

中心・周辺視野に同時に瞬間提示された 自然・人工シーンのカテゴリ化実験

Categorization of Natural vs Man-made Scene Using Simultaneously Brief Presentation to Central and Peripheral Visual Field

田邊 喜一
Kiichi Tanabe

1. まえがき

人は、シーンを瞬間視するだけで、その意味的カテゴリや印象情報 (ジスト:gist) を認識することができる[1]. このような瞬間的な視覚情報処理に関する研究は多数行われているが、その時空間特性に関する知見はそれほど集積されてはいない. 例えば、視野空間の特性について検討した事例がある[2]. この研究では、中心視野に円形に切り取られたシーンを、周辺視野には半径の異なる2つの同心円で囲まれたドーナツ状のシーンを、それぞれ単独に提示する手法を用いて、中心・周辺視によるシーンの識別の成績を比較している. その結果、皮質拡大係数を考慮した場合には周辺視が優位であることが示されている. また、時空間特性に関する事例を挙げる[3]. この研究では、シーンの提示後 100ms 以内は注意が中心視野に向けられ、その後、周辺視野に広がるなどの知見が示されている[3]. 更に、視力正常者と中心視野障がい者の比較により、視力正常者は中心視による高空間周波数処理がジストの認識に有効であることが示され、中心視野障がい者は中心視により低空間周波数処理を行っていることが示唆されている[4].

本稿では、瞬間的な視覚情報処理の時空間特性に関する新たな知見を得るため、文献[1]で導入された画像提示手法を参考にし、シーンを中心・周辺視野に同時に瞬間提示する手法を用いて、シーンの識別における時空間特性について検討する.

2. 実験

2.1 実験計画

実験参加者に識別させるカテゴリは自然シーン(海, 山, 森などのシーン)と人工シーン(書斎, 会議室, 寝室などの屋内シーン)の2種類とし、上位レベルのカテゴリ識別実験を計画した. 提示画像は画像共有サイトの flicker から採取し、モノクロ画像(1920(H)×1080(V)画素, 8ビット)に変換した. さらに、明るさの平均値(125)と RMS コントラストが同一になるように各画像を調整した. 中心視野は半径視角 5° の円内の領域、周辺視野は $5^\circ \sim 16^\circ$ の範囲に収まるドーナツ状の領域とした. 周辺視野には各シーンの画像をそのままの解像度で切り出して提示した. 中心視野には、皮質拡大係数を考慮して、各シーンの 16° に収まる範囲の画像領域を切り出し、その領域に対して、 5° の範囲に納まるように 0.31 倍に圧縮した画像を中心視野に提示した. 提示画像の例を図 1 に示す.

松江工業高等専門学校



図 1 提示画像の例

画像の提示時間は 50ms と 100ms の二条件とした. それぞれの提示時間に対して、試行回数は 60 回に設定し、30 回を同種のカテゴリ(自然:15 回, 人工 15 回)の組み合わせとし、残りを異種のカテゴリ(中心視野: 自然 (人工) × 周辺視野: 人工 (自然) それぞれ同数)の組み合わせとした. 同じ画像は 1 回の試行でのみ用いた. 同種, 異種の試行はランダムな順番で行った.

提示制御用 PC(Intel Core(TM)i5, 3.60GHz)と LCD ディスプレイ(XL2410T, BenQ 製, 駆動周波数 120Hz)を用いた. 画像の表示タイミングの制御は Microsoft Visual C++ 2008 と DirectX9 を組み合わせて実装した.

二種類の提示時間条件については同一の画像セットを用いた. それぞれの提示条件に対して、異なる 10 名の学生を実験参加者として割り当てた.

2.2 実験手順

実験参加者からディスプレイまでの視距離は 50cm であった. あご台を用いて頭部を固定した. 実験参加者のキー押しにより 1 回の試行を開始した. 実験参加者には、両視野共にできるだけ正確に答えるようにと教示した. 各視野に対する注意の配分等については特に指示はしなかった. 提示画像の明るさの平均値(125)に設定した灰色を背景とし、画面の中央に注視用の十字型マークを 3s 間提示した. 続いて、50ms あるいは 100ms 間、画像を中心・周辺両視野に同時に提示した. さらに、マスク画像を 100ms 間提示した. 提示終了後に、両視野に提示された画像がそれぞれ属するカテゴリ名を回答用のボックスより選択させた. なお、課題に慣れさせるため、本実験の前に練習を 8 試行課した. 練習では、すべての実験参加者が中心・周辺両視野共に 60%以上の正答率を示した.

3. 実験結果と考察

3.1 視野による正答率の差異

各視野に対する正答率を、人工シーンと自然シーンにそれぞれ分けて算出した結果を図2に示す。横軸の例えば{中心-人工}は、中心視野に人工カテゴリに属するシーンが提示されたときの正答率を示す。図より、周辺視野に提示されたシーンについては、カテゴリの種類によらず、また、提示時間の差異にかかわらず、90%以上の高い正答率である。一方、中心視野については、提示時間が短い(50ms)と、特に、人工シーンに対する正答率が65%程度と極めて低い。

正答率の傾向を把握するため、提示時間(50ms, 100ms)×視野(中心視野, 周辺視野)×カテゴリ(人工, 自然)の3元配置による分散分析を適用した。3要因すべてに主効果($p<.01$)が認められた。視野×カテゴリの交互作用($p<.01$)が有意であり、人工シーンにおける視野の単純主効果が認められた。これより、中心視野は、自然シーンについては周辺視野と同等の正答率を示すが、人工シーンの識別が阻害されることがわかる。また、提示時間×視野の交互作用($p<.01$)が有意であり、中心視野における提示時間の単純主効果が示された。これより、中心視野に対する正答率は、提示時間の増加により上昇するが、周辺視野については、50msの提示時間で両カテゴリ共に高い識別機能が達成されることがわかる。また、提示時間50msにおける視野の単純主効果が示されたことから、提示時間50msでは中心視野に対する正答率が低く、提示時間100msになると中心・周辺視野共に同等の正答率となることわかる。ただ、提示時間100msにおいても、中心視野に人工シーンが提示されたときの正答率は84%と相対的に低く、人工シーンの識別に対する阻害が完全には解消されないことが示唆される。

以上の分析により、シーンの提示から50ms付近までは、周辺視野に対する処理が優先されることが示唆される。この結果はLarsonによる報告[3]と異なる。また、提示時間が短いとき、中心視野に人工シーンが提示されたときに識別が難しくなることが示された。

3.2 カテゴリの組み合わせによる正答率の差異

次に、各視野に提示されたシーンが属するカテゴリの組み合わせ(ペア)を考慮したときの各視野に対する正答率を図3に示す。提示時間(50ms, 100ms)×ペア(人工-人工, 人工-自然, 自然-人工, 自然-自然: 中心視野-周辺視野)×視野(中心視野, 周辺視野)の3元配置による分散分析を適用した。ペアの主効果($p<.01$)が認められた。また、ペア×視野の交互作用($p<.01$)が有意であり、中心視野におけるペアの単純主効果が示された。多重比較(HSD法)により、ペア1{人工-人工}<ペア2{人工-自然}が示された。これより、中心・周辺視野共に人工シーンが提示されると、中心視による人工シーンの識別機能が困難になることがわかる。一方、ペア4{自然-自然}の両視野に自然シーンが提示されると、中心視においても周辺視と同等の正答率が得られる。自然シーンは高速に処理され、50msでも両視野を処理するための時間的な余裕があるが、人工シーンの処理は相対的に処理時間を要し、かつ周辺視野に対して優先的に実行されるのかもしれない。今後、さらに検討を進める。

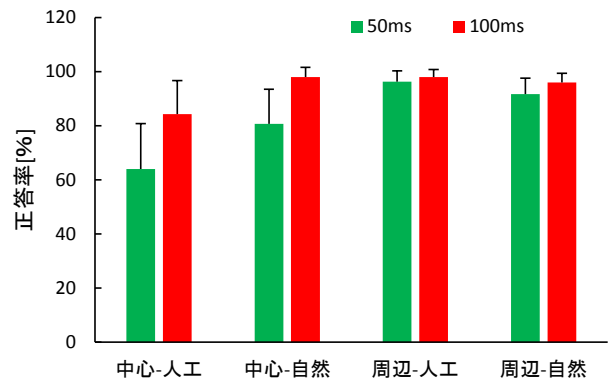


図2 各視野に提示されたシーンに対するカテゴリ毎の正答率

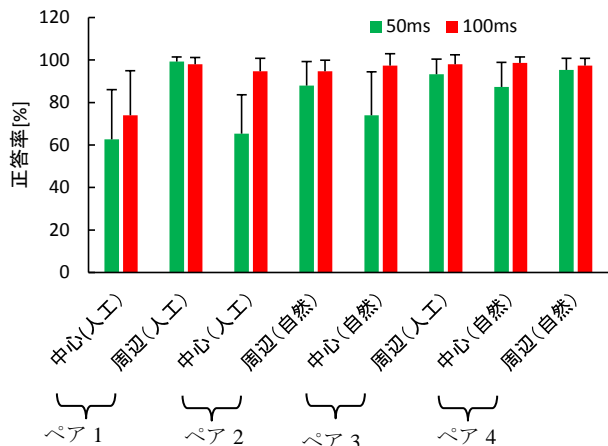


図3 中心・周辺視野に提示されたカテゴリの組み合わせを考慮したときの正答率

4. おわりに

中心・周辺視野にシーンを同時に瞬間提示する手法を用いて、視野に対する時空間特性を調べた。その結果、提示開始から50msの時点では周辺視野に対する処理が優先され、100msの時点では、両視野共にほぼ同等の正答率となることが示された。また、中心視による人工シーンの識別が自然シーンよりも困難であることが示された。

参考文献

- [1]竹内龍人：“シーンの認識と探索にかかわる視覚のメカニズム”，映像学技報，33，24，7-14(2009)。
- [2]Larson, A. M., Loschky, L. C.: “The contributions of central versus peripheral vision to scene gist recognition”, *Journal of Vision*, 9, 10, 1-16(2009)。
- [3]Larson, A. M., et al.: “The spatiotemporal dynamics of scene gist recognition”, *J. Exp. Psychol: Human Perception and Performance*, 40, 2, 471-487(2013)。
- [4]Thibaut, M., et al.: “The contribution of central and peripheral vision in scene categorization: A study on people with central vision loss”, *Vision Research*, 98, 46-53(2014)。