

# 柔らかい物体の動きによる共感表現方法の効果

柴田 万里那<sup>1</sup> 大西 俊輝<sup>2</sup> 呉 健朗<sup>2</sup> 宮田 章裕<sup>1,a)</sup>

受付日 2020年4月8日, 採録日 2020年10月6日

**概要:** 他者に共感してもらうことは、気持ちの整理やストレス解消につながる。しかし、現代社会では、身近に話し相手がない人が少なくない。近年では、話し相手として対話型エージェントが注目されているが、共感的前提となる感情推定技術が不完全であるという問題や、誤った感情推定に基づいて明示的な共感表現を行うとユーザの反感を買いやすいという問題がある。これらの問題を解決するため、我々は見た目と表現方法の曖昧性が高い共感表現エージェントを構想している。これは、エージェントの見た目・表現方法の曖昧性を高めることで、エージェントによるユーザの感情推定が多少不正確であっても、その感情推定に基づく共感表現をユーザが自身に都合良く“エージェントが自分に共感してくれている”と解釈してくれることを狙ったシステムである。このシステムの実現を目指し、本稿では、自身の発言に対してエージェントに曖昧性の高い“動き”で共感表現をされたとき、ユーザは共感されたと感じるか明らかにするための検証を行った。実験の結果、前後1往復・前後継続往復の動きは Pleasant・Unpleasant の感情、左右継続往復の動きは Pleasant の感情、前停止の動きは Unpleasant の感情に対して共感していることを表現できる可能性が示唆された。

**キーワード:** 動き, 共感表現, ヒューマンエージェントインタラクション

## Effects of Expression of Empathy Using Motion of a Soft Object

MARINA SHIBATA<sup>1</sup> TOSHIKI ONISHI<sup>2</sup> KENRO GO<sup>2</sup> AKIHIRO MIYATA<sup>1,a)</sup>

Received: April 8, 2020, Accepted: October 6, 2020

**Abstract:** Empathy provides us relaxation and relief of stress. Unfortunately, we do not always have anyone to talk to. Recently, conversational agents are attracting attention. However, emotion recognition technologies for empathy are imperfect; explicit expression of empathy based on imperfect emotion estimation provokes a sense of aversion. To address these issues, we plan to develop an agent with vague appearance and expression. We expect that users would regard its ambiguous motions as empathic behaviors. In this paper, we conducted an experiment to clarify whether users regard ambiguous motions as empathic behaviors. Experimental results showed that a single forward-backward motion and repeated forward-backward motion provide empathy for both of Pleasant/Unpleasant emotions, repeated lift-right motion provides empathy for Pleasant emotions, and forward bending provides empathy for Unpleasant emotions.

**Keywords:** motion, expression of empathy, human-agent interaction

### 1. はじめに

他者に心の内を話し、共感してもらうことは、気持ちの

整理やストレス解消につながる [1]。たとえば、テストの成績が悪く悔しい思いをしているときに他者に共感してもらうと、気持ちを受け止めてくれたという承認が自己肯定感を高め、気持ちを整理できる。また、共感することは、相互の信頼を生むとされている [2]。しかし、現代社会では、いつでも話し相手が近くにいるとは限らず、そもそも話し相手が存在しないという人も少なくない。近年では、話の聞き手として対話型エージェントが注目されている [3], [4]。

<sup>1</sup> 日本大学文理学部  
College of Humanities and Sciences, Nihon University,  
Setagaya, Tokyo 156-8550, Japan

<sup>2</sup> 日本大学大学院総合基礎科学研究科  
Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University,  
Setagaya, Tokyo 156-8550, Japan

a) miyata.akihiro@acm.org

しかし、共感の前提となる感情推定の技術が不完全であるという問題や、不完全な感情推定に基づく共感表現の多くが明示的でユーザが反感を感じやすいという問題がある。

これらの問題を解決するために、我々は見た目と表現方法の曖昧性が高い共感表現エージェントを構想している [5], [6]. これは、エージェントの見た目・表現方法の曖昧性を高めることで、エージェントによるユーザの感情推定が多少不正確であっても、その感情推定に基づく共感表現をユーザが自身に都合良く“エージェントが自分に共感している”と解釈してくれることを狙ったシステムである。このシステムの実現を目指し、本稿では、自身の発言に対してエージェントに曖昧性の高い“動き”で共感表現をされたとき、ユーザは共感されたと感じるか検証を行う。

本稿の貢献は、エージェントの曖昧性の高い“動き”とユーザがエージェントから共感されたと感じる度合いの関係を明らかにしたことである。

## 2. 関連研究

本章では、エージェントとユーザのコミュニケーションに関する研究事例について述べる。

### 2.1 ユーザの感情推定に関する研究事例

ユーザの発話時における特徴量や発話内容などに基づいたユーザの感情推定に関する事例がある [7], [8], [9], [10], [11], [12].

文献 [7], [8], [9] では、音声感情認識の研究を行っている。文献 [7] は、音声から感情を推定するための方法・事例を報告している。文献 [8] は、音声によるユーザインタフェースが一般的になっている中で、自然なやりとりにおいて重要な事柄である感情モデリングが不完全であることを強調している。文献 [9] は、感情と音声の関係に注目し、恐怖では基本周波数が高く、悲しみでは基本周波数が低く抑揚が小さいと分析している。

文献 [10], [11] では、表情を用いた感情推定の研究を行っている。文献 [10] は、表情・音声から感情推定を行う手法は数多く存在するものの、現時点で完全なものは存在しないことを示している。文献 [11] は、横顔の微妙な表情の変化から、無表情、笑い、驚きは、適切な特徴量選択や直行変換を行うことでほぼ識別可能であることを示唆している。

文献 [12] では、脳波や脈拍といった生体情報を用いることで、ユーザの感情推定を行う手法を提案している。

### 2.2 エージェントの表現方法に関する研究事例

ユーザに対するエージェントの表現方法に関する事例がある [3], [4], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20].

文献 [3], [4] では、発言したり手を使ったジェスチャーを行ったりすることでユーザに対して感情表現を行っている。

文献 [13], [14] では、エージェントの一部を変化させて感

情表現する研究を行っている。文献 [13] は、人型の仮想空間エージェントが頷きながらユーザの発話を聞くことで、ユーザがエージェントに対して話を聞いてもらっていると感じられるようにしている。文献 [14] は、正円の伸縮運動とそれにもなって想起される感情の対応関係について調査している。図形の伸縮運動の周波数が高いほど覚醒度の高い感情を想起させること、ノコギリ波で変化する伸縮運動は、正弦波などで変化するものに比べて覚醒度の高い感情を想起させることが報告されている。

文献 [15], [16], [17], [18], [19] では、人間を模倣して感情表現する研究を行っている。文献 [15] は、棒人間のようデフォルメされた対象においても、人は共感できる可能性を示唆している。文献 [16] は、人型の姿勢模倣エージェントを用いた検証により、非言語的即時的フィードバックは、ユーザに対してより高い親密感を誘発させることができると報告している。文献 [17], [18] は、ユーザの感情が引き起こされた環境に着目し、感情の生まれた原因を自分、相手、第三者に区別して、エピソードを語るユーザへエージェントが適切に応答できているか調査している。怒りの感情の生まれた原因が自分や相手であった場合、エージェントが悲しみの感情表現で応答することが適切であることが報告されている。文献 [19] は、人間とロボットの上半身姿勢をミラーリングした場合の効果を調査している。上半身姿勢のミラーリングは、ロボットと人間の社会的相互作用における親密さと共感を促進する重要な要素であることが報告されている。

文献 [20] は、ユーザに対してエージェントが発話テンポを同調させることにより、話者間の共感を生み出すことを検討している。

### 2.3 エージェントの見た目・触り心地に関する研究事例

エージェントの見た目・触り心地に関する研究事例がある [21], [22], [23], [24]. 文献 [21] は、実世界と仮想空間それぞれの犬をモチーフにした擬似ペットに対してアニマシー知覚が生じるか、実体の有無がアニマシー知覚にどの程度影響するのかを調査している。実体の有無にかかわらずアニマシー知覚は生じるが、実体のある擬似ペットは外見が本物の犬によく似せられていたことにより、モータ音で生物らしさが損なわれたことが報告されている。文献 [22] は、ロボットの外観と動きの特徴の組合せが、好感度、信頼、不快感などの属性にどのような影響があるのかを調査している。ユーザは人間の形をしているロボットに対して機械的な動きであると無生物感、自然すぎる動きであると不快感を感じることを報告されている。文献 [23] は、ワイヤで作成した猿型の人形と布で覆った猿型の人形に猿を近づけ、どのような反応を示すか調査している。布で覆われていた方が肌触りが良いことで愛着が形成されることが報告されている。文献 [24] では、外見の違いによって触り心

地と性格印象の関係が変化するか分析している。アンドロイドロボットを用いて顔面の機械部分が剥き出しか否かで実験を行っている。

### 3. 研究課題

2.1 節, 2.2 節で述べたように, ユーザの感情推定やエージェントの表現方法に関する研究事例は数多く行われてきている。本章では, これらの研究事例における問題を整理し, 本稿における研究課題について述べる。

2.1 節, 2.2 節で取り上げた既存技術には大きく分けて2つの問題がある。1つ目の問題は, 共感の前提となる感情推定の技術が不完全なことである。現在に至るまで, 発話における音声, 表情, 脳波, 脈拍などを用いた感情推定に関する研究が行われているが [7], [8], [9], [10], [11], [12], 現時点で人間の感情推定が完璧であるとはいえない。

2つ目の問題は, 既存技術の感情表現の多くが明示的であり, 不完全な感情推定に基づく共感表現に適用するとユーザが反感を感じやすいことである。たとえば, 発言するという手段 [3], [4], [20] は, 明示的な感情表現であるといえる。エージェントがこれらの明示的な表現手段で不正確な感情推定に基づく共感表現を行った場合, エージェントの共感が不適切であることがユーザに伝わってしまうため, ユーザはエージェントが自分の感情を理解していない, 共感してくれていないと感じやすくなると考えられる。

1つ目の問題を解決する手段として, 感情推定の技術を高度化する方法が考えられる。しかし, 人間の感情はその感情の起源の環境によって微妙な違いが生まれることや, 副次的な感情を含む場合があること, 感情推定の技術が現在もお発展途上の技術であることから, 近い将来において感情推定の技術が完全になることは想像しにくい。

そこで, 本研究では, 1つ目の問題の解決は研究の対象外とし, 2つ目の問題の解決に取り組む。これにより, エージェントの感情推定の技術が不完全であってもユーザが反感を感じにくくなると考えられる。事前検証 [5], [6] において, 見た目と表現方法の曖昧性が高い共感表現エージェントの動きに対してユーザが感情表現をされたと感じることができ, エージェントの曖昧性が高い共感表現方法である“動き”のいくつか, ある程度の曖昧さを保ちながら大まかな感情を提示できる可能性が示唆された。しかし, 実際のシーンでは, ユーザの発言に対して共感表現を行う必要がある。既存研究・事前検証では, ユーザの発言に対して, 実体を持つエージェントから曖昧性の高い“動き”で共感表現を行った場合に, ユーザは共感されたと感じるか明らかにされていなかった。

上記をふまえ, 本稿では, ユーザの発言に対して, 実体を持つエージェントから曖昧性の高い“動き”で共感表現をされると, ユーザは共感されたと感じるか明らかにすることを研究課題として設定する。

## 4. 実装

### 4.1 見た目・触り心地

本研究で用いるエージェントの見た目を図 1 に示す。エージェントの見た目を実世界の生物に似せる場合, モータ音が原因で生物らしさが損なわれて違和感が生じてしまうことが示唆され [21], 機械的な動きを行った場合に無生物感を生み出してしまうことが示唆されている [22]。エージェントの触り心地を良くすることは, ユーザがエージェントに対して愛着を感じ, 親しみを感じやすくなると考えられる [23], [24]。これらをふまえ, エージェントの見た目は, 曖昧性を高めるために, 生物を連想させる部位を持たない抽象的・幾何学的な形状である直方体を用いることとし, 素材は布とする。

### 4.2 表現方法

対面でコミュニケーションを行う場合, メッセージの7%を言語情報で伝え合うことに対して, 55%を表情やジェスチャといった視覚情報で伝え合うことが報告されている [25]。また, 静的な文字ではなく動きで反応を返されると, ユーザが話を聞いてもらえたと感じられることが報告されている [13]。非言語を用いてコミュニケーションを行う研究は, 数多く行われており [15], [16], [17], [18], [19], ユーザの模倣を行うことで共感を表現できることが示されている。これらをふまえ, 表現方法については, 言葉と比べて多義的な表現であり, エージェントの感情をユーザに想起させられることが示唆されている [14] 非言語コミュニケーションの“動き”に着目し, エージェント全体を動かすこととする。

エージェントの構造を図 2 に示す。上部には, 糸4本をそれぞれ布の上部4辺に取り付ける。中部には, サーボモータを4つ取り付け, 上部の4辺に取り付けた糸と結び付ける。下部には, マイクロコンピュータを取り付ける。マイクロコンピュータでサーボモータを制御し, 糸を巻き



図 1 エージェントの見た目

Fig. 1 The appearance of the agent.

表 1 エージェントの動き一覧\*1  
Table 1 The behavior list of the agent.

動き	説明	方法
右停止	ユーザから見て右方に 25 度, 4 秒間傾く	物体の右に付けた糸をサーボモータで引っ張り停止させる
左停止	ユーザから見て左方に 25 度, 4 秒間傾く	物体の左に付けた糸をサーボモータで引っ張り停止させる
左右 1 往復	ユーザから見て左右に 25 度, 1 回ずつ傾く	物体の左右に付けた糸をサーボモータで交互に引っ張る
左右継続往復	ユーザから見て左右に 25 度, 4 回ずつ傾く	物体の左右に付けた糸をサーボモータで交互に 4 回ずつ引っ張る
前停止	ユーザから見て前方に 15 度, 4 秒間傾く	物体の前に付けた糸をサーボモータで引っ張り停止させる
後停止	ユーザから見て後方に 15 度, 4 秒間傾く	物体の後ろに付けた糸をサーボモータで引っ張り停止させる
前後 1 往復	ユーザから見て前後に 15 度, 1 回ずつ傾く	物体の前後に付けた糸をサーボモータで交互に引っ張る
前後継続往復	ユーザから見て前後に 15 度, 4 回ずつ傾く	物体の前後に付けた糸をサーボモータで交互に 4 回ずつ引っ張る

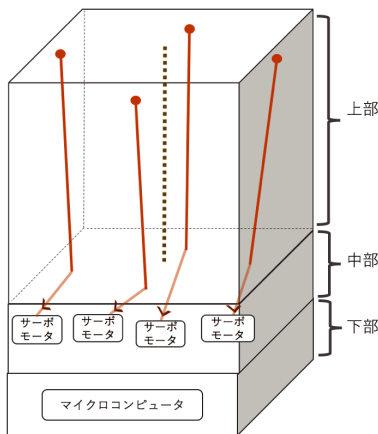


図 2 エージェントの構造  
Fig. 2 The structure of the agent.

取ることによってエージェントを動かすことができる。たとえば、前方の糸を巻き取ることによって、エージェントの形状が前屈みになる。このように、エージェントを揺らしたり、形状を伸縮させたりすることで感情を表現する。

本稿で用いるエージェントの動きを表 1 に示す。動きの方向は、図 1 の方向から見た面を正面とした場合の左右前後とした。表 1 の動きは、動きの方向を前後左右に限定した際の基本的な動きを列挙したものであり、事前検証 [5], [6] より、ユーザがエージェントに感情表現されたと感じた動きである。また、事前検証 [6] から、傾きの大小は共感表現に大きな影響を与えないことが明らかになったため、本稿のエージェントでは傾きの大小を考慮しなかった。

## 5. 実験

### 5.1 実験目的

本研究は、エージェントの見た目・表現方法の曖昧性を高めることで、エージェントによるユーザの感情推定が多少不正確であっても、その感情推定に基づく共感表現をユーザ自身の都合の良いように解釈させることを狙ったものである。この提案の実現に向けたファーストステップと

\*1 左右方向と前後方向で傾く角度が違うのは、エージェントの左右方向・前後方向の長さが異なることと、柔らかい布を素材としているため厳密に傾く角度を統一できなかったことが理由である。

表 2 アンケート 1  
Table 2 The questionnaire 1.

項目	質問項目	回答方法
Q1	物体がどの感情を表現していると感じられたか	図 3 の 28 種の各感情について 5 件法
Q2	その他に感じたこと	自由記述

して、本稿では、曖昧な動きによる共感表現方法の有効性の検証に絞って実験を行う。具体的には、どのような動きがどのような感情に対して共感表現を示すことができるのかを検証する。本実験では次の 2 つの Research question を設け、RQ1 を実験 1・2, RQ2 を実験 2 で検証する。

**RQ1:** エージェントの動きによってユーザはどのような感情を示されたと感じるか。

**RQ2:** エージェントの動きとユーザが共感されたと感じる度合いは関係があるのか。

### 5.2 実験条件

本実験の参加者は 20 代の学生 10 名 (男性 9 名, 女性 1 名) である。実験は大学構内の静かな部屋で行い、実験者を含めた他者がその部屋に立ち入らないようにした。参加者にはエージェントの動きを見てもらう際、正面から見ることを注意事項として伝えた。

### 5.3 実験手順

表 1 の 8 種の動きに関する事前知識が小さい場合、参加者が各動きに対して平等な判断が行えないことが危惧された。たとえば、1 番目の動きに対しては、参加者はエージェントが動くこと自体に驚きを覚えるかもしれない。この影響を排除するため、参加者にエージェントの 8 種の動きを実際に見てもらった準備フェーズを設けた。この準備フェーズの後、実験 1, 実験 2 を行う。

#### 5.3.1 実験 1

実験 1 では、参加者に 8 種の動きを 1 回ずつ見てもらい、そのつどアンケート 1 (表 2) に回答してもらい。このとき、順序効果を相殺するために、参加者ごとに見せる動きの順番をランダムに入れ替える。アンケート 1 の Q1

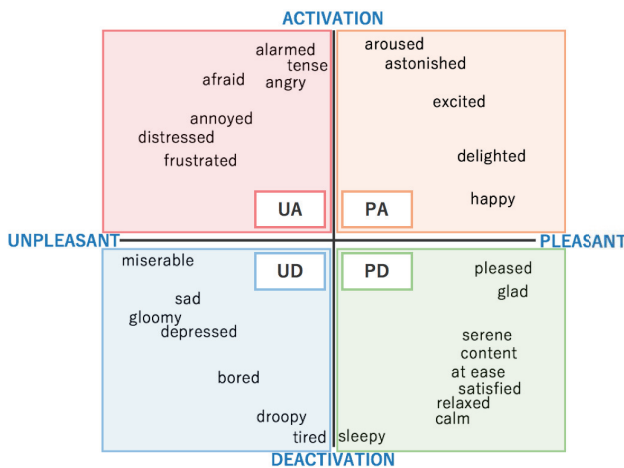


図 3 ラッセルの円環モデル

Fig. 3 Russell's Circumplex model.

表 3 アンケート 2

Table 3 The questionnaire 2.

項目	質問項目	回答方法
Q1	物体がどの感情を表現していると感じられたか	図 3 の 28 種の各感情について 5 件法
Q2	物体に共感されたと感じたか	5 件法
Q3	その他に感じたこと	自由記述

では、ラッセルの円環モデル (図 3) の 28 種の各感情それぞれに対して 5 段階のリッカート尺度 (1:まったく感じない~5:とても感じる) で回答してもらう。

### 5.3.2 実験 2

実験 2 では、参加者にエピソードを話してもらい、それに対してエージェントがとった動きについて、アンケート 2 (表 3) に回答してもらう。参加者には、事前に図 3 の PD, UD, UA, PA の 4 領域 (以下「感情グループ」とする) それぞれに対して 2 種ずつ、実際に体験し感情グループ内の感情を感じた (または、感じる予定の) エピソードを用意してもらった。このとき、人によって極端な感情選択の偏りが出ないように、同じグループ内で 2 種エピソードを作成する際に、1 つ目と 2 つ目のエピソードで用いる感情は図 3 でなるべく遠い位置にある 2 つの感情を選ぶよう指示した。たとえば、感情グループ PA の happy を感じるエピソードについて参加者が考えた場合、もう 1 つのエピソードは、happy から離れた astonished や aroused を感じるエピソードについて考えるよう指示した。参加者の発言に対するエージェントの動きは 5.3.1 項同様、8 種の動きを 1 回ずつ用いる。このとき、参加者にはエージェントが 1 回動きを行うたび、アンケート 2 に回答してもらう。順序効果を相殺するために、参加者ごとにエージェントに話しかけるエピソード、エージェントの動きの順番をランダムに入れ替える。実験 2 では Wizard of Oz 法 [26] を採用し、参加者がエージェントに話しかけるたびに、実験者がエージェントを別室から遠隔で操作する。アンケート 2

の Q1 では、5.3.1 項同様、ラッセルの円環モデル (表 3) の 28 種の各感情それぞれに対して 5 段階のリッカート尺度で回答してもらう。

### 5.4 結果

実験 1 におけるアンケート 1 の Q1 に対する回答結果を図 4 に示す。図 4 における縦軸は感情ラベル、横軸は各感情に対する参加者の回答の分布を表している。

アンケート 1 の Q1 に対して、1 種の動きについて 28 種の感情で“とても感じた”または“感じた”と回答した参加者数 (以下これらを「肯定回答数」とする) の平均+標準偏差を閾値とし、肯定回答数が閾値以上であった感情ラベルを黄色でマークした。

実験 2 におけるアンケート 2 の Q1 に対する回答結果を図 5、図 6、図 7、図 8 に示す。各段の赤枠は参加者が発言したエピソードの該当する感情グループを表す。アンケート 1 の Q1 と同様の作業を行い、肯定回答数が閾値以上であった感情ラベルを黄色でマークした。

実験 2 におけるアンケート 2 の Q2 に対する回答結果を図 9 に示す。図 9 における縦軸は動きラベル、横軸は各動きに対する参加者の回答である。

### 5.5 考察

#### 5.5.1 RQ1 に関する考察

アンケート 1 の Q1 (図 4)、アンケート 2 の Q1 (図 5、図 6、図 7、図 8) に対する実験結果に基づき、結果に一貫性がある動きについて考察する。具体的には、(1) 一貫して、参加者が発言したエピソードの感情グループに沿って、表現していると感じられる感情グループが変化する動きと、(2) 一貫して、参加者がどの感情グループのエピソードを発言しても、表現していると感じられる感情グループが変わらない動きについて考察を深める。(1) は前後 1 往復、(2) は左右継続往復、前停止である。

前後 1 往復の動きは、参加者がエージェントの動きを見るだけの実験 1 (図 4) では感情グループ PD, PA の感情のみ表現していると感じられていたが、参加者がエピソードを話した後にエージェントの動きを見る実験 2 (図 5~図 8) では、エピソードに沿った感情を表現していると感じられていた。これは、この動きが人間が首を縦に振り頷く動作に似ているためだと考えられる。すなわち、人間の頷きは、肯定や共感の表現に用いられるため、エージェントの前後 1 往復の動きも、参加者のエピソードの感情と同じ感情を表現したと参加者が感じたと考えられる。

左右継続往復の動きは、実験 1 (図 4) では感情グループ PD, PA の感情のみ表現していると感じられ、実験 2 (図 5~図 8) でも、変わらず感情グループ PD, PA のエピソードに沿った感情のみ表現していると感じられていた。この動きは、他の停止する動きと比べて活発な動きで

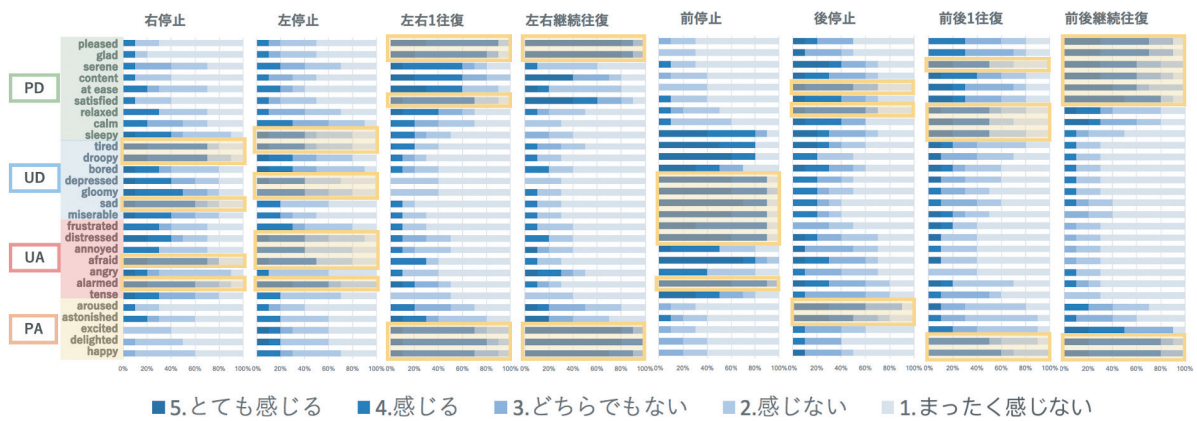


図 4 アンケート 1 : Q1 の結果 (n = 10)\*2  
 Fig. 4 The responses for the questionnaire 1: Q1 (n = 10).

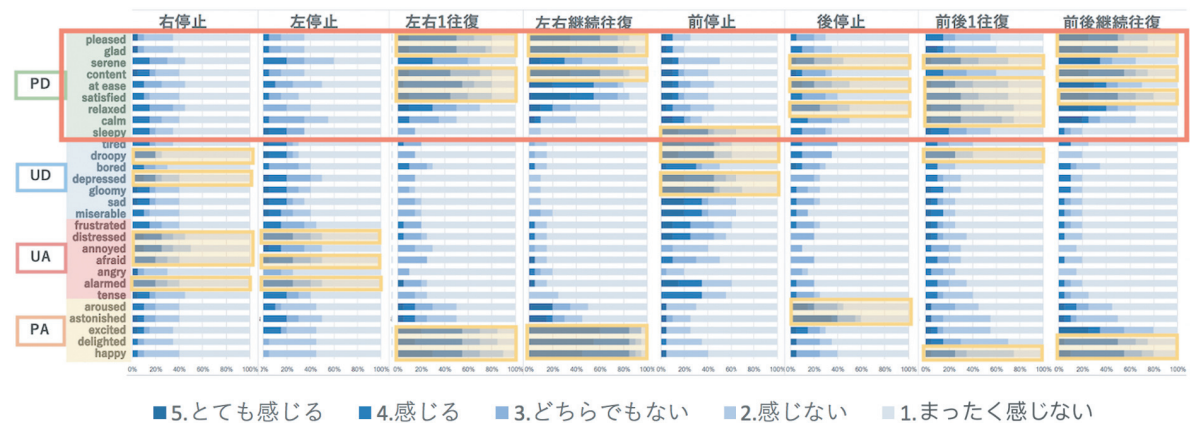


図 5 アンケート 2 : Q1 · PD の結果 (n = 10)\*2\*3  
 Fig. 5 The responses for the questionnaire 2: Q1 · PD (n = 10).

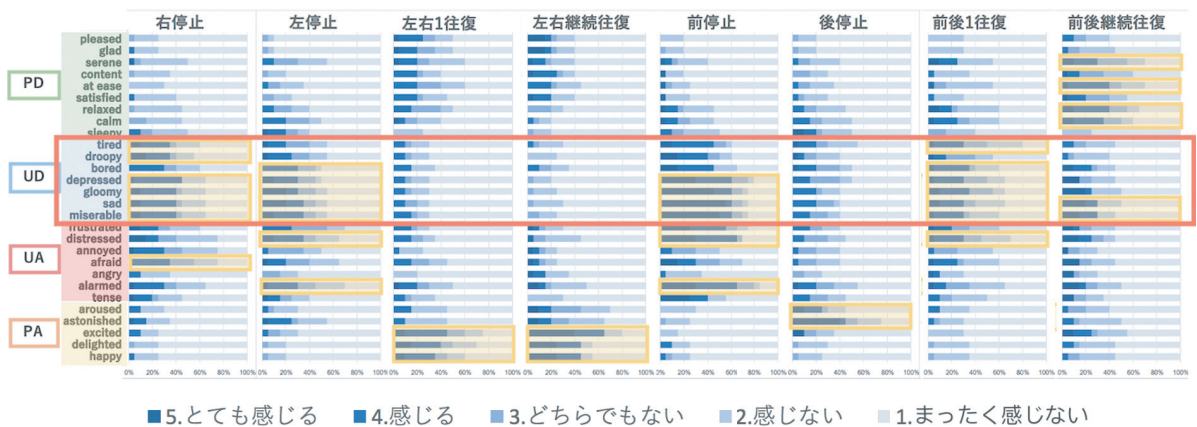


図 6 アンケート 2 : Q1 · UD の結果 (n = 10)\*2\*3  
 Fig. 6 The responses for the questionnaire 2: Q1 · UD (n = 10).

ある。動きの活発さと喜びの表現は関連がある [27] ことから、感情グループ PD, PA の感情を表現していると感じられていたと考えられる。

前停止の動きは、実験 1 (図 4) では感情グループ UD,

UA の感情のみ表現していると感じられ、実験 2 (図 5～図 8) でも、変わらず感情グループ UD, UA のエピソードに沿った感情を主に表現していると感じられていた。これは、この動きが人間が背中を丸め前傾する動作に類似しているためだと考えられる。すなわち、人間が背中を丸め前傾する動作は、落胆しているときや自信がないときに行うため、エージェントの前停止の動きも、感情グループ UD,

\*2 肯定回答数が閾値 (平均+標準偏差) 以上であった感情ラベルを黄色でマーク。  
 \*3 参加者が発言したエピソードの感情グループを赤色でマーク。

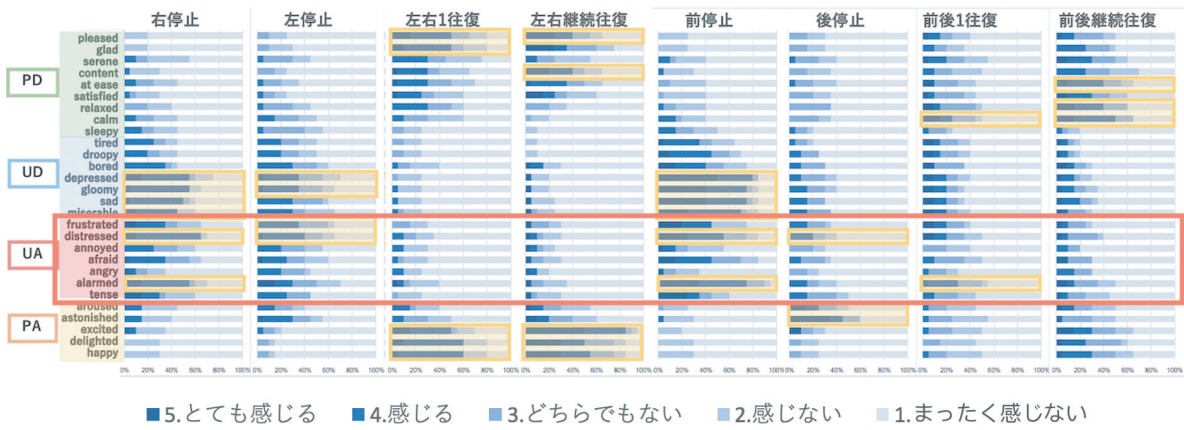


図 7 アンケート 2 : Q1・UA の結果 (n = 10)\*2\*3

Fig. 7 The responses for the questionnaire 2: Q1・UA (n = 10).

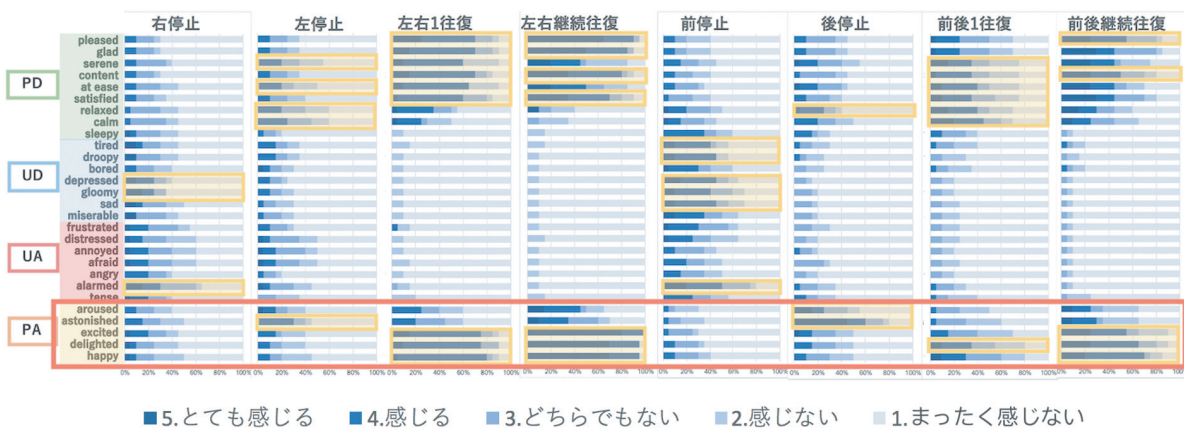


図 8 アンケート 2 : Q1・PA の結果 (n = 10)\*2\*3

Fig. 8 The responses for the questionnaire 2: Q1・PA (n = 10).

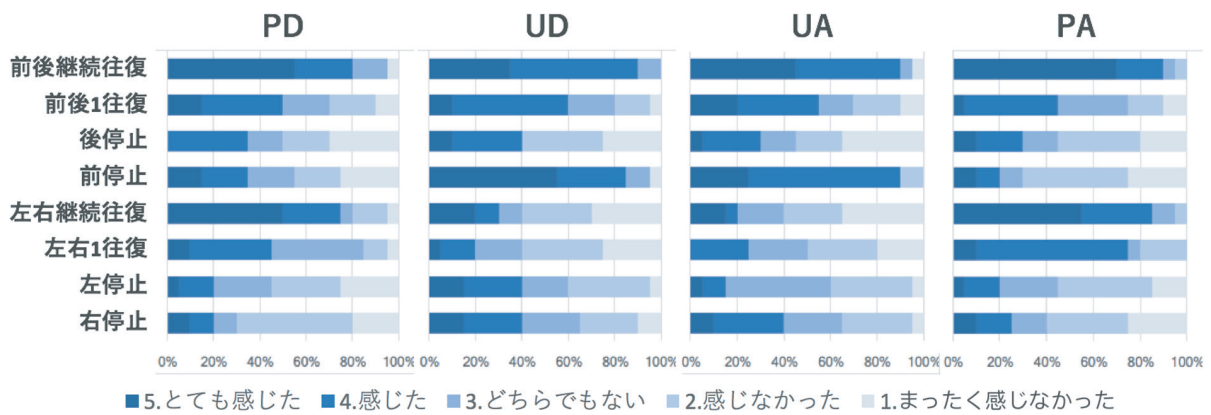


図 9 アンケート 2 : Q2 の結果 (n = 10)

Fig. 9 The responses for the questionnaire 2: Q2 (n = 10).

UA の感情を表現したと参加者が感じたと考えられる。

上記をふまえ、次の結論 R1 が導出される。

**R1** : 前後 1 往復に対しては、動きを見ただけの場合は PD・PA の感情を示されたと感じ、エピソードを話した後に動きを見た場合はエピソードに沿った感情を示されたと感じる。左右継続往復に対しては、エピソードを話すかどうか

によらず、PD・PA の感情を示されたと感じる。前停止に対しては、エピソードを話すかどうかによらず、UD・UA の感情を示されたと感じる。

### 5.5.2 RQ2 に関する考察

アンケート 2 の Q2 への回答結果 (図 9) を見ると、前後 1 往復の動きは、参加者がどの感情グループのエピソード

ドを話した場合も共感されたと感じる度合いがおおむね高く、PD・PAのエピソードを話した場合は左右継続往復、UD・UAのエピソードを話した場合は前停止の動きを見ると共感されたと感じる度合いが高くなる事が分かる。これはR1と矛盾しない結果である。

しかし、R1からは予想できない事象も認められた。それは、どの感情のエピソードを話した場合でも、前後継続往復をみた場合に共感されたと感じる度合いが高かったことである。つまり、この動きは、ユーザにとって、特定の感情を強く表しているようには感じられないが、自分に共感してくれてはいると感じるものであることが示唆される。

上記をふまえ、次の結論R2が導出される。

**R2:** 前後1往復・前後継続往復に対しては、どの感情のエピソードを話した後に見た場合でも共感されたと感じる。左右継続往復に対しては、PA・PDのエピソードを話した後に動きを見た場合には共感されたと感じる。前停止に対しては、UA・UDのエピソードを話した後に動きを見た場合には共感されたと感じる。

## 6. おわりに

本研究では、曖昧な見た目・表現方法を用いることにより、エージェントが共感しているとユーザが感じやすいシステムの実現を目指している。このシステムの実現を目指し、本稿では、自身の発言に対してエージェントに曖昧性の高い“動き”で共感表現をされたとき、ユーザは共感されたと感じるかどうか検証を行った。検証の結果、ユーザは、前後1往復・前後継続往復に対しては、どの感情のエピソードを話した後に見た場合でも共感されたと感じ、左右継続往復に対しては、PA・PDのエピソードを話した後に動きを見た場合には共感されたと感じ、前停止に対しては、UA・UDのエピソードを話した後に動きを見た場合には共感されたと感じる傾向にあることが分かった。この知見は、本研究が実現を目指すエージェントだけでなく、HAIの研究領域に広く貢献しうるものであると考える。

しかし、現時点では本研究にはいくつか制約がある。本稿ではエージェントの見た目による影響を排除するため、あえて見た目に特徴がないエージェントを用いて検証を行っている。見た目に特徴がある(例:顔がある)エージェントにおいても本知見がそのまま適用できるか否かは未検証である。また、今回の検証では、ユーザが特定の感情に関連するエピソードを話した後にエージェントが動きを行うシーンにフォーカスしているため、より複雑なコミュニケーションシーンにおいて本稿の知見が成立するか否かも不明である。

今後は、妥当な利用シーンをいくつか選定し、そのシーンに適した見た目のエージェントや、そのシーンで起こりうるコミュニケーションシーンにおいても、本稿で得られた知見が成立するか否か、検証を継続する予定である。

次に、本稿ではエージェントの動きを前後左右に限定した際の基本的な8種類の動きを検証することにとどまっているため、より複雑なエージェントの動きについての検証はできていない。また、本稿では著者らで事前検討を行い、エージェントが動いていることをユーザが見逃さない条件として傾く時間を4秒、傾く回数を4回と設定しているが、傾く時間や傾く回数が、共感表現に影響を与える可能性も考えられる。

今後、より複雑なエージェントの動きについての検証や傾く時間、傾く回数などのパターンも検証する必要がある。

## 参考文献

- [1] 日道俊之: 共感の多層的なメカニズムの検討, エモーション・スタディーズ, Vol.2, No.1, pp.38-45 (2016).
- [2] 岡村直樹: クリスマスニューズのラポール形成に関する質的研究, キリストと世界: 東京基督教大学紀要, Vol.22, pp.78-104 (2012).
- [3] ヴイストーン株式会社: Sota, 入手先 (<http://vstone.co.jp/products/sota/index.html>) (参照 2020-04-07).
- [4] 株式会社パートナーズ: 音声認識人形 おしゃべりみーちゃん, 入手先 (<http://www.ptns-sp.com/our-products/oshaberi-mi-chan/>) (参照 2020-04-07).
- [5] 柴田万里那, 大西俊輝, 呉 健朗, 長岡大二, 中原涼太, 宮田章裕: 柔らかい物体の動きによる共感表現方法の基礎検討, 情報処理学会インタラクティブ 2019 論文集, pp.572-575 (2019).
- [6] 柴田万里那, 大西俊輝, 呉 健朗, 宮田章裕: 柔らかい物体の動きによる共感表現方法の基礎検証, 情報処理学会研究報告 (UBI), Vol.2019-UBI-62, No.11, pp.1-6 (2019).
- [7] Ayadi, M.E., Kamel, M.S. and Karray, F.: Survey on Speech Emotion Recognition: Features, Classification Schemes, and Databases, *Pattern Recognition*, Vol.61, pp.572-587 (2011).
- [8] Schuller, B.W.: Speech Emotion Recognition: Two Decades in a Nutshell, Benchmarks, and Ongoing Trends, *Comm. ACM*, Vol.61, pp.90-99 (2018).
- [9] Juslin, P.N. and Laukka, P.: Impact of intended emotion intensity on cue utilization and decoding accuracy in vocal expression of emotion, *Emotion*, Vol.1, No.4, pp.381-412 (2001).
- [10] Wu, C., Lin, J. and Wei, W.: Survey on audiovisual emotion recognition: databases, features, and data fusion strategies, *APSIPA Trans. Signal and Information Processing*, Vol.3, Article No.e12 (2014).
- [11] 森 博章, 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 西口敏司: コミュニケーションを円滑に進めるための表情変化検出方式の検討, 情報処理学会研究報告 (CVIM), Vol.164, pp.161-164 (2008).
- [12] 吉田怜司, 伊藤哲平, 染谷祐理子, 田中智史, 池田悠平, 菅谷みどり: Emotion Visualizer: 生体情報を用いた感情推定と可視化と応用, 情報処理学会インタラクティブ 2018 論文集, pp.322-326 (2018).
- [13] Maatman, R.M., Gratch, J. and Marsella, S.: Natural behavior of a listening agent, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.3661, pp.25-36 (2005).
- [14] 有賀玲子, 渡邊淳司, 布引純史: 図形の伸縮によるエージェントの感情表現に関する印象評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017 論文集 (2017).
- [15] 熊崎周作, 竹内勇剛: 他者性の知覚と共感を誘発する自己投影像, 2014 年度日本認知科学会第 31 回大会, pp.724-730



- (2014).
- [16] Wang, N. and Gratch, J.: Can Virtual Human Build Rapport and Promote Learning?, *The 14th International Conference on Artificial Intelligence in Education*, pp.737-744 (2009).
- [17] 沼田崇志, 朝 康博, 北垣友博, 橋本剛明, 唐沢かおり: ユーザの感情の種類と原因を考慮した対話エージェントの応答モデルの開発, *情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集*, pp.923-926 (2019).
- [18] 沼田崇志, 朝 康博, 牧 敦: 感情表現を模倣する対話エージェントの開発とその評価, *日本バーチャルリアリティ学会 VR 学研報*, Vol.24, No.CS-2, pp.57-62 (2019).
- [19] Fuente, L.A., Ierardi, H., Pilling, M. and Crook, N.T.: Influence of Upper Body Pose Mirroring in Human-Robot Interaction, *Social Robotics*, Vol.9388, pp.214-223 (2015).
- [20] 板垣祐作, 小野哲雄: 共感に基づくヒューマンエージェントインタラクシオンの実現, *情報処理学会第 70 回全国大会*, pp.291-292 (2008).
- [21] 佐藤鑑永, 木藤恒夫: 対象物の実体性がアニマシー知覚に与える影響, *久留米大学心理学研究* 2011, No.10, pp.45-51 (2011).
- [22] Gonzalez, A.C., Admoni, H. and Scassellati, B.: Effects of form and motion on judgments of social robots' animacy, likability, trustworthiness and unpleasantness, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.90, pp.27-38 (2016).
- [23] Harlow, H.F.: The nature of Love, *American Psychologist*, Vol.13, pp.673-685 (1958).
- [24] 山下裕基, 石原 尚, 池田尊司, 浅田 稔: 被覆接触によるロボットの性格印象変化における外観の影響, *情報処理学会研究報告 (HCI)*, Vol.2017-HCI-171, No.10, pp.1-8 (2017).
- [25] Mehrabian, A.: Communication without words, *Psychological Today*, Vol.2, pp.52-55 (1968).
- [26] Fraser, M.N. and Gilbert, N.G.: Simulating speech systems, *Computer Speech and Language*, Vol.5, pp.81-99 (1991).
- [27] Wallbott, H.G.: Bodily expression of emotion, *European Journal of Social Psychology*, Vol.28, pp.879-896 (1998).



吳 健朗 (正会員)

2020 年日本大学大学院総合基礎科学研究科博士前期課程修了。ヒューマンコンピュータインタラクシオンの研究に従事。2017 年 VR 学会サイバースペース研究賞, 2018 年情報処理学会 GN 研究賞, 山下記念研究賞。



宮田 章裕 (正会員)

2005 年日本電信電話株式会社入社。2008 年慶應義塾大学大学院博士課程修了。2016 年より日本大学文理学部情報科学科准教授。ヒューマンコンピュータインタラクシオンの研究に従事。情報処理学会 2017 年度・2018 年度論文賞。ACM, 日本バーチャルリアリティ学会, ヒューマンインタフェース学会, 日本データベース学会各会員。博士 (工学)。本会シニア会員。



柴田 万里那

2020 年日本大学文理学部情報科学科卒業。



大西 俊輝 (学生会員)

2020 年日本大学文理学部情報科学科卒業。同年日本大学大学院総合基礎科学研究科博士前期課程に進学, 現在に至る。ヒューマンコンピュータインタラクシオンの研究に従事。