

視覚統計量の要約における偏心率の影響

坂野 逸紀
齋木 潤

京都大学大学院人間・環境学研究科
京都大学大学院人間・環境学研究科

Recent studies have shown that we can extract the statistical summary of sets of elements efficiently. It is thought that this serves as a basis for rapid understanding of the meaning of an environmental scene. We see the scene in a whole visual field. Hence, it is expected that we compute statistical properties of elements very accurately even in far peripheral vision. In our study, the performances of judging the mean size of sets of circles at different eccentricities were measured. 4 circles were presented simultaneously in imaginary 3X3 matrix where each cell measured 4°X4°. The center of matrix was located on a fixation point or at 16° eccentricity on horizontal meridian. Participants also performed member identification task in which they are asked to judge the size of a member in a mass of circles. We found that mean discrimination thresholds for size were not affected by eccentricity, while the judgments of the size of a circle were less accurate when circles were located within peripheral area than central area. The result suggests that statistical properties such as size in peripheral vision could be summarized as accurately as in central vision.

Keywords: statistical summary, size estimation, peripheral vision, eccentricity.

問題・目的

我々の視覚は常に膨大な量の情報にさらされている。しかしながら、日常的な視環境においてはある類似した特徴・要素がまとまって出現することが多い。ゆえに、視覚系は特定の要素を統計的な表現にまとめることで、視覚情報を圧縮する機会が与えられていることになる。実際にヒトは、複数の視覚刺激からその統計的要約を抽出する能力を有していることが知られている。例えば、Chong & Treisman(2003)は瞬間的に呈示された複数の円刺激の平均サイズを極めて正確に抽出できることを示している。

では、この統計的要約能力は視野とどのような関係にあるだろうか。この能力は、ヒトが複雑な視環境の概略的な意味を短時間のうちに獲得するための基礎となると考えられている(Greene & Oliva, 2009)。そして、視環境の情報は実験室の外では視野の全範囲にわたって存在するものである。従って、視覚刺激の統計的要約の正確性は周辺視野でも維持されている可能性を考えることができる。そこで本研究では、複数呈示された円刺激の平均サイズを判断する課題を用いて、視覚統計量の要約能力における偏心率の影響を検討した。なお、この課題と比較するものとして、円刺激のうちの1つのサイズを判断する2タイプの課題が用いられた。

方法

協力者 第一著者を含む9人の大学生、大学院生が実験に参加した。全員が裸眼ないしは矯正した上での正常な視力を有していた。

刺激 4つの相異なるサイズの円（視角 1.40° ~ 2.43°）が用いられた。円の面積は指数 0.76 のべき関数スケール上で等比数列を成していた。これは円の物理的な面積とその知覚の対応が同指数のべき関数に従

うことに基づく(Chong & Treisman, 2003; Teghtsoonian, 1965)。これ以降に記述されるサイズ差は、全てべき関数スケール上での値を表す。各円は視角 4° の正方領域をセルとする 3×3 の仮想的なマトリックスの中に呈示された。円が配置されるセルは試行ごとにランダムに決定された。また、各円の中心はセル中心から最大で 0.3° ずれた位置に配置された。ずれの大きさ・方向は試行ごとにランダムであった。呈示される4円の面積は常に同一ではなく、試行ごとにべき関数上でのスケーリングが行われた。拡大率は、1/1.1/1.2/1.3 倍のいずれかがランダムに選択された。

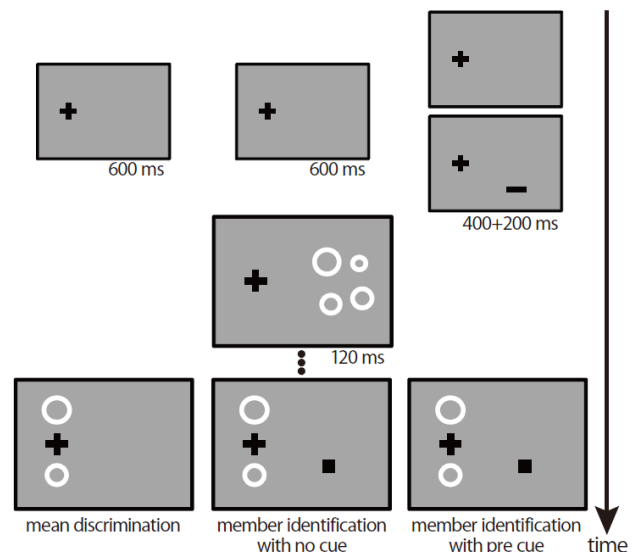


Figure 1. The timeline For Experiment. Left: mean discrimination task. Center: member identification task with no cue. Right: member identification task with pre cue.

手続き

平均弁別課題 (図1左)：協力者は瞬間呈示された4つの円の平均サイズ (面積) を判断することを求められた。画面左あるいは右に600ms注視点が呈示された後、4円が120ms間呈示され、さらに600msのISIにおいて注視点の上下にサイズの異なる2円が呈示された。協力者は平均サイズとして正しい方を選択した。標的刺激は、べき関数スケール上で4円の面積を平均することによりそのサイズが決定された。また、妨害刺激は標的刺激と特定のサイズ差を構成するように決定された。両刺激のサイズ差は10/20/30/40/50/60/70%のうちいずれかであった。仮想マトリックスの中心は注視点から水平方向に0° (near条件)、あるいは16° (far条件) 離れた場所のいずれかであった。各視野・サイズ差ごとの試行数は64であった。

事前手がかり無し要素同定課題 (図1中)：本課題では標的・妨害刺激と同時に、4円のいずれかがあった位置に正方形のマーカが呈示された。協力者は、マーカ位置に呈示された円のサイズを判断した。マーカの位置は試行ごとにランダムに選択された。

事前手がかりあり要素同定課題 (図1右)：協力者はマーカ位置に呈示された円のサイズを判断することを求められた。本課題においては、4円が呈示される200ms前から直前まで、後にマーカが配置される円の下にバーが呈示された。

なお、9人の協力者のうち、第一著者を含む2人の協力者はより多くの課題、呈示視野条件に参加していたが、ここではその説明は省略する。

結果

各サイズ差で得られた正答率に累積ガウス分布をフィットすることにより、各課題・呈示視野条件において75%の正答率に対応するサイズ差を閾値として求めた。全ての協力者において、75%閾値は10~70%のサイズ差の範囲内に収まっていた。課題としては平均弁別課題・事前手がかりなし要素同定課題・事前手がかりあり要素同定課題を、呈示視野としてはnear条件、far条件を分析対象とした。協力者の閾値の平均を図2に示す。平均弁別課題はnear条件、far条件の間で閾値は変わらなかった一方、2つの要素同定課題においてはnear条件に対するfar条件の閾値上昇が見られた。課題・呈示視野を要因とする2要因の分散分析を行ったところ、両要因において主効果がみられた(課題： $F(2,16) = 10.88, p < .005$; 呈示視野： $F(1,8) = 22.70, p < .005$)。また、両変数の交互作用が有意であったため($F(2,16) = 6.91, p < .01$)、課題別に呈示視野の効果を検討したところ、2つの要素同定課題でのみ有意な閾値差が認められた($p < .01$)。

考察

本研究の結果から、個々の円刺激の大きさの判断が不正確になるような周辺視野においても、平均サイズの判断は中心視野と同程度に正確であることが明らか

になった。このことから、視覚統計量を要約する能力は少なくとも視角16°の範囲まで維持されていることが示唆される。

平均サイズの判断が周辺部でも低下しない理由については、そもそも個々の要素のサイズ判断がなぜ周辺部だと低下するのかを考えることで、2つの可能性を挙げられる。1つは各要素のサイズを符号化する際に発生するノイズを平均化によって低減している可能性である。これは偏心度の増加に伴う要素同定課題の成績低下が、各要素のサイズ情報に独立に付加されるノイズの増大に由来するものであることを仮定している。このような場合、情報をプールすることによって、サイズ判断に対するノイズの影響をキャンセルすることができる。もう1つは、各要素の位置情報を問わないことによって、要素の位置の符号化エラーを回避している可能性である。これは要素同定課題の成績低下が、要素の位置情報に付加されるノイズの増大に由来するものであることを仮定している。この場合、同課題においては、各要素の定位エラーによりマーカで指定された円とその他の円を取り違えた上で判断を行ってしまう可能性がある。一方で、平均弁別課題においては各要素の定位エラーは問題にならない。2つの可能性のうちどちらが正しいのか、あるいはその両方が正しいのかは明らかではないが、いずれにせよ統計的要約を行うことは偏心度の増大に伴う視覚情報の不精緻化を補償する有効な手段であることが示唆される。

引用文献

- Chong, S. C., & Treisman, A. (2003). Representation of statistical properties. *Vision Research*, 43, 393-404.
- Greene, M. R., & Oliva, A. (2009). The briefest of glances: the time course of natural scene understanding. *Psychological Science*, 20 (4), 464-472.
- Teghtsoonian, M. (1965). The judgment of size. *American Journal of Psychology*, 78, 392-402.

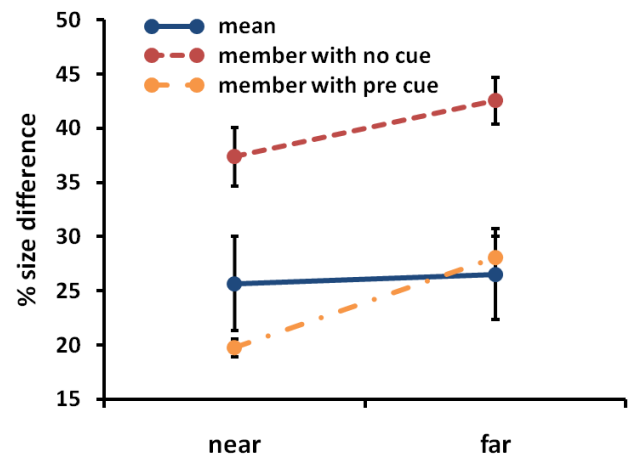


Figure 2. The results of Experiment. The error bars indicate the standard errors.