

カラーマトリックスによる色覚特性評価システム

Report on tentative data of color vision observed by color matrix

福田 宏	Hiroshi Fukuda	静岡県立大学	University of Shizuoka
植松正吾	Shogo Uematsu	静岡県立大学	University of Shizuoka
村上篤司	Atsushi Murakami	富士常葉大学	Fuji Tokoha University
勝矢光昭	Mitsuaki Katsuya	静岡県立大学	University of Shizuoka

キーワード：色覚特性，カラーマトリックス，測色器，sRGB ディスプレイ
Keywords: Color vision, Color Matrix, Display Color Analyser, sRGB display

1. 概要

測色器による測色データで色補正したパーソナルコンピュータのディスプレイにマトリクス状に配列した色つきタイルを表示し，被験者が色度の異なるタイルを判別できるか否かの実験を行った．色覚異常者2名を被検者とした実験から，この方法によって，色覚異常の種類と強弱をひとり5分弱の時間で定量的に判別できることがわかった．

2. 色覚特性自己評価システム

我々は，sRGB ディスプレイに色つきタイルを2枚表示し，「色が異なるか」という質問に回答することで，色覚特性を自己評価するシステムの開発に取り組んだが，満足できる結果が得られなかった[1]．原因は，画面構成，「質問」とディスプレイのsRGB規格からのずれであった．本報告では，この問題点を改良した新しいシステムを紹介し，色覚異常者の色覚特性測定結果を示す．

3. ディスプレイ補正

現在のsRGBディスプレイは，色覚特性を測定するには規格からのずれが大きい．図1はsRGBディスプレイ[2]で明るさ $Y=0.15$ の色を発色し，発色しようとした色(■)と測色[3]した色(□)を u' v' 色度図にプロットしたものである．直

線は第一種，第二種色覚異常者の混同色線である．発色の誤差が第一種と第二種の混同色の色差に比べ無視できないことがわかる．

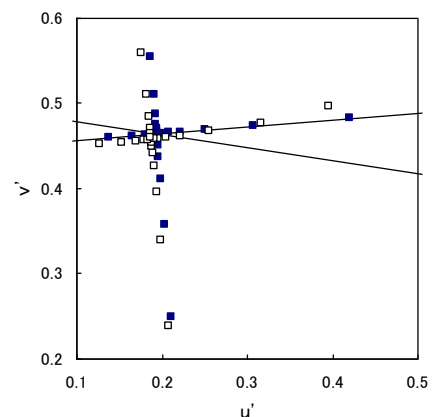


図1 sRGBモードでのCRT発色

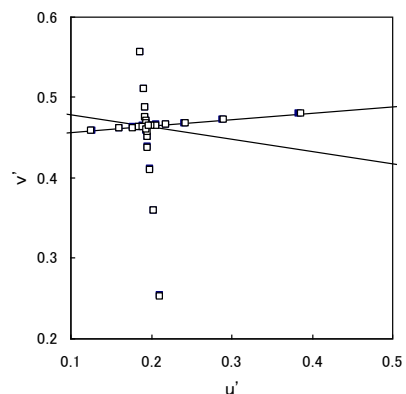


図2 ディスプレイ補正後のCRT発色

これを補正するために，赤(R)，緑(G)，青(B)と無彩色各256色，合計1024色を測色器[3]で測色した色度データを使い，ディスプレイを補正する．補正結果を図2に示す．発色誤差は混同色の差に比べて十分に小さくなる．

4. カラーマトリックス

黒い背景 ($R=G=B=0$) に $n \times n$ 枚の正方形の色つきタイルを図3に示すようにマトリックス状に配置して表示する.

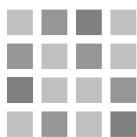


図3 カラーマトリックス

これをカラーマトリックス, タイルをセルと呼ぶ. セルの明るさは全て異なり平均 Y のまわりを ΔY の範囲でランダムに変動する. セルの色度は, $n^2 - m$ 個が基準色 $C = (u', v')$, m 個が参照色 $C_0 = (u_0', v_0')$ である.

被験者に $m=1$ のカラーマトリックスを示す. もし被験者が参照色 C_0 のセルを指すことができれば被験者は C と C_0 を判別できたと考えられる.

5. 色覚特性測定アルゴリズム

色覚特性を測定したい色を C とする. 3種類の混同色中心を P, D, T とする. X は P, D, T のいずれかとする. $CX(\theta)$ を C から X へ向かう半直線を反時計回りに θ 回転した半直線とする.

C と $CX(\theta)$ 上の色をどれだけ弁別できるかを測定するために, 基準色が C , 参照色が $CX(\theta)$ 上の色である $m=1$ のカラーマトリックスを利用する. セルの大きさは視野角 2 度, セル間の距離は 1 度にする. セルの明るさの変動範囲 ΔY は参照色と基準色の色差に応じて変化させる.

カラーマトリックスはユーザーがセルをポイントするまで表示する. ポイントしない場合は 4 秒経過後に非表示にし, いずれの場合も 5 秒後に次のカラーマトリックスを表示する.

以上の測定を, $\{CX(2j\pi/k), j=1, 2, \dots, k\}$ を 1 回の RUN としておこなう. これを $RUN(CX, k)$ と書く. k 種類の方向はランダムに混合する.

6. 測定結果

石原色覚表で色覚異常と判定される被験者 A, B 2 名に対して, 無彩色 W を基準色に用いて $RUN(WP, 4)$ と $RUN(WD, 4)$ を行った. A は 20 代男, B は 40 代男である. 各 RUN は 5 分弱で終了した. 結果を図4, 図5に示す. 直線は $RUN(WD, 4)$ で, 破線は $RUN(WP, 4)$ で基準色と混同する色である. 被験者 A には, 第2種の色盲 (あるいは強い色弱) の特徴, B には第2種の弱い色弱の特徴を見いだすことができる.

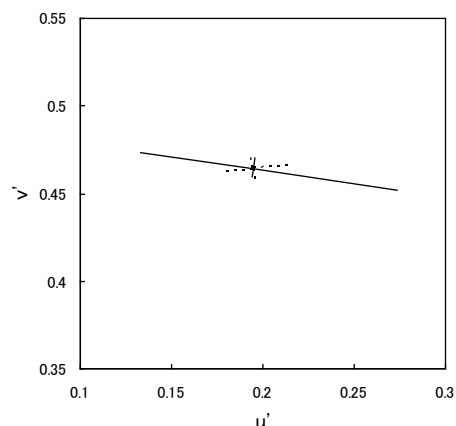


図4 被験者 A (20 代男)

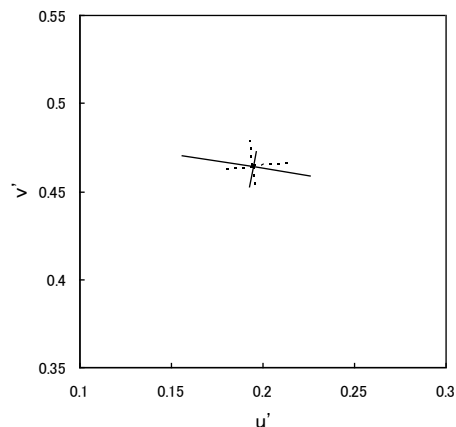


図5 被験者 B (40 代男)

参考文献

- [1] 村上篤司他「sRGB ディスプレイで測定した色覚特性自己評価データの間接報告」, 日本色彩学会第 34 回全国大会 (2003)
- [2] SONY CRT Multiscan G420.
- [3] ミノルタ DISPLAY COLOR ANALYSER CA-210.