

A4-4 ファジィ情動推論ルールを用いた生物型ロボットによる情動評価実験

福井大学 工学部 知能システム工学科 進化ロボット研究室

佐藤 光 (指導教官：前田 陽一郎)

1 緒言

近年、エンターテインメントロボットは、小型化・高性能化が進むと同時に価格も下がり、比較的容易に入手できるようになったため、特に人間とふれあう機会が増えている。そのため、これらの商品には自律性や知能はもちろんのこと、人工感情モデルも必要不可欠となってきている。

これまで多くの哲学者・心理学者の研究対象となってきた「感性」の分野は、工学・医学などでの研究が盛んになっている。感情の研究の例として、中田ら [1] は、舞踏学において有名なラバン理論を用いた定量的相関分析法を提案している。酒井ら [2] は非線形振動子を感情リズムの生成モデルに用いたラグビーボール型感情表現ロボット KRBR(カーベル)を考案した。

一方、本研究室でも感情の研究を 10 年以上進めているが、本研究では、人間-ロボット間のインタラクティブ情動コミュニケーションの実現を目標としている。ここではその前段階である、ロボット-ロボット間でのインタラクティブ情動コミュニケーションの実現のため、ファジィ情動推論システムを生物型ロボットに構築する [3]。有効性検証のため相手ロボットの動作を生物型ロボットに分析させ、その身体動作より感情を推定する推論実験を行う。

2 インタラクティブ情動コミュニケーション

情動コミュニケーションとは、ある情動（快・不快、喜・怒、哀・楽など）が一方に生じると行動により他方にもその情動が伝達し、さらにそれに対する反応として情動を緩和・増幅する行動をとる。このように両者がその情動を相互にやりとりすることを本研究では「インタラクティブ情動コミュニケーション」と呼ぶ。その概念図を以下に示す。

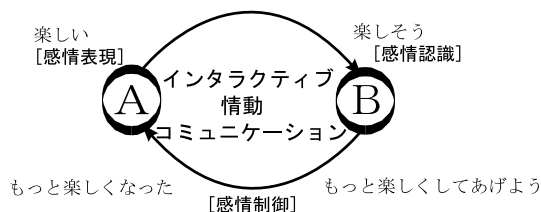


図 1: インタラクティブ情動コミュニケーション

本研究では、このインタラクティブ情動コミュニケーションを生物型ロボット同士で行なえるようにするための前段階として、ロボット A が感情表現を、ロボット B に感情認識を行なわせ、ロボット間での情動コミュニケーションにおける感情認識システムを構築した。

3 ラバン理論による身体的特徴量

本研究では、感情表現・感情認識共に生物型ロボットを使用し、身体的特徴量の抽出にラバン理論 [4] を用い、ファジィ

ルールによって基本心理尺度値を求める。ラバン理論とは、舞踏学において身体動作の特徴を分析した記述方法として有名である。本研究ではその中でも、Effort-Shape Description の Time Effort、Door Plane Shape、Table Plane Shape の 3 つの要素を身体的特徴量として用いる。Time Effort は慌しさを表現するものであり、突発的であれば戦闘形態、継続的であれば陶醉形態とされている。Door Plane Shape は正面上の広がりを示し、上方へよれば戦闘形態、下方へよれば陶醉形態とされている。Table Plane Shape は水平面上の広がりを示し、狭ければ戦闘形態、広ければ陶醉形態とされている。

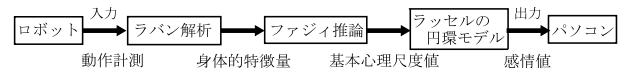


図 2: ファジィ情動推論アルゴリズム

4 ファジィ情動推論ルール

以下にファジィ情動推論におけるファジィルールについて説明する。本研究ではロボットのカラーマーカが形成する三角形を基本とし計測する。そして前件部メンバーシップ関数に、動作対象の状態から得られた計測情報より、重心移動速度:Lv、重心高さ:Lh、領域面積:La、また後件部シングルトンにはラッセルの円環モデルに基づいて、快-不快軸:Rx、覚醒-睡眠軸:Ryを用いる。ファジィルールを図 3、図 4、表 5 に示す。

- 重心高さ Lh & 領域面積 La → 快-不快 Rx
領域面積は大きいほど快の値が、小さいほど不快の値が大きくなる。重心高さは高さの値が大きいほど快の値が、小さいほど不快の値が大きくなる。
- 重心移動速度 Lv & 領域面積 La → 覚醒-睡眠 Ry
領域面積は大きいほど睡眠の値が、小さいほど覚醒の値が大きくなる。重心移動速度は速ければ覚醒の値が、遅ければ睡眠の値が大きくなる。

5 ラッセルの円環モデルによる情動評価

ファジィルールの出力値はラッセルの円環モデルの x 軸、y 軸に相当する。ラッセルの円環モデルとは、全ての感情は快-不快 Rx、覚醒-睡眠 Ry の 2 軸の平面で表現できるとしてラッセルにより提唱されたモデルである。これを用いることにより、ベクトルの方向と距離で感情の種類と大きさを表せる。ここに、ウィットブリーとプラナ [5] の行なった実験結果も参考にし、感情値を算出した。その際に用いた式を式 (1) に、図を図 5 に示す。ラバン理論とラッセルの円環モデルを用いることにより、動作から感情へ次元を落とすことができ、ルール構築が容易となった。

$$E_i = \sqrt{Rx^2 + Ry^2} |\sin(\pi - 2\theta)| \quad [i = J, A, S, R] \quad (1)$$

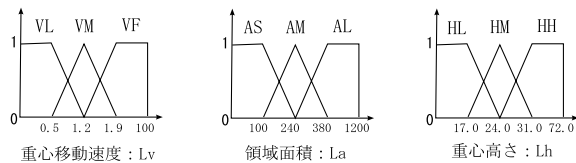


図 3: 前件部メンバーシップ関数

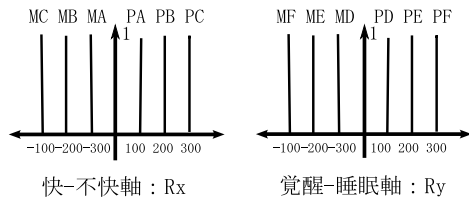


図 4: 後件部シングルトン

表 1: ファジィルール

H \ A	S	M	L
L	MC	MA	PA
M	MB	PB	PB
H	MA	PB	PC

V \ A	S	M	L
S	MD	ME	MF
M	PF	PE	MD
F	PF	PF	PD

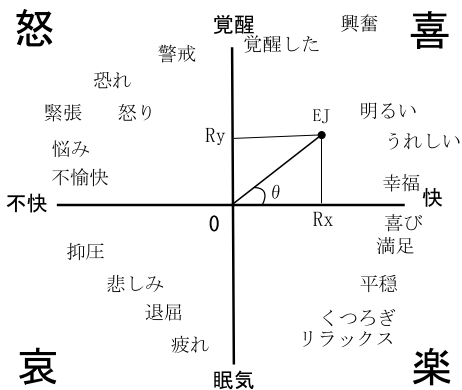


図 5: ラッセルの円環モデルによる感情値の導出

6 情動推論実験

生物型ロボット 2 台を用い、一方の動作を他方が読み取り感情値を求める実験を行なった。動作体の頭、左前足、右前足に異なる色のカラーマーカーをつけ、色抽出を行なう。そして、重心高さ、重心移動速度、領域面積の 3 点の身体的特徴量を求め、ファジィ推論を行なうことにより、基本心理尺度値を求める。その後、ラッセルの円環モデルにより、感情値を求める。以下に、今回データの表示に用いた実験シミュレータを図 6 に示す。

7 感性評価

実験結果に対して、アンケートによる感性評価を行った。アンケートは、学部生 65 名に動作を見てもらい、その動作が喜怒哀楽をどの程度表しているかを 7 段階で評価してもらった。

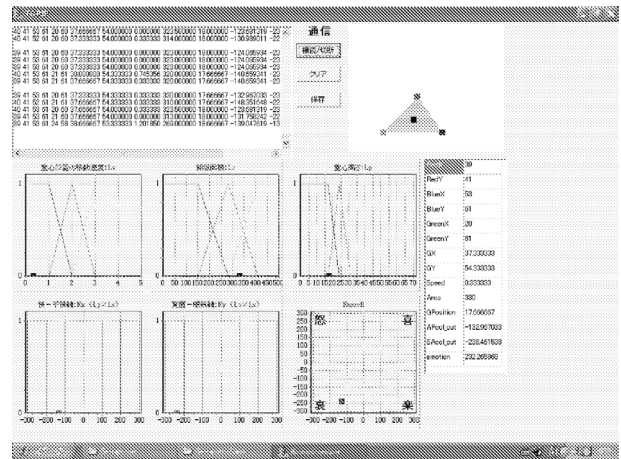


図 6: 実験シミュレータ

た。そしてその平均した結果とシステムの結果とで κ 検定を行なった。 κ 検定とは、2 人の異なった人がいくつかの対象を複数のカテゴリーに分類したとき、その 2 人の分類がどの程度一致しているかを数値で表すものである。これにより、システムの一般性を示すことができる。今回行なった κ 検定の結果を表 2 に示す。

表 2: κ 検定の結果

システム \ 人間	喜	怒	哀	楽	計
喜	8	2	0	0	10
怒	0	1	1	0	2
哀	0	1	3	0	4
楽	1	1	0	2	4
計	9	5	4	2	20

κ 検定を行なった結果、 κ 値は 0.57 となった。同検定では、値が $0.4 < \kappa \leq 0.6$ であれば中程度の一致とされており、この結果はほぼ一致していると言える。

8 結言

本研究ではファジィ情動推論を用いて、ロボット間での感情表現、感情認識の実験を行なった。未だ人間の感性とはほど遠いが、今後はこの研究を発展させて、ロボットにより高度な人間の動きの感情認識を行なわせていく予定である。

参考文献

- [1] 中田 亨, 森 武俊, 佐藤 知正, “ロボットの身体動作表現と生成される印象とのラバン特徴量を介した定量的相関分析,” 日本ロボット学会誌, Vol.19, No.2, pp.252-259 (2001)
- [2] 酒井 東悟, 大貫 雅和, 小松 督, 金田 徹, “ラグビーボール型自律ロボットにおける感情表現方法の研究,” 関東学院大学工学総合研究所報, No.31, pp.33-41 (2003)
- [3] 田辺 奈々, 前田 陽一郎, “生物型ロボットを用いたラバン理論に基づくファジィ情動推論ルールの構築,” 第 20 回ファジィシステムシンポジウム, Vol.20, pp.637-640 (2004)
- [4] R.Laban, 神沢 和夫, “身体運動の習得,” 白水社 (1985)
- [5] 鈴木 直人, 濱 治世, 濱 保久, “感情心理学への招待 - 感情・情緒へのアプローチ -,” サイエンス社 (2001)