

令和元年6月24日現在

機関番号：13902
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2014～2018
 課題番号：26330221
 研究課題名(和文) 擬人化エージェントを介した対話者とのインタラクションにおける操作者の行為の分析

研究課題名(英文) Analysis of the Operator's Action in Interaction with a Dialogue Person via Anthropomorphic Agent

研究代表者
 齋藤 ひとみ (Saito, Hitomi)
 愛知教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：00378233
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、人が擬人化エージェントを介して他者とコミュニケーションをする際に、どのように自分の意図や感情を表現するのかを明らかにする事であった。具体的には、(1) 操作者は自分の意思や考えをどのように表現するのか、(2) エージェントの振る舞いから、対話者は操作者の意思や考えを把握できるのかを実験的に検討した。本研究の成果は以下の2点にまとめられる。
 (1) 操作者は、自身が普段行っている方略をエージェントの操作に適用し、表情や動きの操作を行っている。
 (2) 対話者は、エージェントの振る舞いから、操作者が相手に何かを伝えようとする「意図」を持つかどうかをある程度は認識することができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今後、AIの発展に伴い、人がコミュニケーションロボットや擬人化エージェントと共同作業をする機会はますます増えると考えられる。また、遠隔学習などで人がロボットや擬人化エージェントを操作して教室や職場で仕事をする場面も出てくると考えられる。
 本研究で得られた操作者の振る舞いや操作者の振る舞いに対する対話者の反応や印象に関する研究は、ロボットや擬人化エージェントに対する基礎的なリテラシーとして役立つと考えられる。また、人が操作するロボットや擬人化エージェントの開発をする上で、本研究で得られた知見の応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to clarify how people express their intentions and emotions when communicating with others through anthropomorphic agents. Specifically, (1) How does the operator express his intention or idea, (2) From the behavior of the agent, it is examined experimentally whether the communicator can grasp the operator's intention or idea. The results of this study are summarized in the following two points.
 (1) The operator applies his / her usual strategy to the operation of the agent and operates the expression and movement.
 (2) From the agent's behavior, the interlocutor can recognize to some extent whether the operator has the "intention" to transmit something to the other party.

研究分野：ヒューマン・コンピュータ・インタラクション

キーワード：ヒューマン・コンピュータ・インタラクション 擬人化エージェント エージェンシー認知 WOZ法

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

携帯アプリ上のソフトウェアエージェントやロボットなど擬人化エージェントに接する機会が増えてきている。武川(2010)は、擬人化エージェントのインタラクションを設計するためには、人と人の間のインタラクションについて知る必要があると指摘し、人同士のコミュニケーションに関する研究をインタラクションの開発に適用する研究アプローチを紹介している。

しかし、それらの研究で主に対象とされてきたのは、人同士の対面によるコミュニケーションであり、そこで得られたルールを「エージェントと人」の関係性の上にそのまま構築する事が難しい場合も多々ある。

そこで本研究では、人同士のコミュニケーションを対面ではなく、「エージェントと人」に近い状況に設定し、そこでの人同士のやり取りを観察・分析し、より自然なエージェントからの意図や感情の表出に関する知見を得ることを目指す。

「エージェントと人」に近い状況として、本研究では図1のような、エージェントを介して、他者とコミュニケーションを行う状況を設定する。操作者は、エージェントを自分の分身として利用し、操作者自身の意図や感情を伝えるために操作を行う。一方で対話者は、エージェントの振る舞いから操作者の意図や感情を読み取り、それに対して反応する。このような状況で、操作者と対話者が協調的もしくは競争的に取り組む課題を設定し、操作者と対話者のインタラクションを観察することで、「エージェントと人」のインタラクションに適応可能なコミュニケーションのルールを見いだすことができると考えている。

本研究では、「エージェントと人」のインタラクションにおける観察対象は、エージェントを裏で操る操作者である。このようにエージェントを自律的ではなく、裏で人が操作

してインタラクションを成立させる方法は、WOZ 法という実験手法として既に行われている。Xu et al.(2009)は、WOZ 法によって操作したエージェントと、自律的に動作するエージェントとのインタラクションを比較し、エージェントとインタラクションをした人の反応を分析している。しかし、WOZ 法を用いた研究の対象は、あくまでエージェントとインタラクションをする対話者であり、操作者ではなかった。

本研究では、WOZ 法の操作者に着目し、エージェントの操作という限られた状況の中で、自分の意図や感情を相手にどのように伝えるのかを観察する。その分析をとおして、人にとってより自然なエージェントの意図や感情の表出がどのようなものなのかを明らかにする。

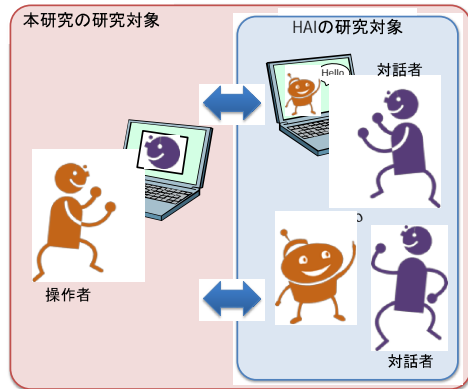


図1: 研究アプローチの比較

2. 研究の目的

本研究の研究課題は以下の2点である。

- (1) 本研究では、操作者は自分の意思や考えをエージェントの操作によってどのように表現するのかを実験的に検討する。

操作者がエージェントの操作を介して他者とコミュニケーションを取る際に、自分の意見や考えをエージェントの行動にどのように変換して伝えようとするのかをエージェントと人のインタラクション実験におけるエージェントの操作者の振る舞いの観察・分析から明らかにする。

- (2) エージェントの振る舞いから、対話者は操作者の意思や考えを正確に把握できるのかを実験的に検討する。

操作者によって操作されるエージェントとインタラクションする対話者は、エージェントの振る舞いから、どの程度操作者の意思や考えを把握することができるのかをエージェントと対話者のインタラクション実験における対話者の振る舞いの観察・分析から明らかにする。

この2つの研究目的について検討するため、まずエージェントを遠隔操作して、他者とインタラクションをするための実験環境の構築を行う。その上で、エージェント(操作者)と対話者のインタラクション場面の観察を行う。観察から得られた操作者の操作ログ、対話者の反応などのデータを詳細に分析し、エージェントと人のインタラクションに適応可能なコミュニケーションのルールを見つける。

上記の目的に関して、以下の3つの研究を実施した。

- (a) ソフトウェアエージェントにおける操作者の心理と行為の分析
- (b) 音のインタラクションにおけるエージェント認識に関する検討
- (c) 人との共同作業におけるコミュニケーションロボットの関わり方の検討

3. 研究の方法

3つの研究について、それぞれの方法を説明する。

(1) ソフトウェアエージェントにおける操作者の心理と行為の分析

背景

鈴木・竹内・石井・岡田(1999)は、インタラクティブシステムを用いた課題遂行の対話実験を行った。実験結果より、課題遂行はなされなくとも友好的な関係形成はなされたことが明らかになった。関係形成は、課題遂行如何に依存しないことを示唆している。また、WOZ 法による、システムを人が操作した際にも、大差ある結果ではなかったことから、人はシステムとも友好的な関係形成が出来ることが明らかとなった。また、大澤・今井(2013)は、エージェントの操作者を対象とした研究を行い、新たなインタラクシ

ン戦略の手法の提案とその有用性を示した。しかし、この研究は、課題遂行のための対話を行い、交感的な側面には言及していない。

そこで本研究は、WOZ法を用いた対話実験を行う。そこから、初対面時、人がどのようにして友好的な関係形成をするのか、交感的な側面を探索する。

方法

1) 実験参加者

A大学の学部生20名の学生が実験に参加した。実験協力者の学生は全員が教育学部であり、専攻は多様であった。実験は無作為に選ばれた2人1組で行い、合計10組の実験を行った。

参加者は、エージェントを操作する「操作者」と、エージェントと対話をする「対話者」にランダムに分けられた。

2) 実験環境および実験システム

実験システムを図2に示す。実験システムは、Visual C++で開発し、3DのライブラリとしてDxLibを用いた。エージェントのモデルはMetasequoiaで作成し、モーションはMikuMikuDance、表情はpmxエディタを使用して作成した。先行研究を参考に、エージェントの容姿をロボットにし、7種類の表情と10種類のモーションを組み合わせることで動作を行った。操作者は、キーボードから表情やモーションを操作した。

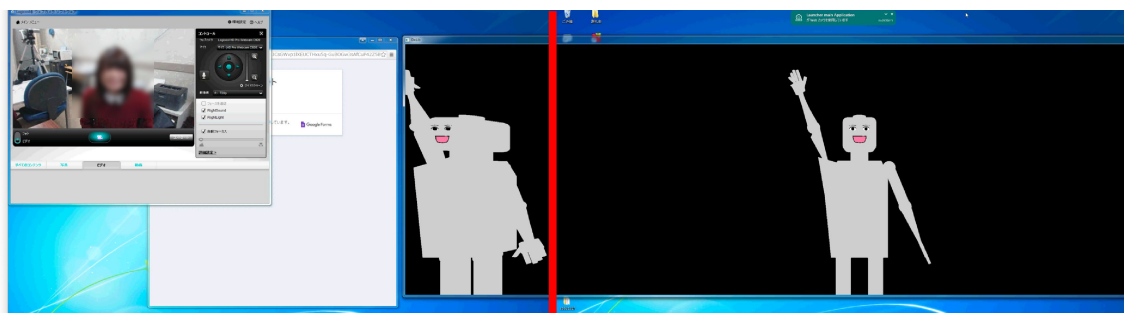


図2：実験システム(画面の赤線より左側が操作者が見ている画面であり、操作しているエージェントと、対話者の音声・映像が表示されている。右側が対話者が見ている画面であり、操作者が操作するエージェントが表示されている。)

3) 実験課題と手続き

実験では、実験システムとWebカメラを使用し対話を行った。操作者と対話者への教示内容を表1に示す。操作者と対話者に与えられた課題は、「相手と仲良くなること」であった。ただし、仲良くなることだけを目的とすると不自然になるため、参加者には、この後に二人で協力して行う課題があるため、その前の事前準備として仲良くなってくださいと伝えた。

手続きについて述べる。対話者にエージェントの操作を人が行っていると気づかせないため、操作者と対話者の入室時間をずらした。最初に操作者が入室し、5分間の実験説明を行った。その後、10分間操作練習をし、練習終了後、簡易実験室で待機してもらった。これらの作業の後、対話者に入室してもらい、実験の説明をすることで両者が対面することのないようにした。

対話者に実験の説明を終えた後、7分間の対話を行ってもらった。実験終了後、操作者へはアンケートとインタビューに回答してもらった。対話者にはアンケートのみ回答してもらった。アンケート回答後にデブリーフィングを行い、エージェントを人が操作していたことを伝えた。対話中の画面(対話者の対話中の映像およびエージェントの振る舞い)と操作者へのインタビューを録画した。

表1：実験参加者への教示内容

操作者	対話者
<ul style="list-style-type: none"> ・エージェントを操作する対話実験であること ・エージェントの操作方法 ・本実験前の事前準備として、対話者と仲良くなつてほしいこと ・実験時間は7分間であること 	<ul style="list-style-type: none"> ・エージェントとの対話実験であること ・エージェントは対話者の音声と表情を認識し動作していること ・本実験前の事前準備として、エージェントと仲良くなつてほしいこと ・実験時間は7分間であること

(2) 音のインタラクションにおけるエージェント認識に関する検討

背景

本研究では、音のインタラクションにおけるエージェント認識の誘発要因について検討する。エージェント認識の誘発要因を探る研究として竹内・中田(2013)は、どのような振る舞いがエージェント認識に繋がるのかを検討した。視覚的なインタラクションを介した実験の結果、空間や時間的な同調が、エージェント認識につながることを示唆された。しかし、竹内・中田(2013)の実験では、エージェント認識を誘発する実験参加者に対して、「人らしく振る舞う」「機械らしく振る舞う」という教示をしており、この条件は参加者にとって実際に振舞うことが難しい条件であったと考えられる。

本研究では、エージェント認識を相手に伝えたい意図の有無と捉え、音のインタラクションによるエージェント認識について検討する。

方法

1) 実験参加者

A 大学の認知科学の授業を受講した学部生 40 名が実験に参加した。参加者はランダムに組み合わせたペアで実験に参加し、意図を誘発する誘発者と、意図を認知する認知者とにランダムに割り当てられた。

2) 実験条件および実験システムと手続き

実験条件は意図の有無を参加者内要因とする 1 要因参加者内で実施した。実験条件毎の課題を図 3 に示す。課題 1 を意図なし、課題 2 を意図ありとし、意図なしでは誘発者は一人で演奏を行い、認知者はその音が聞こえる状況で自由に演奏した。意図ありでは誘発者は相手の音が聞こえる状態で相手と協力して演奏するように教示され、認知者はその音が聞こえる状況で課題 1 と同様に自由に演奏した。

実験システムの画面を図 4 に示す。演奏に使用する音として、人工音声の「あ」の音を用いた。音源はボーカロイド用に公開されたものを使用した。自分が鳴らした音と相手の鳴らした音の区別がつくように、「あ」の音について、性別(男性・女性)、年齢層(子供・若者・大人)、音の高低(高・中・低)の異なる 18 種類を用意し、参加者のどちらかが男性の音を、もう一方が女性の音を使用するようにした。これらの音に加え、クラップ音も用意し、一人の参加者が使用できる音の種類は 10 種類とした。参加者は、ボタンを押すことで音の演奏を行った。

手続きについて説明する。実験室にペアで入室し、離れたところに着席した。ペアの間は間仕切りを設け、相手の操作や表情が見えないようにした。実験についての教示の後、課題 1 と課題 2 をそれぞれ 3 分間実施した。各課題終了後、誘発者と認知者それぞれについてアンケートを実施した。

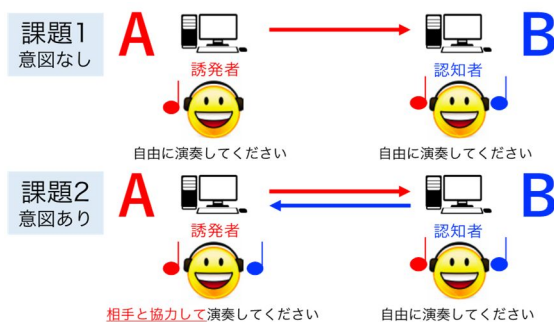


図 3: 実験条件と課題



図 4: 実験システム

(3) 人との共同作業におけるコミュニケーションロボットの関わり方の検討

背景

ロボットとの共同に関する研究として、佐田ら(2016)は、ロボットが弱さを振る舞いとして表出することで、人の感じ方やロボットへの対応の仕方が変わってくることを明らかにした。またジメネスら(2016)は、感情表出が可能なコミュニケーションロボットと共同学習を行う際に、実験参加者の正否反応に応じ、喜びや悲しみといった感情表現や声掛けをすると実験参加者に親密さを感じさせることができ、それにより成績に良い影響があるということがわかった。さらに、Whitney et. al.(2017)の研究では、アーム型のロボットと共同作業する際に実験参加者とロボットとの間で確認のやり取りをし、意思疎通をしっかりとすることにより円滑に作業することができることを明らかにしている。

先行研究から、ロボットの振る舞いや持っている要素によって人が受ける印象が異なることや意思疎通をしっかりとすることにより円滑に作業をできるといった事がわかっている。しかし、ロボットにさせる振る舞いや関わり方には他の要因についての検討が必要であるため、本研究では共同作業においてコミュニケーションロボットの関わり方で人がどのように感じるのか、それにより作業結果に差異が出るのかということについて検討する。

方法

1) 実験条件と実験参加者

ロボットの関わり方の違いについて検討するため、相手に選択の余地を残しながら正しい選択に誘導させるような関わり方であるナッジ条件と、特定の選択を迫らず相手に自由な選択を促す関わり方であるリバタリアン条件を設定した。ロボットの振る舞いは WOZ 法で行い、実験者が裏で操作した。また課題による違いについても検討するため、共同での意思決定を行うコンセンサスゲームと、共同で新しいアイデアを考えるアイデア生成課題を用いた。

A 大学の学部生 20 名(男性 6 名、女性 14 名)が実験に参加した。実験条件間で男女比が均一になるように参加者を割り当てた。

2) 使用ロボットと実験環境および手続き

実験では、コミュニケーションロボット Orihime を用いた。Orihime は、音声と頭や手の動きでコミュニケーションを行った。実験者は実験参加者には見えない位置から遠隔操作により手動で操作をした。音声は合成音声ソフト SofTalk を用い、実験者が予め用意しておいた会話や入力した会話は音声合成によって出力した。また体の動きは、Orihime の遠隔操作ソフトを使用した操作した。参加者と Orihime とで作業内容を共有するため、課題は液晶型ペンタブレット上で行った。

ナッジ条件では、参加者の考えに対して、肯定と否定の両方の声掛けを行った。また、自身の考えや提案の声掛けを積極的に行い、参加者に考えを否定されてもすぐには同意せず再度提案するような声掛けを行った。行動では、肯定や賛成に対して頷きや拍手といった動きを行い、否定に対しては首を振る動きを行った。

リバタリアン条件では、参加者の考えに対して肯定の声掛けを行い、自身の考えや提案はあまり述べな

いようにした。また参加者がロボットの考えや提案を否定した場合はそれ以上言及しなかった。

実験は、Orihime を操作する実験者と実験の説明などを行う実験遂行者とで行った。実験遂行者が参加者に説明を行い、コンセンサスゲーム、アイデア生成課題の順に課題を実施した。各課題終了後にアンケートを実施した。実験終了後、実験者がデブリーフィングを行った。

4. 研究成果

(1) ソフトウェアエージェントにおける操作者の心理と行為の分析

操作者がどのような表情、動きを使用したかを分析した結果、表情では「幸福」を最も多く使用していたことから、友好関係を深めるため、笑顔と認識される幸福を多用したと考えられる。一方、怒りや悲しみ、恐怖や嫌悪の表情は表出回数が少なかった。仲良くなる上でそれらの表情はほとんど使われないが、対話が途絶えた時や円滑に進まない時などには利用された。インタビューから、表情は感情の表現のために用いられ、モーションは意図の伝達に使われていたことが明らかになった。また、今回は言葉によるコミュニケーションが制限されていたため、相手へ意図を伝えるためにモーションを利用していることが明らかになった。

(2) 音のインタラクションにおけるエージェント認知に関する検討

意図あり条件と意図なし条件における、認知者の意図感受度（相手の意図を感じたかどうか）には有意な差は見られなかった。しかし、音の印象において、意図あり条件の方が「人間的な」「落ち着いた」「不活発な」印象を抱いていたことが明らかになった。また第三者による判定を行った結果、意図なしよりも意図ありの方が協力して演奏している、演奏として良いと判定した。さらに操作ログの分析から、意図あり条件の方が、誘発者も認知者も相手の音に対応する音や近い音を演奏していることが示された。

意図感受度に条件間の差が見られなかった理由として、認知者の回答理由を分析した結果、意図なし条件でも演奏にパターンがあると意図を感じると回答していた。従って、単に意図があるかどうかだけでなく、「一緒に演奏しようとする意図」を尋ねる必要があると考えられる。

誘発者の音に対する印象や第三者評定の結果から、意図あり条件と意図なし条件とでは明らかに演奏に差異があることが示された。また操作ログの分析から、音のインタラクションにおいては、相手と似た音を鳴らすことが同調につながり、エージェント認知につながる可能性が示唆された。

(3) 人との共同作業におけるコミュニケーションロボットの関わり方の検討

アンケートを分析した結果、「ロボットの意見は参考にしたか」、「ロボットは作業の役に立ったか」において、課題間に差が見られ、コンセンサスゲームの方が参考にした、役に立ったと答えていた。次に成果物の分析では、コンセンサスゲームにおいて、課題の最初と最後での回答の変化を分析した結果、ナッジ条件の方が回答が変化していることが明らかになった。最後に参加者が Orihime にした質問数を分析した結果、課題による差が見られ、コンセンサスゲームの方が質問数が多いという結果が得られた。

関わり方による差としては、ロボットが積極的に提案をするナッジ条件の方が、課題の結果に影響を与えることが明らかになった。これは、参加者がロボットの提案を比較的容易に受け入れていることを示している。参加者はロボットに対して万能なイメージを持っており、そのことがロボットの提案をあまり疑問に思わず受け入れ、それが課題の結果に影響したと考えられる。

また関わり方に関係なく、アンケートや成果物、質問数においてコンセンサスゲームの方がアイデア生成課題よりロボットによる影響を受けていることが明らかになった。この結果の理由として、共同に向く課題の特性に関する影響が出ていると考えられる。Miyake(1994)は、様々な課題のよる共同と単独による課題成績を比較し、視覚的共有性があり、また1操作ごとの正解・不正解のわかりにくい課題の方が共同による効果が出やすいと述べている。今回の課題は、いずれも1操作毎の正解・不正解のわかりにくい課題ではあるが、視覚的共有性の点で、参加者の考えが「順位」として共有できているコンセンサスゲームの方が、アイデアレベルでは共有しにくいアイデア生成課題よりも効果があったと考えられる。人同士の共同における知見は、人対ロボットでの共同においても適用可能であることが示唆された。

参考文献

- [1] 武川直樹. (2010). 社会科学のアプローチに基づくコミュニケーションロボット・擬人化エージェントの設計に向けてー 人間観察によってデザインされたロボットは「不気味の谷」を渡れるか?. 電子情報通信学会誌, 93(12), 1027-1033.
- [2] Xu, Y., Ohmoto, Y., Ueda, K., Komatsu, T., Okadome, T., Kamei, K., S., Okada, Y., Sumi, & Nishida, T. (2009). Actively Adaptive Agent for Human-Agent Collaborative Task. In Active Media Technology (pp. 19-30). Springer Berlin Heidelberg.
- [3] 鈴木紀子・竹内勇剛・石井和夫・岡田美智男(1999). 状況に引き出された発話による対話の形成とその心理的評価. 『情報処理学会論文誌』, 40 (4), 1453-1463.
- [4] 大澤博隆・今井倫太(2013). エージェントのインタラクション戦略探索のための没入型発見法. 『人工知能学会論文誌』, 28 (2), 160-169.

- [5] 竹内勇剛・中田達郎(2013). エージェント認知を誘発するコンピュータとのインタラクションと人らしさの帰属. 『人工知能学会論文誌』, 28 (2), 131-140.
- [6] 佐田 和也・山際 康貴・岡田 美智男,ゴミ箱ロボットおける<弱さ>の表出について,ヒューマンインタフェイス学会論文誌,219-228,2016
- [7] 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,日本知能情報ファジィ学会誌,2016
- [8] Whitney, D & Rosen, E & MacGlashan, J & L.S Wong, L & Tellex,S, "Reducing Errors in Object-Fetching Interactions through Social Feedback", International Conference on Robotics and Automation, Singapore, May. 2017
- [9] Miyake , N, " Personal knowledge: Its externalization, manipulation and sharing for scientific creative activities " , Intellectual Facilitation of Creative Activities,1994

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

齋藤ひとみ, 擬人化エージェントによるオーバーハードコミュニケーション : 被説得エージェントの反応の違いについての検討, 愛知教育大学研究報告 教育科学編, Vol. 64, 141-145, 2015, <http://hdl.handle.net/10424/6085> (査読有り)

〔学会発表〕(計 3 件)

齋藤ひとみ・梅本峻太郎・高橋芳奈・野々垣真帆・林穂波・村上律子・森岡優樹・安田成, 音のインタラクションにおけるエージェント認知についての検討, 日本認知科学会第 34 回大会, 2017

齋藤ひとみ・中野亜美, 音のインタラクションにおけるエージェント認知についての検討, 日本認知科学会第 33 回大会, 2016

齋藤ひとみ, 片野舞, 福岡弘樹, エージェントからの自己呈示とフィードバックに対する人間の反応, 日本認知科学会第 31 回全国大会, 2014

6 . 研究組織

なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。