

視覚情景の類似度判断において手がかりとなる要素の情報 Information for similarity judgment of visual scenes

星野 英一[†], 皆川 泰代[†]
Eiichi Hoshino, Yasuyo Minagawa

[†]慶應義塾大学 文学部
Keio University
eiichi.hoshino@keio.jp

概要

視覚情景の類似度判断において要素自体と要素の並びのどちらが手がかりになりやすいかを 1-gram 類似度と 3-gram 類似度を調整した階段法で調べた。刺要素と要素の並びの頻度に注目するために作成した無意味刺激を用いた。本研究は一度しか見ていない情景の記憶は、情景同士がよく似ているとき、時間的に近接している情景の要素の並びが近接していないときと比べて類似度判断の手がかりとなりやすいことを示した。

キーワード：情景, 視覚短期記憶, 類似度, 潜在学習

1. 背景

初めて遭遇した物の性質を見た目から類推するには、過去に遭遇したものの見た目との類似度が役に立つと考えられるが、類似度が高いとはどういうことであろうか。ここに複数の要素で構成される物が、二つあるとする。例えば文字という要素で構成される単語である。Larkey & Markmanはこの二つの物同士の類似度判断は、二つが同じ要素配列になるために必要な入れ替え操作の回数でなされることを提案している[1]。彼らのモデルではどの要素も同程度に処理されると仮定される。しかし、私達が行っている視覚情報処理は、いつでも全ての要素を同程度に処理しているわけではない。私達がときどき「見落とし」をしてしまうことでも分かる。また、視覚情景は短期記憶において、まばらにしか記憶されていないことが分かっている(e.g. [2])。本研究では視覚情景とは複数の物体で構成されている二次元情報のこととする。さらに、視覚情景の学習を繰り返すと、出現頻度の高い要素の並びがよく記憶されるが、その並びの一部分だけ取り出したものは記憶されないということが分かっている

[3]。以上のことから、情景の視覚的な類似度判断は個々の要素と要素の並びが関わっていることが考えられる。

そこで本研究では、視覚短期記憶における初めて見る情景の類似度判断が要素の何に依るものか調べた。特に個々の要素の頻度と要素の並びの頻度のどちらが類似度判断に貢献するのか調べることを目的とした。顔認知や単語認知という既存の知識や見た目以外の属性が類似度判断へ影響することをできるだけ排除するため、要素自体や要素の並びが意味を持たない刺激を用いた。また、要素自体の頻度と要素の並びの頻度に焦点を当てるため、要素は学習しやすい馴染みのある図形を用いた。

2. 方法

被験者は、成人 32 名(女 27, 男 5, 平均年齢 20.9±2.9 s.d.)であった。

刺激は、5 種の基本的な図形(丸, 三角, 四角, 星型, プラス)を格子状に配置した情景であった。情景は単位タイルを継ぎ目なく並べて作成した。単位タイルは、要素である図形の種類が最低 3 種で長さが 3 から 8 要素の無作為に並べた種配列を作成し、それを Hoshino & Mogi 同様に斜め方向へ拡張して作成した[4](図 1)。このように作成した情景は単位タイルの境界が不明瞭になり情景の縁が曖昧になるが、このことは要素の並びに注目させる本研究では重要である。なぜならタイルの境界や情景の縁は、視覚的配列認識において要素の並びより強い手がかりになり得るからである[5]。

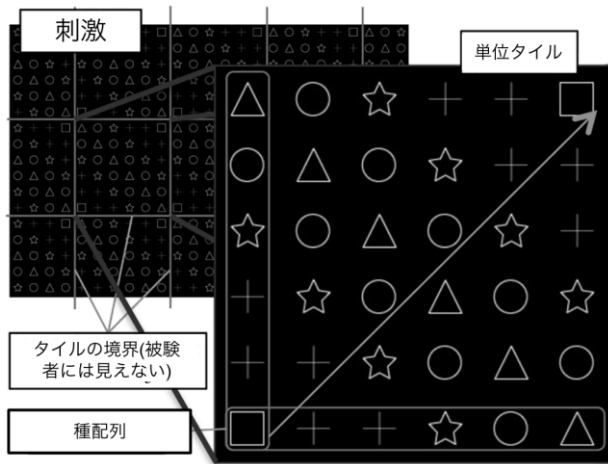


図1 実験刺激

情景の類似度，すなわち，ある情景に対する別の情景の類似度は n-gram 類似度 Sim [4]を用いて数量的に定義した．n-gram 類似度とは例えば二つの情景を比較しときに， $n=1$ ならば個々の要素の出現頻度がどれだけ似通っているかを平均的に定量化した値である． $n>1$ のときは n 個の要素の並びがどれだけ似通って出現しているかに相当する．

n-gram 類似度 Sim ($0 \leq Sim \leq 1$) の定義

n-gram($n>1$): $Sim_{AB} =$

$$\sum P_A(x_i, x_{i-1}, \dots, x_{i-(n-1)}) \times P_B(x_i | x_{i-(n-1)}, \dots, x_{i-1})$$

1-gram: $Sim_{AB} = \sum P_A(x_i) \times P_B(x_i)$

ただし，($x \in A, B$)

Sim_{AB} : 情景 B から見た情景 A の n-gram 類似度

$P_A(x_i, x_{i-1}, \dots, x_{i-(n-1)})$: 要素配列 $x_i, x_{i-1}, \dots, x_{i-(n-1)}$ が情景 A に表れる頻度

$P_B(x_i | x_{i-(n-1)}, \dots, x_{i-1})$: 要素配列 $x_{i-(n-1)}, \dots, x_{i-1}$ の隣に要素 x_i が表れる確率

注意: n-gram ($n>1$) のとき一般に $Sim_{AB} \neq Sim_{BA}$

本実験では，個々の要素と要素の並びのどちらが類似度判断に貢献するのか調べるために，1-gram 類似度と 3-gram 類似度に注目した．1-gram 類似度は個々の要素の頻度の類似度を表す指標である．一方，n-gram ($n>1$)類似度は要素の並びの頻度の類似度を表す指標であり， $n=2$ のとき最も局所的な並びの類似度を表し， n が大きくなればなるほどより大局的な並びの類似度を表す．しかし本実験は刺激作成の制約上， n が大きくなるほど 2 つの情景の間に同じ n-gram の並びが現れにくくなり，n-gram 類似度が 0 になる組み合わせが増える．そのため適度に様々な類似度が得られるに $n=3$ に注目した．この 3-gram 類似度を要素の並び

の頻度の類似度を表す指標として採用した．

手順は次の通りであった．二つのキュー情景と一つのプローブ情景を順に一つずつ呈示し，被験者に二者強制選択で二つのキュー情景どちらがプローブ情景により似ているかをボタン押しで判断させた(図 2)．呈示は刺激をコンピュータの画面全体に描画した．被験者は画面から約 60 cm 離れた位置で刺激を見た．実験中同じ情景が二度呈示されることはなかった．

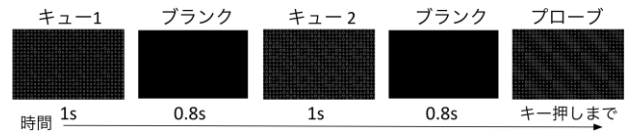


図2 実験手順

1-gram 類似度と 3-gram 類似度のどちらが類似度判断の手がかりになりやすいか調べるために，1-gram 類似度と 3-gram 類似度のどちらか一方を段階的に増減させ調整する 1-up-2-down の階段法を用いて主観的等価点(PSE)を求めた．1-gram と 3-gram 類似度の関係を予め計算により求めた(図 3)．1-gram 類似度と 3-gram 類似度が相関する値であるため，1-gram 類似度が小さくて 3-gram 類似度が大きい情景の組み合わせ(もしくはその逆)はほとんど存在しない(図 3)．実験では Sim を 20 段階に分けたうち，段階 4 から段階 12 の間で類似度を調整できる情景の組み合わせを用いた．階段法の初期値(二つのキュー情景の 1-gram 類似度と 3-gram 類似度)に応じて 8 条件を設定した(図 4)．実験に用いた調整域は，1 つのプローブ情景に対し 1-gram と 3-gram が段階的に調整可能なキュー情景を 2 つ持つという制約から決定した．階段法は通常次元の値を操作するが，本実験では操作できる類似度が 1-gram と 3-gram の 2 つあるため，2 つのキューのうち片方のキューは 3-gram を固定し 1-gram が調整可能とし，もう一方のキューは 1-gram を固定し 3-gram が調整可能とした．例えば図 4 の条件 1 では，キュー1 が 1-gram が調整可能(青矢印)，キュー2 が 3-gram が調整可能(赤矢印)とする．被験者がキュー1 の方がプローブと似ている判断した場合，階段法の条件を満たせばキュー1 の 1-gram を 1 段階下げた．キュー2 の方が似ていると判断した場合は，キュー2 の 3-gram を 1 段階下げるといった規則であった．

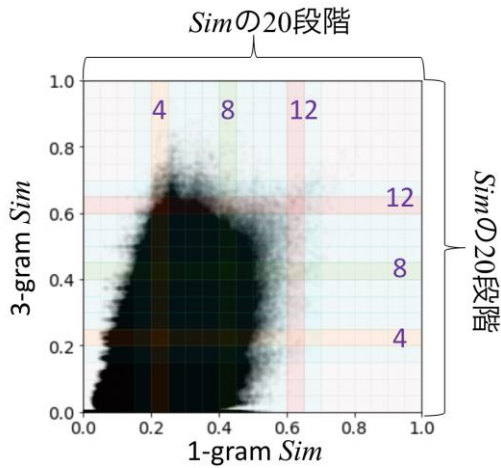


図3 プロープに対する類似度

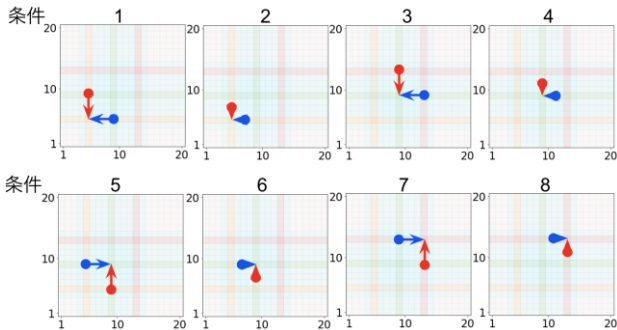


図4 条件ごとの初期値と調整区間

矢印の丸部が初期値，先が最大調整値．2つのキューは 1-gram か 3-gram のうちどちらか一方の Sim を固定し他方を調整した．青矢印は 3-gram を固定し 1-gram が調整可能なキューの調整可能域．赤矢印は 1-gram を固定し 3-gram が調整可能なキューの調整可能域．

3. 結果

PSE が初期値から何段階移動したかに応じて 1-gram と 3-gram のどちらが類似度判断に貢献したかを得点化した．すなわち，1-gram 増加もしくは 3-gram 減少ならば負，初期値のままならば 0，1-gram を減少もしくは 3-gram を増加ならば正とした．得点が高いほど 1-gram 類似度が 3-gram 類似度より類似度判断の手がかりとなっていたことを表す．この得点に対し，8 条件を一つ目の要因として，呈示順（二つのキューのうち，どちらに 1-gram を調整するキューを呈示したか）の 2 水準を二つ目の要因として，8 × 2 の分散分析を行った．

結果として，条件と呈示順で統計的に有意な交互作用があった ($F(7, 217) = 3.87, p < .001$)．ボンフェローニ補正を使ったポストホックテストの結果，プローブ

に対する 1-gram 類似度と 3-gram 類似度がともに低い条件 2 と，1-gram 類似度と 3-gram 類似度がともに高い条件 8 でのみ，呈示順に有意な効果が見られた(図 5)．

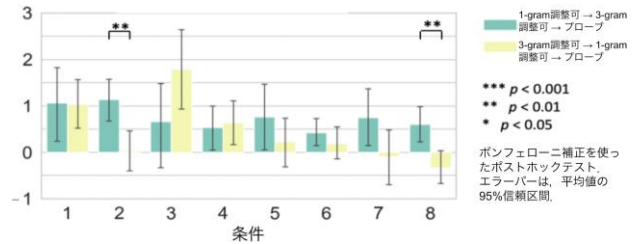


図5 類似度判断における得点

4. 考察

2つのキューとプローブとの 1-gram 類似度と 3-gram 類似度がともに低い，つまりプローブと似ていない情景は，時間的に近接している情景の要素自体の頻度が，時間的に近接していないときと比べて，類似度判断の手がかりになりやすく，逆に，2つのキューとプローブがよく似ているときは，時間的に近接している情景の要素の並びの頻度が手がかりになりやすいと考える．プローブと二つのキューがよく似ているかほとんど似ていない条件は，被験者にとって判断が難しかった可能性がある．しかし，それらの条件下では，呈示順という時間的な近接性の違いによって手がかりになる情報が異なる可能性が示された．先行研究[3]では刺激を何度も学習させる統計学習のパラダイムにおいて要素の並びが記憶されやすいことが示されているが，本研究は一度しか見えていない情景の記憶は，情景同士がよく似ているとき，時間的に近接している情景の要素の並びが近接していないときと比べて類似度判断の手がかりとなりやすいことを示した．

類似度判断における得点では条件によって平均値の信頼区間にばらつきが見られた(図 5)．主な原因に条件によって類似度の調整域が異なることが考えられる．調整域の範囲を統一することで精緻なデータを得る余地があった．

謝辞

本研究は日本学術振興会科研費若手研究による。

文献

- [1] Larkey, L. B., & Markman, A. B., (2005) "Processes of similarity judgment", *Cognitive Science*, Vol. 29, No. 6, pp. 1061-1076.
- [2] Rensink, R. A., O'Regan, J. K., & Clark, J. J., (1997) "To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes", *Psychological science*, Vol. 8, No. 5, pp. 368-373.
- [3] Fiser, J., & Aslin, R. N., (2005) "Encoding multielement scenes: statistical learning of visual feature hierarchies", *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 134, No. 4, pp. 521.
- [4] Hoshino, E., & Mogi, K., (2017) "Multiple processes in two-dimensional visual statistical learning", *PloS one*, Vol. 12, No. 2.
- [5] Rawlinson, Graham, (2007) "The Significance of Letter Position in Word Recognition", *Aerospace and Electronic Systems Magazine, IEEE*, Vol. 22, No. 1, pp. 26 - 27.