

B3-8 インタラクティブ情動コミュニケーションにおけるロボットの情動行動反応に対する個人嗜好分析

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
 滝 僚平 (指導教員：前田 陽一郎, 高橋 泰岳)

1. 緒言

ロボットが人間と接する機会が増え、ロボットの対人親和性を高めるために双方向コミュニケーションが求められる今、人間の情動を推定し自らも情動表現を行う能力がロボットに要求されている。これについての関連研究として、ノンバーバル(非言語)コミュニケーションに注目した研究例が数多く存在する。例えば、澤井ら [1] の人間が発する声の韻律から情動を推定する研究や、後藤ら [2] の恒等写像学習を用いた感性ロボットの表情生成を行う研究などが挙げられる。しかし、これらの研究は一方的に情報を伝えるものであり、相互に情動をやり取りするものではない。

そこで本研究室ではノンバーバルコミュニケーションの中でも特に身体動作に注目し、ロボットと人間の双方向コミュニケーションを実現する研究を進めている。ここではロボットが人間の情動を推定し、両者が情動を伴う行動を基に双方向コミュニケーションを図る「インタラクティブ情動コミュニケーション」(Interactive Emotion Communication: IEC) を実現することを目指している [3]。

本研究ではロボットの情動行動反応に対する個人の嗜好を分析し、個人ごとに情動行動反応モデルを構築することを目標とする。実際にロボットと人が IEC を図る実験を行うことにより、ロボットと人の情動行動の組み合わせによって人間に与える印象がどのように変化するかを検証したので、これについて報告する。

2. インタラクティブ情動コミュニケーション

本研究では言語によらないノンバーバルコミュニケーションの一例として、情動行動に基づく人とロボットの双方向コミュニケーションモデルを考える。図 1 のような双方向の情動のやり取りを本研究室では「インタラクティブ情動コミュニケーション」(IEC) と呼んでいる。IEC を実現するためには、ロボットに「情動認識」、「情動生成」、「情動表現」の 3 つのプロセスが必要となる。このような双方向の情動伝達をロボットと人間が行うことにより親しみのある意思疎通を図り、ロボットの対人親和性を高めることを目標とする。

本研究ではこのうち「情動認識」に関するコミュニケーション実験を行った。ここでは本研究で提案された「ファジィ情動推論システム」(Fuzzy Emotion Inference

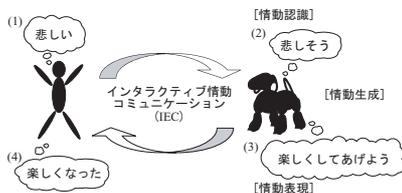
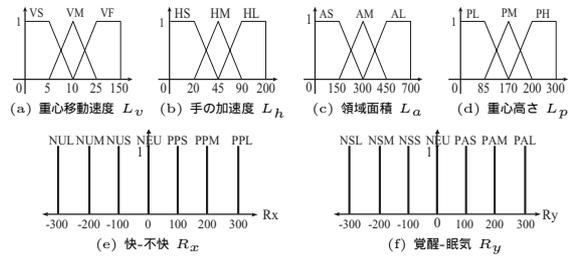


図 1: インタラクティブ情動コミュニケーション (IEC)

System: FEIS) を用いており、以下ではこれについて説明する。

3. ファジィ情動推論システム (FEIS)

本実験ではラバン理論の Effort-Shape Description を参考に、重心移動速度、手の加速度、領域面積、重心高さの 4 つの側面から身体的特徴量を抽出する。図 2 に今回実験で使用した前件部メンバーシップ関数、後件部シングルトン、およびファジィルールを示す。



(g) ファジィルール

		AS			AM			AL		
		PL	PM	PH	PL	PM	PH	PL	PM	PH
VS	HS	NUS NSL	NEU NSM	NEU NEU	NEU NSL	NEU NSM	PPL NSL	NEU NSL	PPL NSL	PPL NSL
	HM	NUM NSM	NUS NEU	PPM PAS	NEU NSL	NEU NSM	PPL NSL	NEU NSL	NEU NSL	PPL NSL
	HL	NUM NSS	NUM PAS	NUS PAM	NEU NSM	NEU NSM	PPM NSL	NEU NSL	PPM NSM	PPL NSM
VM	HS	NUM NSS	NUS NSM	PPS PAS	NEU NSM	PPM PAS	PPM NSL	PPM NSL	PPL NSL	PPL NSL
	HM	NUL NSS	NEU NEU	NUS PAM	NUM NSM	NEU NEU	PPM PAM	PPM NSL	PPL NSL	PPL NSL
	HL	NUL PAS	NUL PAM	NUL PAL	NUM NSM	NUM NSM	NEU NSL	NUS NSL	PPS PAS	PPM PAS
VF	HS	NUL PAM	NUM PAM	NUM PAL	NUM NSM	NEU NEU	NUM NSM	NUS NSL	PPM NSL	PPL NSL
	HM	NUL PAM	NUL PAL	NUL PAL	NUM NEU	NUM PAM	PAL NSL	NUS PAS	PPS PAS	PPM PAM
	HL	NUL PAL	NUL PAL	NUL PAL	NUM PAM	NUL PAL	NUL PAS	NUM PAM	PPS PAL	PPS PAL

(注: セル内では上段が R_x 、下段が R_y のファジィラベルを示す。)

図 2: 実験で使用したメンバーシップ関数とファジィルール

ファジィ推論の入力にはラバン理論に基づくマクロ動作解析により得られた身体的特徴量を用いる。出力は図 2 のファジィルールに基づき「快 不快」、「覚醒 眠気」の値 (R_x 、 R_y) を算出し、図 3 のラッセルの円環モデルに基づいて情動値 E_i を導出する。

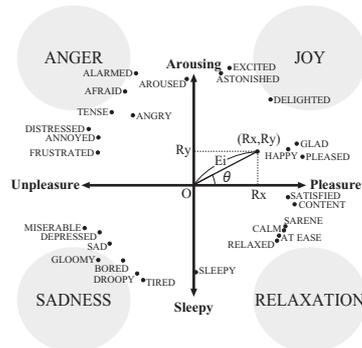


図 3: ラッセルの円環モデルと基本情動

以上の手順に基づいて人間の行動から情動を推論するシステムが「ファジィ情動推論システム」(FEIS)である。尚、本研究では人間(被験者)の表現した基本情動(JOY・ANGER・SADNESS・RELAXATION)をJOY-H、ANG-H、SAD-H、REL-Hとおき、ロボットが表現した各情動行動反応をJOY-R、ANG-R、SAD-R、REL-Rとする。

3.1 実験環境と実験方法

実験に用いる生物型ロボットとしてAIBO(SONY製ERS-7)を使用した。Webカメラで被験者の動作を取り込み、パソコン内で情動推論を行う。結果は無線LANを介してAIBOに行動情報が送信される。

実験は22才男子学生2名に協力をお願いした。色の異なる5つのカラーマーカー(頭・両手・両足)を装着した被験者が情動表現を行い、ロボットが情動を推測し、推測された情動に応じてロボットにあらかじめ定義された情動行動を発生させ、人間とロボットの情動行動の組み合わせによって与える印象の違いを検証する。基本情動が4種類であるため合計16通りの実験を行った(図4参照)。また、一つの組み合わせを検証する実験時間は40秒と固定した。印象評価を行うために、「生物的な-機械的な」、「複雑な-単純な」、「自然な-不自然な」、「面白い-退屈な」、「親しい-疎遠な」、「好きな-嫌いな」の6つの形容詞対について、各7段階で被験者に評価をしてもらった。

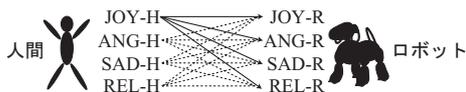


図4: 実験で検証した情動行動の組み合わせ(16通り)

3.2 実験結果と考察

被験者A、Bの表現した情動とロボットの情動行動の組み合わせによる印象アンケート結果を図5~8に示す。実線と破線は2名の被験者のデータを示している。図中に記載されている ρ の値はスピアマンの順位相関係数であり、数値が高いほど相関があることを示し、 $|\rho| \geq 0.6$ はかなり強い相関があると言える。

両者共にSAD-H表現中にJOY-Rを表現されることへの好感度が高く、励まされている感じがするとの感想が聞け、強い相関が現れた。但し、JOY-Hに対してANG-Rの場合も同じく強い相関を示しており、これら2つの情動には強度の関連性があると思われる。また、同じ情動の組み合わせでも被験者によってロボットの行動の捉え方が異なることも確認できた。このようにして被験者がロボットに求めている情動行動反応を求め、嗜好を適用した個人ごとの情動行動反応モデルを構築することが可能であることが分かった。

4. 結言

本研究では、実際にロボットと人間がIECを図る際に、人間の情動行動に対するロボットの情動行動反応が人間に与える印象について検証した。今回は二人の被験者の検証結果のみを示したが、実験方法を見直すと共に複数被験者での検証を行い、一般性を確認する必要がある。今回の個人嗜好分析を進めることでコミュニケーションにおける個人差の傾向を知り、万人に受け入れられやすい、高い対人親和性を与える情動行動反応モデルを構築する手がかりになると考えている。

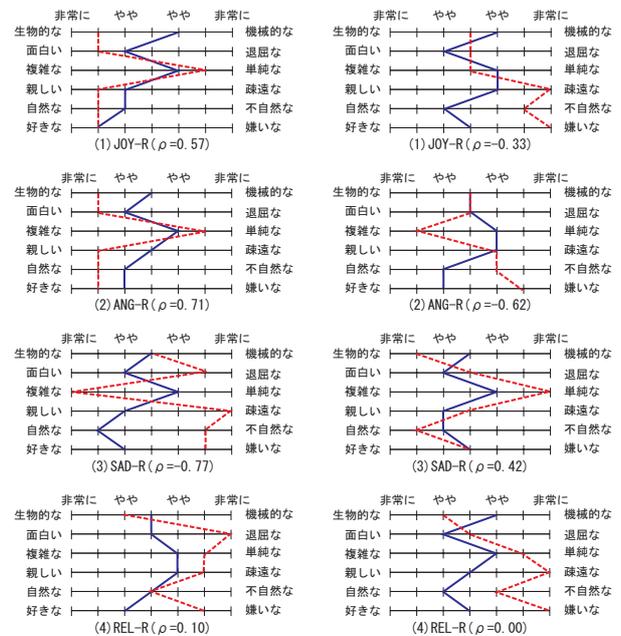


図5: 実験結果 (JOY-H)

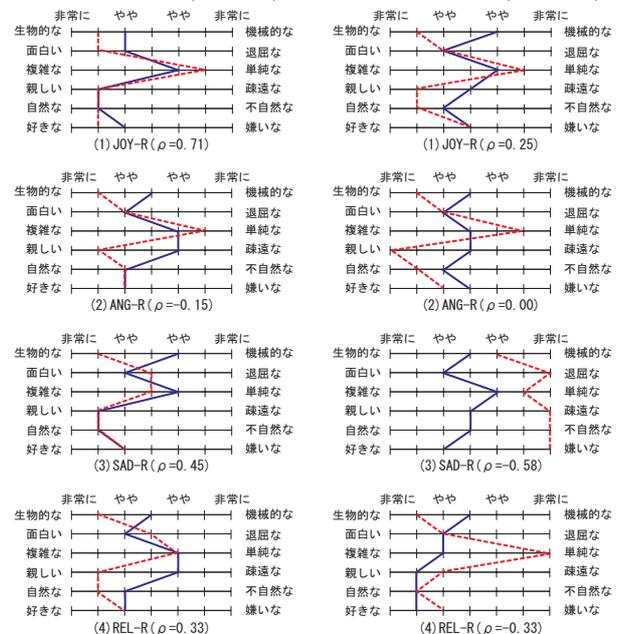


図6: 実験結果 (ANG-H)

図7: 実験結果 (SAD-H)

図8: 実験結果 (REL-H)

謝辞

本研究は平成21年度科学研究費補助金(基盤研究(c): 課題番号20500203)の助成を受けて行われたものである。

参考文献

- [1] 澤井夏美, 樽松理樹, 羽倉淳, 藤田八ミド, “韻律に基づく音声からの感情推定に関する研究,” 電子情報通信学会総合大会講演論文集, S103-S104 (2007)
- [2] 後藤みの理, 加納政芳, 加藤昇平, 國立勉, 伊藤英則, “感性ロボットのための感情領域を用いた表情生成,” 人工知能学会論文誌, Vol.21, No.1, pp.55-62 (2006)
- [3] 滝僚平, 前田陽一郎, “人とロボットのインタラクティブ情動コミュニケーション,” 第19回インテリジェント・システム・シンポジウム, pp.1-4 (2009)