

# 色相ブレンド法を用いた携帯型2色覚補助ツールの検討 —画面サイズによる使用感の比較—

松元 明子<sup>†</sup> 比良 祥子<sup>†</sup> 木原 健<sup>†</sup> 大塚 作一<sup>†</sup>

鹿児島大学大学院理工学研究科<sup>†</sup>

## 1. まえがき

人間の色覚には多様性があり、日本人の場合、男性の約 5%、女性の約 0.2%が赤と緑が見分けにくい色弱者であると言われている[1]。従来から多くの色覚補助ツールが研究・開発されてきたが、これまでは一般の3色覚者が感じる赤と緑の色対比などを2色覚者に直感的に示すことは困難であった。そこで我々は、2色覚者が分かり易い色対比である黄と青を使って赤と緑の色対比を直感的に伝える手法（色相回転法[2]・色相ブレンド法[3]）を考案し、Android 端末で実時間動作可能なプロトタイプを開発した。今回、画面サイズが異なる iPad, iPad mini へ実装を行い、画面サイズによる使用感の違いについて実験的に検討を行ったので、その結果を報告する。

## 2. 色相ブレンド法

### (1) 基本原理

まず、図 1 及び式(1)~(6)に示すように、YCbCr 色空間において、黄と青の領域をそのままにして、赤と緑の領域の色味のみを変化させた色相ブレンド画像を作成する。ここで、式(1)~(2)によって最初に角度  $\theta$  の回転を行うのは、人間の視覚における反対色の軸とビデオ信号の色差成分軸 (Cb, Cr 軸) が一致していないため、その補正を行うものである。係数  $a$  は混合係数であり、1 よりも大きい値を用いることによって、赤と緑の変化をより知覚し易くすることができる。係数  $b$  はバイアス係数であり、使用者によって青と黄の知覚の程度に偏りがある場合に補正を行うものである。なお、上記処理によって、式(5)~(6)で求めた値が定義域を超える可能性があるため、閾値処理を行う必要がある。

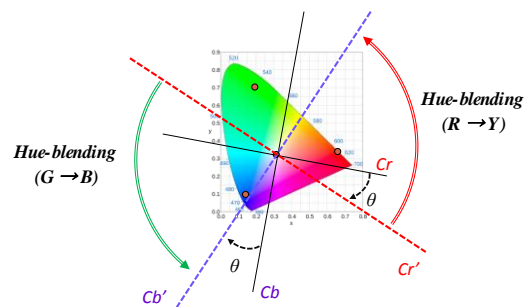


図 1 色相ブレンド法の原理

$$Cb' = Cb \cos \theta + Cr \sin \theta \quad \text{-----(1)}$$

$$Cr' = -Cb \sin \theta + Cr \cos \theta \quad \text{-----(2)}$$

$$Cb'' = Cb' - a(Cr' + b) \quad \text{------(3)}$$

$$Cr'' = Cr' \quad \text{------(4)}$$

$$Cb''' = (1 + a \sin \theta \cos \theta) Cb - (a \cos^2 \theta) Cr - ab \cos \theta \quad \text{--(5)}$$

$$Cr''' = (a \sin^2 \theta) Cb + (1 - a \sin \theta \cos \theta) Cr - ab \sin \theta \quad \text{--(6)}$$

つぎに、オリジナルカラー画像と色相ブレンド画像を交互に表示する。これにより2色覚者は、2つの画像の変化部分のみに着目すれば、通常では見分けにくい赤と緑の領域を、色対比の感覚を含めて知覚することができる。

図 2 に色相ブレンド法による変換例を示す。色相ブレンド画像を見ると赤と緑の領域の色味が変化したことがわかり、その2色覚シミュレーションを見ると2色覚者でも色対比が強調されて知覚されることがわかる。



図 2 色相ブレンド法による変換例

Hue-Blending Method for Dichromacy Support on Smartphones: Evaluation of Display Size Dependency  
<sup>†</sup>Akiko Matsumoto, Shyoko Hira, Ken Kihara, Sakuichi Ohtsuka, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

本研究は、平成 25 年度科学研究費 奨励研究（課題番号：25919017 研究代表者：松元明子）を受けて行われた。

(2) プロトタイプ化

iOS の AV Foundation フレームワークを利用して、カメラのプレビュー画像を YCbCr フォーマットで逐次取得し、取り出した色差成分をブレンド処理した。ブレンド処理には OpenGL ES2.0 のシェーダを利用した。

iPad mini (Wi-Fi, 16GB) を用いて実験を行った結果、色相ブレンド法と2色覚シミュレーションを同時に利用した最大負荷時でも、実用上十分な速度である約 13f/sec の動画処理が可能であった。

3. 画面サイズによる使用感の違いの検討

(1) 実験手順

被験者は D 型色覚者 1 名である。この被験者は色に関わる研究を行っており、一般の人と比較して色識別の能力が優れていると思われる。実験前に、まず、提案手法や操作方法について説明を行い、その後、テスト画像等を用いて操作を習熟してもらった。

使用端末は、iPad (9.7 インチ、カメラ画像サイズ 1024x768)、iPad mini (7.9 インチ、カメラ画像サイズ 1024x768)、Android 端末 (4.27 インチ、カメラ画像サイズ 480x800) の 3 種類とした。画像は、フロアマップや路線図、色分け地図など、日常での使用を想定した 20 枚を使用した。1 枚の画像につき 3 つのタスクを用意し、それぞれ iPad、iPad mini、Android 端末を利用して実行してもらった。使用する機種の場合は画像ごとにカウンターバランスをとった。

被験者は 2 色覚補助ツールを通して画像を見ながらタスクを行い、完了時間を計測した。同時に使用感の評価を求めた。実験後、使用した画像を 3 段階の難易度に分類することを求めた。

(2) 実験結果

被験者が行った難易度分類の結果は、「簡単」10 枚、「普通」6 枚、「難しい」4 枚であった。難易度ごとのタスク完了時間の平均を図 3 に、使いやすさの評価の平均を図 4 に示す。どちらも標準誤差によるエラーバーを付与している。どの端末を使用しても主観評価結果はほとんど変わらなかったが、タスク完了時間は画面サイズが大きくなるほど短くなっていることがわかる。

タスク完了時間に注目すると、画面サイズが小さい Android 端末では、面積比で約 5.6 倍の大きさの iPad に比べ約 2 倍の時間を要した。難易度が高い画像では Android 端末と約 3.7 倍の大きさの iPad mini でも完了時間が約 2 倍であった。

今回は被験者が 1 人であったため、被験者自身

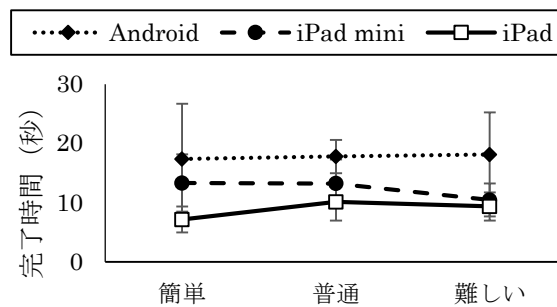


図 3 タスク完了時間

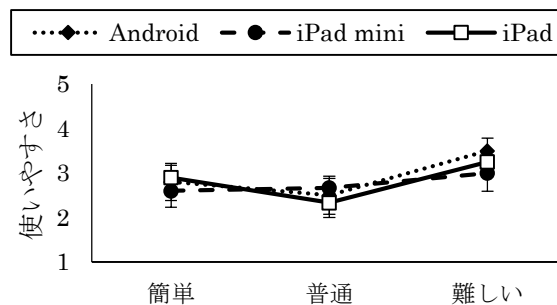


図 4 使いやすさ

に難易度分類を求めたが、これは実験者が想定していた難易度とは異なっていた。被験者を増やすにあたり、難易度の設定が課題となる。

4. おわりに

今回新たに iOS 端末向けプロトタイプの開発を行い、iPad、iPad mini へ実装を行った。画面サイズが異なっても使いやすさに関する主観評価結果はほとんど変化しなかったが、タスク完了時間は画面サイズが大きくなるほど短縮されることが明らかとなった。

今後は、被験者数を増やして、より正確な評価を求めるとともに、ユーザインタフェースの改良を図るなどの細部の検討を行う予定である。

<参考文献>

[1] 岡部正隆、伊藤啓：“色覚の多様性と色覚バリアフリーなプレゼンテーション”、月刊「細胞工学」2002年7月号～9月号連載、秀潤社 <http://www.nig.ac.jp/color/barrierfree/barrierfree.html>.  
 [2] Sakuichi Ohtsuka, Shyoko Hira, Ken Kihara, Junko Ikegami: “Novel Real-Time and Bi-directional Color Simulator for Dichromacy and Trichromacy on Smartphones”, SID 2012, pp.729-732 (June 2012).  
 [3] Shyoko Hira, Akiko Matsumoto, Ken Kihara, Sakuichi Ohtsuka, Koichi Iga: “Hue Blending Method: Improved Red-Green Color Segregation Capability for Dichromacy Support”, SID 2013, pp.1089-1092 (May 2013).