

1V-6

図形分節における判断要因の
有意性に関する定量的検討

島谷 明

NTTヒューマンインタフェース研究所

1. はじめに

重なりを持つ図形をいくつかの部分図形に分離して理解する視覚機能を、図形分節という。これを工学的に実現することが困難であるゆえに、従来の線図形認識では線図形が重なりを持たないことを前提としていた。図形分節を自動的に行うモデルも提案されているが、^[1] 図形分節の際の判断要因とモデルにおける特徴量の対応がつけにくい面があった。本報告では、図形分節を行う際の判断要因といわれている、連続性・閉合性などの特徴に定量的尺度を導入し、そして視覚心理実験によりそれらの特徴の有意性について検討を行った結果について述べる。

2. 図形分節の際の判断要因の定量的表現

図形分節の際、いくつかの判断要因があることは心理学の分野で指摘されてきた。^[2] しかし、どのような要因がどの程度の有意性を持つか、というような定量的な検討は十分行われていない。本研究では、まず図1のように弧長 s の関数とした全曲率 $\theta(s)$ で線図形を表し、図形分節における以下の5つの判断要因を、 $\theta(s)$ を用いて定義した。

(1) 線種規則性 f_1 : $\theta(s)$ を s の1次関数近似したときのずれを線種規則性 f_1 とする。これは、与えられた線図形について直線近似・円弧近似を行い、直線・円弧からのずれを線種規則性の尺度とすることになる。

(2) 連続性 f_2 : ある閉ループについて、他の線図形の線分との交差点における $\theta(s)$ の不連続値の大きさの総和が連続性に対応すると考え、これを連続性の尺度 f_2 とする。

(3) 凹凸性 f_3 : 曲率が負の部分が凹形状となるので、 $\theta(s)$ の狭義の単調減少部分の減少値と、負の不連続値との総和を凹凸性の尺度 f_3 とする。

(4) 対称性 f_4 : ある閉ループ C について、 C の軸対称性が最大となる軸の両側における $\theta(s)$ のずれを、対称性の尺度 f_4 とする。もしどの分節図形でも軸対称性が成立する場合は、対称軸の本数を対称性の尺度とする。

(5) 閉合性 f_5 : 1つの閉ループ C における閉合性 f_5 は、 C の $\theta(s)$ の不連続点の数(すなわち角の数)で表す。これは、角が少ないほど線分が単純にまとまって閉じているということに対応する。

ある分節法 i の判断基準 $G(i)$ を以上の判断要因と重みづけ β_j を用いて、次式で定義する。

$$G(i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^5 \beta_j \cdot f_j \quad \dots(1)$$

3. 実験による判断要因の有意性の評価

上記判断要因の有意性の評価を行うため、視覚心理実験を行った。まず、多義解釈可能な重なりを持つ線図形を被験者に提示し、どの解釈候補がどれほどの割合で選択されるかを調べた。実験図形は16種類、被験者は20名(男子15名、女子5名)であった。図2は実験に用いた提示図形の一例である。図3に図2の解釈可能候補図形を示す。また図3の各々の図形について上記の特徴量を計算して0から1の値で正規化した結果を表1に示す。

次に実験結果と、2で示した判断要因の計算結果を比較することで、各判断要因の有意性を調べた。具体的には、説明変数を各候補図形における f_1 から f_5 の値とし、目的変数をその候補を選んだ人数として、(1)式に線形重回帰分析を行った。そして回帰係数 β_i の有意性を調べることで、各判断要因がどれほどの有意性を持つかを調べた。各 f_i の回帰係数とその t 値を表2に示す。これより、次の事がわかる。1) 閉合性と対称性の有意性は非常に大きい。2) 連続性と凹凸性はそれほど有意ではなく、線種規則性は有意がない。3) 図形分節の際、凸形状が凹形状より好まれるという予測もあるが^[3]、有意とみなせるほど凸形状の方が選択されているわけではない。

4. まとめ

図形分節における判断要因に定量的な定義を与え、実験によりその有意性を調べた。今後は、本結果の普遍性を検証するとともに、3次元解釈を含む図形分節の判断要因について検討する予定である。

参考文献

- [1] 上坂、田嶋:「図形分節を説明するためのモデル」、電子通信学会論文誌、昭51-44D
- [2] W. Metzger:「視覚の法則」、岩波書店、1968
- [3] G. Kanizsa:「視覚の文法」、サイエンス社、1985

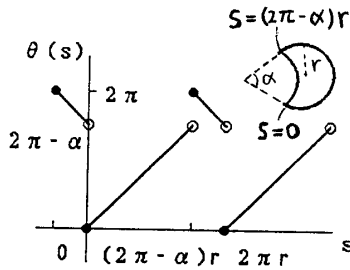


図1 全曲率関数の一例

表1 各特徴量の値

	a	b	c
f_1	0	0	0
f_2	0	1	1
f_3	0.50	1	0.85
f_4	1	0	0
f_5	0	1	1

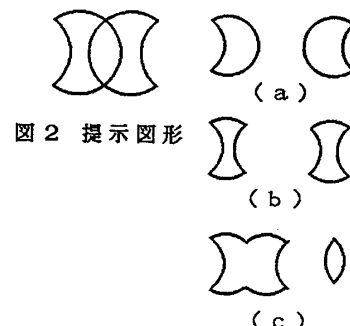


図2 提示図形

表2 各特徴の重み

変数	回帰係数	t 値
f_1	-1.068	0.664
f_2	-6.298	1.846
f_3	5.359	1.845
f_4	-5.537	3.284
f_5	-6.699	3.966

図3 候補図形