

ロボットコミュニケーションにおける生体情報を用いた位置調整

染谷 祐理子^{*1} 池田 悠平^{*2} 馮 晨^{*2} 菅谷 みどり^{*1}

Dynamic biometric information emotion estimation according to position change of robot

Yuriko Someya^{*1}, Yuhei Ikeda^{*2}, Feng Chen^{*2} and Midori Sugaya^{*1}

Abstract - There is a personal space as a basic idea of human communication. Until now, there are many existing studies on human and human personal space, but the personal space for robots has not been fully evaluated yet. Therefore, the robot intrudes into the personal space without considering human emotions, causing the problem that the impression of the robot deteriorates. Therefore, in this research, for the purpose of improving the impression of the robot, we aimed to evaluate the impression using the personal space and evaluated the emotional change accompanying the position change of the robot by dynamic bioinformatic emotion estimation. As a result, a significant tendency ($p < 0.1$) was found in the emotional value of unpleasantness for 5 seconds before and after the robot stops after approaching in groups with low interest in robots and low groups. This is because people who are interested in robots have high standards for robots, so it seems that they felt uncomfortable with the robot, feeling the gap with the robot they expected when they came nearby. Based on the results of this research, we clarified that the magnitude of unpleasant feeling for robot approaching behavior is different depending on robot interest degree.

Keywords : Robot, Emotion estimation, Biological information and Russell's circumplex model.

1. はじめに

近年、人とのインタラクションを主としたコミュニケーションロボットが広く普及する中、新サービスへの適用や知能型エンターテインメント等を目的とする人型ロボットが多く提案されている。人とロボットのインタラクション研究の中でも、人に対するロボットの印象評価は、様々議論されている。

中田らは、ロボットの接触における印象評価^[1]から、ロボットが人に反応してなつくといった対人受容的な行動を行った場合、ユーザがロボットに対して好意的印象を持つことを明らかにした。また、岡田らは、ロボットの挨拶行動における印象評価^[2]として、挨拶行動を能動的に行うことで活動性、愉快性、親近性、意図性、継続性の印象指標が評価されたことから、能動行動の有用性を示した。これらの方法における基本的な考え方は、人のコミュニケーションの基本的なパターンをロボットに応用した場合の人の主観的な印象を調査するものである。

人のコミュニケーションの基本的な考え方として、パーソナルスペースがある^[3]。パーソナルスペースとは、我々の周りを取り囲む目に見えない境界であり、相手との親密さによって大きさが変化する^[3]。この距離は、4つの分類として密接距離（～0.45m）、個体距離（0.45m～1.20m）、社会距離（1.20m～3.60m）、公衆距離（3.60m～）があるとされる^[3]。この境界を超えて相手に近づかれると不快に感じ、心拍数などの生理的な影響も受ける^[4]。現

在まで、人と人のパーソナルスペースに関する既存研究は数多くあるが、人のロボットに対するパーソナルスペースはまだ十分に評価されていないという課題がある。もし、ロボットが人の感情を考慮せずにパーソナルスペースに侵入した場合、ロボットの印象が悪くなるといった問題が起きてしまう。

これに対し中島らは、ロボットに対するパーソナルスペースに着目し、人のロボットに対するパーソナルスペースを心拍計を用いて調査した^[5]。その結果、パーソナルスペースの中に0.8[m/sec]以上の速度でロボットが侵入した場合は心拍数が速くなるという結果が得られた。しかし、心拍のみでは十分な個人の感情を特定することは困難である。心拍のみであってもpNN50を用いることで「快-不快」を判定^[6]することはできるが、同じ不快領域の「緊張」、「退屈」などの詳細な感情を判別することは出来ない。さらに、心拍結果が評価には用いられているが、それに応じた制御には応用されていない問題がある。

池田らは、脳波、心拍といった生理情報を用いて、人の感情推定を行い、それを評価する手法を示した^[7]。池田らの手法では、生体情報を感情円環モデルと呼ばれるRussellの二次元座標上^[8]に対応づけることで、心拍のみでは推定出来なかった「緊張」、「退屈」などの詳細な感情を推定する手法を示している。さらに、「OkaoVision」による人の表情を使用した感情推定結果と生体情報を使用した感情推定結果を比較したところ、人の表情よりも生体情報の方が安定的に感情推測出来た。本実験から、生体情報を用いた感情推定手法の有効性が示されたため、個人の感情を理解するためにロボットに与える情報として生体情報が有効であると考えられる。

そこで本研究では、印象評価を行うにあたり、心拍に脳波を追加したRussellモデルをベースとした生体感情

*1: 芝浦工業大学工学部 情報工学科

*2: 芝浦工業大学 理工学研究科電気電子情報工学専攻

*1: Information Science and Engineering, Shibaura Institute of Technology

*2: Graduate School of Electrical Engineering and Computer Science, Shibaura Institute of Technology.

推定手法を用い、生体情報からリアルタイムに推定した感情に応じて、ロボットに対する人のパーソナルスペースを推定する。その結果をもとに距離を調整することで、ロボットの印象が向上する方法を提案することを目的とした。

さらに将来的には、生体情報感情推定手法により得られた結果から、心理的距離を判定して常に最適な距離感を保つことで、人によるロボットの印象を向上させることを目標とする。なお、距離による心理的な影響を考慮した位置調整を行う前段階として、ロボットの位置変化にともなう感情変化を動的な生体情報感情推定により評価した。その結果、ロボットへの興味が高いグループと低いグループで、ロボットが 0.1[m/sec] で接近した場合の実験協力者から 30~40cm 前で停止した前後 5 秒間の不愉快の感情の大きさに有意傾向 ($p < 0.1$) がみられた。これにより、ロボットへの興味度によってロボットの接近行動に対する不愉快の感情の大きさが異なることを明確にした。

本論文の構成は以下の通りである。まず、2 節にて感情推定手法を示し、3 節にて実験、4 節にて考察、5 節にて今後の課題をまとめた。

2. 感情推定手法

感情の分類方法として、平松の感情分類手法^[9]を用いる。この手法は、人間の感情を「快-不快」「覚醒-眠気」の 2 軸で分類したモデルである Russel の円環モデルを用いて 8 つの感情の推定を行っている。計測した脳波、心拍 (pNN50) の二つの値を x y 平面上の座標として扱い、この座標の原点から x 軸に対しての角度を算出する。その角度を、ラッセルの円環モデルを 8 個の感情に簡略化した分類モデルに当てはめることで感情を判別する。また、感情の大きさを判定するため、角度のみではなく、原点からの距離も算出し、その距離を本研究では感情の大きさとして評価する。

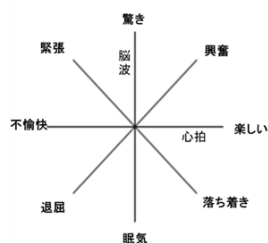


図 1 Russell の円環モデルの 8 つの感情分類

Fig.1 The eight emotional categories of Russell's circumplex model.

3. 実験

3.1 実験概要

本実験は、ロボットと人の距離を変化させた際の生体

情報から推定した感情変化、及び想起された感情と実験協力者の属性との関連を評価することを目的とした。実験協力者は 10 名 (20 代男性 9 名, 20 代女性 1 名) とし、環境により快不快が左右されないよう、室温を 25 度とした。脳波計は、Neuro sky 社の Mindwave Mobile^[10]、心拍計は SWICHTSCIENCE 社の Pulse Sensor^[11]を用いた。ロボットは、SOCIAL ROBOTICS の「Concierge」(図 2) を使用し、ロボットには距離データを測定するための北陽の測域センサ (URG-04LX-UG01) と顔の表示と音声を発するためのタブレットが搭載されている。なお、実験協力者のロボットに対するパーソナルスペースを測定するために、実験協力者にはスマートフォンのストップウォッチ機能を使用するよう指示した。

実験手順は以下の通りである。

1. ロボットが実験協力者から前方 3m 離れた位置で待機
2. 実験協力者に脳波計、脈拍センサを装着し、2 分間安静
3. ロボットが「こんにちは」と声をかけた後、0.1[m/sec]の速度で実験協力者に直線的に接近
4. 接近開始と共に実験協力者がストップウォッチをスタート
5. 接近中に、実験協力者はロボットが「これ以上近づいてほしくない」と思う地点でラップをとる
6. ロボットが実験協力者から 30~40cm の位置で 5 秒間停止
7. ロボットが「さようなら」と声をかけた後、0.1[m/sec]の速度で直線的に後退
8. 後退中に、実験協力者はロボットが「これ以上離れてほしくない」と思う地点でラップをとる
9. ロボットは移動開始位置まで後退後、停止
10. ロボットの動作終了後アンケートを記入
11. 0.2[m/sec]の速度で 3. ~9. を繰り返す

なお、カウンターバランスを考慮し、ロボットの移動速度の順番は、実験協力者 5 人が速度 0.1[m/sec]の後に 0.2[m/sec]、残りの実験協力者 5 人を速度 0.2[m/sec]の後に 0.1[m/sec]とした。



図 2 Concierge

Fig.2 Concierge.

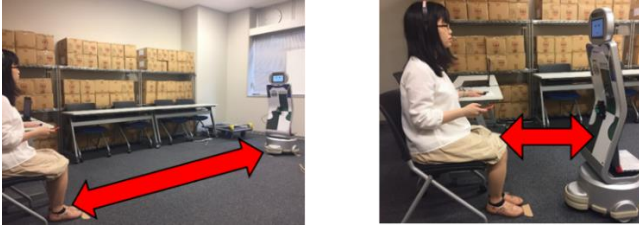


図3 実験の様子（左 初期位置，右 停止位置）
Fig.3 Experimental state.
(left initial position, right stop position)

3.2 評価方法

生体情報での感情解析とは別に，本研究では，本人の主観的な感情を選択式で答えてもらう主観評価を実施した．主観アンケートでは，感情の分類モデルの8つの軸となっている，驚き，興奮，楽しい，落ち着き，眠気，退屈，悲しみ（不愉快），緊張の感情の大きさを6段階で回答してもらった．さらに，実験協力者の属性評価アンケートとして，ロボットへの興味・関心を問う質問^[12]と対人行動と周囲の環境を問う質問^[2]をそれぞれ4項目ずつ実施した．

3.3 実験結果

実験を行い収集した生体情報をもとに，2節で示した手法による感情分析を行った．図4より，ロボットが0.1[m/sec]で接近した際，実験協力者Aのパーソナルスペースにロボットが侵入後，緊張と不愉快の感情が大きくなったことが確認出来る．実験協力者Bに同様の条件でロボットが接近した際は，図5より実験協力者Bのパーソナルスペースにロボットが侵入後，驚きの感情が大きくなった．次にロボットが0.2[m/sec]で接近した場合，図6より実験協力者Aはパーソナルスペースの中にロボットが侵入した際には，驚きや緊張の感情は表れず，眠気の感情が少し上昇した．同様の条件で実験協力者Bにロボットが接近した際は，図7より実験協力者Bのパーソナルスペースにロボットが侵入後，緊張と不愉快の感情が大きくなった．しかし，ロボットがパーソナルスペースの外側，内側にいるときで区別して，驚き，緊張，不愉快のそれぞれの感情の大きさをt検定で調べたところ，外側と内側で各感情の大きさに有意な差は得られなかった．

ロボットへの興味・関心を問う属性評価アンケートから，ロボットへの興味が高いグループと低いグループに分けてt検定を行った．その結果，図8より，ロボットへの興味が高いグループと低いグループで，ロボットが0.1[m/sec]で接近した場合の停止前後5秒間の不愉快の感情値に有意傾向（ $p < 0.1$ ）がみられた．

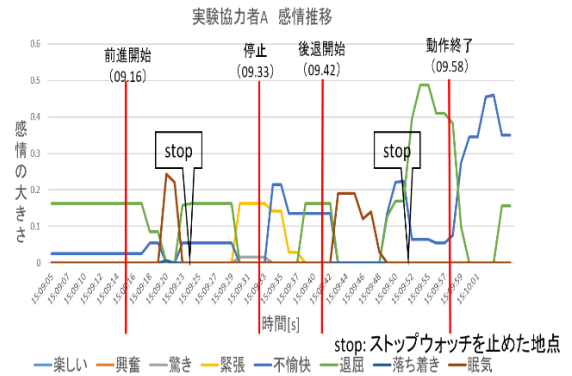


図4 実験協力者Aの感情推移（0.1[m/sec]の場合）
Fig.4 Experimental Coordinator A's emotional transition.
(0.1 [m/sec])

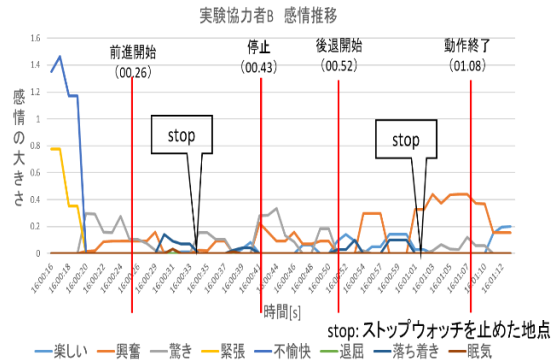


図5 実験協力者Bの感情推移（0.1[m/sec]の場合）
Fig.5 Experimental Coordinator B's emotional transition.
(0.1 [m/sec])



図6 実験協力者Aの感情推移（0.2[m/sec]の場合）
Fig.6 Experimental Coordinator A's emotional transition.
(0.2 [m/sec])

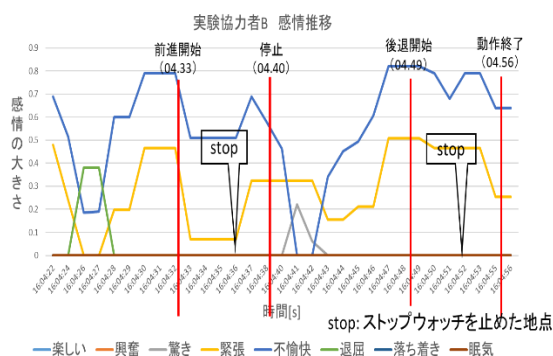


図7 実験協力者Bの感情推移 (0.2[m/sec]の場合)
Fig.7 Experimental Coordinator B's emotional transition.
(0.2 [m/sec])

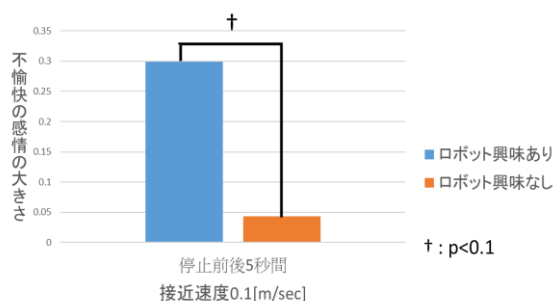


図8 ロボットの興味度に対する「不愉快」の感情
Fig.8 “Unpleasant” feelings about robot's interest.

4. 考察

実験結果より、接近時に主観のパーソナルスペースの中にロボットが侵入すると、緊張、驚き、不愉快の感情が高くなった。このことから、主観評価の心理的距離は、生体情報による緊張、驚き、不愉快の感情に影響を与えられられるが、統計的に有意な差は得られなかった。これは、ロボットの行動に対する感情の想起時間に個人差があるため、感情の大きさを分析する際に対象とした時間の長さに問題があると考えられる。

ロボットへの興味が低いグループが低いグループより、ロボットが0.1[m/sec]で接近した場合の停止前後5秒間の不愉快の感情が大きかったことに関しては、ロボットへの興味が低い人はSF映画などに出てくるロボットを好んでよく見るため、ロボットに求める水準が高く、近くに来た時に期待していたロボットとのギャップを感じて、ロボットを不愉快に感じたのではないかと考えられる。

5. 今後の課題

今回実施した実験の協力者が10人のみであり、統計学

的に有意な結果を示すことが出来なかったため、実験協力者を増やして再度実験する必要がある。さらに、今回の実験ではロボットが人に対して一定速度で直線に移動してきた場合のみを検証したが、ロボットの印象決定要因は数多くある。そのため、止まりそうな速度、カクカクしながら動くなど、ロボットの行動パターンを増やした印象評価実験をする必要があると考えられる。

参考文献

- [1] 中田, 佐藤, 他 : ロボットの対人行動による親和感の演出; 日本ロボット学会誌, Vol.15, No.7, pp.1068~1074 (1997).
- [2] 岡田, 菅谷 : 人と能動的なロボットとのインタラクション設計および印象評価; 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), vol.2016-HCI-167, no.6, pp.1-6 (2016).
- [3] Hall, E. : Hidden Dimension. Doubleday Publishing, pp.57-71 (1966).
- [4] 八重澤, 吉田 : 他者接近に対する生理・認知反応生理指標・心理評定の多次元解析; 心理学研究, 52, pp.166-172 (1981).
- [5] 中島, 佐藤 : 移動体ロボットに対するヒトのパーソナルスペース; 日本人間工学会大会講演集, 38, pp.454-455 (1997).
- [6] 鈴木, 他 : ウェラブル環境における心拍変動解析における電子機器の制御方法; 第19回人間情報学会ポスター発表集, pp.13-14 (2014).
- [7] Ikeda, Y., Sugaya, M. : Estimate Emotion Method to Use Biological, Symbolic Information Preliminary Experiment; HCI (13), pp.332-340 (2016).
- [8] Russell, J. : A circumplex model of affect. it Journal of Personality and Social Psychology; Vol.39, No.6, pp.1161-1178 (1980).
- [9] 平松 : 生体情報による感情評価を用いたステージ構成支援システム; 卒業論文集, 芝浦工業大学, 2016, 第38号, pp.131-132 (2016).
- [10] ニューロスカイジャパン,
<http://www.neurosky.jp/products/>
- [11] 心拍センサ - スイッチサイエンス,
<https://www.switch-science.com/catalog/1135/>
- [12] 神田, 石黒, 石田 : 人間 - ロボット間相互作用にかかわる心理学的評価; 日本ロボット学会誌, Vol.19, No.3, pp.362-371 (2001).