

# 携帯型 2 色覚・3 色覚双方向リアルタイム色覚シミュレータの紹介

○比良 祥子<sup>1</sup> 松元明子<sup>1</sup> 木原 健<sup>2</sup> 大塚 作一<sup>2</sup>

鹿児島大学大学院理工学研究科技術部<sup>1</sup> 鹿児島大学大学院理工学研究科情報生体システム工学専攻<sup>2</sup>

## 1. はじめに

色覚には個人差が大きいことが知られており、日本人の場合、赤緑色弱者は男子人口の約 5%とされている[1]。最近では色覚の個人差を問わず、できるだけ多くの人に正確な情報を伝えるカラーユニバーサルデザインが求められており[2]、色覚タイプの異なる一般色覚(3 色覚)者と赤緑色弱(2 色覚)者は、お互いの色の見え方の違いを理解する必要がある。しかし、従来、3 色覚者への 2 色覚シミュレーション手法と 2 色覚者への色覚補助手法とは、個別に検討・開発されていた。加えて、2 色覚者への色覚補助においては、色弁別を補助することに主眼が置かれ、色対比の感覚を伝える試みはなされていなかった。

そこで我々は、映像信号の特性を生かして、ソフトウェアのみで実時間動作が可能で、色対比の感覚を共有可能な 2 色覚・3 色覚双方向のシミュレータを提案する[3]。

## 2. 提案手法

### 2.1. 3 色覚者への 2 色覚シミュレーション (簡易 2 色覚シミュレーション法)

YCbCr 方式の映像信号を用いて色差空間内で信号処理を行い、実時間動作を可能にする (図 1 参照)。

まず、2 色覚の大きな特徴は、3 色覚者には異なって見える様々な色 (例えば赤と緑) が 1 つの同じ色に見えてしまうことである。これを CIE xy 色度図上に表すと 1 直線に並び、混同色線という[1]。

ここで、Cr (R-Y) 軸は、前述の 2 色覚の混同色線と方向がほぼ同じである。したがって、Cr 成分をまず除去する。なお、赤緑色弱には 1 型 (P 型) と 2 型 (D 型) があるが、いずれにも適用可能である。つぎに、3 色覚者にとって目障りな黄緑色の成分を除去し、黄色と青色の対比で表示する。Cb 軸をわずかに回転することにより実現するため、少ない演算量で 2 色覚の簡易シミュレーションが可能になる。

### 2.2. 2 色覚者への補助 (Hue-Blending 法)

3 色覚者は、「赤-青緑 (シアン)」と「黄-青」の 2 対の反対色を持ち、「赤-青緑」の方が、「黄-青」よりその対比を強く感じる。対して 2 色覚者は、「黄-青」の 1 対の反対色を持つ(図 2 参照)。

2 色覚者が 3 色覚者の 2 つの色対比を理解するためには、まず、「黄-青」の色差成分はそのままにして、3 色覚者が主として利用している「赤-青緑」の色対比を、2 色覚者が色対比として知覚しやすい「黄-青」の色対比に変換する (図 3 参照)。つぎに、原画像 (無変換画像) と変換画像とを切り替えて表示することにより、2 色覚者が「赤-青緑」と「黄-青」の色対比を比較しながら知覚できるようにする。これにより、2 色覚者が肉眼で確認しづらい「赤-青緑」の色差が「黄-青」の色差として知覚可能となり、3 色覚者と同じ色対比の感覚で識別が可能となる (図 4 参照)。

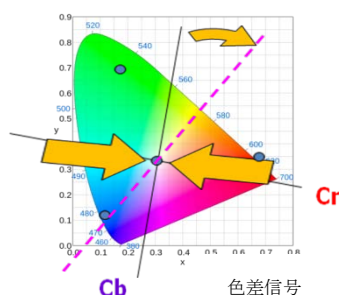


図 1. 簡易 2 色覚シミュレーション法

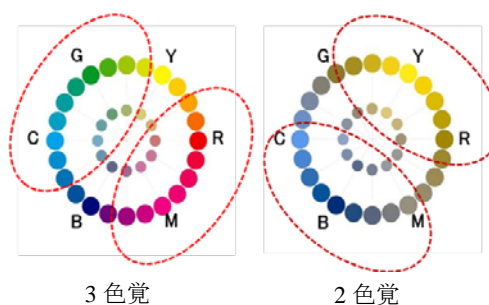


図 2. 色弁別の違い

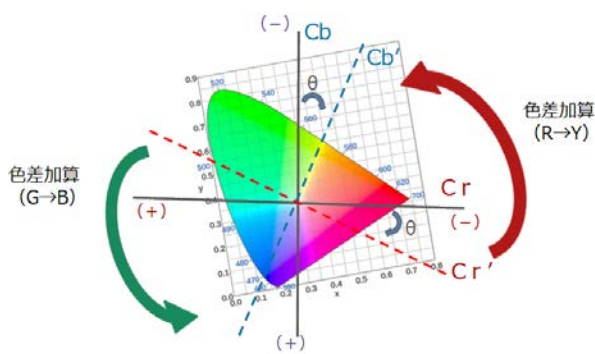


図 3. Hue-Blending 法



[A]原画 (RGBカラー)



[A']同 (2色覚シミュレーション)



[B] Hue-Blending法による変換画像 (RGBカラー)



[B'] 同 (2色覚シミュレーション)

図 4. 変換画像と 2 色覚シミュレーション

### 3. プロトタイプの開発と評価実験

利用者にとって身近なカメラ付きのスマートフォンやタブレット端末で動作し、リアルタイム動画像を確認できることが重要である。市場シェアの高い Android 端末と iPhone, iPad 等の iOS 端末の両 OS 向けに開発を行った。Android 端末向けのアプリケーションは一般的な Java 言語で開発されるのに対し、iOS 端末向けアプリケーションは Objective-C という言語が用いられ、それぞれ開発スタイルはまったく異なるため、複数の技術者で協力して開発を行った。

Hue-Blending 法は、上述のように原画像（無変換画像）と変換画像とを切り替えて表示することが必要であるため、変換画像がちかちかと 2 回点滅するような周期とした（図 5 参照）。利用シーンに合わせて点滅周期の変更、停止ができ、手動で原画像と変換画像の切り替えも可能。タッチした箇所の色名を表示する機能や、3 色覚者向けの 2 色覚シミュレーション機能、変換度合を個人に合わせて微調整できる強調設定等も実装し、ユーザビリティ向上のためアプリケーションの完成度を高めた。

評価実験では、カラーチップを用いた実験や自然画像を用いたものなど 3 種類の実験を実施し、いずれも色覚補助アプリケーションを用いた場合は何も使用しない場合に比べて有意差を得ることができ、2 色覚者が 3 色覚の色対比を非常によく理解可能であった。詳細は参考文献[3]を参照されたい。

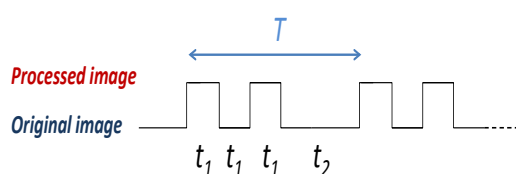


図 5. 原画像と変換画像の表示周期

### 4. むすび

映像信号の特徴を生かした 2 色覚・3 色覚双方向リアルタイム色覚シミュレータをスマートフォン上のソフトウェアで実現した。提案手法は、色覚タイプの異なる人同士の相互通信をサポートするツールとして効果的であることが明らかとなった。今後は実用化へ向けて更なる改善や新機能の追加、メガネ型ウェアラブル端末への実装などを検討している。

### 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] NPO 法人カラーユニバーサルデザイン機構(<http://www.cudo.jp/>)
- [3] Shyoko Hira, Akiko Matsumoto, Ken Kihara, Sakuichi Ohtsuka, Koichi Iga, Hue-Blending Method: Improved Red-Green Color Segregation Capability for Dichromacy Support, Society for Information Display (SID) International Symposium Digest of Technical Papers, pp.1089-1092 (2013).