視覚探索によるコンピュータ画面の色彩設計に関する検討

正会員 佐々和博 (山武ビルシステム株式会社) 正会員 高松 衛 (富山大学)
専門会員 中嶋芳雄 (富山大学) 正会員 中島賛太郎 (富山大学)

Study on Color Design for Computer Display by Visual Search

Member Kazuhiro Sassa (Yamatate Building Systems Co., Ltd.),

Member Mamoru Takamatsu (Toyama University),

Fellow Member Yoshio Nakashima (Toyama University) and

Member Santaro Nakajima (Toyama University)

KEYWORDS : color design, computer display, visual search

1. 緒言

視覚探索は、中枢での視覚情報処理過程の研究や認知科学における視知覚の心的メカニズムを検討する心理物理実験として以前から広く実施されている^{1)~3)}。

しかしこれを画面の見やすさの検討という、視覚工学的な目的で実施した報告はみられない。

高画質化するコンピュータ・ディスプレイを有効・有益に活用するには人間の視覚特性、情報処理機能を考慮した画面設計が必要である。これまでに筆者らは、高画質化しているビル管理用コンピュータシステムの設備監視用ユーザ画面の色彩設計に関する検討を行ってきた⁴⁾⁵⁾。

本研究ではコンピュータのユーザ・インターフェイス画面において、必要な情報が早く見つけられ、疲労も少ないといった画面の見やすさを検討するため、ユーザ・インターフェイスの多色画面のモデルを作成し、その彩度を変えた視覚探索実験を行った。その結果、画面全体の彩度が視覚探索におよぼす影響が明らかになった。これは、画面の色彩設計に対して彩度と見やすさの関係の一端を示唆するものと考えられるので、本稿で報告する。

2. 実験

2.1 多色画面のモデルと視覚探索課題

コンピュータのユーザ・インターフェイス画面はその応用装置やシステムごとに多様であり、絵、図形、文字列や記号などで構成される表示要素(以下オブジェクト)とその色彩も様々である。またユーザの視環境も個々に違っている。本研究では画面を視角 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 程度、画面上のオブジェクトを視角 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}$ 程度で見ている場合を代表としてモデル化した。すなわち $186\times 247\text{mm}$ の画面に $12\times 12\text{mm}$ の図形を10行14桁で計140個配置し、視距離を $50\pm 15\text{cm}$ とした。オブジェクトはホームベース型五角形および正方形とし、視覚探索で検出すべき対象(以下標的)を1個の正方形、残り139個を五角形の妨害刺激とした。五角形は上下左右に向きの変化をもたせて課題の難易度を上げ、探索時間が長くなるようにして、

観測される反応時間の運動系成分の影響を小さくするようにした。図1に画面オブジェクトモデルを示す。

2.2 方法

2.2.1 被験者

視力(矯正も含む)の正常な28~50歳の成人6名(男性3名、女性3名)を被験者とした。平均年齢は35.7歳であった。全員過去の色覚検査で異常は認められていない。画面は、パーソナルコンピュータ(Latitude CP M233ST, DELL)の液晶画面に呈示し、室内照度は400 lxとした。

2.2.2 探索課題

画面のオブジェクトモデルに対して、どの位置に標的の正方形が現れるかをランダムとなるようにして、視覚探索のための画面を36パターン作成した。この36パターンに対してオブジェクト(標的と妨害刺激)の彩度を変えて、高彩度系列(H)、中彩度系列(M)、無彩色系列(N)の各36探索課題を作成した。オブジェクトの色彩

図1 画面オブジェクトモデル

Fig.1 An object model of display.

図2 実験プロトコル
Fig. 2 Experimental protocol.

はR, G, Bの3色とR+G, G+B, B+Rの計6色とした。高彩度系列では装置のパーソナルコンピュータで最高彩度とした。無彩色系列を除き、各探索課題でオブジェクトの色彩6色が等確率で出現するようにした。作成した探索課題のオブジェクトの平均輝度はH, M, N各彩度系列で33.2cd/m², 17.6cd/m², 14.8cd/m²であり、背景はすべて0.48cd/m²の黒である。

2.2.3 手順

実験はH, M, N各彩度系列の36課題を2つに分け、各彩度ごとに18画面を1実験単位(セット)とした。実験はこれらを前半3セット、休憩をはさんで後半3セットの計6セット(H 1, M 1, N 1, N 2, M 2, H 2)で構成した。明順応した状態で課題の画面を呈示し、標的を探索できたときにボタンを押して応答してもらった。なお、事前に実験内容の説明と視覚探索の練習を数課題行った。視覚探索応答時間の1秒未満の端数は切り捨てて記録した。実験プロトコルを図2に示す。

3. 実験結果

視覚探索の結果を図3に示す。探索に要する時間は被験者により、また課題によって大きな違いが見られる。これを被験者別に反応時間の範囲を8階級に分け、ヒストグラムにしたものが図4である。オブジェクトと背景の輝度の比は無彩色より高彩度の画

横軸は探索課題画面番号、縦軸は探索時間(秒)

図3 視覚探索結果

Fig. 3 Results of visual search.

面の方が大きく、オブジェクトの形の識別は後者の方が容易であると考えられる。しかしどの被験者でも前者の方が探索に要する時間が短くなっている。前半3セット、後半3セットは、それぞれ標的が現れる位置は同じであるが被験者はまったく気づかなかった。このことは同じパタンの反応時間が後続の試行で必ずしも短くないことから裏付けられ、学習の影響はないと考えられる。すなわち学習を仮定すると、反応時間は試行の順序に従ってH 1>M 1>N 1およびN 2>M 2>H 2と考えられるが、そうした傾向は見られない。オブジェクトの彩度が違うことが別の課題という印象をもたせること、また次々に呈示される目の前の課題に集中するため、直前の探索結果が記憶される前に次の課題に移行しているためと推定される。

なお、中間彩度では6名中2名(SK, OT)が無彩色と同等、2名(IT, KA)が無彩色より短い階級に、残り2名(SJ, UY)が無彩色より長い階級に出現頻度の増加がみられた。

探索時間は個人差とともに、被験者の実験時の緊張、疲労、覚

被験者6名の探索時間。左の列は無彩色、右の列は高彩度の画面。

横軸は探索時間区間(秒)、縦軸は頻度、折線は累積百分率。

図4 探索時間ヒストグラム

Fig. 4 Distribution of response time.

醒レベルや気分など、心理的、生理的な諸条件が探索時間に影響することが事前の実験で分かっている。しかしどの場合でも高彩度より無彩色の画面での反応時間が短くなる特性は同じであった。

4. 考察

感覚のレベルでは刺激とその弁別に関して、
 $\Delta R / R = K$ (一定) .....(1)
ただし、 R は刺激の値、 ΔR は弁別閾
というウェーバー (Weber) の法則が知られている。

本件の視覚探索実験は、単純に色彩と形という視覚刺激に対する反応を感覚レベルでとらえたものではなく、視覚情報処理機能の処理時間をとらえるという、性質の異なるものである。しかし大きな刺激を受けているときには、刺激の小さな差異の弁別が困難になるという、刺激のコントラストに関わる現象としては類似している。

今回の視覚探索は、個々の刺激を順々に探索してゆかなくても標的が即座に目にとび込んでくるように見える、ポップアウト (pop-out) と呼ばれる現象が生じない課題であり、被験者が注意を向け、時間をかけて視野内の情報を分析する注意的処理 (attentive processing) を要する課題であった⁶⁾。

ここで、仮に視野内の標的と妨害刺激に、視覚的特徴量といったものを想定し、妨害刺激を含む画面の中から、標的を探索するための情報分析の負荷は、この特徴量の比 (コントラスト) に関係するとして考えてみる。

この視覚的特徴量を算術的に扱ってよいとすれば、無彩色画面の探索における標的と画面全体 (標的および妨害刺激) とのコントラスト C_n は、

$C_n = A_{ftn} / (A_{ftn} + A_{fdn})$ .....(2)

となる。一方、高彩度画面の探索における標的と画面全体とのコントラスト C_h は、

$C_h = A_{ftc} / (A_{ftc} + A_{fdc} + A_{cdc})$ .....(3)

となる。
ただし、 A_{ftn} と A_{fdn} はそれぞれ無彩色の標的と妨害刺激の“形”による視覚的特徴をあらわす量、 A_{ftc} と A_{fdc} は高彩度画面における標的と妨害刺激の“形”による視覚的特徴をあらわす量とする。

また A_{cdc} は高彩度画面において6色の妨害刺激が入り混じっていることで生じる“色彩”による視覚的特徴をあらわす量とする。

ここで、“形”による視覚的特徴量は、その“色彩”に左右されないため、標的も妨害刺激も、それが無彩色でも高彩度の色彩であってもそれぞれ変わらないので、

$A_{FT} = A_{ftn} = A_{ftc}$ .....(4)

および
 $A_{FD} = A_{fdn} = A_{fdc}$ .....(5)

とすると、

$C_n = A_{FT} / (A_{FT} + A_{FD})$
 $C_h = A_{FT} / (A_{FT} + A_{FD} + A_{cdc})$ } .....(6)

となり、分母の大きさから、
 $C_n > C_h$ となる。

すなわち高彩度画面では、無彩色の画面と比べて標的と画面全体の視覚的特徴量のコントラストが小さいため、視覚情報の分析負荷が大きくなり、標的の探索時間が長くなったものと考えられる。

これは A_{cdc} の大きさに関係する現象であるため、有彩色画面であってもそれが単色であれば、

$A_{cdc} = 0$ .....(7)

と考えられるので、無彩色の場合と同様であり、また逆に多色画面で色の数が増え、その彩度が高くなるほど A_{cdc} が大きくなって、標的の探索が長くなることが推察される。

この点については、今後の実験で確認してゆく予定である。

5. まとめ

視覚探索という心理物理実験課題を通じて、多色画面の彩度が画面の見やすさにおよぼす影響の調査を試みた。

探索時間は、視覚刺激に対する中枢での情報処理量が反映されるといわれている⁷⁾。本件の画面モデルによる実験結果から、ユーザが見るべき情報を画面に表示する場合に、全てのオブジェクトの彩度を高くすることはユーザの情報処理負荷を増加させる可能性があることが示された。これはユーザ・インターフェイスとして、“オブジェクトが多色で全体に色あざやかな画面は見にくくなる”という可能性を示唆している。

本研究が対象とする現実の多くのコンピュータ応用装置やシステムのユーザ・インターフェイス画面では、ただ見やすいだけでなく、画面の内容や意味を分かりやすく表示することも重要であり、そのためにオブジェクトに色を配してその色彩効果を生かす画面設計が必要である。

ユーザにとって見やすく分かりやすいコンピュータ画面とするためには、各オブジェクトの重要性を考慮しながら、使用する各色の彩度が全体的に高くならないように、節度とめりはりのある画面設計が重要であることが、実験的に確認できたものと考えられる。

参 考 文 献

(1) A.Treisman and S.Gormican : Feature analysis in early vision, Evidence from search asymmetry, Psychological Review, 95, pp.15-48 (1988).
(2) 宮谷真人 : 視覚探索を支える脳内過程に関する研究, 北大路書房 (2000).
(3) A.Treisman and G.Gelade : A feature-integration theory of attention, Cognitive Psychology, pp.97-136 (1980).
(4) 川口, 佐々, 中嶋 : ビル管理システムの監視画面と色彩, 平成10年照学全大, pp.221-222 (1998).
(5) 佐々, 川口, 中嶋 : ビル管理システムにおける監視画面の色彩設計, 平成11年度電気関係学会北陸支部連大, p.82 (1999).
(6) U.Neisser : Cognitive psychology, Prentice-Hall (1967).
(7) M.Corbetta, G.L.Shulman, F.M.Miezen and S.E.Petersen : Superior parietal cortex activation during attention shifts and visual feature conjunction, Science, 270-3, Nov. (1995).

(受付日2001年10月31日 / 採録日2002年2月8日)