UV プリンタを用いた二次元レンチキュラのカスタマイズ性の検討と試作

島元 諒 * 塚田 浩二 *

概要. 我々は，UV プリンタで造形可能なレンズアレイを用いた二次元レンチキュラを提案してきた．本手法では，レンズアレイの直径や厚さなどをカスタマイズして出力し，独自のパターン設計ツールと組み合わせ，視点に応じて二次元方向に画像が変化する情報提示を行うことができる．本稿では，本手法のカスタマイズ性について検討し，制作事例を紹介する．

1 はじめに

近年，見る角度によって異なる情報を提示する多視点情報提示手法の研究が行われている [1][2][3]．こうした手法は新たなインタラクションやコンテンツの創造に活用されている．そこで我々は，UV プリンタで造形可能なレンズアレイを用いた二次元レンチキュラを提案してきた [4]．本手法はレンズ等のカスタマイズ性の高さが特徴であるが，前稿では十分に検討されていなかった．そこで，本稿では本手法のカスタマイズ性について検討し，制作事例を紹介する．

2 カスタマイズ性

本手法でカスタマイズ可能な要素の一部を図 1 に示し，各要素について検討していく．

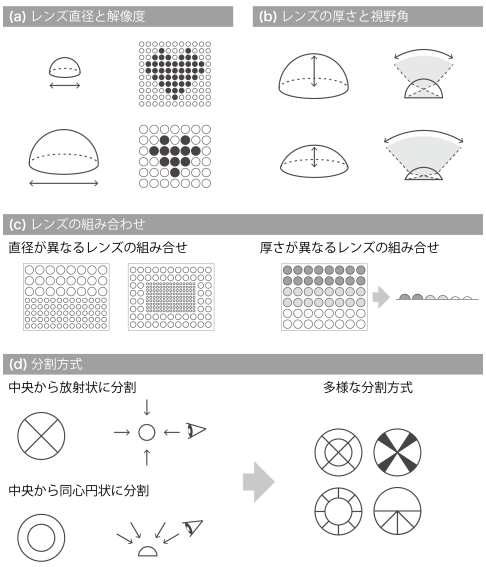

図 1. カスタマイズ可能な要素の一部.

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 公立はこだて未来大学

2.1 レンズの直径

レンズの直径は表示の解像度に関係する (図 1(a))．図 2 は直径 2.5mm と 1.5mm のレンズアレイそれぞれで同一の画像を表示した例である．このように，直径 2.5mm の大きなレンズアレイではドット絵のような低解像度な表示，直径 1.5mm の小さなレンズアレイでは高解像度な表示となる．

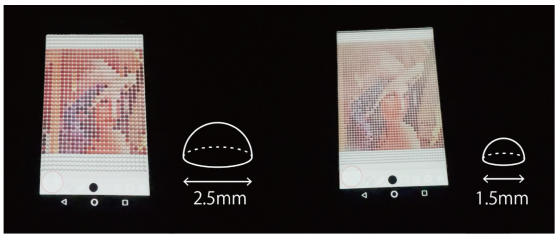

図 2. レンズの直径が異なるレンズアレイの比較.

さらに，本手法では直径や厚さの異なるレンズを複数組み合わせて自由に配置し，1 つのレンズアレイとして印刷することができる (図 1(c))．

図 3 は，直径が異なるレンズを組み合わせてアクリル板に印刷したメッセージカードの制作例である．中央に直径 1.5mm のレンズを並べ，それをフレーム状に囲うようにして直径 2.5mm のレンズを配置している．比較的解像度の高い中央部分には 2 つの文章を，左右に視点を動かすことで切り替わるよう表示している．解像度の低いフレーム部分は，ストライプやドットなどの 8 つの絵柄がなめらかに切り替わる．

2.2 レンズの厚さ

レンズの厚さは視野角の広さに関係する (図 1(b))．先行研究 [4] にて，レンズが厚くなるほど視野角が狭くなることが確認されている．

そこで，図 4 右のような，厚さが異なるレンズをフレーム状に組み合わせたレンズアレイを制作した．直径は全て 1.5mm で厚さは外周 0.35mm，中央 0.75mm である．これを厚さが均一な直径 1.5mm，厚さ 0.35mm のレンズアレイ (図 4 左) と比較した．

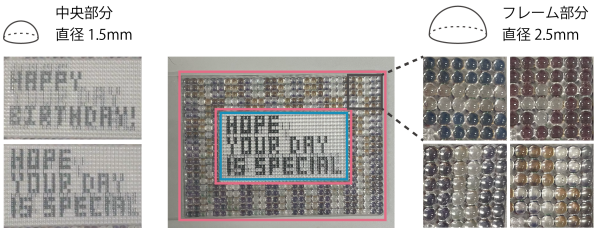

図 3. 直径の異なるレンズを組み合わせたカードの例．2 種類のメッセージが切り替わる中央部分 (左) と，8 つの絵柄に切り替わるフレーム部分 (右)．

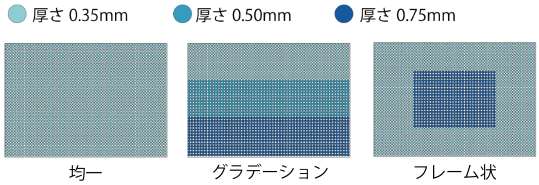

図 4. 均一／特殊なレンズアレイの模式図．

その結果，一定の角度から比較すると見え方に特徴的な違いが見られた．図 5 は同一のパターンを表示して，視野角が-30 度の位置から撮影した結果である．フレーム状のレンズアレイでは，外周 (厚さ 0.35mm) が赤いパターン，中央 (厚さ 0.75mm) が青いパターンとなり，フレーム状に分かれて見えることが確認できる．これは，視野角の狭い厚さ 0.75mm の部分から先にパターンが切り替わり始めたからだと考えられる．

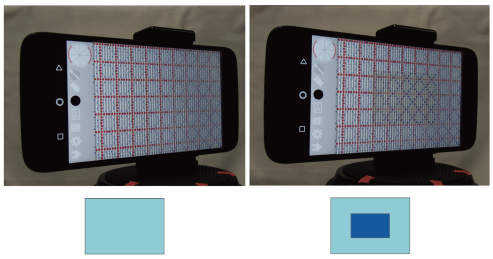

図 5. -30 度における均一なレンズアレイ (左) とフレーム状のレンズアレイ (右) の比較．

2.3 画像パターンの分割方式

レンズアレイの下に重ねる画像パターンは，レンズの直径に合わせた円状のピクセルから構成される．我々は，ピクセルの分割方式として，円の中心から放射状に分割する方式と，同心円状に分割する方式の 2 種類を検討している (図 1(d))．この 2 つの方式を組み合わせることで，多様な角度からの多視点表示を実現できると考える．

図 6 に画像パターンの分割方式の一例を，図 7 にそれぞれのパターンの実際の見え方を示す．

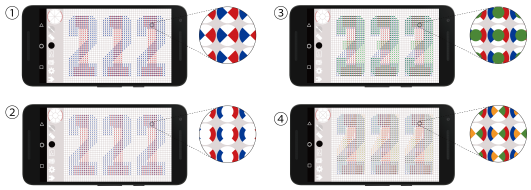

図 6. 画像パターンの分割方式の一例．(1) 放射状に 4 分割した基礎的なパターン，(2) 円の中央を白く塗りつぶしたパターン，(3) 円の中心を別の画像で塗りつぶしたパターン，(4) 中央の扇型のピクセルをそれぞれ別の画像で塗りつぶしたパターン．

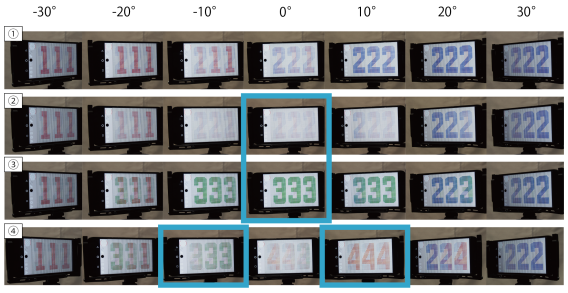

図 7. 分割方式ごとの見え方．

さらに，部分的に画像パターンの分割方式を変えた例として，パスワードの入力画面の制作例を挙げる (図 8)．この入力画面では，ディスプレイを正面から見ると全ての文字が表示されて見えるが，斜めから見ると上部の「PASSWORD」の文字だけが残り，テンキーパッド等が見えなくなる．このように，部分的に分割方式を変えることで，一部の情報を隠したり，変化させるといった情報提示が可能になる．

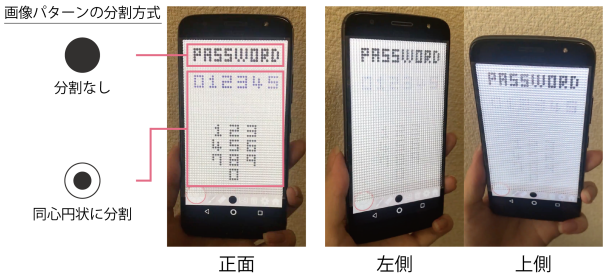

図 8. パスワード画面表示の例

謝辞

本研究の一部は，科研費 20H04231 の支援を受けた．

参考文献

[1] P. H. Dietz and M. Lathrop. Adaptive environments with parallel reality^{TM} displays. *SIGGRAPH '19: ACM SIGGRAPH 2019 Talks*, (34):1–2, 2019.

[2] Y. Kitamura, T. Konishi, S. Yamamoto, and F. Kishino. Interactive Stereoscopic Display for Three or More Users. *Computer Graphics Annual Conference Series (Proc. of SIGGRAPH)*, pp. 231–239, 2001.

[3] K. Sakurai, Y. Dobashi, K. Iwasaki, and T. Nishita. Fabricating reflectors for displaying multiple images. *ACM Trans.Graph*, 37(158):1–10, 2018.

[4] 島元 諒, 塚田 浩二. カスタマイズ可能な二次元レンチキュラを用いた多視点情報提示手法の提案. WISS2020 予稿集, pp. 25–30, 2020.