

# 輝度が近い異色相の像の継時加法混色による背景同化と瞬目による残像知覚による表現手法の提案

時崎 崇<sup>\*1</sup> 須佐 育弥<sup>\*1</sup> 椎名 美奈<sup>\*1</sup> 加藤 史洋<sup>\*1</sup>  
青木 孝文<sup>\*2</sup> 三武 裕玄<sup>\*2</sup> 長谷川 晶一<sup>\*1</sup>

**A Proposal about Expression of After Image Perception by Blink and Assimilation the Image which has the Same Brightness and Different Color Balance with its Background**

Takashi Tokizaki<sup>\*1</sup> Ikumi Susa<sup>\*1</sup> Mina Shiina<sup>\*1</sup> Fumihiko Kato<sup>\*1</sup>  
Takafumi Aoki<sup>\*2</sup> Hironori Mitake<sup>\*2</sup> Shoichi Hasegawa<sup>\*1</sup>

**Abstract** — This system can percept the people the mixed color by additive mixture of color stimuli between two colors which have the different color balance but the same brightness. In this paper, we propose a new method to percept something with blink or saccade using projection something by the additive mixture of color stimuli. And we also show some results by experiments.

**Keywords** : Additive Mixture of Color Stimuli, Saccade, Blink, Display

## 1. はじめに

ある色と他のある色を高速で切り替えることで、人間の目にはそれら2つの色の混色（継時加法混色）が見える。継時加法混色を行った場合、更新速度が遅いと人間の目にはちらつきとしてそれらの色は知覚される。これを防ぐためには画面の更新速度を上げればよい[1]が、本論文では逆にこのちらつき現象を利用し、普段は像を知覚できないが、瞬目やサッケード時のみ知覚できる表現方法を提案する。サッケード時のみ知覚されるディスプレイは先行研究として存在する[2]が、この表現方法が実現されれば、今まで使用していた様な特別な装置を使うことなく、お化け屋敷や映画の中で「幽霊」や「透明人間」といった通常目に見えないものの表現をすることができる。また、テレビ、街頭広告などで新たに目を引く広告方法としての利用も期待することが出来る。そこで、私達はより効果的な提示を可能とする条件を探すためにいくつかの簡単な実験を行った。

以降では、その実験内容と結果について述べる。またそれらの実験からこの手法をディスプレイに応用するときの注意点を考察する。また、最後にこの表現手法の今後の展望、問題点を述べる。

## 2. 提案手法の概要

まず、輝度が近くなるように2つの色を決定する。選択した2色で画像を描き、色を高速で入れ替えることで継時加法混色を起こす。これにより混色で像の中が塗りつぶされたような像を提示することができる。ここで2つの色の平均となる色を像の背景色とすると、像を背景の中に隠すことができる。この時、背景と像が人の目で見て区別できないように背景色を調整することで、瞬目やサッケードを行ったときにのみ、像と背景色との境界、及び像内の異なる色同士の境界のエッジが見え、それ以外のときでは背景に溶け込むという表現が可能になる。

## 3. 実験

映像提示において重要な要素である、

- 形の提示
- 濃淡の提示
- 動画像の提示

についての実験を行った。

### 3.1 実験の評価方法

被験者はモニタ正面から約50cmの位置に視点が来るように座らせ映像を提示し、知覚された像に対して以下の1～5の中から当てはまるもの全てを選択させた。

本実験で使用した色は255階調のRGB=赤{200, 0, 0}、青{0, 0, 200}の2色である。実験の評価基準を以下に記す。

<sup>\*1</sup>: 電気通信大学, { tokizaki, susa, shiina, fumihiko.k, hase }@hi.mce.uec.ac.jp

<sup>\*2</sup>: 東京工業大学大学院, { aoki, mitake }@hi.pi.titech.ac.jp

<sup>\*1</sup>: The University of Electro-Communications

<sup>\*2</sup>: Graduate School, Tokyo Institute of Technology

1. 何をしても像が知覚できない
2. 手を目の前にかざして振ると像を知覚できる
3. 瞬目で像を知覚できる
4. サッケード(視線の推移)で像を知覚できる
5. 常時像が知覚される

実験には液晶モニター (SAMSUNG SyncMaster 740BX) と PC (ビデオカード: NVIDIA GeForce8600GT, DVI接続)のものを使用した。

モニターの特性を踏まえブラウン管モニター (IIYAMA 製 型番不明) でも同様の実験を行った。

実験は被験者(大学生4名:男性3,女性1名)で1人ずつ行った。

### 3.2 実験内容

#### 3.2.1 実験1 (形の提示・原理の確認)

四角形の色を 30Hz で切り替えることで、瞬目やサッケードのときにのみ画像を知覚することが出来るか調べた。

結果は、液晶モニター、ブラウン管モニター共に瞬目とサッケードの時にのみ四角形の形を知覚することが出来た。

#### 3.2.2 実験2 (形の提示-正弦波形縞模様-)

瞬目やサッケードで知覚できる最小の空間周波数を調べるために、正弦波状に変化する縦縞(図1)の色相を 30Hz で切り替え、このとき縞の幅が最低どの程度あれば縞模様を知覚しやすいかを調べた。

結果は、液晶モニター、ブラウン管モニター共に知覚できる最小の空間周波数は 0.873cpd (cycle per degree) 付近であった。

縞と縞との境界が正弦波の空間周波数の周期を大きくするにつれ、あいまいになった。大きくし過ぎると形がぼんやりとしか知覚できず何を見ているのかよくわからなくなった。

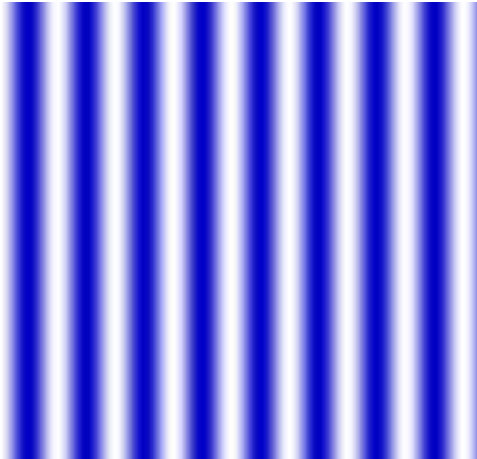


図1: 正弦波状に色が変わる縞模様

#### 3.2.3 実験3 (動画像の提示)

##### 3.2.3.1 並進運動

継時加法混色させている四角形を背景色で描かれたキャンバス内で滑らかに並進させた時に、四角形が背景に隠れて見えるかを調べた。混色について、

「一つ目の選択色:色Aの像」→「二つ目の選択色:色Bの像」→「角度を動かす」→・・・というループ(ループ1)

「色Aの像」→「角度を動かす」→「色Bの像」→「角度を動かす」→・・・というループ(ループ2)

の二種類のループについて、図形と背景との間にエッジが見えるかを調べた。

ループ1の結果

二つの色を表示してから次の角度へと動かしているのにもかかわらず、四角形と背景との間の進行方向側に色A 進行方向逆側に色Bのエッジが見えてしまった。

(図2)

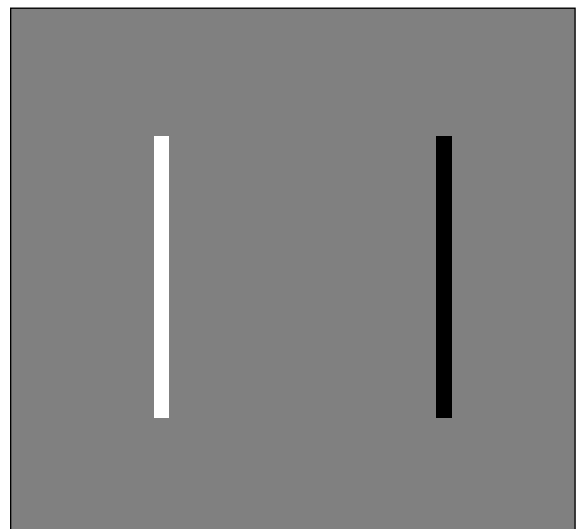
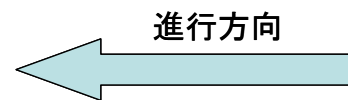


図2: 実験3.2.3.1のエッジのイメージ

ループ2の結果

こちらの方が一見エッジが見えそうではあるが、ブラウン管モニターではループ1に比べエッジが見えるということは無かった。しかし、液晶モニターではループ1で色エッジが出た部分に輝度の差が現れた(図2のエッジ部分を輝度の差に置換)。

##### 3.2.3.2 回転運動

継時加法混色させている四角形を背景色で描かれたキャンバス内で滑らかに回転させた時に、四角形が背景に隠れて見えるかを調べた。回転の角度は3.2.3.1のループ2と同じように動かし、図形と背景の間のエッジが消えるかを調べた。

結果は、液晶モニタ、ブラウン管モニタ共に色のエッジが回転前後で図形が重ならない場所に現れた。しかし、四角形の角の一つを注視すると、その角の色のエッジが消え、他の三箇所の色エッジだけが見えた(図3)。

また、ここでも液晶モニタでの試験時のみ、注視点の色エッジの出ている部分に輝度の差が現れた。

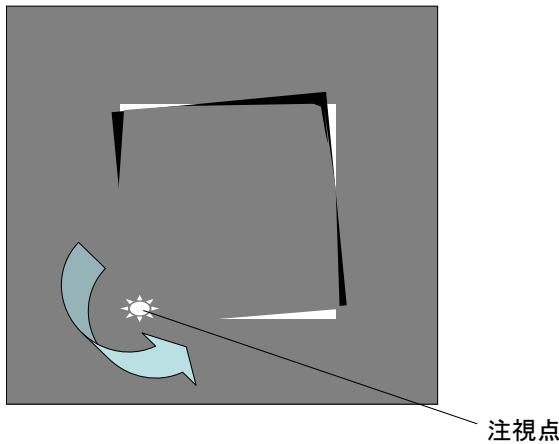


図3：注視によるエッジの消失のイメージ

### 3.2.4 実験4 (動画像-コマ送り回転-)

3.2.3では滑らかに回転が行われていたが、3.2.4では5回色を入れ替えた後に図形を20°回転させる(回転の更新周期は12Hz)。このように回転角を大きくすることで飛び飛びのコマ送りとなるように3.2.3からプログラムを改変しエッジが消えるかを調べた。

結果は、液晶モニタ、ブラウン管モニタ共に色Aと色Bを1回ずつ切り替えた後に角度を送っているにもかかわらず、どの被験者にも回転前と回転後で重ならない場所を選択した色の残像が見えてしまった(図4)。

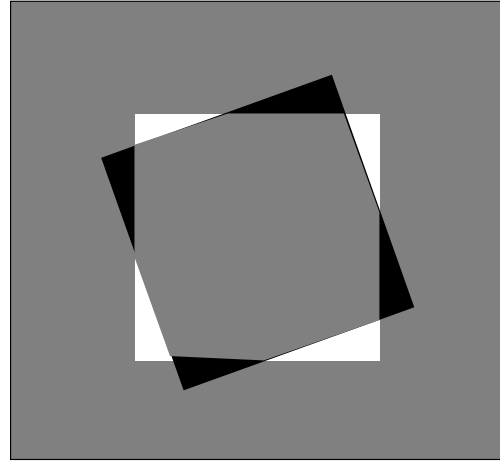


図4：コマ送りでの色エッジのイメージ

### 3.2.5 実験5 (動画像-コマ送り回転+濃淡-)

3.2.4 実験4のプログラムを改変し、像の色を色Aと色Bの点滅から背景色までの間で下式のように変化させるようにした。ただしtはフレーム番号(1フレーム=1/60秒)を表す

$$\begin{aligned} \text{提示色} = & \text{色 A} \cdot \left\{ (-1)^t \frac{\sin\left(\frac{t}{20} * \pi\right)}{2} + \frac{1}{2} a \right\} \\ & + \text{色 B} \cdot \left\{ -(-1)^t \frac{\sin\left(\frac{t}{20} * \pi\right)}{2} + \frac{1}{2} \right\} \end{aligned}$$

この時、回転角度を変更するタイミングは像の色が背景色と同じになったとき( $t=20,40,60,\dots$ )に設定した。

この結果、液晶モニタ、ブラウン管モニタ共に実験1~4で観察されていた残像や輝度の変化は観察されなくなった。

また、瞬目やサッケードによる図の知覚は、色の変化が大きい $t=10,30,50,\dots$ のときには知覚されるが、 $t=20,40,60,\dots$ のときは、知覚されない。このため、像が知覚される確率が低くなってしまった。

## 4.結論

ちらつき現象を利用し、普段は像を知覚できないが、瞬目やサッケード時のみ知覚できる表現方法を新しく提案した。

図形を移動させた時に生じるエッジを作らずに提示するためには、空間周波数以外に時間

周波数の切り替えも行うコマ送りの画像にすればよいということがわかった。

しかし、形の提示は可能であるが、濃淡の提示および滑らかな映像の提示を行うことは現在の段階ではブラウン管モニタで並進運動を見たときにのみ出来、それ以外の動作の時には出来ないということがわかった。

また、モニタの種類によっても色エッジが消えたときに得られる結果（輝度の違いが現れるか否か）が異なることもわかった。

今後の展開として、複雑な形状の動画像提示の実現、コマ送りではなく滑らかな回転動画像提示を実現するための手法の提案、濃淡を知覚させるための手法の提案などが挙げられる。

### 参考文献

- [1] 日本視覚学会編, 視覚情報処理ハンドブック, 朝倉書店, pp219-221, 2004
- [2] 渡邊淳司, 視覚情報提示のための時空間統合知覚特性の研究, 博士論文, 東京大学システム情報学専攻, 2005