

単語が持つ感情的イメージのファジィ処理

石坂 敏弥 廣田 豊彦 矢鳴 虎夫
九州工業大学

詩を構成している単語の影響による人間の感情の変化を表現するシステムについて述べる。P. T. Young と R. Plutchik の感情モデルを基に、単語の持つ感情的イメージをファジィ集合として与え、そのイメージコードをファジィ推論で処理することによって、感情の変化を表現する。また、主観という視点を取り入れて、一つの詩から受ける感情が人の性格やその時の感情状態によってどのように変化するのかについて、シミュレーションを行なった。その結果、簡単な推論規則であっても感情変化をそれなりにうまく表現できることがわかった。

A FUZZY PROCESSING OF EMOTIONAL IMAGE
ASSOCIATED WITH A WORD

Toshihiro Ishizaka Toyohiko Hirota Torao Yanaru
Kyushu Institute of Technology

This paper describes a system to represent a change of human emotion affected by the words in a poem. Based on the emotion models of P.T.Young and R.Plutchik, we define a fuzzy set for the emotional image associated with a word, which we call an image code. We apply the fuzzy inference to the image codes to represent a change of the emotion. Then on the viewpoint of "subjection," we have simulated how the emotion of a person affected by a poem changes by his character or by his hidden emotion. The results shows that our system using only a simple inference rule can well represent a change of human emotion.

1 はじめに

近年、計算機上で扱おうとしている現実問題に内包している主観性、あいまいさが注目され、ファジィ理論の様々な応用研究が盛んに行なわれるようになった。中でもファジィ推論、ファジィ制御の実用化は目覚ましい。ファジィ推論は、一般に定式化が極めて困難な対象のシステム分析やモデル作成に適用すると効果的で[1]、「大きい」や「少し」などのあいまいな言語的表現による記述が可能であるという特徴をもつ。

ところで、ここ最近では感情研究の重要性が徐々にではあるが世界的に認められるようになりつつある。感情は知と同様に人間の心の働きの一つであり、その中でも特にあいまい性の強いものである。感情は非常に感覚的で、数理的にも論理的にも明確に記述できないため、このより人間的な働きを計算機上で扱うのは非常に難しい。

そこで、本研究ではファジィ推論を応用して感情の変化を処理し、表現することを試みている。本稿では、詩の入力によって受ける感情の変化を表現するシステムについて述べる。

2 ファジィ推論を用いた感情処理

人間は言語、つまり言葉によって意思疎通を行なっている。単に情報の伝達だけでなく、我々は日常生活の中で表情や言葉を巧みに使い分け、その時の自分の感情をうまく表現し、また言葉から様々な感情が喚起されている。ここでは、シンプルかつ比較的短い文章で成り立ち、叙情的である詩を入力文として、その詩を構成している単語の影響による感情変化を、ファジィ推論を用いた処理によって表現するシステムについて述べていく。

このシステムは図1のように3つの処理系で成り立っている。

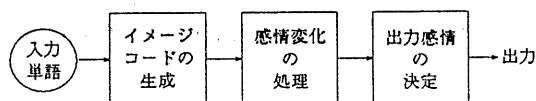


図1: 感情処理システムの構成

一つは、入力単語に対する感情的イメージを決定するもので、2つめは、その感情的イメージの影響によって感情が変化していく様子、つまり感情の推移を処理するものである。そしてもう一つ

は、最終的にどのような感情へ推移していったのか、それにふさわしい感情を出力するものである。

本章では、まず、感情のとらえ方と表現の方法をいくつかの定義によって説明し、次いで感情変化の処理のために利用しているファジィ推論について解説する。それから、システムを構成する3つの処理それぞれについて解説し、最後にシミュレーションを行なった結果を示す。

2.1 感情的イメージの表現

ここでは、感情モデルとして P. T. Young[5] と R. Plutchik[5] の理論を基にして、感情の表現を行なっており、次のように定義する。

- 1) 感情は、喜び、悲しみ、怒り、恐れ、期待、驚き、嫌悪、受容という内観的にこれ以上分けることのできない8つの典型的なものから構成され、これは純粋感情と呼ばれる。
- 2) 日常見られるような複雑な感情は、8つの純粋感情の組合せですべて表現でき、これを混合感情として定義する。
- 3) 感情はそれぞれ強度差を持つ。混合感情は8つの純粋感情を属性として持ち、その混合感情に関係があると思われる属性に対して、プラスまたはマイナスの極性を持つ適当な値を強度として割り当てる。関係がないと思われる属性は、無関係であるとして強度を0とする。
- 4) 純粋感情は、喜び ↔ 悲しみ、怒り ↔ 恐れ、期待 ↔ 驚き、嫌悪 ↔ 受容のように両極的であり、両極的な属性同士については、打ち消し合うような強度値を設定する。つまり、一方がプラスなら他方はマイナスの極性で同じ値を持たせる。

今回、上の定義に従って、混合感情を表す68個の言葉（単語）に対する感情的イメージコードを設定し、混合感情イメージコード辞書を作成した。この際、すでに Plutchik がいくつかの混合感情に対する強度を11段階で評価したものを参考に、強度を-100～100の数値によって表し、個人の主観の下に作成した。

たとえば、「愛情」は喜び、受容が強い感情であるので、それぞれの属性には強い強度を設定する。また、期待をある程度伴うと思われるので、その属性にも強度を与える。しかし、それぞれに対

立する悲しみ, 嫌悪, 驚き是否定的なものであるとして, それぞれに同値のマイナス極性の強度になり, 怒り, 恐れは無関的なものとして強度は 0 となる。

ここで, 純粹感情のほとんどは日常で使われている言葉でもあるが, それらを混合感情として考える時, たとえば「喜び」は, 純粹感情の喜びをそのまま表すものではなくて, 他の純粹感情にも関係があるものと考ええる。つまり, 「喜び」には受容や期待も伴うし, 「悲しみ」には嫌悪や驚きも伴う, などと考える。

また, 混合感情の 8 次元上の分布は一様ではない。これはシステムを構築していく上で一見不自然のように思われるが, 人間の感情は複雑で元来きれいに割り切れるものではないので, 不均一な分布はむしろそのうらづけであると思われる。

2.2 感情処理のためのファジィ推論

このシステムでは, 次の 2 つの処理にファジィ推論を利用している。

- 入力単語に対する感情的イメージコードの決定。
- 感情の変化 (感情推移)。

このファジィ推論には, 制御分野で良く使われ, 実績も高い Mamdani の推論法 [3] を用いている。推論規則としては次のような 9 つの規則を設定した。

If old = N and input = N then new = N
 If old = N and input = Z then new = NZ
 If old = N and input = P then new = ZP
 If old = Z and input = N then new = NZ
 If old = Z and input = Z then new = Z
 If old = Z and input = P then new = ZP
 If old = P and input = N then new = NZ
 If old = P and input = Z then new = ZP
 If old = P and input = P then new = P

old: 旧内部状態, input: 入力コード, new: 新内部状態
 N: negative, Z: zero, P: positive,
 NZ: negative-zero, ZP: zero-positive

感情は, 8 つの属性からなる内部状態として表現し, この推論規則にしたがって, 8 つの属性すべてについて推論を行なう。

図 2 を例にとって Mamdani の推論法を示す (図で A, B, C はファジィ集合であり, ルール i, j はそれぞれ上の推論規則 2 番目と 5 番目に対応している)。

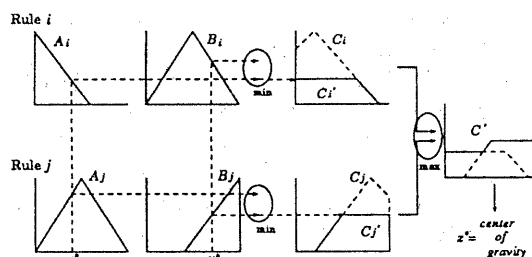


図 2: Mamdani の推論法

たとえばここで, ルール i の前件部にそれぞれ x^0, y^0 を入力したとすると, 各メンバーシップ関数の値は $\mu_{A_i}(x^0), \mu_{B_i}(y^0)$ である。この時の結論 C_i' は,

$$\mu_{C_i'} = \min\{\mu_{A_i}(x^0), \mu_{B_i}(y^0)\} \wedge \mu_{C_i} \quad (1)$$

となる。つまり, 前件部は and 結合されているので 2 つの値の最小値をとり, この値 (適合度と呼ばれる) によって後件部 C_i をカットするのである。

すべてのルールに対して, このような演算を行ない, その結果である $C_1' \sim C_n'$ の max をとることで, 最終的な結論 C' が得られ,

$$C' = C_1' \vee C_2' \vee \dots \vee C_n' \quad (2)$$

となる。これを重心法によって非ファジィ化することで得られた値が, その属性での新しい強度 t となる。

以上のような演算を各属性すべてに対して行なうことによって, 新しい内部状態を得る。

2.3 単語の感情的イメージ

ここでいう単語とは, 入力文 (詩) を構成している単語のことをさす。混合感情も感情を表している単語ではあるが, ここでは明確に区別する。

単語は複数の混合感情から構成されたものと定義する。このように定義することで, 単語の持

つ感情が容易かつわかりやすく設定できる。ここでは、最大3つの混合感情から構成されるものとした。これは、一般的に単語は3つ程度の感情で表現可能であり、また、あまり多く設定しても単語本来の感情的特徴がかえってわかりづらくなると考えたからである。

単語の持つ感情的イメージコードについては、その単語を構成する混合感情のイメージコードをファジィ推論によって処理し、得られた各属性強度をその単語のイメージコードとする。

2.2節の推論規則において、まず1つ目の混合感情を旧内部状態、2つ目の混合感情を入力コードとし、各属性ごとにファジィ推論を行なう。次に、それによって得られた新しいイメージコードと、3つ目の混合感情を入力として同様の処理を行ない、得られた結果がその単語に対するイメージコードとなる。

たとえば、「結婚」という単語が「幸福」、「穏やか」、「希望」という混合感情の組合せで表現されるとすると、順にファジィ推論をすることで次のような結果が得られる。

	喜び	怒り	期待	嫌悪	悲しみ	恐れ	驚き	受容
幸福	65	0	50	-30	-65	0	-50	30
穏やか	40	0	10	-30	-40	0	-10	30
希望	67	0	67	-30	-67	0	-67	30
結婚	58	0	50	-36	-58	0	-50	36

この結果が「結婚」という単語のもつ感情的イメージコードである。

2.4 感情の推移

入力単語すべてについてイメージコードの生成が終ると、次に感情推移の処理に移る。感情の変化はイメージコードを持った単語入力によってのみ起こるとする。つまり、ある内部状態と入力単語によって新しい内部状態が生まれ、この新内部状態と次の入力単語によって次の新しい内部状態が生まれるのである。この変化は、従来の論理演算や数値によって明確に表現するのが難しいのだが、むしろ、「強度の強い単語が入力されると、内部状態はその強度に応じて強められる」といったあいまいな表現の方が適当と思われる。そこで、この感情推移にもファジィ推論を用いている。

前述の推論規則は、単語の影響を受けて感情の内部状態が変化することを示したものである。

たとえば、2つ目の規則は「現在の内部状態の強度が *negative* であり、かつ、入力単語の強度が *zero* であるなら、新内部状態の強度は *negative-zero* になる」ということを意味している。この9つの規則に従ってすべての属性に対して推論を行ない、各属性における結果を非ファジィ化することで得られた値が新内部状態になる。そして、これを再び現在の内部状態として、次の入力単語とのファジィ推論を行なうのである。

たとえば、現在の内部状態の喜びが -50 の強度で、入力単語の喜びは 40 の強度だとする。この時、1つ目の規則において結論 C_1' は、式 (1) より、

$$\begin{aligned}\mu_{C_1'} &= \min\{\mu_{A_1}(-50), \mu_{B_1}(40)\} \wedge \mu_{C_1} \\ &= \min\{0.5, 0.6\} \wedge \mu_{C_1} \\ &= 0.5 \wedge \mu_{C_1}\end{aligned}\quad (3)$$

となる。

この演算をすべての推論規則について行ない、それらの結果の max をとることで -2 の強度が得られ、喜びの強度が変化したことがわかる。これを各属性すべてについて行ない、各属性ごとの強度を算出する。以上のような演算を、入力単語がなくなるまで繰り返すことで、最終的な内部状態が出力される。

2.5 出力感情

最終的に得られた内部状態をそのまま出力しても、単なる数値の列であって何を表しているのか掴みにくい。そこで、最終的な内部状態を表すのに適当な感情を決定する。

ここでは、最終的な内部状態と登録済みの各混合感情を8次元上の点とみなし、最も距離の近いものを混合感情の中から選ぶことにする。そして、これは最終的な内部状態を表す感情で、入力文の持つ本質的な感情として出力される。この距離 l は、

$$l_m^2 = \sum_{i=1}^8 (s_i - x_{mi})^2 \quad (m=1, 2, \dots, 68) \quad (4)$$

s_i : 最終内部状態の各属性強度
 x_{mi} : m 番目の混合感情の各属性強度

で求められ、この値の一番小さな混合感情が選ばれる。

2.6 シミュレーション結果

ここでは、次のような短い詩 [7] を対象とした、感情変化のシミュレーションを行なった。

雨粒が一つ 頬に落ちた
堪えていた涙を
突然に 優しく 裏切るように

この詩の形態素解析がなされたという前提のもとに、詩の中から感情に影響を与える単語を取り出す。これらの単語に対して、単語を構成する混合感情を表 1 のように設定する。これは、本学の学生男女 5 名づつにアンケートをとって整理したものである。

表 1: 単語を構成する混合感情

単語	混合感情			
雨粒	悲しみ	もの思い	不安	
一つ	運命	希望	不安	
頬	喜び	快	構え	
落ちる	不安	失望	恐れ	
こらえる	容認	悲嘆		
涙	悲しみ	感傷	怒り	
突然に	期待	驚き	恐れ	
優しい	愛情	幸福	穏やか	
裏切る	嫌悪	罪悪感	怒り	

(学生男女 5 人づつのアンケートによる)

これらの混合感情から単語の持つイメージコードが決定され、表 2 のように各属性の強度が決まる。

初期内部状態を各属性ともすべて 0 として、まず「雨粒」が入力される。すると新内部状態は、

喜び 怒り 期待 嫌悪 悲しみ 恐れ 驚き 受容
-14 -16 10 8 14 16 -10 -8

と変化する。

これは初期内部状態が 0 の時に、恐れ、悲しみが比較的強い「雨粒」の影響を受けて、新内部状態の恐れ、悲しみが正の値に移行した様子を表す。この新内部状態を表現する感情は、「臆病」となる。

次に、この新内部状態を旧内部状態として次の単語「一つ」を入力すると、新内部状態は、

喜び 怒り 期待 嫌悪 悲しみ 恐れ 驚き 受容
0 -28 34 -6 -2 26 -34 6

表 2: 単語の持つイメージコード

単語	喜び	怒り	期待	嫌悪	悲しみ	恐れ	驚き	受容
雨粒	-26	-32	18	16	26	32	-18	-16
一つ	16	-32	56	-20	-16	32	-56	20
頬	30	-10	40	-36	-30	10	-40	36
落ちる	-22	-52	-22	26	22	52	22	-26
こらえる	-40	0	-4	0	40	0	4	0
涙	-28	38	-38	-2	28	-38	38	2
突然に	0	-36	-26	6	0	36	26	-6
優しい	52	0	30	-42	-52	0	-30	42
裏切る	12	32	-24	18	-12	-32	24	-18

のようになる。「一つ」は期待が強く、恐れ、受容などを伴うので、新内部状態は恐れがより強くなり、負の値であった受容は正の値へ変化している。この時点での感情は、「構え」で表される。

同様に、「頬」が入力されると、再び「構え」が出力感情となり、「落ちる」を入力すると「臆病」、「こらえる」を入力すると「臆病」、「涙」を入力すると「物思い」、「突然に」を入力すると「臆病」、「優しい」を入力すると「平静」となる。そして、最後に「裏切る」を入力すると、

喜び 怒り 期待 嫌悪 悲しみ 恐れ 驚き 受容
18 12 -12 0 -18 -12 12 0

のようになって、最終的に「平静」が出力される。最終的に得られた感情「平静」は、この入力文の持つ本質的な感情であるとする。

この結果が妥当であるかどうか証明のしようはないが、非常に簡単な推論規則でも人間の感覚に近いとそれなりに納得できるようなものを取り出されたと思われる。

3 主観表現を取り入れた感情の観測

一般に我々人間にとって 3 次元以上の空間内で定義された位置関係をイメージ的に把握することは困難である。また、1 つの物事から人によって様々な受け方、感じ方、解釈を持つことは日常でもみられるように明らかで、これは多分に主観、先入観といったものが影響していると思われる。しかし、前節で取り上げたシステムで得られる感情は、いわゆる客観的な感情であると思われる。

そこで、感情の変化の様子を主観という視点を取り入れて、視覚的にわかりやすいよう2次元平面で観測できるような機能を追加した。

ここでは、まず感情のベクトル表現とその2次元平面への写像について説明し、シミュレーションを行なった結果を示す。

3.1 感情のベクトル表現とアフィン写像

混合感情や単語は、8つの属性を正規直交基底 $\{\vec{e}_i\}$ ($\vec{e}_i \cdot \vec{e}_j = 0 : i, j = 1, 2, \dots, 8$) と対応させることによって、ベクトル列、

$$\vec{x}_i = x_{i1}\vec{e}_1 + x_{i2}\vec{e}_2 + \dots + x_{i8}\vec{e}_8 \quad (5)$$

で表せる[1]。ただし、 $(\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_8)$ は (喜び, 悲しみ, 怒り, 恐れ, 期待, 驚き, 嫌悪, 受容) と対応している。

感情の観測は、8次元空間に存在する感情のベクトルを2次元観測平面へアフィン写像することで視覚的にわかりやすくなる。この時、任意のベクトル対によって特徴づけられるので、これはこのベクトル対を主観とみなした主観表現を取り入れた観測であり、主観がどのように影響するかを考察できる。このベクトル対を主観観測ベクトル対ということにする。

いま、任意に2つのベクトル、

$$\vec{\zeta} = \zeta_1\vec{e}_1 + \zeta_2\vec{e}_2 + \dots + \zeta_8\vec{e}_8 \quad (6)$$

$$\vec{\eta} = \eta_1\vec{e}_1 + \eta_2\vec{e}_2 + \dots + \eta_8\vec{e}_8 \quad (7)$$

を混合感情の中から選びだし、関数 φ を、

$$\varphi(\vec{e}_i) = (\vec{\zeta} \cdot \vec{e}_i)\vec{o}_1 + (\vec{\eta} \cdot \vec{e}_i)\vec{o}_2 \quad (8)$$

($i = 1, 2, \dots, 8$)

のように定義すると、

$$\begin{pmatrix} \varphi(\vec{e}_1) \\ \varphi(\vec{e}_2) \\ \vdots \\ \varphi(\vec{e}_8) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \zeta_1 & \eta_1 \\ \zeta_2 & \eta_2 \\ \vdots & \vdots \\ \zeta_8 & \eta_8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{o}_1 \\ \vec{o}_2 \end{pmatrix} \quad (9)$$

となり、これはアフィン写像の一般的定義に等しい。

任意の感情ベクトル $\vec{a} = a_1\vec{e}_1 + a_2\vec{e}_2 + \dots + a_8\vec{e}_8$ に対しても、

$$\begin{aligned} \varphi(\vec{a}) &= (\vec{\zeta} \cdot \vec{a})\vec{o}_1 + (\vec{\eta} \cdot \vec{a})\vec{o}_2 \\ &= \left(\sum_{i=1}^8 a_i \zeta_i \right) \vec{o}_1 + \left(\sum_{i=1}^8 a_i \eta_i \right) \vec{o}_2 \quad (10) \end{aligned}$$

となり、このようにして主観観測ベクトル対 $(\vec{\zeta}, \vec{\eta})$ をもって空間上のすべての感情ベクトルを写像することができる。

3.2 主観表現における出力感情

前節では最終的に得られた内部状態を表す適当な感情を、混合感情の中から選びだし出力した。ここでも、主観表現された時の感情を表す適当な感情を、次のようにして混合感情の中から選びだす。

主観観測ベクトル対 $(\vec{\zeta}, \vec{\eta})$ によって、任意の感情ベクトル $\vec{a} = a_1\vec{e}_1 + a_2\vec{e}_2 + \dots + a_8\vec{e}_8$ が2次元観測平面に $\varphi(\vec{a})$ として写像されたとする。この時、同じ主観で写像される基底ベクトル $\varphi(\vec{e}_i)$ ($i = 1, 2, \dots, 8$) との内積を、関係 R を用いて、式(8)、(10)から、

$$R(\varphi(\vec{a}), \varphi(\vec{e}_i)) = \zeta_i \left(\sum_{k=1}^8 a_k \zeta_k \right) + \eta_i \left(\sum_{k=1}^8 a_k \eta_k \right) \quad (i = 1, 2, \dots, 8) \quad (11)$$

とすると、この値は $\varphi(\vec{a})$ の基底 $\vec{e}_i$ に対する帰属度とみなすことができる。この関係値を式(4)の s_i に代入し、混合感情との距離を求め、最も近いものを選び出す。

3.3 時間とともに移り変わる主観観測

一般的に、人が物事を繰り返し考えたり、何回か接触すると、その感じ方(感情)が変わってくる[5][6]。これは、物事に対する先入観がなくなり、新たな主観によって物事を見ていることを意味している。ここでは、感情の時間による変化をシミュレーションするために、次のようにして時間によって移り変わる主観観測ベクトル対を用いることにする。

- ある時刻 t において、混合感情の中から主観観測ベクトル対として選びだした、 $\vec{f}_1, \vec{f}_2$ を、 $\vec{\zeta}(t) = \vec{f}_1, \vec{\eta}(t) = \vec{f}_2$ として主観観測する。
- 次に、この主観で求められた出力感情 $\vec{g}(t)$ を $\vec{\eta}(t+1)$ に、また、 $\vec{\eta}(t)$ を $\vec{\zeta}(t+1)$ にそれぞれ代入し、再び主観観測する。

- これを、 $\tilde{\zeta}(t+n) = \tilde{\eta}(t+n) = \tilde{g}(t+n)$ となるまで繰り返す。
- こうして得られた出力感情 $\tilde{g}(t+n)$ がその詩から受ける感情であるとする。

前節のシミュレーションに用いたものと同じ詩を対象にしてシミュレーションを行なった。単語に対する設定は表1、表2に同じである。

ある性格やある感情状態にある人間を想定し、この詩を繰り返し読むごとに（一回読むことを1単位時間とする）、その時点その主観での感情を出力する。そして、読む回数に応じてどのように主観が変わり、感情変化があるのかを見る。

この詩のもつ本質的な感情は、2.6節より「平静 (calm)」であった。図3では、「好奇心 (curiosity)」旺盛で「自尊心 (pride)」の強い人を想定して、この2つの混合感情を主観として処理を行なったものを示している。感情の変化は、Sを始点として折れ線で表示しており、感情推移の様子が良くわかる。

はじめの2つを主観とした時の出力感情は「平静 (calm)」となる。つづいて、今度は前の主観の一つである「自尊心 (pride)」と「平静 (calm)」を主観として処理するのだが、ここで得られる感情も「平静 (calm)」となる。結局、すぐにこの詩の本質的な感情である「平静 (calm)」に落ち着くことがわかる。

一方、図4のように「絶望 (despair)」的で、「激怒 (rage)」の状態に陥っている人を想定した上で処理を行なうと、はじめに得られる感情は「自尊心 (pride)」であった。そして、結局そのまま変化することなくすぐにこの感情に落ち着いてしまう。

どちらの場合も3回読んだ程度で感情が落ち着き、はじめの感情から変化がない。これは、その人の主観が強く影響し、他の視点（主観）からみることができていなかったり、その人の感情状態が偏ったものであったためと思われる。

その他、「好奇心 (curiosity)」「悲観的 (pessimism)」を主観とした場合などは、「驚き (surprise)」「謙遜 (modesty)」「臆病 (timid)」などの感情を経て、8回でやっと本質的な感情と同じ「平静 (calm)」に落ち着いている。

また、主観のとり方や、詩の内容によっては、感情が落ち着かず振動を続けるものもあった。

4 おわりに

ファジィ推論を応用することで、単語から影響を受けた感情の変化の表現する考え方やシミュレーションについて述べた。シミュレーションの結果から、簡単な推論規則であっても感情の変化をそれなりにうまくとらえられることがわかった。また、主観表現を取り入れたことで、感情の変化をイメージ的に把握しやすくなった。こちらも、それなりにうまく人間の主観感覚に合うことがわかった。

しかし、ここで上げた方法はほんの一例であって、そのまま人間に当てはめ、評価できるものではないし、妥当なのかどうかさえ証明するのは難しい。いずれにしてもまだ基礎的研究の段階であって、更なる理論的發展と実験的検証が必要である。

より重要なのは、感情そのものをどうとらえ、計算機上での感情モデルをどのように構築するかであり、今後の大きな研究課題である。

参考文献

- [1] T.Yanaru & T.Hirota: "Basic Theory for Subjective Observation Model and Its Applications", Proceedings of International Symposium on Information Science (ISKIT'92) (Iizuka, Japan, July 1992).
- [2] 矢鳴 虎夫, 廣田 豊彦: "主観処理系構築理論に基づく感情処理システム", ファジィ・シンポジウム (広島大学, 1992).
- [3] 坂和 正敏: "ファジィ理論の基礎と応用", 森北出版株式会社, 1989.
- [4] 田中 英夫: "ファジィモデリングとその応用", 朝倉書店, 1990.
- [5] 松山 義則, 浜 治世: "感情心理学 I", 誠信書房, 1974.
- [6] 戸田 正直: "感情", 東京大学出版会, 1992.
- [7] やなせ たかし: "詩とメルヘン", サンリオ, 1991.

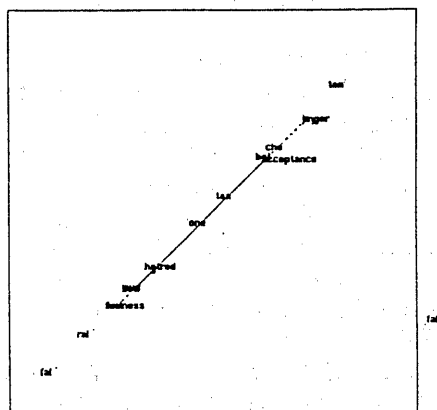
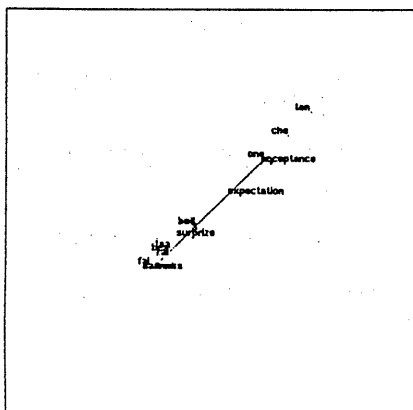
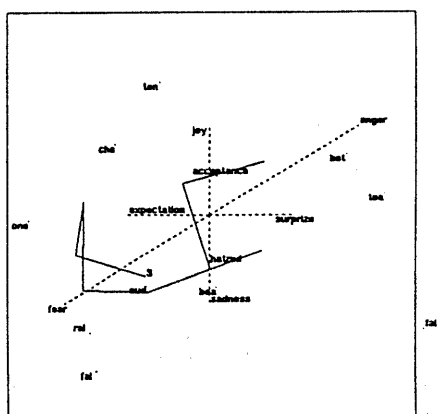
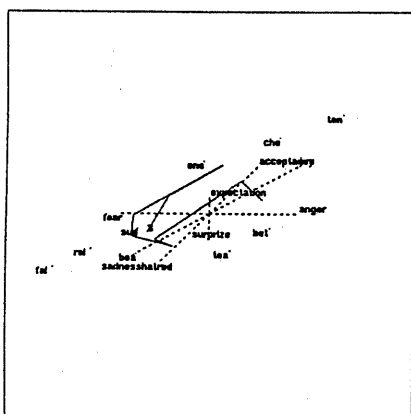
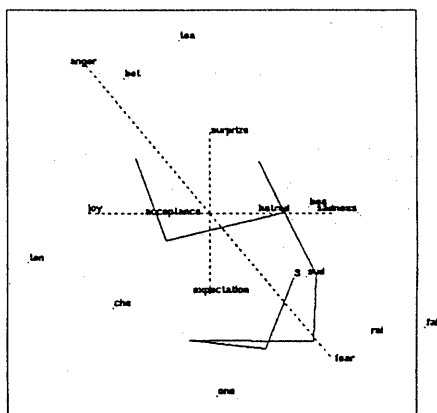
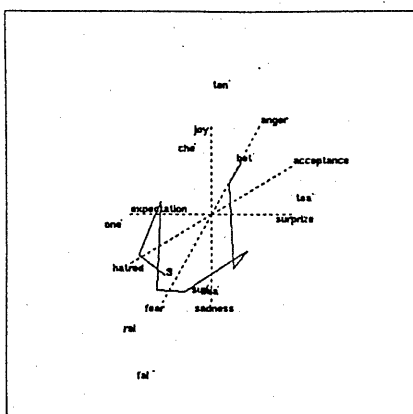


図 3: 「好奇心」「自尊心」を主観とした場合

図 4: 「絶望」「激怒」を主観とした場合