

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 10 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500507

研究課題名（和文）有機 EL-HMD を用いたウェアラブル色覚認識支援システムの構築

 研究課題名（英文）Development of wearable support system for color perception
with an organic electro-luminescence head mount display.

研究代表者

奥村 浩（OKUMURA HIROSHI）

佐賀大学・大学院工学系研究科・准教授

研究者番号：50251195

研究成果の概要（和文）：本研究では、色覚正常者、色覚異常者いずれにとっても有用な機能を有するウェアラブル色覚支援システムを構築した。このシステムは、有機 EL パネルを用いた超軽量ヘッドマウントディスプレイ、カラー CCD カメラ、超小型コンピュータから構成され、色覚正常者の視覚系で生じるプルキニエ効果、明順応や暗順応のシミュレート機能を有する。また、色覚正常者が色彩デザインを行う際に有用な、様々な色覚異常状態をリアルタイムにシミュレートする機能を有する。さらに、色覚異常者の日常生活支援を目的とした色彩情報認識機能や、特定色の抽出・強調表示する機能を有する。

研究成果の概要（英文）：A human vision simulation camera system is developed. The system can simulate not only Purkinje effect for mesopic and scotopic vision but also dark and light adaptation. This system consists of an organic electro-luminescence head mount display with a couple of color USB cameras, an illuminator and a small computer. This system provides a simulation function of various types of specific color perception for persons with normal color perception. In addition, this system also provides color information analyzing function and specific color detection function for persons with specific color perception.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：ユニバーサルデザイン、色覚異常、プルキニエ効果、

色覚シミュレータ、色彩認識支援システム、視細胞分光特性、

ウェアラブルコンピュータ、有機 EL ヘッドマウントディスプレイ

1. 研究開始当初の背景

近年、コンピュータやインターネットの普及によって、個人で容易に情報の発信や受信が行えるようになってきた。さらに、デジタルカメラやカラープリンタの普及により、色彩豊かな印刷物や Web ページが流布している。その一方で、日本人男性の約 5%、日本

人女性の約 0.2%以上に色覚の異常が見られる。その結果、いかに色彩豊かで美しい印刷物やインターネット情報も、色覚異常を有する人々にとっては有用とは成り得なくなってしまうため、こうした「カラー・バリア」を取り除き、ユニバーサルデザインを提供するためのシステム作りが必要となる。

2. 研究の目的

本研究では、色覚正常者、色覚異常者いずれにとっても有用な機能を有するウェアラブル色覚支援システムを構築する。このシステムは、有機 EL パネルを用いた超軽量ヘッドマウントディスプレイ、カラー CCD カメラ、超小型コンピュータから構成される。このシステムを用いることにより、色覚正常者が色彩デザインを行う際に、様々な色覚異常状態をリアルタイムにシミュレートすることが可能となるだけでなく、色覚異常者が既に存在している物体の色彩の認識の支援が可能となる。

3. 研究の方法

(1) 本研究で開発するシステムは、大きく 2 種類のシステムに分けることができる。

第 1 のシステムは、色覚正常者用のシステムで、人間の視細胞の分光特性に基づいた色覚異常状態シミュレーションが可能である。第 2 のシステムは、色覚異常者が、現在注視している点の色彩情報の獲得、入力画像の中から特定色を抽出・強調表示可能な色彩認識支援システムである。これらのシステムは、ほぼ同一のハードウェア構成で、処理アルゴリズムを変更するだけで実装可能である。本研究では、まずプロトタイプシステムを構築し、プルキニエ効果、明順応や暗順応、様々な異常色覚タイプの実装を行った。

(2) 人間は、明るい場所（明所視）で感じる色味と、うす暗い場所（薄明視）、暗い場所（暗所視）で感じる色味が異なる。これがプルキニエ効果である。また、明さが極端に異なる場所に急に移動した場合に、その明るさの変化に適応完了するまで一時的に見にくくなる現象が順応である。

プルキニエ効果や順応は、人間の網膜内の視細胞（桿体細胞や錐体細胞）の密度分布を用いて実装した。

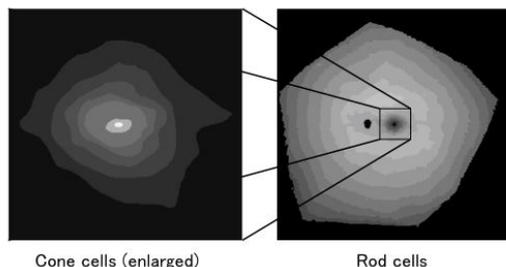


図 1 網膜内の視細胞密度分布（右：桿体細胞、左：錐体細胞の拡大）

(3) 人間網膜内には、色彩を感じる 3 種類の錐体細胞（S 錐体、M 錐体、L 錐体）があるが、色覚異常の場合、以下のような錐体細胞出力の変更が考えられる。

Type	Denomination	Prevalence		
		Men	Women	
Monochromacy	Achromatopsia	0.00003%		
	Protanopia	1.01%	0.02%	Missing L-cone
Dichromacy	Deuteranopia	1.27%	0.01%	Missing M-cone
	Tritanopia	0.0001%		Missing S-cone
	Protanomaly	1.08%	0.03%	Malfunctioning L-cone
Anomalous Trichromacy	Deuteranomaly	4.63%	0.36%	Malfunctioning M-cone
	Tritanomaly	0.0002%		Malfunctioning S-cone

図 2 実装した色覚異常のタイプ

● Protanopia/Protanomaly

$$\begin{bmatrix} L_p \\ M_p \\ S_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 2.02344 & -2.52581 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix}$$

● Deuteranopia/Deuteranomaly

$$\begin{bmatrix} L_d \\ M_d \\ S_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0.494207 & 0 & 1.24827 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix}$$

● Tritanopia/Tritanomaly

$$\begin{bmatrix} L_t \\ M_t \\ S_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -0.395913 & 0.801109 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix}$$

● Achromatopsia (Monochromatism)

$$P = \begin{bmatrix} 0.298912 & 0.586611 & 0.114478 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

(4) 色覚異常者向けの色彩認識支援システムでは、注視点の画素の RGB 色空間を、CIE L*a*b*空間に写像し、色名、寒暖、同系代表色の情報を有する色彩データベースから検索を行う。

4. 研究成果

(1) システムの構成

本研究で開発したシステムは、以下の機器で構成されている。

- ・ 可視光波長を通過域とするバンドパスフィルタ
- ・ カラー CCD カメラ
- ・ プルキニエシフトや順応を実装する際に用いる照度計
- ・ ハンドヘルドパーソナルコンピュータ
- ・ 有機 EL ヘッドマウントディスプレイ



図3 開発したシステムの構成図

(2) 健常者の視覚機能の実装

プルキニエ効果の実装は、カメラから得られる画像フレームと、照度計から得られる照度値を元に入力画像フレームの色彩の変換を行う。また、順応は、照度値が大きく変化した場合に生じ、入力画像フレームに対して、一定時間過大露出(明順応時)や過小露出(暗順応時)と同様の効果を適用する。

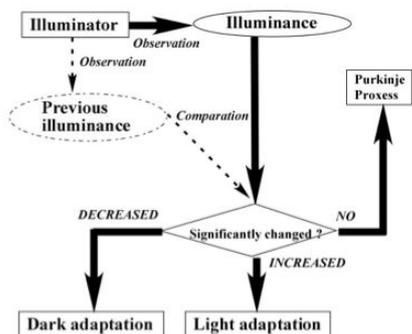


図4 プルキニエ効果と順応のアルゴリズム

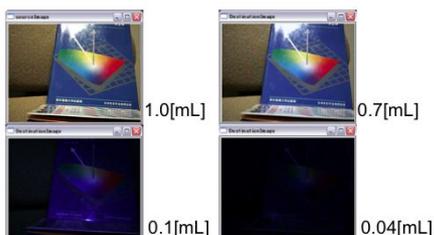


図5 プルキニエ効果のシミュレート例



図6 明順応(上)と暗順応(下)のシミュレート例

(3) 色覚異常シミュレート機能の実装
色覚異常のシミュレーションもプルキニエ効果の場合と同様に、カメラから得られる画像フレームに対して、RGB→LMS変換

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 17.8824 & 43.5161 & 4.11935 \\ 3.45565 & 27.1554 & 3.86714 \\ 0.0299566 & 0.184309 & 1.46709 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

を行った後、3(3)で示した変換式により各種の色覚異常視認画像を作成する。

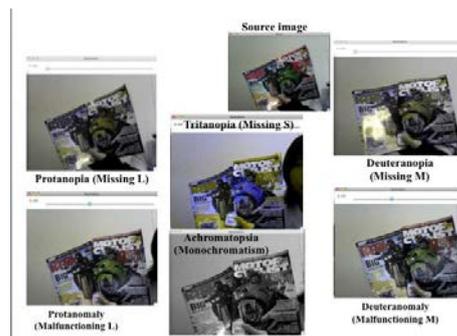


図7 色覚異常シミュレーション例

(4) 色彩認識支援機能の実装

色覚異常者向けの色彩認識支援機能は、入力画像の視野の中心部に注視領域を設定し、その中に含まれる代表色の色彩情報を表示する。また、注視領域内の代表色の類似色を有するが画素を入力画像全体から抽出し、強調表示する機能は、図8に示す手順で実装を行った。

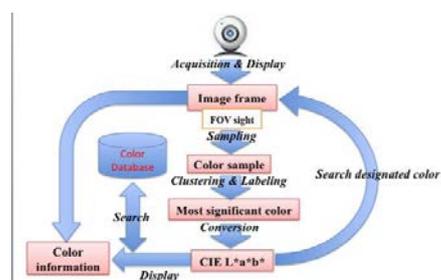


図8 色彩認識支援システムのアルゴリズム

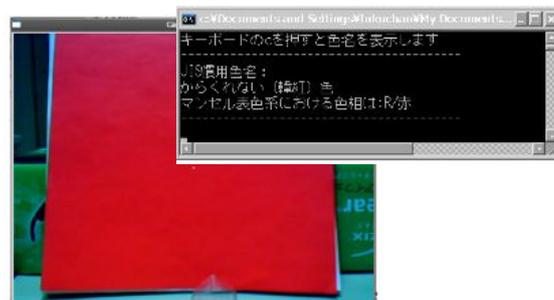


図9 色彩認識の実行例(からくれない色)

(5) 今後の課題

今後は、金や銀などの光沢色の認識精度の向上を図るとともに、本研究で実装した処理アルゴリズムに基づくスマートフォンやタブレットなどの携帯端末用アプリケーションを開発することにより、多くの利用者に広めることができると考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

① H. Okumura, S. Takubo, S. Ozaki, T. Kawasaki, I.-N. Abdullah, K. Arai and O. Fukuda, Development of a human vision simulation camera and its application (2) - Implementation of specific color perception -, Proceedings of SPIE / IS&T Electronic Imaging, 査読有, Vol. 8651, 2013, pp.86511E-1-86511E-6
DDI: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2002936>

② H. Okumura, M. Fukusaki, S. Takubo, K. Arai, Development of a human vision simulation camera and its application, Proceedings of SPIE / IS&T Electronic Imaging 2012, 査読有, Vol. 8295, 2012, pp. 82951M-1 - 82951M-8
DDI: <http://dx.doi.org/10.1117/12.912151>

[学会発表] (計2件)

① H. Okumura, S. Takubo, S. Ozaki, T. Kawasaki, I.-N. Abdullah, K. Arai and O. Fukuda, Development of a human vision simulation camera and its application (2) - Implementation of specific color perception -, SPIE / IS&T Electronic Imaging, 2013年2月4~7日, アメリカ・バーリンゲーム.

② H. Okumura, M. Fukusaki, S. Takubo and K. Arai, Development of a human vision simulation camera and its application, SPIE / IS&T Electronic Imaging, 2012年1月22~26日, アメリカ・バーリンゲーム.

[図書] (計0件)

[産業財産権

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://mahler.ip.is.saga-u.ac.jp/HuVisCam/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

奥村 浩 (OKUMURA HIROSHI)

佐賀大学・大学院工学系研究科・准教授

研究者番号：50251195

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし