

経験的知識を利用した概念形成モデル

2J-7

塚本 充 亀井且有 井上和夫
(立命館大学理工学部)

1. まえがき

人工知能の研究には、人間の効率的なアルゴリズムを計算機に取り入れることを目指す立場がある。たとえば、人間は二次元、三次元空間の複雑な形状を少ない情報で把握することができるが、これは、heuristicsやfuzzinessの利用により、形状の概念がすみやかに形成されるためである。このような人間の概念形成のアルゴリズムを抽出して、計算機上で表現することは意義のあることである¹⁾。ところが、多峰性関数の概念形成に関する報告は比較的少ない^{2),3)}。一般に、二次元多峰性関数は二次元座標にその関数値を三次元的に与え、三次元の地形としてとらえることができる。そして、その形状の表現方法としては、「山頂」、「山腹」、「山麓」、「鞍部」、「谷」などの概念が考えられる。

本稿では、形状表現の基本概念として、「山頂」(以降TOP)、「山腹」(SIDE)、「山麓」(BOTTOM)の三つを対象とし、人間の概念形成のアルゴリズムを簡単なルールを用いて表現する。そして、二次元多峰性関数の最大値探索実験の結果を踏まえて、探索領域の形状概念の形成過程をモデル化する。モデル化にあたっては、地形に関する人間の経験的知識を用いて、整形をはかる。最後に、計算機出力と人間の描いた概念とを比較し、モデルを評価する。

2. 最大値探索実験

二次元多峰性関数の最大値探索において被験者が形成する関数の形状の概念を明らかにし、そのモデル化を行う。被験者の課題と条件、実験方法および実験結果については文献4)に記してある。

Fig.1に被験者が描いた概念およびテスト関数の等高線を示す。被験者は探索回数N=9でテスト関数が2峰性であることに気が付き、N=17でほぼ概念を形成している。N=24では概念形成および収束探索のための基点の決定を終えている。

3. 形状概念形成モデル

3.1 概念決定のアルゴリズム

座標とその点での高さの情報を与えられた場合、人間は点の位置と高さを相互に比較しながら各点およびその周囲の領域の概念を決定していく。

点相互の位置関係は、座標としてとらえることもある。しかし、ある点を基準にして、対象となる点の位置を「上」、「右」などのように方向としてとらえることも多いと考えられる。ここでは、あいまいな表現を避けるために基準とする点を中心にしてその中心角を16等分し、対象となる点の位置を16方位で表す。そして、基準点の概念をその最寄りの点との高低関係より判断する。これにより各段階での各探索点のデータを得る。このデータをもとにしてFig.2に示す手法により点の概念を円および扇形の領域に広げる。具体的に説明すると以下のようなになる。

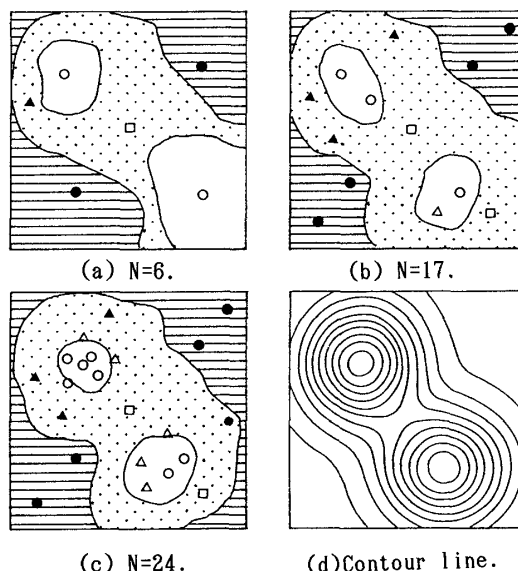


Fig.1 Concept drawn by human subject.

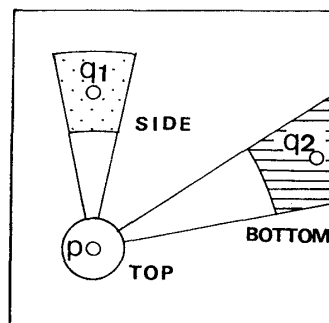


Fig.2 An expression of concept of region.

基準点をA, 対象となる点をBとして, その座標をそれぞれ $A(X_a, Y_a), B(X_b, Y_b)$ とし, AB間の距離を R_1 とする. また, $R_2=R_1/K$ (ただし, $0<K<1$)として, 中心が点A, 半径 R_1, R_2 の16方位に分割された二重円を描き, 点Bのデータに基づき点Bのある領域を指定された色で塗る. ここでは,

点Bが点Aより高い場合 赤
 点Bが点Aより低い場合 青

で塗るものとする. ある点が, 赤に塗られるということは, その周囲に比べて相対的に高いということの意味する. 逆に, 青に塗られるということは, 相対的に低いということを表す. ここで, 各探索点において各色の塗られた回数の差をitbとおく. つまり,

$$itb = (\text{赤で塗られた回数}) - (\text{青で塗られた回数})$$

である. itbの値は, その点の相対的な高低関係を表しているといえる. そこで, 探索領域内の点のitbの値によって, 点をTOP, SIDE, BOTTOMに分けることを試みる. ところで, 場所によっては, 近くに探索点がないために, 他の点との相対的な高低が断定できない点が存在するが, これらの点は, 上の三つとは区別する意味でUNKNOWNとする. itbの値によって

$itb \geq 4$ ならばTOP
 $itb \leq -2$ ならばBOTTOM

とする. 本手法によって計算機シミュレーションした結果をFig.3に示す. なお, 探索回数 $N=17$ である.

3. 2 モデルの問題点

Fig.3より, 峰の数や位置関係がうまく表現されていることがわかる. しかし, 人間の描いた形状を忠実に表現されているとはいえない. TOPの形状は表現されているものの, BOTTOMの形状は必ずしもうまく表現されているとはいえない. そこで, 形状の整形を試みる.

4. モデルの整形

3.2で述べたようにモデルの形状は, 人間の描いたものを忠実に表現してはいない. そこで, 人間が用いていると思われる知識をモデルに取り込むことを考える.

4. 1 モデルに与える知識

人間は, 地形に関していくつかの知識を持っている. たとえば, 「等高線は, 高い方から低い方に向けて凸になることが多い」という経験的な知識があると考えられ, これを用いることとする.

手法としては, 基準点がTOPであるときFig.2の基準点のある領域を一定半径の円で描き, その領域内がTOPである確からしさを高くしてやるというものである. また, このときのitbの条件は

$itb \geq 7$ ならばTOP
 $itb \leq -2$ ならばBOTTOM

として, SIDEの幅を広げた. これにより, 主としてSIDEの形状が整形される.

4. 2 改良されたモデルの形状概念形成過程

4.1に示した知識を用いて描かれた形状の概念をFig.4に示す. Fig.3とFig.4とを比較することにより, 改良されたモデルはより忠実に人間の描いた形状概念を表現しているといえる. これより, 人間も4.1に示したような経験的知識を用いて概念を形成していると考えられることができる.

5. むすび

本稿では, 先の手法を改良して, より忠実に形状を表現するモデルを提案した. モデルでは, 人間が用いていると考えられる知識を利用した. その結果, 形状は整形され, 人間が概念形成をする時も, その知識を用いていることが考えられる.

形状概念の形成に用いられている知識を抽出して計算機上で表現し, 初期探索段階における形状をもうまく表現するアルゴリズムの構築を今後の課題としたい.

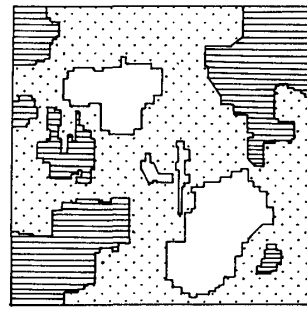


Fig.3 Concept drawn by computer.

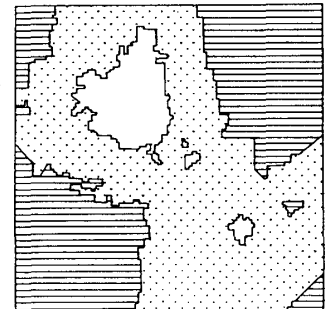


Fig.4 Concept drawn by computer using new method.

参考文献

- 1) 亀井, 井上: 多峰性関数における形状表現に関する一考察; システムと制御, Vol. 30, No. 2, pp. 130-132(1986).
- 2) 織田, 長岡, 中村: 発見的探索と概念形成, SICE論文集, Vol. 10, No. 4, pp. 389-394(1974).
- 3) 亀井, 井上, 塚本: 二次元多峰性関数の概念形成, 第30回システムと制御研究発表講演会講演論文集, pp. 157-158(1986).
- 4) 亀井, 井上: 最大値探索における人間の概念形成, 第29回システムと制御研究発表講演会論文集, pp. 207-208(1985).