

擬似感性における驚き感情の生成

善教 雅貴¹ 富山 健¹

概要: 本稿ではロボットに、人の「驚き」感情を実装するシステムの開発とその評価を行っている。当研究室では、ロボットに感性的な振る舞いをさせる仕組みとして、「擬似感性」の提案と開発を行っている。そして、ロボットに擬似感情を持たせる試みの中で、Ekman の6感情のうち驚きを除く5感情と平静状態の生成を行ってきた。驚きという感情は他の感情とは異なった性質を持つため除外されてきた。そこで今回、驚きの特殊性に着目し、その性質に基づいた生成が可能な「驚き感情生成部」の提案・開発をし、その評価を行った。驚き感情生成部は擬似感性と統合され、「人間性」と「親和性」の2方向で第三者により評価された。その結果、驚きは他感情と異なり、背景情報が評価に直接影響することが判明した。

1. はじめに

本稿では、ロボットの感情状態として「驚き」感情を生成する手法である「驚き感情生成部」[1]の開発と評価を行っている。当研究室では、ロボットが人に近い感性的振る舞いをするためのシステムとして「擬似感性」の提案と研究を行ってきた[2]。擬似感性はEkmanが定めた6種類の基本感情(喜び-Joy, 怒り-Anger, 悲しみ-Grief, 嫌悪-Disgust, 恐怖-Fear, 驚き-Surprise)[3]の内、驚きを抜き、特定の感情状態を表出していない状態である平静(Neutral)を追加した6感情を生成可能である。驚きは他感情とは異なる、その特殊性を理由に、当研究室では除外されてきた。更に、当研究室によって行われた従来研究だけでなく、多研究機関による関連研究の中にも、驚きの特殊性に着目した研究は確認できなかった。そこで当研究室では、驚きの特殊性に基づいた「驚き感情生成部」の提案を行っている[1]。本稿では、驚き感情生成部の開発と擬似感性への統合を行い、擬似感性で驚き感情を生成可能とする。そして、驚き感情生成部を統合した擬似感性に対し、第三者による主観的評価を行う。

2. 擬似感性

本節では、擬似感性の概念と、これまで行われた研究の概要を述べる。

2.1 概要と既存研究

擬似感性とは、ロボットの感性に相当する「ファンクション」を指す言葉であり、「外界からの入力に対して主

観的な反応(処理)をする仕組みそのもの」[2]と定義している。この主観的な反応(処理)とは、入力に対して定まった反応(処理)を行うのではなく、それまでの行動の履歴やその時の内部状態に応じた反応(処理)を行うことである。また、擬似感性は大別して「狭義の擬似感性(Virtual KANSEI in a Narrow Sense, VKNS)」と「広義の擬似感性(Virtual KANSEI of a Wide Sense, VKWS)」の2つの枠組みで捉えることができる。

狭義の擬似感性は実際にロボットの感情状態を生成する部位である。狭義の擬似感性は前述したなぞり感性によりロボットの感情状態を生成する。

広義の擬似感性は外から観測可能な領域を指す概念である[2]。人工知能の分野には「知能は行動の中に表れる」という考え方があるが、当研究室では同様に「感性は行動の中に表れる」と考える[4]。すなわち、広義の擬似感性では、ロボットの行動に感性的な要素を付加することで、感性を表出する。

擬似感性を含むロボットの概念的な構成を図1に示す。擬似感性が実装されたロボットは、通常のロボットと同様に作業を行う。そのため、具体的な作業を行うために論理的な判断処理部の出力を元に行動を選択する。そして、論理的な処理とは別に感性的な処理が存在し、その処理結果がロボットの行動に付加される。

2.2 擬似感性システムの構成

図1にも示されているように、当研究室が構想する感性的な処理は、感性同定部(KANSEI Detector)、感性生成部(KANSEI Generator)、感性表出部(KANSEI Expressive Regulator)の3部位に分割できる[5]。感性同定部は顔画像

¹ 千葉工業大学
Narashino-City, Chiba 2-17-1, Japan

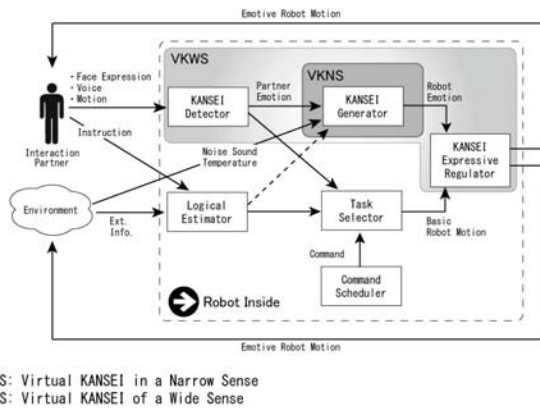


図 1 Conceptual Structure of Virtual KANSEI for robots.

や音声のノンバーバル情報から相手の感情状態を推定する部位である。そして、感性生成部では人間の感情遷移を事前学習し、模倣することで、感性同定部の出力からロボットの感情状態を生成する。当研究室では、隠れマルコフモデルやペトリネット構造を用いて人の感情遷移を学習・模倣する研究が行われてきた [6][7]。感性生成部がロボットの感情状態を実際に生成しているため、この部位が狭義の擬似感性に相当する。感性表出部はロボットの感情状態を外部に表出するための部位であり、内部でロボットの行動に対して感性的な要素を付加している。

3. 「驚き」

当研究室の従来研究では、その特殊性を理由に驚きを除外してきた。しかし、その特殊性について詳細な言及は行われてこなかった。そこで本研究では、心理学や哲学などの分野で、驚きについて調査した [8][9][10]。その結果、驚きに見られる特徴として、以下の事項に関して共通した言及が行われていた。

- 予期せぬ/予期に反した出来事により生起
- 感情の強さが「予期した結果」と「実際に起きた出来事」の差に比例
- 瞬間的で一過性な感情

本研究では、上記 3 種類の特徴を持つ人の感情として驚きを定義した。驚きはそれがどのようなものであれ、驚き感情は予期せぬ出来事、もしくは予期に反した出来事により生じる。予期した出来事と実際の出来事との差異が大きいほど、驚きの強さも大きいものとなる。驚きは他の感情と比べ、瞬間的な感情である。驚きはその発生、消滅共に瞬間的であり、普通持続しない。そして、驚きが消滅した後、すぐに他の感情へと移行する。驚きは他の感情とは異なり一過性の感情であり、過去の経験を想起しても感情が再生されることはない。

4. 驚き感情生成部

驚きの特殊性について調査した結果、やはり擬似感性に

よる驚きの生成は不適當であると考えられる。そのため、擬似感性内でロボットの感情状態を生成する「感性生成部」とは別に、驚き感情を専門に生成する「驚き感情生成部」を提案する [1]。感性生成部が Ekman の基本感情の内、驚きを抜いた 5 感情を、驚き生成部が驚き感情を生成する。驚き感情生成部は驚き感情の性質に基づき、「予測部」、「比較部」そして「判定部」の 3 部位により構成される (図 2)。予測部は現在までの情報から未来の情報を予測する。比較部が、予測部による予測結果と実際の結果を比較する。驚き判定部は、比較部の出力から驚きの有無やその強さを決定し出力する。驚き生成部が出力した驚きは、「感性表出部」によって表出される。擬似感性はロボットの論理的行動に対して感性的要素を付加することで感性表出を行う。驚き生成部によって生成された驚きがある程度以上の強さを持つとき、驚きは他の感情状態に優先して出力される。しかし、感性表出部による驚きの表出は、ロボットの論理的行動を妨げないように制御される。これは、ロボットが人のように、驚いて仕事を失敗するようなことを防ぐためである。

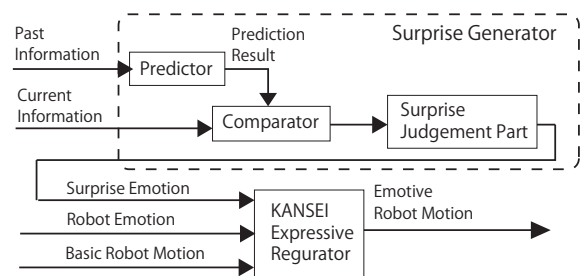


図 2 Conceptual Structure of Surprise Generator

5. 驚き感情生成部の構築

本章では、本研究で実際に構築した驚き感情生成部について述べる。

5.1 予測部

本研究では、従来研究で構築された感性生成部の技術を応用することで予測部を構築する。感性生成部は人同士のインタラクション時に生じる、人の感情遷移を模倣・学習することでロボットの感情状態を生成する。そこで、感性生成部の学習対象をインタラクションパートナーの未来感情に変更することで、感性生成部を人の感情遷移を予測可能な予測部に応用する。今回、学習可能なペトリネット構造 [7] を用いた手法で感性生成部を構築し、予測部へと応用した。その結果、平均 54.3% の精度で人の感情遷移が予測可能な予測部の構築が行えた。

5.2 比較部

予測部による予測結果の誤差を数値化するため、「感情の

2次元モデル [7]」を使用する。感情の2次元モデルとは、2次元上に感情を配置することで感情間の関係性を表現したものである。感情の2次元モデルを使用することで、予測結果の誤差を感情間距離として数値化できる。

5.3 判定部

驚き感情の生成には閾値を用いる。比較部から出力された各感情間距離が閾値を越えた際に驚き感情を生成する。本研究では、感情間距離の平均値に対して 1.0 を加算し、感情の生成頻度を調節したものを使用する。また、本研究で構築された判定部によって生成された驚き感情の強度は一定とする。

5.4 擬似感性との統合

驚き感情生成部の擬似感性との統合について説明する。前述したように、擬似感性は「感性同定部」、「感性生成部」、そして「感性表出部」の3部位で構成される。そして、本研究では感性生成部と驚き感情生成部を並列に処理する。驚き生成部には、感性生成部と同様に、感性同定部によって推定された相手感情が入力される。更に、相手感情の予測のため、感性生成部によって生成されたロボットの感情状態も驚き生成部へと入力される。2種類の入力を元に、驚き感情生成部によって生成された驚き感情は感性表出部に出力され、他感情に優先して出力される。今回、驚き感情生成部との統合のために構築した擬似感性について、各部位ごとに説明する。

5.4.1 感性同定部

感性同定部は、センサ類により取得された情報から、インタラクションパートナーの感情状態を推定する部位である。本システムの感性同定部は、事前取得した感情遷移データの内、インタラクションパートナーの感情遷移のみを抽出し、使用した。これは、驚き感情生成部内の予測部が、インタラクションパートナーの感情遷移を予測するために事前学習が必要であったためである。

5.4.2 感性生成部

感性生成部は感性同定部の出力結果から、ロボットの感情状態を生成する部位である。本研究では、従来研究 [7] を参考に学習可能なペトリネット構造による感性生成部を構築した。ここで構築した感性生成部は、驚き感情生成部内の予測部へと応用されている。また、人の感情遷移データを学習した結果、一致率 (正答率) 平均 51.2% で人の感情遷移を模倣できていた。感性生成部の学習に関しては、予測部と同手法、同条件であるため説明を割愛する。

5.4.3 感性表出部

感性表出部は、感性生成部によって生成された感情状態を外部に表出する部位である。本来ならこの部位は、ロボットのハードウェア、もしくは動作に感性的要素を付加する手法に相当する。しかし、今回は従来研究 [4] と同様

に、ディスプレイ上に仮想的なロボットを構成することで感性表出部とした (図 3)。この仮想的なロボットは顔を構成するパーツ (眼、瞼、眉、口) を、Ekman の提唱する FACS [3] に従い移動させることで、各表情を表出する (図 3)。

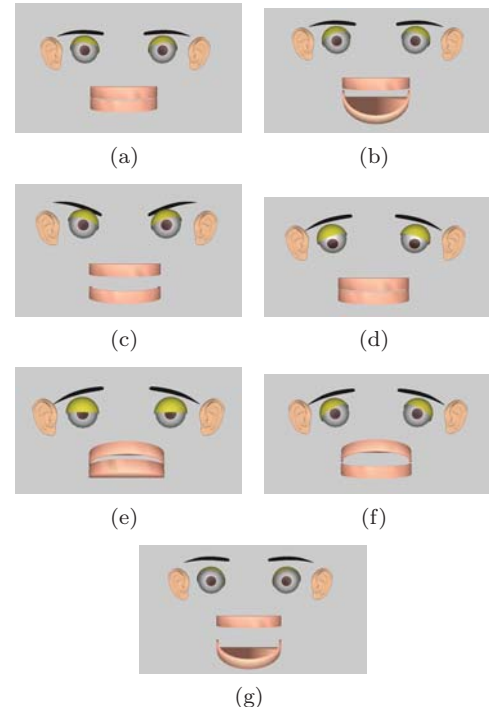


図 3 Face expressions of the robot. (a), (b), (c), (d), (e), (f) and (g) express neutral, anger, disgust, fear, grief, joy and surprise respectively.

6. 評価実験

構築した驚き感情生成部と擬似感性を統合したシステムに対し、第三者による主観的な評価を目的とした実験を行う。

6.1 驚きを生成可能な擬似感性の評価

本研究では、驚き感情生成部を構築し、擬似感性と統合することで、Ekman の基本感情全てを表出可能な擬似感性の構築を行った。本節では、構築した擬似感性に対し、「親和性」と「人間性」の2点での評価を目的とした評価実験について述べる。

6.2 実験手法

構築した驚き感情生成部を評価するため、擬似感性と驚き感情生成部を統合し、第三者による評価実験を行った。驚きを生成するためには予測部の事前学習が必要である。そのため、予測部への入力には従来研究により取得された感情遷移データを使用する。更に、評価実験は人-ロボット間のインタラクションではなく、ロボット-ロボット間の

インタラク션을被験者により評価してもらう方式とした。評価実験の被験者は16名(男性13名,女性3名)である。評価対象は擬似感性+驚き感情生成部, 擬似感性, ミラーリング, ランダム の4種類とした。各パターンによるロボット-ロボット間のインタラク션을被験者に観測してもらった後, それぞれを「人間性」と「親和性」の2点で評価した[11]。評価手法としては, 被験者に「人間性」と「親和性」に対してそれぞれ100点満点で採点してもらう。

6.3 実験結果

実験結果を表1と表2に示す。表1と表2に示されているのは, それぞれ「人間性」と「親和性」に対する評価の平均値である。そして, 平均的な評価が高い順にランク付している。結果として, 残念ながら本研究で構築した, 驚き感情生成部と擬似感性を統合したシステムは最も評価が低く, ランダムが最も高い評価となってしまった。

表1 Rank of average score of "humanity".

Rank	Pattern	Score
1	Random	62.2
2	Mirroring	60.9
3	VK	57.7
4	VK + SG	54.4

表2 Rank of average score of "friendliness".

Rank	Pattern	Score
1	Random	63.6
2	Mirroring	60.6
3	VK	53.8
4	VK + SG	49.3

6.4 考察

上記の様な実験結果となった原因を探るため, 被験者による自由記述の検証と, 被験者への聞き取り調査を行った。その結果として, 驚き感情生成部によって驚き感情が生成された時, 「何故」驚き感情が生成されたのか, という背景情報が不明であることが大きく影響していると推察できた。これは, 評価実験で提示したインタラク션が表情による感情のやり取りのみであり, 背景情報が推察できなかったことが大きいと思われる。しかし, この結果は同時に, 驚きが他感情に比べ背景情報による影響が大きいことも示している。

7. おわりに

本研究では, 驚きの特殊性に基づいた感情生成手法の開発と評価を行った。その結果, 驚き感情は他感情と比較し, その感情が生起した背景情報が直接影響することが判明した。驚き感情が何故生起したのか, その背景情報が不透明

の場合, 擬似感性を統合したロボットに対してネガティブな影響を与える恐れがある。この結果から, 擬似感性に驚き感情を生成させるためには, 今後, 広義の擬似感性へと研究を広げることが必要であると思われる。これは, 狭義の擬似感性がロボットの感情状態のみを行う部位であるためである。そのため, 広義の擬似感性の分野まで研究を広げる事で, 驚きが生起した背景情報が明示的になり, 擬似感性の評価が向上すると考えられる。

8. 謝辞

本研究で評価実験に参加してくださった被験者の皆様に感謝する。

参考文献

- [1] Masaki Zenkyoh and Ken Tomiyama: *Surprise Generator for Virtual KANSEI based on Human Surprise Characteristics*, HCI International(2011).
- [2] 富山 健, 宮治 裕, 小原 信 (編), 神長 勲 (編): 日本の福祉, 以文社 (2001).
- [3] Paul Ekman and Wallace V. Friesen: 表情分析入門 表情に隠された意味をさぐる, 誠心書房 (1987).
- [4] 湖上 潤, 宮治 裕, 富山 健: 人間共生ロボットにおける擬似感性システムの構築と評価, 日本感性工学会論文誌 (2010).
- [5] Yutaka Miyaji and Ken Tomiyama: *Virtual KANSEI for Robots in Welfare*, International Conference on Complex Medical Engineering Proceedings(IEEE/ICME 2007).
- [6] Jun Kogami, Yutaka Miyaji and Ken Tomiyama: *Kansei Generator using HMM for Virtual KANSEI in Caretaker Support Robot*, KANSEI Engineering International(2009).
- [7] Yutaka Miyaji and Ken Tomiyama: *Construction of Virtual KANSEI by Petri-net with GA and Method of Constructing Personality*, Proceedings of the 12th IEEE Workshop on Robot and Human Interactive Communication(2003).
- [8] 岡田 顕宏, 安部 純一: 心理学における感情研究の歴史と動向, 日本ファジィ学会誌 (2000).
- [9] 山根 一郎: 「驚き」の現象学, 相山女学園大学研究論集 (2005).
- [10] ルネ・デカルト, 谷川 多佳子 (編): 情念論, 岩波文庫 (2008).
- [11] 上出 寛子, 前 泰志, 川辺 浩司, 重見 聡史, 広瀬 真人, 新井 健生: ヒューマノイドの一般的心理尺度の開発, 日本ロボット学会学術講演会予稿集 (2011).