

## 輪郭の同期/非同期による形状知覚の変調

松本 隆二<sup>†</sup> 酒井 宏<sup>‡</sup>筑波大学第三学群情報学類<sup>†</sup> 筑波大学大学院システム情報工学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

ヒトは物体とその位置を認識するために、視野中の物体領域(図)と背景領域(地)を分離して知覚する。これは図地分離と呼ばれ、人間の物体認識のプロセスにおいて最も重要な処理のひとつである。この図地分離を行う際に重要な手がかりとなるのが、輪郭のどちら側に図があるかを示す輪郭からの図方向である。これを **Border Ownership(BO)** と言う。BO 知覚は、より狭い領域が図になりやすい、周囲との明度差の大きい領域が図になりやすい、下から上に伸びる領域が図になりやすいなど、様々な特性によって規定されることが知られている [e.g.1]。これらは、ゲシュタルト要因として知られており、中でも凸性が BO 知覚を強く促進することがわかっている [2]。一方、最近の研究により、輪郭が同時に呈示されると BO 知覚が促進されることがわかってきた [3]。これは、時間的な同期性が BO 知覚に重要な役割を果たす可能性を示す [4, 5]。

## 2. 研究の目的

最近の研究により、単純なブロック刺激に関して、輪郭の同期が BO 知覚を促進させることが示唆された [3]。しかし、様々な要因が含まれる自然画像に関しては、輪郭の同期が BO 知覚に与える影響は明らかになっていない。そこで本研究では、輪郭の同期が BO 知覚に与える効果に注目し、心理物理学的手法によってこれを検討した。具体的には、まず、ゲシュタルト要因を制御することによって輪郭の BO 知覚誘導の程度を定量的に測定した。そして、この BO 知覚誘導が、輪郭の同期/非同期によって変調される程度を心理物理実験によって測定した。

## 3. 実験

実験刺激には、**Berkely Segmentation Dataset(BSD)** を使用する。BSD には 100 枚の自然画像データと、それらの画像中からヒトが抽出した物体の輪郭データ (**Human Marked Contour**) が含まれている。本実験には、**Human Marked Contour** の小領域を切り出したものを使用する。100 枚の自然画像のうち、モデルの BO 判断とヒトの BO 判断の一致率が 80% 異常であるものを選ぶ、次にこれらの **Human Marked Contour** における各点のゲシュタルト因子に着目し、 $69 \times 69$  pixel の範囲を切り出す。小領域の中心点にはモデルとヒトの BO 判断が一致した点を選ぶ。

なお、実験では、自然画像の **Human Marked Contour** と同じ BO を答えた場合を正答とした。刺激 1 つにつき、100 回ずつ実験を行った。実験は 1 セット 2 分程であり、これを各被験者につき 25 回繰り返した。なお、被験者の疲労を考慮し、セット間には 1~5 分の休憩を挟んだ。実際の実験刺激は **Human Marked Contour** の輪郭線に四角い枠線(図 1-a)を加えたものをドットで表現した(図 1-b)。

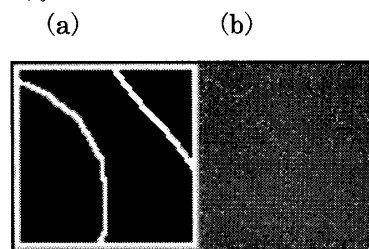


図 1 (a) **Human Marked Contour** の輪郭線に四角い枠線を加えたもの。(b) (a) をドットで表現したもの。実際にはこれらドットは 70Hz で点滅する。

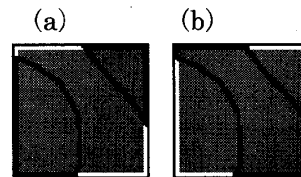


図 2 黒:(a)輪郭線と RI との同期。(b)輪郭線と RO との同期。白:それ以外の輪郭線。

## 3-1. ゲシュタルト要因

最近の研究によって、ゲシュタルト要因のうち、凸性と閉合性が BO 知覚を促進することがわかっている。本研究では凸性と閉合性に加えて、平行性を制御することで、輪郭の BO 知覚誘導の程度を定量的に測定する。

## 3-2. 同期条件

四角い枠線を、**global BO side**(以降 RI 方向)と **anti global BO side**(以降 RO 方向)にわけ、輪郭線と RI、あるいは、輪郭線と RO を同期させる(図 2)。図 2 の黒と白それぞれに同期率をあたえ、同期させる。図 3 に同期率のタイムチャートを示す。実験では同期率 7:3、6:4 を使用した。

## 3-3. 実験手順

図 4 に、全ての実験に共通した実験パラダイムを示す。初めに、ディスプレイ中央に大きさ、 $0.2\text{deg} \times 0.2\text{deg}$  の赤色の固視点を 1500ms 呈示する。赤色の固視点は被験者の水平視線上になるように調節した。赤色の固視点は、

## Modulation of Shape perception by Contour Synchronization

<sup>†</sup>「Ryuji Matsumoto・College of Information Science, University of Tsukuba」

<sup>‡</sup>「Ko Sakai・Graduate School of System & Engineering, University of Tsukuba」

4.0deg×4.0deg のサイズのマスクとともに提示した。被験者にはこの赤色の固視点の位置を覚えてもらった。その後、大きさ 6.3deg×6.3deg の刺激(ノイズを含めたサイズ)。刺激そのもののサイズは 4.0deg×4.0deg を 860ms 提示する。刺激表示後は赤色の固視点がある、灰色の背景が表示される。被験者は赤色の点の位置にあたる輪郭の BO がどちらかをマウスのクリックにより、強制二者択一方式で答える。マウスによる入力があるまでは灰色の背景が表示され続ける。これを 1 トライアルとする。回答終了後、次のトライアルに移行する。この繰り返しを行うことで、タスクの正答率を測定する。

### 3-4. 実験結果

同期率 7:3、6:4 のそれぞれの正答率について、同期/非同期によって有意な差が出ないという検定仮説について、対応のある t 検定を実施したところ、同期率 7:3 では有意な差がないとは言えなかった (p-value = 0.0004684)。また、同期率 6:4 についても有意な差が無いとは言えなかった (p-value = 9.424e-05)。このことは、同期した輪郭同士が一つの図として知覚されやすいことを示す。図 5 に実験結果のグラフを示す。

### 4. まとめと考察

本実験では、輪郭の時間的な同期性が BO 知覚に与える効果を検討した。具体的には、まず、輪郭の BO 知覚誘導の度をゲシュタルト要因を制御することによって定量的に測定した。そして、この BO 知覚誘導が、輪郭の同期/非同期によって変調される度を心理物理実験によって測定した。その結果、同期率が 7:3、6:4 のいずれのときも同期した輪郭同士が図として知覚されやすいことを示す。これは、ゲシュタルト要因など、様々な要因がある自然画像中でも、同期によって BO 知覚が促進されることを示す。また、わずかな同期率の差でも、BO 知覚を促進することは、形状知覚において同期が重要な役割を果たしていることを示唆する。

### 参考文献

- [1]大山正、今井省吾、和気典、新編 感覚・知覚心理ハンドブック、619-621、1994
- [2]青野健介、清水亮平、酒井宏、「周辺変調を起源とする図方向選択性が導く Gestalt 要因」、信学技報、vol.108,no.480,NC2008-132,pp.171-175,2009年3月
- [3]光岡亜弥、羽鳥康裕、酒井宏、「形状知覚に輪郭の同期が与える効果」、映情学技報、vol.33,no.17,HI2009-78,pp41-44,2009年3月
- [4]Robust detection of medial-axis by onset synchronization of border-ownership selective cells and shape reconstruction from its medial-axis. Y.Hatori and K.Sakai ,Lecture Note in Computer Science[in press]
- [5]Representation of medial axis from synchronous firing of border-ownership selective cells. Y.Hatori and K.Sakai(2008), Lecture Note in Computer Science, Vol.4984,18-26

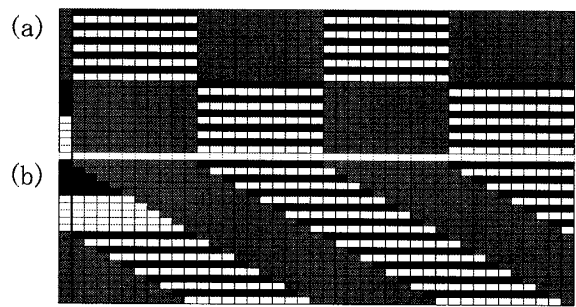


図 3 同期率のタイムチャート。(a)同期率 100%。(b)同期率 10%。一番左の例は初期状態を表している。1マスが1フレームを現している。20フレームで全てのドットの明暗が切り替わる。

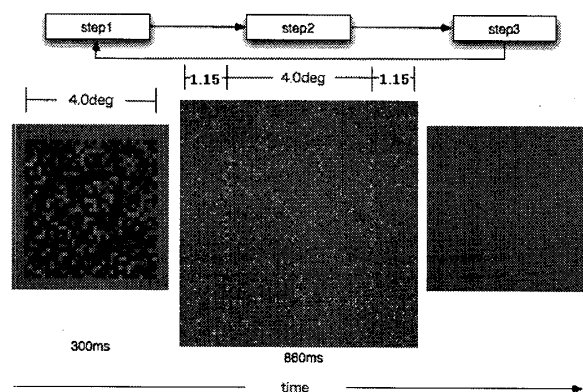


図 4 実験パラダイム。

step1→step2→step3→step1…と続いていく。

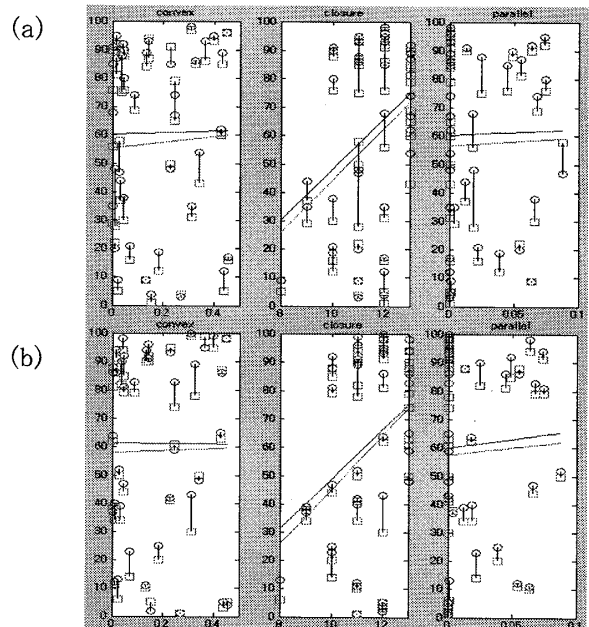


図 5 (a)7:3、(b)6:4 の実験結果。左から convex 度順、closure 度順、parallel 順に並べなおしたデータ。縦軸は正答率、横軸は convex 度、closure 度、parallel 度となっている。