

## 生体感情推定手法を用いた

### ロボット接近時のパーソナルスペースの感情評価と位置推定

染谷 祐理子<sup>†</sup> 戸辺 義人<sup>‡</sup> 香川 里穂<sup>†</sup> 松日楽 信人<sup>†</sup> 菅谷 みどり<sup>†</sup>

芝浦工業大学工学部情報工学科, 理工学研究科<sup>†</sup> 青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科<sup>‡</sup>

#### 1. 研究の背景, 課題, 目的

人はそれぞれ異なるパーソナルスペースを持っている. パーソナルスペース(以下 PS)とは私達の周りを取り囲む目に見えない境界のことで, この領域を超えて相手に近づかれると人は不快に感じる[1]. 現在まで, 人と人の PS に関する既存研究は数多くあるが, ロボットに対するものはまだ十分に評価されていない. そのため, ロボットが人の感情を考慮せずに PS に侵入することで, ロボットの印象が悪くなるという課題がある.

そこで本研究では, 心拍に脳波を追加した Russell の円環モデルをベースとした生体感情推定手法を用い, 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と人の距離を調整することで, ロボットの印象が向上すると考えた. そのため本研究では, 生体感情推定手法を用い, PS にロボットが侵入した際の感情推定と, その結果から生成した回帰モデル, 決定木モデルを用いて PS を判定出来るか調査を行うことを目的とした.

#### 2. 提案

##### 2.1 提案概要



図1 システム概要

位置調整による印象向上に向け, 図1の手順で目的を達成するための提案手法を実現する.

- (1) ロボットと対面している人から生体情報を取得
- (2) 生体情報から感情推測を行う
- (3) 推定結果をもとに PS を推定
- (4) 判定結果からロボットと人の距離を調節する

本研究では (3)の部分を実現するために, 実験からロボットが PS に侵入した際の感情を取得し, そのデータから回帰分析, 機械学習により生成した予測

モデルを用いて, PS を推定出来るかを調査した.

##### 2.2 感情の分類手法

感情の分類方法として, 池田, 平松らの感情分類手法[2]を用いる. この手法は, 計測した心拍, 脳波の二つの値を x y 平面上の快-不快, 覚醒-眠気の座標として扱い, 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 Russell 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.

#### 3. 予備実験

##### 3.1 概要

本実験は, ロボットと人の距離を変化させた時, 脳波と心拍から推定した感情の推移の調査, および実験協力者の属性と感情の関係性を評価することを目的とした. 実験協力者は10名(男性9, 女性1名)とした. 室温 25 度の環境で脳波計と心拍計をつけてもらい, ロボットは速度 0.2, 0.4[m/sec]の二種類で以下の動作を行った.

1. 実験協力者から 3m 離れた位置で待機
2. 「こんにちは」と声をかけたあとに接近
3. 実験協力者の 30~40cm 前で 5 秒間停止
4. 「さようなら」と声をかけた後, 元の位置まで後退

主観の PS を測定するために, 実験協力者にはロボットの接近時に「これ以上近づいてほしくない」と思う距離を記録してもらった. また, 実験協力者にはロボットへの興味度を問うアンケートを実施した.

##### 3.2 実験結果

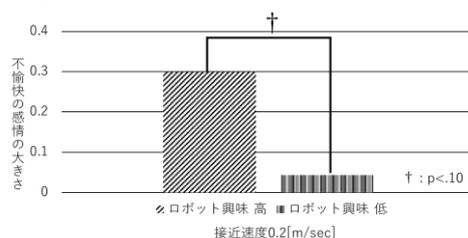


図2 ロボットの興味度に対する“不愉快”の感情評価

図2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 0.2[m/sec]で接近して

<sup>†</sup>Yuriko Someya, Riho Kagawa, Nobuto Matsuhira, Midori Sugaya. Shibaura Institute of Technology Faculty of Engineering Department of Information Engineering, Graduate School of Science and Engineering

<sup>‡</sup>Yoshito Tobe. Aoyama Gakuin University Faculty of Science and Technology Department of Information Technology

停止する前後 5 秒間の“不愉快”の感情値に有意傾向 ( $p < .10$ ) がみられた。ロボットの興味が高い人は SF 映画などに出てくるロボットを好んで見るため、ロボットに求める水準が高い。そのため、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、不愉快に感じたのではないかと考えられる。

#### 4. 再実験

予備実験の協力者が 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こと、また後述の機械学習における学習データを集めるため、実験協力者を 48 名(男性 34, 女性 14 名)に増やし、同じ手順で再度実験を行った。

##### 4. 1 実験結果

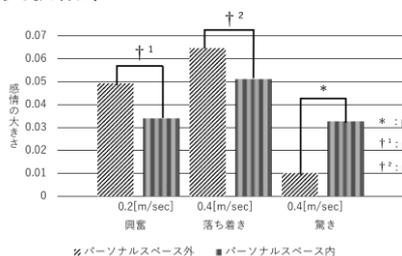


図3 PS 内/外の感情の大きさ

図3より、ロボットが 0.2[m/sec] で接近した際、PS の外側にロボットがいるときの方が内側にいる時よりも“興奮”の感情の大きさが大きいことが分かった。また、ロボットが 0.4[m/sec] で接近した際、“落ち着き”の感情は、ロボットが PS の外側にいるときの方が大きくなり、“驚き”の感情は、PS の内側にいるときの方が大きくなることを確認出来た。

#### 5. PS 推定モデルの生成

再実験結果より、ロボットが PS の内/外にいることで、一部の感情の大きさが変化することが分かった。この結果から回帰分析、機械学習により、感情の大きさからロボットに対する PS を推定出来るか調査をした。

##### 5. 1 回帰モデル

感情の大きさに対する PS を単回帰分析した。図4より、ロボット接近速度 0.2[m/sec] の時では、“落ち着き”の感情を用いたモデル ( $R^2 = .12$ ,  $p < .05$ ) が、接近速度 0.4[m/sec] の時では、“不愉快”の感情を用いたモデル ( $R^2 = .11$ ,  $p < .05$ ) が得られた。

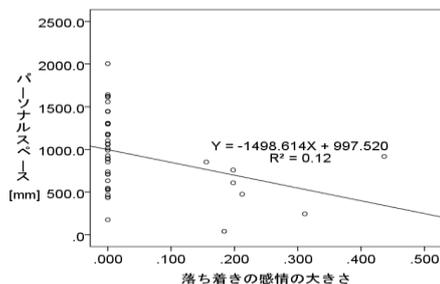


図4 “落ち着き”の感情の大きさと PS の散布図

##### 5. 2 決定木モデル

データマイニングソフト「Weka」を用い、8 感情

の大きさを特徴量として PS の内/外の判定をする決定木学習 (J48) を行った。検証方法は 10 分割交差検証、評価指標は個々の属性値に対しては精度、再現率、F 値、決定木全体の評価については正解率を用いた。

#### 5. 3 学習結果

情報獲得量の多い特徴量のみを用いて決定木を作成した。図6の最終的に分類された属性値に付随する数値は (正しく分類された数/誤って分類された数) を示している。図6より、0.2[m/sec] では、“驚き”の感情の大きさが小さい場合もしくは、“緊張”も“緊張”も大きい場合は PS の外側にロボットがおり、“驚き”は大きい“緊張”が小さい場合は PS の内側にいると分類された。また、0.4[m/sec] では“驚き”が小さい場合はパーソナルスペースの外側に、大きい場合はパーソナルスペースの内側にいると分類された。既存研究では、PS の内側にいる方が不快になると言われるが、決定木は、“驚き”と同じ覚醒状態だが不快よりの“緊張”が大きいと PS の内側と判別された。今回の実験ではロボットが離れた位置から表情が変わらず無言でゆっくり近寄ってくる。そのため、近寄ってくると分かった時にロボットの接近自体を不快に感じ、“緊張”が大きくなったと考えられる。

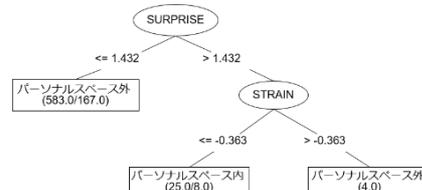


図5 感情に対する PS 内/外分類

表1 感情に対する PS 内/外分類決定木の評価

分類	精度	再現率	F 値	正解率
外側	0.72	0.98	0.83	0.71
内側	0.66	0.10	0.18	

#### 6. まとめと今後の課題

回帰モデル、決定木を用いて“落ち着き”、“不愉快”、“驚き”、“緊張”の感情から PS を推定することが出来た。決定木モデルより、ロボットの接近方法が感情に影響を及ぼしていることが示唆された。しかし、接近方法による影響を調べるためには接近パターンを複数用意して実験を行う必要がある。また、今回の感情分類手法では 1 つの感情データが継続して算出されないことから改善により、より良い分析や位置調整が可能になると考えられる。

#### 参考文献

- [1] 八重澤敏男 他. “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. 1981, 52, p.166-172
- [2] 平松拓也. “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, p.131-132
- [3] 荒木雅弘. フリーソフトではじめる機械学習入門. 森北出版株式会社, 2014, p.33-35