

## 無意識の意味 — 図方向決定における視覚的注意 —

清水亮平<sup>†</sup> 我妻伸彦<sup>†</sup> 酒井宏<sup>†</sup>筑波大学システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻<sup>†</sup>

## 1. はじめに

ヒトは膨大な視覚情報の中から最も重要なものに注意を向け、無意識に選択してこれを見ている。視覚的注意は情報を取捨選択し、情報爆発を防ぐヒトの知覚戦略である。本研究では、ヒトの注意機能を引き起こす視覚皮質神経回路網に着目し、注意が作用する図方向検出モデルを提案する。本モデルでは、計算論的・心理物理学的知見[1][2]に基づく注意メカニズムが、図方向決定細胞を再現する計算アルゴリズム[3]に作用する。本モデルにおけるシミュレーションの結果は、white-noise-type 刺激に対するヒトの知覚と良く一致した。これらの結果は、視覚的注意が周囲の環境から図領域を抽出するために重要な要因となっていることを示すとともに、その原因が初期視覚領野における図方向選択性細胞[4]への注意の作用であることを示唆する。

## 2. モデル概要

モデルは以下の仮説に基づき構成された。

- (1) 空間的注意により、初期視覚領野のコントラスト感度が上昇する[1][2]。
- (2) 図方向は周囲のコントラスト情報により決定される[3]。

これらのメカニズムが 1 つのシステムとして動作することにより、注意による図方向知覚が変化する。本モデルの概要図を Figure1 に示す。モデルは V1、V2、そして Posterior Parietal (PP) の 3 つのモジュールで構成される。高次と低次モジュール間のネットワークは、生体の皮質メカニズムに基づいて構築されている。以下に各モジュールの処理を説明する。

## ◆V1 モジュール

大脳の第 1 次視覚領野 V1 の機能をモデル化。入力刺激 (Input) からコントラスト信号を検出する。PP モジュールからの空間情報により、着目する位置に存在するコントラスト信号が強調される[2]。本モデルでは、注意はこのモジュールにのみ動作する。

## ◆V2 モジュール

第 2 次視覚領野 V2 の図方向決定細胞をモデル化。このモジュールを構成するモデル細胞は図方向に対して選択性を持つ[3][4]。図方向は V1 モジュールで検出され、修飾されたコントラスト信号に基づいて決定される[2]。注意により、コントラスト信号が変化するため、図方向もそれに伴い変化する。

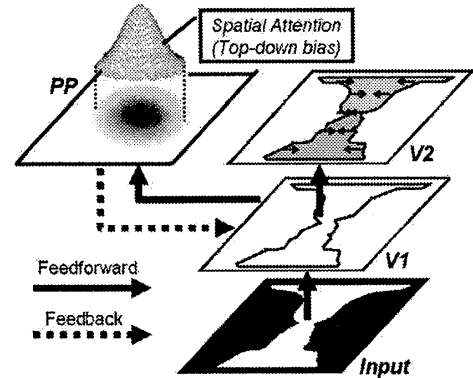


Figure1 モデル概要図

## ◆PP モジュール

背側視覚領野をモデル化。V1 モジュールとの相互結合を有する。空間的注意はこのモジュールに与えられ、注意を向けられた空間領域を強調する。この機能が、注意を向けた空間領域のコントラスト信号を促進する。

## 3. ヒトの知覚とモデルの再現力

モデルの妥当性を検証するため、ヒトを被験者とした心理物理実験を行い、同様の刺激を用いたモデルの処理結果と比較した。white-noise-type 刺激に対する被験者の知覚とモデルの処理結果は、良い一致を見せている[5]。しかし、この先行研究で使用された刺激は、なじみのない形状 (=Unfamiliar Shape) で構成されていた。そこで本稿では、正方形のような、なじみのある形状 (=Familiar Shape) を含む刺激 (Figure2(a)) を用いて、先行研究と同様の心理物理実験を行った。同条件で行ったシミュレーションとヒトの知覚を比較する。参照群として図 2b のような Unfamiliar Shape を用いた。これら 2 つの刺激群に対するモデルおよびヒトの知覚特性を比較検討する。Figure2(a) と Figure2(b) は白色領域の形状が異なる。Familiar Shape を含む場合は、図方向知覚がその方向に偏ることが知られている[6]。この偏りと空間的注意に基づく図方向変調の大きさについて検証を行う。

Figure2 の刺激をモデルに与えた結果を Figure3 に示す。横軸は刺激の種類、横軸の刺激画像中における①、②は注意を与えた領域である。黒棒は刺激中の黒色領域

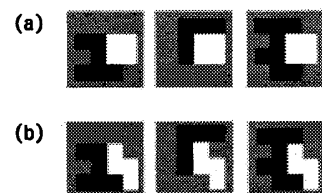


Figure2 使用刺激

無意識の意味—図方向決定における視覚的注意—  
Perception, without thinking –Effect of the Visual Attention for  
perception of Figure/Ground segregation

<sup>†</sup>清水亮平、我妻伸彦、酒井宏・筑波大学システム  
情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻  
Ryohei Shimizu, Nobuhiko Wagatsuma & Ko Sakai ·  
Graduate School of Systems and Information Engineering,  
University of Tsukuba

を図と知覚するモデル細胞の反応強度、白棒は白色領域への図知覚に相当する。横軸に示された「0」「1」「2」は画像中の注意位置を示す。グラフ中の矢印の長さは、空間的注意によって変化した図方向変調の大きさ (=Modulation) を示す。刺激の下の数値は定量化した Modulation の大きさである。モデルは与えた刺激の形状が Familiar, または Unfamiliar に関わらず、類似した傾向を示した。また、modulation の大きさに対し、刺激セット間で分散分析をした結果、有意な差がなかった ( $P=0.108$ )。

同様の刺激をヒトに見せた図方向知覚の実験結果を Figure4 に示す。Unfamiliar Shape (Figure4(a)) に比べ、ヒトは Familiar Shape を図として知覚する傾向を見せた (Figure4(b))。モデルの処理結果は 2 つの刺激群で類似していたため、この点はヒトの知覚と異なる。モデルとヒトの知覚のこの不一致は、モデルが Familiar Shape へのバイアスを持たないことに基づく予測される。これは、図方向知覚に、高次視覚領野が関連する経験や記憶のような生体特性が大きな役割を果たすことを示唆する。また、ヒトにおいても注意による modulation の大きさに、モデル同様、刺激セット間で有意な差が見られなかった ( $P=0.620$ )。これらのモデルと心理物理実験の結果より、空間的注意の作用は刺激の形状によらない、すなわち、初期視覚領野に作用する空間的注意と、記憶や経験に基づくバイアスは、それぞれ独立に作用することが示唆される。

#### 4. 終わりに

Familiar Shape を含む刺激における図方向知覚に対する空間的注意の効果について、計算論的・心理物理学的に検討した。その結果、初期視覚領野に対する空間的注意の作用により、図方向知覚の変調が生じる可能性が示唆された。また、空間的注意の効果は、無意識に機能する、経験や記憶のような高次の知覚機能とは独立に作用していることが示唆された。しかし、提案モデルは空間的注意の位置によって、検出される図方向の逆転が生じたが、被験者は Familiar Shape を図と知覚した。この不一致はモデルに経験や記憶のような高次知覚機能が存在しないためである。今後は、特に、対象に基づく注意に注目してモデルを発展させ、図地分離における注意の作用を総合的に議論していく。

#### 参考文献

- [1] M. Carrasco, S. Ling, & S. Read: "Attention alters appearance", *Nature Neuroscience*, 7, pp.308-313, 2004.
- [2] D. K. Lee, L. Itti, C. Koch, & J. Braun: "Attention activates winner-take-all competition among visual filters", *Nature Neuroscience*, 2, pp.378-381, 1999.
- [3] K. Sakai, & H. Nishimura: "Surrounding suppression and facilitation in the determination of border ownership", *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, pp.562-579, 2006.
- [4] H. Zhou, H. S. Friedman, & R. von der Heydt: "Coding of border ownership in monkey visual cortex", *Journal of Neuroscience*, 20, pp.6594-6611, 2000.
- [5] N. Wagatsuma, R. Shimizu, & K. Sakai: "Effect of spatial attention in early vision for the modulation of the perception of border-ownership", *ICONIP2007*, 2007.
- [6] 大山正, 今井省吾, 和気典: "新編 感覚・知覚心理学ハンドブック", pp.619-pp.620, 2000.

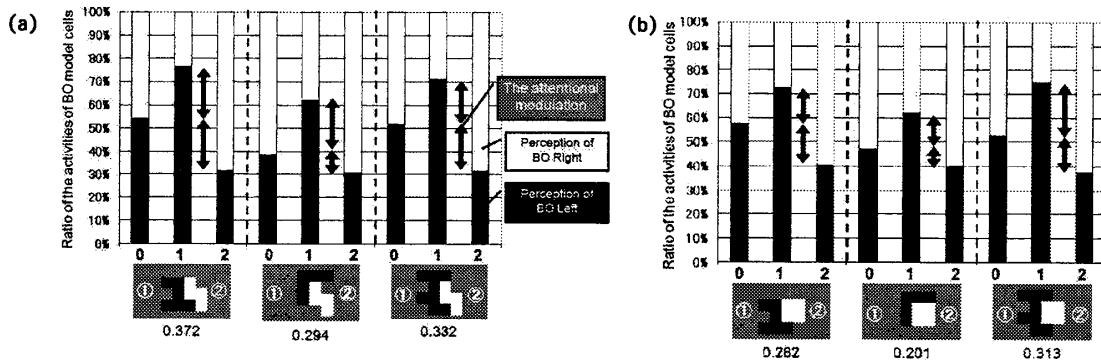


Figure3 モデルによる図方向の決定

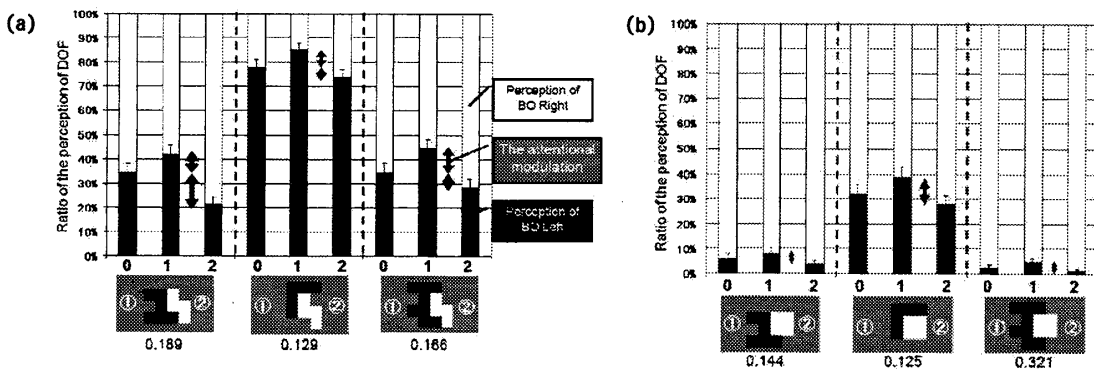


Figure4 ヒトの図方向知覚