

平成 27 年 5 月 27 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500149

研究課題名(和文) 遍在的ディスプレイ環境構築のための視覚特性の理解とその応用

研究課題名(英文) Research on applied vision in ubiquitous display environments

研究代表者

大塚 作一 (OHTSUKA, SAKUICHI)

鹿児島大学・理工学研究科・教授

研究者番号：90452929

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：近年、様々な環境でディスプレイが使用されるようになり、新しい視点で視覚特性について研究する必要性が生じている。立体表示環境、カラー・ユニバーサル・デザイン表示環境、高精細表示環境において心理実験を行った。その結果、(1) 立体表示環境では正しい奥行知覚が出来ない人の割合が予想以上に多く、30%程度存在することを明らかにした、(2) 携帯端末上で実時間動作する色覚補助アプリケーションを新規開発した(色相ブレンド法の提案)、(3) 天気予報図には領域分割の方法によってプロでも気づきにくい見易さの違いがあることを明らかにした、といった研究成果が得られた。

研究成果の概要(英文)：Recently, ubiquitous display environments have been very popular. Therefore, we needed to research on human vision as functions of display environments from the new aspects. We conducted psychological experiments in the environments of stereoscopic-, color-universal-designed-, and high-resolution-displays. The results show that, (1) the population of pseud stereo-blind people is approximately 30%, which is much higher than that of expected, (2) we developed a color blind support video-application, which employs Hue-blending method, running on smartphones and tablets, (3) visibility of weather forecast maps depends on the structure of area-separation, even the professionals could hardly notice the differences.

研究分野：メディア情報学・データベース

キーワード：視覚 ディスプレイ 運動視 立体視 色覚補助 色知覚 ユニバーサルデザイン 感性

1. 研究開始当初の背景

人間の視覚特性の把握は表示技術の開発にとって非常に重要であり、関連する視覚特性を可能な限り把握しておくべきである。周到な準備により視覚特性が有効利用されている有名な例としては、ハイビジョンのアスペクト比の決定を挙げることができる(畑田1980)。一方で、不用意な取り扱いのために社会問題になった例としては、1997年に発生したテレビアニメの『ポケットモンスター』の放映中に起きた光感受性発作を挙げることができる。

また、近年カラーの表示のみならず印刷も非常に簡便となり、多彩な表現が可能となった。しかし、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、2色覚者(赤緑色弱者)は男子人口の約5%とされている。2色覚者はカラフルな世界を感じているが、正常色覚(3色覚)者との間には色覚のずれが生じている。したがって、カラーの扱いにはカラー・ユニバーサルデザイン(CUD)の観点から十分な配慮が必要である。

そこで、報告者らは、このような状況を踏まえ、これまで、(1) モバイル表示環境：動的な状況における視認性の検討、(2) 立体表示環境：立体視能力の個人差の検討、(3) カラー表示環境：2色覚者のための補助ツールの検討、等を実施してきた。

その結果、これらの特徴的な表示環境において、今まで知られていなかった重要な知見が得られつつあった。しかし、これらの視覚特性はまだ十分に解明、もしくは実用的に利用できる状態には到達しておらず、より一層の研究が必要であった。

2. 研究の目的

そこで、本課題においては、特徴的な視環境の変化に継続的に対応し、(1) モバイル表示環境、(2) 立体表示環境、(3) 2色覚者に配慮したカラー表示環境、における人間の視覚認知特性を更に理解し、併せて新しい表示機器の開発に資することを当初の研究目的とした。

その後の変化として、まず、研究分担者の木原健が申請した科研・若手研究(B)(拡張現実環境における見落としの視野依存性)が採択されたため、当該研究との分担を明確化するために、人工現実感(AR)と関連するモバイル環境における注意の研究は原則として、当該研究の範囲で行うこととした。また、予備実験の結果からヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いた実験環境には想定以上の制約があることも判明した。このため、モバイル表示環境については、従前の研究の継続分にとどめた。

つぎに、2011年7月に日本のテレビジョン放送が完全に地上デジタル放送に完全移行したのを機に標準的な画面のアスペクト比が横長画面(16:9)に変更され、画面の高精細化が図られた。それに加えて、2012年

以降もテレビジョン受像機の大型化や2020年の東京オリンピック招致決定に伴って4K/8Kといった超高精細映像に関する期待が大幅に高まった。

そこで、これらの新たな特徴的視環境変化における映像コンテンツの画面構成の変化について知見を得ることを第4の目的と定めた。

3. 研究の方法

本課題においては、基本的に視覚心理実験に基づく認知心理学的手法を用いて研究を行った。

個別の目標を設定に関しては以下の通りである。

- (1) モバイル表示環境：動的な視環境の発展に対応した視覚特性の検討(継続分)。
- (2) 立体表示環境：立体視能力の個人間における違いの把握と立体視能力向上のための訓練方法の提案。
- (3) 2色覚者に配慮したカラー表示環境：実用的な色覚補助装置の開発とその評価。
- (4) 高精細大画面表示環境：映像コンテンツの画面構成に関する評価と新たな知見の獲得。
- (5) その他：基礎的な視覚特性の把握。

これらの研究によって得られる成果としては、まず、結果は未知の視覚特性の解明という観点で学術的に重要な意味を有する。また、ディスプレイによる新たなヒューマンインタフェースの構築に対しても、心理学的知見の提供やプロトタイプを成果とすることで、産業や社会福祉的観点で大いに貢献可能である。

4. 研究成果

その他を含めて5項目の研究概要について以下に述べる。特に、大きな進捗がみられたのは、(2) 立体表示環境、(3) 2色覚者に配慮したカラー表示環境、(4) 高精細大画面表示環境であった。

(1) モバイル表示環境

図1に示すような身体運動と文字のスクロール方向の相互関係による視認性の変化、および、電車側面やテレビ画面の横スクロール文字と背景の映像の相互関係による視認性の変化について論文化を行った(雑誌論文2)、5)。

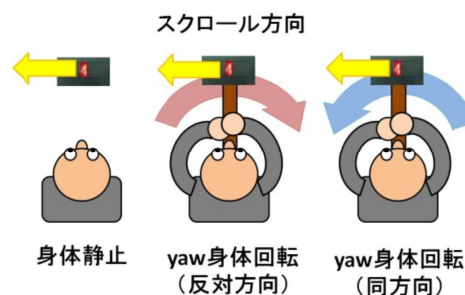


図1 スクロールと身体回転の方向の関係

(2) 立体表示環境

立体視検査では正常であっても、ステレオ立体視 (s3D) 環境においては、適切に奥行き感を感じられない人が予想以上に多いことが予備調査から明らかとなってきた。そこで、我々は、19~25歳の正常な立体視力を有する被験者に対して、両眼視差と陰影を含む3Dグラフィクス画像を用いた両眼視差利用法の個人差の調査を行った(雑誌論文3), 6)。その結果、被験者の使用する奥行き感の組み合わせ、(c)陰影のみ(すなわち擬似立体盲)の3群に分類され、(c)群のs3D環境で視差情報を全く利用できない被験者が約30%にも達することが明らかとなった。

さらに、これら(c)群の被験者に対して、奥行きを具体的に推定する訓練を行ったところ、視差を用いた奥行き判断が可能になった。さらに、その特性が維持されることが明らかとなり、訓練の効果があることも確認された。

近年、立体表示環境が整備されつつあるが、十分にその恩恵を享受できない人がごく普通に存在することに十分留意する必要がある。

(3) 2色覚者に配慮したカラー表示環境

スマートフォンや携帯端末で実時間動画表示を行うことが可能な2色覚補助ツール(プロトタイプ)を新たに開発した。まず、従来から提案していた色相回転法(HR)に加えて、新たに色相ブレンド法(HB)を提案し、初心者にも使いやすい方式とした。同時に3色覚者に対して2色覚を簡易に模擬するアルゴリズムも実装し、2色覚・3色覚相互のコミュニケーションツールとして利用可能にした(雑誌論文4), 7)。原理を図2に示し、表示例を図3に示す。

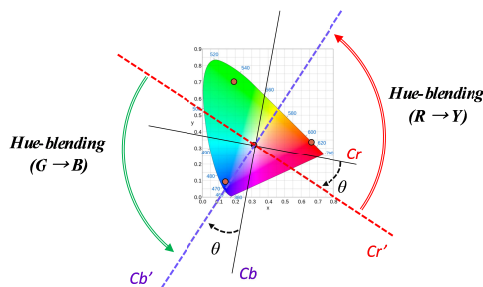
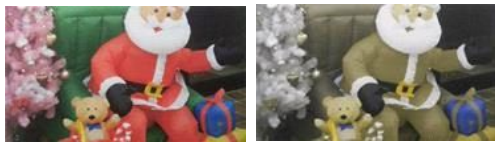
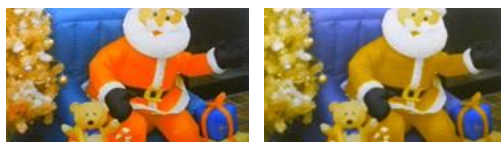


図2 色相ブレンド法の原理



原画像(左:カラー, 右:2色覚模擬)



HB画像(左:カラー, 右:2色覚模擬)

図3 2色覚補助法の提案

(4) 高精細大画面表示環境

地上デジタル放送への移行により横長の表示エリアが使用できるようになり、観視条件のみならずコンテンツの作成方法も大きく変わろうとしている。

これらの環境変化の中で発生した面白い事例として、我々は、プロが制作して実際に商用放送されている天気予報図においても、見かけの華やかさ等に囚われて本来の視認性の良さに注意が行き届かない例が多数あることを突き止めた(雑誌論文1)。具体的には、予報図の種類とは独立に図4(a)に示す「開領域境界線」形式(すなわち、全ての境界線が画面の端に接していない形式)が、図4(b)に示す「閉領域境界線」形式(すなわち、全ての境界線が画面の端に接する形式)よりも優れた視認性が得られることを心理実験と視線計測実験で明らかにした。通常は意識困難な視覚特性が介在していたが、視線計測実験では両者に明確な違いが現れた。



(a) 「開領域境界線」形式



(b) 「閉領域境界線」形式

図4 天気予想図の例(分かり易くするため境界線を白線で強調)

(5) その他

色の錯視等に関する基礎的な研究を実施した(学会発表1), 9)など。

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10件)

- 1) Sakuichi Ohtsuka, Tepei Onisi, Tomotaka Babazono, Ken Kihara, Paired Comparison to Assess Dependency of Visibility on Panel Boundary Division in Weather Forecast Maps, Society for Information Display International Symposium Digest of Technical Papers, Vol.45, No.1, pp.1104-1107

- (2014) (査読あり).
- 2) Sakuichi Ohtsuka, Shintaro Oka, Ken Kihara, Takaki Tsuruda, Marina Seki, Effect of Human-body Swing on Visibility of Scrolled Texts with Direction Dependency, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.1, No.4, pp.263-270 (2013) (査読あり).
 - 3) Hirotaka Fujisaki, Haruto Yamashita, Ken Kihara, Sakuichi Ohtsuka, Ratio of Pseudo-Stereoscopic Young Adults and Improvement of Their Stereopsis in 3D-Graphic Environments: Study for Depth Perception Based on the Use of Disparity and Shading, ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.1, No.3, pp.244-250 (2013) (査読あり).
 - 4) 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 (CD-ROM), pp.1089-1092 (2013) (査読あり).
 - 5) Ken Kihara, Marina Seki, Sakuichi Ohtsuka, Deterioration of Visibility of Scrolling Text Presented Nearby Image Moving in the Opposite Direction, IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E96-A, No.1, pp. 340-344 (2013) (査読あり).
 - 6) Hirotaka Fujisaki, Haruto Yamashita, Ken Kihara, Sakuichi Ohtsuka, Individual Differences in the Use of Binocular and Monocular depth Cues in 3D-graphic Environments, Society for Information Display (SID) Symposium Digest of Technical Papers, pp.1190-1193 (2012) (査読あり).
 - 7) Sakuichi Ohtsuka, Shoko Hira, Ken Kihara, Junko Ikegami, Novel Real-Time and Bi-directional Color Simulator for Dichromacy and Trichromacy on Smartphones, Society for Information Display (SID) Symposium Digest of Technical Papers, pp.729-732 (2012) (査読あり).
- [学会発表](計22件)
- 1) 宮田千恵美, 小路香織, 木原健, 大塚作一, Hiroshi Ono, ベンハムのコマに青もしくは黄色領域を設けた場合の誘導色の变化, 映像情報メディア学会メディア工学研究会, 映像表現&コンピュータグラフィックス研究会, 2014年11月6日, 鹿児島大学 (鹿児島県鹿児島市).
 - 2) 大塚作一, 大西哲平, 馬場園智貴, 木原健, 【依頼講演】天気予報図の領域分割法が視認性に与える影響 ~ 開領域境界線と閉領域境界線 ~, 映像情報メディア学会情報ディスプレイ研究会, 2014年7月29日, 機械振興会館 (東京都港区).
 - 3) Chiemi Miyata, Ken Kihara, Sakuichi Ohtsuka, Hiroshi Ono, Adding blue or yellow sector onto Benham's top, The 10th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2014), 2014年7月20日, かがわ国際会議場・展示場 (香川県高松市).
 - 4) Sakuichi Ohtsuka, Teppei Onisi, Tomotaka Babazono, Ken Kihara, Paired Comparison to Assess Dependency of Visibility on Panel Boundary Division in Weather Forecast Maps, Society for Information Display 2014 (SID 2014), 2014年6月5日, サンディエゴ (米国).
 - 5) 大塚作一, 比良祥子, 松元明子, 木原健, 【依頼講演】色相ブレンド法を用いた携帯型2色覚補助ツール, 電子情報通信学会 2013年ソサエティ大会 C-9-7, 2013年9月19日, 福岡工業大学 (福岡県福岡市).
 - 6) 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 2013 (SID 2013), 2013年5月23日, バンクーバー (カナダ).
 - 7) 大西哲平, 馬場園智貴, 木原健, 大塚作一, 天気予報図における区域分割の強度と視認性, 映像情報メディア学会放送技術研究会, 2013年1月31日, 熊本大学 (熊本県熊本市).
 - 8) Saki Iwaida, Sumire Suzuki, Ken Kihara, Sakuichi Ohtsuka, Relationship between color shifts in Land 's two-color method and higher- and lower-level visual information, The 8th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV2012), 2012年7月13日, インチョン (韓

- 国).
- 9) Tsubasa Tano, Ken Kihara, Sakuichi Ohtsuka, Failure to extract velocity information from contours induces the footsteps illusion, The 8th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV2012), 2012年7月15日, インチョン (韓国).
- 10) Hiroataka Fujisaki, Haruto Yamashita, Ken Kihara, Sakuichi Ohtsuka, Individual Differences in the Use of Binocular and Monoculardepth Cues in 3D-Graphic Environments, Society for Information Display 2012 (SID 2012), 2012年6月7日, ボストン (米国).
- 11) Sakuichi Ohtsuka, Shoko Hira, Ken Kihara, Junko Ikegami, Novel Real-Time and Bi-directional Color Simulator for Dichromacy and Trichromacy on Smartphones, Society for Information Display 2012 (SID 2012), 2012年6月7日, ボストン (米国).

〔産業財産権〕

出願状況 (計 4件)

名称 : IMAGE PROCESSING APPARATUS, IMAGE PROCESSING METHOD AND PROGRAM
 発明者 : 大塚作一、比良祥子、木原健
 権利者 : 国立大学法人 鹿児島大学
 種類 : 特許
 番号 : US 14/428924
 出願年月日 : 2015年3月7日
 国内外の別 : 国外

名称 : IMAGE-PROCESSING DEVICE, IMAGE-PROCESSING METHOD, AND PROGRAM
 発明者 : 大塚作一、比良祥子、木原健
 権利者 : 国立大学法人 鹿児島大学
 種類 : 特許
 番号 : PCT/JP2013/075234
 出願年月日 : 2013年9月19日
 国内外の別 : 国外

名称 : IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD AND PROGRAM PRODUCT
 発明者 : 大塚作一、比良祥子、木原健
 権利者 : 国立大学法人 鹿児島大学
 種類 : 特許
 番号 : US 13/904767
 出願年月日 : 2013年5月29日
 国内外の別 : 国外

名称 : 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム
 発明者 : 大塚作一、比良祥子、木原健
 権利者 : 国立大学法人 鹿児島大学

種類 : 特許
 番号 : 特願 2012-124829
 出願年月日 : 平成 24 年 05 月 31 日
 国内外の別 : 国内

取得状況 (計 2件)

名称 : 表示制御装置、表示制御方法、プログラム及び記録媒体
 発明者 : 大塚作一、木原健
 権利者 : 国立大学法人 鹿児島大学
 種類 : 特許
 番号 : 第 5660573 号
 出願年月日 : 平成 23 年 1 月 18 日
 取得年月日 : 平成 26 年 12 月 12 日
 国内外の別 : 国内

名称 : 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム
 発明者 : 大塚作一
 権利者 : 国立大学法人 鹿児島大学
 種類 : 特許
 番号 : 第 5569817 号
 出願年月日 : 平成 22 年 9 月 9 日 (優先日 : 平成 21 年 9 月 9 日)
 取得年月日 : 平成 26 年 7 月 4 日
 国内外の別 : 国内

〔その他〕

(報道発表)
 ・携帯可能なリアルタイム色相ブレンド型色覚補助ツールを開発 (2013年5月14日)
<https://www.kagoshima-u.ac.jp/about/release/newsH25.html#5>

(上記に対する主な報道実績)
 西日本新聞 (5月15日), 南日本新聞 (5月15日), 毎日新聞 (5月20日)
<https://www.kagoshima-u.ac.jp/about/release/shinbunH25.html#5>

* その他、国内では共同通信社および地方紙 (web版) 多数、海外では中国の新華社通信 (web版)、マカオ日報 (web版) 等

(ホームページ等)
 ・鹿児島大学研究者総覧 (専攻へのリンクも記載)
<http://kuris.cc.kagoshima-u.ac.jp/701531.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大塚 作一 (OHTSUKA, SAKUICHI)
 鹿児島大学・大学院理工学研究科・教授
 研究者番号 : 90452929

(2) 研究分担者

木原 健 (KIHARA, KEN)
 鹿児島大学・大学院理工学研究科・助教
 研究者番号 : 30379044