

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00287

研究課題名(和文) 多文化共生社会に寄与するエージェントおよびロボットの非言語行動研究

研究課題名(英文) Non-verbal Behaviors of Agents and Robots that Contribute to Multicultural Symbiotic Societies

研究代表者

神田 智子 (KODA, Tomoko)

大阪工業大学・情報科学部・教授

研究者番号：80434786

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、多文化共生社会に適応可能なエージェントやロボットの非言語行動の設計における考慮点を提言することを目的とし、文化に特有な非言語行動をエージェントやロボットに実装し、人間とのインタラクション評価実験を行った。平成29年度は、日米の視線行動をとるエージェントとのインタラクション印象評価実験を行い、平成30年度は、上記の視線行動を対話ロボットに実装し印象評価実験を行った。令和元年度は、異なる外見を持つ対話ロボットを用い、積極性を变化させた非言語行動を実装しインタラクション評価実験を行った。3年間の研究計画は計画通りに進捗し、研究成果を査読付英語雑誌論文7件、学会発表13件として発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

当研究では、文化適応した振舞を実装したエージェントおよびロボットに対する印象の文化差を検証することを目的とした。文化を超えたコミュニケーション支援のためのエージェントやロボットの振舞モデル構築の基礎研究として成果展開することにより、当研究の全体構想の成果が、Computer-mediated Communication研究分野におけるグローバルなコミュニケーションツールの開発、HAI(ヒューマン エージェント・インタラクション)研究におけるエージェントの異文化対応モデルとして寄与することが期待できる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to propose considerations for the design of nonverbal behaviors of agents and robots that can adapt to a multicultural society. We implemented nonverbal behaviors that are specific to one culture in agents and robots and conducted interaction evaluation experiments with human users. In 2017, we conducted an impression evaluation experiment of agents with the gaze behaviors typically seen in Japan and US. In 2018, we implemented the above gaze behaviors in a humanoid robot and conducted an impression evaluation experiment. In 2019, we conducted an interaction evaluation experiment using two humanoid robots with different appearances, implementing nonverbal behaviors with varying aggressiveness. The research plan for three years progressed as planned, and the research results were presented at 10 domestic conferences and 10 international conferences.

研究分野：ヒューマン エージェント・インタラクション

キーワード：対話エージェント 非言語行動 視線 インタラクション評価 文化間比較 対話ロボット ヒューマン
ノイドロボット 実体性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

グローバル化に伴い、仮想空間内のアバタや擬人化エージェント（以下エージェントと記述）による文化間コミュニケーションが注目されているが、エージェントの表情や振舞の意味は、特に断らなくても任意の利用者間で普遍的に共有されるものという暗黙的な前提の下で使用されている。しかし、研究代表者の先行研究でエージェントの表情や振舞解釈には文化差があることを示した。ジェスチャなどの非言語行動は、文化によって表現方法が異なることは、私たちが日常生活で経験していることである。先行研究で行った、表情解釈の文化差に関する研究成果発表時に、欧米の複数の研究者から「日本人は目で表情解釈をするという結果であるが、実際の間人同士の対話において日本人はあまり目を見ないのに実体のない仮想キャラクタでは目を見るのか」という指摘があった。このことから、日本人と欧米人の対話中の視線行動の差異に着目し、対話エージェントとロボットを用いた視線行動による印象評価実験を通して、視線を中心とする非言語行動の文化適応の重要性を検証する研究を着想するに至った。

本研究では、多文化共生社会に適応可能なエージェントおよびロボットの非言語行動の設計における考慮点を提言することを目的とし、このために、人間同志のコミュニケーションにおける非言語行動の文化差をモデル化し、モデルに従って文化に特有な非言語行動をエージェントやロボットに実装し、人間とエージェントおよびロボットのインタラクション評価実験を行う。文化を超えたコミュニケーション支援のためのエージェントやロボットの振舞モデル構築の基礎研究として成果展開することにより、当研究の全体構想の成果が、CMC 研究分野におけるグローバルなコミュニケーションツールの開発、HAI (ヒューマン エージェント・インタラクション)、Intelligent Virtual Agent、Human-Robot Interactions 研究におけるエージェントの異文化対応モデルとして寄与することが期待できる。

2. 研究の目的

本研究は、対話エージェントや対話ロボットと人間間のインタラクション評価実験を通して、エージェントやロボットの非言語行動（視線、ジェスチャなど）および解釈の文化差を検証することで、多文化共生社会に適応可能なエージェントやロボットの非言語行動の設計における考慮点を提言することを目的としている。

3. 研究の方法

本研究「多文化共生社会に寄与するエージェントおよびロボットの非言語行動研究」では先行研究で取り扱ってきた仮想空間内のエージェントに加え、実空間内でのロボットを用いて、視線を始めとする非言語行動の文化差の実装およびそれらから受ける印象の文化間比較を行った。研究対象をロボットに拡大した理由は、視線行動では相手の実体性からの影響が大きいためである。海外協力機関と共同実験を実施し、エージェントやロボットの非言語行動を文化的に適応させることにより、インタラクション評価が向上することを検証した。

1) 対話エージェントの視線の文化適応モデルの作成と印象の文化間比較：日米で録画された人間同士の対話コーパスの動画をビデオ分析し、日本と米国の対話中の視線行動をモデル化し、付随する他の非言語行動と共に対話エージェントに実装した。日本と米国の視線行動モデルで対話するエージェントを用いて、日本人による印象評価実験を行い、エージェントの非言語行動の文化適応の重要性を検証した。

2) 対話ロボットの視線行動および非言語行動の実装と印象評価：視線の印象は相手の実体性からの影響が大きいこと、また、近年社会的対話ロボットの非言語行動の表現力の向上と実社会への普及がめざましいため、対話ロボットを用いて対話中のロボットの視線行動の印象評価を行った。1) で分析した視線および非言語行動を、社会的対話ロボットに実装した。

3) 対話ロボットの視線行動と非言語行動の積極性による印象評価：人間的なロボットと機械的なロボットの外見の異なる対話ロボットを用い、視線行動と非言語行動の積極性を変えて印象比較実験を行った。

4. 研究成果

本研究では、多文化共生社会に適応可能なエージェントやロボットの非言語行動の設計における考慮点を提言することを目的とし、文化に特有な非言語行動をエージェントやロボットに実装し、人間とのインタラクション評価実験を行った。平成 29 年度は、日米の視線行動をとるエージェントとのインタラクション印象評価実験を行い、平成 30 年度は、上記の視線行動を対話ロボットに実装し印象評価実験を行った。令和元年度は、異なる外見を持つ対話ロボットを用い、積極性を変化させた非言語行動を実装しインタラクション評価実験を行った。3 年間の研究計画は計画通りに進捗し、研究成果を雑誌論文 10 件（うち英語論文 8 件、日本語論文 2 件）、学会発表 10 件（うち国際学会 2 件、国内学会 8 件）として発表した。以下に研究成果を具体的に述べる。

1) 対話エージェントの視線の文化適応モデルの作成と印象の文化間比較

平成 29 年度の研究計画は、計画通りに進捗した。1) 日米の視線モデルの作成：日米それぞれの視線行動を分析した文献に基づき、日米それぞれの視線モデルを作成した。図 1 に米国人の視線モデル、図 2 に日本人の視線モデルを示す。米国人の視線モデルは、発話開始時と発話終

了時に視線状態が凝視状態ではなくなるが、それ以外の話中は相手を凝視するモデルである。一方、日本人の視線モデルは、相手を凝視し続けることを避け、あいまい注視と視線はずしと凝視を切り替えるモデルである。2) 対話エージェントの実装：日米の視線モデルに従って視線を遷移させながら発話するエージェントを実装した。図3に、対話エージェントの視線状態を示す。3) 評価実験の実施：日米それぞれの視線行動をとる対話エージェントを用いて、視線行動の文化差によるエージェントと人間間のインタラクション評価実験を行った。

実験の結果、実験参加者のシャイネスレベルによって、日米の視線モデルに対するインタラクション評価が二分化することが示された。シャイネスレベルの高い参加者は、日本人の視線モデルにのみ親近感を感じ、見慣れない米国人モデルおよび凝視モデルに対する親近感が低下する結果となった。一方、シャイネスレベルの低い参加者は、凝視時間の長い米国人視線モデルであっても、日本人の視線モデルと同等の親近感を持ってエージェントと対話した。同様の実験環境の英語版を開発し、ポルトガルの共同研究機関 GAIPS / INESC-ID, University of Lisbon で日本と同様の実験を実施したが、期待通りの実験をすることができなかった。その理由は、日本のアニメキャラクターの大きな目と光の反射を模した星(白の楕円で示されるハイライト)を持つエージェントがどこを見ているかを、ポルトガル人の実験参加者が認識できなかったためである。今後、海外で同様の実験を実施する場合、エージェントの外見をアニメキャラではなく、人間に近いものに変更する必要があると考える。

研究成果の発表：日本国内における上記の研究成果を、国内会議3件、国際会議3件で発表した。

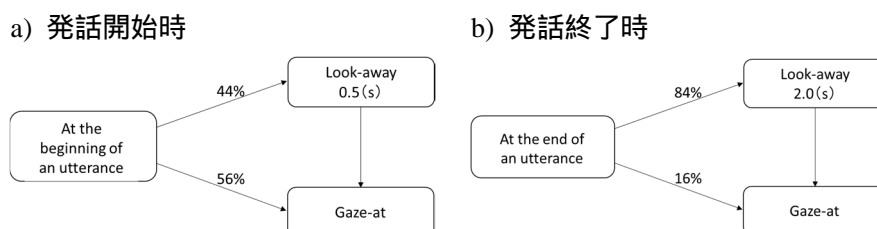


図1. 米国人の視線モデル

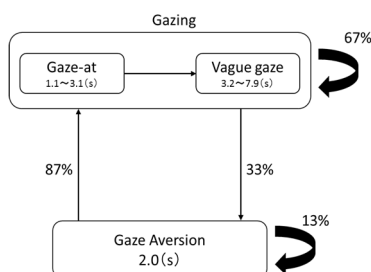


図2. 日本人の視線モデル



図3. 対話エージェントの視線行動(左から、凝視、日本人のあいまい注視、視線はずし)

2) 対話ロボットの視線行動および非言語行動の実装と印象評価

平成30年度は、対話ロボットに平成29年度にモデル化した視線行動を実装し、実体性の異なるエージェントとの印象評価実験を行った。1) 対話ロボットに日本の視線モデルを実装：まず、対話ロボットの行動制御を実装するための、開発環境を構築した。その後、29年度に作成した日本人視線モデルを用いて、視線を遷移させながら発話する対話ロボットを実装した。図4に、視線行動を実装した対話ロボットとエージェントを、図5と6に、凝視、あいまい注視、視線はずしの視線行動の実装例を示す。2) 評価実験の実施：日本人の視線行動をとる対話エージェントと対話ロボットを用いて、実体性が異なる場合の視線行動の影響を、人間 エージェント/ロボット間のインタラクション評価実験で比較した。

実験の結果、ロボット及びエージェントに日本人の視線行動の分析に基づいた視線モデルを実装し、凝視量を操作した場合、ロボットとエージェントとも人間同様に、凝視量の増加に伴い、見かけの外向性が上昇したが、上昇傾向が実体性によって異なることが示唆された。また、エージェントやロボットからの凝視量を50%程度にすることで、日本人の対話相手の発話意欲向上が期待でき、インタラクションの向上ができる可能性を示した。

研究成果の発表：上記研究成果を，国内会議 3 件，国際会議 4 件で発表した．



図 4．実験で用いたエージェント（左：ロボット，右：エージェント）



図 5．視線行動を行うロボットとエージェント（左：凝視，右：あいまい注視）



図 6．視線はずしを行うロボットとエージェント

3) 対話ロボットの視線行動と非言語行動の積極性による印象評価

令和元年度は，人間的なロボットと機械的なロボットの外見の異なる対話ロボットを用い，視線行動と非言語行動の積極性を変えて印象比較実験を行った．具体的には，受付ロボットの非言語行動として，ロボットから積極的に人間を凝視しうなずきや挨拶などの非言語行動を取る場合と，人間がロボットの前までやってくるまでロボットから積極的に挨拶行動を行わない場合とで，ロボットに対する印象比較実験を行った．

実験の結果，対ロボット不安の高い実験参加者群は，機械的なロボットの外見を好むこと，ロボットに対する親近感はロボットの外見によって変化すること，一方，対ロボット不安の低い実験参加者群は，ロボットの外見によって親近感は変化しないが，ロボットの積極的な行動によって親近感が向上することが示唆された．本実験の結果は，今後の受付等の用途に用いられる対話型ロボットの振舞い設計，ロボットの外見設計に貢献できると考える．

3 年間研究成果を，国内会議 4 件，国際会議 2 件で 発表した．



図 7．人間的なロボット（上）と機械的なロボット（下）の積極的な受付行動の例

令和 2 年度以降は，これまでの科研費の交付をうけた研究をさらに発展させ，「多文化共生社会に適応可能なエージェントおよびロボットの非言語行動研究」として，対話エージェントと社会的対話ロボットの非言語行動の文化差を研究対象とする．視線行動，相手に能動的に視線を合わせ接近する）などの接客行動，対人距離，うなずき，身体操作等の文化差のある非言語行動をエージェントやロボットに実装し，人間とのインタラクション評価実験を行う．引き続き，エージェントやロボットの振舞等のノンバーバル行動の文化適応の重要性を示す研究を続行する予定である．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Tomoko Koda and Takuto Ishioh	4. 巻 -
2. 論文標題 Analysis of the Effect of Agent's Embodiment and Gaze Amount on Personality Perception	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 4th International Workshop on Multimodal Analyses Enabling Artificial Agents in Human-Machine Interaction	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3279972.3279973	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tomoko Koda and Yuuki Takeda	4. 巻 -
2. 論文標題 Perception of Culture-specific Gaze Behaviors of Agents and Gender Effects	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 6th International Conference on Human-Agent Interaction	6. 最初と最後の頁 138-143
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3284432.3284472	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tomoko Koda and Ryosuke Oguri	4. 巻 1
2. 論文標題 Analysis of the Effects of Appearances of Avatars on User's Self-evaluation of Extroversion	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 11th International Conference on Agents and Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 232-237
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5220/0007483502320237	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tomoko Koda, Taku Hirano and Takuto Ishioh	4. 巻 LNCS10498
2. 論文標題 Development and Perception Evaluation of Culture-Specific Gaze Behaviors of Virtual Agents	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of Intelligent Virtual Agents. IVA 2017	6. 最初と最後の頁 213-222
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-319-67401-8_25	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomoko Koda	4. 巻 -
2. 論文標題 Analyses of the effects of agents' performing self-adaptors	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ISIAA 2017: Proceedings of the 1st ACM SIGCHI International Workshop on Investigating Social Interactions with Artificial Agents	6. 最初と最後の頁 33-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3139491.3139503	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomoko Koda, Kensuke Kikuzawa	4. 巻 1
2. 論文標題 Effects of Agents' Embodiment and Robot Anxiety Scale on Social Priming	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 12th International Conference on Agents and Artificial Intelligence	6. 最初と最後の頁 266-271
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5220/0009144202660271	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koda Tomoko, Ikeda Kazuhiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Influence of Anxiety toward Robots on the Appearance Tendency of Uncanny Valley	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction	6. 最初と最後の頁 305-307
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3371382.3378281	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 石王拓斗, 神田智子
2. 発表標題 エージェントの実体性と凝視量が性格特性認知に与える影響分析
3. 学会等名 人工知能学会全国大会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoko Koda and Ryosuke Oguri
2. 発表標題 Proteus Effect: Does Appearance of Self Avatar and Accompanying Avatar Affect User's Self-evaluation of Extraversion?
3. 学会等名 International Workshop on Agents and Models in Serious Games for Change and Social Good (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安部知紗都, 神田智子
2. 発表標題 多人数対話における共感時の視線行動の分析
3. 学会等名 信学技報, HCS2018-17, HIP2018-17(2018-5)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林稔, 神田智子
2. 発表標題 ロボット制御プログラム開発プラットフォーム"SotaPlatform"の開発
3. 学会等名 HAIシンポジウム2018
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平野拓, 石王拓斗, 神田智子
2. 発表標題 視線行動の文化差の対話エージェントへの実装と印象評価
3. 学会等名 人工知能学会全国大会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中川弘也, 神田智子
2. 発表標題 受付ロボットの積極性及び外見が与える印象のユーザ属性別分析
3. 学会等名 HAIシンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 榎田 敬子, 梅田 紗友巳, 神田 智子
2. 発表標題 多人数会話における共感評定に用いられる言語・非言語行動の性別比較
3. 学会等名 HCGシンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomoko Koda, Takuto Ishioh, and Taku Hirano
2. 発表標題 Shyness Level and Sensitivity to Gaze from Agents and Robots
3. 学会等名 The body of embodiment: Understanding Embodiment in human-agent interaction Workshop, in HAI2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小栗良介, 神田智子
2. 発表標題 プロテウス効果: 仮想空間上のアバタの外見が自己の外向性評価に及ぼす影響分析
3. 学会等名 信学技報 117(30), 101-106, 2017-05
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小谷瑠己, 神田智子
2. 発表標題 仮想空間を用いた小学生向け異文化体験型英語教材の開発
3. 学会等名 信学技報 HCS2019-14, HIP2019-14, 93-96, 2019/05.
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田 和広, 神田 智子
2. 発表標題 対ロボット不安特性による不気味の谷の出現傾向の分析
3. 学会等名 人工知能学会全国大会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田 和広, 神田 智子
2. 発表標題 対ロボット不安特性による不気味の谷の出現傾向の分析
3. 学会等名 HAIシンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀江一弘, 神田智子
2. 発表標題 ユーザの視線行動に適応したエージェントの視線行動の開発と評価
3. 学会等名 HAIシンポジウム2020
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

ホームページ等

1.大阪工業大学情報科学部情報メディア学科ヒューマンインタフェース研究室の研究成果一覧ページ
<http://www.oit.ac.jp/is/~koda/hiserver01/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----