

意思伝達に感情を用いるエージェントシステム

- ソフトコンピューティングによる人間の知的活動モデリング -

亀井 且有・伝刀 洋輔・星野 孝総

Abstract: It is difficult to let computer express feelings because of the ambiguity and nonlinearity. But it is important for people to communicate with computers and to build up a society where people live with many robots. And it is said that emotion expressions are useful for high quality data processing in human communications. In this paper, we construct an environment where an agent expresses his emotions to convey the intentions such as fear, anger and joy to other agents. First, we survey emotion models from the view point of psychology. Next, we propose an agent system that he can control other agents using his emotion expression as their communication method. Finally, we show that the agent could achieved his goal and that the agent had a kind of personality.

1 はじめに

意思伝達的手段として感情を用いる環境を構築し、感情表出対象の感情に対する反応から適切な感情の生起ルールを獲得し感情表出を行うためのモデルを紹介する[1]。

2 感情表出エージェントモデル

エージェントが表出する感情を「怒り」、「悲しみ」、「喜び」の3つとし、それぞれの感情の強度を $[0,1]$ とする。本システムの概念図を図1に示す。本システムは「感情を出すエージェント」と「味方エージェント」、「敵エージェント」の3つのエージェントから構成される。以後、前者を「感情表出エージェント」、後者二つを「対象エージェント」と呼び、2次元連続空間上に配置されている。感情表出エージェントは3つの感情強度を出力するが、移動はできず原点に固定されている。対象エージェントは原点から相対的に配置され、直線移動を行うことができ、感情表出エージェントの感情強度に基づいて、ファジィ制御によりその行動が決定される。ただし、これは感情表出エージェントには知らされていない。ここで、入力は感情表出エージェントの感情および感情

表出エージェントまでの距離、出力は対象エージェントの移動方向である。

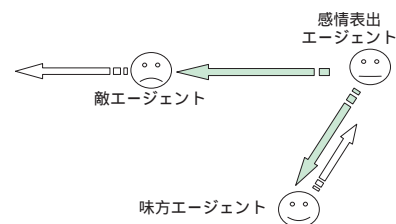


図1 システム概要

感情表出エージェントの目的は、自分の感情を意思伝達手法として用い、対象エージェントに伝えることにより、味方エージェントを近づけ、敵エージェントを遠ざけることである。そして、表出した感情とそれによる対象エージェントの行動から、目的達成のために適切な感情表出のルールをファジィクラシファイアシステム(FCS)[2]によって学習する。FCSは遺伝的アルゴリズム(GA)を用いた機械学習の一手法である。図2にその構成図を示す。FCSは、ファジィ推論システム、信頼度割り当てシステム、ルール生成機構、ファジィルールベースの4つ機能から構成される[3]。

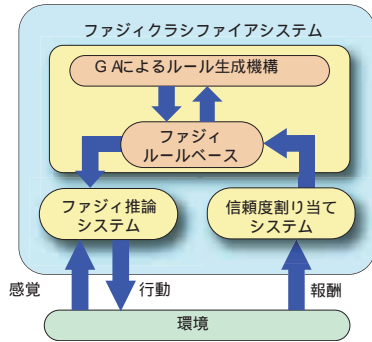


図2 ファジィクラシファイアシステム

2.1 ファジィ推論システム

ファジィ推論システムでは、環境からの感覚入力に対して、格納されているファジィルールをファジィルールベースから取り出し、min-max 重心法[4]を用いて出力である3つの感情強度 y_1 、 y_2 、 y_3 を計算する。

2.2 信頼度割り当てシステム

信頼度割り当てシステムでは行動の結果として、目的の達成度合いに応じて使用されたルールに信頼度を与える。信頼度は味方エージェントを近づけ、敵エージェントを遠ざけている状態で、かつ、味方エージェントが近くに、敵エージェントが遠くに配置されているとき最大の信頼度を得られるように定式化した。

2.3 ルール生成機構

GAによるルール生成機構では、信頼度から新たなルールを生成し、信頼度の低いルールと入れ替える。FCSでGAにより生成されるファジィルールの一例を以下に示す。

If x_1 is *Near* and x_2 is *Positive* and

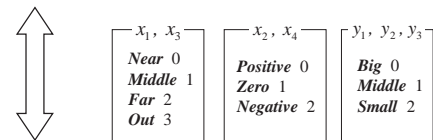
x_3 is *Far* and x_4 is *Negative*

then y_1 is *Big* and y_2 is *Middle* and y_3 is *Small*.

ここで、入力 x_1 、 x_2 は味方エージェントまでの距離、接近速度を、 x_3 、 x_4 は敵エージェントの距離、接近速度をそれぞれ示し、感情表出エージェントへの接近を正の値に取っている。また、出力 y_1 、 y_2 、 y_3 はそれぞれ感情「怒り」「悲しみ」「喜び」の強度の変化量を表す。一般に感情は急激に切り替わることは少なく、時間軸に

対して連続的に変化すると考えられるため出力を感情値の変化量とした。初期ルールはランダムに生成され、その後の行動と報酬に基づきルール生成システムにより、ファジィルールは逐次追加・削除される。ファジィルールは図3のようにファジィ変数部分を10進数にコード化し、コード化されたルールに対して遺伝演算を行う。ただし、ファジィルールにおける前件部が同じルールを複数生成することを許さない。これは、ファジィルールにおける前件部が同じである場合、その2つのルールの環境に対する帰属度が等しくなり、後件部が異なるにもかかわらず両ルールに対して同じ信頼度が与えられてしまうためである。一般にこのような場合に対しては、新しいルールを削除したり、強制的に突然変異するなどの方法が提案されている[2]。したがって、本研究でも、交叉によって前件部が同様のルールが作成された場合は強制的に突然変異を加える。また、高い信頼度を得たルールは有用なルールとして次世代にエリート保存される。後件部だけでなく、前件部も生成することで、考えられる前件部のパターンを全て網羅することなく、限られたルール数の中で環境に適したルール得ることができる。より複雑な環境では、入力パターンが膨大となり、全てを網羅することが難しくなるため、このようにルール数を限定した中で環境に適したルールを獲得することが有用である。

If x_1 is *Near* and x_2 is *Positive*
and x_3 is *Far* and x_4 is *Zero*
Then y_1 is *Big* and y_2 is *Middle* and y_3 is *Small*



0 0 2 1 2 1 0
 $x_1 x_2 x_3 x_4 y_1 y_2 y_3$

図3 ファジィルールのコード化

3 感情表出ルールの獲得実験およびその結果と考察

感情表出エージェントの初期の感情表出ファジィルールはランダムに生成され、ファジィクラシファイアシステムにより感情表出ルールの学習が行われる。実験では、各パラメータは個体数を100、交叉法を一点交叉、突然変異率を10%とした。また、感情の表出、対象エージェントの行動、ファジィルールの評価、新しいファジィルールの生成を一世代とした。学習過程における対象エージェント誘導の様子を図4(a)に、その時に表出された感情強度を図4(b)に示す。敵エージェントを遠距離に、味方エージェントを近距離に一定時間誘導し続けた時点で、学習終了とした。また、学習で得たルールを検証するため、対象エージェントの初期位置を変え、対象エージェントの誘導を行った結果を図5(a)に、その時に表出された感情強度を図5(b)に示す。感情表出エージェントは対象エージェントを目標通り誘導しており、良好な結果と言える。このことから、本モデルにおいて感情表出エージェントは対象エージェントの感情に対する動きから、適切な感情表出ルールを獲得していると言える。次に、対象エージェントの状態により表出する感情を検討する。図6(a)に示すような対象エージェントの行動パターンを考え、そのときの感情表出エージェントの出力を図6(b)(c)に示す。ただし、図6(b)(c)の感情表出は、全く同じ条件で学習を行ったにもかかわらず、異なったファジィルールを獲得し、学習を終了した異なる感情表出エージェントによるものである。実際の社会環境において、人間や動物のように感情を持つ個体では、ある個体のおかれた環境はその個体によって異なり、その環境の違いから学習された感情表出ルールの違いが成長後の個体の「個性」となる。また、対象エージェントが同一の行動を行う場合においても、図6(b)と図6(c)のように学習されるルールに差が表れる。これは生成された初期ルールの違いによるものと思われる。以上のような環境による個体差の発生のイメージを図7に示す。

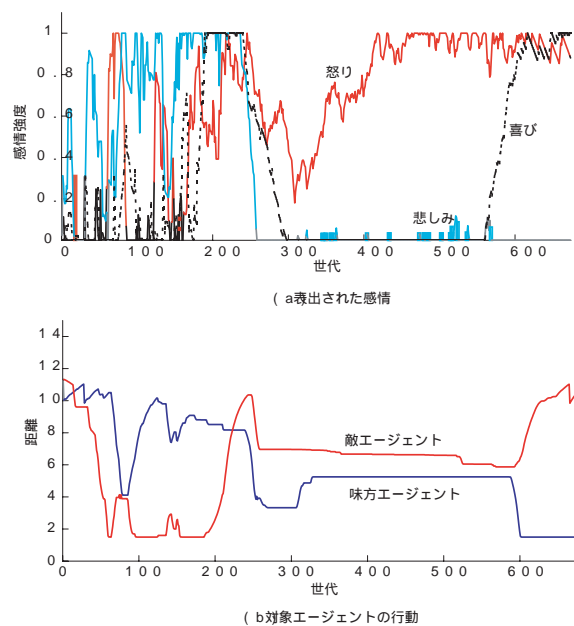


図4 学習過程での感情と対象エージェントの誘導

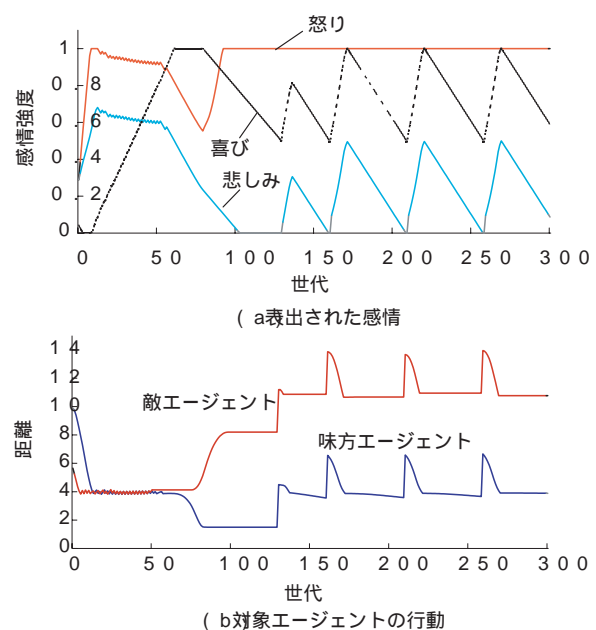


図5 感情の表出と対象エージェントの誘導

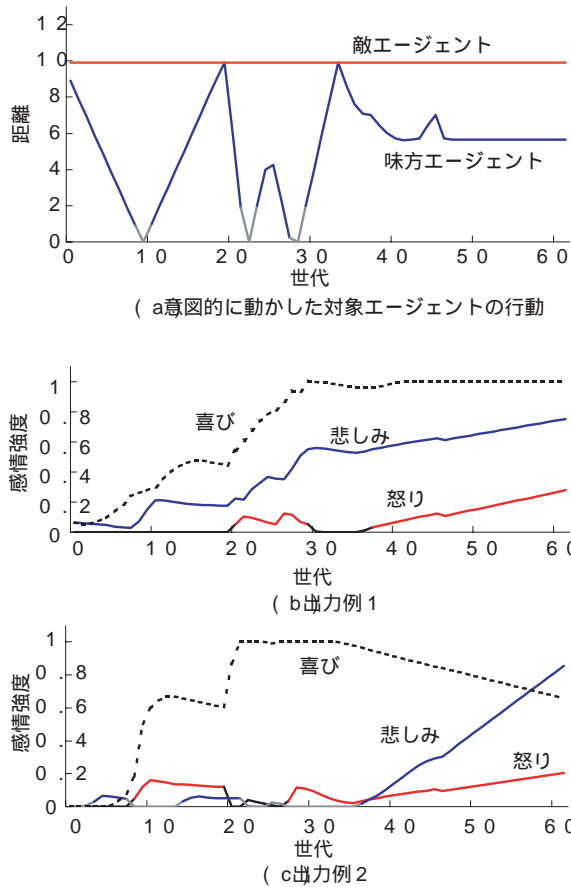


図6 学習過程での感情と対象エージェントの誘導

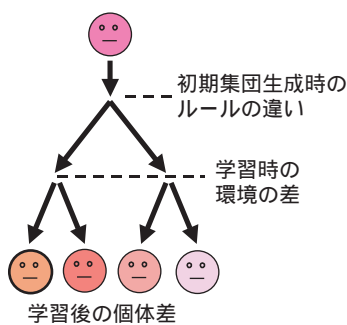


図7 環境による個体の差

実験結果において、喜びと怒り、悲しみが同時に表出されている場合が多く観測された。一般的な考えからすると、喜びと悲しみのような感情が同時に表出されることはありえない。しかし、基本情動理論では、全ての感情は、基本情動の合成によるものと考えられており、Plutchikの感情モデルの例では「怒り」と「悲しみ」の間に「嫌悪」を定義している[5]。ま

た、基本情動理論では基本情動は種類とその表出時の強さを持つとされる。この実験の場合は[0,1]に実数化されている。Plutchikの感情モデルの例では、低い度合いの怒りは「困惑」とであると定義されている。このように、一般的に使われる「怒り」は基本情動の「怒り」のパラメータが強い状態であることを示し、その強さによって一般的に怒りという言葉で表す状態とは異なる状態を示していると考えられる。以上のような、基本情動同士の合成と、各基本情動の強度を考えることにより、一般的には同時に表出されないと考えられる複数感情の表出についても、別の感情として定義することができると考えられる。

4 おわりに

本稿では、情動システムについて簡単に紹介したが、それは人間が表出する情動を単に模倣したに過ぎない。このような表面的な情動ですら、現在のソフトコンピューティング手法を持ってしても、構築されたシステムは満足できるものではなく、計算機知能的アプローチの限界を感じざるを得ない。今後は、計算機知能的アプローチと脳機能的アプローチの双方からの研究が強く望まれる。

参考文献

- [1] Y. Dendo and K. Kamei, "An Agent System Using Basic Emotions as Communication Method," Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.7, No.1, pp.40-46, 2003
- [2] 石淵久生：ファジィクラシファイアシステム日本ファジィ学会誌, Vol.~10, No.~4, pp.~613-625 (1998)
- [3] 中岡謙、古橋武、内川嘉樹、前田宏：ファジィクラシファイアシステムの報酬と信頼度割り当てに関する一提案 -大規模システムにおける知識発見を目指して- ; 日本ファジィ学会誌, Vol. 8, No. 1, pp. 65-72 (1996)
- [4] 菅野道夫：ファジィ制御；日刊工業新聞社(1993)
- [5] 岡田顕宏・阿部純一「心理学のける感情研究の歴史と動向」日本ファジィ学会誌, Vol.12, No.6, pp.730-740, 2000