

A5-03 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

田辺 奈々 (指導教官：前田 陽一郎 助教授)

福井大学 工学部 知能システム工学科

1 緒言

近年、メカトロニクス技術の発達に伴い、工場や極限作業など人間の代わりをする作業を目的としたものばかりでなく、ロボットの開発は多岐にわたって進められている。中でも、人間とのコミュニケーションを目的としたものは小型化・高性能化が進むと同時に、一般にも比較的容易に入手できるようになった。また、それら商品の開発には感情・感性の表現という分野が欠かせないものとなっていく。

これまで哲学者や心理学者の主要な研究対象であった「こころ」や「感情・感性」は、工学的・医学的アプローチなど多方面からの研究も盛んになりつつあり、エンタテインメントロボット等と共に注目されるようになった。工学分野における感情に関する研究は、人間の感情を脳波の解析によって数値的に捉えようとする研究 [1] や、表情・身体表現等から感情を分類する研究 [2] など、人間の身体の内外部から捉えようとする研究にそれぞれ発展している。例えば後者の研究例として、中田ら [3] は舞踏学においてよく知られているラバン理論を基に物理的特徴量を評価する手法を提案し、身体動作による表現とそれより生成される印象との関係についての研究を行っている。

本研究室でも、約 10 年前から基本感情をロボットに表現するための手法を研究している [4]。本研究では、生物型ロボットを用いて、特定の人物の主観に拠らない感情行動評価の一手法を提案する。ここではラバン理論 [5] に基づいた評価手法により、ロボットの身体動作を物理的特徴量として抽出し、その値をファジィ推論によりラッセルの円環モデル [6] に落とすことによって、感情を 2 つの軸で一般化し感情評価を行う手法を提案し、実際のロボットにより有効性を検証する。

2 ラバン理論

Laban[5] は身体動作の特徴を分析し、それらの記述方法として Effort-Shape Description、Structural Description、Motif Description の 3 つの記述方法を考案した。

- Effort-Shape Description
動きの質や表現の意味を記述するためのもの。身体動作を感性的な特徴を基に分類することに有用である。
- Structural Description
身体運動を各部位ごとに楽譜のように記述することを目的とするもの。Labanotation として知られている。
- Motif Description
身体動作の意味や概念を記述するためのもの。上位概念の記述法であるといえる。

Laban は理論を構築するにあたって、Darwin が提唱している敵意・服従というシステムを基に、身体動作による表現には Fighting(戦闘) と Indulging(陶醉) の二極構造があると考え、Effort(エフォート) と Shape(シェイプ) をという概念を加えて細分化を行っている。

- 戦闘形態：能動的でメリハリがあり、活発な動きを伴う身体運動
- 陶醉形態：優しくゆっくりとした、流れるような動きを伴う身体運動

Effort-Shape Description とは、身体動作を上述の戦闘形態・陶醉形態に分類する場合に用いられる概念である。表 1 は Effort を、表 2 は Shape の分類をまとめたものである。また、これら 7 つの要素の概念は互いに独立であり、戦闘形態と陶醉形態が入り混じることもあり得る。この表現方法を用いることにより、例えばダンスなどの複雑な身体動作をシブな特徴量を基に解析・評価することが可能となる。

表 1: Effort の分類 (文献 [5] より引用)

運動要素	エフォート要素 (戦闘) (従属する)	測定できる局面 (客観的機能)	分類できる局面 (運動感覚)
Weight	しっかりした 優しい	抵抗	軽さ
Time	突然の ゆっくりした	スピード	持続 (長い)
Space	まっすぐ うねる	方向 (直線の)	持続 (しなやか)
Flow	束縛された 自由な	流れ (停止)	流暢さ (流体)

表 2: Shape の分類 (文献 [3] より引用)

Plane of Movement	Table Plane	Door Plane	Wheel Plane
Fighting Form	 Enclosing	 Ascending	 Retreating
Indulging Form	 Spreading	 Descending	 Advancing

3 ラッセルの円環モデル

Russell[6] は全ての感情は「快-不快」、「覚醒-眠気」の 2 次元で表される平面上に、円環状に並んでいるとする円環モデルを提唱した。ラッセルの円環モデルでは、幸福と喜びのような類義語は近接した円環上に配置され、幸福と悲しみのような反意語は円環上では対極の位置に配置される。また、各感情は 2 次元の座標軸上のベクトルの方向と大きさとして表示され、各感情間のベクトルの方向の差はそれぞれの相関係数を表すとしている。

4 ラバン理論に基づく情動評価手法

本研究ではまず、CCD カメラ等で動作体が行う身体動作の計測を行う。この際、画像より抽出するのはラバン理論の概念を基に客観的に評価された値で、Effort-Shape によるラバン動作解析により得られる以下の身体的特徴量とする。

- Time Effort
- Table-Plane Shape
- Door-Plane Shape

次にこの身体的特徴量を入力としてファジィルールによってラッセルの円環モデルにおける「快-不快」、「覚醒-眠気」の 2 つの異なる尺度値 (基本心理尺度値と呼ぶ) として算出する。最後にこの 2 軸の基本心理尺度値をラッセルの円環モデルに当てはめることにより、代表的な基本感情である喜・怒・哀・楽に基づく感情値を出力する。

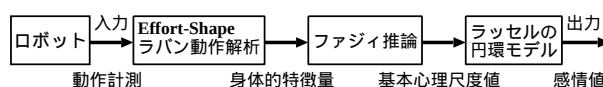


図 1: 本手法の処理フロー

5 ファジィ情動推論ルール

ここでは、前述の Effort-Shape Description の 3 つの身体的特徴量を用いて基本心理尺度値の決定を行う。

図 2 において (a) は Time Effort を用いて身体的特徴量として抽出された、身体から表現される面積より求めた値を入力値とする前件部メンバーシップ関数である。同様に (b) は Table-Plane Shape による重心位置が移動した距離、(c) は Door-Plane Shape による重心位置の高さのメンバーシップ関数である。(d) はラッセルの円環モデルで表される 2 軸のうち、「覚醒-眠気」(Arousing-Sleepy) 軸を、(e) は「快-不快」(Pleasure-Unpleasure) 軸の出力となる後件部シングルトンである。

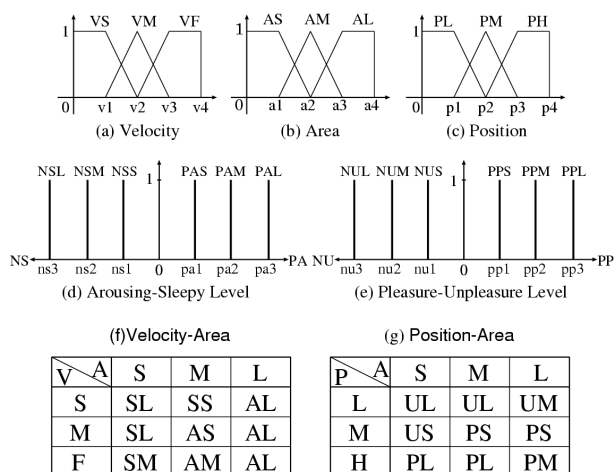


図 2: ファジィ情動推論ルール

6 基本心理尺度による感情評価

ここでは、Witvliet と Vrana の研究より提唱された説を基に、ラッセルの円環モデル [6] の 2 次元上の各象限ごとに、「喜怒哀楽」の基本感情を当てはめたものを感情評価の出力対象とした。ファジィ推論によって得られた基本心理尺度値 [「快-不快」、「覚醒-眠気」の出力値を (a,b) とする] をラッセルの円環モデル (図 3 参照) に当てはめ、式 (1) により感情の強さを求め、それを感情値として出力する。

$$E_i = \sqrt{a^2 + b^2} \cdot |\sin(\pi - 2\theta)| \quad (1)$$

$$\theta = \arctan \frac{b}{a} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} 0 \leq \theta < \frac{1}{2}\pi &: i = J(joy) \\ \frac{1}{2}\pi \leq \theta < \pi &: i = A(anger) \\ \pi \leq \theta < \frac{3}{2}\pi &: i = S(sadness) \\ \frac{3}{2}\pi \leq \theta < 2\pi &: i = R(relaxation) \end{aligned}$$

7 感情評価実験

本研究では、生物型ロボット (AIBO ERS-210A) の一連の動作を CCD カメラによって取り込み、感情値を求める実験を行った。身体的特徴量を求める際には動作体の頭と両前足に異なる色のカラーマーカーを取り付け、色抽出によって得た値の 3 点より移動速度 (Velocity)、領域面積 (Area)、重心高さ (Position) を計算し、ファジィ推論の入力とした。また、ファジィ推論によって得られた基本心理尺度値をラッセルの円環モデルに当てはめることにより感情値を得た。

8 結言

本研究では、ラバン理論に基づきファジィ推論を用いて、ラッセルの円環モデルより感情値を求める手法を提案した。

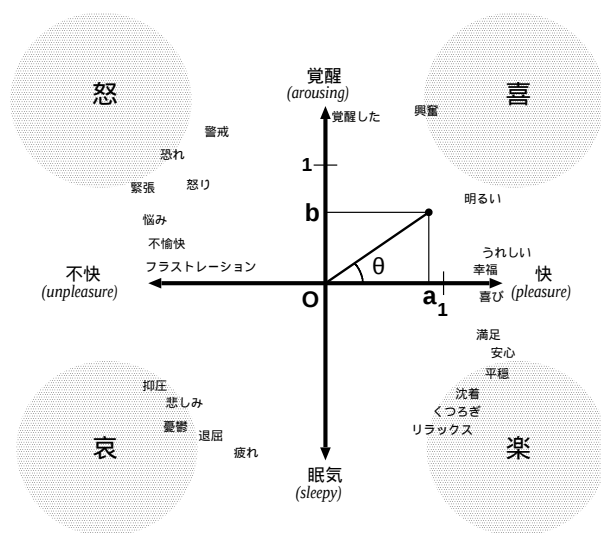


図 3: ラッセルの円環モデルによる感情値の算出



図 4: 動作体

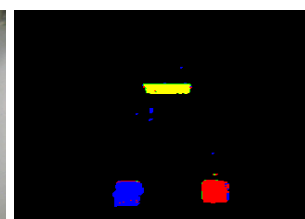


図 5: 色抽出画像

さらに本手法を検証するため、生物型ロボットを用いて実験を行い、喜怒哀楽などの基本感情をある程度認識することができた。今後は画像の取り込みに生物型ロボット搭載のカメラを使用することにより、ロボット間のインタラクティブな情動コミュニケーション等の実現を目指していく予定である。

参考文献

- [1] 武者 利光, “「こころ」を測る,” 日経サイエンス, Vol.26, No.4, pp.20-29 (1996)
- [2] 三輪 洋靖, 大口 哲矢, 他, “ヒューマノイドロボット用心理モデルの構築 - 学習システム・気分ベクトル・2 次情動方程式の導入 -,” 日本ロボット学会 創立 20 周年記念学術講演会 (2002)
- [3] 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)
- [4] Y.Maeda, “Emotional Generation Model for Autonomous Mobile Robot,” KANSEI Engineering International, Vol.1, No.1, pp.59-66 (1999)
- [5] R.Laban, 神沢 和夫 (訳), “身体運動の習得,” 白水社 (1985)
- [6] 濱 治世, 鈴木 直人, 濱 保久, “感情心理学への招待 - 感情・情緒へのアプローチ -,” 新心理学ライブラリ 17, pp.47-50 (2001)