ニューラルネットワークを用いたMaCモデルに基づく感情生成システム

廣澤一輝　長名優子

東京工科大学大学院 バイオ・情報メディア研究科コンピュータサイエンス専攻

1 はじめに

近年，様々な感情生成システムが導入されたロボットが提案されているが，それらの感情生成システムの多くは外部入力のみに依存して感情が生成されるようになっており，内部的な感情に変化というものが考慮されていない．

本研究では，心と意識の概念モデルである MaC モデル [1] の感情生成部分にカオスニューラルネットワーク [2] とボルツマンマシン [3] を導入し，外部入力からの刺激に対しては確率論的に感情を生成し，内部感情を動的に生成することでより自然な感情生成を行うシステムを提案する．

2 MaC モデル

MaC(Mind and Consiousness) モデル [1] は，心と意識の概念モデルをもとに構成されたモデルである．この概念モデルは，感情を価値判断に用いる心のメカニズムと選択的注意や反射・熟考のプロセスを処理する意識のメカニズムを持つ．このメカニズムにより，状況に応じた行動生成と解決すべき問題に関連する外部入力と内部状態に注意を向け，外部入力と内部状態の変化により意識が移動し，生成される感情が遷移することを繰り返す．

この MaC モデルの概念モデルに基づくアーキテクチャは図 1 に示すように実装することができる．図 1 において長方形は処理モジュール，角の丸い長方形は記憶モジュールを表す．感覚入力部では外部からの入力を受け取り，反射生成部を介する行動決定は反射のプロセスとして，認識部や感情生成部などを介する行動決定は熟考のプロセスとして表される．

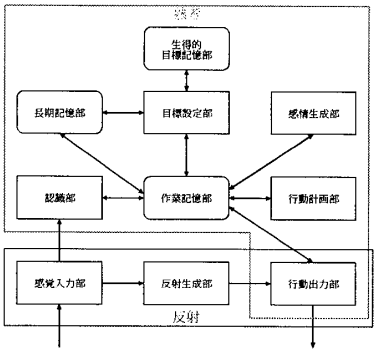

図 1: Mac モデルの実装アーキテクチャ

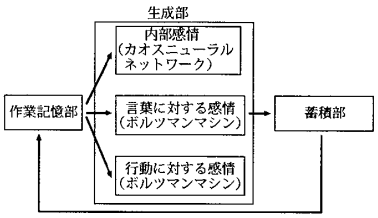

図 2: 感情生成部の構造

3 ニューラルネットワークを用いた感情生成システム

提案するニューラルネットワークを用いた MaC モデルに基づく感情生成システムは，MaC モデルの感情生成部にボルツマンマシンとカオスニューラルネットワークを導入したものである．提案システムでは，感情生成部にカオスニューラルネットワークを導入することで，内部的な感情の変化を表現し，より人間に近い感情生成の実現を目指す．

なお，提案システムでは Plutchik が提唱する基本情動モデル [4] の感情定義を用いる．この感情モデルは言語に対して多次元尺度構成法を用いて 8 つの情動 (怒り，期待，歓喜，信頼，恐怖，驚愕，悲嘆，嫌悪) に分離し，それぞれの基本感情どうしの対の関係性や複合感情や基本感情それぞれの強度といった概念を取り入れている．提案システムにおいてもこの概念を用いている．

提案システムの感情生成部を図 2 に示す．図 2 を見ても分かるように，提案システムの感情生成部は，

Emotion Creation System based on MaC Model using Neural Networks

Kazuki Hirozawa and Yuko Osana (Tokyo Graduate University of Technology of Bionics, Computer and Media Sciences, hiro@osn.cs.teu.ac.jp, osana@cc.teu.ac.jp)

感情の生成部と蓄積部とから構成されている．生成部はカオスニューラルネットワークとボルツマンマシンによる感情生成部分に分けられる．カオスニューラルネットワーク [2] は，記憶したパターンを動的に想起できることが知られており，提案システムでは，認識部を経て作業記憶部に送られた外部からの刺激を外部入力として用いる．外部入力がない場合にもそれまでの履歴を考慮した想起を行うことで，動的に感情の出力を行う．一方，ボルツマンマシン [3] は確率的に動作する相互想起型のニューラルネットワークであり，提案システムでは認識部でセンサ情報などの行動から得られたデータまたは言語を介したコミュニケーションから得られたデータを入力として想起を行う．なお，行動から得られたデータは行動を扱うボルツマンマシンへの入力，言語を介したコミュニケーションから得られたデータは言語を扱うボルツマンマシンへの入力として扱われる．ボルツマンマシンを用いて感情を表すパターンの想起を行うことで，同じ外部入力に対しても異なる感情を出力する可能性を持たせている．

生成された感情パターンは感情値として数値化されて蓄積部へと渡され，対応する感情が作業記憶部へ出力される．

4 実験結果

提案するニューラルネットワークを用いた感情生成システムを生成し，実験を行った．(a) 手動で操作したロボット，(b) 提案システムを実装したロボット，(c) 提案システムからカオスニューラルネットワークによる内部感情の生成を除いたシステムを実装したロボットの 3 種類のロボットの動作を被験者に見せ，被験者がどのように感じたか，アンケートを行った．アンケートは，中田らの研究 [5] をもとに作成したもので，(質問 1) 敵対的か/友好的か，(質問 2) 行動に意味や意図を感じないか/感じるか，(質問 3) 不自然であるか/自然であるか，(質問 4) コミュニケーションがとりにくいか/とりやすいか，(質問 5) 機械的か/生物的か，(質問 6) 人間らしさを感じないか/感じるかについてそれぞれ 7 段階 ($-3 \sim +3$) で評価をしてもらった．

被験者の評価結果に対して t-検定を用いて 3 つのロボット間に有意差があるかどうか調べた．表 1 の実験条件に基づいて比較したときの t-検定の t 値を表 2 に示す．なお，手動で操作したロボット以外の 2 つのロボットにはあらかじめ 10 時刻分行動させておき，実験開始の時点でも感情生成をともなった行動生成が行いやすいように設定してある．

表 2 より，(b) のロボットと (c) のロボットの間に t_α 以上の値がないことから有意差があるとは言えないが，(a) のロボットと (b) のロボットの間に有意差のある質問の数が (a) のロボットと (c) のロボットの間に有意差のある質問の数よりも少なくなっている．これより，少なくとも (b) のロボットの方が (a) のロボットに近い動作をしているように見えることが分かる．以上のことから，提案システムにより感情生成を行うことで，より人間に近い反応を返すようなロボットが実現できる可能性があると考えられる．

表 1: 実験条件

自由度 (被験者数)	N	5
有意水準	α	0.05
有意水準 0.05, 自由度 5 の t 値	t_α	2.776

表 2: 質問ごとに比較したロボット同士の t 値

比較したロボット	質問 1	質問 2	質問 3
(a) と (b)	0.000	2.449	4.810
(a) と (c)	2.138	4.333	4.490
(b) と (c)	1.371	1.509	0.589
比較したロボット	質問 4	質問 5	質問 6
(a) と (b)	2.064	2.057	0.492
(a) と (c)	6.000	2.745	2.449
(b) と (c)	1.118	0.250	1.088

5 おわりに

本研究では，ニューラルネットワークを用いた MaC モデルに基づく感情生成システムを提案した．実験を行い，提案システムにおいて外部入力のみに依存しない自然な感情生成を行うシステムをロボットに実装することで，より人間に近い反応を返すことができることを確認した．

参考文献

[1] 牛田博英, 平山祐司, 中嶋宏 : “デジタルペット — 心を持った機械達—,” 情報処理学会誌, Vol.41, No.2, pp.127–136, 2000.

[2] K. Aihara, T. Takabe and M. Toyoda : “Chaotic neural networks,” Physics Letter A, Vol.144, No.6, 7, pp.333–340, 1990.

[3] D. H. Ackley, G. E. Hinton and T. J. Sejnowski : “A learning algorithm for Boltamann Machines,” Cognitive Science, Vol.9, pp.147–169, 1985.

[4] R. Plutchik : 情緒と人格 現代基礎心理学 8, 東京大学出版会, 1981.

[5] 中田亨, 佐藤知正, 森武俊, 溝口博: ロボットの対人行動による親和感の演出, ロボット学会誌, Vol.15, No.7, pp.1068–1074, 1997.