し、紙媒体の質感表現の拡張を目指す。

### 3. <sup>すかし</sup>透紙

本研究で提案するシステム「<sup>すかし</sup>透紙」は、発光パターンを多様に変更することができる LED マトリクスによるバックライトと、光の透過や拡散を調整するフィルターを中心に構成される。

バックライトにはエッジライト方式と直下型方式があるが、本研究では LED の個別制御が可能で高い輝度を確保できる点から、フルカラー LED マトリクスによる直下型方式を用いる。マイコンから制御することで、発光色／発光強度／点滅パターンなどを個別にインタラクティブに変更することを可能にする。組み合わせる紙媒体の図柄に合わせて任意の発光色やパターンを作ったり、部分的に強調したりするなどの様々な表現が可能である。

フィルターは凹凸のあるテクスチャを印刷した透明な板である。LED マトリクスと紙媒体の間に挟むことで紙媒体に模様を浮かび上がらせ、質感を与える。

これらの LED マトリクスとフィルターを用いて多様な光を任意の紙媒体に透過させる。その際、紙媒体の質や厚さも発光の仕方に影響し、紙媒体／フィルター／LED マトリクス 3 つの要素の組み合わせ方によって多様な表現の可能性がある。

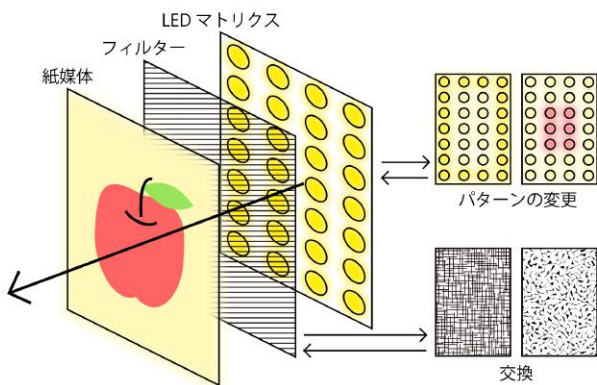


図 1 本システムの概要

## 4. 実装

LED マトリクスは、MDF の板の上にフルカラー LED テープを面状に並べて貼り付けることで制作した (図 2)。LED を並べているため直視すると光源が多数並んでいるように見えてしまうが、紙媒体に光を透過させる際に光が拡散されることで、均一な発光面を作れると考えた。また、Arduino Pro Mini を使用し、LED の発光色／発光強度／点滅パターンを個別制御できるようにした。

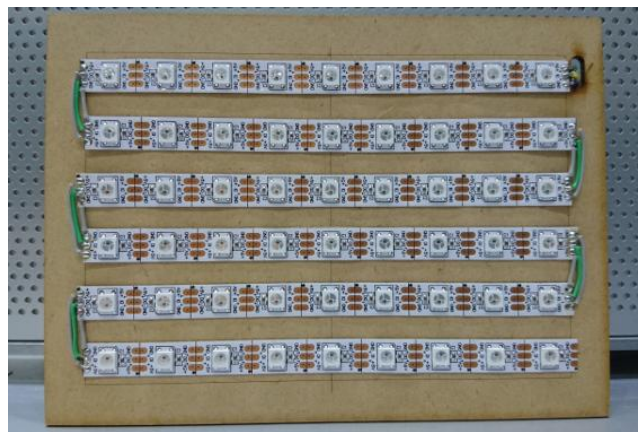


図 2 制作した LED マトリクス

フィルターは、1mm 厚の透明アクリル板に、UV プリンタを用いて透明インクによる凹凸のあるテクスチャを印刷して制作した。フィルターは交換によって紙媒体に付与する効果を変えることを想定しているため、複数種類制作した (図 3)。

また、LED マトリクス／フィルターを組み込んでフォトフレームのように扱うための筐体を制作した (図 4)。筐体は、MDF を箱型に組み、前面にはがきサイズ\*1の紙媒

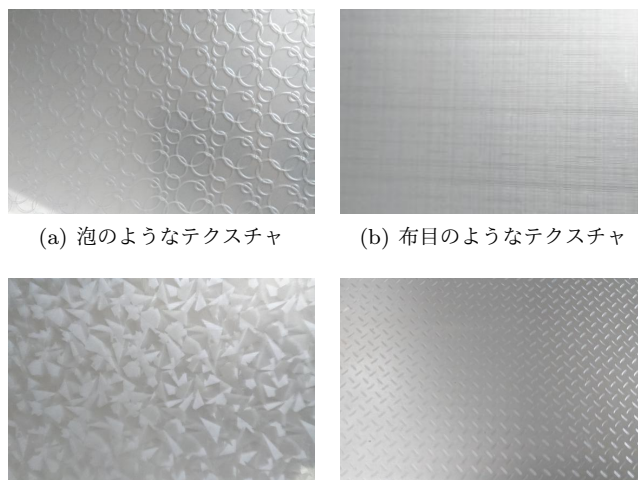


図 3 フィルターの一例

図 3 フィルターの一例

\*1 約 148mm × 100mm.

体を固定できるようにした。箱の内部に溝を設け、板状のLEDマトリクス／フィルターを差し込むことで固定や交換を容易にできるようにした。溝は3mm間隔で複数設け、LEDマトリクス／フィルターの固定位置を変えることで紙媒体との距離を調節可能にした(図5)。



図4 筐体の外観



図5 筐体内部の構造。複数の溝を設け、紙媒体やフィルターの位置を調整できる。

## 5. 議論

本研究で提案するシステムでは、紙媒体／フィルター／LEDマトリクスの3つの要素の組み合わせ方により紙媒体に様々な表現力を付与することを目指している。

例えばポスターに、曲線的なテクスチャのフィルター／暖色で弱い発光を組み合わせることで温かみのある印象になり、幾何学模様のようなテクスチャのフィルター／青白色で強い発光を組み合わせることで煌びやかな印象になると考えられる。このように、1種類の紙媒体に対して複数の表現力を与えることが可能になる上、紙媒体の美術的効果や宣伝効果を高めることができると考えられる。夜景の写真／布目のようなテクスチャ／カラフルな発光パターンを組み合わせた例を図6に示す。

また、LEDの個別制御と直下から照らすことによる輝度の高さから、発光面を動的にすることや輝度の強弱表現が可能であり、更なる表現の多様化も考えられる。

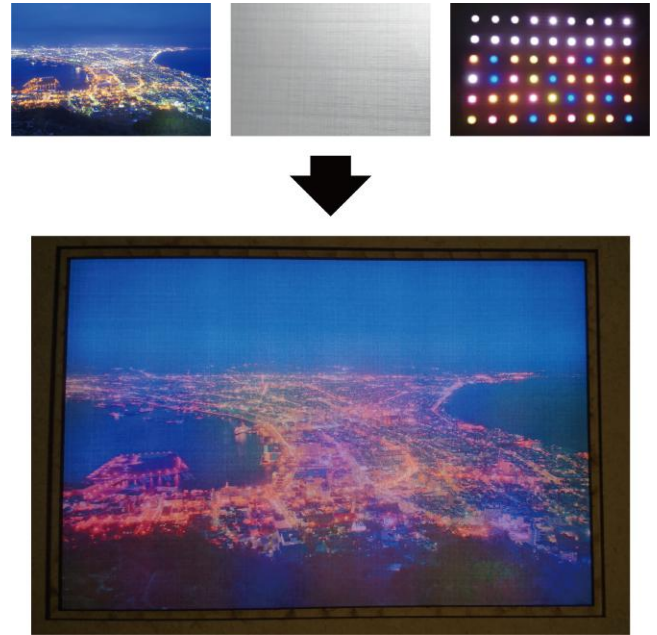


図6 紙媒体／フィルター／LEDマトリクスの組み合わせの例

## 6. まとめと今後の課題

本研究では、発光面をインタラクティブに変化させることが可能なバックライトとその光に質感を与えるフィルターを用い、紙媒体を背面から照らし多様な発光パターンを透過させることで、紙媒体への光による多様な表現力を付与するシステム「透紙」を提案／試作した。

今後は評価実験を通してより効果的なLEDマトリクス／フィルター／紙媒体の組み合わせを探り、より多様な表現力の付与を目指す。さらに、紙媒体の図柄に合わせた発光パターンを容易に作成できるシステムの構築も目指す。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 25700019 の支援を受けた。

## 参考文献

- [1] Maho Oki, Koji Tsukada, and Itiro Sio, AugmentedBacklight: expansion of LCD backlights using lighting methods in the real world, Proceedings of HCI2013, pp.209-216, 2013.
- [2] Maho Oki and Koji Tsukada, Sparklry: Designing “Sparkle” of Interactive Jewelry, Proceedings of TEI2017, pp.647-651, 2017.
- [3] Kari D.D. Willis, Takaaki Shiratori, Moshe Mahler, Hide-Out: Mobile Projector Interaction with Tangible Objects and Surfaces, Proceedings of TEI2013, pp.331-338, 2013.
- [4] 清水 忠男, 白色 LED プレートと和紙造形の組み合わせによる照明入り額絵, デザイン学研究作品集 Vol. 21(2015) No. 1, pp.1.2-1.7, 2015.