

教育支援ロボットへの適応を想定した 身体動作による感情表出法の検討

Examination of Expressing Emotion by Body Motion Supporting
an Adaptation to Educational-Support Robot

谷寄悠平 *¹
Yuhei Tanizaki

ジメネスフェリックス *¹
Felix Jimenez

吉川大弘 *¹
Tomohiro Yoshikawa

古橋武 *¹
Takeshi Furuhashi

*¹名古屋大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering Nagoya University

Recently, more educational-support robot, which support learning, are paid attention to. However, the problem of these robots is that a learner loses his/her interest in them. To solve this problem, the previous study proposed the emotional expression model that is defined as the robot expressing its emotions autonomously. Although this model has been shown to be beneficial for effective interaction between a human and a robot which expresses its emotions by changing its face, no reports have addressed a robot which expresses its emotions by moving its body. Therefore, this paper examines the emotional expression method for a robot, which expresses its emotions by moving its body, through basic experiment.

1. はじめに

近年、ロボット関連技術の進展により、学習を支援する場面で活躍する教育支援ロボットが注目されている [1]。教育支援ロボットには、学習者がロボットの行動を画一的と感じてしまい、ロボットとの学習に飽きてしまうという問題点がある。この問題を解決するために、従来研究において、ロボットが学習者に共感するような感情を表出する、共感表出法が提案された [2]。そして、被験者実験を通して、共感表出法を用いたロボットは学習者の飽きを軽減できる可能性があることが示唆された。しかしながら、この共感表出法は、多様な表情変化によって感情を表出できるロボットのみを対象に検討されている。そのため、NAO や Pepper などの、身体動作によって感情を表出するロボットに対しては適用は困難である。

そこで本稿では、身体動作によって感情を表出するロボットに対応できる共感表出法について検討する。しかしながら教育支援ロボットにおいて、どのような身体動作によりロボットが感情を表出できるのかについては明らかになっていない。本稿では、基礎的実験を通して、教育支援ロボットの身体動作による感情表出法について検討する。

2. 感情表出法

本稿では、人の感情変化を円環上のモデルにした Russell の感情円環モデル (図 1) を基に、感情表出法を構築する。感情表出法では、円環モデル上にある感情を表出する。具体的には、快側の感情として、「驚き」、「興奮」、「喜び」、「快」、「気楽」、「リラックス」、不快側の感情として、「絶望的」、「困惑」、「怒り」、「不快」、「悲しみ」、「退屈」、共通の感情として、「眠気」の 13 種類の感情を表出する。

3. ロボットの概要

ロボットには、頭部がタブレットであるタブレット型ロボット「Tabot」を用いた (図 2)。Tabot は、首の自由度が 3、両

連絡先: 谷寄悠平, 名古屋大学大学院工学研究科, 名古屋市千種区不老町, 052-789-2793, 052-789-3166, tanizaki@cmlpx.cse.nagoya-u.ac.jp

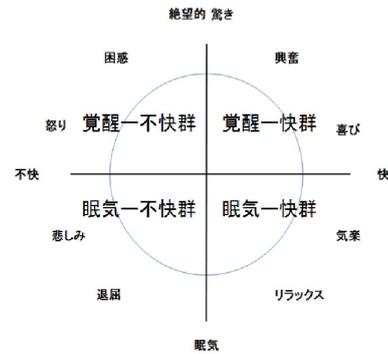


図 1: 感情円環モデル

腕の自由度が 10、脚部の自由度が 1 であり、合計 14 の自由度を持つ。これらにより、Tabot は多様な身体動作を行うことができる。本稿では、身体動作によりどのような感情が表出できるのかを確認するために、ロボットの表情は変化させず、身体動作のみを用いて、感情を表出する。

4. 実験

4.1 実験 1

4.1.1 ロボットの身体動作

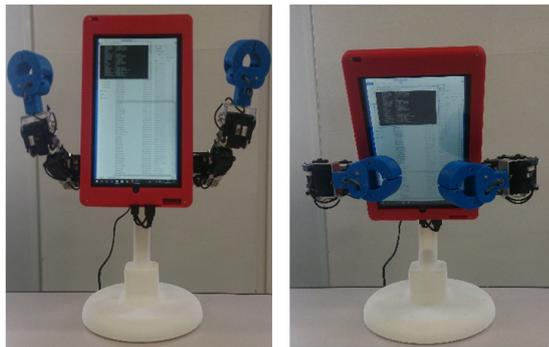
ロボットの身体動作は、人における身体動作と感情の関係について記された参考文献 [3][4] を基に、円環モデル上の感情を表出できる 30 種類の身体動作を作成した。具体的には、「眠気」を表出する動作を 4 種類、「喜び」、「気楽」を表出する動作を 3 種類、残りの感情 10 種類に対してはすべて 2 種類ずつ作成した。動作例を図 3 に示す。

4.1.2 方法

ロボットの身体動作が意図した感情を表現できているのかを確認するために、ロボットの身体動作を被験者に提示して、感情を推定させる実験を実施した。実験は、18 名の大学生に対して行った。被験者には、ロボットの身体動作を見た後、その身体動作が円環モデル上のどの感情を表出しているのかを選択するように指示した。評価基準は、身体動作を確認した被験



図 2: Tabot



(1) 喜び

(2) 悲しみ

図 3: 感情表出の動作例

者の選択が、こちらの意図した感情と円環モデル上で何度離れているかを基に点数をつけ、その値を基準にした（ただし図 1 において、各感情は 30° ずつ離れている）。意図した感情から離れている角度を基にコサインの値をとり、その値を点数とする。点数は、0 以上 1 以下とするため、 $-90^\circ < \theta < 90^\circ$ の範囲のみ点数をつける。例えば、「喜び」を表す身体動作を提示し、被験者が「喜び」を選択した場合 1 点、「興奮」、「快」を選択した場合 $\sqrt{3}/2$ 点、「驚き」、「気楽」を選択した場合 $1/2$ 点とした。ただし、円環モデル上の「驚き」と「絶望的」には快/不快の大きな差があるため、「驚き」と「絶望的」の間は 90° 離れているとして算出した。被験者全員が意図した感情を選択し 1 点を取った場合を満点 (18 点) として、半分以上の点数 9 点を基準として評価した。

4.1.3 結果

実験結果を図 4 に示す。基準以上の点数を得た身体動作を赤、基準未満の点数である身体動作を黄緑の円で示している。また、円上にある数字は各動作に対する点数を示している。実験 1 においては、全 30 種類中 24 種類の身体動作で基準を上回ることができた。しかし本実験での被験者の中には、「どの

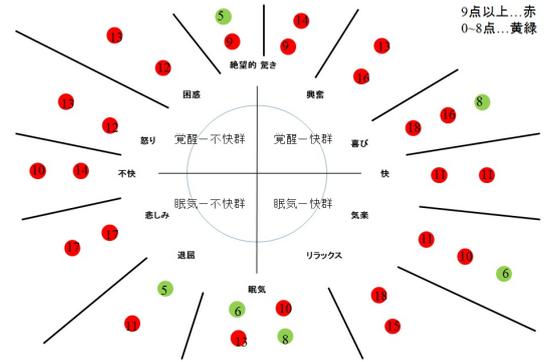


図 4: 実験 1 の結果

感情を表現しているのかわからなかったため、(選択する感情を) 適当に選んだ」という意見が複数あった。そのため、わからないことでまたま選択された結果、基準以上の点数が取れた身体動作が存在する可能性がある。

4.2 実験 2

実験 1 では、「わからない」という選択肢がなかったため、偶然基準以上の点数が取れた身体動作が存在する可能性がある。そこで実験 2 では、選択肢に「わからない」を追加して異なる被験者に実験を実施した。

4.2.1 ロボットの身体動作

ロボットの身体動作は、実験 1 と同様に身体動作と感情の関係について記された参考文献 [3][4] をもとに 4 種類の動作を追加し、円環モデル上の感情を表現できる計 34 種類の身体動作を作成した。具体的には、「驚き」、「快」、「気楽」、「眠気」、「退屈」、「悲しみ」、「不快」、「困惑」を表出する動作を 3 種類ずつ、他の感情を 2 種類ずつ作成した。なお、実験 1 から修正した動作も 8 種類存在する。

4.2.2 方法

実験は、11 名の大学生に対して実施した。実験手順は実験 1 の手順に加え、ロボットがどの感情を表出しているのかわからなかった場合に選択する「わからない」という選択肢を追加した。点数のつけ方は、実験 1 での点数のつけ方に加え、「わからない」が選択された場合は 0 点とした。被験者全員が意図した感情を選択し 1 点を取った場合を満点 (11 点) として、半分以上の点数 6 点を基準として評価した。

4.2.3 結果

結果を図 5 に示す。実験 1 と同様に、基準以上の点数を得た身体動作を赤、基準未満の点数である身体動作を黄緑の円で示している。また、円上にある数字は各動作に対する点数を示している。実験 2 においては、全 34 動作中 15 動作の身体動作で基準を上回ることができた。実験 1 と比べると、「わからない」(0 点) が加わったことで、基準を満たすことができた身体動作の数は減少した。

5. 実験 1 と実験 2 における動作の比較

実験 1 と実験 2 において、基準を満たした/満たさないの結果が異なる身体動作に注目する。図 6 は、「快」を表す身体動作を表出したときの、実験 1 と実験 2 それぞれにおいて被験者に選択された感情の回数を示す。実験 1 においては、「快」またはその付近の感情がよく選択されているため、基準以上の点数を取ることができた。一方実験 2 においては、「快」またはその付近も選択されてはいるものの、「わからない」の選択が

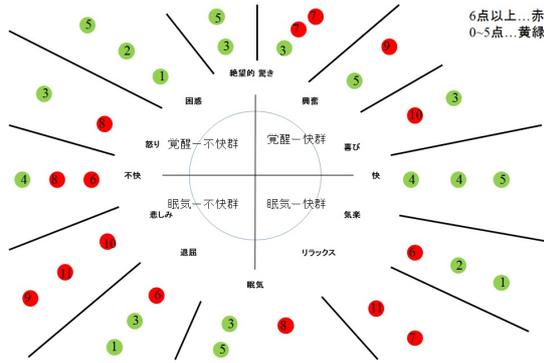


図 5: 実験 2 の結果

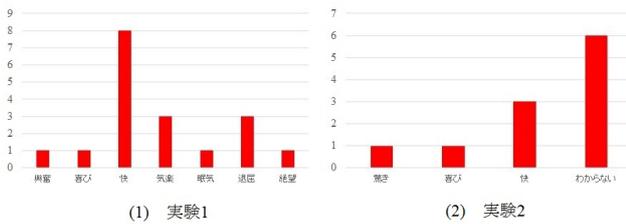


図 6: 「快」を表出する身体動作の実験 1 と実験 2 の比較

多くなっていることがわかる。そのため実験 2 においては基準を超えることができなかった。このような傾向が見られる身体動作は 5 個存在した。このことから、実験 1 では、わからなかったことで適当に選択した結果、偶然基準を超えることができた身体動作が少なからず存在していると考えられる。

6. 考察

結果から、同じ身体動作で実験 1, 2 で共に基準を上回ることができた身体動作は、「興奮」、「喜び」、「リラックス」、「悲しみ」などの感情を表出する 12 種類であった。これらの感情は、日常生活において意識されやすく、身体動作のイメージがしやすかったため、被験者は選択しやすく、基準を超えることができたのではないかと考えられる。一方、実験 1, 2 で共に基準に満たなかった身体動作は、「気楽」、「眠気」、「退屈」、「絶望的」などの感情を表出する 5 種類であった。これらの感情は、日常生活においてあまり意識されにくく、身体動作のイメージがしにくかったことで、被験者が選択しにくく、基準に満たなかったのではないかと考えられる。

7. おわりに

本稿では、身体動作によって感情を表出するロボットに対して共感表出法を実現させることを想定し、身体動作が可能なタブレット型ロボット Tabot を用いた基礎的実験を行い、身体動作における感情表出法について検討した。実験 1 では、全 30 動作中 24 動作、実験 2 では、全 34 動作中 15 動作で基準を上回ることができた。実験 1, 2 で共に基準を超えた身体動作は 12 種類、共に基準を超えられなかった身体動作は 5 種類であった。今後は、実験方法（評価方法）に対する検討を含め、ロボットの身体動作を改良しながら追加実験を行っていき、適切な身体動作による感情表出法を構築していく予定である。

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費（基盤研究（B）、No.16H02889）の補助を得て遂行された。

参考文献

- [1] O.H. Kwon, S.Y. Koo, Y.G. Kim and D.S. Kwon: "Telepresence robot system for English tutoring," IEEE Workshop on Advanced Robotics and its SocialImpacts, pp.152-155, 2010.
- [2] ジメネスフェリックス, 吉川大弘, 古橋武, 加納政芳: 感情表出モデルを用いたロボットとの共同学習がもたらす影響, 知能と情報, vol.28, no.4, pp.700-704, 2016.
- [3] 東山安子/ローラ・フォード: 日米ボディートーク増補新装版 身ぶり・表情・しぐさの辞典, 三省堂, 2016
- [4] デズモンド・モリス, 東山安子訳: ボディートーク新装版 世界の身ぶり辞典, 三省堂, 2016