

GAを用いた感情識別モデル

宗近孝吉(感性デザイン工学科)

An Emotional Processing Model

Using Genetic Algorithm For Networks

Koukichi MUNESHIKA (Dept. of Kansei Design Eng.)

Abstract: Research on emotion has been done mainly in psychology. But recently, emotion has been dealt with in Kansei engineering and Kansei Information Processing and some human emotional models have been applied to industrial products. When we think about the interface between persons and robots, It is very important to use emotional expressions for the mutual communication. In this paper, we propose an emotional processing model using genetic algorithm for networks that change the emotional information from the database information to color information. This model has two function parts. First, we define the fundamental emotion groups that have grades. Next, we construct the emotion database and change the emotional information to HVC color information.

Keywords: Emotional Model, Kansei, Genetic Algorithm

1. はじめに

これまで、感情に関する研究は主に心理学の分野で行われてきた。しかしながら、最近では人の感情が感性工学や感性情報処理と呼ばれる分野で工学的に扱われ、その一部の成果は産業製品にも扱われるようになってきた。人間とロボットのインターフェースの観点から考えたとき、感情の表現方法は相互のコミュニケーションに非常に重要と思われる。

本論分では、遺伝的アルゴリズムによるパターン認識を検索に利用した感情モデルを提案する。このシステムは機能的には2つの部分から構成されている。一つは感情情報をデータベースとして構築する部分であり、もう一つはその感情をパターン化してパターン認識として感情を検索しそれを色表現に変換する部分である。

感情はわれわれの五感がそれぞれ提供してくれる感覚情報を総合するだけでなく、さらに人間の心の奥底に有る何かを価値基準として加えることにより、外的世界と内的世界を総合した複雑な情報を作り上げている。人は感情や感覚に基づいて価値判断を行っている場合も多い。先ず感情モデルによってその構造を明確にしようとする。

2. 感情モデル

感情モデルとは、感情という概念を扱う場合に感情を表現するためのモデルである。

(一般的に身体反応と感情体験を「情動」と呼ぶが、ここでは感情と情動は特に区別せずに感情に統一して使用する。)

感情モデルは、それ以上還元不可能な感情の最小単位である基本感情で表現される。そして、基本感情が複数結合することで、基本感情以外の様々な感情が生み出されるとする。

感情について表現し易いモデルとして、プルチックの感情理論に基づいた立体モデルがあり、構造が分かり易いので、それを利用する。

2.1 プルチックの感情理論について

プルチック(R.Plutchik)は、感情の立体モデルを提唱したことで知られている。プルチックは、日常生活の中で、人々の間に見られる複雑な感情はいくつかの因子に分析でき、またこれを総合することが出来ると考える。多くの因子に分析するために第1に、知覚における色彩立体モデルを利用して、感情の立体モデルを構成した。第2には、生物学的進化論的な順応理論を用いた。感情はこのように環境に対する生物の順応反応である。プルチック

は多次元尺度構成法によって、8つの基本感情とその属する感情を立体化した。この立体モデルは次のような6つの公準を基につくられている。

- 公準1 数個の純粹、あるいは一次感情がある。
- 公準2 一次感情をいろいろな結合の仕方によって混合した感情が出来上がる。
- 公準3 各一次感情は、その生理的基礎や行動において、それぞれ特異である。
- 公準4 日常生活で普通、我々の見ている感情は混合感情であり、純粹感情は混合感情から推測されたものである。
- 公準5 一次感情は両極的に布置され、二つの感情がそれぞれ対になって対立している。
- 公準6 感情にはそれぞれ強度差あるいは覚醒差がある。

感情構造は Figure 1 のような立体構造で表されるが、まず動物にも人間にも共通する基本的な8つの感情(期待・喜び・受容・恐れ・驚き・悲しみ・嫌悪・怒り)を一次的感情とした。そして、これらの強度と組み合わせによって様々な混合感情が作り上げられるとしている。この図で隣接している感情同士は結びつき易いもので、対極にあるものは対称的な感情である。例えば、「喜び」と「受容」は、隣り合っているため、結びついて「愛」という形をとるが、「喜び」と「悲しみ」は対極にあるため結びつかず、全く対称的な感情であるとされている。立体モデルの平面部分、8つの一次的感情を取り囲んだ円の「樂觀」「愛」「服従」「畏敬」「絶望」「後悔」「輕蔑」「攻撃」という感情は人間特有の高度の感情で一次的感情の組み合わせによって得られる。また、立体モデルの側面部分(深さ)は、感情の強度に基づくものとされている。例えば、「嫌悪」という一次的感情が強まれば「憎悪」に、弱まれば「うんざり」ということになる。

このように、人は立体的な感情構造を持っているということになる。

また、プルチックは、この順応形式を整理して基本的行動次元として、8個の行動原型を提出した。そして、それらに八つの純粹行動を一致させている。すなわち、合一には受容、拒絶には嫌悪、破壊には怒り、保護には恐れ、生殖には喜び、喪失には悲しみ、定位づけには驚き、探索には期待としている。

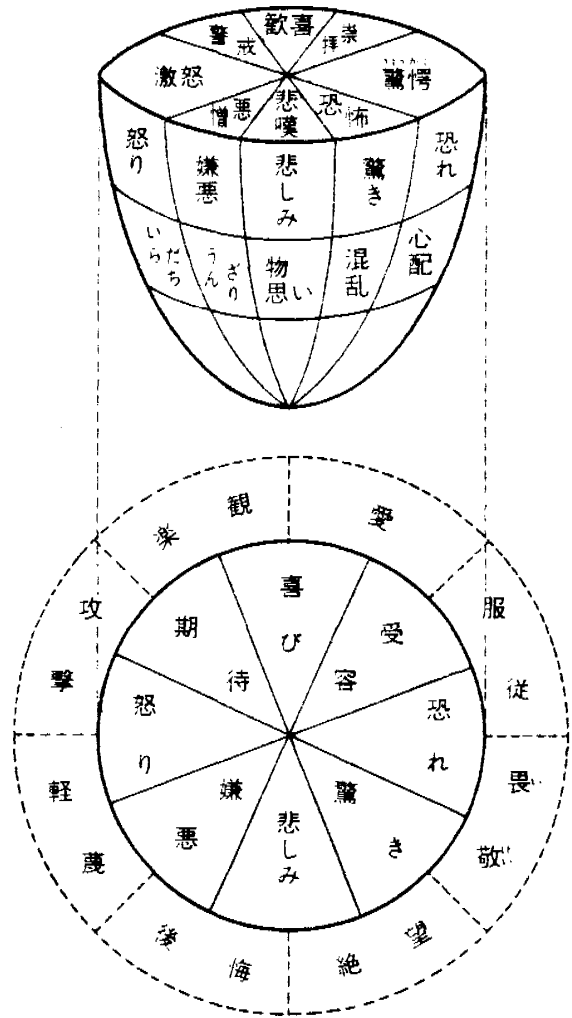


Figure 1: 感情の立体モデル (R.Plutchik)

2. 2 感情データベースの構築

公準1の「数個の純粹、あるいは一次感情がある。」ということから、まず基本となる純粹感情を設定し、次に公準2の「一次感情をいろいろな結合の仕方によって混合した感情が出来上がる。」ということから混合感情を設定する。また、公準6の「感情にはそれぞれ強度差あるいは覚醒差がある。」ということから感情の強度を R.Plutchik の理論に基づき数値化する。それぞれに設定してデータベースを構築する。

2. 2. 1 一次的感情 (純粹感情)

純粹感情は R.Plutchik の8つの一次感情の分類に基づき、感情を8感情(怒り、喜び、受容、驚き、恐れ、悲しみ、嫌悪、期待)で表現する。このような感情に対して、属性ごとの強度を設定する。

各基本感情は5段階の強度を持っているとして、

0.0から0.2刻みで1.0まで設定し、それを感情強度とする。8つの基本感情はそれぞれの感情の強度に応じて Table 1 のように表される。

Table 1: 純粹感情

	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
喜び	平穩	爽快	幸福	喜び	歓喜
受容			合一	受容	崇拜
恐れ	臆病	懸念	心配	恐れ	恐怖
驚き			混乱	驚き	驚嘆
悲し		陰気	落胆	悲し	悲嘆
嫌悪	面倒	うんざり	嫌気	嫌悪	憎悪
怒り		当惑	苛立	怒り	激怒
期待		構え	予期	期待	願望

2.2.2 二次的感情 (混合感情)

混合感情も純粹感情及びその強度との組み合わせにより表現できるとし、対になる感情を設定する。Figure 1 において隣接している感情同士は結びつき易いもので、対極にあるものは対称的な感情である。そこで隣り合う純粹感情の組み合わせを Table 2 に、1つおきの純粹感情の組み合わせを Table 3 に、2つおきの感情の組み合わせを Table 4 に示す。それぞれの感情は強度を持つものとする。

Table 2: 隣り合う組み合わせの混合感情

	喜び	受容	恐れ	驚き	悲し	嫌悪	怒り	期待
愛	○	○						
驚愕			○	○				
後悔					○	○		
攻撃							○	○
服従		○	○					
失望				○	○			
軽蔑						○	○	
希望	○							○

Table 3: 一つおきの組み合わせの混合感情

	喜び	受容	恐れ	驚き	悲し	嫌悪	怒り	期待
自尊心	○						○	
好奇心		○		○				
絶望			○		○			
皮肉						○		○
罪悪感	○		○					
憤慨				○		○		
悲憤					○		○	
運命		○						○

Table 4: 二つおきの組み合わせの混合感情

	喜び	受容	恐れ	驚き	悲し	嫌悪	怒り	期待
感動	○			○				
感傷		○			○			
恥辱			○			○		
憎悪				○			○	
悲観					○			○
不健全	○					○		
優越		○					○	
不安			○					○

こうして感情のイメージは2次元ベクトル空間に配置される。

更に感情の基本は快、不快にあるとして、快は明るい雰囲気、不快は暗い雰囲気として、その明暗の度合いを 5 段階で考慮する。こうして感情のイメージは 3 次元空間に配置される。

このようにして、強弱の感情値を伴った感情データベースを作成した。

3. 感情認識システムについて

感情は二次元のパターンとして保持されており、認識される感情は二次元の画像センサから遺伝的アルゴリズムを利用したパターン認識によるマッチング処理によりデータベースより検索される。

3. 1 二次元の画像センサ

二次元の画像センサのモデルは Figure2のように表の行と列を組み合わせた格子状のセル (cell) で構成されている。感情とその強度の組み合わせの中から、1つのセルが選択された場合には、一次感情 (純粹感情) であり、Figure1で示される感情が選択される。2つ以上のセルが選択された場合には混合感情であり、Table2, Table3, Table4で示される混合感情が選択される。更に、強度のセルを選択することによりその感情の強さに応じた混合感情が出力される。

	強度	0. 2	0. 4	0.6	0.8	1. 0
感情		x1	x2	x3	x4	x5
喜び	y1					
受容	y2					
恐れ	y3					
驚き	y4					
悲み	y5					
嫌悪	y6					
怒り	y7					
期待	y8					

Figure 2: 画像センサのモデル

例えば、Figure 2において1つのセル (x3, y3) が選択された場合は一次の感情であり純粹感情の Table1より「心配」が感情データベースより選択される。Figure2において (x4, y2)、(x4, y3) の2つのセルが選択された場合には二次の混合感情であり、

Table2 の隣り合う組み合わせの混合感情より「服従」が感情データベースより選択される。感情選択はパターン認識による検索で行なう。

3. 2 パターン認識による検索

パターン認識としての検索は Figure2を二次元の画像センサと見立てた遺伝的アルゴリズムを利用したネットワークモデルによるパターン認識の方法で行う。

3. 2. 1 GA を利用したネットワークモデル

ネットワークモデルは Figure 3に示されるように、二次元の画像センサ、結合線および木構造からなるネットワークで構成されている。ネットワークは多入力1出力の2分木構造になっており、入力は二次元センサからの2値入力となっている。

センサとネットワークの結合パターンを保持してあるのが Connection List である。Connection List を遺伝的アルゴリズムを用いて変化させることによってネットワークを構築していく。

各センサからは何れかに結合線が 1 本連結されており、このとき、所望の出力値が得られるように各センサと Connection List との結合の適合化が求められる。なお、画像センサからの刺激の値は0か1の 2 値とする。目標とする適合化は、例えば 2 クラス問題に限ると、一方のクラスに対しては高い出力値、他のクラスに関しては低い出力値が得られるように結合線をうまく連結することである。木構造のn個の枝に 1,2,3... ,nとアドレスをアドレスを記すと、画像センサから木構造への結合状態は各センサに枝のアドレスを付することによって与えられる。これを結合パターンという。

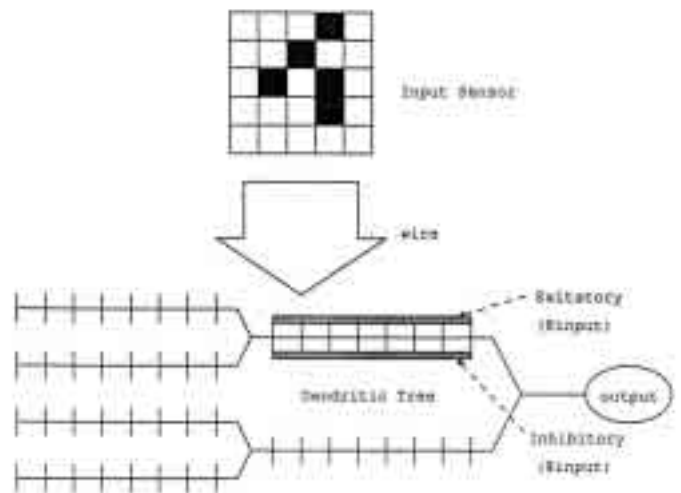


Figure 3: ネットワークモデル

3. 2. 2 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm) の手順は種々の方法が考えられるが、ここでは以下の方法で行った。

1) Selection (選択) : 先ず n_l 個 (l は画像センサにおけるセンサの総数) の全ての結合パターン集合 (母集団) の中から、 p 個を無作為に抽出する。この集合を小集団という。

2) Crossover (組替え) : 小集団の中から 2 個を無作為に抽出し、その結合パターンの一部分を入れ替えて、小集団に戻す。この操作を数回繰り返す。なお、入れ替えの位置はその都度無作為に決定する。

3) Mutation (突然変異) : 小集団の中から無作為に 1 個を抽出し、その結合パターンの中から、無作為に選んだ 1 つのセンサに対するアドレスを他のアドレスに変換して、小集団に戻す。この操作を数回繰り返す。

Evaluation (評価) : 小集団の各結合パターンに対して、後述する評価値を求め、最大の評価値を与える結合パターンを小集団に残し、他の $p-1$ 個の結合パターンを母集団の中から無作為に抽出し、新たな小集団を形成する。

以上 1,2,3 の手順を反復して実行するが、2までの操作が完了するごとに、1回の世代交替がなされたという。遺伝的アルゴリズムはこのような世代交替を反復することによって、最適であるという保証はないが、望ましい結合パターンを得ようとするものである。

評価値について述べると、

いま、 r 個のカテゴリ認識問題に対して r 個のネットワーク N_1, N_2, \dots, N_r を N_t は t 番目のカテゴリを認識するように構築したい。すなわち、 N_t の出力は t 番目のカテゴリの文字が入力されたとき最も大きくなるようにしたい。この目的のために、学習パターン集合が与えられたときの、ある結合パターンに対するネットワーク N_t の評価値 $F(N_t)$ を次のように与える。

$$F(N_t) = 2 \sum_i S_{N_t}(p_{ti}) - \sum_j \sum_k S_{N_t}(p_{jk})$$

ここで、 P_{ti} は t 番目のカテゴリに属する i 番目の学習パターン、 $S_{N_t}(P_{ti})$ はパターン P_{ti} に対するネットワーク N_t の出力値を示す。

この方法は、最初に全てのパターンを学習させておく必要があり、遺伝的アルゴリズムを利用したテーブルの検索システムとなっているので、結果的にはデータのマッチング処理と同様になり、最適な範囲のパラメータで行なえば通常状態においては検索が可能である。パラメータの値は経験的に与えているが、遺伝的アルゴリズムを用いているので多くの組み合わせに対応できる。こうして、パターンイメージの感情は GA 利用のマッチングによって感情データベースから感情を選択することが出来る。

4. 感情の色情報による表示

次に、その感情情報の出力の一つとして色情報で表すことを試みた。R.Plutchik の理論も知覚における色彩立体モデルを利用して、感情の立体モデルを構成しているのので、感情に関するデータを表現する方法として色表現を用いることは適当と思われる。つまり、感情情報を H (色相) $\cdot C$ (彩度) $\cdot V$ (明度) に変換して、個々の感情に対して色表現で出力する。

4. 1 色の表示方式

三属性表示の HVC 表示を用いると、慣用色名の”空色”は色相 Hue=9B、明度 Value=7.5、彩度 Chroma=5.5 であり、HVC は (9B 7.5/5.5) と表わされ、系統色名では”明るい青”と表示される。

無彩色	有彩色			
白	ごくうすい○			
	うすい○			
明るい灰	明るい灰○			明るい○
灰色	灰○	くすんだ○	◎	鮮やかな○
暗い灰	暗い灰○			濃い○
				暗い○
黒	ごく暗い○			

→彩度

Figure 4: 明度および彩度に関する修飾語

Figure 4において、彩度は感情の強さと対応しており、感情の強度 (0.0~1.0) は彩度 (0~16) に変換される。快適性・雰囲気 (5 段階) の明暗 (5 段階) は明度 (0~10) と対応している。

4. 2 感情情報から色情報への変換

感情情報からHVC 表色系情報に変換するに当って感情と色相との対応を次のようにした。

(期待→黄、喜び→黄緑、受容→緑、恐れ→青、驚き→紫、悲しみ→赤紫、嫌悪→赤、怒り→黄赤)

Table 5: 純粹感情と色相との対応

赤	黄赤	黄	黄緑	緑	青	紫	赤紫
5R	5YR	5Y	5GY	5G	5B	5P	5RP
嫌悪	怒り	期待	喜び	受容	恐れ	驚き	悲しみ

これらは、あくまで感情を視覚的に捉え易くするために便宜上 Table 5 のように色相を割り当てた。実際には人間の色に対する印象は人によって様々で、色彩と感情の関係は簡単ではない。ここでは感情を色立体の三属性の関係の中で感情構造をイメージし易くするためにHVC 表色系に結びつけて感情を表現し易くしようとした。

例えば、純粹感情の「喜び」の場合には、快適性(雰囲気)を明るさ0.6とすると Table6のように表される。

Table 6: 純粹感情「喜び」に対する色の修飾表示例 (明度6)

平静	爽快	幸福	喜び	歓喜
白	ごくうすい黄緑	くすんだ黄緑	黄緑	あざやかな黄緑

混合感情の場合は、色の認識は混合色になると識別が難しくなる。そこで、基本色を並べて示すことで混合感情が表現できるようにし、また、並べられた基本色を識別することで、入力としての感情が分かるように配慮した。

例えば、混合感情「不安」の場合には、不安は純粹感情の恐れ(青)+期待(黄)の混合であり、心配の程度(強度)に応じて色分けされる。混合色は識別しにくいので、混合感情の元になる純粹感情の基本色の2色で表示される。

快適性(雰囲気)をやや暗い灰色の0.4とすると Table 7のように表される。

Table 7: 混合感情不安の程度に応じた色分け例 (明度4)

0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
灰色	灰青	くすんだ青	濃い青	あざやかな青
灰色	灰黄	くすんだ黄	濃い黄	あざやかな黄

ここでは、JIS Z8102に定められている系統色名を用いて感情表現している。この系統色名は色の表記の一つであるマンセル表色系を基にしたものであり、基本色名と修飾語との組み合わせで作られており、人間の色の感情表現に合った色の配置や表現がなされている。

5. おわりに

処理の流れを整理すると次のようになっている。

1. プルチックの感情理論に基づいた感情データベースを作成する。
2. 二次元センサより感情とその強度に応じたセルを選択する。
3. にその状況における感情の快適性(明るさ、暗さ)の程度を選択する。
4. 二次元センサにより選択された感情情報が GA を利用した検索方法により、感情データベースより選択される。
5. 検索された感情はその強度と快適性(明るさ、暗さ)が出力される。
6. 色変換において、感情の種類は色相、感情の強さ(程度)は彩度、そして快適性(明るさ)は明度に変換される。
7. 色は三属性値と系統色名が表示される。

このシステムは検索に遺伝的アルゴリズムを利用したマッチング処理でデータベース検索を行なっているが、ファジィ処理を取り入れると柔軟な対応の処理ができると思われる。また、感情についてはよりきめ細かな分析が必要であり、今後は色情報の入力から感情を出力することなどが検討課題として考えられる。

参考文献

- 1) 伊藤正雄,梅宮守,山鳥重,小野武年,往生彰文,池田謙一:認知科学6情動,岩波書店,1994
- 2) 井口征士 他共著:感性情報処理,オーム社,1994
- 3) 財団法人日本色彩研究所編:色の表し方と使い方,日本規格協会,1993

(平成14年8月30日受理)