

## 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24年 5月30日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009 ～ 2011

課題番号：21500123

研究課題名（和文）：運動協調型ディスプレイの研究

研究課題名（英文）： Research on Display in Mobile Environment

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

研究成果の概要（和文）：近年モバイル環境が世界中で身近になり、新しい視点でディスプレイの認知特性について研究する必要がある。ディスプレイの動き、スクロール速度、身体運動等をコントロールして心理実験を行った。その結果、(1) 身体運動とスクロール文字の認識の方向依存性の発見、(2) デジタルサイネージにおける2次元デジタルコードのインタラクティブ呈示手法の提案、(3) 90度色相回転による色覚補助の提案、といった成果が得られた。

研究成果の概要（英文）： Recently, mobile display environments have been very popular in all over the worlds. Therefore, we needed to research on human visibility as functions of display environments from the new aspects. We conducted psychological experiments by controlling display motions, scrolling speeds, human body motions, and so on. The results show that, (1) new findings on the visibility dependency of human motion directions and/or scrolling directions, (2) proposing an interactive presentation techniques of two dimensional matrix codes in digital signage, and (3) proposing a color deficiency aid employed 90-degree-hue-rotation method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、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

テレビジョンを始めとして、現在、様々なディスプレイが多種多彩な情報提示媒体として利用されている。電子情報ディスプレイの基本動作はラスタ走査であり、高速走査による視覚的な残像効果を利用したものである。基本的には、走査の途中では眼球運動の影響を無視できるか、あるいは、前庭動眼反射等によって眼球運動と身体運動が相互に補正されて知覚されることを前提としている。

しかし、走査速度や残像効果と人間の知覚のタイミングによって、様々なひずみを生み出す場合がある。この代表的な事例としては、テレビジョン受像機の液晶ホールド型ディスプレイによる動きボケ (Motion blur) やフィールドシーケンシャル表示方式における色分離 (Color breakup) などが挙げられる。

一方で、逆にその特性を有効利用できる可能性を秘めている例もある。街頭表示装置において、静止表示の際の書体は正体 (Normal font) であるが、スクロール表示においては、斜体字 (Italic font) として知覚される現象である。この場合、ドットマトリックスとして配置された発光体は固定されている。つまり、斜体文字に知覚されるのは、あくまでも人間の視覚の問題である。

また、通常のディスプレイとは異なり、人間の視覚の能動性に着目したディスプレイ手法についても、いくつかの研究が行われてきた。眼球運動自体に着目した例としては、跳躍性眼球運動 (サッケード) に同期させて情報を表示する Saccade-based Display があり、身体運動に着目した例としては、奥行きを感じる運動視差 (Motion parallax) を利用した立体ディスプレイの研究を挙げることができる。

このように、まだ、人間の動的情報受容特性がすべて解明されている訳ではなく、さらにいろいろな発見が期待できる。

## 2. 研究の目的

上述の研究の背景に基づき、本研究では、新しい運動協調型ディスプレイの実現に資するために、(1) ラインもしくはラスタースキャンの方式走査方法の変更と形状知覚の相互作用、(2) 人間の自己運動状態と形状や文字知覚の相互作用、について、高速走査を行うことが可能な視覚提示装置やその他プロトタイプのディスプレイ実験装置を用いて知覚特性を明らかにする。

本研究の特色は、従来の頭部・身体が静止した状態でのディスプレイ観視における情報知覚にとどまらず、表示器側のスキャン方法を工夫したり、受容者としての人間がより

アクティブに行動したりする際の視覚情報受容特性について解明しようとするものである。未知の視覚特性の解明という観点で学問的に重要な意味を有するとともに、新しい視覚効果を有するディスプレイ、パーソナライズやセキュア表示を目的としたディスプレイなどの新たなヒューマンインタフェースを構築することを狙いとしており、社会的にも大いに貢献可能である。

## 3. 研究の方法

本研究では、まず、ディスプレイの動き、スクロール方法、眼球運動、および、身体運動等をコントロールして、従来報告されていなかった知覚現象の確認を行う。なお、これらは、多くの条件が重なっているため、単純に実験を行うと組み合わせの爆発を起こす。ここでは、予備実験において、身体の能動的な運動とディスプレイの運動、スクロール方法を組み合わせた際に情報受容領域の拡大が見込めることを発見しているため、その範囲や特性等の概要を明確化することからスタートする。

次に、上記の条件における、より詳細な特性の把握を ViSaGe standard 視覚刺激作成装置 (本予算申請) や眼球運動測定装置 (一部準備済み) 等を利用してより詳細に測定し、その知覚メカニズムの解明のための研究を行う。さらに、これらの知見を基にした新しい表示装置のプロトタイプについて検討を進める。

## 4. 研究成果

ディスプレイの動き、スクロール速度、身体運動等をコントロールして心理実験を行った結果、主として以下の3点の研究成果を得た。

### (1) 身体運動とスクロール文字の認識の方向依存性の発見

図1に示すような身体運動の条件で、前額平行面上に設置したディスプレイに、認識困難な速度で右から左へスクロールする数字を呈示する。

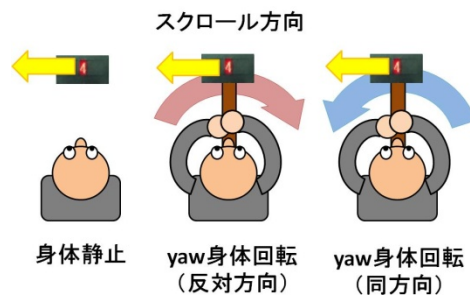


図1 スクロールと身体回転の方向の関係

その環境を保持した状態で、スクロールの方向と反対方向へ身体が yaw の回転運動をすると、同方向に回転した場合と比較して数字の認識が容易となることを確認した（図2、エラーバーは標準誤差を示す）。さらに、11名の被験者の実験を行った結果、身体回転の方向に応じて認識効率が変化したにも関わらず、眼球運動に変化は見られなかった。本現象は、網膜像の差異では説明できず、注意などの高次認識機能が関係している可能性が示唆された。

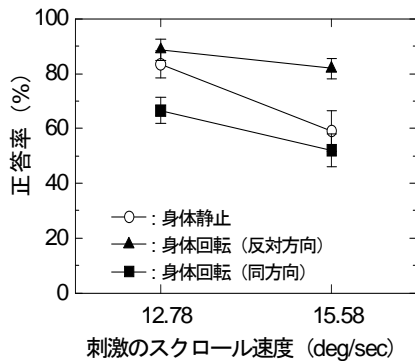


図2 視認性評価実験での正答率

また、電車側面やテレビ画面の横スクロール文字についても背景の映像の運動方向とスクロールの方向の関係で視認性が変化することが考えられる（図3）。これらの環境を模した実験で、背景とスクロールの方向が異なった時に読みにくくなることが明らかとなった。したがって、スクロール文字の使い方については、安全上の観点からも注意が必要であることが示唆された。



図3 電車側面やテレビ画面の例

## (2) デジタルサイネージにおける2次元デジタルコードのインタラクティブ表示手法の提案

広告の意匠性とQRコードなどのデジタルコードを用いた情報伝達の容易性を両立することは困難である。一般に意匠性が重視され、QRコードは非常に小さな領域に表示される（図4）。そこで、近年急速に普及しつつあるデジタルサイネージにおいて、人の動きを感知しQRコードを動的に拡大表示する方法を提案した（図5）。

まず、基礎実験として、実験1では、コードの拡大率とズーム時間の変化に対する利用者の印象変化を調査した。その結果、利用者が移動中の状態から一辺20cm程度の取得容易なコードサイズにズームアップした状態で停止する場合を想定すると、ズーム時間を1秒前後に設定すればよいことが明らかとなった。

つぎに、実験2では、距離センサによるフィードバックを行ったプロトタイプを使用し、QRコード利用の未経験者4名を含む被験者14名による評価実験を行った。従来手法と提案手法との比較を行った結果、(1) 提案手法では平均取得時間が約1.8秒短縮される、(2) 提案手法では約1.5倍遠い位置での取得が可能となる、(3) 全被験者の86%（QRコード利用の経験者では100%）が提案手法を好む、という結果が得られ、本手法の有効性が確認された。



図4 街頭広告の例

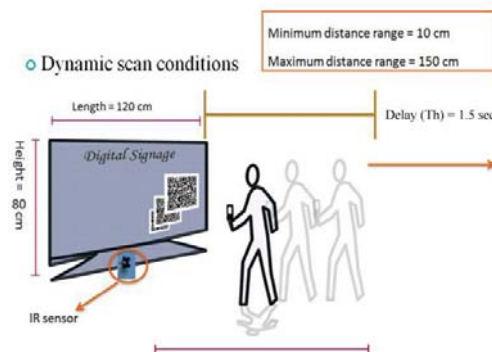


図5 提案手法の概要

### (3) 90度色相回転による色覚補助の提案

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%と言われている。2色覚者はカラフルな世界を感じているが、一般色覚(3色覚)者との間には色覚のずれが生じている。

2色覚者の補助ツールは従来から数多く考案されていた。しかし、何れの場合にも、2色覚者が色の弁別を容易にする補助となるが、2色覚者に3色覚者の色対比の感覚を伝えることは困難であった。

そこで、カラー画像を、輝度成分、色相成分、彩度成分の3属性で表現するとき、まず、色相成分に注目して、3色覚者が主として利用している「赤-青緑(シアン)」の色対比を、上述の2色覚者が色対比として知覚し易い「黄-青」の色対比に変換する(コンピュータ上では概ね90度の色相回転操作)。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(図6)。

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になるため、総合的な色弁別が容易になる。図7に例を示す。2色覚シミュレーション画像(図7(b)と(d))を比較すれば、その効果は歴然としている。また、変換画像では、原画像と異なる色相であっても反対色の関係が維持されているので、感性的な面でも有利である。さらに、色信号処理において既存TVシステムとの親和性が高く、簡便であるので、スマートフォン等への実装により波及効果ともに大きいと予想される。

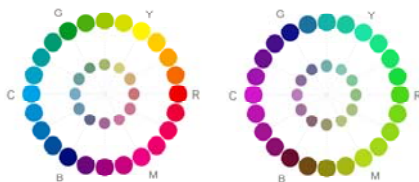


図6 90度色相回転法の原理(左は色相環の原画像で右は90度色相回転後の画像)



(a) 原画(カラー) (b) 左の2色覚模擬画像



(c) 90度回転画像 (d) 左の2色覚模擬画像

図7 変換画像の例

### 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10件)

- [1] A. Ur Rehman, S. Fukumoto, J. Morito, S. Ohtsuka, 他4名, Novel Interactive Presentation Techniques of Two-dimensional Matrix Codes in Digital Signage, 査読有, Proceedings of The 18th International Display Workshops (IDW'11), pp.365-368 (2011).
- [2] K. Kihara, M. Seki, S. Ohtsuka, Visibility of scrolling text presented against moving environment, 査読有, Proceedings of the Fifth International Workshop on Image Media Quality and its Applications (IMQA2011), pp.69-73 (2011).
- [3] 福元伸也, A. Ur Rehman, 森東淳, 大塚作一, 他4名, デジタルサイネージにおける2次元デジタルコードのインタラクティブ提示手法の提案, 査読有, 画像電子学会誌, Vol.40, No.5, pp.842-850 (2011).
- [4] S. Ohtsuka, S. Oka, K. Kihara, T. Tsuruda, M. Seki, Human-body swing affects visibility of scrolled characters with direction dependency, 査読有, Society for Information Display (SID) 2011 Symposium Digest of Technical Papers, pp.309-312 (2011).
- [5] S. Ohtsuka, S. Suzuki, S. Oishi, S. Oka, S. Fukumoto, Artificial Hue Adaptation: Novel Technique to Help Easy Color Discrimination for Dichromatic Vision Preserving Color Saturation, 査読有, Proceedings of The 17th International Display Workshops (IDW'10), pp.359-362 (2010).

[学会発表] (計14件)

- [1] S. Ohtsuka, et al., Human-body swing affects visibility of scrolled characters with direction dependency, SID 2011 International Symposium, Los Angeles, (May 18, 2011).

[産業財産権]

○出願状況(計3件)

名称: 表示制御装置、表示制御装置方法、プログラム及び記録媒体

発明者: 大塚作一、木原健

権利者: 鹿児島大学

種類：特許  
番号：特願 2011-007750  
出願年月日：平成 23 年 1 月 18 日  
国内外の別：国内

名称：情報提示装置、情報提示方法、及びプログラム  
発明者：福元伸也、大塚作一  
権利者：同上  
種類：特許  
番号：特願 2009-293175  
出願年月日：平成 21 年 12 月 24 日  
国内外の別：国内

名称：IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND PROGRAM  
発明者：OHTSUKA, Sakuichi  
権利者：KAGOSHIMA UNIVERSITY  
種類：特許  
番号：PCT/JP2010/065490 (特願 2009-208560)  
出願年月日：2009 年 9 月 9 日  
国内外の別：国外

[その他]  
ホームページ等  
・専攻  
<http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/~otsuka/>  
・鹿児島大学研究者総覧  
[kuris.cc.kagoshima-u.ac.jp/701531.html](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

福元 伸也 (FUKUMOTO SHINYA)  
鹿児島大学・大学院理工学研究科・助教  
研究者番号：40244264  
木原 健 (KIYAHARA KEN)  
鹿児島大学・大学院理工学研究科・助教  
研究者番号：30379044