

共感コミュニケーションに向けた感情モデルの提案

A Model of Emotion for Empathic Communication

日永田智絵^{1*} 長井隆行¹
Chie Hieida¹ Takayuki Nagai¹

¹ 電気通信大学

¹ The University of Electro-Communications

Abstract: Most people believe that robots have no emotions and even think that the emotions are not necessary for them. Partially owing to such a thought, robotic researchers do not address deeply about emotions. However, we strongly believe that having emotions is essential for the robots to understand and sympathize for feelings of people so that robots will be accepted in human society. In this paper we propose a model of emotion toward empathic communication between people and robots for solving the problem. As a first step, we examine a method for generating affects by given visual stimuli using deep learning.

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、深層学習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。

*連絡先：電気通信大学 情報理工学研究所
機械知能システム学専攻
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
E-mail:hchie@apple.ee.uec.ac.jp

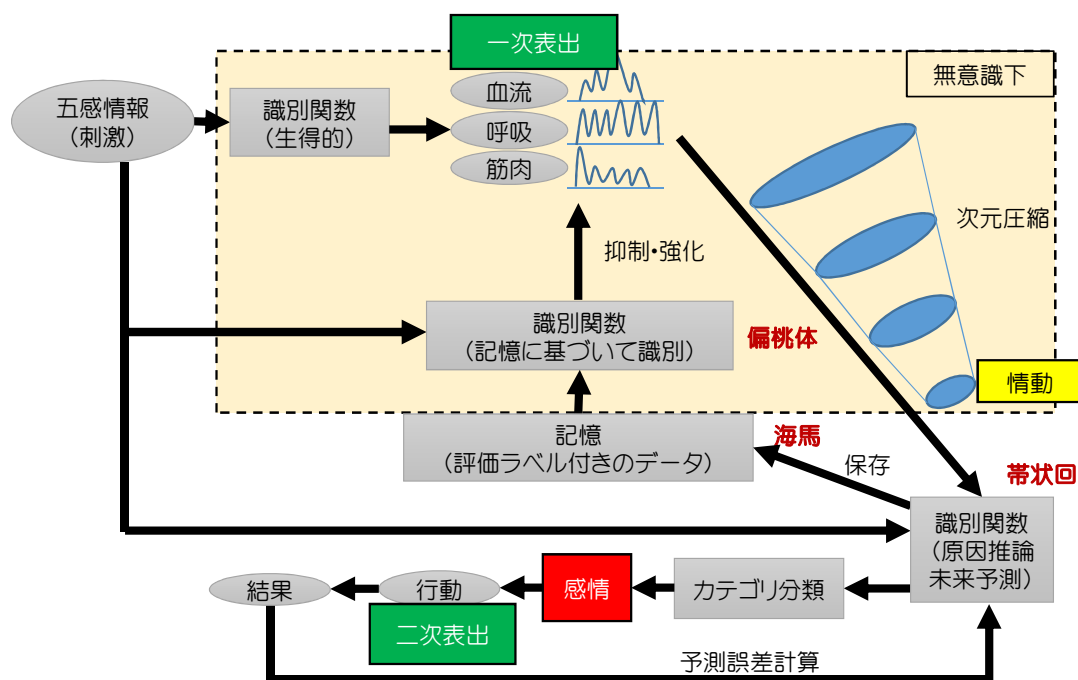


図 1: 感情モデル

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・未来予測を行い、結果を特徴量として刺激のラベル（感情）付けをする

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ですが、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ただけの関係であり、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。

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、深層学習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、International Affective Picture System (IAPS)[14]を入力として深層学習による評価関数の教師あり学習を行う。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度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 及び Saliency Map の 4channel とし (図 2)、学習データを 1059 枚、テストデータを 100 枚とした。Saliency Map の計算には Itti らのアルゴリズムを用いた [15]。ネットワークは入力を 4channel とした 9 層で構築されており、出力は 2 次元で表現される。最初の 5 層が CNN となっており、残り 4 層が全結合層である。このネットワークは AlexNet[16] が基となっており、AlexNet に入力チャンネルの変更と出力層の追加を行い、ファインチューニングをする形で学習する。

3.2 実験結果・考察

ミニバッチサイズ 36 とし, 1000epoch 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 3, 4 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. しかしながら, スケールが多少異なり, 全体的に中央に寄っているため, 強い感情は表現できていないことがわかる. これにはいくつかの理由が考えられる. まずは, Visual attention の問題である. Saliency Map はあるものの, 実際に人がどこに注意を向けるかはわからない. そのため, 背景など情動の想起に関係のない部分がノイズとなり, 上手く表現できなくなっていることが考えられる. 次に, 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, 実際の評価データは経験層を含めたラベルとなっているため, 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. 最後に, 単純に学習データが少ないということが挙げられる. 今後はさらに原因を検討し, 精度を上げた情動生成を行い, 複雑な感情の創発を目指す.

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, 深層学習を利用し, 情動生成の検討を行った. 画像を入力することで, 人の傾向に似た情動を生成することができた. しかし, モデルの精度が十分ではないため, 今後はより精度を上げるための改善を行う. こうしたステップを通して, 感情モデルの実装を目指す.

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.

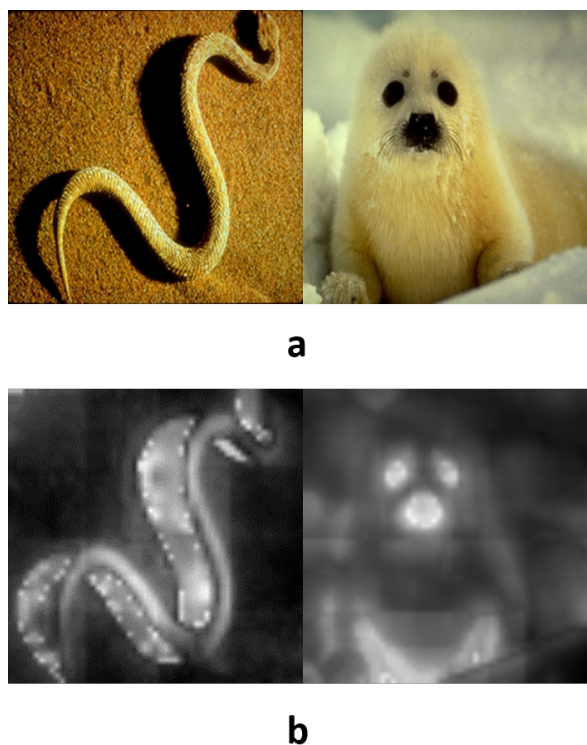


図 2: 入力データ例 (a)RGB 画像 (b)Saliency Map

参考文献

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

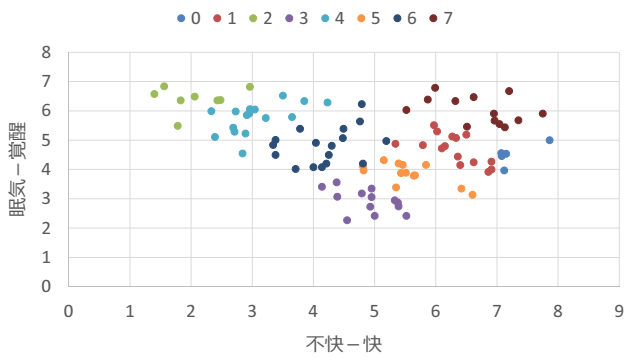


図 3: 正解データ

- [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, 105-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)

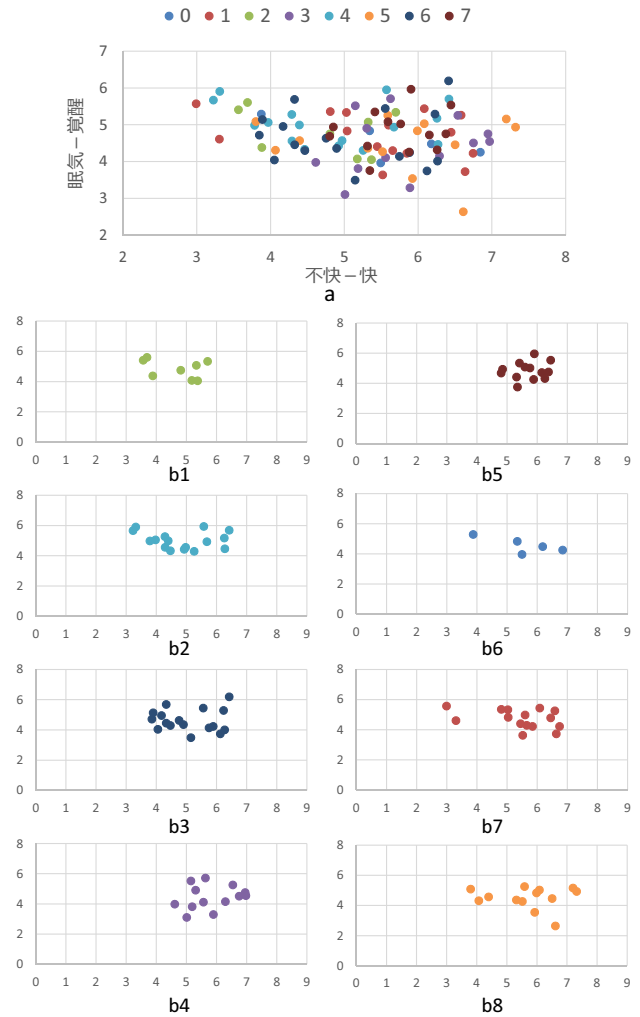


図 4: テストデータ (a) 全体 (b) 各感情カテゴリ

- [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] Itti, L., Koch, C., Niebur, E.: A Model of Saliency-Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 20, No. 11, pp. 1254–1259 (1998)
- [16] Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G. E.: Imagenet classification with deep convolutional neural networks, *In Advances in neural information processing systems*, pp. 1097–1105 (2012)