

K-062

カテゴリカル色知覚に基づいた多色不均一視覚探索のメカニズム

Mechanism of Heterochromatic Visual Search Based on Categorical Color Perception

横井 健司
Kenji Yokoi

内川 恵二
Keiji Uchikawa

1. はじめに

我々は日常生活において、多彩な刺激の中から目標を探し出すという作業を頻繁に行っている。この視覚探索についてはこれまでも多数の研究が行われてきているが、色度特性に関してはターゲットとディストラクタの相対的な色差が探索難度を決定すると考えられてきた。しかし、これらの研究で用いられてきた刺激構成は比較的単純なものが多く、日常のように多彩なディストラクタが混在する状況においても色差に依存するのかどうかは疑問である。

このような背景から、我々は多彩な刺激が混在する多色不均一刺激を用いて視覚探索の色度特性について研究を行ってきたが、ターゲットとディストラクタ群の色差を一定に保ったにも関わらず探索時間は大きくばらついた。さらなる解析の結果、高次色知覚と考えられるカテゴリカル色知覚が強く影響している可能性を見出し、カテゴリカル色探索モデルを提案した^{1,2)}。このモデルでは、(1)ターゲットの色カテゴリーに属する刺激を絞り込み、(2)その絞り込んだ刺激内でターゲットを探索すると想定し、そのために刺激中にターゲットと同じ色カテゴリーのディストラクタが多いほど探索が困難になることを説明しているが、これまでの実験では刺激の個数(セットサイズ)が一定だったため定量的に検証することができなかった。そこで本研究では、各プロセスについて定量的に実験することでモデルの妥当性を検証した。

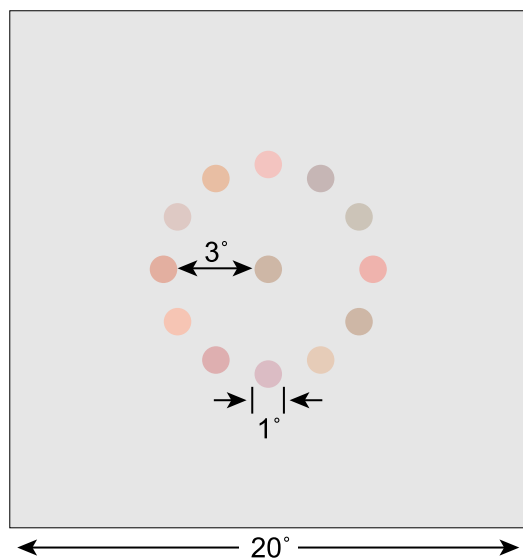


Fig.1 Stimulus Display in Expr.1

2. 実験1 (色カテゴリーによる絞り込み)

2.1 実験方法

実験1では、多色不均一刺激が色カテゴリーに基づいて即座に分割されるのかどうかを調べるために、短時間(200ms)だけ刺激を呈示して、ターゲットの検出確率を求めた。刺激の概略をFig.1に示す。リング状の12個の刺激と中心のターゲット手がかりが200ms呈示され、被験者は12個の内、ターゲットがどこにあったかを応答する。12個の刺激はOSA均等色空間上で半径2の球体を構成するように選ばれており、互いの色差構成は全条件で一定である。刺激全体の色相、彩度を様々に設定することで合計600色度条件について、各10回ずつ実験を行った。

また、各刺激の色カテゴリーを解析するため、別のセッションで基本11色(赤・緑・青・黄・紫・橙・茶・桃・白・灰・黒)によるカラーネーミングを行った。

2.2 結果

Fig.2に被験者1名の結果を示す。横軸はターゲットと同じ色カテゴリーに属する刺激が12個の内いくつあったかを示し、縦軸はターゲットの正答率()とターゲットと同じ色カテゴリーの刺激を答えた割合()である。点線はそれぞれのチャンスレベルを表している。

まず、ターゲット正答率が双曲線に近い形状をしていることは、ターゲットと同じ色カテゴリーの刺激が少ない場合に正答率が急激に高くなることを表している。またカテゴリー一致率については、必ずしもターゲットを正答でき

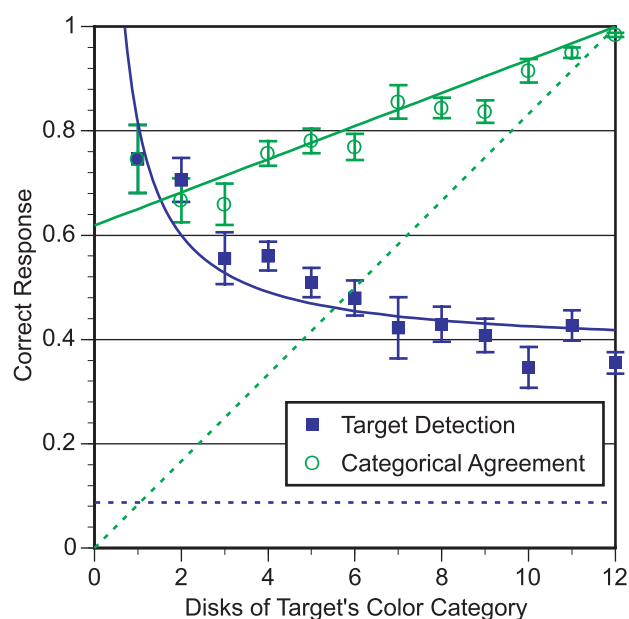


Fig.2 Target Detection and Categorical Agreement

なくとも、かなり高い確率でターゲットと同じ色カテゴリーの刺激を応答していることを意味しており、200msという短時間の呈示であるにも関わらず色カテゴリーに基づいた刺激の分割が行われていることが強く示唆される。

3. 実験2 (セットサイズの影響)

3.1 実験方法

実験2では刺激のセットサイズを様々(66, 92, 118)に変えることで、探索時間と色カテゴリー構成の関係を求めた。実験1と同様にOSA均等色空間で球体を構成する13種類の色度をディストラクタとし、各色度に対して5, 7, 9個ずつのディストラクタと球体分布の外の色度を持つターゲット1つがFig.3のように格子状にランダムに呈示される。

各試行前に1秒間ターゲットを教示し、被験者には可能な限り早くかつ正確にターゲットを探しボタンにより応答するよう指示した。刺激呈示からボタンが押されるまでが探索時間であるが、続けてマウスによりターゲット位置の応答を採り、正答した試行のみ記録される。合計90の色度条件に対して、各10回ずつ測定した。

3.2 結果

1名の結果をFig.4に示す。横軸は刺激内のターゲットと同じ色カテゴリーの刺激の個数(以降、カテゴリカルセットサイズと呼ぶ)を示す。例えば、ターゲットの色カテゴリーが茶で、刺激全体の構成が緑56, 茶29, 黄7ならば、総セットサイズは92であるが、カテゴリカルセットサイズは29となる。縦軸は、各色度条件毎の平均探索時間を示している。シンボルの違いは総セットサイズの違いを表す。

グラフから分かる通り、カテゴリカルセットサイズが大きくなるにつれて探索時間が長くなり、そのばらつきも大きくなる傾向が顕著に現れている(セットサイズ効果)。すなわち、ターゲットと同じ色カテゴリーのディスクが少なければ短時間で探索可能であるが、同じ色カテゴリーのディスクが多くなるほど探索が困難になっており、色カテゴリーに基づいた刺激の絞り込みが示唆される。

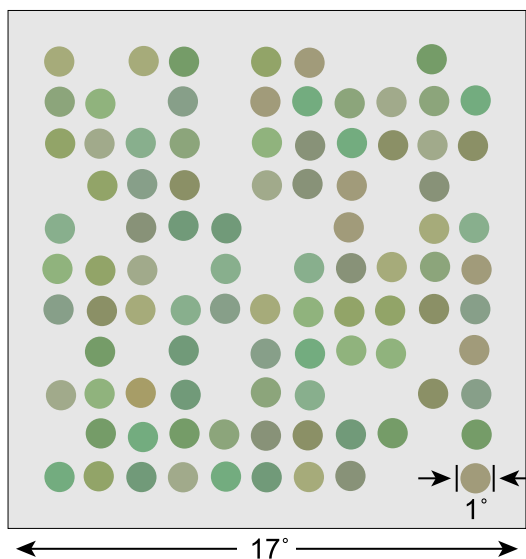


Fig.3 Stimulus Display in Expr.2

さらに興味深い点として、この傾向に対して総セットサイズによる違いがあまり見られないことが挙げられる。このことは、ターゲットと異なる色カテゴリーの刺激はあってもなくても探索プロセスにはほとんど影響しないことを意味している。

4. 考察

2つの実験から、多色不均一視覚探索では提案モデルから想定されるようにカテゴリカル色知覚に基づく2段階の処理が行われている可能性が強く支持された。

色による刺激の分離に関してはいくつか研究がなされているが、「赤」や「緑」というように明瞭なフォーカル色を用いているなど色差との関係が十分に区別されていなかった。そのため、このような色による分離については、カテゴリーの違いではなく専ら色差が大きいためであると考えられてきた。しかし今回の実験では全ての条件において刺激の色差構成を一定に統制しているため、色差だけで説明することはできない。さらに重要な点として、今回の実験では色空間内の様々な色相、彩度の刺激を用いているため、フォーカル色のような明瞭なカテゴリー色を用いているわけでもない。それにも関わらずカテゴリカル色知覚による分離が行われているとすれば、多彩な刺激が混在する日常的な環境においては色差などの比較的低次な色知覚だけではなく、より高次のカテゴリカル色知覚が大きな役割を果たしていると考えられる。

参考文献

- 1) 横井健司, 内川恵二: 不均一多色刺激を用いた視覚探索への高次色知覚の影響, 映像情報メディア学会誌, 55 (2001), 1534-1538.
- 2) 横井健司, 内川恵二: 多色不均一ディストラクタ上の視覚探索における色カテゴリーの役割, VISION, 14 (2002), 1-12.

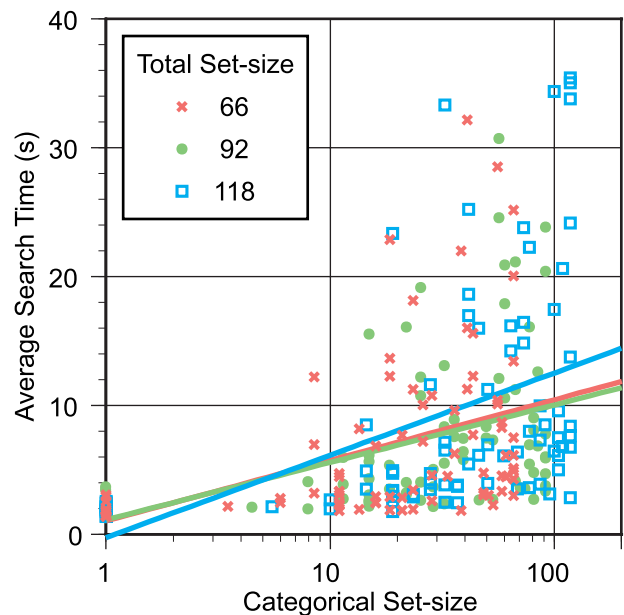


Fig.4 Average Search Time as a Function of the Categorical Set-size