

H-035

## トリックアート制作支援のためのペイントツール開発 Paint Tool for Trick-Art Production

神田 尚希<sup>†</sup>  
Naoki Kanda

渡辺 賢悟<sup>‡</sup>  
Kengo Watanabe

宮岡 伸一郎<sup>‡</sup>  
Shinichiro Miyaoka

### 1. はじめに

近年、映画・テレビ・ゲームなどを通して、錯視の原理を利用した表現を目にする機会が増えている。また、「トリックアート[1]」と呼ばれる錯視を利用した芸術作品の展覧会も開かれている。このように、今、錯視が人々の注目を集めている。本研究では錯視に対する理解を深めるべく、トリックアート制作を支援するペイントツールを提案する。今回はトリックアートの中でも「運動錯視(静止画なのに動いて見える錯視)[2]」を利用した作品の制作手法に注目した。トリックアート制作に必要な錯視の仕組み・制作手法を調査・分析する。得られた知見を利用して、誰もが簡単に運動錯視効果を与える作品を制作できるペイントツールを試作した。

### 2. 最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視の特徴

本研究では運動錯視の中でも「最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視[3]」に注目する。最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視は視野周辺部で鮮明な運動錯視が確認されている錯視[4][5]であり、簡単な基本パターン(図 1)から構成されている。最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視にはいくつかの種類があるが、基本は黒色から濃灰色、白色から薄灰色の方向に運動錯視が発生する。図 1 のような黒、濃灰色、白、薄灰色の基本パターンを本研究では錯視輝度パターンと呼ぶ。代表的な作品に「蛇の回転」(図 2)がある。これは、黒、濃灰色、白、薄灰色の輝度パターンを円環状に繰り返し並べることにより、回転運動が知覚される作品である。



図 1. 錯視輝度パターン 矢印の方向に運動錯視が発生

### 3. 運動錯視効果を与える作品制作手法の調査・分析

#### 3.1 Self-Animating Images による作品制作

最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視を利用

<sup>†</sup> 東京工科大学大学院バイオ情報メディア研究科, Graduate School of Bionics, Computer Science, Media Science, Tokyo University of Technology

<sup>‡</sup> 東京工科大学メディア学部メディア学科, School of Media Science, Tokyo University of Technology

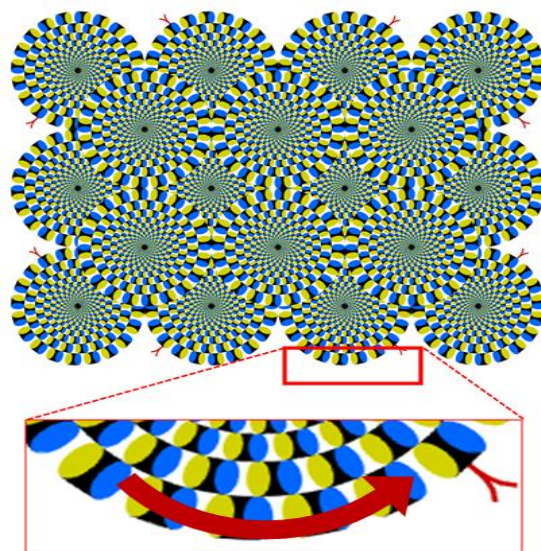


図 2. 「蛇の回転」

(c) Akiyoshi Kitaoka 2003 (September 2, 2003)

した作品制作手法に Self-Animating Images[6]がある。Self-Animating Images はユーザが選択した画像に対して全自動で錯視輝度パターンを並べる。これにより運動錯視効果を与える作品(図 3)を生成する。この手法は既存の絵画作品を変換して作成しており、作品の自由な制作に制限がある。

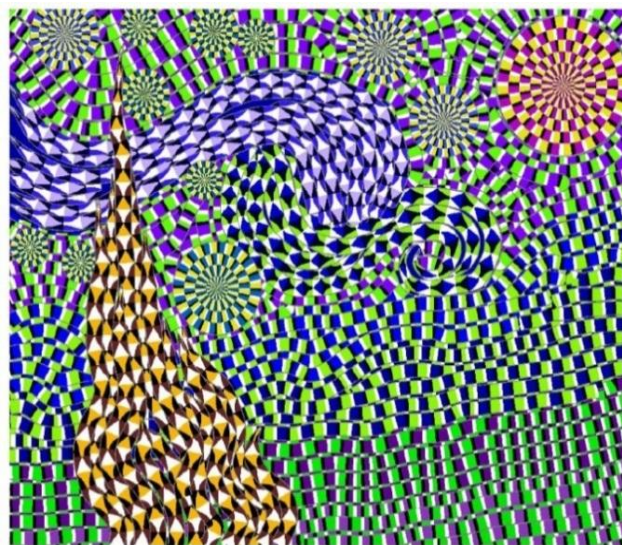


図 3. Self-Animating Images で生成された作品

### 3.2 北岡氏が公開している作品の分析

北岡氏は自身のウェブサイト[7]で多くの作品を公開している。公開している作品の一例を図 4 に示す。図 4 は「2012 龍」という作品である。この作品を図 5(a)目玉・(b)胴体・(c)ロゴ/炎のような 3 要素に分解した。図 5(a)目玉と図 5(b)胴体は最適化型フレーザ・ウィルコックス錯視を使用している。最適化型フレーザ・ウィルコックス錯視を使用して作品を制作する場合、運動錯視図形(錯視を使用して構成される図形)とそれ以外の図形を組み合わせることで作品を制作することが多い。

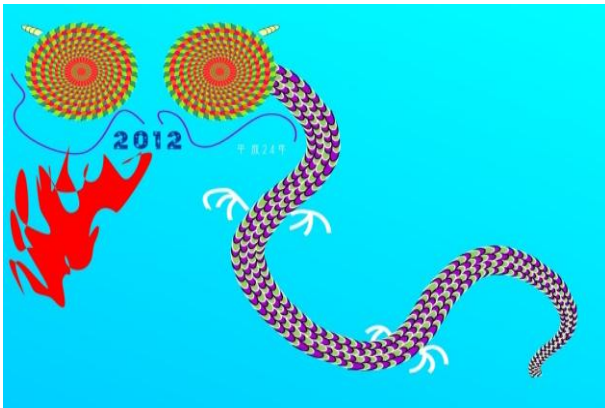


図 4. 「2012 龍」

(c) Akiyoshi Kitaoka 2011 (December 31, 2011)



図 5. 「2012 龍」を構成する要素

### 3.3 運動錯視効果を強める条件

Ming-Te Chi らの報告[6]から錯視効果を強める条件は以下のように考えられる。

1. 錯視輝度パターンを補色で着色する(図 6).
2. 運動錯視が発生する方向が違う錯視輝度パターンを組み合わせる(図 7).

これに加えて、著者らが提案した手法[8]から以下の条件も考えられる。

3. 錯視輝度パターン一つの大きさが、視野角約 2° 前後で運動錯視効果が最大になる。
4. 複雑な形でない限り形状による制約はほとんどない。

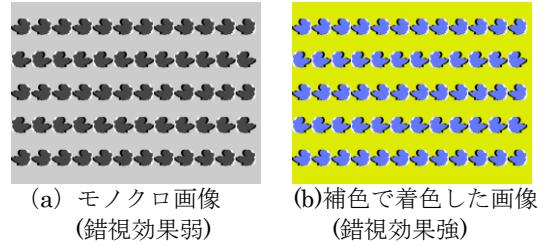


図 6. 補色による錯視輝度パターンの着色

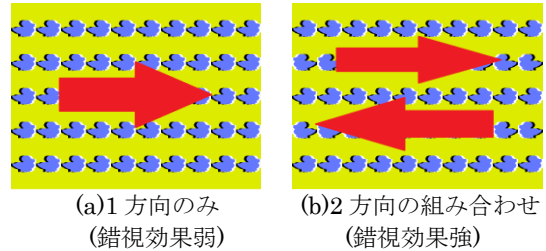


図 7. 方向の違う錯視輝度パターン組み合わせによる運動錯視効果の違い

## 4. トリックアート制作支援ツールの開発

本研究では 3 の調査結果をもとにトリックアート制作支援ツールを開発する。トリックアートを制作する処理手順を図 8 に示す。まず、3.3 の条件を考慮し運動錯視図形を作成する。同時に作品を構成するために必要な運動錯視図形以外の図形も作成する。次に作成した運動錯視図形とそれ以外の図形を画像のコラージュ手法[9]によってキャンバスに配置する。これにより作品を制作する。

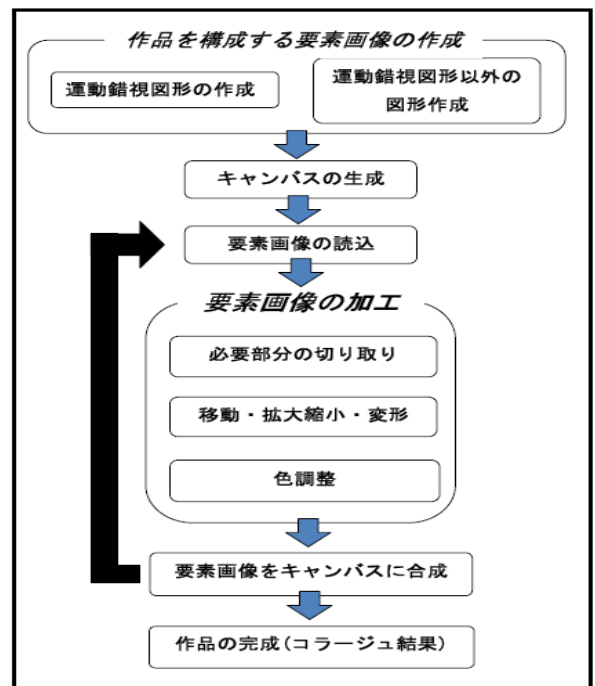


図 8. トリックアート制作支援ツールの処理手順



#### 4.1 運動錯視図形の作成

##### 4.1.1 錯視輝度パターンの生成

ユーザに任意の画像を読み込んでもらい(図 9(a)), 対象となる図形を選択する(図 9(b)). 運動錯視を発生させたい図柄が白になるよう 2 値化した画像を作成する(図 9(c)). 2 値化した画像をもとにして錯視輝度パターンを自動生成する(図 9(d)). また, Ming-Te Chi らの報告から錯視輝度パターンの着色を CIE-L\*a\*b\*表色系を用いて行った. CIE-L\*a\*b\*表色系は CIE が均等知覚色空間の標準化のために推奨した表色系で人間の視覚を近似するように設計されている. 錯視輝度パターンの L\*値は{黒=0, 濃灰=25, 白=100, 薄灰=75}とした. a\*b\*値を用いて濃灰/薄灰の部分が補色の関係になるように着色する(図 10). 図 10(a)は a\*軸に垂直な断面図を示しており, 図 10(b)はモノクロの錯視輝度パターンとカラーの錯視輝度パターンの対応関係を示している. 錯視輝度パターンを構成する黒, 濃灰色, 白, 薄灰色を C0, C1, C2, C3 とする. a\*軸に垂直な断面において C1, C3 を補色関係にすることで錯視効果が強められる.

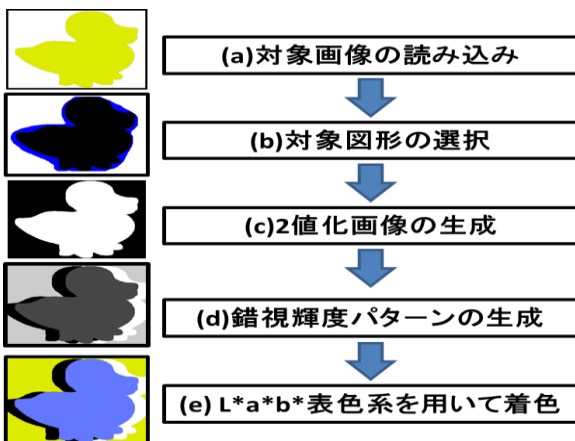


図 9. 錯視輝度パターン生成処理の流れ

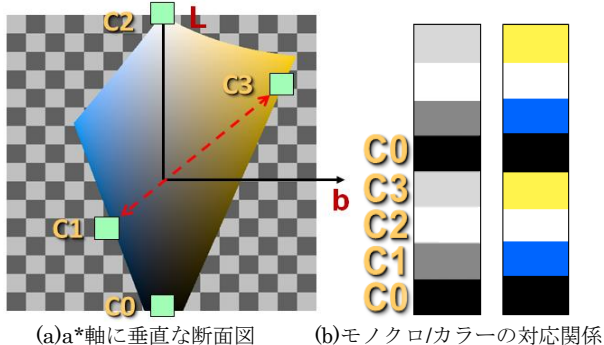


図 10. L\*a\*b\*表色系を用いた着色

##### 4.1.2 運動錯視図形の自由作成

本研究ではブラシストロークに沿って錯視輝度パターンを描くことができる(図 11).ユーザが描くブラ

シストロークに対して法線ベクトル上に錯視輝度パターンを配置する. 配置する錯視輝度パターンは, Ming-Te Chi らの報告と著者らが行った調査結果から運動錯視が発生する方向が違う錯視輝度パターンを上下に一つずつ組み合わせた. また, 視野角の値を調整することで錯視輝度パターンの描画サイズを変えられる(観察距離を 50cm として視野角 1~3°に調整できる). 図 12 は自由作成機能を使用して制作した運動錯視図形である. 図 12(a)はアヒルの形状をした錯視輝度パターンを使用して渦巻を描いた. 図 12(b)は図 12(a)と同じくアヒルの形状で色を変えた錯視輝度パターンを使用し, 大きさの違う錯視輝度パターンをピラミッド状に並べた. 作成したどちらの図形からも運動錯視効果を確認できる.

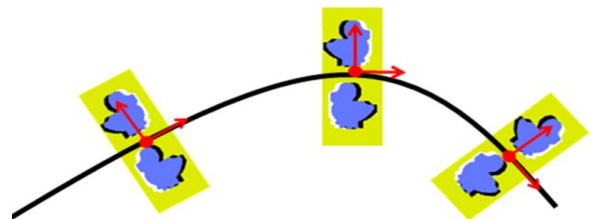
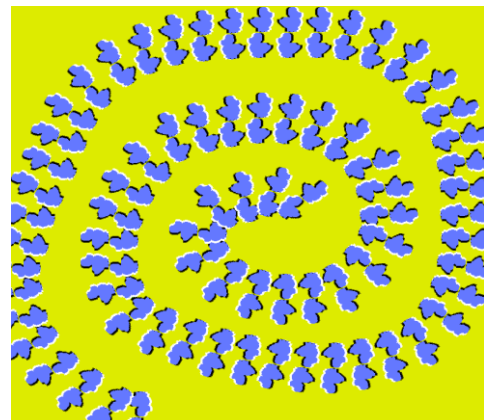
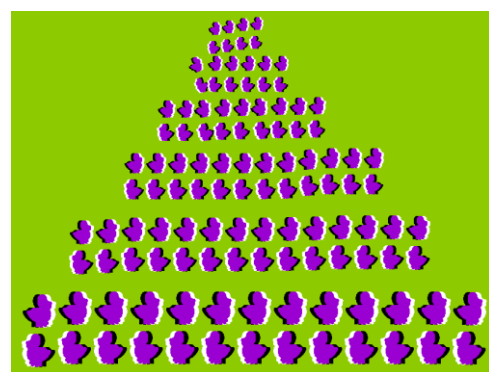


図 11. 法線ベクトル上に錯視輝度パターンを配置



(a)うずまき

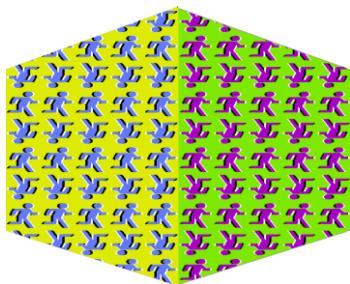


(b)ピラミッド

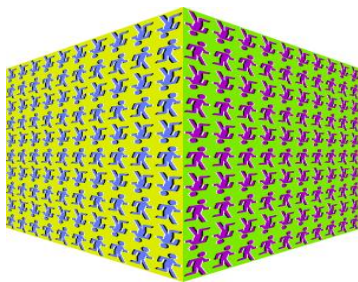
図 12. 自由作成機能を使用して制作した運動錯視図形

## 4.2 画像のコラージュ手法による作品制作

画像コラージュによって作品を制作する。作品を構成する要素画像(4.1.2 で作成した運動錯視図形やそれ以外の図形)を加工しキャンバスに配置する。本研究では単純な画像の拡大縮小以外に射影変換による画像変形を実装した。これにより画像に奥行き感を表現することができる。図 13 は、二点透視図形に運動錯視図形を単純にはめ込んだ画像(図 13(a))と射影変換によって変形した画像(図 13(b))である。図 13(a)・(b)ともに運動錯視効果を確認できるが、図 13(b)の方が奥行き感を表現できている。



(a)単純なはめ込み画像

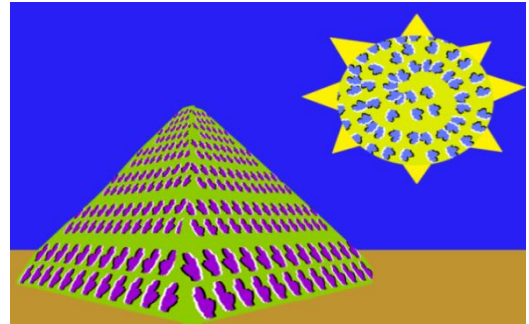


(b)射影変換した画像

図 13. 運動錯視図形の奥行き感の比較

## 5. 制作した作品の評価

今回試作したツールで制作したトリックアートを図 14 に提示する。トリックアート制作支援ツールの処理手順(図 8)に則して作品を制作した。4.1 で作成した運動錯視図形(図 12)を要素画像とする。図 12(a)を加工して太陽を作成した。太陽部分は錯視輝度パターン一つの大きさが視野角  $1^\circ$  になるように調整している。図 12(b)は射影変換による変形を行い、より立体感のあるピラミッドを表現した。ピラミッド最下層部分で錯視輝度パターン一つの大きさが視野角  $2^\circ$  になるように調整して変形を行った。ピラミッド部分からは運動錯視効果を確認することができる。しかし、太陽部分からは運動錯視効果を確認することが難しかった。これは、運動錯視を発生させる領域が狭く視野角に対する運動錯視発生条件を十分に満足させることができなかつたためと考えられる。



「太陽とピラミッド」

図 14. 試作したツールで制作したトリックアート

## 6. おわりに

本研究では錯視に対する理解を深めるべく、トリックアート制作を支援するペイントツールを試作した。今回はトリックアートの中でも「運動錯視(静止画なのに動いて見える錯視)」を利用した作品の制作手法に注目した。運動錯視効果を与える作品制作手法を調査・分析し、画像のコラージュ手法を利用して作品制作を行った。ペイントツールとして実装することで、ユーザによる自由な作品制作が可能である。しかし、本研究で試作したペイントツールは、運動錯視図形の加工において、運動錯視の発生条件を十分に考慮した画像変形機能が実装されていない。そのため、ユーザの操作によっては運動錯視が発生しない画像を作成してしまう。今後は運動錯視の発生条件を十分に考慮し、ユーザの操作に関係なく運動錯視図形の加工ができるペイントツールを開発したい。

## 参考文献

- [1] Al Seckel (原著), 坂根 巖夫 (翻訳): 『錯視芸術の巨匠たち—世界のだまし絵作家 20 人の傑作集』, 創元社,(2008).
- [2] 高森圭介: 『錯視完全図解—脳はなぜだまされるのか?』, 株式会社ニュートンプレス,(2007).
- [3] A.Kitaoka, H.Ashida: “Phenomenal characteristics of the Peripheral drift illusion”, VISION, Vol.15, No.4, pp.261-262, (2003).
- [4] Susana Martinez-Code, Stephen L. Macknik (原著), 阪口 豊 (翻訳): “眼球運動の不思議 目の動きから心が見える”, 日経サイエンス 2007 年 11 月号, pp20-29,(2007).
- [5] 久方瑠美, 村上郁也: “静止画が動いてみえる錯覚の空間スケーリング”, VISION, Vol.21, No.4, pp.233-236, (2009).
- [6] Chi, M., Lee, T., Qu, Y., Wong, T.: “Self-Animating Images: Illusory Motion Using Repeated Asymmetric Patterns”, ACM Trans. Graph. 27, 3, Article 62 (August 2008), pp.62:1-62:8, (2008).
- [7] 「北岡明佳の錯視のページ」  
< <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/> >  
(2012/6/27 アクセス)
- [8] 神田尚希, 渡辺賢悟, 宮岡伸一郎: “トリックアート制作支援ツールの開発”, 芸術科学会論文誌, Vol.11, No.2, pp.21-28, (2012).
- [9] 渡辺賢悟, 伊藤和弥, 近藤邦雄, 宮岡伸一郎: “Poisson Image Editing を用いたキャラクタコラージュシステムの開発”, 芸術科学会論文誌, Vol.9, No.2, pp.58-65, (2010).