

モアレ現象を応用した情報カモフラージュ技法と OOH メディアへの応用

Moiré Camouflaging Method to Blend Information into Background

木下 里奈¹, 大平 麻以², 田中 浩也²

Rina KINOSHITA¹, Mai OHIRA², Hiroya TANAKA²

¹慶應義塾大学大学院, ²慶應義塾大学

¹Keio University Graduate School, ²Keio University

【要約】

本研究では、立体構造と画像の2層の縞模様を重ね、モアレ現象を応用して特定の視点からは情報が見え、その視点以外からは情報が背景にカモフラージュする技法を開発した。また、OOHメディア(屋外広告)への応用を提案する。具体的な掲示内容として QR コードが考えられる。この技法の特徴は、特定の視点からのみ情報が見られること、背景に応じたテクスチャに情報がカモフラージュすること、ダイナミックな動きや奥行き感によって目を引くこと、制作後は機械を必要としないことである。この技法により、人々の目を引きながらも景観を損ねない OOH メディアが展望として挙げられる。

キーワード: モアレ、カモフラージュ、OOH メディア、テクスチャ、表現

【Abstract】

In this study, we propose a method in which information is visible from a certain viewpoint but blends in the background when viewed from other viewpoints, using the phenomenon of moiré fringe appearing by superimposing a 3D structure of line gratings and an image of line gratings. We propose its application to OOH (Out of home) media that shows a QR code as its content. The characteristics of this method are that the content can be seen only from a specific viewpoint, that the information camouflages into the texture of the background, that it catches the eye through dynamic movement and a sense of depth, and that no machinery is used after production. This gives the prospect of an OOH medium that catches people's eyes but does not spoil the landscape.

Keywords: Moiré, Camouflage, OOH Media, Texture, Expression

1. 序論

OOHメディア(屋外広告)は、快適な景観を構成する重要な要素で、大きな影響を与える。快適な景観は、自然、歴史、文化、経済活動など、その場を構成する様々な要素との調和によって形成される。情報を見せることが優先されない場所では、OOHメディアは目立たず存在感を消すことが望まれる。例えば、歴史的建造物が景観の重要な要素と指定される京都の一部の地域では、OOHメディアは景観と不調和な色は条例で規制され[1]、景観に溶け込むような色を用いたデザインが採用されている。一方で経済活動が重要とされる地域では、大型のデジタルサイネージに錯覚を利用した誘目性の高い屋外広告が活用されている[2]。そこで我々は、情報と景観の調和を図る新たな情報表示の方法の模索に可能性を感じた。具体的には、特定の視点から情報を見えるようにし、他の視点では背景にカモフラージュする技法を模索する。

2. 関連研究

必要な情報を表示したり隠したりする方法として、モアレ縞が研究されてきた。モアレ縞とは、周期の似た複数のパターンを重ね合わせた際に、周期のずれによって生じる干渉縞である。モアレ縞を指定の形状に近似させる研究がされてきた[3][4]。モアレ縞は複数パターン

が重なった際に現れる模様であるため、これらの技法では、レイヤーを取り除くことで情報を隠すことができる。しかし、これらの技法では視点を換えることで情報を隠すことはできない。mQRcode[5]では、QRコードはノイズのようなパターンの中に隠され、特定の視点で撮影すると、ノイズパターンとカメラの撮像素子のカラーフィルターアレイがモアレを起こし、QRコードを可視化させる。可視化された画像はカメラ越しにしか見られず、人間の目で直接見ることはできない。

3. 技法

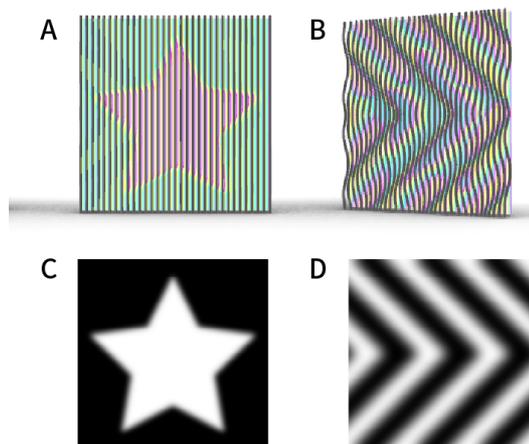


図 1. A) 可視視点から見える情報 B)他の視点から見える歪ん

だ絵柄 C, D) 設計時に入力するグレースケール画像の一例

本技法ではモアレ現象を利用し、ある視点には情報を表示し、他の視点には表示情報を任意のテクスチャに歪ませた絵柄を表示する。本研究では表示情報が見える視点を可視点と呼ぶ。モアレを発生させるために、立体構造である機能層と、平面画像であるベース層を重ね合わせている。どちらの層も曲線が等間隔に並んでいる。

3-1. ベース層

ベース層は、表示させたい情報と色が潜在する縞模様である。特定の周期を持つ縞模様を重ね合わせた時に発生するモアレにより、表示情報が干渉縞として顕在化する。

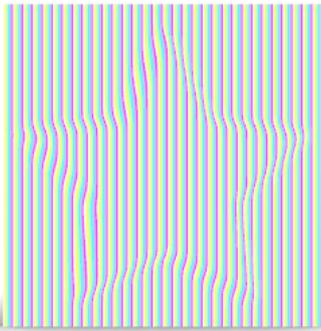


図 2. ベース層

3-2. 機能層

機能層は情報を表示させた状態と、歪ませた状態を見る視点によって変化させる機能を持つ縞模様である。具体的には、見る角度によって機能層の線の形状が変化して見える。可視点から構造を見ると、機能層は直線が一定間隔に並んで見え(図 3A)、可視点以外から見るとうねった曲線が並んで見える(図 3B)。可視点から見える直線は、ベース層に潜在する絵柄を顕在化する縞模様の周期を持っているため、情報が表示される。

可視点以外から見えるうねった曲線は、ベース層の縞模様を歪ませるものである。この曲線は、可視点から構造を見たときに、線が歪まず直線に見えるようにするために、可視点に向かって湾曲している。従って、上面から見た時に機能層の曲線は等間隔に並んでいるものの互いに平行に並ぶのではなく、可視点に向かって傾いている(図 3C)。

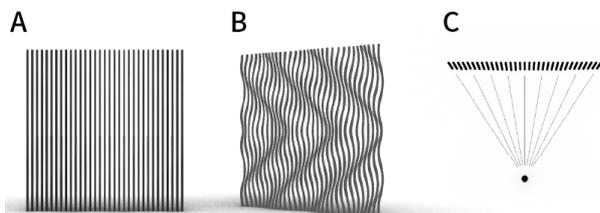


図 3. A) 可視点からの見た機能層 B) 可視点以外の点から見

た機能層 C)上面から見て曲線が可視点に向かって湾曲しているイメージ図

3-3. 表示情報とカモフラージュ模様の指定

本研究では機能層とベース層の設計の入力として、グレースケール画像を用いる。ピクセルの値(明るさ)を曲線の歪みの大きさに変換している。カラー画像を用いる場合は、画像をグレースケールに変換する。

4. アプリケーション

応用先として、表示情報が背景のテクスチャにカモフラージュする OOH メディアを提案する。

具体的な表示情報として、QR コードを用いることが考えられる。2030 年までに訪日外国人旅行者数を 6,000 万人まで増加させる目標を掲げられている現在、受け入れ環境整備の一環として OOH メディアの多言語化が急がれる。QR コードはスマートフォンの純正カメラアプリから誰でも読み取れるという利点があり、掲示できる情報量が限られる広告物の多言語化の策として挙げられる。しかし、直線的で異質な見た目により景観を損ねるという課題がある。そこで、見える必要のある視点以外では情報がカモフラージュする本技法の QR への応用を提案する。

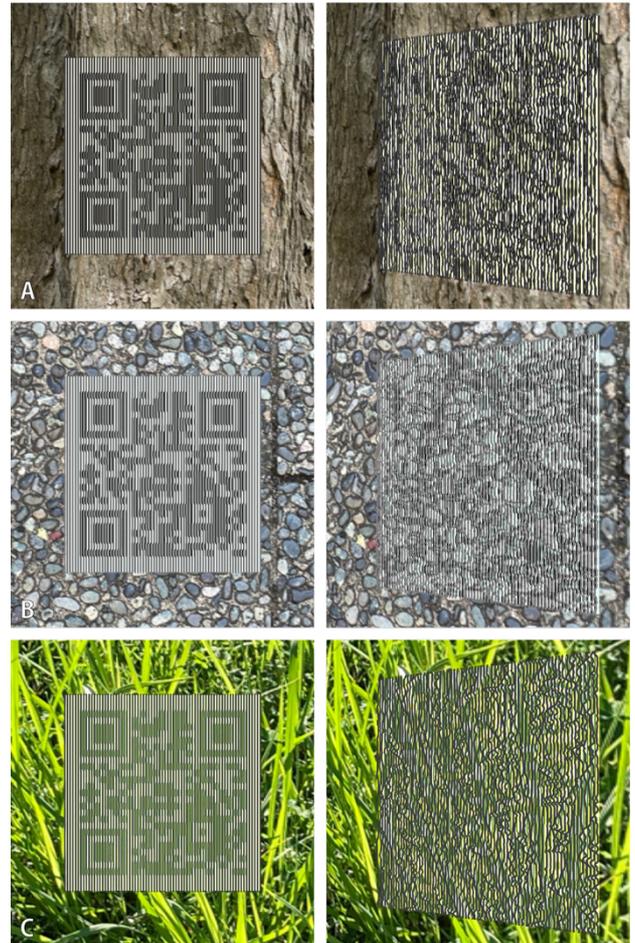


図 4. 本技法を応用した QR コードサインの CG 画像
A)木 B)石畳 C)草

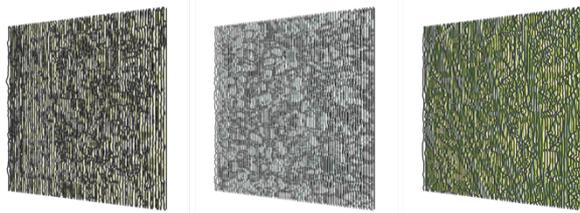


図 5. QRコードサイン単体のCG画像

図 4, 5 は木、石畳、草原に設置する OOH メディアを想定して制作したCGである。図 4 の左側の図は可視点から見たサインで、表示情報である QR コードが見え、右側は図は可視点以外からの見たサインで、それぞれの背景に応じたテクスチャに表示情報が歪む。

5. ファブリケーション



図 6. 第 4 章で提案した木の QR コードサインのプロトタイプ



図 7. スタンフォードバニーのグレースケール画像から作成したプロトタイプ

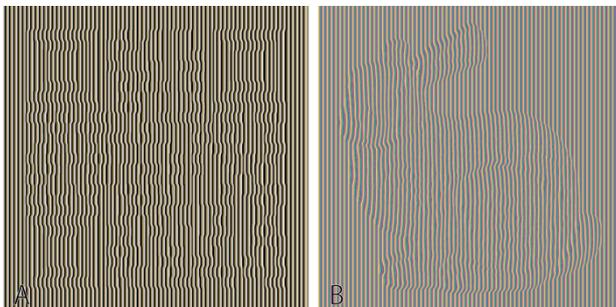


図 8. A) 図 6 のベース層 B) 図 7 のベース層

レーザーカッターを用いて機能層の制作を試みた。ベース層は紙に印刷し、バックライトを当てている。

サインの表示面の大きさは 230mm×230mm で、機能層の曲線の幅と間隔は共に 1.5mm である。曲線のパ

ーツは枠の溝に噛み合わせ、角度と位置を固定した。曲線のパーツの歪みを抑えるための工夫として、中央に柱を入れた。曲線のパーツは ABS 板を切り出し、枠にはアクリル板を使用した。

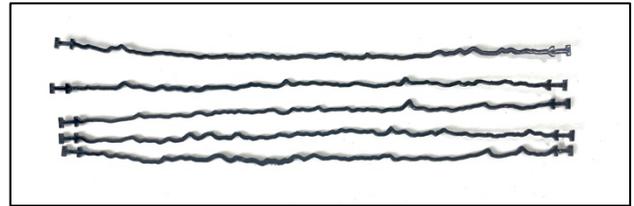


図 9. レーザーカットした機能層の 1.5mm の曲線パーツ



図 10. 曲線パーツを枠に位置と角度を固定する様子

第 4 章で提案する木に設置する QR コードのサイン(図4)のプロトタイプを制作すると(図 6)、可視点からは QR コードのような絵柄が見えたが、機械で読み取れるほどの精度は得られなかった。機能層の曲線パーツの僅かな反りにより、可視点からは一定間隔に並んで見えるはずの直線の縞模様が、少し歪み不規則に並んでいる箇所がある(図 11)。

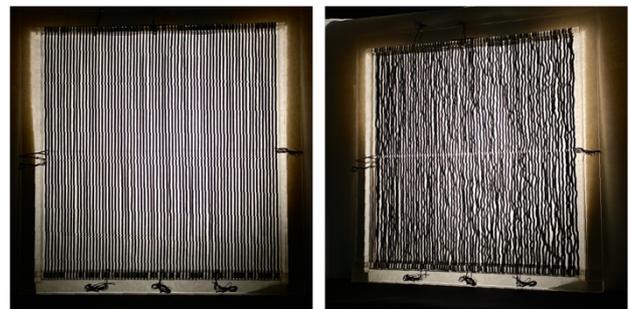


図 11. プロトタイプの機能層

次に CG 用の試験モデルとして使われるスタンフォードバニー[5]の画像を使用し、それを表示するサインのプロトタイプを制作した(図 7)。図 8 のベース層ではほとんど見えなかったウサギの絵柄が見えるようになった。白黒の QR コードと違いグレースケールの絵柄なため、凹凸が色として現れ立体的に見える。

6. 結論

6-1. 本技法の特徴

プロトタイプ制作を通して、本技法に 4 つの特徴があると考えた。

- ・ 特定の視点からのみ情報が見られる

可視点から見ると、ベース層と機能層の縞模様がモアレを起こし、表示情報がモアレ縞として見られるようになる。

- **背景に応じたテクスチャに情報がカモフラージュする**
可視点以外から見ると、機能層のうねった曲線によりとベース層との縞模様の周期が乱れ、表示情報が歪んで見られなくなる。
- **ダイナミックな動きや奥行き感によって目を引く**
見る角度によって見える色や形が変化する。また僅かな差でも変化するため、目の位置の左右差でも見た目が変わる。両眼に異なる像が映されるため、不思議な奥行き感が生まれ、目を惹く。
- **制作後からは機械を必要としない**
上記の特徴はモアレという単純な現象によって引き起こされる。そのため人感センサーなどの機械は使用せずに実現する。ただし、バックライトは必要とする。

6-2. 本技法の課題と展望

本技法で高い精度を要する情報を表示するには、製造手法の精度向上が課題となる。また、バックライトなしでは視認性が低く、設置時には電源の確保が課題となる。

本技法では背景に応じたテクスチャに情報が溶け込む情報表示方法を開発した。景観を損ねうる情報、例えば直線的で景観に異質な見た目をもつ QR コードを表示するメディアとしての展望が考えられる。また、ダイナミックな動きや奥行き感によって目を引くことも本技法の特徴にある。誘目性と景観との調和との両立を図る OOH メディアとしての展望が考えられる。

参考文献

1. 京都市都市計画局. 京の景観ガイドライン 広告物編.
<https://www.city.kyoto.lg.jp/tokei/cmsfiles/contents/0000056/56450/0407guidelinerink.pdf>. (参照 2023-09-30)
2. クロス新宿ビジョン. 新宿東口の猫【公式】.
<https://vision.xspace.tokyo/3dcat/>. (参照 2023-09-30)
2. Sylvain M. Chosson and Roger D. Hersch. 2015. Beating Shapes Relying on Moiré Level Lines. ACM Trans. Graph. 34, 1, Article 9 (dec 2015), 11 pages.
3. Pei-Hen Tsai and Yung-Yu Chuang. 2013. Target-Driven Moire Pattern Synthesis by Phase Modulation. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 1912-1919.
<https://doi.org/10.1109/ICCV.2013.240>
4. Hao Pan, Yi-Chao Chen, Lanqing Yang, Guangtao Xue, Chuang-Wen You, and Xiaoyu Ji. 2019.

MQRCode: Secure QR Code Using Nonlinearity of Spatial Frequency in Light. In The 25th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 27, 18 pages.
<https://doi.org/10.1145/3300061.3345428>

5. Stanford Computer Graphics Laboratory. The Stanford 3D Scanning Repository.
<http://graphics.stanford.edu/data/3Dscanrep/>
(参照 2023-09-30)