

視覚性短期記憶の内的表象への特徴又は空間に基づくアクセスの比較

李 琦

京都大学大学院人間・環境研究科

riki@cv.jinkan.kyoto-u.ac.jp

齋木 潤

京都大学大学院人間・環境研究科

Keeping visual information in mind and retrieving details when necessary is involved in a wide range of everyday tasks. Previous studies have shown that location-cues present after perceptual events can amplify the mental representation at a particular location within visual short term memory (VSTM). Here we investigated whether representations held in VSTM can be modulated by feature-cues and whether the effects of feature-cueing differ from those of location-cueing. On each trial, participants viewed a memory array of 4 items, followed by a feature-cue (50% validity), location-cue (50% validity), or neutral cue, and later by a probe stimulus. The task was to decide whether the probe stimulus matched the item presented at the same location in the memory array. We fit the data to the EZ-diffusion model. The fits showed that the rate of accumulation of evidence was significantly improved when participants were retrospectively cued to the probe stimulus feature or location, reflecting better output of cued representations from VSTM entering the decision process. In addition, we found that in the mismatch condition, feature-cueing led to a small advantage in the non-decision components of reaction time on invalid trials but a great disadvantage on invalid trials. However the effects of location-cueing did not differ across conditions. This indicates that feature information and location information might modulate processing outside decision such as encoding and response execution in a different way.

Keywords: visual short term memory (VSTM), feature-cue, location-cue, the EZ-diffusion model

問題・目的

我々は直面する様々な状況に応じて、視覚性短期記憶に保持された情報の中の関連する部分にアクセスする行動を日常的に行っている。本研究は、視覚性短期記憶の内的表象への特徴又は空間に基づくアクセスを検討するため、変化検出課題を用いた実験を行った。視覚性短期記憶に保持された情報へのアクセスを実験的に調べるパラダイムに retro-cue パラダイムがある。一般的な retro-cue パラダイムでは、記憶画面を呈示した後に、テスト刺激の位置情報を知らせる空間手がかりを与える (Griffin & Nobre, 2003)。本研究では、従来の retro-cue パラダイムにテスト刺激の特徴情報を知らせる手がかりを導入することにより、視覚性短期記憶における特徴に基づくアクセスの特性を観察することが可能になった。

方法

実験協力者 各実験に 16 名の大学生が参加した。全員が正常な視力(矯正を含む)と色覚を有していた。

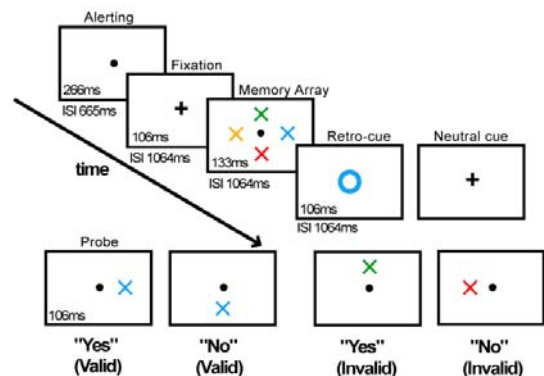
刺激 実験 1 に用いた刺激は 4 色の「×」であった(視角 0.79°)。実験 2 に用いた刺激は 4 種類の新奇な図形であった(視角 1.18°)。

手続き

実験 1 は色手がかり課題と空間手がかり課題から成る。
色手がかり課題 (図 1A) : 協力者はテスト刺激が記憶画面の同じ位置で呈示された刺激と同じか異なるかを判断することを求められた。Retro-cue 条件では、記憶画面を提示した後にテスト刺激の色を知らせる色手がかり(色のついた円環)を提示した。色手がかりの有効性は 50%であった。即ち、50%の確率で手がかりと同じ色のテスト刺激が提示され(有効条件)、50%の確率で手がかりと異なった色のテスト刺激が提示された(無効条件)。中立条件では、手がかりを与えなかった。

空間手がかり課題 (図 1B) : 手続きは色手がかり課題と類似であった。ただ、色手がかりの代わりにテスト刺激の位置を知らせる空間手がかり(矢印)が提示された。50%の確率で手がかりと同じ位置にテスト刺激が提示され、50%の確率で手がかりと異なった位置にテスト刺激が提示された。

A. Color-cueing



B. Location-cueing

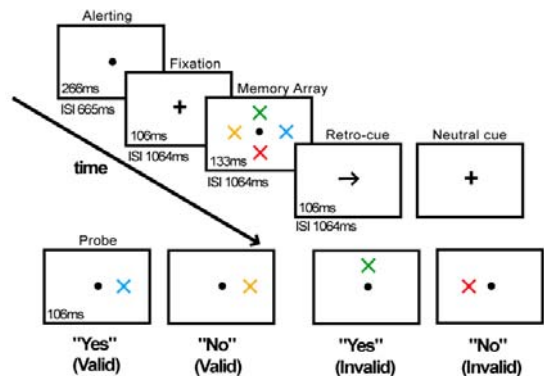


Figure 1 Examples of the experimental task in Experiment 1.

実験 2 は形手がかり課題と空間手がかり課題から成る。以下の点を除いて実験 1 と同様の手続きが用いられた。①形手がかり課題ではテスト刺激の形を知らせる手がかり（刺激の輪郭）が提示された。②記憶画面の提示時間は 266ms であった。

データ分析 反応時間と正答率のデータを用い、EZ-diffusion モデル (Wagenmakers, van der Maas & Grasman, 2007) へのフィッティングを行った。推定されたパラメータは情報収集率 (drift rate) 及び非決定時間 (non-decision time) であった。情報収集率は、観察者が信号とノイズから構成された画面から正確な判断を下すに有益な情報を収集する効率であり、反応時間と正答率の両方を考慮に入れた指標である。非決定時間は刺激のエンコーディング、反応制御などの時間を表す。

結果

情報収集率 手がかり種類 (feature, location)、変化の有無 (yes, no) に関わらず、有効条件における情報収集率は無効条件より有意に高かった (実験 1 : color/location \times yes/no \times valid/invalid, $F(1,15)=7.395$, $p=.016$; 実験 2 : shape/location \times yes/no \times valid/invalid, $F(1,15)=8.201$, $p=.012$)。また、中立条件と比べ、有効な手がかりを与えた場合、観察者の情報収集率は有意に上昇した (実験 1 : color/location \times retro-cue/neutral \times yes/no, $F(1,15)=7.362$, $p=.016$; 実験 2 : shape/location \times retro-cue/neutral \times yes/no, $F(1,15)=8.587$, $p=.010$)。

非決定時間 非決定時間の benefit (中立条件と有効条件の差) 及び cost (中立条件と無効条件の差) を調べたところ、テスト刺激が記憶画面とマッチしていない条件では、特徴手がかりの場合、benefit が小さかったのに対して cost が大きかった。一方、空間手がかりの場合、同程度の benefit と cost が見られた。(図 2.1: 実験 1; 図 2.2: 実験 2)

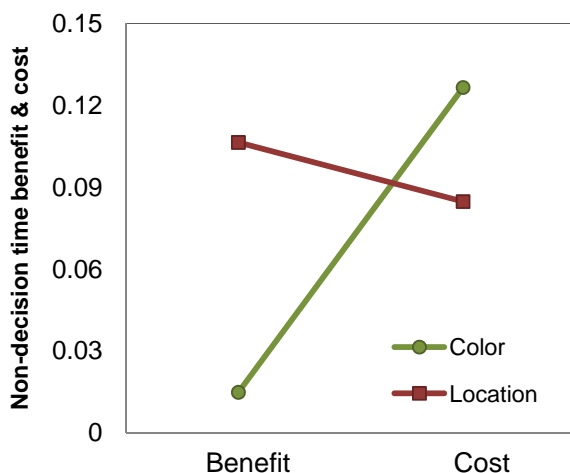


Figure 2.1 Experiment 1: Mean non-decision time benefit and cost for probe stimuli, separated according to the factor of cue type (color, location). There was a significant difference between benefit and cost in the color-cueing and shape-cueing condition where as the differences between benefit and cost did not reach significance in the location-cueing condition.

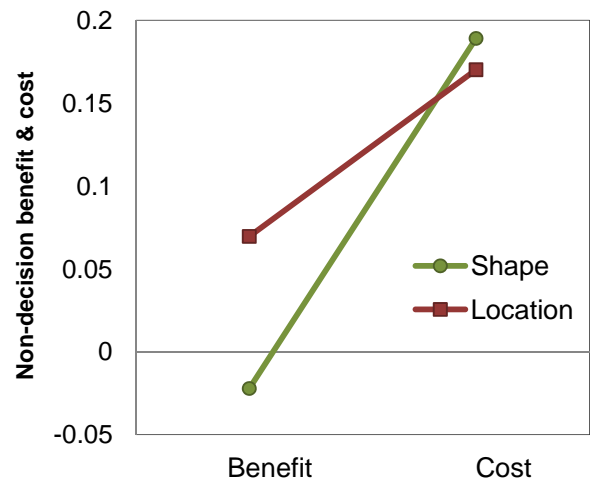


Figure 2.2 Experiment 2: Mean non-decision time benefit and cost for probe stimuli, separated according to the factor of cue type (shape, location). There was a significant difference between benefit and cost in the color-cueing and shape-cueing condition where as the differences between benefit and cost did not reach significance in the location-cueing condition.

考察

モデルフィッティングの結果から、二つの知見が得られた。まず、情報収集率の結果は、視覚性短期記憶の内的表象への特徴又は空間に基づくアクセスによって、変化検出事態における観察者の情報収集の効率が促進されることを反映していると考えられる。このことは我々が視覚情報を一時的に記憶し、状況に応じて必要な情報のみを活性化する能力を持っていることを示唆している。また、非決定時間の結果は、特徴情報と空間情報はテスト刺激のエンコーディング、反応制御などの非決定プロセスに異なった影響を与えたことを示唆している。記憶画面を提示してから、観察者にテスト刺激の特徴を知らせた場合、特徴に基づくアクセスによって得られた非決定時間の促進効果は小さかった一方、他の表象にアクセスしていたための遅延効果が大きかった。しかしながら、観察者にテスト刺激の位置を知らせた場合、位置に基づくアクセスによる促進効果と他の表象にアクセスしていたための遅延効果との間に有意差が見られなかった。このことは、視覚性短期記憶の内的表象への特徴に基づくアクセスと空間に基づくアクセスとは異なった特性を持っている可能性を示唆している。

引用文献

- Griffin, I. C., & Nobre, A. C. (2003). Orienting Attention to Locations in Internal Representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(8), 1176-1194.
- Wagenmakers, E.-J., van der Mass H. L. J., & Grassman, R. (2007). An EZ-diffusion model for response time and accuracy. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(1), 3-22.