

## 色とサイズの誘目度が視覚探索時の知覚負荷に与える影響について

## The Effects of Visual Attractiveness of Color and Size in Visual Search on Perceptual Load

岡城 純孝<sup>†</sup> 岡田 英彦<sup>‡</sup> 谷川 由紀子<sup>†</sup> 福住 伸一<sup>†</sup>  
Sumitaka Okajo Hidehiko Okada Yukiko Tanikawa Shin'ichi Fukuzumi

## 1. はじめに

現在、多くのシステムで GUI が利用されており、そこに表示される情報量も増加し、表現も多様化している。これらシステムを使用するユーザは、あるタスクを遂行するために GUI に表示される多数の項目の中から正しい項目を選択する行動を繰り返す。このとき、各項目の目立ちやすさ/目立ちにくさによって、ユーザに知覚的な負荷が生じると考えられる。そして、この負荷がユーザの作業のパフォーマンス低下やエラー発生の原因となっている。そのため、筆者らはヒューマンエラーを低減する GUI の設計開発に向けて、GUI を操作するユーザの知覚負荷を推定する研究に取り組んでいる[1]。本稿では、誘目度に着目し、色とサイズの誘目度が知覚負荷に与える影響を実験によって検証した結果について述べる。

## 2. 知覚負荷と誘目度

知覚負荷とは人間の認知処理過程で視覚や聴覚などが刺激に反応し、その形や大きさが分かるまでの処理における負荷を指す。視覚に限れば、人間が刺激の色や大きさなどを認識するために必要とする“注意”や“努力”の大きさであり、本研究では“多数の妨害刺激の中から、ある目標刺激を探索するときの困難度”と定義した。

一方、誘目度とは視覚刺激の目立ちやすさを表す特徴量である。田中ら[2]は、画像中の図領域の物理的特徴に基づき誘目度を算出する手法を提案している。提案手法では誘目度を、各視覚刺激自体の絶対的な目立ちやすさを表す特徴誘目度と、各視覚刺激がその他の視覚刺激と比べた相対的な目立ちやすさを表す異質性誘目度の和としている。また、物理的特徴として、特徴誘目度では、色、サイズ、空間周波数の 3 種類を、異質性誘目度では、色、サイズ、テクスチャ、形の 4 種類を用いている。

これまでに我々は、目標刺激の色の特徴誘目度が大きいほど知覚負荷が低いことを明らかにした[1]。しかし、色以外にも誘目度を構成する物理的特徴であり、GUI を表現/構成する要素は存在する。そこで今回、色に加えてサイズの誘目度も組み合わせた場合にそれらが知覚負荷に与える影響を実験によって検証した。

## 3. 実験

## 3.1 実験設計

ユーザの知覚負荷は、目標刺激の色の特徴誘目度  $FA_{color}$ 、目標刺激のサイズの特徴誘目度  $FA_{size}$  の 2 要因に依存すると仮定し、これら 2 要因が知覚負荷に与える影響の強さを検証する実験を行った。 $FA_{color}$  の算出方法は、

田中らの手法を参考に以下のように定めた。H は色相( $0 \leq H < 2\pi$ )、R、G、B は RGB 値、S は彩度( $0 \leq S \leq 1$ )である。

$$FA_{color} = \left| 1 - \frac{H}{\pi} \right| + \left( \frac{2.3}{255} \times \frac{R \times 299 + G \times 587 + B \times 114}{1000} - 0.65 \right) + S$$

また、 $FA_{size}$  については、田中らの手法ではサイズだけでなく注視点からの距離にも依存するが、本実験では後述のように注視点である提示刺激から目標刺激の距離は一定であるため、サイズのみ依存するものとした。

実験に際して、これまでの実験結果を踏まえ、目標刺激が目立ちやすいほど探索は容易になると考え、“ $FA_{color}$  あるいは  $FA_{size}$  が大きいほど知覚負荷は低い”という仮説を立て、その検証を行った。さらに  $FA_{color}$  と  $FA_{size}$  の組み合わせによる知覚負荷への影響に交互作用が認められるかを調べた。実験課題は、GUI 操作を模擬した視覚探索課題とした。課題画像の一例を図 1 に示す。なお、提示刺激と目標刺激は同色かつ同サイズであり、妨害刺激はすべて異なる色 (少なくとも R、G、B のいずれか 1 つが異なる) である。

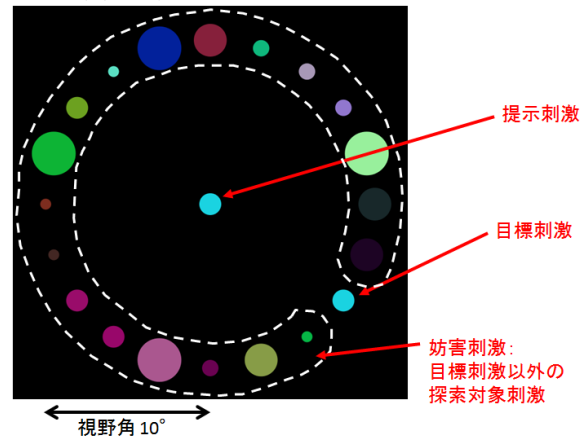


図 1 課題画像の例

被験者は、提示刺激と同色かつ同サイズの目標刺激を 20 個の探索対象刺激の中から探索する。実験条件として、 $FA_{color}$  がとり得る範囲を 5 等分した範囲の中間値をそれぞれ水準値 C1 (最小) ~ C5 (最大) とし、 $FA_{size}$  については視野角で約  $1^\circ$  の S3 を基準に、その  $1/2(S1)$ 、 $1/1.5(S2)$ 、 $1.5$  倍(S4)、 $2$  倍(S5)を水準値とし、計  $5^2=25$  条件を設定した。また、目標刺激は探索対象刺激の中で唯一存在し、目標刺激と弁別不可能な色が妨害刺激に存在しないように、目標刺激と各妨害刺激との間に JIS Z8518 で規定された弁別色差  $\Delta E^*uv > 20$  を確保した。サイズについては、探索対象刺激に各水準 4 個ずつが均等に含まれるようにした。さらに、妨害刺激の色が特定の水準に偏らないように調整し、目標刺激の位置を含めて探索対象刺激の配置はランダムにした。被験者は色覚特性のない男性 2 名、女性 3 名であった。各被験者は 1 条件に

<sup>†</sup> NEC 情報・ナレッジ研究所 Knowledge Discovery Research Laboratories, NEC Corporaion

<sup>‡</sup> 京都産業大学 Kyoto Sangyo University

つき 10 課題, 計 250 課題に回答した. 評価指標として, タスク時間と, 知覚負荷の主観的評価手法である NASA-TLX[3]を用いた.

### 3.2 実験結果

#### 3.2.1 タスク時間

タスク時間は, 被験者一人, 設定条件一つにつき 10 件のデータが得られるため, 以下ではその平均値を用いた. また, 被験者 1 名のデータに一部欠損があったため, 以下の分析ではそれを除いた 4 名分のデータを用いた.

まず, FAcolor については, 値が大きい場合に探索が容易になることは仮説通りだが, 値が中程度の場合に探索が困難になり, 値が小さい場合に探索が容易になるという結果になった. 一方, FAsize については, 値が大きいほど探索が容易になるという仮説通りの結果となった.

次に, FAcolor と FAsize の 2 要因の各水準間の差を分散分析によって調べたところ, 主効果 FAcolor, FAsize とともに有意性が検出された (FAcolor  $F(4,75)=2.55, p<.05$ ; FAsize  $F(4,75)=4.26, p<.01$ ). また, FAcolor と FAsize の交互作用に有意性はなかった.

そこで, 主効果 FAcolor, FAsize について多重検定を行った. その結果, FAcolor では C3-C1 の水準の組み合わせに弱い有意差が検出された ( $t=2.69, p<.1$ ). また, FAsize では S5-S1, S5-S2 の水準の組み合わせに有意差が検出された ( $S5-S1 t=-3.35, p<.05$ ;  $S5-S2 t=-3.23, p<.05$ ). 以上の結果を図 2 に示す.

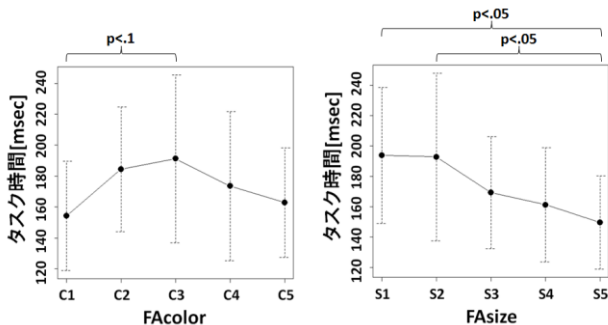


図 2 タスク時間

#### 3.2.2 NASA-TLX

NASA-TLX は 6 項目の下位尺度から構成されているため, 分析にあたってはその総合評価値の算出方法の一つである AWWL(Adaptive WWL)[4]を用いた. 各水準間で AWWL 値を比較したところ, タスク時間と同様の傾向を示した. また, 同様に分散分析したところ, 主効果 FAcolor, FAsize, および FAcolor と FAsize の交互作用のいずれにも有意性はなかった.

そこで, 知覚負荷についてより詳細に分析するため, 評価尺度 6 項目の中の知覚負荷を表す“精神的要求”(Mental Demand; MD)の値に注目した. すると, FAcolor および FAsize について, 各水準間でタスク時間および AWWL 値と同様の傾向を示し, FAcolor と FAsize の 2 要因について分散分析したところ, 主効果 FAsize で有意性が検出された (FAsize  $F(4,100)=5.10, p<.001$ ).

次に, 主効果 FAsize について多重検定を行った. その結果, S5-S1, S5-S2, S4-S1 の水準の組み合わせに有意差が検出された ( $S5-S1 t=-4.16, p<.001$ ;  $S5-S2 t=-3.43, p<.01$ ;  $S4-S1 t=-2.83, p<.05$ ). 以上の結果を図 3 に示す.

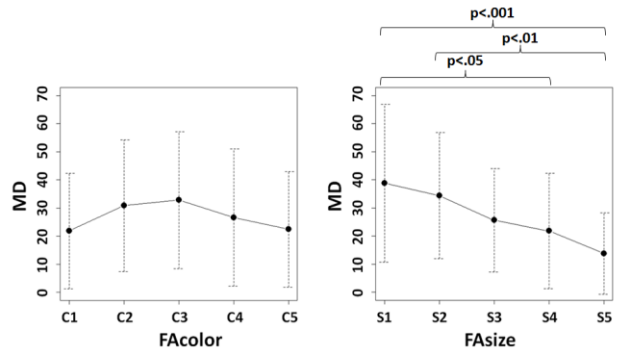


図 3 MD 値

### 4. 考察

タスク時間および NASA-TLX のいずれにおいても FAcolor と FAsize の交互作用は有意でなかったことは, 色の特徴誘目度とサイズの特徴誘目度はそれぞれ独立して知覚負荷に影響することを示している.

次に, FAsize については, 目標刺激の特徴誘目度が高いほど, タスク時間が短く, かつ主観的にも知覚負荷を低く感じることは仮説通りであった.

また, FAcolor については C5 のとき, つまり, 特徴誘目度が高い場合には, FAsize と同様に仮説通りであった. しかし, C3 のとき, つまり, 特徴誘目度が中程度の場合に最もタスク時間が長く, かつ主観的にも負荷が高くなり, さらに, C1 のとき, つまり, 特徴誘目度が小さい場合にも, タスク時間が短く, かつ主観的にも知覚負荷が低くなり, 仮説とは異なる傾向を示した. この原因として, 今回の実験では考慮しなかった目標刺激の色の異質性誘目度が影響したのではないかと考えている. つまり, 色の異質性誘目度は, 目標刺激色と探索対象刺激の平均色との色差  $\Delta E$  に基づくため, C3 の場合は  $\Delta E$  が小さくなり, 目標刺激を発見することが困難になったと考えられる. 逆に C1 の場合は  $\Delta E$  が大きくなり, 目標刺激を発見することが容易になったと考えられる. 今後, 色の異質性誘目度の影響について詳細に検証する必要がある.

### 5. おわりに

本稿では, 視覚探索課題を被験者に行わせ, 色とサイズの誘目度が知覚負荷に与える影響について検証した. その結果, 色とサイズの交互作用が認められなかったことから, 特徴誘目度に関しては色とサイズがそれぞれ独立して知覚負荷に影響することがわかった. さらに色に関しては異質性誘目度も考慮すると知覚負荷への影響をより精緻に説明できる可能性が示された.

#### 参考文献

- [1] 岡城 純孝, 岡田 英彦, 福住 伸一, “色の誘目度が視覚探索時の知覚負荷に与える影響について”, FIT2012 (第 11 回情報科学技術フォーラム), J-035, pp.499-500(2012).
- [2] 田中 昭二, 井口 征士, 岩館 祐一, 中津 良平, “画像領域の物理的特徴に基づく誘目度評価モデル”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J83-A, No.5, pp.576-588(2000).
- [3] 芳賀 繁, “NASA タスクロードインデックス日本語版の作成と試行”, 鉄道総研報告, Vol.8, No.1, pp.15-20(1994).
- [4] 三宅 晋司, “メンタルワークロードの主観的評価法—NASA-TLX と SWAT の紹介および簡便法の提案—”, 人間工学会誌, Vol.29, No.6, pp.399-408(1993).