

# 2体の柔らかい物体の動きによる 共感表現方法の効果

令和5年度 卒業論文

日本大学 文理学部 情報科学科 宮田研究室

新山 はるな

# 概要

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。しかし、現代社会では、いつでも話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、既存の対話型エージェントは、共感の前提となる感情推定の技術が不十分である問題や、不完全な感情推定に基づく共感表現の多くが明示的であるため、ユーザ自身が都合よく解釈することができず、反感を感じる問題がある。その問題を解決するために、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が提案された。検証により、一部の動きでは共感されたと感じている。しかし、一部の動きでは共感されたと感じられていないなど、先行研究でのユーザが共感されたと感じる割合は十分ではないという問題があり、ユーザが不快感を持っていしまうことが予想される。既存研究では、1体のエージェントよりも2体のエージェントを用いる方がその効果が高まること明らかにされている。本研究においても、2体のエージェントを用いることで共感されたと感じる割合が高まる可能性があると考えられる。そこで本研究では、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時、エージェントの数がユーザの共感されたと感じる割合にどのような影響を与えるか明らかにすること研究課題とした。検証では、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数1体と2体で変化させる対照実験を行った。検証の結果、が明らかになった。本研究における貢献は、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時、エージェントの数がユーザの共感されたと感じる割合にどのような影響を与えるか明らかにしたことである。

# 目次

<b>第1章 序論</b>	<b>1</b>
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
<b>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</b>	<b>4</b>
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	6
2.3 エージェントの見た目・触り心地に関する研究事例	7
2.4 複数体のエージェントの使用に関する研究事例	8
<b>第3章 研究課題</b>	<b>9</b>
3.1 問題の定義	10
3.2 研究課題の設定	11
<b>第4章 提案手法</b>	<b>12</b>
4.1 アプローチ	13
4.2 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数を変化させる 対照実験	13
<b>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</b>	<b>14</b>
5.1 エージェントの見た目・触り心地	15
5.2 エージェントの表現方法	15
5.3 エージェントの実装	15
<b>第6章 評価実験</b>	<b>17</b>
6.1 実験の目的	18
6.2 実験の概要	18
6.3 実験の手順	18
6.4 実験の結果	20
6.5 考察	21
6.5.1 ユーザの感じた感情に着目した考察	21
6.5.2 エージェントの見方に着目した考察	22

---

第7章 結論	23
参考文献	25
付録	29
研究業績	33

# 目 次

4.1	共感表現エージェントの見た目	13
5.1	共感表現エージェントの内部構造	16
6.1	ラッセルの円環モデル	19
6.2	Q1 の回答結果 (N=20)	21
A.1	Q2: 手法 1PA の回答結果 (N=20)	30
A.2	Q2: 手法 2PA の回答結果 (N=20)	30
A.3	Q2: 手法 1PD の回答結果 (N=20)	31
A.4	Q2: 手法 2PD の回答結果 (N=20)	31
A.5	Q2: 手法 1UA の回答結果 (N=20)	31
A.6	Q2: 手法 2UA の回答結果 (N=20)	32
A.7	Q2: 手法 1UD の回答結果 (N=20)	32
A.8	Q2: 手法 2UD の回答結果 (N=20)	32

# 表 目 次

5.1 エージェント作成のための材料 . . . . .	16
5.2 エージェントの動き一覧 . . . . .	16
6.1 エピソード . . . . .	20
6.2 アンケート . . . . .	20
6.3 Q1 の回答結果の肯定回答数 (N=20) . . . . .	21
6.4 Q2 の回答結果より肯定回答数が閾値以上であった感情ラベルの数 (N=20)	22

# 第1章 序論

## 1.1 研究の背景

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]. 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、気持ちの整理をすることができる. また、コミュニケーションにおいて共感することは、互いの信頼を生むことができる事柄として注目されている. 共感とは、他者との感情共有や他者への同情喚起のような感情的側面、他者の信念の推論のような認知的側面から構成されると考えられている [2][3]. さらに、共感とは援助行動や寄付行動といった向社会的行動への動機づけに重要であると考えられている [4]. しかし、現代社会では、いつでも話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人も少なくない. 近年では、話の聞き手として会話 AI ロボット Romi [5] や音声認識人形みーちゃん [6] のような対話型エージェントが注目されている. また、ユーザに対して共感表現を行うエージェントに関する研究も数多く行われている [7][8][9][10][11]. しかし、既存の対話型エージェントは、共感の前提となる感情推定の技術が不十分である問題や、不完全な感情推定に基づく共感表現の多くが明示的であるため、ユーザ自身が都合よく解釈することができず、反感を感じる問題がある. その問題を解決するために、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が提案された [12]. 検証により、提案された共感表現エージェントは一部の動きに対して共感されることが分かっている. しかし、その共感される割合は十分ではないという問題がある.

## 1.2 研究の目的

本研究では、1.1 で述べた問題の解決を目指す. そこで、本論文では、不完全な感情推定に基づく共感表現エージェントの共感される割合が十分でないという問題の解決に取り組む. この問題を解決することにより、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共感しやすくなると考えられる. 既存研究にて、1体のエージェントよりも2体のエージェントを用いる方がその効果が高まることが明らかになっている [13][14][15]. 本研究においても、2体のエージェントを用いることで共感されたと感じる割合が高まる可能性があると考えられる. 以上より、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き、エージェントの数がユーザの共感されたと感じる割合にどのような影響を与えるかを明らかに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、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。

3章では、本論文における問題の定義と研究課題について述べる。

4章では、本論文における提案手法を述べる。

5章では、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に関する実装について述べる。

6章では、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個体数の比較に関する評価実験・考察について述べる。

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。2.4節では、複数体のエージェントの使用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

ユーザの感情推定に関する研究事例として [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], が挙げられる。

[16], [17], [18] では、テキストデータを用いた感情推定について研究を行っている。Shuangら [16] は、CNNは学習能力が強い一方で、テキストの特徴を抽出する際にどこが入力テキスト内の特徴的なのかを自動判別することが難しいことや、各出力層のベクトルの重要性を十分に理解できていないという問題があると指摘している。この問題を解決するために、CNNの異なる層にアテンション機構を組み合わせた3つのモデルを作成し、既存モデルとの比較を行った。その結果、提案したモデルはいずれも既存モデルより性能が高くなることを明らかにしている。Sekineら [17] は、個人テキストとTwitterデータを学習データとして組み合わせてNaive Bayesを用いて感情推定の精度向上を目指している。実験では、4つの条件（個人テキストのみ、Twitterデータのみ、個人テキストとTwitterデータ、Twitterデータと単語に重みづけを行った個人データ）で比較を行った。その結果、Twitterデータと単語に重みづけを行った個人データを使用した場合の一致率が最も高く、個人を考慮し単語に焦点を当てることでより正確な感情推定が達成できることを明らかにしている。Savithaら [18] は、絵文字を含んだテキストの感情推定を提案している。既存のテキストのみを用いた感情推定は、各テキストにラベルを付与する必要があり、手間と時間がかかっていた。テキストだけでなく事前に感情ごとに分類された絵文字も感情推定の分析に含めることで、テキストにラベルを付与をする必要を無くしている。分析に絵文字を含めることで分類の精度が向上することも明らかにしている。

[19], [20] では、音声を用いた感情推定について研究を行っている。Yingら [19] は、音声データを分析してパラ言語によって引き起こされる人間の感情を予測するシステムであるVoice Analyzerの開発を行っている。パラ言語は言語情報を補うことができるため、重要視されている。システムではユーザが魅力的と感じる度合を予測する検証が行われ、予測結果はユーザの75%が同意したことが明らかになっている。Yamashitaら [20] は、音声の音響的な特徴と言語的な特徴の両方を考慮した感情推定システムである、PNViz (Positive-and-Negative Polarity Visualizer) を開発し実装している。PNVizは、Android携帯電話で使用でき、録音した音声をサーバにて音響と言語の特徴をそれぞれ解析している。表情や生体データを使用する場合と比較して複雑なデバイスが必要ないことから、広範囲での活用が期待できるとされている。

[21], [22] では、表情を用いた感情推定について研究を行っている。Partalaら [21] は、個人に依存せずに顔の表情から感情を自動的に推定する方法を開発している。実験では、

10人のユーザが感情を揺さぶられるような写真やビデオを視聴し、笑ったときに活性化される大頬骨筋と眉をひそめたときに活性化される皺眉筋という2つの顔の筋肉の筋電図活動が記録された。その結果、写真では約70%、ビデオでは80%以上の割合でポジティブな感情とネガティブな感情を区別することができるようになった。Thongら[22]は、顔全体で感情推定をする顔モデルに目の動きの特徴を組み合わせてシステムの精度を向上させることを目的としている。検証実験では、精度が2.87%向上することが示された。また、目の動きだけでなく他の顔の構成要素にも拡張して組み合わせることでシステムの精度がより向上する可能性があるとしている。

[23]、[24]では、生体データを用いた感情推定について研究を行っている。Songら[23]は、離散的な脳波信号を複数チャンネル使用して画像に変換することで豊富な空間情報を考慮した感情推定ができるようになると提案している。提案されたGECNNモデルは、ローカルCNNの特徴とグローバルな機能的特徴を組み合わせ、識別力のあるものとなっている。提案されたGECNNモデルは既存の方法であるSVMやGCNN等と同時に4つのEEGベースの感情認識データセット(SEED・SDEA・MPED・DREAMER)で検証され、提案モデルが最も優れた性能であることが明らかになっている。Leeら[24]は、言語データと非言語データを組み合わせた総合的な感情認識システムを開発している。このシステムは、皮膚統合型フェイシャルインターフェイス(PSiFi)であり、リアルタイムに感情認識をすることが可能となっている。具体的には、摩擦帯電と振動センサを備えており、眉間、目、鼻、唇、顎、声帯から電気信号を検出して顔の皮膚の緊張度合と声帯の振動を取得している。さらに、VR環境におけるデジタルコンシェルジュはユーザがシステムを利用することで感情を推定し、その感情に基づいてサービスを提供する検証も行っている。

## 2.2 エージェントの表現方法に関する研究事例

エージェントの表現方法に関する研究事例として[25]、[26]、[27]、[28]、[29]が挙げられる。Maatmanら[25]は、人間同士のコミュニケーションと同様に人間とバーチャルエージェントのコミュニケーションにおいても傾聴行動は大切であると考え、ユーザの音声特徴、姿勢、頭部の動きから傾聴行動を生成し、バーチャルエージェントへマッピングしている。特にユーザが沈黙時に首を振ったり頷いたりする動作はより自然な動作と認識する可能性を示唆している。Kumazakiら[26]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影響が生じるか検証している。実験では、ユーザ自身の振る舞いを棒人間にデザインすることで、ユーザが棒人間に対して対人的反応にどのような変化が生じるかを検証している。その結果、棒人間であっても自身の振る舞いを行うという行為によって、ユーザは無意識的に棒人間の心的状態を想定していることが示唆されている。Castroら[27]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かを調査している。実験では、ユーザとBaxterというロボットが三目ならべを行っていた。BaxterはRethink Roboticsによって開発され、反復作業を得意とする産業ロボットである。比較する要素はロボットの外観と動きの2要素であり各2パターン存在した。ロボッ

トの外観はロボット全体を見せるものと左腕のみを見せる2パターンがあり、動きは目標に最も効率的な軌道をたどるスムーズなものの一連の短い垂直の軌道をたどる機械的な2パターンがあった。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。Wangら[28]は、非言語の持つ即時的なプラスの影響に着目し、人型の姿勢模倣バーチャルエージェントを用いて即時的なフィードバックの有効性を調査している。実験では、ユーザの発話や動きをバーチャルエージェントに合成して共感的なフィードバックを提供する Responsive 条件、共感的なフィードバックは提供しないが目を合わせて注意は払う Non-responsive 条件、ユーザに視線を合わせず応答もしない Ignore 条件の3条件で比較を行っている。その結果、即時的なフィードバックがより高い親密度を誘発することを明らかにしている。Numataら[29]は、人とバーチャルエージェントの相互作用中に、エージェントがコンピュータプログラムであるという人の信念が感情的なコミュニケーションを妨げるかが未解決な問題であると述べ、バーチャルエージェントによるポジティブな感情表現の模倣は、信念に関係なくポジティブな感情を誘発すると仮説を立て検証を行っている。実験では、ユーザは笑顔になるように指示されその直後にバーチャルエージェントがポジティブ、ネガティブ、ニュートラルな表情のどれかをするという内容であった。その結果、ユーザの笑顔に対してバーチャルエージェントがポジティブな表情をした場合のみポジティブな感情を誘発すると報告された。

## 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[30]、[31]、[32]が挙げられる。Heiderら[30]は、他者の行動の知覚に関して応答の刺激への依存性の調査している。実験では、3つの幾何学的な図形（三角形、小さな三角形、円）が様々な方向や速度で動いて図形同士で戦ったり逃げ回る様子のビデオをユーザが視聴していた。その結果、ユーザは動く幾何学的な図形を人の行動として解釈することが分かり、行動の観点から特徴的な要素を単純な図形に変化させても同じ効果を持たずことが明らかになった。Harlow[31]は、猿にワイヤで作成した猿型の人形と布で覆って作成された猿型の人形を近づけ、どのような反応を示すか調査している。その結果、布で覆われていた方が肌触りが良く、愛着が形成されることが明らかにしている。Takaseら[32]は、ユーザに触れたり抱きしめたりするように促すためにぬいぐるみや実際の動物をモデルにしたエンターテインメントロボットは、複雑な動きを実現するためにハードなメカニズムをしているが、外見と異なる触感からくる違和感をユーザに与えてしまう問題を指摘している。この問題を解決するために、ぬいぐるみのような柔らかさと触感を持つぬいぐるみロボットを提案している。ぬいぐるみロボットは様々な動きをすることが可能であり、ハードなメカニズムのロボットよりもユーザに好印象を与えることが明らかになっている。

## 2.4 複数体のエージェントの使用に関する研究事例

複数体のエージェントの使用に関する研究事例として [13], [14], [15], [33] が挙げられる。Shiomi ら [13] は、人間の運動能力向上を促進するために他者からの賞賛という社会的報酬をより多く与える方法について調査している。賞賛3因子（褒めないエージェント・褒めるエージェント1体・褒めるエージェント2体）と臨場感2因子（ディスプレイ上・実空間上）を掛け合わせた6条件を提案し、運動能力について評価実験を行っている。評価実験の結果、臨場感の影響は確認できず、賞賛に関しては褒めるエージェント2体の場合に最も運動能力が向上することが明らかになった。Okada ら [14] は、サービスロボットの受け入れられやすい謝罪行動設計を行っている。謝罪するロボット1台と2台を提案し、謝罪に対する印象の違いについて評価実験を行っている。評価実験の結果、謝罪するロボット2台の方が謝罪を受け入れられやすいことを明らかにしている。Fujii ら [15] は、近年のライフスタイルの変化により、孤食が増加していることを問題としてあげ、ロボットが良い食事のパートナーになりえると考えている。ロボットを食事のパートナーとして受け入れる人はどのような人かをロボット1体と2体の食事と比較を行っている。その結果、ロボットとの触れ合いの経験が豊富な人や1人で食事をする機会が少ない人はロボットと一緒に食事をする方が良いと感じているのに対し、1人で食事をする機会が多い人は複数ロボットと一緒に食事を楽しんでいることが明らかになった。Ana ら [33] は、狭い専門分野に焦点を当てたチャットボットを組み合わせて複数のニーズを満たす単一のチャットボットの開発に向け、複数チャットボット（ユーザとチャットボットの関係性が1対多）と単一チャットボット（ユーザとチャットボットの関係性が1対1）の比較を行っている。具体的には、複数チャットボットでは自然、文化、ショッピングの3体エージェントがそれぞれ登場してチャットを行い、単一チャットボットでは表面的には1体エージェントがチャットを行っているがバックグラウンドで自然、文化、ショッピングの3体のエージェントを管理していた。実験の結果、複数のチャットボットと単一チャットボットには有意な差は見られなかったが、複数のチャットボットのやり取りはユーザに混乱を生じさせる可能性を示唆している。

## 第3章 研究課題

本章では、本研究における問題の定義と研究課題について述べる。

### 3.1 問題の定義

日常生活において、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]。また、コミュニケーションにおいて共感することは、互いの信頼を生むことができる事柄として注目されている。さらに、共感 は援助行動や寄付行動といった向社会的行動への動機づけに重要であると考えられている [4]。しかし、現代社会では、いつでも話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人も少なくない。厚労省の施設等機関である国立社会保障・人口問題研究所の生活と支え合いに関する調査 [34] では会話頻度を調査している。調査では、毎日会話をする人の割合が60代未満はおおむね90%以上である一方で60代以上では年齢を重ねるほど割合が減り85歳以上では70%となっており、さらに会話頻度が低いと孤独感を感じやすくなることが明らかになっている。

近年では、話の聞き手として会話 AI ロボット Romi [5] や音声認識人形みーちゃん [6] 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。現在に至るまで発話におけるテキスト [16], [17], [18], 音声 [19], [20], 表情 [21], [22], 生体データ [23], [24] 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ることである。明示的な表現とは、はっきりと分かりやすく言葉や行動によって直接的に示される表現のことを指す。コミュニケーションにおいて、明示的な表現は正確な情報伝達に役立ち、誤解や混乱を減少させるのに効果的である。しかし、不完全な感情推定に基づく共感表現を既存技術の感情表現の多くを占める明示的な表現で行うことは、ユーザが意味を一意にとらえてしまうことでユーザとエージェントの間に感情の相違が生まれ、ユーザ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いと思われる。

1つ目の問題を解決する手段として、感情推定を高度化することが考えられる。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、既存研究では、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み、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提案している [12]。提案した共感表現エージェントは、感情表現を動きという暗示的なものすることで、明示的な表現を行った際にユーザが意味を一意にとらえてしまうという問題を解消し、ユーザの感じる感情のバリエーションを豊かにしてユーザ自身に都合の良いように解釈できるようになることで、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するというものである。検証により、提案した共感表現エージェントは前後1往復・前後継続往復の動きではどの発言でも80%以上の人が共感されたと感じ、左右継続往復の動きでは快適を表す感情の発言で75%



以上の人が共感されたと感じ、前停止の動きでは不快を表す発言で85%以上の人が共感されたと感じていることが分かっている。しかし、最も共感されたと感じる動きでも15%の人は共感されたと感じていないことや、共感されたと感じられていない動きがあるなど、先行研究でのユーザが共感されたと感じる割合は十分ではないという問題があり、ユーザが不快感を持っていしまうことが予想される。

既存研究 [13][14][15] では、1体のエージェントよりも2体のエージェントを用いる方がその効果が高まることが明らかになっている。本研究においても、複数体のエージェントを用いることで共感されたと感じる割合が高まる可能性があると考えられる。

上記をふまえ、本研究における問題は、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時、エージェントの数がユーザの共感されたと感じる割合にどのような影響を与えるか明らかにされていないことであると定義できる。

## 3.2 研究課題の設定

3.1 節で述べたように、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時、エージェントの数がユーザの共感されたと感じる割合にどのような影響を与えるか明らかにされていないという問題がある。この問題を解決するために、本研究では、**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時、エージェントの数がユーザの共感されたと感じる割合にどのような影響を与えるかを明らかにすることを研究課題として設定する**。具体的には、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数を1体と2体で変化させる対照実験を行う。

## 第4章 提案手法

本章では、本論文における提案手法を述べる。

## 4.1 アプローチ

3.2節で定義した研究課題を達成するために、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数が1体よりも2体の方が共感されたと感じる度合いが高くなるという仮説を立てる。本研究に用いる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（図4.1）は、先行研究 [12] と同様の布と綿で覆われた直方体を Raspberry Pi 3 で制御したものである。この仮説を検証するために、エージェントの数を変化させる対照実験を行い、ユーザの共感されたと感じる度合にどのような影響を与えるかを調査する。



図 4.1: 共感表現エージェントの見た目

## 4.2 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数を変化させる対照実験

4.1節で述べた仮説に基づき、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数を変化させる対照実験を行う。具体的には、ユーザがエピソードを話した後に共感表現を行うエージェントの数を1体と2体で変化させる。

## 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

本章では、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に関する実装について述べる。

## 5.1 エージェントの見た目・触り心地

エージェントの外観を図4.1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、機械的な動きを行うと無生物感を生み出してしまい、自然すぎる動きであると不快感を感じる事が示唆されている[27]。そのため、エージェントの見た目は、曖昧性を高めるために、生物を連想させない抽象的な形状である直方体を組み合わせた形にした。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[31], [32]。そのため、エージェントの素材は、触り心地をよくするため、動きを妨げないために伸縮性のある布を用いた。布の色は、色が与える印象の影響を排除するために白色とした。

## 5.2 エージェントの表現方法

人間同士が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[35]。また、エージェントから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[25]。これらをふまえ、言葉と比較し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できる動きに着目をし、エージェント全体を動かすことで共感表現を行う。

## 5.3 エージェントの実装

5.1節, 5.2節を踏まえ、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方法について説明する。エージェントの内部構造を図5.1に、エージェントを作成する際の材料は表5.1に示す。エージェント上部には、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、糸を引っ張ることでエージェントを動かすことができる。例えば、前方の糸を引っ張ることで、エージェントの形状が前屈みになる。このように、エージェントの形状を変化させ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5.2に示す。動きの方向は、図4.1の方向から見た面を正面とした場合の前後左右とした。表5.2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[36], [37]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。加えて、事前検証[37]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。

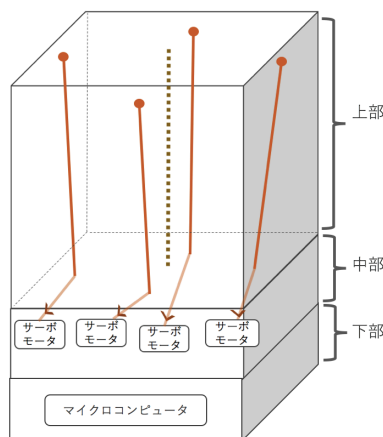


図 5.1: 共感表現エージェントの内部構造

表 5.1: エージェント作成のための材料

位置	機材	個数
上部	布	1
	糸	4本
	割りばし	15cm × 1
	綿	適量
中部	箱	1
	サーボモータ	4
下部	箱	1
	布	1
	Raspberry Pi 3	1

表 5.2: 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, 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

## 第6章 評価実験

本章では、見た目と表現方法の曖昧性が高いエージェントの数がユーザの共感されたと感じる度合いにどのような影響を与えるかに関する評価実験・考察について述べる。

## 6.1 実験の目的

本実験の目的は、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き、エージェントの数がユーザの共感されたと感じる度合いにどのような影響を与えるかを明らかにすることである。

## 6.2 実験の概要

本実験の参加者は10代の学生1名（男性1名）と20代の学生19名（男性14名，女性5名）の計20名である。実験は大学構内の静かな部屋で行い，他者がその部屋に立ち入らないようにした。参加者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をして伝えた。実験で使用する2つの手法は次の通りである。

手法1 実験参加者がエピソードを話すと1体のエージェントが共感表現を行う。

手法2 実験参加者がエピソードを話すと2体のエージェントが共感表現を行う。  
この時，2体のエージェントは同じタイミングで同じ動きを行う。

## 6.3 実験の手順

本実験は，エージェントにエピソードを話し，それに反応したエージェントの動きを見てアンケートに回答してもらうというものである。詳細な実験の手順を下記に記す。

- Step 1 実験参加者に感情別のエピソードを考えてもらう。具体的には図6.1のPA，PD，UD，UAの4領域（以降「感情グループ」とする）それぞれに対して，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1文ずつ用意してもらった。このとき，異なる感情グループで類似したエピソードを作成することを防ぐために，pleasant-unpleasant，activation-deactivationの2軸に最も近い2単語は選択しないように指示をした。具体的には，PAはarousedとhappyを，UAはtenseとfrustratedを，UDはtiredとmiserableを，PDはsleepyとpleasedを選択させなかった。実験参加者に考えてもらったエピソードの一部を表6.1に示す。
- Step 2 実験参加者にエージェントを触ってもらう。これは，実験参加者にエージェントの素材や柔らかさを知ってもらい，エージェントへの印象を統一するためである。



- Step 3 実験参加者にエージェントの8種の動きを確認してもらおう。表5.2の8種の動きに関する事前知識がない場合、実験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めである。この影響を排除するために、実験参加者にエージェントの8種の動きを実際に見てもらおう準備フェーズを設けた。
- Step 4 実験参加者に Step 1 で考えてもらった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（表6.2）に回答してもらおう。具体的には、実験参加者がエージェントに向かってエピソードをは1つ話した上でエージェントの動きを1つ見てもらい、アンケートに回答してもらおう。これを全ての手法（手法1と手法2の2種）、全てのエピソード（PA, PD, UD, UAの4種）、全ての動き（右停止, 左停止, 左右一往復, 左右継続往復, 前停止, 後停止, 前後一往復, 前後継続往復の8種）に対して繰り返し、合計64回の試行を行う。順序効果を相殺するために、実験参加者ごとに手法, エピソード, 動きの順番をランダムに入れ替えた。本実験では、Wizard of Oz 法 [38] を採用し、参加者がエージェントへエピソードを話し終えるたびに、実験者が別室から遠隔でエージェントを操作した。

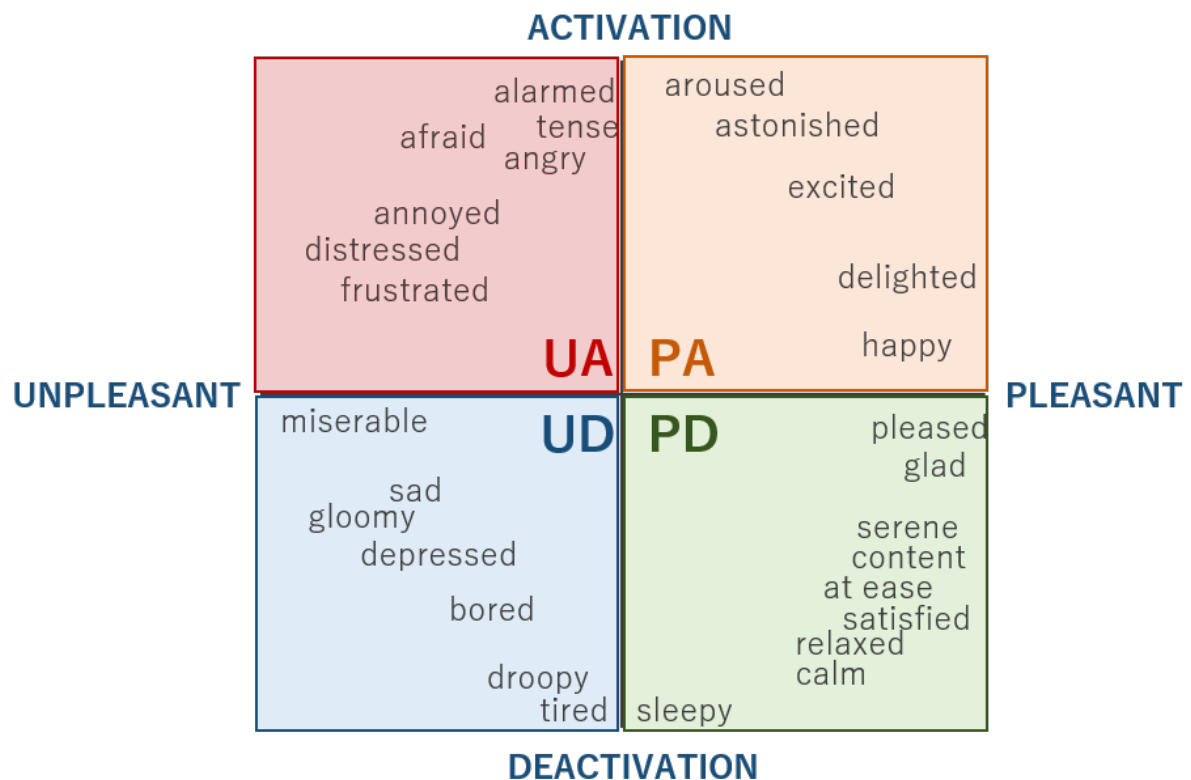


図 6.1: ラッセルの円環モデル

表 6.1: エピソード

感情グループ名	選択された感情	エピソード
PA	delighted	今夜飲みに行くのが楽しみ
	excited	サッカーの試合を見て興奮した
PD	relaxed	マッサージを受けてくつろいだ
	calm	夜に焚火を見て穏やかな気持ちになった
UA	annoyed	自転車が盗まれていらいらした
	alarmed	卒業できるか不安だ
UD	sad	パーマが強く効きすぎて悲しい
	droopy	バイトが忙しくて疲れ切った

表 6.2: アンケート

質問内容	回答方法
Q1 物体が共感されたと感じましたか	5件法 (5: とても感じた~1: 全く感じなかった)
Q2 物体がどの感情を表現していると感じたか	図 6.1 の 28 種の各感情について
Q3 エージェントを見て何を連想したか	5件法 (5: とても感じた~1: 全く感じなかった) 自由記述

## 6.4 実験の結果

アンケートの Q1 に対する回答結果を図 6.2 に示す。図中の縦軸はエージェントの動きラベル、横軸はエージェントの動きに対する実験参加者の回答の分布を手法とエージェントの動きごとに表している。アンケート Q2 に対する回答結果を図 A.1~図 A.8 に示す。図中の縦軸は図 6.1 の感情ラベル、横軸は各感情に対する実験参加者の回答の分布をエージェントの動きごとに表している。アンケート Q2 において、エージェントの 1 種の動きについてラッセルの円環モデルの 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図中の感情ラベルを黄色でマークした。図中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。

アンケートの Q1 (図 6.2) の同じ感情グループかつ同じ動きにおける手法 1 と手法 2 の間で Wilcoxon の符号順位検定を行った結果、ユーザが PA のエピソードを話しエージェントが左右継続往復の動きをした際に有意傾向が確認された。有意傾向が存在することから、手法間における共感されたと感じる度合いに統計的な差がないとは言えないことが明らかになった。

ここで、手法間で回答結果が大きく異なる条件を調査するために、条件ごとに Q1 の回答結果の肯定回答数を表 6.3 に求めた。この中で手法間の肯定回答数の差が大きかった 3 条件は PA 前停止, PD 前後一往復, PD 前停止であり、それぞれの差は 3, 6, 4 であった。これらの 3 条件ではすべて 1 体の方が肯定回答数が多かった。これよりエージェントの数

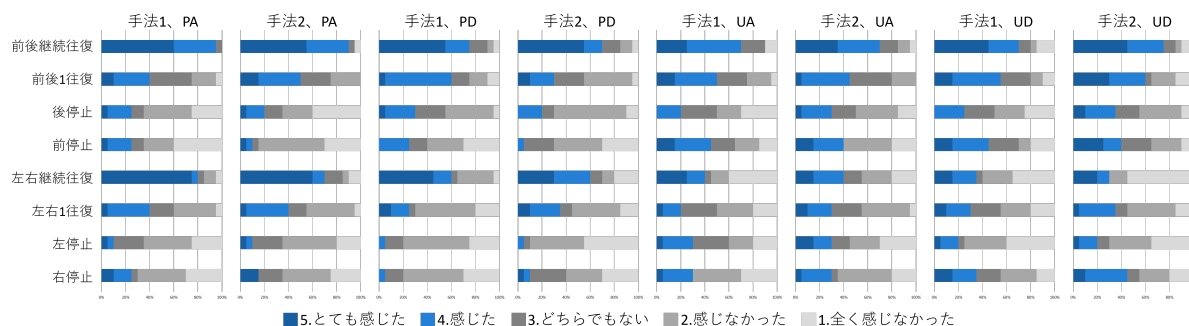


図 6.2: Q1 の回答結果 (N=20)

表 6.3: Q1 の回答結果の肯定回答数 (N=20)

エージェントの動き	M1,PA	M2,PA	M1,PD	M2,PD	M1,UA	M2,UA	M1,UD	M2,UD
前後継続往復	19	18	15	14	14	14	14	15
前後1往復	8	10	<b>12</b>	<b>6</b>	10	9	11	12
後停止	5	4	6	4	4	6	5	7
前停止	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	9	8	9	8
左右継続往復	16	14	12	12	8	8	7	6
左右1往復	8	8	5	7	4	6	6	7
左停止	2	2	1	1	6	6	4	4
右停止	5	3	1	2	6	6	7	9

が共感されたと感じる度合いに影響を与え、2体よりも1体の方が共感されたと感じる度合いが高いということが言える。

## 6.5 考察

実験結果より、エージェントの数がユーザの共感されたと感じる度合いに影響を与え、2体よりも1体の方が共感されたと感じる度合いが高いということが明らかになった。仮説では2体の方が共感された度合いが高くなると思われたが、1体の方が共感されたと感じたのかを明らかにしていく。

### 6.5.1 ユーザの感じた感情に着目した考察

Q1の回答結が手法間で大きく異なる条件である、PA 前停止、PD 前後1往復、PD 前停止の3条件について、Q2の回答結果(図A.1-A.7)より、肯定回答数が閾値以上(肯定回答数の平均+標準偏差)であった感情ラベルの数を表6.4に求めた。表6.4の合計列より、全ての条件で手法2の方が感じた感情の数が多いことが明らかになった。このことか

表 6.4: Q2 の回答結果より肯定回答数が閾値以上であった感情ラベルの数 (N=20)

エピソードと動き	手法	PA	PD	UA	UD	話したエピソード以外の合計	合計
PA 前停止	1 体	1	1	6	4	11	12
	2 体	0	4	7	4	15	15
PD 前停止	1 体	0	1	5	3	6	9
	2 体	0	3	7	2	10	12
PD 前後一往復	1 体	1	0	1	8	2	10
	2 体	2	0	4	9	6	15

ら、2体の方が感じる感情の数が多いことが分かる。感情グループごとに感じる感情の数を比較すると、ユーザの話したエピソードと同じ感情グループでは PA 前停止と PD 前停止で-1、PD 前後一往復で+1 と増減の傾向はない。一方でユーザの話したエピソード以外の感情グループで感じた感情の数の合計を見ると、1体から2体でどの条件でも4ずつ増加している。感情グループ別に見ても、ユーザの話したエピソード以外の感情グループで感じた感情の数が減少した箇所はない。これより、ユーザの話したエピソードと同じ感情グループの感情をより感じられるようにすることが、ユーザの共感されたと感じる度合いに影響を与えることが分かる。このことから、ユーザの感じる感情の数が多いほど良いわけではなく、その種類も大切だったことが考えられる。

### 6.5.2 エージェントの見方に着目した考察

ユーザのエージェントの見方について考察を行う。エージェントが1体の際にはエージェント1体そのものを見るほかなかった。そのため、ユーザは自身に向けて何らかの表現をしていると感じることができた。Q3 (エージェントを見て何を連想したか) の自由記述より、エージェントが2体になると3つの見方があることが分かった。具体的には、「疑問に思っている人たち」「楽しそうな人たち」「悲しそうな人たち」といった2体を1つの群として見ている場合、「双子の子どもが首をかしげている様子」といった1体1体を別のものとして見ている場合、「(例: パペットマペットさんみたいに) 右手と左手で手遊びしてる様子」「お笑いのツッコミ役がボケの発言に対して「ズコー」となる様子。」といったエージェント同士の掛け合いを見ている場合があった。このようにエージェントの見方が増えたことで、エージェントが1体の時と同様にユーザ自身に向けて何らかの表現をしていると感じる人もいれば、エージェント2体の関係性に意識が向いてしまった人もいた。そのため、ユーザ自身に向けて何らかの表現をしていると感じる人数が減少し、相対的に共感されたと感じる人数も減少したと考えられる。

## 第7章 結論

本研究では、見た目と表現方法の曖昧なエージェントが動きで共感表現する際のエージェントの数の違いが、ユーザに与える影響の調査を行った。仮説では、エージェントの数が1体よりも2体の方が共感されたと感じる度合いが高くなると考えていたが、実験結果より、1体の方が共感されやすいことが明らかになった。これは、エージェントの数が2体になると2体の関係性に意識が向いてしまったために、ユーザ自身に向けて何らかの表現をしていると感じる人数が減少し、相対的に共感されたと感じる人数も減少したためであると考えられる。

本研究にはいくつかの制約がある。1つ目に、本研究での実験は母国語が日本語の参加者を対象に行っている点である。そのため、本研究で明らかになった知見は、日本人以外の人に適応されるかが不明である。コミュニケーションにおいて、日本人は外国人と比較してボディランゲージが小さいという特徴がある。この点から、日本人はエージェントの動きが小さい場合でも感情を表現していると感じやすい一方で外国人は感情を表現しているとは感じにくい可能性がある。今後は、外国人にも今回明らかにした知見が適用されるか検証する必要がある。2つ目に、エージェントの数の比較を1体と2体でしか比較を行っていない点である。そのため、3対以上のエージェントを使用した際の知見が明らかとなっていない。また、何体以上のエージェントから個体ではなく群衆見るのか、個体としてみる場合と群衆としてみる場合のユーザの感情の感じ方に違いがあるのかを検証していきたい。3つ目に、エージェントの動きを統一した場合のみで比較を行っている点である。エージェントの数が増えるとエージェントの見方が多様になるという本研究の知見がある。ここから、エージェントの動きのタイミングや動きの種類を異なるものにした場合においてのエージェントの見方がどのように変化するのか、また、このことが共感されたと感じる度合いにどのような影響を与えるのかが明らかになっていない。今後は、エージェントの動きのタイミングや種類を変化させて検証をしていきたい。

本研究の取り組みにより、既存の共感表現とは異なる新たな共感表現の方法が確立されることが期待される。本研究で明らかになった知見を既存のエージェントやロボットにも追加することで、ユーザの共感を感じる度合いが増加することが予想される。高齢化社会が加速し、話し相手の存在しない人が増加する世の中で、本知見を適用させたエージェントを使用することで孤独感を解消できるようにしていきたい。

## 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*, Vol. 2, No. 1, pp. 38–45, 2016.
- [2] Jean Decety and Margarita Svetlova. Putting together phylogenetic and ontogenetic perspectives on empathy. *Developmental cognitive neuroscience*, Vol. 2, No. 1, pp. 1–24, 2012.
- [3] Jamil Zaki and Kevin N Ochsner. The neuroscience of empathy: progress, pitfalls and promise. *Nature neuroscience*, Vol. 15, No. 5, pp. 675–680, 2012.
- [4] Albert Mehrabian and Norman Epstein. A measure of emotional empathy. *Journal of personality*, Vol. 40, pp. 525–543, 1972.
- [5] 会話 ai ロボット romi (ロミィ): <https://romi.ai/> (last visited on 2024/03/31).
- [6] 音声認識人形みーちゃん: [https://www.partners-shop.com/view/page/michan\\_lp](https://www.partners-shop.com/view/page/michan_lp) (last visited on 2024/03/31).
- [7] Iolanda Leite, André Pereira, Samuel Mascarenhas, Carlos Martinho, Rui Prada, and Ana Paiva. The influence of empathy in human–robot relations. *International journal of human-computer studies*, Vol. 71, No. 3, pp. 250–260, 2013.
- [8] Iolanda Leite, Ginevra Castellano, André Pereira, Carlos Martinho, and Ana Paiva. Empathic robots for long-term interaction: evaluating social presence, engagement and perceived support in children. *International Journal of Social Robotics*, Vol. 6, pp. 329–341, 2014.
- [9] Patrícia Alves-Oliveira, Pedro Sequeira, Francisco S Melo, Ginevra Castellano, and Ana Paiva. Empathic robot for group learning: A field study. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI)*, Vol. 8, No. 1, pp. 1–34, 2019.
- [10] Barbara Gonsior, Stefan Sosnowski, Christoph Mayer, Jürgen Blume, Bernd Radig, Dirk Wollherr, and Kolja Kühnlenz. Improving aspects of empathy and subjective performance for hri through mirroring facial expressions. In *The 20th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pp. 350–356. IEEE, 2011.

- 
- [11] Sung Park and Mincheol Whang. Empathy in human–robot interaction: Designing for social robots. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 19, No. 3, p. 1889, 2022.
- [12] 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効果. *情報処理学会論文誌*, Vol. 62, No. 1, pp. 26–34, 2021.
- [13] Masahiro Shiomi, Soto Okumura, Mitsuhiro Kimoto, Takamasa Iio, and Katsunori Shimohara. Two is better than one: Social rewards from two agents enhance offline improvements in motor skills more than single agent. *PloS one*, Vol. 15, No. 11, p. e0240622, 2020.
- [14] Yuka Okada, Mitsuhiro Kimoto, Takamasa Iio, Katsunori Shimohara, and Masahiro Shiomi. Two is better than one: Apologies from two robots are preferred. *Plos one*, Vol. 18, No. 2, p. e0281604, 2023.
- [15] Ayaka Fujii, Kei Okada, and Masayuki Inaba. A basic study for acceptance of robots as meal partners: Number of robots during mealtime, frequency of solitary eating, and past experience with robots. In *2021 30th IEEE International Conference on Robot Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pp. 73–80, 2021.
- [16] Shuang Yang and Yan Tang. Text classification based on convolutional neural network and attention model. In *2020 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD)*, pp. 67–73, 2020.
- [17] Yusuke Sekine, Seiji Kasuya, and Kiichi Tago. Improving emotion classification by a combination of personal texts and social big data based on naive bayes. In *2022 12th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, pp. 370–374, 2022.
- [18] Savitha Hiremath, S H Manjula, and Venugopal K R. Unsupervised sentiment classification of twitter data using emoticons. In *2021 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI)*, pp. 444–448, 2021.
- [19] Ying Li, Jose D. Contreras, and Luis J. Salazar. Predicting voice elicited emotions. In *Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, KDD '15, p. 1969–1978, New York, NY, USA, 2015. Association for Computing Machinery.
- [20] Yui Yamashita, Masaru Onodera, Koichi Shimoda, and Yoshito Tobe. Visualizing health with emotion polarity history using voice. *UbiComp/ISWC '19 Adjunct*, p. 1210–1213, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.



- 
- [21] Timo Partala, Veikko Surakka, and Toni Vanhala. Person-independent estimation of emotional experiences from facial expressions. In *Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent User Interfaces, IUI '05*, p. 246–248, New York, NY, USA, 2005. Association for Computing Machinery.
- [22] Thong Van Huynh, Hyung-Jeong Yang, Guee-Sang Lee, Soo-Hyung Kim, and In-Seop Na. Emotion recognition by integrating eye movement analysis and facial expression model. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Machine Learning and Soft Computing, ICMLSC '19*, p. 166–169, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.
- [23] Tengfei Song, Wenming Zheng, Suyuan Liu, Yuan Zong, Zhen Cui, and Yang Li. Graph-embedded convolutional neural network for image-based eeg emotion recognition. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, Vol. 10, No. 3, pp. 1399–1413, 2022.
- [24] Jin Pyo Lee, Hanhyeok Jang, Yeonwoo Jang, Hyeonsoo Song, Suwoo Lee, Pooi See Lee, and Jiyun Kim. Encoding of multi-modal emotional information via personalized skin-integrated wireless facial interface. *Nature Communications*, Vol. 15, No. 1, p. 530, 2024.
- [25] R. M. Maatman, Jonathan Gratch, and Stacy Marsella. Natural behavior of a listening agent. In Themis Panayiotopoulos, Jonathan Gratch, Ruth Aylett, Daniel Ballin, Patrick Olivier, and Thomas Rist, editors, *Intelligent Virtual Agents*, pp. 25–36, Berlin, Heidelberg, 2005. Springer Berlin Heidelberg.
- [26] 周作熊崎, 勇剛竹内. 他者性の知覚と共感を誘発する自己投影像. 日本認知科学会大会発表論文集 JCSS, Vol. 113, No. 462, pp. 724–730, 2014.
- [27] Álvaro Castro-González, Henny Admoni, and Brian Scassellati. 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.
- [28] Ning Wang and Jonathan Gratch. Can virtual human build rapport and promote learning? In *Proceedings of the 2009 Conference on Artificial Intelligence in Education: Building Learning Systems That Care: From Knowledge Representation to Affective Modelling*, p. 737–739, NLD, 2009. IOS Press.
- [29] Takashi Numata, Hiroki Sato, Yasuhiro Asa, Takahiko Koike, Kohei Miyata, Eri Nakagawa, Motofumi Sumiya, and Norihiro Sadato. Achieving affective human–virtual agent communication by enabling virtual agents to imitate positive expressions. In *Scientific Reports 10*, No. 5977, 2020.

- 
- [30] Fritz Heider and Marianne L. Simmel. An experimental study of apparent behavior. *American Journal of Psychology*, Vol. 57, pp. 243–259, 1944.
- [31] Harry Frederick Harlow. The nature of love. *American Psychologist*, Vol. 13, pp. 673–685, 1958.
- [32] Yutaka Takase, Hironori Mitake, Yohei Yamashita, and Shoichi Hasegawa. Motion generation for the stuffed-toy robot. In *The SICE Annual Conference 2013*, pp. 213–217, 2013.
- [33] Ana Paula Chaves and Marco Aurelio Gerosa. Single or multiple conversational agents? an interactional coherence comparison. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '18, p. 1–13, New York, NY, USA, 2018. Association for Computing Machinery.
- [34] 2022 年社会保障・人口問題基本調査 生活と支え合いに関する調査 報告書：[https://www.ipss.go.jp/ss-seikatsu/j/2022/SSPL2022\\_houkokusho/SSPL2022\\_houkokusho.pdf](https://www.ipss.go.jp/ss-seikatsu/j/2022/SSPL2022_houkokusho/SSPL2022_houkokusho.pdf) (last visited on 2024/3/31).
- [35] Albert Mehrabian. *Communication without words*. 1968.
- [36] 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オン 2019 論文集*, pp. 572–575, 2019.
- [37] 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. *研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)*, Vol. 2019, No. 11, pp. 1–6, 2019.
- [38] Norman M. Fraser and G.Nigel Gilbert. Simulating speech systems. *Computer Speech Language*, Vol. 5, No. 1, pp. 81–99, 1991.

# 付録

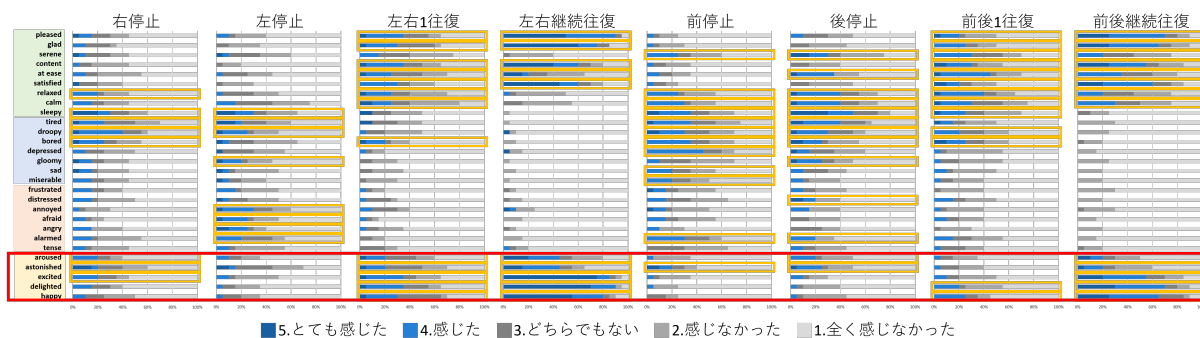


図 A.1: Q2: 手法 1PA の回答結果 (N=20)

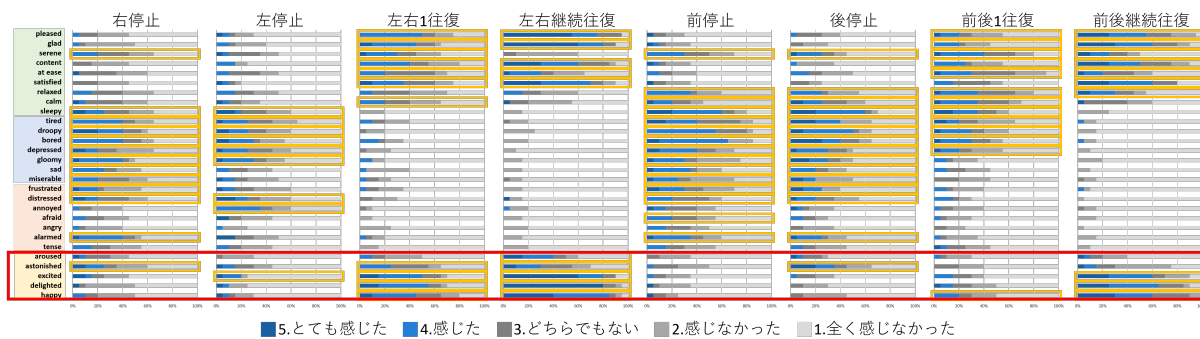


図 A.2: Q2: 手法 2PA の回答結果 (N=20)

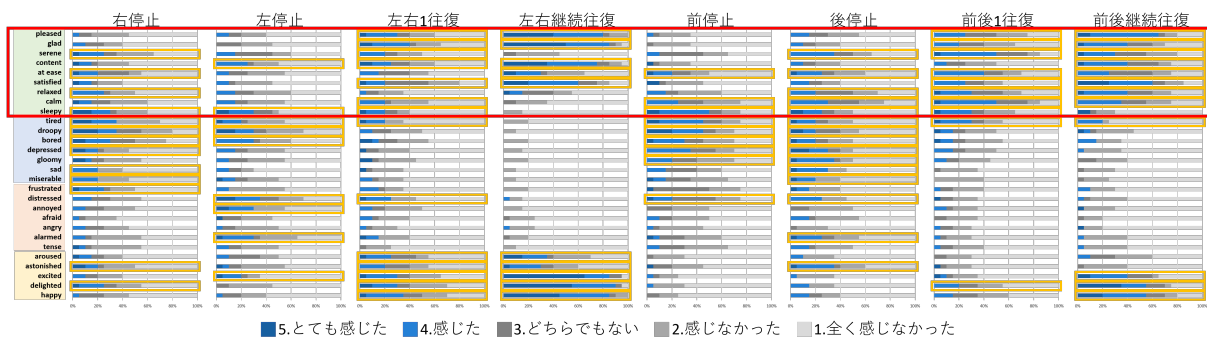


図 A.3: Q2: 手法 1PD の回答結果 (N=20)

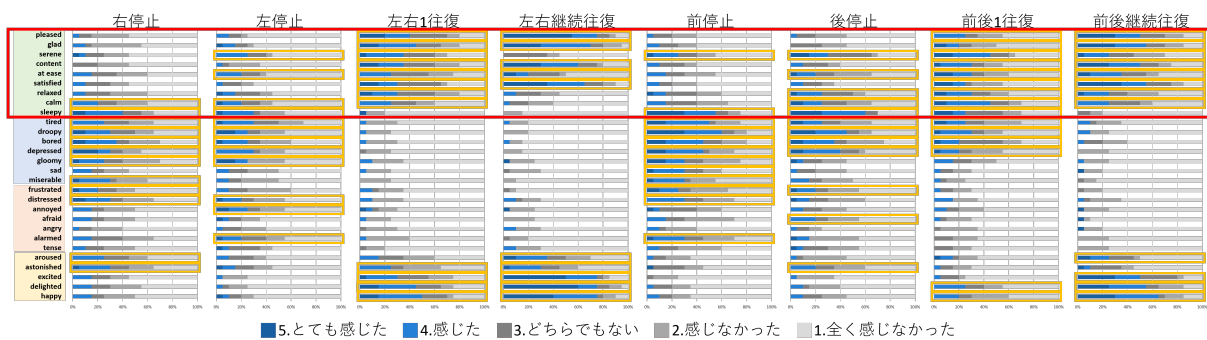


図 A.4: Q2: 手法 2PD の回答結果 (N=20)

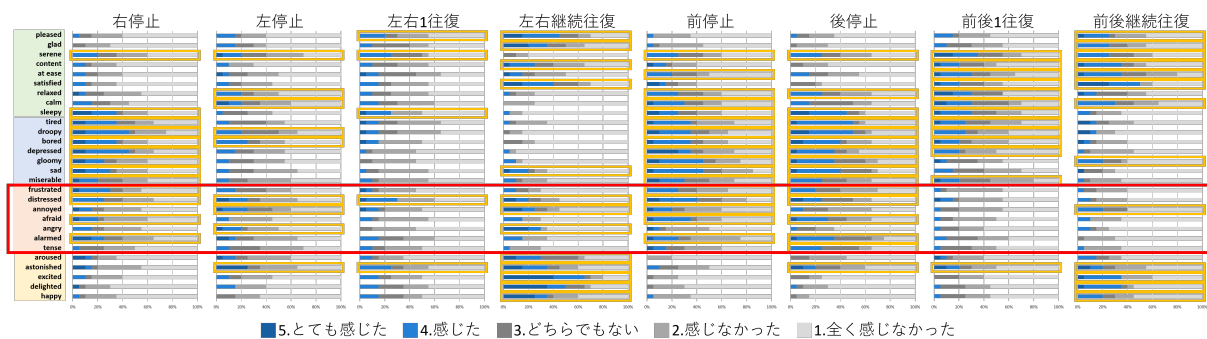


図 A.5: Q2: 手法 1UA の回答結果 (N=20)

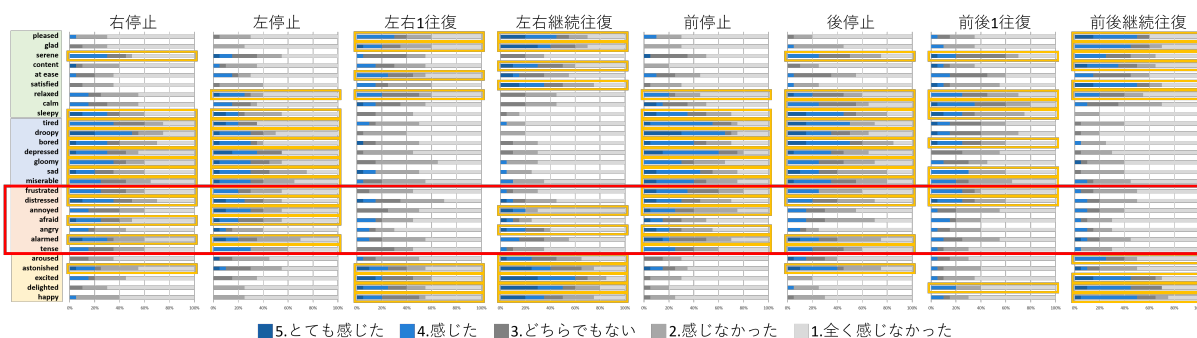


図 A.6: Q2: 手法 2UA の回答結果 (N=20)

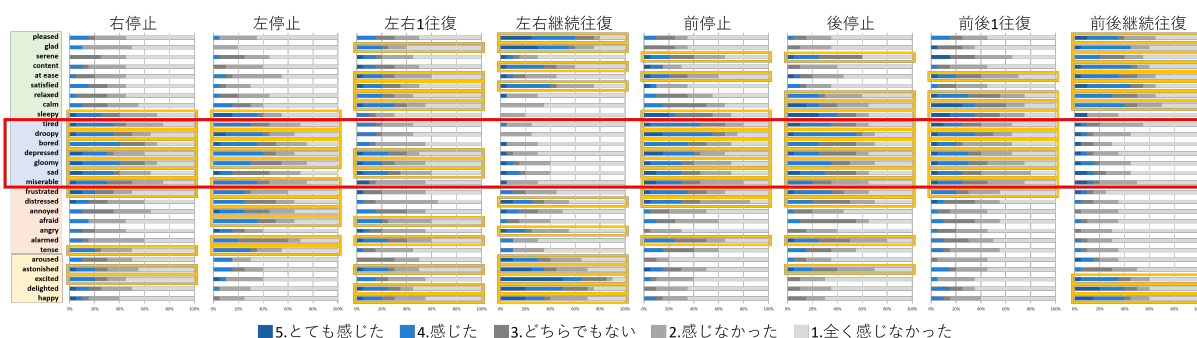


図 A.7: Q2: 手法 1UD の回答結果 (N=20)

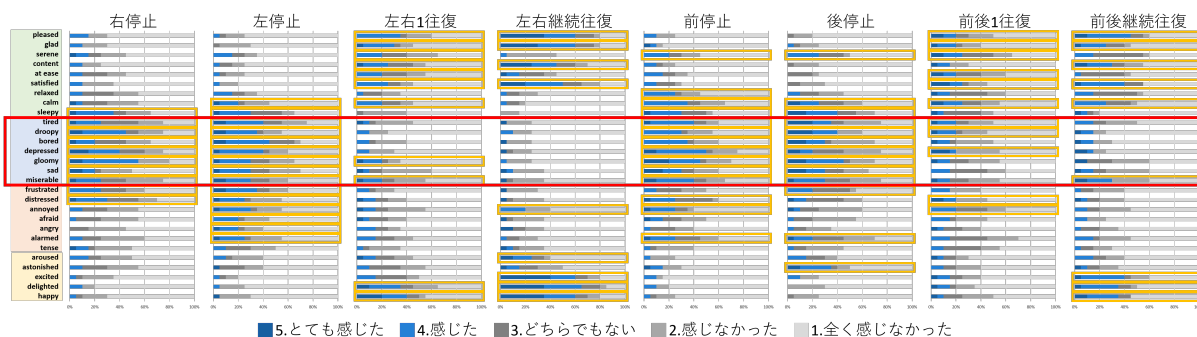


図 A.8: Q2: 手法 2UD の回答結果 (N=20)

# 研究業績

## 査読付き論文誌

- (1) Kenro Go, Shunsuke Tokuda, Haruna Niiyama, Toshiki Onishi, Asahi Ogushi, and Akihiro Miyata: Evaluation of Prosodic Features Suitable for Conversational Agents Replying with a Joke. *Journal of Information Processing*, Vol.32 (2024 年掲載予定).
- 

## 査読付き国際会議

- (1) Mizuki Suga, Yuuki Matsui, Haruna Niiyama, Kenro Go, Masato Furuno, and Akihiro Miyata: Study on a Content Selection Method by Mimicking Icon Movements for Digital Signage. Poster Proc. the 29th International Conference on Collaboration Technologies and Social Computing (CollabTech2023), pp.25–30 (2023 年 8 月).
- 

## 査読付き国内会議

- (1) 新山はるな, 呉健朗, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕: 2 体の柔らかい物体の動きによる共感表現方法の検証, 情報処理学会コラボレーションとネットワークサービスワークショップ 2023 論文集, Vol.2023, pp.24–32 (2023 年 11 月).
- 

## 研究会・シンポジウム

- (1) 渡貫健太, 呉健朗, 新山はるな, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕: 語尾でボケて返す対話型エージェントの実装. 情報処理学会インタラクション 2024 論文集 (2024 年 3 月掲載予定).
- (2) 土岐田力輝, 齊藤孝樹, 東直輝, 松井優季, 新山はるな, 呉健朗, 宮田章裕: 視覚障害者のスクリーンデバイス上における小説の読み方と移入の関係性の調査, 情報処理学会コラボレーションとネットワークサービスワークショップ 2023 論文集, Vol.2023, pp.84–85 (2023 年 11 月).
- (3) 呉健朗, 渡貫健太, 新山はるな, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕: 語尾でボケて返す対話型エージェントの基礎検討, 情報処理学会コラボレーションとネットワークサービスワークショップ 2023 論文集, Vol.2023, pp.152–153 (2023 年 11 月).
- (4) 新山はるな, 呉健朗, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕: ユーモラスに話題提供を行うエージェントの検証, 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 (DICOMO2023), pp.700–707 (2023 年 7 月).



- 
- (5) 大西俊輝, 新山はるな, 丸山葉, 大串旭, 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に及ぼす共感スキルの影響調査, 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 (DICOMO2023), pp.708–715 (2023年7月).
  - (6) 須賀美月, 松井優季, 新山はるな, 呉健朗, 森岡優一, 古野雅人, 宮田章裕: デジタルサイネージ向けのアイコン動作を真似る選択方式の検証, 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 (DICOMO2023), pp.1110–1114 (2023年7月).
  - (7) 新山はるな, 得田舜介, 大串旭, 大西俊輝, 呉健朗, 大澤正彦, 宮田章裕: ユーモラスに話題提供を行うエージェントの基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2023 論文集, pp.447–450 (2023年3月).
- 

## 受賞

- (1) 情報処理学会コラボレーションとネットワークサービスワークショップ 2023 ベストペーパー賞, 2体の柔らかい物体の動きによる共感表現方法の検証, 受賞者: 新山はるな, 呉健朗, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕 (2023年11月).
- (2) マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2023) シンポジウム 野口賞, デジタルサイネージ向けのアイコン動作を真似る選択方式の検証, 受賞者: 須賀美月, 松井優季, 新山はるな, 呉健朗, 森岡優一, 古野雅人, 宮田章裕 (2023年7月).