

人-ロボットコミュニケーションのための感情生成モデルの提案

A Model of Emotion for Humans-Robots Communication

日永田 智絵^{*1} 長井 隆行^{*1}

Chie Hieida Takayuki Nagai

^{*1}電気通信大学

The University of Electro-Communications

Most people believe that robots have no emotions, and nor do they need them. However, we strongly believe that having emotions is essential for robots to understand and sympathize with the feelings of people, thereby allowing them to be accepted into the human society. In this paper, we propose a model of emotion based on some neurological and psychological findings concerning empathic communication between humans and robots. Then, we examine a method for generating affect for given visual stimuli using a recurrent neural network as a first step.

1. はじめに

一般に「ロボット」は、心つまり感情の無い存在と考えられている。そうした考えを体現するかのように、ロボット研究では感情について深く扱えずにいた。相手の情動を推定する手法 [1] や情動を表出する方法 [2] については、従来から研究がなされている。しかしながら、こうした研究の情動は作りこみである。作りこみでは社会的な感情の様な複雑な感情を作ることが困難であり、実際シンプルな基本情動のようなものしか実現できていない [3][4]。浅田らは、作りこみではなく、人の多感覚情動信号からロボットが情動を学習する情動発達ロボティクスの研究を行っているが、これは情動の発達が中心であり、上位概念である感情は扱っていない [5][6]。しかし、ロボットが人間社会に受け入れられていくためには、相手の感情を理解・共感し、行動することが必要不可欠であり、シンプルな基本情動のようなものだけでは対応できない。よって本研究では、人-ロボット間の共感コミュニケーションに向けた感情モデルを提案する。将来的にはこの研究を通して、ロボットがどのように複雑な感情を持つか、相手の情動に基づいてどのように感情を変化させるか、そうした相互作用がどのようなコミュニケーションを引き起こすのかといったことを検討する。このことは、ロボットに感情を持たせるだけでなく、ロボットが人間の心的状態を真に理解するという意味でも必要不可欠である。

本稿では以下のような神経科学や心理学等の様々な分野の文献を基に感情モデルを作成した。心理学者の Bridges は乳幼児の観察を基に、情動が興奮を原点として分化していくと考えた [7]。神経科学者の Damasio は、情動が外部からの刺激の評価を効率的にするという仮説を立てた (ソマティック・マーカー仮説) [8]。大森は、感情とは意思決定のための価値計算システムであると提唱している [9]。また Ledoux は、快情動と不快情動では異なる脳部分が働いていることを明らかにしている [10]。Ekman は、文化に関係なく共通の基本 6 感情 (怒り、喜び、嫌悪、恐怖、悲しみ、驚き) が存在することを示した [11]。一般的にも知られている吊り橋効果では自身の身体反応の原因推論の際に、実際の原因とは異なった原因に帰着することで、感情の認知が変化するといわれている [12]。これらのことから、感情システムは、無意識のうちに起こる身体反応と、それを感情として認知するという段階に分かれており、

生得的なシステムと学習により強化されるシステムが存在していると考えられる。上記を踏まえ、情動を刺激によって引き起こされる身体反応のラベル、感情を刺激と情動を用いた原因推論・未来予測のラベルと定義し、感情モデルを提案する。本稿では提案する感情モデルを実現する最初のステップとして、Recurrent Neural Network を利用した視覚刺激による情動生成を検討する。

2. 感情モデル

作成した感情モデルを図 1 に示す。感情モデルは以下の 3 層に分かれており、上記に示した文献を基に作成されている。

1 層：生得的反応層

刺激を受け、身体的反応を行う

2 層：経験層

刺激を受け、経験に基づいて生得的反応を抑制・強化する

3 層：予測層

次元圧縮された身体的反応 (情動) と刺激に基づいて、原因推論・未来予測を行っている

この予測結果をカテゴリ化したものを人は感情として知覚している

第 1 層は反射的に反応する層であり、時間的に処理が最も早い。エラーも多い。それに対し、第 2 層では過去の記憶にアクセスするため、第 1 層からの遅延があるが、経験に基づいて評価するため、エラーを減らすことができる。この 1 層 2 層から出力された一次表出を次元圧縮したものが情動である。つまり、従来研究の情動信号はこの一次表出のことを表しており、無意識下で行われるため、嘘をつくことのできない正直な反応となる。Pentland が提唱している Honest Signals はこの一次表出の一部と考えられる [13]。情動信号と情動の関係は次元圧縮だけの関係であり、情動信号から情動を導くことができる。

こうして得られた情動が入力信号とともに原因推論、未来予測に使用される。吊り橋効果ではこの情動が異なる入力信号に紐づけられたため、未来予測が変化し、異なるカテゴリに分類されたため、恐怖から好意へと変化が起きたと考えられる。ここで生じたカテゴリは意識へと昇り感情として認知される。それに基づき行動を起こし、その結果で得られた状況から予測誤差を計算し、原因推論、未来予測の識別関数を学習する。過去につけた評価データは記憶として保存される。

連絡先: 日永田智絵, 電気通信大学, 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, 042-443-5238, hchie@apple.ee.uec.ac.jp

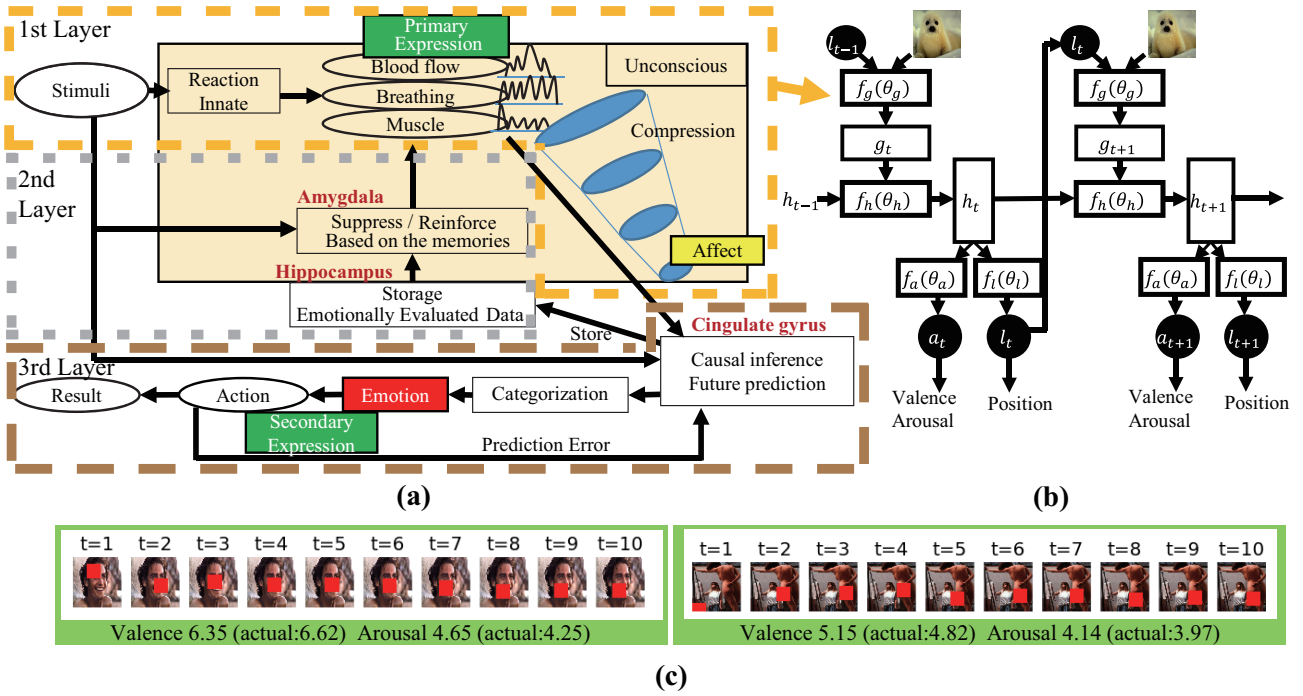


図 1: 感情モデル (a) 感情モデルの全体像 (b) RAM による情動生成 (c) 結果の例

3. 深層学習による情動生成

3.1 実験プロトコル

提案した感情モデルを実現する最初のステップとして、recurrent-attention model (RAM) [15] を利用した視覚刺激による情動生成を検討した。本研究では、画像刺激として International Affective Picture System (IAPS)[14] を入力とし、深層学習による評価関数の教師あり学習を行う。IAPS は人の画像だけでなく、虫や動物の画像や風景の画像、銃や暴力的な画像等が含まれている。このとき、教師として IAPS を人に対して見せ、印象を覚醒度と快不快感で評価した結果を用いる。つまりこれは、回帰モデルの学習である。入力は RGB とし、学習データを 24200 枚、テストデータを 100 枚とした。RAM ではアテンションを同時に学習するモデルとなっており、任意の感情値を出すためにどこに注視しているのかを学習することが出来る。今回のアテンション回数は 10 回とし、学習を行った。

3.2 実験結果・考察

ミニバッチサイズ 100 とし、2000epoch の学習を行ったネットワークを用いて、テストデータに対する推定を行った結果を図 2 に示す。ここで示している 0~7 のカテゴリは IAPS の印象評価結果を特徴量とし、k-means clustering を用いて分類した結果である。正解データとテストデータを比較すると似た形状を再現できていることがわかる。また、カテゴリごとに結果を見ても、傾向は表せている。誤差平均は覚醒度が 0.48、快感度が 0.46 となっている。この誤差はそれなりに小さいといえる。しかしながら、カテゴリによってはいくつか表現できていないように見える。これにはいくつかの理由が考えられる。まず、経験層の問題である。現状の実装では第 1 層の生得的反応層のみしか実装できておらず、実際の正解データは経験層を含めたラベルとなっていると考えられるため、現状では正解データとの違いがでてしまっている可能性がある。また、モダ

リティの問題とも考えられる。実際人は視覚情報だけでなく、マルチモーダルな情報を用いて分類を行っており、この情報が経験層に記憶されると考えられる。そのため、画像特徴だけでは限界がある可能性がある。

4. まとめ

本研究では、共感コミュニケーションのための感情モデルの提案をした。感情モデル実装の最初のステップとして、RAM を利用し、情動生成を行った。画像を入力し、覚醒度及び快感度を出力するように RAM の学習を行った。結果として、画像特徴だけで、人の感じる情動の再現が出来ることが分かった。今後は精度を上げた情動生成のため、被験者に画像を提示し、心拍など実際の身体情報を取得することで、モデルにて身体反応の生成を行う。また、メモリを用意し、2 層目の学習を行うとともに、実環境における報酬を予測するメカニズムを入れることで、3 層目の実現を目指す。これらを経て、全体の感情モデルの実装を行い、情動だけでなく社会的な複雑な感情の創発を目指す。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16J04930, JST CREST, 新学術領域「認知的インタラクションデザイン学」の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Picard, R.: Affective Computing, MIT Press. Cambridge, (1997)
- [2] Breazeal, C.: Designing Sociable Robots, The MIT Press, (2002)

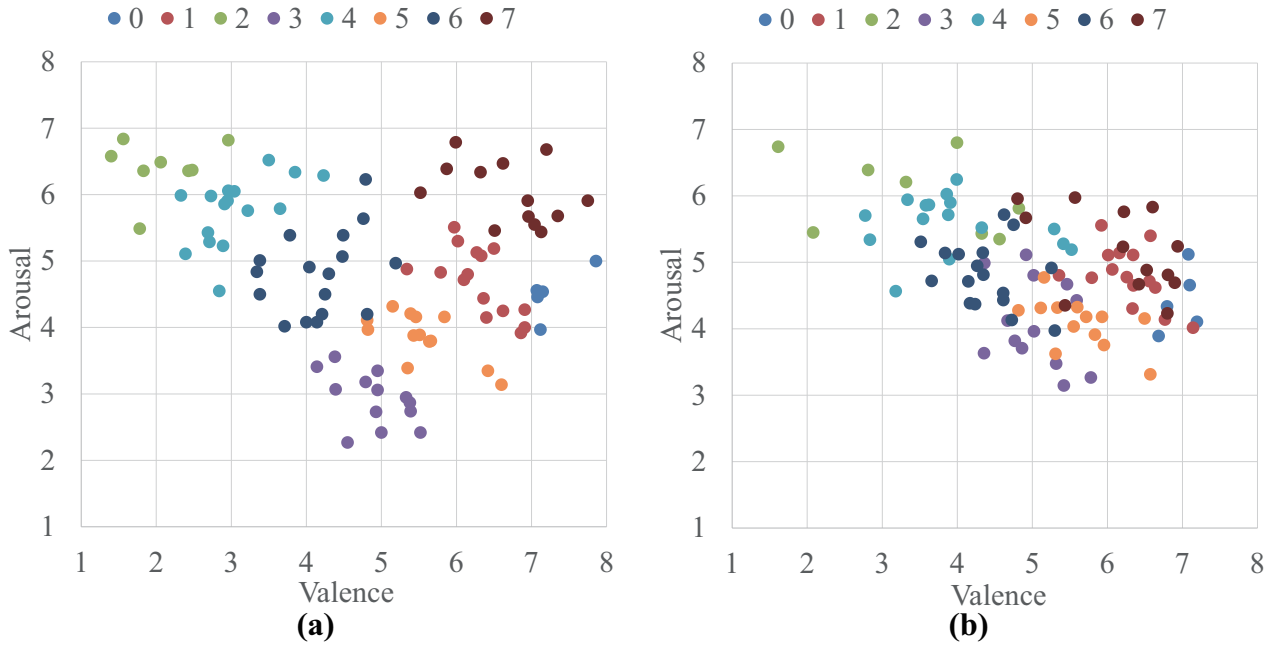


図 2: テストデータの出力結果 (a) 正解データ (b) RAM からの出力

- [3] Masuyama, N., Loo, C. K.: Robotic emotional model with personality factors based on Pleasant-Arousal scaling model, *In Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on. IEEE*, pp. 19-24 (2015)
- [4] Woo, J., Botzheim, J., Kubota, N.: Verbal conversation system for a socially embedded robot partner using emotional model, *In Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on. IEEE*, pp. 37-42 (2015)
- [5] 浅田稔: 情動発達ロボティクスによる人工共感設計に向けて, *日本ロボット学会誌*, Vol. 32, No. 8, pp. 666-677 (2014)
- [6] 堀井隆斗, 長井志江, 浅田稔: Restricted Boltzmann Machine を用いた多感覚情動コミュニケーション, 第 30 回人工知能学会全国大会, 1O5-OS-22b-2 (2016)
- [7] Bridges, K. M. B.: Emotional development in early infancy, *Child development*, pp. 324-341 (1932)
- [8] Damasio, A. R., Everitt B. J., Bishop D.: The Somatic Marker Hypothesis and the Possible Functions of the Prefrontal Cortex [and Discussion], *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences*, Vol. 351, No. 1346, pp. 1413-1420 (1996)
- [9] 大森隆司: 人はなぜ感情をもつのか—行動決定における感情の計算論的役割—, *人工知能学会誌*, Vol. 31, No. 5, pp. 710-714 (2016)
- [10] Ledoux, J. E.: The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life, *Simon & Schuster*, (1998)
- [11] Ekman, P., Wallace, F.V.: Constants across cultures in the face and emotion, *Journal of personality and social psychology*, Vol. 17, No. 2, pp. 124-129 (1971)
- [12] Dutton, D. G.: Some Evidence for Heightened Sexual Attraction under Conditions of High Anxiety, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 30, No. 4, pp. 510-517 (1974)
- [13] Pentland, A. S.: HONEST SIGNALS —How They Shape Our World—, *The MIT Press*, (2008)
- [14] Lang, P. J., Bradley, M. M., Cuthbert, B. N.: International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings, *Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida*, (1999)
- [15] Mnih, V., Heess, N., Graves, A. and Kavukcuoglu, K.: Recurrent Models of Visual Attention, *Advances in Neural Information Processing Systems 27*, pp. 2204-2212, (2014)