

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2011

課題番号：23656115

研究課題名（和文） 色数を減らさないカラー・ユニバーサルデザイン

研究課題名（英文） Color Universal Design without Restricting Colors and Their Combinations

研究代表者

村上 存 (MURAKAMI TAMOTSU)

東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究者番号：20212251

研究成果の概要（和文）：

従来のカラー・ユニバーサルデザインは、色覚異常者にとって識別が可能な色の組合せのみを用いるアプローチが多い。いま色覚異常者が識別困難な2色 C1, C2 の組合せを考える。一方の色 C1 を明度を上げた色と下げた色のディザで近似表現すると、正常色覚者にはディザの合成によって元の C1, C2 の2色の組合せと同様に見える一方、色覚異常者にとっては無地色 C2 と、C1 の明暗ディザパターンに知覚され、両者が識別できる可能性がある。本研究はこの仮説に基づく、新しいカラー・ユニバーサルデザイン技術を提案、検証した。

研究成果の概要（英文）：

This paper proposes a new color universal design method without restricting usage of colors and their combinations using dithering technique. A key idea is that a solid color and a dithering of darker and lighter colors to approximate the solid color may look as similar color by normal color vision whereas they could be distinguishable by color vision deficiencies because one is solid and the other is a pattern of dark and light colors. Efficacy of the idea is confirmed through some experiments.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学・設計工学・機械機能要素・トライボロジー

キーワード：ユニバーサルデザイン, 色覚異常, 明度差ディザ近似。

1. 研究開始当初の背景

眼の網膜を構成する視細胞には、明るさを知覚する杆体と色を知覚する錐体があり、錐体は長、中、短のいずれの波長の光に強く反応するかにより3種類がある。いずれかの錐体の異常により、正常色覚者と異なる色覚特性（例えば、赤系統の色と緑系統の色の識別が困難、など）を示すことを、色覚異常という。公共空間の表示物、印刷物、コンピュータのモニターなどにおいて、色覚異常者にとって識別が困難な色の組合せを避け、色覚特

性の相違によらず必要な情報伝達などが行なえるように配色の設計、デザインを行なうことを、カラー・ユニバーサルデザインという。

従来のカラー・ユニバーサルデザインの研究や開発されたツールは基本的に、色覚異常者にとって識別が可能な色の組合せを用いる、色覚異常者にとって識別が困難な色の組合せは識別可能な色の組合せに変更する、などのアプローチによるものである（図1）。しかし、そのようなアプローチは基本的に使用できる色数を減らすことにつながり、次のよ

うな問題を生じうる。

- ・従来用いられている分かりやすさのための配色の慣例が制約される可能性がある。
- ・デザイナーによる色彩の美や豊かさの表現が制約される可能性がある。





		カラーデザイン	
		元の色	変更された色
色の見え方	正常色覚		
	色覚異常		

図 1 色の変更によるユニバーサルデザイン

2. 研究の目的

それに対して研究代表者は、画像処理におけるディザリングの手法を応用することにより、色の数や組合せを制約しない新しいカラー・ユニバーサルデザイン技術を着想した。例えば、色覚異常者にとって識別が困難な 2 色 C1, C2 の組合せを考える。一方の色 C1 を明度を上げた色と下げた色のディザで近似表現すると、正常色覚者にはディザの合成によって元の C1 に近い色に知覚されるため元の 2 色の組合せと同様に見える、一方色覚異常者にとっては、ディザ近似しない無地色 C2 と、C1 の明暗ディザパターンに知覚され、両者が識別できる可能性がある (図 2)。

ディザ近似のパラメータとしては、明度差 ΔL 、ディザのサイズ、ディザのパターン (市松模様、水平線、垂直線、斜線) などがあり、それによる見え方や効果の相違を系統的に分析、整理することにより、体系的なカラー・ユニバーサルデザインの手法を確立することが、本研究の目的である。

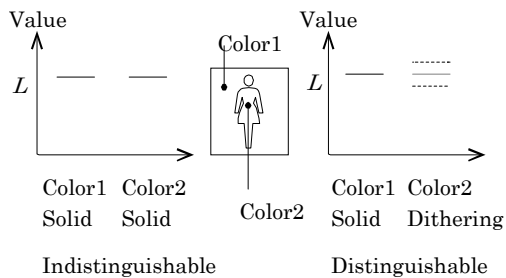


図 2 明度差ディザ近似の概念

3. 研究の方法

本研究は、次の方法により実施した。

(1) 明度 L の単一色を、明度 $L \pm \Delta L$ の明暗 2 色で明度差ディザ近似した場合、測定上で元の単一色を近似していると見なせるかどうかを、実験により検証する。

(2) 明度 L の単一色を、明度 $L \pm \Delta L$ の明暗 2 色で明度差ディザ近似した場合、知覚上で元の単一色を近似していると見なせるかどうかを、実験により検証する。方法として、ある色を大きい明度から小さい明度まで変化させてプリントしたスケールを用意し、明度差ディザ近似したカラーサンプルがどの位置の色と同等に見えるかを、スケール上に置いてもらう実験を行い、元の単一色と、明度差ディザ近似が人にどのように知覚されるかの差を分析する。

(3) 明度差ディザ近似のパラメータ値を組み合わせたサンプルパターンを用いて、色覚異常における色の識別の可否について実験を行い、識別可能なパラメータ条件を導出する。

(4) 以上の結果に基づき、本研究で目的とする明度差ディザ近似によるカラー・ユニバーサルデザインのサンプルパターンを生成、例示する。

なお、本研究における被験者は色覚異常者ではなく、色覚異常シミュレーションで色変換したサンプルを正常色覚者により評価する。

4. 研究成果

(1) カテゴリカルカラーから選定した 11 色 (赤、橙、黄緑、緑、青緑、青、青紫、紫、赤紫、桃、茶、灰) を、市松状正方形パターンで明度 $\pm \Delta L$ の明度差ディザ近似したものが、測色上で合成された結果は、プリンタの印刷色域外となった場合を除き、ほぼ明度の代数的平均として議論し得ることを実験により確認した。

例として図 3 に、青紫を明暗 2 色で明度差ディザ近似した場合の、明色、暗色、合成色の測色結果 ($L^*a^*b^*$ 表色系における L^* 値、 a^* 値、 b^* 値) を示す。

(2) カテゴリカルカラーから選定した 11 色 (赤、橙、黄緑、緑、青緑、青、青紫、紫、赤紫、桃、茶、灰) を、市松状正方形パターンで明度 $\pm \Delta L$ の明度差ディザ近似したものが、知覚上で合成された結果は、プリンタの印刷色域外となった場合を除き、ほぼ明度の代数的平均として議論し得ることを実験により確認した。

例として図 4 に、橙、緑、灰を明度 $\pm \Delta L$ の明暗 2 色で明度差ディザ近似した場合の、単一色との知覚上の色差と ΔL の関係を示す。

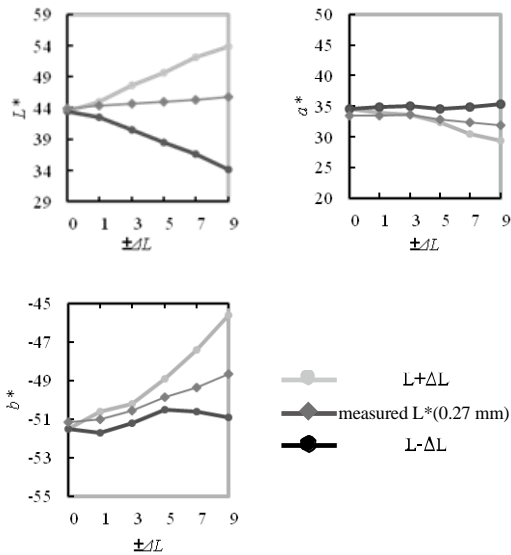


図3 青紫 (PB) における明、暗、合成の測定結果

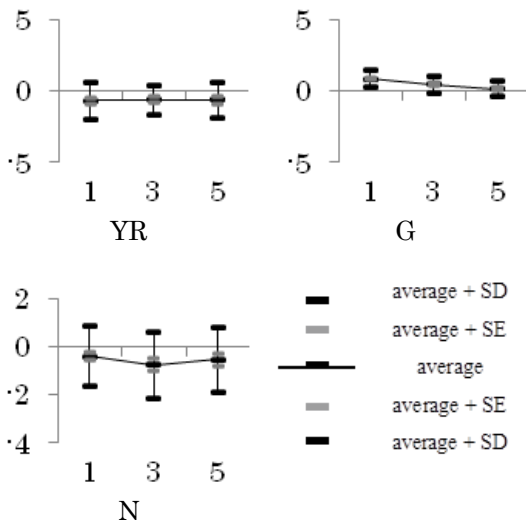


図4 橙、緑、灰の明度差ディザ近似の知覚上の色差

(3) P型色覚異常において識別困難な桃-灰、赤-緑、D型において識別困難な赤-黒、橙-緑の4つの組合せにおいて、それぞれ一方の色をディザサイズ6段階、明度差1~8段階のパラメータの組合せ(図5)で明度差ディザ近似した組合せサンプルを作成し、識別性を評価することにより、パラメータの組合せと識別性の関係を導いた。X1をディザサイズ、X2を ΔL とすると、判別関数Yは次のようになった。ここで、Yを正にするパラメータの組み合わせでは色の識別性があり、負の場合は識別性がない、という定量的関係が導かれた。

桃と灰 : $Y = 11X1 + 0.97X2 - 10$

赤と緑 : $Y = 13X1 + 0.93X2 - 8.8$

赤と黒 = $15X1 + 0.79X2 - 10$

Lightness contrast $\pm\Delta L$	8					
	7					
	6					
	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
size of dithering (mm)						

図5 識別性を評価するディザパラメータの組合せ

(4) 本研究の知見により、図6に示すような、正常色覚にとっては色の見え方を大きく変えず、色覚異常にとっては色の識別性を有するような、明度差ディザ近似によるカラー・ユニバーサルデザインが可能となった。

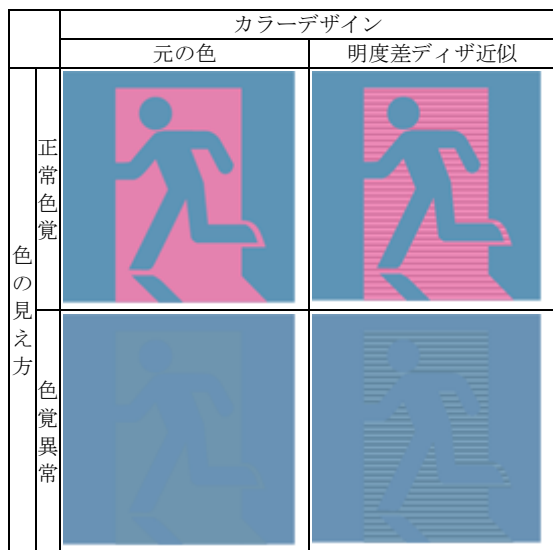
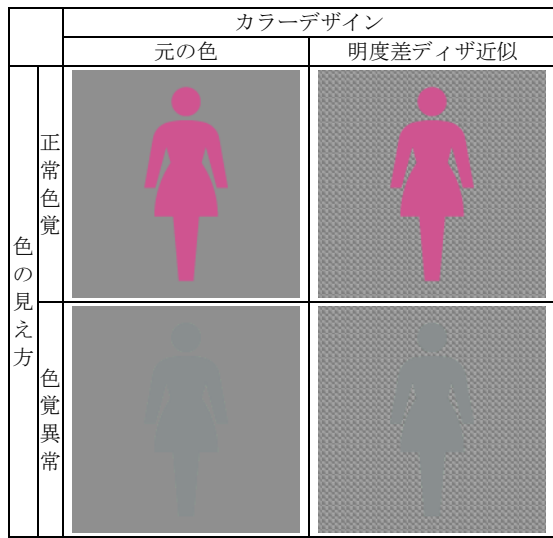


図6 明度差ディザ近似によるカラー・ユニバーサルデザインの例

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0件)

[学会発表] (計3件)

Yuki Omori, Naoto Mitsuishi, Tamotsu Murakami and Takumi Ikeda, Color Universal Design without Restricting Colors and Their Combinations Using Lightness Contrast Dithering, Design Engineering Workshop 2012, June 25-27, 2012, Seoul & Daejeon, Korea (accepted, to be presented).

三石直人, 村上存, 池田卓美, 青井清一, デイザ近似を用いた色数を制限しないカラー・ユニバーサルデザイン, 日本機械学会第21回設計工学・システム部門講演会 USB 論文集, 2011年10月23日, 米沢, pp.499-504.

村上存, 三石直人, 池田卓美, 青井清一, デイザ近似を用いた色数を制限しないカラー・ユニバーサルデザイン, 日本デザイン学会第58回研究発表大会概要集, 2011年6月25日, 津田沼, pp.202-203.

[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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村上 存 (MURAKAMI TAMOTSU)

東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究者番号: 20212251

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者