

視覚探索における色と形状の情報統合過程の検討

菰口 博文・酒井 義郎・一川 誠

山口大学 理工学研究科 感性デザイン工学専攻

〒755-8611 山口県宇部市常盤台2557

1. はじめに

人間は視覚情報処理の初期過程において、画像情報を、形、色、運動、奥行きなどの属性ごとに別々のモジュールで処理していることが知られている¹⁾。一方、我々が知覚しているのは形や色などいろいろな性質をあわせもった物体である。このことから、人間は物体の視覚情報をいったん属性ごとに別々に処理し、その後再び統合して知覚していると考えられている。この統合機能は、人間の視覚情報処理における最も基本的な機能の一つであるが、その機構については多くの点はまだ明らかになっていない。

そこで本研究では、色と形状の統合過程について、視覚探索課題を用いた反応時間実験により検討した。さらに、異なる特徴次元からの情報を統合することによって目標刺激が見えやすくなるかについても検討した。

2. 方法

2.1 実験装置

刺激の呈示のためには、暗室内に設置されたパーソナルコンピュータ (GATEWAY 2000) を用い、CRT モニタ (SONY Trinitron Multiscan 17sf) 上に呈示した。被験者とモニタとの視距離は顎台を用いて 80 cm に固定された。被験者は、手元のキーボードのキーを押すことにより反応した。

2.2 刺激

2.2.1 空間条件

刺激の構成は、図1のように視角 $12 \text{ deg} \times$
2000年夏季大会ポスター発表(7月26日)

12 deg の背景上に、大きさ $1 \text{ deg} \times 1 \text{ deg}$ の刺激を 1 deg の間隔で配置されていた。刺激サイズは、9, 16, 25 であった。

2.2.2 実験条件

特徴レベル条件として、目標刺激を色次元のみによって特定した色条件、形状次元のみによって特定した形状条件、そして、色と形状の両次元によって特定した統合条件の3条件を設けた。

色条件の目標刺激は、赤色の2次元ガウス関数にしたがった輝度変化パターンであった (図2 a)。形状条件の目標刺激は、グレー

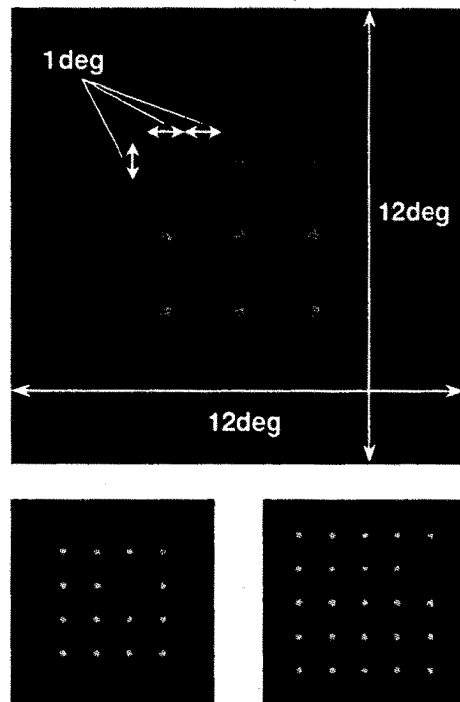


図1 刺激構成。

の2次元矩形波関数にしたがった輝度変化パターンであった(図2b)。統合条件の目標刺激は、赤色の2次元矩形波関数にしたがった輝度変化パターンであった。

妨害刺激は、3つの特徴レベル条件ともグレーの2次元ガウス関数にしたがった輝度変化パターンであった。

刺激輝度レベルによる見えやすさの違いを検討するために、刺激輝度レベル条件として、0.2, 1.2, 3.2, 7.1, 13.1, 20.0 cd/m²の6段階を設けた。また、背景輝度レベルは約0.1 cd/m²とした。

2.3 手続き

各特徴レベル条件ごとに、6段階の輝度レベル条件、3段階の刺激サイズ条件、目標刺激の有無、それぞれを9回繰り返した計324通りを1セッションとした。これを3セッション行い、刺激呈示から目標刺激の有無についての判断までの時間を測定した。各条件

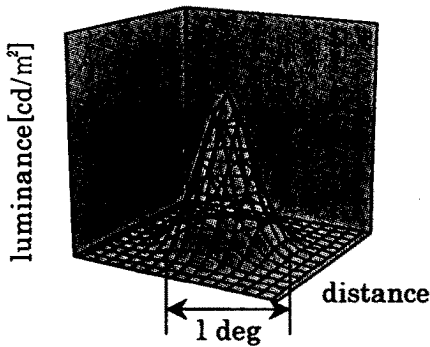
での刺激の呈示順序はランダムであった。

参加した被験者は、色覚に異常がない20代の男性3名であった(うち1名は著者HK)。

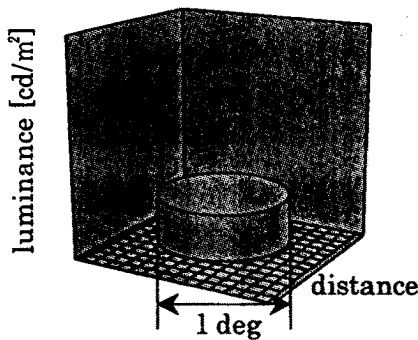
3. 結果と考察

1名の被験者の輝度レベル 13.1 cd/m²における目標刺激がある場合の結果を図3に示す。横軸に刺激のサイズ、縦軸に反応時間が示されている。図3中に示された各点は27回の探索時間の平均値を表わしている。図3から分かるように、目標刺激がある場合において、各条件間のグラフの傾きには余り差がない。この傾きは、刺激が並列的処理されたときの傾きと類似している。

これより、目標刺激探索に要した時間の妨害刺激数に対する関数(探索関数)を求めて、目標刺激がポップアウトしたか検討した

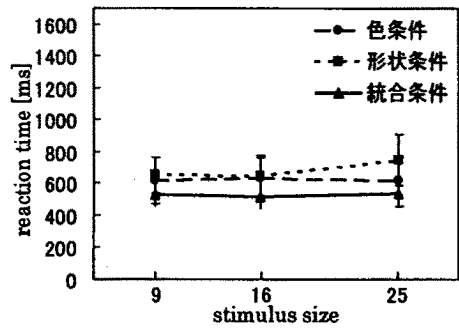


(a) ガウス関数

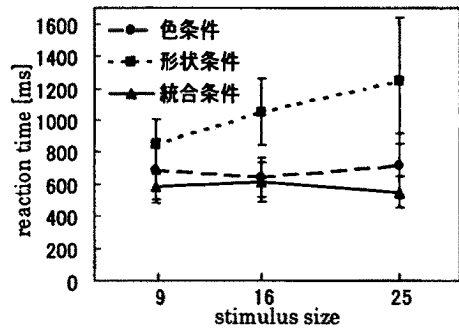


(b) 矩形波関数

図2 形状次元の特徴。



a 目標刺激がある場合



b 目標刺激がない場合

図3 ONにおける輝度レベル 13.1 [cd/m²]における測定結果。

表1 目標有り条件における各条件の探索関数の傾き。8 ms/アイテム以下をポップアウトとして定義した。下線有りがポップアウトした条件、下線無しがポップアウトしなかった条件。

a 色条件

輝度レベル条件 [cd/m ²]	被験者		
	HK	CN	YT
20.0	<u>3.1</u>	<u>-1.4</u>	<u>1.6</u>
13.1	<u>2.6</u>	<u>-0.2</u>	<u>0.7</u>
7.1	<u>-1.9</u>	<u>-0.6</u>	<u>2.0</u>
3.2	<u>2.6</u>	<u>2.2</u>	<u>-0.5</u>
1.2	<u>-2.9</u>	<u>-1.2</u>	<u>1.5</u>
0.2	15.7	<u>7.0</u>	22.6

b 形状条件

輝度レベル条件 [cd/m ²]	被験者		
	HK	CN	YT
20.0	11.1	<u>6.8</u>	<u>2.4</u>
13.1	7.1	<u>6.3</u>	<u>1.4</u>
7.1	11.3	<u>2.6</u>	<u>5.4</u>
3.2	11.7	<u>1.2</u>	<u>6.1</u>
1.2	<u>4.0</u>	<u>4.6</u>	<u>7.1</u>
0.2	<u>3.9</u>	<u>-1.2</u>	<u>-0.8</u>

c 統合条件

輝度レベル条件 [cd/m ²]	被験者		
	HK	CN	YT
20.0	<u>1.3</u>	<u>0.3</u>	<u>1.1</u>
13.1	<u>2.3</u>	<u>0.7</u>	<u>0.8</u>
7.1	<u>0.6</u>	<u>1.5</u>	<u>-1.7</u>
3.2	<u>-1.5</u>	<u>2.8</u>	<u>-0.1</u>
1.2	<u>-0.3</u>	<u>2.0</u>	<u>0.3</u>
0.2	<u>-1.3</u>	<u>0.2</u>	<u>1.3</u>

(表1)。ここで、探索関数の傾きが8 ms/アイテム以下をポップアウトとして定義した。表1中の下線部分がポップアウトした箇所を示している。色条件と形状条件では、刺激の輝度レベル条件によって目標刺激がポップアウトしない(表1 a, bの下線無し部分)ことがあったが、統合条件では刺激の輝度レベル条件に関係なく目標刺激がポップアウトした(表1 c)。他2名の被験者のデータからも同様の結果が得られた。

さらに、全特徴レベル条件で目標刺激がポップアウトした輝度レベル条件(輝度13.1 cd/m²と輝度1.2 cd/m²)において、各特徴レベル条件での探索時間を比較したところ、統合条件の探索時間は、色条件の探索時間と形状条件の探索時間よりも有意に短かった(ともに、 $p < .05$)。

これらの結果より、異なる特徴次元の情報を統合することにより目標刺激が見えやすくなることが示された。一般的に、目標刺激がポップアウトしたときの処理は並列処理といわれている³⁾。本実験結果より、異なる特徴レベル条件の情報を統合すると、空間的並列処理が促進されたのではないかと考えられる。また、特徴統合理論(Treisman & Gelade, 1980)において仮定される各特徴モジュール内の処理が相互に促進し合っていることも考えられる。

文 献

- 1) M. S. Livingstone and D. H. Hubel: Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *Journal of Neuroscience*, 7, 3416-3468, 1987.
- 2) M. S. Livingstone and D. H. Hubel: Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and perception. *Science*, 240, 740-749, 1988.
- 3) A. Treisman and A. Gelade: A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136, 1980.