多義図形の解釈過程のシミュレーション

山村 毅*・大洞 将嗣**

大西 昇*・杉江 昇***

Simulation for an Ambiguous Figure

Tsuyoshi YAMAMURA*, Masatsugu OHORA**,

Noboru OHNISHI* and Noboru SUGIE***

We simulate the process of interpreting Rubin's reversible figure as a human being does, based on some perceptual findings. Successful results were found for normal figure. However, further study is needed for the up-side-down case.

Key Words : ambiguous figure, fixation points, Rubin's reversible figure, simulation

1. はじめに

人間の視覚系によって2通り以上に解釈される図形のことを多義図形あるいは反転図形という。Kawabata¹⁾は、選択的注視点を利用して、ネッカーキューブの奥行き知覚がどのように変わるかを調べている。また、ネッカーキューブが選択的注視点から逐次全体が知覚されることを報告している²⁾。そして、選択的注視点を使用することによって多義図形を非曖昧化することに取り組んでいる³⁾。TsalとKolbet⁴⁾は、選択的注視点でduck-rabbit図のような多義図形の解釈において、重要な役割を果たしていることを指摘している。

このように、多義図形解釈では、注視点が重要な役割を果たしていることが明らかにされてきているが、どこで反転が起きていて、注視点を使用することによってどのように図が解釈されるかといった過程についてはシミュレートされていない。

本研究では、ルビンの反転図形を解釈していく過程のシミュレーションを試みる。

2. 多義図形の解釈

2.1 心理学的知見

視野の中で浮き出して物あるいは物のような印象を

もって見える領域を図、その背景あるいはその間の空間となる領域を地という。また、視野が図と地に分かれることを分化という。分化は、閉合の要因、狭小の要因、内側の要因、良い形の要因などによって規定されと考えられている⁵⁾。どちらの領域も図となる決定的な優位性をもっていないときには、その図形は多義図形となって反転が生じるが、その反転速度は見る回数を重ねるにつれて徐々に遅くなっていく。

2.2 注視点と無矛盾な解釈

人間の視覚系は、図の中の重要な特徴を表わす図形構成要素や興味ある部位に眼を向ける傾向がある⁶⁾。このような注視を置かれた特徴点を注視点という。この注視点を中心にその回りの特徴点が探索され、抽出された特徴点と注視点とが矛盾なく結合するように、多義図形の解釈は行われる。「矛盾なく解釈が行われる」とは、ある図形の解釈が終わらないうちには、別の図形の解釈が行われないことを意味する。実際ある種の多義図形においては、解釈時にその図形のある側面を固定または安定さ

Fig. 1 Rubin's reversible figure

* 名古屋大学工学部 名古屋市千種区不老町

** 大阪大学医学部 吹田市山田丘2-2

*** 名城大学理工学部 名古屋市昭和区塩釜口1-501

* School of Engineering, Nagoya University, Nagoya

** Faculty of Medicine, Osaka University, Suita

*** Faculty of Science and Technology, Meijo University, Nagoya

(Received December 15, 1994)

(Revised May 17, 1995)

せるプラスのフィードバックループが存在することが認められる⁹⁾。たとえば、Fig. 1で顔の認識が行われる場合、ある部分が鼻だと認識されれば、「その上は眼でその下は口である」というような知識が用いられ、顔の認識が安定させられる。

3. シミュレーション

2章で述べたことに基づいて簡単なシステムを作成しルビンの反転図形の判定のシミュレーションを行った。閉曲線で囲まれたものが図として認識されやすいという閉合の要因に基づき、はじめの数回は白い領域(杯)を図として認識させるようにした。そして、一定回数の認識を終えたあと、黒色領域(顔)を図として認識させることで、図と地の反転を行う。以後同様に、白い領域→黒い領域→白い領域…のように図と地の反転を行った。2.1節で述べた反転速度の減少は、反転回数を重ねるごとに認識回数を増加させることで実現した。

3.1 解釈の決定

2.2節で述べたように、注視点は重要な役割を果たしている。川端をはじめとする従来の研究¹⁰⁻¹²⁾から、それをどこに置くかにより多義図形の解釈の確率が変わるので、最初は最も知覚しやすい特徴点、すなわち、顔の認識の際は鼻、杯の認識の際は杯の上部分に注視点を置いた。そして、この注視点の周りの特徴点を探索し、それらの間に顔や杯に関する知識と矛盾のない結合があったときに認識が完了するようにした。

杯の場合は、まず杯の上部分の候補を探す。杯の上端にあたる二つの凸頂点と、柄との接合部にあたる二つの凹頂点とが台形状に配置されていれば、杯の上部分の候補とする。次いで杯の下部分の候補を上部分と同様の規準で探す。見つかった上下の候補の形状を合せた結果が左右対称になっていれば、杯が認識できたとする。そして、より幅の広いほうを真の杯の上部分とする。これは、杯が逆さまになっている場合を考慮することを意味す

Fig. 2 Rubin's reversible figure (up-side-down)

る。

顔の場合は、まず鼻の候補を探す。右向きの顔ならば、右に凸の頂点が鼻の候補となる(左向きの顔の場合はこの逆、以下同様)。その一つ上の頂点が右に凹で(眼の候補)、かつ鼻の候補の三つ下の頂点が右に凹であれば(口

(a) Top of Cup

(d) Bottom Trunk of Cup

(b) Trunk of Cup

(e) Cup

(c) Bottom of Cup

Fig. 3 Result for Fig. 1 (Interpretation of Cup)

(a) Nose

(c) Nose and Mouth

(b) Nose and Eye

(d) Face

Fig. 4 Result for Fig. 1 (Interpretation of Face)

Fig. 5 Result for Fig. 2 (Interpretation of Cup)

の候補), 眼と鼻と口を認定する。眼, 鼻, 口の認識には, このように頂点の凹凸性とその位置関係を用いている。また, 眼の上に右上に凸の頂点(頂点を構成する二つの辺が, 頂点を原点とする座標系の第2象限と第4象限にある)があれば, それを額, 口の下に右下に凸の頂点(同, 第1および第3象限)があれば, それを顎と判断する。これで顔が認識できたとする。なお, 杯の場合と異なり, 常に鼻の上にあるものを眼, 下にあるものを口と判断している。これは, 逆さまになった顔がわれわれの日常生活ではあまり一般的でないため認識し難いという経験の要因⁹⁾に基づく。

3.2 実験結果

Fig. 1 および Fig. 1 を天地逆にした画像(Fig. 2)を用いてシミュレーションを行った。Fig. 3, Fig. 4 に, Fig. 1 の画像に対して行った杯と顔の認識結果を表わす。また, Fig. 5, Fig. 6 に, Fig. 2 に対して行った結果を表わす。逆さまの場合, 杯は逆さまになっていると解釈するが, 顔は逆さまになっていると解釈していないことに注意されたい。なお, 人によっては Fig. 2 の顔は認識し難いかも知れない。これは, 各人がもつ顔の認識基準が異

Fig. 6 Result for Fig. 2 (Interpretation of Face)

なるからである。人間の解釈に近づけるには, ほかの知識(たとえば, 各頂点間の距離など)を用いる必要がある。

4. ま と め

本研究では, 図形の認識回数を制御することでルビンの反転図形の反転の様子をシミュレートした。その際, 注視点として規準となる特徴点を与え, それと特徴点が矛盾なく結合しなければならないことに着目して, トップダウンに図形の認識をした。正常な図形に対しては良好な結果を得た。天地逆の図形に対しては一考の余地がある。本研究で扱ったルビンの反転図形は図と地の多義図形であったので, 特徴点の抽出法やその認識に用いた知識はきわめて単純なものであった。より複雑な多義図形に対しては, 知識の充実およびそれに伴う知識の有効的な適用法の開発が必要である。

参 考 文 献

- 1) N. Kawabata, K. Yamagami and M. Noaki: Visual Fixation Points and Depth Perception, *Vision Research*, 18, 853/854 (1978)
- 2) N. Kawabata: Attention and Depth Perception, *Perception*, 15, 563/572 (1986)
- 3) 川端信男: 選択的注意のモデルに基づく多義図形の非あいまい化, 信学論(D-II), J 75-D-II-3, 628/636 (1992)
- 4) Y. Tsal and L. Kolbet: Disambiguating Ambiguous Figures by Selective Attention, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37 A, 25/37 (1983)
- 5) 金城, 野口: 心理学概論, 有斐閣(1984)
- 6) F. Attneave: Multistability in Perception, 別冊サイエンス特集視覚の心理学イメージの世界, 日経新聞社(1975)