

# 閉曲線の図方向操作に伴う saliency 変化の計測に基づく図地分離・輪郭統合の各過程の性質と両者の関係性についての検討

## A Study on the Characteristics and Relation of Figure/Ground Separation Process and Contour Integration Process Based on the Saliency Change Measured from Closed Contours by Figural Side Manipulation

菊池眞之 (P)<sup>1)</sup>, 齊藤拓<sup>2)</sup>

Masayuki Kikuchi(P) and Taku Saito

<sup>1)</sup>東京工科大学コンピュータサイエンス学部

<sup>2)</sup>株式会社コンピュータシステムエンジニアリング

kikuchi@cs.teu.ac.jp

**Abstract** — We Performed psychophysical experiments measuring the saliencies of closed contours whose border-ownership (figural side) are pre-assigned. When ownership side was assigned toward inner side of contour, saliency was high, on the other hand when ownership was toward outer side, saliency was low. This difference may reflect the existence of interaction between global and local ownership signals.

**Keywords** — Psychophysics, Vision, Contour Integration, Figure/Ground Separation, Border-Ownership

### 1 はじめに

眼に映る物体像は初期視覚領野の方位選択性細胞群によって局所的な線分として分析された後、それらを統合し大域的にどのような形状の輪郭かが知覚される。この統合過程は輪郭統合と呼ばれ、知覚体制化のうちの初期段階の重要な過程と位置づけられる。この輪郭統合のメカニズムを解明すべく、Fieldらのpath-paradigm(ランダムに配置されるガボール・パッチ群に含まれる滑らかな曲線状に配置されるパッチ群の検出課題)に基づく心理実験[1]や、Kapadiaらの生理実験[2]を始めとした様々な研究が行われている。

知覚体制化の別の重要な側面の1つに図地分離がある。2次元網膜像に含まれる複数の領域に対して、どの領域がどの領域に対して空間的に手前に位置するかを特定する過程であり、手前に位置する領域は形状の印象を伴う図として知覚され、奥に位置する領域は図の領域の背後に広がる形のない領域として知覚される[4]。生理実験により輪郭の接する2領域のうち図の領域がどちら側であるか(図方向)が視覚領野のV2, V4などで表現されることが明らかにされており、border-ownership codingと呼ばれる[6]。

これら輪郭知覚と図地知覚との関係を調べた研究としてKovacs& Juleszの心理実験[5]がある。前述のpath-paradigmに基づく実験によりランダムなガボール・パッチ中に組み込まれる曲線のsaliency(見え易さ)を調べたところ、開曲線の場合に比べて閉曲線

の場合のほうが著しく高くなったという。輪郭統合によって閉曲線が形成された結果、閉合性の要因により図としての性質が生じて上記のような効果が表れたと考えられる。その場合、輪郭統合から図地分離へと体制化の処理が順に進行したと考えることができる。

一方、Kikuchi&Oguniは図地分離から輪郭統合に影響を与える場合があるという心理的知見を報告している[3]。彼らの実験ではpath-paradigmの刺激要素のガボール・パッチを図としての性質を有しborder-ownership(以下、B0と略記)がアサインされる小さな正三角形に置き換えたものが用いられた。これら三角形群の各一辺を滑らかな大域的曲線に沿って配置させる。大域的曲線の同じ側に沿って配置させた場合と、空間的に互い違いに配置させた場合とでは、前者の検出が容易なのに対して後者は困難であることが明らかになった。この結果は、B0属性を有する輪郭要素群を統合し知覚できること、またB0極性が統一されていないと輪郭知覚が困難であり、図地分離過程から輪郭統合過程への影響が存在することを示す。

ここで、前述のFieldらの開曲線の統合実験を閉曲線にすると輪郭の見え易さが増加するというKovacsらの知見を、Kikuchi&Oguniの実験に適用することを考える。各局所刺激要素自体がB0極性を有すると同時に、それら刺激要素群を閉曲線化することによる大域的なB0も生じる。局所的B0の極性を操作して局所的・大域的B0の極性が一致する場合と相反する場合との知覚的相違を調べることで、局所的・大域的B0の相互作用、ならびにその結果の輪郭知覚への影響について明らかにするのが本研究の目的である。

### 2 実験1

#### 2.1 刺激

縦16×横16の計256個の仮想的な格子状領域を考える。領域全体のサイズは6.12° × 6.12° である。これら各格子に1辺の長さが0.17° の正三角形の線刺激を埋め込む。1つの試行は2つの刺激画面で構成され、一

方には滑らかな輪郭に沿ったpathが含まれ, 他方には含まれない. 図1(a), (c)に示すようにpathは径  $0.92^\circ$  の円に沿わせ配置する. 図1(a)は各三角形の3辺のうち大域的な円に沿った辺のB0が円の中心方向を向いており, 大域的な円の閉合性によるB0の方向と一致している (coincident条件)のに対して, 同図(c)では局所的三角形が外側を向いており, 局所的なB0と大域的なB0とが相反している (antagonistic条件). これらのpath以外の格子にはランダムな位置・方位の三角形を敷き詰める (図1(b):coincident条件, 同図(d):antagonistic条件). 一方, pathを含まない刺激は全格子にランダムな位置・方位の三角形を配置する.

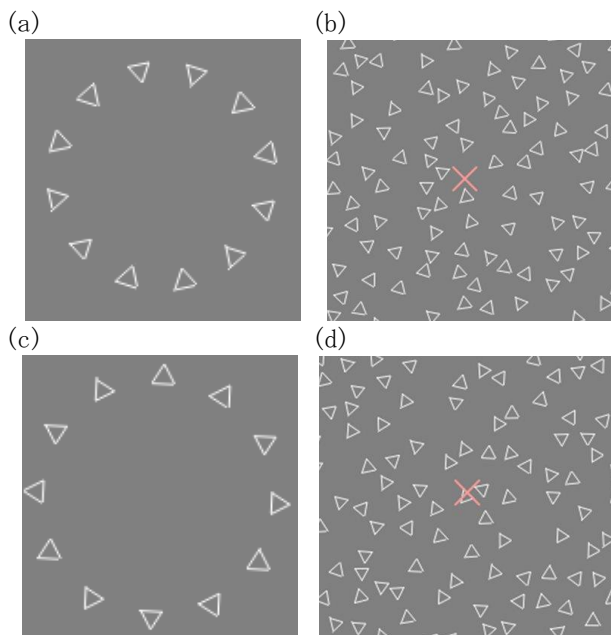


図1: 2種類のpath. (a) coincident条件. (b) (a)が埋め込まれた実際の刺激の一部. (c) antagonistic条件. (d) (c)が埋め込まれた実際の刺激の一部.

## 2.2 手続き

1 試行は試行開始のキー入力, 刺激画像 1(600ms), ランダムな線分群によるマスク刺激 1(500ms), 刺激画面 2(600ms), マスク刺激 2(500ms), 無表示画面・回答入力待ち, の手順である. 刺激画面 1, 2 のいずれか一方が図 1(a)または(c)の path を含む刺激で, 他方はランダムな三角形のみの刺激である. 被験者のタスクはどちらの刺激に path が含まれていたかを 2 肢強制選択法で回答することである. coincident, antagonistic の 2 条件 60 回分をランダムな順で提示することで 1 セッションとする. 3 人の被験者 (T. S., K. E., H. I.) が 10 セッションずつ実験を受けた.

## 2.3 実験結果

図2(a)に示すように正答率はcoincident条件のほうがantagonistic条件より優位に高かった ( $p < 0.01$ ).

## 2 実験2

## 2.1 刺激

実験1の2条件のpathで大域的な円の半径を同一とした結果, 三角形の重心間距離はcoincident条件のほうがantagonistic条件より短かった. 正答率の差がこの距離の差によるものかを検証すべく, 三角形の重心間距離を2条件とも実験1のcoincident条件と同一になるよう円の半径を調整した. 他は全て実験1に準じる.

## 2.2 実験結果

実験結果を図2(b)に示す. 実験1に対して coincident 条件の検出率は若干低下した ( $p < 0.05$ ) もの, 実験 1 との変化が認められなかった antagonistic 条件 ( $p > 0.05$ ) に比べ, 優位に高かった ( $p < 0.01$ ).

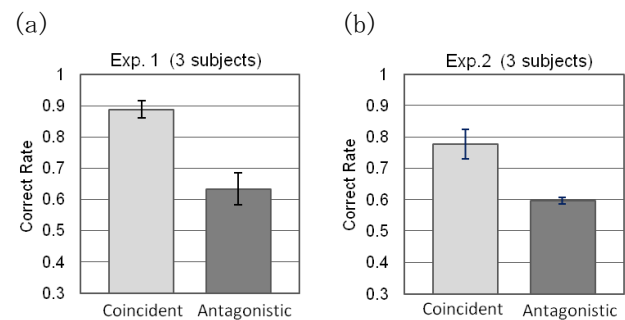


図2: 実験結果. (a) 実験 1 の結果. (b) 実験 2 の結果.

## 3 まとめ

閉曲線の図方向を操作することで, 閉曲線の輪郭の知覚の変化の様子を調べた. その結果, 局所的・大域的図方向が一致する場合のほうが相反する場合より検出率が高かった. この結果は局所的・大域的B0の相互作用が存在すること, そしてその結果が輪郭知覚に影響を与えることを示唆するものである.

## 謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金 (19700250) の援助を得て行われた.

## 参考文献

- [1] D. J. Field, A. H. Hayes, and R. F. Hess (1993) *Vision Research*, **33**, 173-193.
- [2] M. Kapadia, M. Ito, C. Gilbert, G. Westheimer (1995) *Neuron*, **15**, 843-856.
- [3] M. Kikuchi and S. Oguni (2005) Proc. 3<sup>rd</sup> International Symposium on Autonomous Minirobots for Research and Edutainment (AMiRE2005), eds.: K. Murase, K. Sekiyama, N. Kubota, T. Naniwa, and J. Sitte, 161-166, Springer.
- [4] K. Koffka (1935) "Principles of Gestalt psychology." Routledge & Kegan Paul Ltd.
- [5] I. Kovacs, B. Julesz (1993) *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, **90**, 7495-7497.
- [6] H. Zhou, H. Friedman, R. von der Heydt (2000) *The Journal of Neuroscience*, **20**, 6594-6611.