

周辺視野における視覚的特徴量の画像認識における効果 箕浦大祐・氏家弘裕・内川恵二

東京工業大学 工学部 像情報工学研究施設

〒226 横浜市緑区長津田町 4259

1. はじめに

人間が外界にあるものを認識する際に、網膜から入力された視覚情報は様々な特徴量に分解され、認識するときに脳内で再結合されるという情報処理過程が提案されている。この統合認識される際に中心窩の方が周辺視野より解像度がよいという機能差があるため、これらの部位から入力される情報には必ず何らかの重みがかかっており、また、認識に至るには統合時間が深く関係していると考えられる。

本研究では、統合認識の際に周辺視野から入力されたどのような情報が中心窩から入力された詳細な情報の助けとなり有効に利用されているのか、またその際に統合時間がどのように関与しているのかを定量的に測定することを目的とした。

2. 実験

2.1 実験原理

制限視野法を用いる^{1,2)}。被験者の注視点の周りだけに元の画像を呈示し、周辺視野には特定の視覚情報を制限した画像を呈示する。この条件下で刺激の認識率を測定し、情報制限の度合い及び刺激観察時間の長さが認識率に与える影響から制限した視覚情報の重要度を測る。

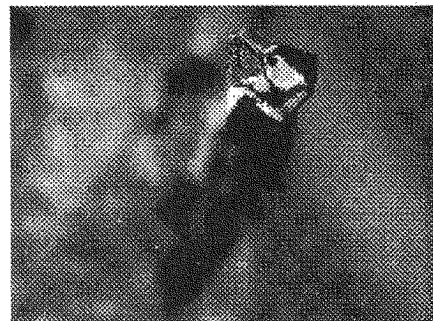
2.2 装置と刺激

装置 リンバス・トラッカー法を用いて被験者の眼球運動を取得した。被験者が広視野にわたって両眼で刺激を観察することを妨げないよ

うにするため、フォトリフレクターを3次元方向に任意の位置に調節することができるようなステージに取り付け、これをレンズを取り除いた水泳用のゴーグルに固定した装置を作製した。この検出部で得た被験者の眼球運動を元に、被験者のスクリーン上の注視点を計算機で算出し、制限視野領域が常に被験者の眼球運動に同期するように液晶プロジェクターで刺激を呈示した。スクリーンサイズは視角縦30度、横



(a)



(b)

図1 実験に用いた刺激(実際はカラー)。(a) 原画像 (b) 周辺をぼかした場合の実際の刺激の見え。

40度である。

刺激 実在の対象を撮影したカラーの2次元静止画像(図1)を用いることで、日常人間が実際の外界の視空間を観察している状況を模擬した。制限視野中心部分のサイズは1辺4度の正方形。周辺視野において段階的に制限した視覚的特徴量は、ぼけ、エッジコントラストおよび色コントラストの3種類であり、観察時間は2秒、1秒、0.5秒の3種類の条件を用意した。

2.3 手順と被験者

手順 決められた時間刺激を観察した後、被験者が形成した視覚イメージ³⁾と元の画像を被験者に主観的に比較させて刺激の認識の度合いを決定した。この際、マグニチュード推定法を用いて0%、25%、50%、75%、100%の5段階で認識率を測定した。

被験者 被験者はMK(27才)とYY(23才)の男性2名で、MKはコンタクトレンズで視力を矯正している。

3. 結果と考察

$$\begin{bmatrix} L \\ C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.59 & 0.11 \\ 0.7 & -0.59 & -0.11 \\ -0.3 & -0.59 & 0.89 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$S = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$$

3.1 実験1：色コントラストの実験

まず、周辺視野に呈示する画像の色コントラストを変化させて対象の認識における周辺視野の色の影響について調べた。色コントラストは次式で定義する。画像中の各画素の赤(R)緑(G)青(B)から彩度(S)を計算する画像処理の一般的な手法を用い、この彩度に対するコントラストを変化させた。

実験結果を図2に示す。横軸は周辺視野に呈示された画像の色コントラストを示し、縦軸は被験者の応答で10回の試行から求められている。グラフ中のシンボルの違いは刺激呈示時間の違いを表しており、■は0.5秒の場合、●は1.0秒の場合、▲は2.0秒の場合の結果を示して

いる。両被験者とも色コントラスト0%に近づくにつれて若干認識率は低下するが、全体的には高い認識率を維持しており、また刺激呈示時間の影響もほとんど見られない。したがってこの実験条件では周辺視野における色情報は、画像を認識する上で必ずしも重要な役割を担っていないことがわかる。視野を統合認識する際にある領域の色を確認する程度の付加的な情報として使われていたと考えられる。

3.2 実験2：ぼけの実験

次に、制限視野の中心領域以外の部分の画像のぼかし程度を変化させることによって画像が持つ詳細な情報が周辺視野でどのように活用されているか調べる実験を行った。その実験結果を図3に示す。横軸は画像の精細さ(sharpness)を表している。この画像の精細さは画像をぼかすためにかけたフィルタの90%に当たる領域の直径の逆数で定義した。ぼけは注目画素とその8近傍の平均値をとる方法(平均移動法)を用いた。Sharpnessが0に近づくると周辺視野は完全にぼけて一様になり、値が大きくなるほどぼけが弱くなり、無限大になると周辺視野にも原画像が呈示されることになる。グラフの縦軸は被験者の応答である認識率を示し、10回の試行から求めた。グラフ中のシンボルの違いは実験1と同じである。Sharpnessが1までは認識率はさほど大きく向上しないが、その後sharpnessが大きくなるにつれて認識率も徐々に向上し、3程度になるとどの呈示時間条件でもほぼ完全に対象を認識できているが、呈示時間が長いほど認識率は向上する。周辺視野は解像度は低いため詳細な情報がその部位に存在しても対象を認識する上で有効な情報ではないように思われるが、この実験結果を見ると周辺視野に呈示される画像が詳細になるほど認識率が向上している。したがって詳細な情報が全く無意味なわけではなく、多ければ多いほど更なる認識率の向上につながることが示唆される。

3.3 実験3：エッジコントラストの実験

最後に、シーンに含まれる物体形状の輪郭情報はどのように利用されているか調べた。実験

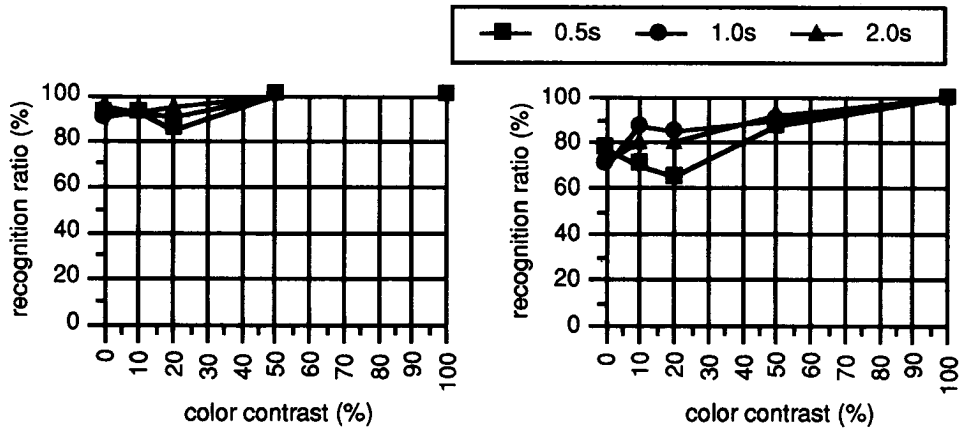


図2 実験1の結果。左：被験者MK，右：被験者YY。シンボルの違いは刺激呈示時間の違いを表す。

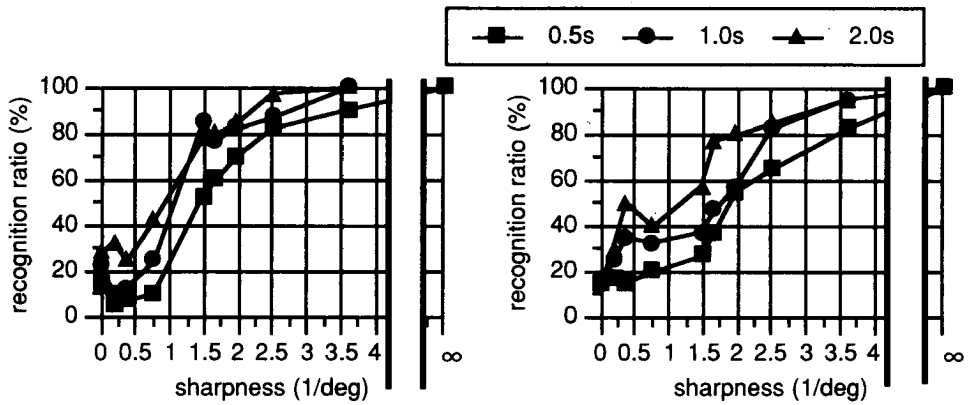


図3 実験2の結果。左：被験者MK，右：被験者YY。シンボルの違いは刺激呈示時間の違いを表す。

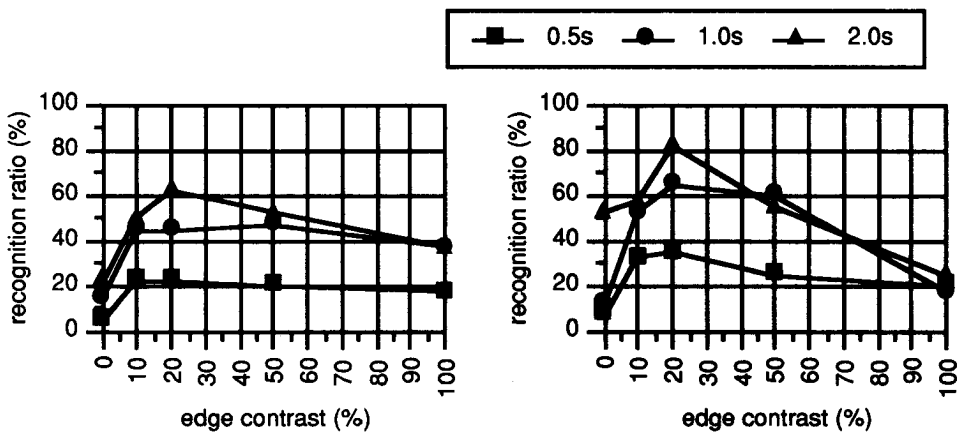


図4 実験3の結果。左：被験者MK，右：被験者YY。シンボルの違いは刺激呈示時間の違いを表す。

結果を図4に示す。横軸は原画像にラブラシア
ンフィルタをかけて抽出したエッジ成分の強度
のコントラストを示す。100%の場合はその単
にフィルタをかけた画像を周辺に呈示した場
合、50%ならばエッジ強度がその半分になる。
0%はエッジのない周辺が黒の画像となる。グ
ラフの縦軸は被験者の10回の応答の平均を表
す。グラフ中のシンボルの違いは前述の2つ
の実験に同じである。グラフを見ると両方の被験
者ともエッジコントラストが20%付近で最高の
認識率を示しており、それ以上コントラストが
増加しても低下しても認識率は低下する。コン
トラストが20%の場合の刺激にはエッジ強度が
弱い部分はほとんどなく、物体の外枠を表すよ
うな強度変化の大きい部分しかない。コントラ
ストが100%に近い方が画像中の細部のエッジ
まで見えるため与えられる情報は多いはずで
あるが、むしろ細部のエッジはノイズとして作用
していると考えられる。以上のことから考察す
ると、形状輪郭情報は物体の外枠を表すよう
な強度変化の大きい部分が情報価値が高く優先
的に利用されているようである。

3.4 眼球運動

図5に刺激観察時の被験者の眼球運動例を示
す。注視点はキツツキの頭部、身体をたどり情
報価値の高そうな部分をたどっていることがわ
かる。すなわち周辺視情報が制限された状態に
おいてもその条件下で対象を認識する上で重要
であると思われる領域を選定して注視点の移動
を行っていると考えられる。

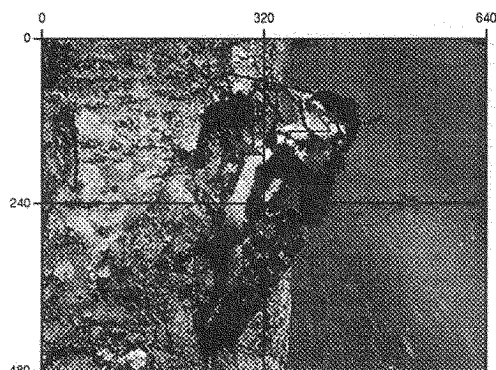


図5 刺激観察時の被験者の眼球運動例

4. まとめ

周辺視野における色情報は、この実験条件で
はある領域の色を確認する程度の役割しか持っ
ていなかった。物体の形状輪郭情報は、強度変
化の大きい部分が情報価値が高く優先的に利用
されている。観察時間や特定の周辺視野情報が
制限された状態でも、その範囲内で情報価値の
高い部分を選定するような眼球運動を行っている。

周辺視野は解像度は低いが詳細な情報を全く
利用できないわけではなく、物体形状の外枠を
表す輪郭から得られる情報を基に細部の情報が
増えれば増えるだけだけ更なる認識率の向上に
つながると考えられる。

文献

- 1) S. Saida and M. Ikeda: Useful visual field size for pattern perception. *Perception and Psychophysics*, 25, 119-125, 1979.
- 2) S. Shioiri and M. Ikeda: Useful resolution for picture perception as a function of eccentricity. *Perception*, 18, 347-361, 1989.
- 3) M. Ikeda and K. Uchikawa: Integrating time for visual pattern perception and a comparison with the tactile mode. *Vision Research*, 18, 1565-1571, 1978.