

モアレによるアニメーション生成

長岡 航太† 斎藤 隆文‡

東京農工大学 工学部情報工学科†

東京農工大学大学院 生物システム応用科学府‡

1. 背景と目的

モアレとは、縞模様などの連続したパターンが複数重なることで別のパターンが現れるという現象である。除去対象とされることも多いが、その性質から物体の表面形状の計測に利用することもできる[1]。他にも、視覚効果を狙ってアート作品や広告などに取り入れられている。

本研究ではモアレの視覚効果としての面に注目する。背景となる下地の上で二つの縞模様を重ね、発生するモアレによってアニメーションを表現することで背景に新たな印象の付加を行う。このときのモアレの見やすさ、背景の視認性について評価方法を決定した。

観衆が歩き、視点が変わることで二画像の重なり方の変化が起きるため、街頭広告などへの利用が期待できる。

2. 関連研究

2.1 モアレの能動的制御

重ねられるパターンの周期などから、発生するモアレを推定することが可能であるが、逆に発生するモアレを先に決定することで必要なパターンを得ることも可能である。例えば、Herschらにより、文字をモアレとして発生するようなパターンの作成方法が提案された[2]。Chossonらは縞次数を用いてモアレを制御し、さらに重ねる縞の色を工夫することで発生するモアレに色の変化をつける方法を提案した[3]。

2.2 縞次数を用いたモアレの制御

Chossonらは発生するモアレの簡単な推測方法として、縞次数という考え方を採用した[3]。重ねる二つの縞模様それぞれの縞に番号を振り、重ねたときの各座標における番号の差が縞次数である。縞次数が等しい連続した座標は同じモアレ縞を形成する。さらに、重ねる二つの縞模様が等しいとき一方の縞模様のみ変形を加えると、変形量のみが縞次数に影響する。こ

のとき座標 (x,y) における縞次数 $k(x,y)$ は、縞の周期を T 、変形量を $G(x,y)$ とすると、

$$\frac{G(x,y)}{T} = k(x,y) \quad \dots(1)$$

と表される。Chossonらはグレースケールのグラデーション画像の画素値から変形量を決定した。画素値が連続しているため、変形量も連続することでグラデーション画像の色の変化に沿ったモアレ縞が形成される。また、一方の縞模様をその縞の連続する方向に向かって動かすことで、グラデーション画像の色の変化する方向に向かってモアレ縞が動いていく。これは縞模様の動きに伴って同じ縞次数が発生する座標が変化するためである。

3. 背景画像上でのモアレアニメーション

本研究においては、なんらかの背景の上でモアレを発生させることを考える。縞次数とグラデーション画像の入力によるモアレの制御方法についてはChossonら[3]にならう。加えて、モアレを発生させるための縞模様の不透明度を持たせることで、背景が透けて見えるようにする。不透明度は0~1の値で表現され、値が0に近づくほど透明になる。二つの縞模様の画素値を A,B 、不透明度を α,β として画素値 C の背景に重ねるとき、画素値は R,G,B それぞれについて

$$\{C*(1-\alpha)+A*\alpha\}*(1-\beta)+B*\beta \quad \dots(2)$$

となる。縞模様の不透明度を持たせることで背景を完全に覆い隠してしまうことを防ぎ、背景の元の印象の損傷を抑えることができる。

不透明度によって縞模様を表現したとき、発生するモアレの例を図1に示す。黒い画像に不透明度をかけることで縞模様を表現した。(b)~(e)については、一部のみの添付とした。基準の縞(b)を(a)のグラデーション画像の画素値より変形したものが縞(c)である。(b)と(c)を重ねた際に(d)のモアレを観察することができる。(b),(c),(d)における縞の不透明度は半周期で切り替わる(0,1)の矩形波、(e)の不透明度は中心0.5で振幅0.5のsin波によって与えたものである。(a)の画素値が等しい部分に沿ってモアレ縞が発生していることが確認できる。

Animation expressed by moiré

†Kota NAGAOKA, Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology.

‡Takafumi SAITO, Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology.

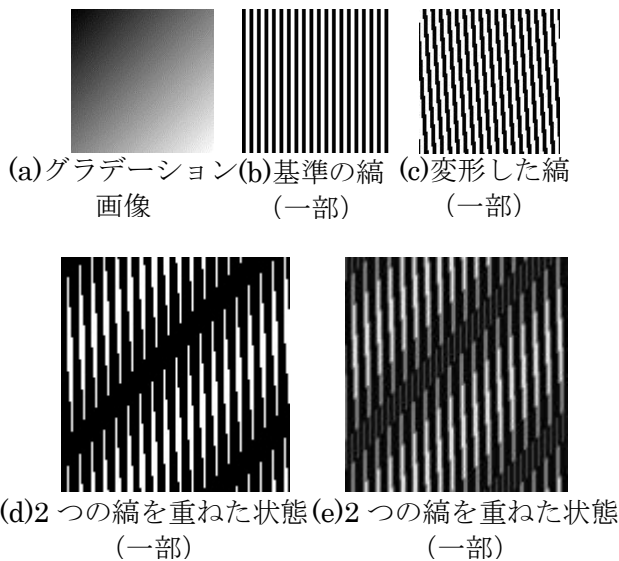


図 1. 基準格子の変形によるモアレの発生

4. 評価方法

モアレの見やすさおよび背景の視認性について評価方法を決定する。アニメーションであるため、時系列に伴う変化に注目する。実際にモアレを発生させた画像を評価するのでは変形があった場合への対応が難しいため、発生するモアレ縞 1 周期について、重ねる縞模様と与える不透明度から画素値などを推測して評価する。黒い画像に不透明度を与えて作成した二つの縞模様を背景と重ねたときの画素値は、二つの縞をあらゆる不透明度と背景の画素値によってのみ決定される。図 2 のように二つの縞模様を等しいものとして、縞が連続する方向が一致するように重ねる。一方の縞模様を縞が連続する方向に 1px ずつ動かしていくとき、縞の周期を Npx とすると、重ね方は N 通りである。

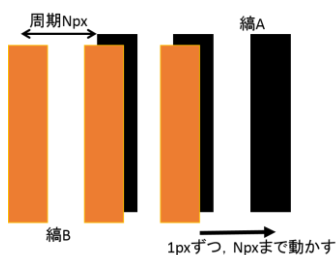


図 2. 二つの縞模様の重ね方と動かし方

4.1 モアレの見やすさの評価方法

図 2 のように二つの縞模様を重ねたとき、重ねた縞 1 周期分の画素値の平均を N 通りの重ね方について集計し、(最大値-最小値)のコントラストで表されるものをモアレのコントラストとする。図 3 に示すように縞を変形したときに発生するモアレの明部は、二つの縞がぴったり重なる、

画素値の平均が最大値をとる重ね方によって発生し、また暗部は、二つの縞が半周期ずれて重なる、画素値の平均が最小値をとる重ね方によって発生すると考えられるためである。

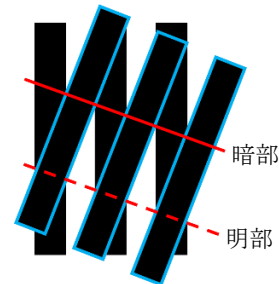


図 3. 変形した縞の重ね合わせにより発生するモアレの明部および暗部

4.2 背景の見やすさの評価方法

式(2)より、背景の画素値 C にかえられる要素 $(1-\alpha) * (1-\beta)$ は背景の画素値の反映率を表すため、背景の視認性を表すといえる。どのような重ね方であっても視認性が高い方が背景の印象をより損なっていないと考えられるため、重ねた縞 1 周期分の画素の背景の反映率の平均値について、N 通りの重ね方における平均値を評価すべき背景の視認性とする。

5. おわりに

本研究ではモアレを用いたアニメーションの生成を行い、モアレおよび背景の見やすさについて評価方法を決定した。しかし、モアレと背景の見やすさのどちらをより重く見るべきかを示すことができていない。また、実際に街頭広告などへ利用する際は背景や縞の色が本稿で仮定した条件とは異なることが予想され、これらへの対応が課題となる。加えて、実際の利用に向けて不透明度を表現しようとする場合に、どのような方法をとるべきかについても考慮する必要がある。

参考文献

- [1] 山田朝治, 横関俊介: モアレ縞・干渉縞応用計測法, コロナ社 (1996)
- [2] Roger D. Hersch, Sylvain Chosson: Band Moiré Images, ACM Trans. On Graphics, Vol.23, No.3, (Proc. SIGGRAPH 2004), pp.239-248, 2004
- [3] Sylvain M. Chosson, Roger D. Hersch: Beating Shapes Relying on Moiré Level Lines, ACM Trans. On Graphics. Vol.34, No.1, Article 9, 2014