柔らかい物体の動きによる
共感表現方法

令和元年度　卒業論文

日本大学　文理学部　情報科学科　宮田研究室

柴田　万里那

概要

心の中にある話を他者に聞いてもらい，共感してもらうことは，心の安定，ストレス解消に繋がる．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．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問題がある．そこで本研究では，柔らかい物体の動きによる共感表現方法を提案する．これは，布でできた直方体型のエージェントがユーザに対して“動き”で共感表現を行うものである．この提案により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は自身に都合の良いように解釈し，ユーザはエージェントに共感されていると感じやすくなり，問題を解決できると考えられる．どのような動きが共感表現を行うことができるか検証実験を行なった結果，前後継続往復の動きは PLEASANT，UNPLEASANT どちらの感情にも共感表現することができ，左右継続往復 の動きは PLEASANT の感情に共感表現することができ，前停止の動きは UNPLEASANT の感情に共感表現することができる可能性があることを確認できた．

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．

目 次

第 1 章　序論 **1**
1.1　研究の背景 2
1.2　研究の目的 2
1.3　本論文の構成 2

第 2 章　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 **4**
2.1　ユーザの感情推定に関する研究事例 5
2.2　エージェントの表現方法に関する研究事例 5
2.3　エージェントの見た目・触り心地に関する研究事例 6

第 3 章　研究課題 **7**
3.1　問題の定義 8
3.2　研究課題の設定 8

第 4 章　柔らかい物体の動きによる 共感表現方法の提案 **9**
4.1　アプローチ 10
4.2　柔らかい物体の動きによる共感表現方法の提案 10

第 5 章　見た目と表現方法の曖昧性の高い 共感表現エージェントの実装 **12**
5.1　旧エージェント 13
5.1.1　旧エージェントの見た目・触り心地 13
5.1.2　旧エージェントの表現方法 13
5.2　新エージェント 15
5.2.1　新エージェントの見た目・触り心地 15
5.2.2　新エージェントの表現方法 15

第 6 章　評価実験 **16**
6.1　旧エージェントの実験 17
6.1.1　実験の目的 17

6.1.2　実験の概要 17
6.1.3　実験の手順 17
6.1.4　実験結果・考察 17
6.2　新エージェントの実験 20
6.2.1　実験の目的 20
6.2.2　実験の概要 20
6.2.3　実験の手順 20
6.2.4　実験結果・考察 22

第 7 章　結論 **31**

参考文献 **33**

研究業績 **36**

図 目 次

4.1 概念図 11

5.1 旧エージェントの見た目 13
5.2 エージェントの内部 14
5.3 新エージェントの見た目 15

6.1 ラッセルの円環モデル 18
6.2 旧エージェントアンケート 1 : Q1 の結果（n=10） 27
6.3 新エージェントアンケート 2 : Q1 の結果（n=10） 28
6.4 新エージェントアンケート 3 : Q1 の結果（n=10） 29
6.5 新エージェントアンケート 3 : Q2 の結果（n=10） 30

表 目 次

5.1 利用機材一覧 13
5.2 旧エージェントの動き一覧 14
5.3 新エージェントの動き一覧 15

6.1 アンケート 1 18
6.2 アンケート 2 21
6.3 アンケート 3 22

第1章　序論

1.1 研究の背景

心の中にある話を他者に聞いてもらい，共感してもらうことは，多くの人にとって心の安定，ストレス解消に繋がる [1]．例えば，テストであまり良い成績を残せず悔しい思いをしている時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，気持ちの整理をすることができる．また，コミュニケーション内で共感することは，相互の信頼を生むことができる事柄として注目されている [2]．しかし，忙しい現代社会において，いつでもこのような話の聞き手になってくれる人がいるわけではない．そもそも，話の聞き手が存在しない人も少なくない．

近年では，話の聞き手として，[3]，[4] のような対話型エージェントが注目されている．しかし，既存技術の対話型エージェントには，共感の前提となる感情推定の技術が不完全である問題や，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問題がある．

1.2 研究の目的

本研究では，1.1 節で述べた問題の解決を目指す．共感の前提となる感情推定の技術が不完全である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，感情推定の技術が現在もな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，本論文では，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．以上より，感情推定が不完全であってもユーザに受け入れてもらいやすいエージェントの共感表現を実現し，検証実験から有効性を確認することを目的とする．

1.3 本論文の構成

本論文の構成は次のとおりである．

2 章では，ユーザの感情推定に関する研究事例，エージェントの表現方法に関する研究事例，エージェントの見た目・触り心地に関する研究事例について紹介する．

3 章では，対話型エージェントの既存技術において生じる問題点について述べ，それらを踏まえた上で本研究における課題を設定する．

4 章では，エージェントの共感表現をユーザが都合よく解釈できるように，柔らかい物体の動きによる共感表現方法を提案する．

5 章では，エージェントの見た目・触り心地，表現方法を中心に，新旧 2 種の曖昧性の高い共感表現エージェントの実装方法について述べる．

6 章では，旧エージェント，新エージェントを用いた実験の目的や手順について述べ，実験結果からどのような動きがどのような感情表現，共感表現を行うことができるかについて述べる，

最後に 7 章にて，本論文の結論を述べる．

第2章　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

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 節では，ユーザの感情推定に関する研究事例について紹介する．2.2 節では，エージェントの表現方法に関する研究事例について紹介する．2.3 節では，エージェントの見た目・触り心地に関する研究事例について紹介する．

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として，[5]，[6]，[7]，[8]，[9]，[10] が挙げられる．

[5]，[6]，[7] では，音声感情認識について研究を行っている．[5] は，音声感情認識システムを設計する際の感情分類について調査している．感情分類を調査することによって，音声表現に対する適切な特徴量の選択，適切に感情を分類するための案，感情的言葉のデータベースの用意といった事柄に対処できる．[6] は，音声感情認識の最も重要なマイルストンの概要について述べている．また，言葉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，自然なやり取りにおいて重要な事柄である感情モデリングが欠けていることを強調している．[7] は，感情と音声の基本周波数が関係していることについて述べている．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．

[8]，[9] では，表情を用いた感情推定について研究を行っている．[8] は，顔や声の表現を含むバイモーダル情報を用いた感情推定について調査している．既存の感情推定技術の問題について概説し，対処案を示している．[9] は，横顔の微妙な表情の変化に着目した認識方式を検討している．分析により，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．

[10] 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として，[11]，[12]，[13]，[14]，[15]，[16]，[17]，[18]，[3]，[4] が挙げられる．

[11]，[12] 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．[11] は，人型の仮想空間エージェントが首を振ったり頷いたりし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ることができるようにしている．[12] は，正円が伸縮するアニメーションを用いて，図形の伸縮運動とそれに伴って想起される感情の対応関係について調査している．実験により，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，正弦波と余弦波の積，三角波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を示している．

[13]，[14]，[15]，[16]，[17] では，人間を模倣して感情表現する研究を行っている．[13] は，自分の振る舞いをデフォルメして単純な物体の振る舞いをデザインすることで，対人反応にどのような変化が生じるか検証している．ユーザの振る舞いを棒人間にデザインし，ユーザが棒人間に対して感情を推測することで，共感することができると示唆している．[14] は，人型の姿勢模倣エージェントを用いてフィードバックの即時性について述べている．非言語の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示唆している．[15]，[16] 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．実験により，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を示している．[17] 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．実験により，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を示している．

[18] では，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．

[3]，[4] では，発言したり手を使ったジェスチャ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．

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として，[19]，[20]，[21]，[22] が挙げられる．[19] 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．実験により，実体の有無に関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てしまったと示唆している．[20] は，ロボットの外観と動きの特徴の組み合わせが，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．実験により，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示唆している．[21] は，ワイヤで作成した猿型の人形と布で覆い作成し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．実験により，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を示唆している．[22] 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のか分析している．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．

第3章　研究課題

3.1　問題の定義

心の中にある話を他者に聞いてもらい，共感してもらうことは，多くの人にとって心の安定，ストレス解消に繋がる [1]．また，コミュニケーション内で共感することは，相互の信頼を生むことができる事柄として注目されている [2]．しかし，忙しい現代社会において，いつでもこのような話の聞き手になってくれる人がいるわけではない．そもそも，話の聞き手が存在しない人も少なくない．

近年では，話の聞き手として，[3]，[4] のような対話型エージェントが注目されている．しかし，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であることである．現在に至るまで，[5]，[6]，[7]，[8]，[9]，[10] のような，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，現時点で人間の感情推定が完璧であるとは言えない．

2 つ目の問題は，既存技術の感情表現の多くが明示的な表現であり，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ということである．例えば，[18]，[3]，[4] の発言するという手段は，明示的な感情表現であると言える．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な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．

3.2　研究課題の設定

3.1 節で定義した問題をふまえ，本研究では，感情推定が不完全であってもユーザに受け入れてもらいやすい，エージェントの共感表現方法を確立することを研究課題として設定する．

第4章　柔らかい物体の動きによる共感表現方法の提案

4.1　アプローチ

3.2 節で述べた研究課題を達成するために，本研究では 2 つの仮説を立てる．1 つ目の仮説は，エージェントの見た目や表現方法の曖昧性を高めることで，エージェントの共感表現の曖昧性も高まるということである．2 つ目の仮説は，エージェントの共感表現が曖昧である場合，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，共感表現をユーザは自身に都合の良いように解釈し，エージェントに共感されていると感じやすくなるということである．

4.2　柔らかい物体の動きによる共感表現方法の提案

4.1 節で述べた仮説に基づき，本研究で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の実現を行う．エージェントの実現にあたり，エージェントの見た目・素材，エージェントの共感表現方法について考える．はじめに，エージェントの見た目・素材について考える．エージェントの見た目を実世界の生物に似せる場合，[19] では，モータ音が原因で生物らしさが損なわれてしまうことが示唆され，[20] では，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．エージェントの触り心地を良くすることは，[21]，[22] より，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．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かつ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．

次に，エージェントの共感表現方法について考える．対面でコミュニケーションを行う場合，[23] では，メッセージの 7 %を言語内容で伝え合うことに対して，55 %を表情や仕草で伝え合うことが示唆されている．また，[2] より，非言語情報で行う共感と信頼を築くことは深く関わりがあり，[11] より，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示唆されている．非言語情報を用いてコミュニケーションを行う研究は，[13]，[14]，[15]，[16]，[17] のように数多く行われており，ユーザの模倣を行うことで共感を表現できると示している．これらをふまえ，エージェントの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 [12] が示唆されている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．

これまでの検討に基づき，本研究では柔らかい物体の動きによる共感表現方法を提案する [24][25]．図 4.1 に概念図を示す．これは，布でできた直方体型のエージェントがユーザに対して動きのみで共感表現を行うものである．

本提案により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は自身に都合の良いように解釈し，ユーザはエージェントに共感されていると感じやすくなり，3.2 節で述べた研究課題が達成できると考えられる．

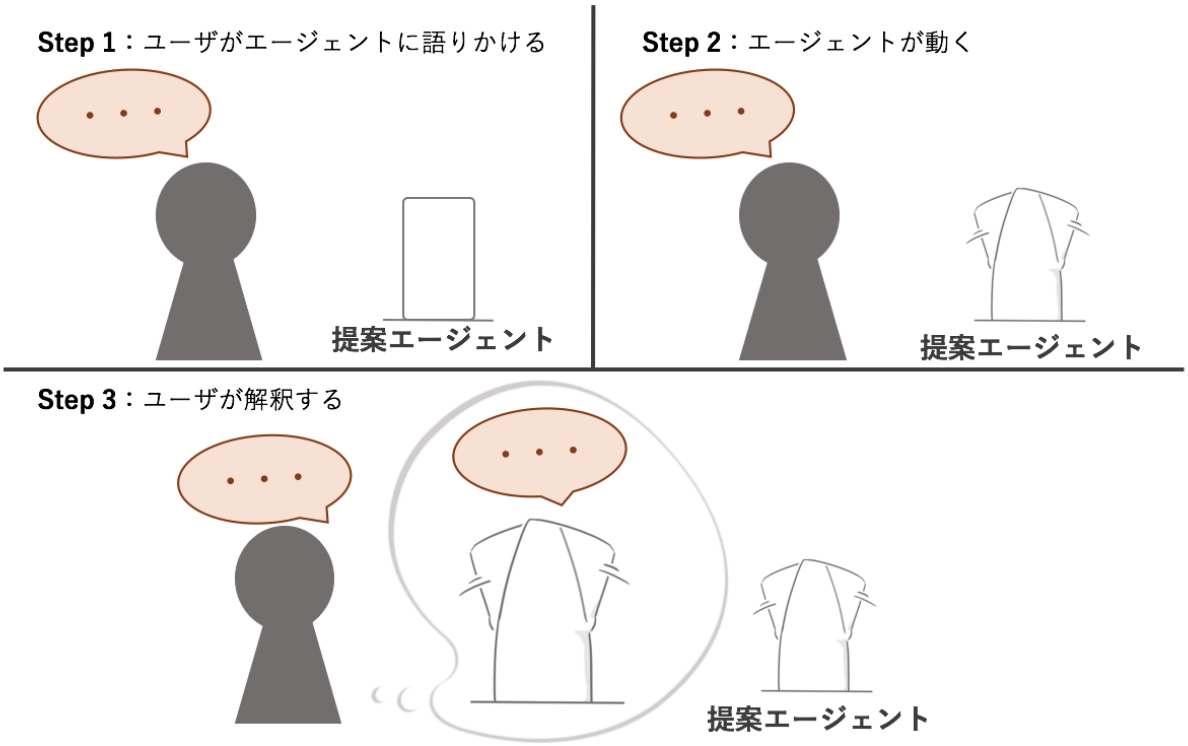
Step 1：ユーザがエージェントに語りかける
提案エージェント
Step 2：エージェントが動く
提案エージェント
Step 3：ユーザが解釈する
提案エージェント

図 4.1: 概念図

第5章　見た目と表現方法の曖昧性の高い共感表現エージェントの実装

図 5.1: 旧エージェントの見た目

表 5.1: 利用機材一覧

機材	詳細
サーボモータ	マイクロサーボ SG92R
マイクロコンピュータ	Raspberry Pi 3

本章では，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の実装方法について述べる．初めに作成したエージェントを旧エージェント，後に作成したエージェントを新エージェントとする．5.1 節では旧エージェントの見た目・触り心地，表現方法について，5.2 節では新エージェントの見た目・触り心地，表現方法について述べる．

5.1　旧エージェント

5.1.1　旧エージェントの見た目・触り心地

旧エージェントの見た目を図 5.1 に示す．4 章で述べたように，エージェントの見た目は，曖昧性を高めるために，生物を想像させない抽象的な形状である直方体を用いた．エージェントの素材は，触り心地をよくするために布を用いた．

5.1.2　旧エージェントの表現方法

旧エージェントの内部を図 5.2 に示す．エージェントの表現方法は，4 章で述べたように，言葉と比べて多義的な表現である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した．エージェントを動かす際の利用機材は表 5.1 に示す．エージェントの上部には，糸 4 本をそれぞれ布の上部 4 辺に取り付けた．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た．下部にはマイクロコンピュータを取り付けた．マイクロコンピュータでサーボモータを制御し，糸を巻き取ることでエージェントを動かすことができる．例えば，前方の糸を巻き取ることによって，

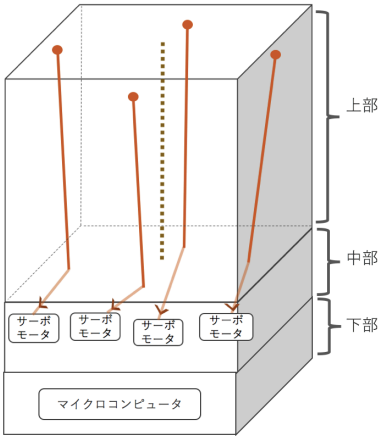

図 5.2: エージェントの内部

表 5.2: 旧エージェントの動き一覧

動き	説明	方法
右停止（小）	ユーザから見て右方に 10 度，4 秒間傾く	物体の右に付けた糸をサーボモータで小さく引っ張り停止させる
右停止（大）	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大きく引っ張り停止させる
左停止（小）	ユーザから見て左方に 10 度，4 秒間傾く	物体の左に付けた糸をサーボモータで小さく引っ張り停止させる
左停止（大）	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大きく引っ張り停止させる
左右 1 往復（小）	ユーザから見て左右に 10 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小さく交互に引っ張る
左右 1 往復（大）	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大きく交互に引っ張る
左右継続往復（小）	ユーザから見て左右に 10 度，継続的に傾く	物体の左右に付けた糸をサーボモータで小さく交互に引っ張り続ける
左右継続往復（大）	ユーザから見て左右に 25 度，継続的に傾く	物体の左右に付けた糸をサーボモータで大きく交互に引っ張り続ける
前停止（小）	ユーザから見て前方に 8 度，4 秒間傾く	物体の前に付けた糸をサーボモータで小さく引っ張り停止させる
前停止（大）	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大きく引っ張り停止させる
後停止（小）	ユーザから見て後方に 8 度，4 秒間傾く	物体の後ろに付けた糸をサーボモータで小さく引っ張り停止させる
後停止（大）	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大きく引っ張り停止させる
前後 1 往復（小）	ユーザから見て前後に 8 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小さく交互に引っ張る
前後 1 往復（大）	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大きく交互に引っ張る
前後継続往復（小）	ユーザから見て前後に 8 度，継続的に傾く	物体の前後に付けた糸をサーボモータで小さく交互に引っ張り続ける
前後継続往復（大）	ユーザから見て前後に 15 度，継続的に傾く	物体の前後に付けた糸をサーボモータで大きく交互に引っ張り続ける

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．なお，エージェントで使用している言語は Python であり，PC のコンソール上に動きの種類を入力することで，エージェントが動作する．旧エージェントの動きを表 5.2 に示す．動きの方向は，図 5.1 の方向から見た面を正面とした場合の左右前後とした．これらの動きは，動きの方向を前後左右に限定した際の表現可能な動きを網羅しているものである．

図 5.3: 新エージェントの見た目

表 5.3: 新エージェントの動き一覧

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，連続的に傾く	物体の左右に付けた糸をサーボモータで交互に引っ張り続ける
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，継続的に傾く	物体の前後に付けた糸をサーボモータで交互に引っ張り続ける

5.2　新エージェント

5.2.1　新エージェントの見た目・触り心地

新エージェントの見た目を図 5.3 に示す．旧エージェントと同様に，エージェントの見た目は，曖昧性を高めるために，生物を想像させない抽象的な形状である直方体を用いた．エージェントの素材は，触り心地をよくするために布を用いた．新エージェントでは，色が与える印象の影響を抑えるため，布の色は白色とした．

5.2.2　新エージェントの表現方法

新エージェントの内部，表現方法，利用機材は，旧エージェントと同様である（図 5.2，表 5.1）．新エージェントの動きを表 5.3 に示す．これらの動きは，動きの方向を前後左右に限定した際の表現可能な動きを網羅しているものである．旧エージェントの実験結果（図 6.2）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，新エージェントでは傾きの大小を考慮しなかった．

第6章　評価実験

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に都合の良いように解釈させることを提案するものである．提案手法の有効性を厳密に評価するために，本研究では，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．6.1 節では，旧エージェントがどのような感情を表現できる可能性があるか検討するために行った実験について述べる．6.2 節では，新エージェントがどのような感情を表現できる可能性があるか，どのような感情に共感表現できる可能性があるか検討するために行った実験について述べる．

6.1　旧エージェントの実験

6.1.1　実験の目的

提案手法の有効性を確認するために，本研究の基礎検討として，エージェントがある動きを行なったとき，エージェントがどのような感情を表現しているとユーザが感じるのか明らかにすることを実験目的とする．

6.1.2　実験の概要

本実験の被験者は 20 代の学生 10 名（男性 9 名，女性 1 名）である．実験に外因が混入することを防ぐため，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．なお，被験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．

6.1.3　実験の手順

被験者に表 5.2 の 16 種の動きを見てもらい，それぞれに対してアンケートに答えてもらうことで，エージェントがどのような感情を表現していると感じられたかを調べる．しかし，16 種の動きに関する事前知識が一切無い場合，被験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．例えば，1 番目の動きに対しては，被験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，被験者にエージェントの 16 種の動きを実際に見てもらう準備フェーズを設けた．この準備フェーズの後，被験者にエージェントの動きを 1 回ずつ見てもらい，その都度アンケート 1（表 6.1）に回答してもらう．この時，順序効果を相殺するために，被験者ごとに見せる動きの順番をランダムに入れ替える．なお，アンケート 1 の Q1 では，ラッセルの円環モデル（図 6.1）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．

6.1.4　実験結果・考察

表 6.1: アンケート 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 6.1 の 28 種の各感情について 5 件法
Q2	物体が感情を表現していると感じたか	5 件法
Q3	その他，感じたことがあれば回答してください	自由記述

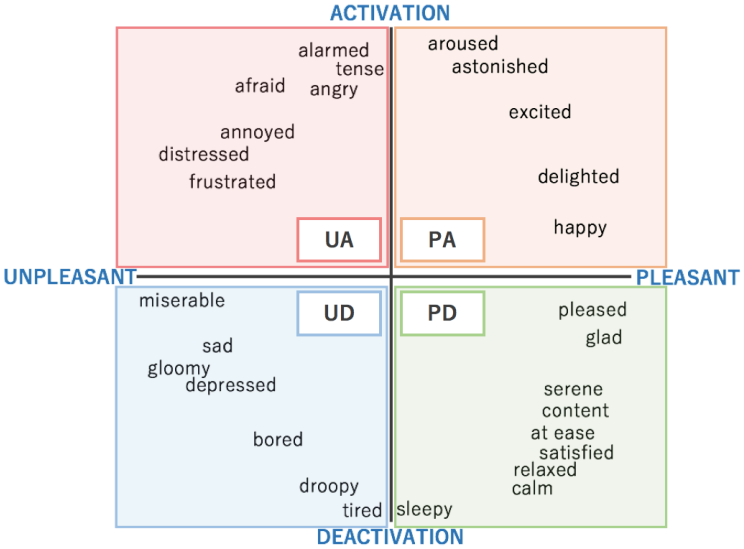

図 6.1: ラッセルの円環モデル

アンケート 1 の Q1 の回答結果を図 6.2 に示す．図 6.2 における縦軸は感情ラベル，横軸は各感情に対する被験者の回答である．以下，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”と回答されたものを「肯定回答」とする．

“物体がどの感情を表現していると感じられたか”という質問に対し，1 種の動きに対して 28 種の感情いずれかで肯定回答した被験者数に大きな偏りが生じた動きは，左停止（小），左右 1 往復（小），左右 1 往復（大），左右継続往復（小），左右継続往復（大），前停止（小），前停止（大），後停止（小），後停止（大），前後継続往復（大）であった．肯定回答した被験者数にあまり偏りがなかったものは，前後 1 往復（小），前後 1 往復（大）であった．左停止（小）は，tired，bored，distressed それぞれの感情に肯定回答した被験者は 50 %であった．左右 1 往復（小）は，glad，delighted，happy それぞれの感情に肯定回答した被験者は 60 %であった．左右 1 往復（大）は，pleased，excited，delighted それぞれの感情に肯定回答した被験者は 50 %であった．左右継続往復（小），左右継続往復（大）は，pleased，glad，delighted，happy それぞれの感情に肯定回答した被験者は 90 %，excite に肯定回答した被験者は 100 %であった．前停止（小）は，depressed に肯定回答した被験者は 80 %であった．前停止（大）は，depressed，miserable それぞれの感情に肯定回答した被験者は 80 %であった．後停止（小），後停止（大）は，astonished に

肯定回答した被験者は 70 %であった．前後継続往復（大）では，delighted に肯定回答した被験者は 80 %であった．

はじめに，図 6.2 の縦軸の各感情に対する被験者の回答がある程度一致するものについて考察する．

左停止（小）の考察　左停止（小）は，“ 困っている ”，“ うんざりしている ”，“ 疲れている ” のような比較的 UNPLEASANT で DEACTIVATION な意味を持つ感情を被験者が感じ取る傾向が見られた．また，“ 首を傾げているように感じた ” や “ 悩んでるように感じた ” というコメントが得られた．これは，人間が考え事をする際の空を見る姿や疑問を感じる際の首をかしげる姿が連想されたためであると考えられる．

左右継続往復（小），左右継続往復（大）の考察　左右継続往復（小），左右継続往復（大）は，“ 楽しい ”，“ うきうきしている ”，“ 喜んでいる ” のような比較的 PLEASANT で ACTIVATION な意味を持つ感情を被験者が強く感じ取る傾向が見られた．ここから，エージェントが継続的に横へ揺れる動きは，強いポジティブな感情がユーザへ伝わることが示唆される．

左右 1 往復（小），左右 1 往復（大）の考察　左右 1 往復（小），左右 1 往復（大）は，各感情に対する被験者の回答の分布傾向が左右継続往復（小），左右継続往復（大）と似ていることから，左右に往復する動きは PLEASANT な感情が被験者へ伝わると考えられる．また，継続往復と 1 往復を比較した際に，1 往復の場合は少数ではあるが UNPLEASANT な感情を被験者が感じ取っていた．これは，人間の感情が 1 つに絞られず副次的なものが存在するように，エージェントの動きで副次的なものも表現できたからであると考えられる．

前停止（小），前停止（大）の考察　前停止（小），前停止（大）は，“ 憂鬱 ”，“ 悲しい ”，“ 苦しい ” のような UNPLEASANT な意味を持つ感情を被験者が強く感じ取る傾向が見られた．これは，人間の日常的な行動やアニメーションでキャラクターが悲しみのような UNPLEASANT な感情を抱くシーンで，前屈みになる場面があるためだと考えられる．

後停止（小），後停止（大）の考察　後停止（小），後停止（大）は，“ くつろいでいる ”，“ 満足している ” のような意味を持つ感情や，“ 驚き ”，“ 目覚める ” のような意味を持つ感情を被験者が感じる傾向が見られた．前者の DEACTIVATION な感情は，後ろへ反る動きが伸びをする行動を連想させたためであると考えられ，後者の ACTIVATION な感情は，後ろへ反る動きが何か起こりびっくりする行動を連想させたためであると考えられる．

前後継続往復（大）の考察　前後継続往復（大）は，“ 楽しい ”，“ 喜び ”，“ 納得する ” のような意味を持つ感情を被験者が感じる傾向が見られた．これは，前後の組み合わせの動

きが被験者に対して意見の一致に喜び，強い同意を示す行動を連想させたためであると考えられる．

最後に，結果全体に対して考察する．図 6.2 より，エージェントの 16 種の動きに対して，被験者の表現されたと感じる感情が分かれる動きと，ある程度一致する動きがあると分かった．

前後 1 往復（小），前後 1 往復（大）の考察　前後 1 往復（小），前後 1 往復（大）は，被験者の表現されたと感じる感情が分かれている．これは，前後 1 往復する動きから連想できる場面が多すぎたためだと考えられる．また，“ 頷いているように感じた ”，“ 少しため息をついているように感じた ” のように被験者それぞれが異なる場面を連想したコメントが得られた．

一方，本項で取り上げているように，被験者がエージェントから表現されたと感じる感情がある程度一致している動きもある．多少表現されたと感じる感情の種類に幅はあるものの，近しい意味を持つ感情が選択されていることから，適度な曖昧性を生み出すことができていると考えられる．ここから，これらの動きは共感表現エージェントに取り入れる価値があると確認できた．

6.2　新エージェントの実験

6.2.1　実験の目的

提案手法の有効性を確認するために，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．すなわち，本実験では下記の Research Question（RQ）を検証する．

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．

6.2.2　実験の概要

本実験の被験者は 20 代の学生 10 名（男性 9 名，女性 1 名）である．6.1.2 項と同様に，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．被験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．

6.2.3　実験の手順

被験者に表 5.3 の 8 種の動きを見てもらい，それぞれに対してアンケートに答えてもらうことで，エージェントがどのような感情を表現していると感じられたかを調べる．6.1.3

表 6.2: アンケート 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 6.1 の 28 種の各感情について 5 件法
Q2	物体が感情を表現していると感じたか	5 件法
Q3	その他，感じたことがあれば回答してください	自由記述

項と同様に，表 5.3 の 8 種の動きに関する事前知識が一切無い場合，被験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．この影響を排除するため，被験者にエージェントの 8 種の動きを実際に見てもらう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．

6.2.3.1 実験 1

実験 1 では，被験者に 8 種の動きを 1 回ずつ見てもらい，その都度アンケート 2（表 6.2）に回答してもらう．このとき，順序効果を相殺するために，被験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 2 の Q1 では，ラッセルの円環モデル（図 6.1）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．

6.2.3.2 実験 2

実験 2 では，被験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 3（表 6.3）に回答してもらう．被験者には，事前に図 6.1 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エピソードや，体験して感情グループ内の感情を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，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 6.1 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．例えば，感情グループ PA の happy を感じるエピソードについて被験者に考えてもらった場合，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．被験者の発話に対するエージェントの動きは 6.2.3.1 目同様，8 種の動きを 1 回ずつ用いる．このとき，被験者にはエージェントが 1 回動きを行うたび，アンケート 3 に回答してもらった．順序効果を相殺するために，被験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，被験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 3 の Q1 では，6.2.3.1 目同様，ラッセルの円環モデル（図 6.1）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．

表 6.3: アンケート 3

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 6.1 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，感じたことがあれば回答してください	自由記述

6.2.4 実験結果・考察

6.2.4.1 RQ1 の実験結果・考察

実験 1 におけるアンケート 2 の Q1 に対する回答結果を図 6.3 に示す．図 6.2 における縦軸は感情ラベル，横軸は各感情に対する被験者の回答の分布を表している．アンケート 2 の Q1 に対して，1 種の動きについて 28 種の感情で肯定回答した被験者数の平均+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 3 の Q1 に対する回答結果を図 6.4 に示す．図 6.4 の 4 段のグラフ群の 1 段目，2 段目，3 段目，4 段目はそれぞれ，被験者が感情グループ PD，UD，UA，PA を感じた（または，感じる予定の）エピソードを話した場合の回答分布を表す．各段の赤枠は該当する感情グループを表す．

アンケート 2 の Q1，アンケート 3 の Q1 に対する実験結果に対して，表 5.3 に示す動きごとに考察する．

右停止の考察 右停止の動きについて考察する．図 6.1，図 6.3 より，右停止の動きは感情グループ UD，UA の意味を持つ感情を被験者が感じ取る傾向が見られた．また，図 6.1，図 6.4 より，被験者が感情グループ PD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ UD，UA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UD が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UA が感じ取られ，さらに感情グループ UD が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ PA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ UD，UA が感じ取られる傾向が見られた．

左停止の考察 左停止の動きについて考察する．図 6.1，図 6.3 より，左停止の動きは感情グループ UD，UA の意味を持つ感情を被験者が感じ取る傾向が見られた．また，図 6.1，図 6.4 より，被験者が感情グループ PD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ UA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UD が感じ取られ，さらに感情グループ UA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ

UA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UA が感じ取られ，さらに感情グループ UD が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ PA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PA が感じ取られ，さらに感情グループ PD が感じ取られる傾向が見られた．

左右 1 往復の考察　左右 1 往復の動きについて考察する．図 6.1，図 6.3 より，左右 1 往復の動きは感情グループ PD，PA の意味を持つ感情を被験者が感じ取る傾向が見られた．また，図 6.1，図 6.4 より，被験者が感情グループ PD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PD が感じ取られ，さらに感情グループ PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ PD，PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ PA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PA が感じ取られ，さらに感情グループ PD が感じ取られる傾向が見られた．

左右継続往復の考察　左右継続往復の動きについて考察する．図 6.1，図 6.3 より，左右継続往復の動きは感情グループ PD，PA の意味を持つ感情を被験者が感じ取る傾向が見られた．また，図 6.1，図 6.4 より，被験者が感情グループ PD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PD が感じ取られ，さらに感情グループ PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ PD，PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ PA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PA が感じ取られ，さらに感情グループ PD が感じ取られる傾向が見られた．

前停止の考察　前停止の動きについて考察する．図 6.1，図 6.3 より，前停止の動きは感情グループ UD，UA の意味を持つ感情を被験者が感じ取る傾向が見られた．また，図 6.1，図 6.4 より，被験者が感情グループ PD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PD が感じ取られ，さらに感情グループ UD が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UD が感じ取られ，さらに感情グループ UA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UA が感じ取られ，さらに感情グループ UD が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ PA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ UD，UA が感じ取られる傾向が見られた．

後停止の考察　後停止の動きについて考察する．図 6.1，図 6.3 より，後停止の動きは感情グループ PD，PA の意味を持つ感情を被験者が感じ取る傾向が見られた．また，図 6.1，図 6.4 より，被験者が感情グループ PD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PD が感じ取られ，さらに感情グループ PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UA が感じ取られ，さらに感情グループ PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ PA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PA が感じ取られ，さらに感情グループ PD が感じ取られる傾向が見られた．

前後 1 往復の考察　前後 1 往復の動きについて考察する．図 6.1，図 6.3 より，前後 1 往復の動きは感情グループ PD，PA の意味を持つ感情を被験者が感じ取る傾向が見られた．また，図 6.1，図 6.4 より，被験者が感情グループ PD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PD が感じ取られ，さらに感情グループ UD，PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UD が感じ取られ，さらに感情グループ UA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UA が感じ取られ，さらに感情グループ PD が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ PA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PA が感じ取られ，さらに感情グループ PD が感じ取られる傾向が見られた．

前後継続往復の考察　前後継続往復の動きについて考察する．図 6.1，図 6.3 より，前後継続往復の動きは感情グループ PD，PA の意味を持つ感情を被験者が感じ取る傾向が見られた．また，図 6.1，図 6.4 より，被験者が感情グループ PD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PD が感じ取られ，さらに感情グループ PA が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UD のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ UD が感じ取られ，さらに感情グループ PD が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ UA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情は感じ取られず，感情グループ PD が感じ取られる傾向が見られた．被験者が感情グループ PA のエピソードを発言した場合，エピソードに沿った感情グループ PA が感じ取られ，さらに感情グループ PD が感じ取られる傾向が見られた．

上記より，3 つの動きに特筆すべき点がある．前後 1 往復の動きは，アンケート 1 の Q1 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，被験者が感情グループ PD，UD，UA，PA のエピソードを発言した場合，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．一方，左右継続往復の動きは，アンケート 1 の Q1 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，被験者が感情グループ PD，UD，UA，PA のエピソードを発言した場合でも，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．同様に，前停止の動き

は，アンケート 1 の Q1 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ていたが，被験者が感情グループ PD，UD，UA，PA のエピソードを発言した場合でも，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．

6.2.4.2　RQ2 の実験結果・考察

実験 2 におけるアンケート 3 の Q2 に対する回答結果を図 6.5 に示す．図 6.5 における縦軸は動きラベル，横軸は各動きに対する被験者の回答である．

アンケート 2 の Q2 において，各感情グループの各動きに対して肯定回答した被験者数に大きな偏りが生じた．感情グループ PA においては，前後継続往復の動きに肯定回答した被験者は 90 %，左右継続往復の動きに肯定回答した被験者は 85 %であった．感情グループ UA においては，前後継続往復，前停止それぞれの動きに肯定回答した被験者は 90 %であった．感情グループ UD においては，前後継続往復の動きに肯定回答した被験者は 90 %，前停止の動きに肯定回答した被験者は 85 %であった．感情グループ PD においては，前後継続往復の動きに肯定回答した被験者は 80 %，左右継続往復の動きに肯定回答した被験者は 75 %であった．

アンケート 3 の Q2 における実験結果より，前後継続往復，左右継続往復，前停止の動きで肯定回答に大きな偏りがあった．

はじめに，図 6.1，図 6.5 より，前後継続往復の動きが感情グループ PD，UD，UA，PA において肯定回答が 80 %以上で共感表現を行うことができている．また，感情グループ PD，UD，UA，PA の発言に対して前後継続往復の動きを行なった場合，“ 頷いているように見えた ” や “ 同意をしているように見えた ” のようなコメントが得られた．これは，「頷く」という動きが話を批判せずに聞いてくれるイメージがあり，前後継続往復の動きも同様のイメージを連想させたためであると考えられる．

次に，図 6.1，図 6.5 より，左右継続往復の動きが感情グループ PA，PD において肯定回答が 75 %以上で共感表現を行うことができている．また，感情グループ PA，PD の発言に対して前後継続往復の動きを行った場合，“ 楽しそう ” というコメントが得られ，感情グループ UD，UA の発言の場合，“ 残念な話に喜んでいる感じがした ” や “ 煽られている感じがした ” のようなコメントが得られた．

最後に，図 6.1，図 6.5 より，前停止の動きは感情グループ UA，UD において肯定回答が 85 %以上で共感表現を行うことができている．また，感情グループ UA，UD の発言に対して前後継続往復の動きを行った場合，“ 悲しそうに見えた ” や “ 深い頷きや落ち込んでいるように見えた ” のようなコメントが得られた．

6.2.4.3　まとめ

6.2.4.1 目，6.2.4.2 目より，前後継続往復の動きは PLEASANT，UNPLEASANT どちらの感情にも共感表現することができ，左右継続往復の動きは PLEASANT の感情に共感

表現することができ，前停止の動きはUNPLEASANTの感情に共感表現することができる可能性があると考えられる．

図 6.2: 旧エージェントアンケート 1：Q1 の結果（n=10）

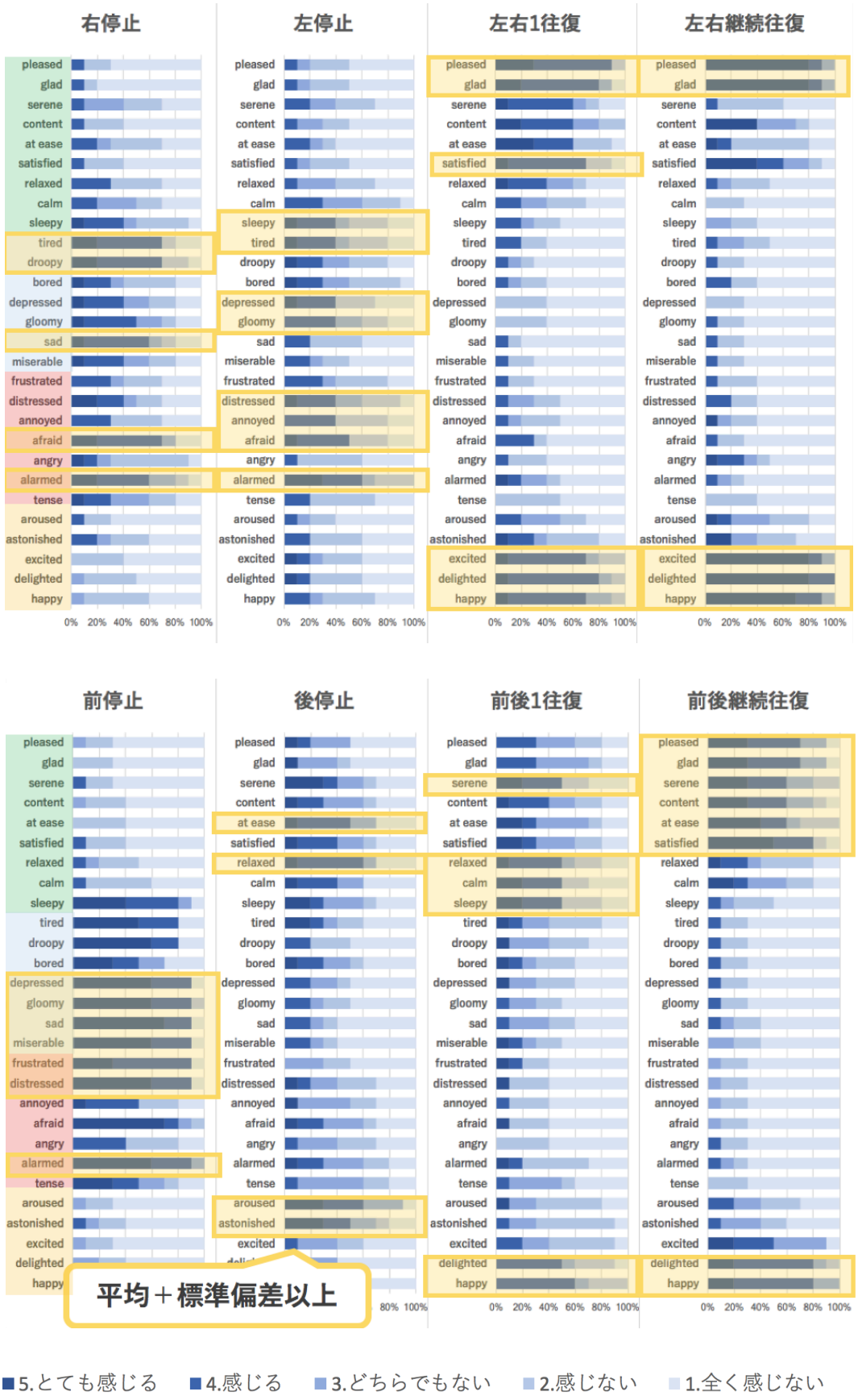

図 6.3: 新エージェントアンケート 2：Q1 の結果（n=10）

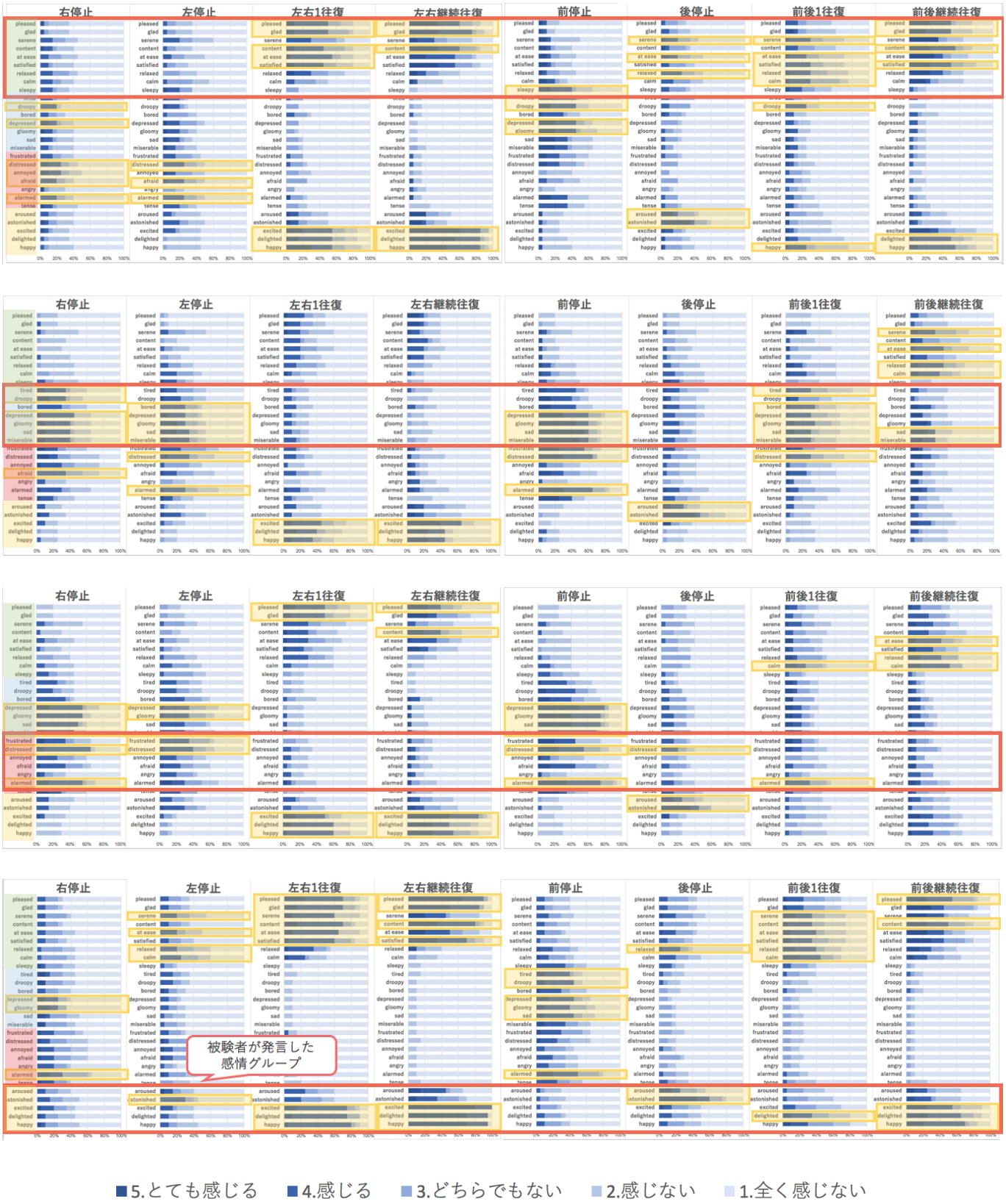

図 6.4: 新エージェントアンケート 3：Q1 の結果（n=10）

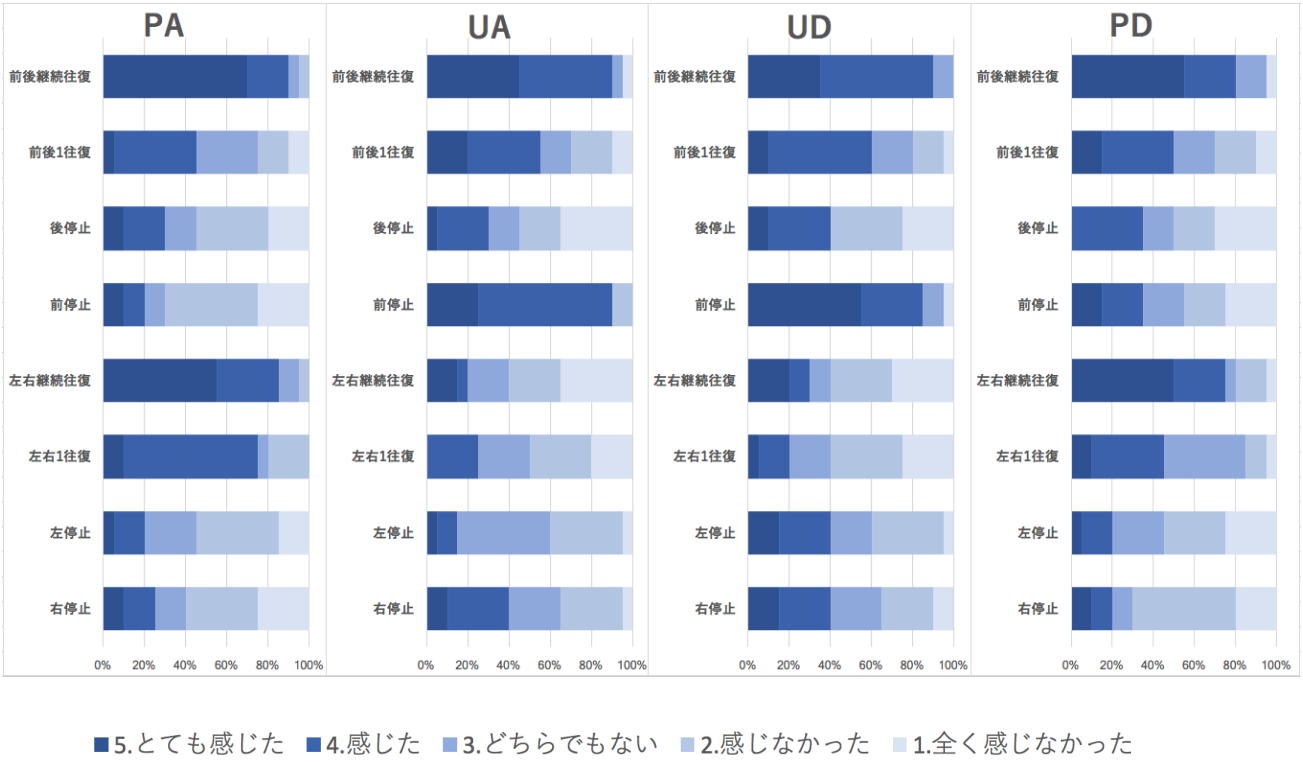

図 6.5: 新エージェントアンケート 3：Q2 の結果（n=10）

第7章　結論

本研究は，エージェントの感情表現に関する既存研究の多くが明示的な表現方法であり，不完全な感情推定に基づく共感表現に適応するとユーザが反感を感じやすいという問題の解決を狙ったものである．この問題を解決するために，本研究では，柔らかい物体の動きによる共感表現方法を提案した．これは，布でできた直方体型のエージェントがユーザに対して動きで共感表現を行うものである．提案手法の有効性を確認するために，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検証を行った．その結果，前後継続往復の動きは PLEASANT，UNPLEASANT どちらの感情にも共感表現することができ，左右継続往復の動きは PLEASANT の感情に共感表現することができ，前停止の動きは UNPLEASANT の感情に共感表現することができる可能性があることが明らかになった．

今後は，エージェントの傾く方向だけでなく，スピードやタイミングを変化させることで共感表現に変化が生まれるのか明らかにしていきたい．また，本稿では PLEASANT，UNPLEASANT の観点から共感表現することができる動きについて明らかにしたが，ACTIVATION，DEACTIVATION の観点からも共感表現することができる動きについて明らかにしていきたい．

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, 第 2 巻, pp. 38–45, 2016.

[2] 岡村直樹. クリスチャンユース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, 第 22 巻, pp. 78–104, 2012.

[3] https://sota.vstone.co.jp/home/ (last visited: 2019/10/29).

[4] http://www.ptns-sp.com/our-products/oshaberi-mi-chan/ (last visited: 2019/10/29).

[5] M.E. Ayadi, M.S. Kamel, and F. Karray. Survey on speech emotion recognition: Features, classification schemes, and databases. In *Pattern Recognition*, Vol. 61, pp. 572–587, 2011.

[6] B.W. Schuller. Speech emotion recognition: Two decades in a nutshell, benchmarks, and ongoing trends. In *Communications of the ACM*, Vol. 61, pp. 90–99, 2018.

[7] P.N. Juslin and P. Laukka. Impact of intended emotion intensity on cue utilization and decoding accuracy in vocal expression of emotion. In *Emotion*, Vol. 1, pp. 381–412, 2001.

[8] Lin J. Wu, C. and W. Wei. Survey on audiovisual emotion recognition: databases, features, and data fusion strategies. In *APSIPA Transactions on Signal and Information Processing*, Vol. 3, pp. 1–18, 2014.

[9] 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), 第 164 巻, pp. 161–164, 2008.

[10] 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ション 2018 論文集, pp. 322–326, 2018.

[11] R.M. Maatman, J. Gratch, and S. Marsella. Natural behavior of a listening agent. In *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3661, pp. 25–36, 2005.

[12] 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.

[13] 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.

[14] N. Wang and J. Gratch. Can virtual human build rapport and promote learning? In *The 14th International Conference on Artificial Intelligence in Education*, pp. 737–744, 2009.

[15] 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. インタラクション 2019 論文集, pp. 923–926, 2019.

[16] 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, 第 24 巻, pp. 57–62, 2019.

[17] L.A. Fuente, H. Ierardi, M. Pilling, and N.T. Crook. Influence of upper body pose mirroring in human-robot interaction. In *Social Robotics*, Vol. 9388, pp. 214–223, 2015.

[18] 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ョンの実現. 情報処理学会第 70 回全国大会, pp. 291–292, 2008.

[19] 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.

[20] A.C. Gonzalez, H. Admoni, and B. Scassellati. Effects of form and motion on judgments of social robots' animacy, likability, trustworthiness and unpleasantness. In *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 90, pp. 27–38, 2016.

[21] H.F. Harlow. The nature of love. In *American Psychologist*, Vol. 13, pp. 673–685, 1958.

[22] 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. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, No. 10, pp. 1–8, 2017.

[23] A. Mehrabian. Communication without words. In *Psychological Today*, Vol. 2, pp. 52–55, 1968.

[24] 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ション 2019 論文集, pp. 572–575, 2019.

[25] 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)，ユビキタスコンピューティングシステム, 第 62 巻, pp. 1–6, 2019.

[26] N.M.Fraser and G.N.Gilbert. Simulating speech systems. In *Computer Speech and Language*, Vol. 5, pp. 81–99, 1991.

研究業績

査読付き国内会議

(1) 大西俊輝, 柴田万里那, 山内愛里沙, 呉健朗, 石井亮, 富田準二, 宮田章裕: 褒め方の上手さの推定における頭部・顔部の効果, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2019 論文集, Vol.2019, pp.1-6 (2019 年 11 月).

(2) 中原涼太, 長岡大二, 呉健朗, 大西俊輝, 柴田万里那, 宮田章裕: 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 論文集, Vol.2018, pp.1-8 (2018 年 11 月).

研究会・シンポジウム

(1) 大西俊輝, 柴田万里那, 呉健朗, 石井亮, 富田準二, 宮田章裕: 対話における上手い褒め方のモデリングの基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2019), Vol.2019, pp.656-662 (2019 年 7 月).

(2) 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会 (UBI), ユビキタスコンピューティングシステム, Vol.2019-UBI-62, No.11, pp.1-6 (2019 年 6 月).

(3) 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ション 2019 論文集, pp.572-575 (2019 年 3 月).

受賞

(1) 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 ベストペーパー賞, 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの基礎検討, 受賞者: 中原涼太, 長岡大二, 呉健朗, 大西俊輝, 柴田万里那, 宮田章裕 (2018 年 11 月).