

A2-8 コミュニケーションロボットによる ヒューマン・ロボット・インタラクション

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
竹内 昇平（指導教員: 前田 陽一郎, 高橋 泰岳）

1. 緒言

近年、産業用ロボットだけでなくペットロボットやサービスロボットといった人とコミュニケーションを取る必要があるロボットの研究、開発が盛んに行われてきており、人とロボットのインタラクション技術の向上が求められている。これについて関連研究として、廣澤ら [1] のニューラルネットワークを用いた人間の情動を推定する研究や、感性会話型ロボットを用いた後藤ら [2] の情動生成に関する研究などが挙げられる。本研究室では、身体動作に注目して、ロボットが人間の表現した情動を認識し、両者が情動を伴う行動を基に双方向の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) の実現を目指している。

本研究では、ラバン理論の Motif Description を用いて各身体部位の動きのマクロ認識をより正確に行ない、ファジィ情動推論ルールを追加して、ロボットが認識できる情動の種類を多様化する。さらにコミュニケーションロボットを用いたインタラクション実験を行ったので、これらについても報告する。

2. インタラクティブ情動コミュニケーション

一般に、ロボットは文字や言語（バーバル）を使わず、身振りや手振り（ノンバーバル）を用いた方が人間との意思疎通が図りやすい。本研究室では、人間とロボットのインタラクションにおいて「情動」を伴った身体動作によって、対人親和性の向上を図る IEC を提案してきた [3]。

図 1 に本研究室で提案されたインタラクティブ情動コミュニケーション (IEC) の概念図を示す。図中に示したとおり、IEC を実現するには以下の「情動認識」「情動生成」「情動表現」の 3 つのプロセスをロボットに搭載する必要がある。

- (1) **情動認識** 人間が表現した情動行動をロボットが視覚により認識する。ファジィ情動推論システム (Fuzzy Emotion Inference System: FEIS) により情動が推定される。
- (2) **情動生成** 人間の情動に対してロボットがそれを増幅、抑制させるような情動を生成する。
- (3) **情動表現** 生成された情動をロボットが人間に対して行動で表現する。

3. ファジィ情動推論システム

本研究ではより正確な身体動作を認識するために、ラバン理論の Motif Description を用いることで、人間の身体的特徴量を各動作部位毎に分割して抽出することが可能となり、ロボットが認識できる人間の身体的特徴量の種類を増やした。それに伴い、FEIS のファジィ

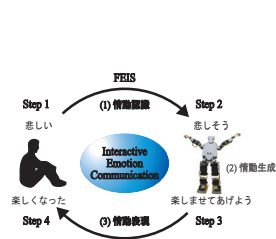


図 1: IEC の概念図

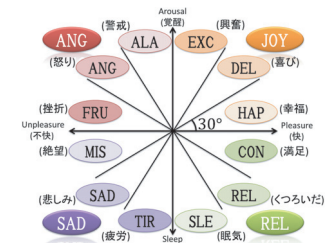


図 2: Russell の円環モデルに基づく 12 情動

ルールの大幅な追加を行い、従来研究までの基本 4 情動の定義に対して、図 2 に示すような各情動の範囲を 30° ずつに分割した新しい 12 情動の定義を行った。これにより、さらに詳細な情動推論が可能となった。

4. 人とロボットのインタラクション実験

本実験ではファジィルールの追加により、認識できる情動が増えたことに伴い、ロボットが人間の情動表現をより正確に認識できるかどうかについて、改良した FEIS を用いた IEC 実験を行った。

4.1 実験環境と実験方法

本実験における実験環境を図 3 に示す。本実験では自律型ヒューマノイドロボット NAO (Aldebaran Robotics 社製、図 4 参照) と、人間の身体的特徴量の抽出に Kinect (Microsoft 社製) を用いて実験を行った。本実験は、10 代後半と 20 代前半の男女 1 名ずつの合計 2 名に協力をお願いし、図 5 に示すフローチャートに従って実験を行った。被験者には開始情動として、基本 12 情動を各実験ごとに表現してもらった。また、ロボットは情動反応として、被験者と同一の情動を返す「同一情動反応」と、被験者の情動に対して、ラッセルの円環モデル上で原点対象の位置にある情動を返す「対称情動反応」と、被験者の情動に対して無作為な情動を返す「無作為情動反応」の 3 種類を用意し、合計 36 種類のインタラクション実験を行った。

尚、本実験の事前実験として、Motif Description による各部位の身体動作の正確な認識の検証を行うため、20 代前半の大学生 5 名 (男 4 人、女 1 人) に協力をお願いし、実際にラバン譜生成実験を行った。実験で作成したラバン譜の一部を図 6 に示す。

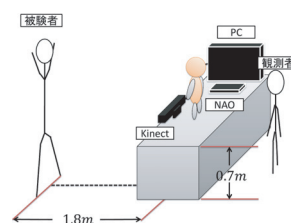


図 3: 実験環境



図 4: NAO の概観

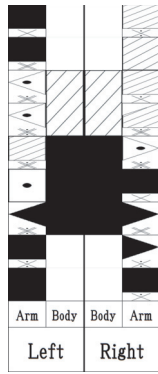
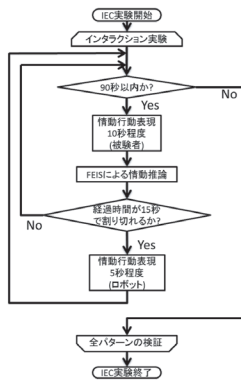


図 5: 実験フローチャート 図 6: 作成したラバン譜の一例

4.2 実験結果と考察

被験者 A の情動の遷移と情動値のグラフの一部を図 7～図 9 に示す。図中の棒グラフの値は情動値を表わし、色は図 2 の 12 情動と同色で示した。同一情動反応では、被験者の ANG (怒り) や MIS (絶望) といった不快情動が比較的連続して表出されていることがわかる。また、全体的に被験者は不快情動を表出する場合が多く、これは同一の情動をロボットから返されることによる情動の増幅によるものと考えられる。

対称情動反応では、同一情動反応に比べて被験者は快情動を表出する場合が多く、情動の種類も多様であり、被験者とロボットが活発なコミュニケーションを取っている様子が伺える。無作為情動反応では、被験者は不快情動を表出する場合が多く、自分の予測できないロボットの反応に対して、少なからず不安の様子を表わしていることが分かった。

実験全体で、被験者が不快情動を表出しているにも関わらず、ロボットに対する印象は「楽しい」や「親近感が沸く」といったものがあり、実際の表出される情動とロボットの印象との関連性を検証する必要がある。

5. 結言

本研究では、ラバン理論の Motif Description を用いて身体動作のマクロ認識をより正確に行なえる改良手法を提案し、拡張した IEC システムを用いて IEC 実験を行った。これにより、ロボットに対する印象の違いにより被験者の表出する情動に変化が起ることがわかった。今後の課題としては、ロボットが人間の情動表現の流れを示す前後の時系列情報も考慮し、より円滑な情動認識ができる情動認識手法を検討し、人間との意思疎通が可能なロボットの実現を目指したい。

参考文献

- [1] 廣澤一輝, 長名優子, “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,” 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol.22, No.1, pp.25-38 (2010)
- [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, 高橋泰岳, “インタラクティブ情動コミュニケーションにおける自己組織化マップによる混合情動生成手法,” 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol.24, No.5, pp.933-943 (2012)

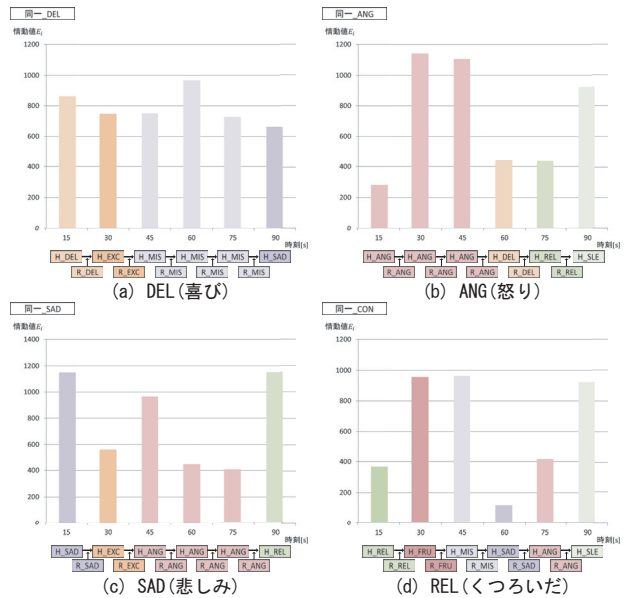


図 7: 情動の推移と情動値 (同一情動反応)

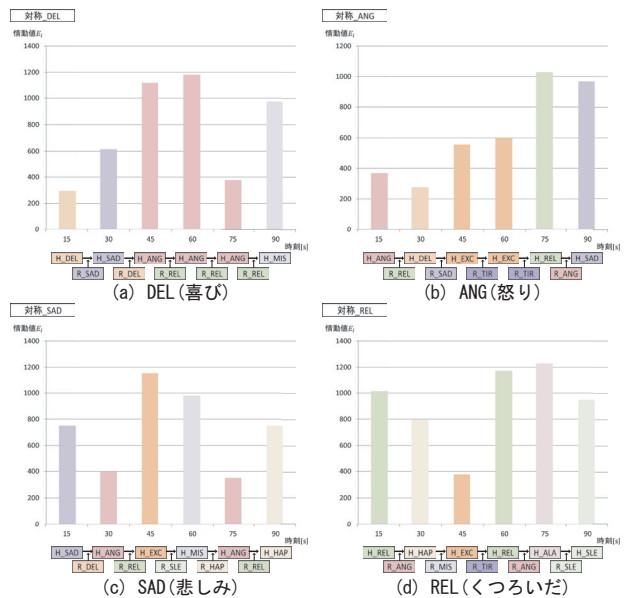


図 8: 情動の推移と情動値 (対称情動反応)

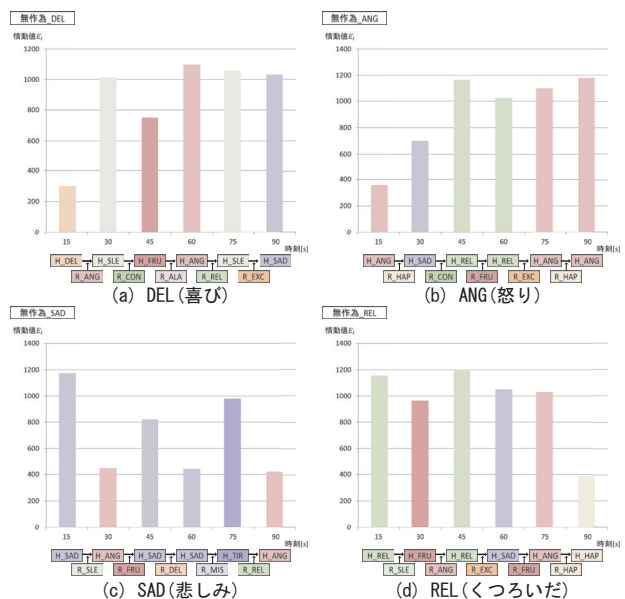


図 9: 情動の推移と情動値 (無作為情動反応)