

6Q-02

# 連続感情空間上の感情状態遷移に基づく 人間・ロボット対話システム

浦上 浩希<sup>†</sup>

西出 俊<sup>‡</sup>

康 鑫<sup>‡</sup>

任 福継<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 徳島大学 大学院先端技術科学教育部

<sup>‡</sup> 徳島大学 大学院社会産業理工学研究部

## 1. はじめに

人間とロボットの自然な対話に実現において感情情報は必要不可欠なモダリティである。感情を利用した人間とロボットの対話に関する研究は多数行われているが、その多くでは固定された対話モデルを用いている [1]。心的状態遷移ネットワークを用い、対話過程でロボットの感情を変化させる研究も行われているが、感情は離散状態として定義されており、中間的な感情は研究対象とされていない [2]。人間同士の対話が多種多様に変わると同様、人間と対話するロボットの対話モデルも柔軟に発達することが自然な対話を実現する上で重要である。我々はこれまで、人間とロボットの発達の対話モデル構築を目指し、人間の応答によってロボットの表情応答を変化させるモデルを構築した [3]。本研究では感情状態を連続的な空間の座標と定義し、その遷移によってロボットの感情を決定し、人間とロボットの対話を実現することを目的とする。

## 2. 提案手法

本研究ではラッセルの感情円環モデル (図 1) に基づいて連続的な感情空間を定義する [4]。図 1 では感情の一部のみを示す。ラッセルの感情円環モデルとは「快-不快」、「覚醒-眠気」の 2 軸で形成される平面上に感情を配置したモデルである。配置された感情は距離の小ささによって類似度が表現される。たとえば、図 1 において、距離が近い「喜び」と「嬉しい」感情は類似している。

本研究ではラッセルの感情円環モデルを元に感情遷移

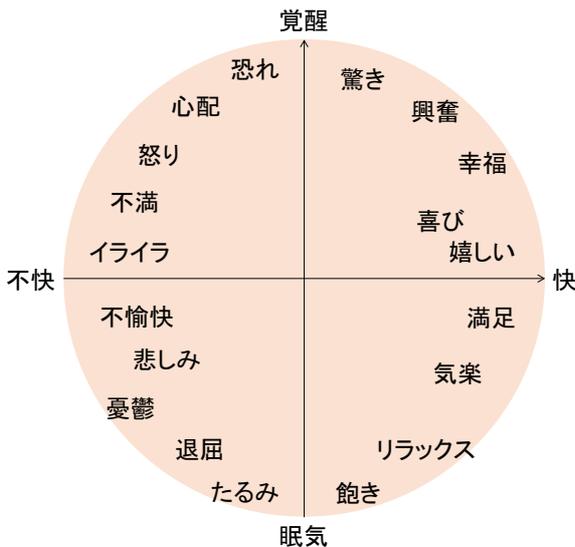


図 1: ラッセルの感情円環モデル

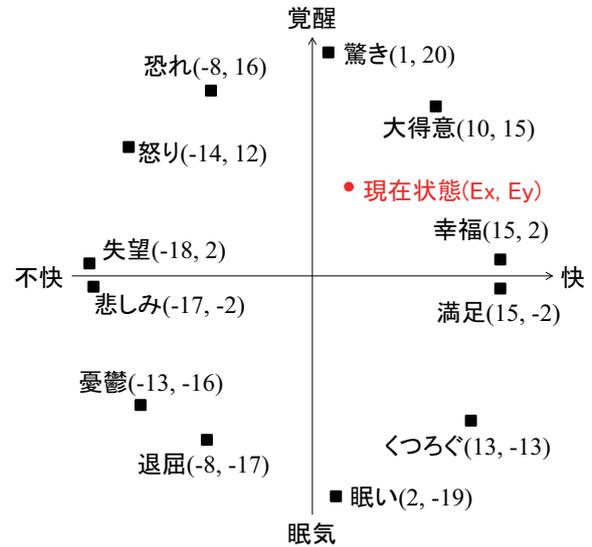


図 2: 連続的感情遷移空間

空間を形成し、各感情に対して座標値を設定することで連続的な感情遷移を実現する。本研究では図 2 に示す 12 状態に対して座標値を設定する。各座標値は著者らが恣意的に設定した値である。

提案手法では人間とロボットの対話内容に対して、対話内容が図 2 に示す感情に最も近い座標値に現在の感情座標が近づく。本稿では簡単のため、人間の発話に対するロボットの応答発話を事前に設計しており、また、それぞれの人間・ロボットの発話組に対して感情を付与している。対話時に人間の発話が行われた時、ロボットは応答発話をすると同時に対応する感情  $(E_x^{tar}, E_y^{tar})$  に対して現在の感情  $(E_x, E_y)$  は前の感情  $(E_x^{prev}, E_y^{prev})$  から以下のように変化させる。

$$E_x = \begin{cases} E_x^{tar} & \text{if } E_x^{prev} \times E_x^{tar} \geq 0 \\ E_x^{prev} + \frac{E_x^{tar}}{|E_x^{prev}|} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$E_y = \begin{cases} E_y^{tar} & \text{if } E_y^{prev} \times E_y^{tar} \geq 0 \\ E_y^{prev} + \frac{E_y^{tar}}{|E_y^{prev}|} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

式 (1)(2) は現在の状態と対話感情の正負が同じ場合は現在の状態を対話感情値にし、正負が逆である場合には絶対値の大きさによって対話感情に近づける度合いを変更する。これは例えば、怒りの状態 (不快) からいきなり幸福 (快) に移ることはあまりなく、徐々に快の方向に移っていくことをモデル化している。

## 3. 実験設定

本手法の有効性を確認するために、人間型ロボット Actroid (図 3) を用いて実験を行った。Actroid はココロ

Human Robot Interaction System Based on Emotion State Transition in Continuous Emotion Space Hiroki Urakami (Tokushima Univ.), Shun Nishide (Tokushima Univ.), Xin Kang (Tokushima Univ.), and Fuji Ren (Tokushima Univ.)



幸福

怒り



驚き

眠い

図 3: 人間型ロボット Actroid と表情

社が開発した空気圧駆動式ロボットであり、モータ駆動型ロボットより柔軟な表情変化が可能である。本研究では図2の12感情のうち、7つの感情に対応する表情動作系列を作成した。その一部を図3に示す。本研究では図4に示すように、人間の発話に対するロボットの応答発話と感情を事前に設計した。人間の発話に対してロボットは応答発話をし、式(1)(2)に基づいて現在の感情を変化させる。変化させた感情に対して、作成した7表情の中で最も距離が小さい表情を生成する。

評価実験として、事前に作成した図4に示す12対話応答から成る対話スクリプトに沿って20人の被験者にActroidと対話してもらった。比較として、著者がこれまで作成してきた手法[3]と提案手法の二手法に対し、アンケート評価でどの程度ロボットの発達性が感じられたか、1(発達性を感じられない)から10(発達性を感じられた)の10段階で評価してもらった。

#### 4. 実験結果と考察

評価実験の結果、提案手法では20人の評価結果の平均が8に、従来手法では6になり、本手法の方が従来手法より多少有効であることが確認された。アンケートの結果、従来手法に比べると発達もより自然に感じられたというコメントもあった。

本稿では感情空間を連続的に定義し、ロボットと人間の対話の過程で空間内を感情状態が遷移するモデルを提案した。本手法は従来の離散的に定義された感情状態に対し、感情の中間的な状態も扱うことが可能になったが、各感情の座標値の設定が課題である。本研究では座標値

人間の発話	ロボットの発話	感情
こんにちは	こんにちは	幸福
いいですね	そうですね	大得意
テストできましたか?	できませんでした、あなたは?	怒り
解けませんでした	そうですね	悲しみ
勉強おつかれさまです	あなたもおつかれさまです	退屈
寝不足で眠たいです	私もです	眠い
今日の予定は何ですか?	釣りにいきます	大得意
最近釣れていますか?	全然釣れてません	怒り
今日はきっと釣れます	ありがとう、あなたの予定は?	幸福
映画を観に行きます	そうなんです、何を観るんですか?	驚き
ドラえもんです	面白いですね	大得意
また観にいきましょう	ぜひお願いします	幸福

図 4: 人間とロボットの発話応答

を恣意的に設定したが、より高性能なシステムに発展させるためには座標値を人間の感情に合わせて正確に設定することが重要である。

本実験では事前に対話応答スクリプトを作成し、各対話に対する感情を付与して実験を行った。一方、自由発話による対話では会話情報から感情を推定することが必要である。対話者の表情、音声、言語情報から感情を推定する研究は多数行われており[5][6]、これらの研究と統合することでより実用的なシステムに近づけることが可能であると考えている。

#### 5. おわりに

本稿では人間とロボットの対話において、ロボットの感情状態を連続空間で定義し、対話において、状態が変化することに対話応答モデルを提案した。本手法はラッセルの感情円環モデルをもとに構築しており、各感情に対する座標値を恣意的に設定した。人間型ロボット Actroid を用いた人間との対話実験の結果、従来手法より多少発達性が感じられるという結果が得られた。今後はより自然な人間・ロボットの対話を目指し、複数モダリティのフィードバック情報の導入や強化学習などの学習手法も導入することで、より実用的なシステムへと発展させていきたい。

#### 謝辞

本研究は科学研究費補助金、若手研究(A)(課題番号16H05877)の支援を受けた。

#### 参考文献

- [1] T. Zhu, Q. Zhao, and J. Xiong, "A Body Emotion-Based Human-Robot Interaction," in Proc. of Int. Conf. on Computer Vision Systems, pp. 268-278, 2017.
- [2] P. Jiang, H. Xiang, F. Ren, S. Kuroiwa, and N. Zheng, "in Proc. of Mexican Int. Conf. on Artificial Intelligence, pp. 1046-1055, 2007."
- [3] 浦上 浩希, 西出 俊, 任 福継, 「人間とロボットの対話における発達の対話戦略モデルの構築」第78回情報処理学会全国大会, pp. 119-120, 2016.
- [4] J. A. Russell, "A Circumplex Model of Affect," Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 36, pp. 1161-1178, 1980.
- [5] 谷 卓哉, 長谷川 浩司, 坂本 博康, 坂田 年男, 藤田 浩, 福島 重廣, 「正準相関分析と注視特性による顔表情画像からの感情推定法」知能と情報: 日本知能情報ファジィ学会誌, 22 巻, 1 号, pp. 52-64, 2010.
- [6] 松本 和幸, 三品 賢一, 任 福継, 黒岩 眞吾, 「感情生起事象文型パターンに基づいた会話文からの感情推定手法」自然言語処理, 14 巻, 3 号, pp. 239-272, 2007.