

○△□の語らい

— エージェントの形状と動作の抽象的表現 —

木村幸士¹ 湯浅将英² 武川直樹²

1 東京電機大学大学院 情報環境学研究所

2 東京電機大学 情報環境学部

本研究では、エージェントの会話コミュニケーションにおいて必要な動作や表現、特に「話したい」や「話して欲しい」を示す動作表現を、抽象的なエージェントを用いて探る。抽象的なエージェントとは、○や△、□といった単純図形で構成されたエージェントである。このエージェントを用いることで、多種多様なエージェント、ロボットにも適用可能な会話表現動作の特徴や要素を探る。実験の結果、「伸縮」の表現が「話したい／話したくない」ことを、「手の仕草」による表現が「話して欲しい／欲しくない」ことを伝える可能性が得られた。この知見はエージェントのみならず、他の形状のエージェントやロボットとの会話コミュニケーションの設計にも役立つ。

Conversation between ○, △ and □

— Simpler Design of Agent Shape and Behaviors for Interactions —

Koji Kimura¹, Masahide Yuasa², and Naoki Mukawa²

¹ Graduate School of Information Environment, Tokyo Denki University

² School of Information Environment, Tokyo Denki University

In this paper, we investigated the abstract expressions of “I want to speak” and “I want him/her to speak” in conversation, by using the abstract animated agents. The expressions of the mind that someone wants to start to speak are significant factors for conversation, and we need to investigate the expressions to develop the agents and robots that communicate with human smoothly. The experimental results showed that the expressions of the expansion and the contraction of the abstract agents indicate that the agent wants to speak or not to speak, and the movements of the agent’s hand indicate that the agent wants the others to speak or do not want. The findings will be not only the agent but also the agent of the other forms and the conversational robot.

1. はじめに

昨今のIT技術の普及とともに、人とコンピュータあるいは、擬人化エージェント、ロボットの間で簡単に親しみやすい

コミュニケーションを実現するための研究が進められ、人とコミュニケーションを豊かにするための適切な動作や表現が調べられている[1].

本研究では、エージェントの会話コミュニケーションにおいて必要な動作や表現、特に「話したい／話したくない」や「話して欲しい／欲しくない」を示す動作表現を探る。従来、擬人化エージェントやロボットのコミュニケーション動作は、モーションキャプチャなどを利用して人の動作を真似るか、設計者が主観に基づいて動作を作成していた。しかし、今後、利用される多種多様なエージェントやロボットにも広く適用可能な、共通の会話表現動作の特徴や要素があり、これらのデザインをエージェント設計のために確立する必要があると著者らは考える。このため、本研究では、顔や身体のパーツを省略した抽象的な形状のエージェントを用い、会話コミュニケーションに必要な表現動作を探る。抽象的なエージェントとは、○や△といった単純図形で構成されたエージェントである。人はシンプルな物体でも心理状態を推測することが出来ることが分かっており[2],抽象的なエージェントにおいて用いることができる会話表現動作を探ることが目的である。

本研究では、擬人化エージェントや人との円滑なコミュニケーションの実現を目指すため、特に会話の発話交替に着目する。先行研究[3]では発話交替には人の「話したい」「話して欲しい」という2つの要素があることが主張されている。また、「話したい」とときには体を伸ばすような動作、「話して欲しい」とときには体を傾ける動作が相応しい可能性も述べられている[4]。この知見は人型のエージェントを扱って得られたものであるが、別の形状(動物型や機械の形のエージェントやロボットなど)の場合でも利用できるとは限らず、さらに別の非言語動作表現(ジェスチャーなど)に置き換えて表現できる可能性もあるがそれは調べられていない。そこで、本研究では抽象的な形状を持つエージェントを用い、エージェントの「話したい」、「(相手に)話して欲しい」という意図を示す抽象的な動作を探る。得られた知見は、エージェントのみならず、他の形状のエージェントやロボットとの会話コミュニケーションの設計にも役立つ。

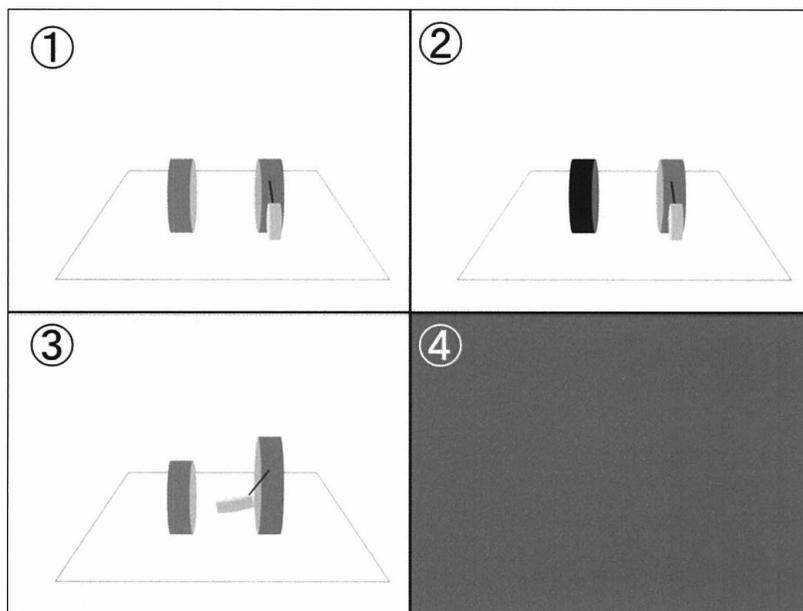


図1 刺激映像の流れ

- ①映像開始 ②左側が点滅 ③右側が動作(この図においては「伸びて掌前」をしている) ④暗転

2. 従来研究

単純図形を動作対象とした代表的なものとして Heider-Simmel[2]の研究があげられる。この研究では、丸や三角などの単純な形状が所定の動作する映像を人が見ると、人は図形を擬人化し、ストーリーを与える事を明らかにした。さらにその後、単純図形を操作し、印象を調べる研究は盛んに行われている[5][6]。また Heider-Simmel の研究から派生した単純図形における生物性を扱った研究として Tremoulet & Feldman の研究[7]や龍輪の研究[8]がある。しかし、これらの研究は生物性が何に由来するかに焦点をあてたものであり、コミュニケーションにおける意欲の表現についての研究例はみられない。

Duncan[9]の文献によると、会話のターン交替に関しては、ターン維持、ターン譲歩、ターン要求、ターン否定の四つのタイプがあることが明らかにされている。これらと関係して、徳永らは発話交替における複数人会話における視線発話交替の関係を調べている[3]。この研究では、人の発話交替は「話したい/話したくない」、「話して欲しい/話して欲しくない」の2次元上に分類されることが述べられている。さらに湯浅らは、エージェントでの動作と[話したい/聞きたい]の意欲の関係を調べている[4]。本研究でもその分類に倣い、抽象的なエージェントでも「話したい/はなしたくない」、「話して欲しい/話して欲しくない」が発話交替に有効に働くと考え、検証する。

3. 刺激作成と実験

3.1. エージェントの形状と提示方法

本研究では二体のエージェントの「話したい/話したくない」、「話して欲しい/話して欲しくない」を示す動作表現を探る。このため、図1のような二体のエージェントが登場するアニメーションを作成した。ここでは、二体のエージェントが互いにコミュニケーションをすることを想定する。なお、本研究のエージェントによるアニメーションは、幼児向けのテレビ番組において、顔や表情の無い「積み木」や「石ころ」等が、各々で自律的に動作して、会話（語らい）をしているかのように見えるアニメーション映像に相当すると考える（たとえば[10]）。本研究では、予備実験

をもとに、正面と側面の差がつけやすい円盤をエージェントとし、ディスプレイ画面上で、向かい合うように並べることで、会話コミュニケーションをしているように見立てる。

並べたエージェントらの表現を変化させたアニメーションを複数作成し、それを刺激映像とする。作成した刺激映像の流れを図1に示す。ここでは左のエージェントが右のエージェントにメッセージを伝え、右のエージェントがリアクション動作をすることを想定している。映像は、まず、二体の抽象形のエージェントが表示される①。そして、左のエージェントが点滅する②。その後、右のエージェントが「話したい/話したくない」、「話して欲しい/話して欲しくない」に相当する表現をする③。終了時には画面が暗転する④。

3.2. 「話したい/話して欲しい」意図の動作表現

先行研究と数回の予備実験から、「話したい/話したくない」という自分の要求を示す仕草は、“内部の変化や覚醒のようなものを示す「伸縮」の表現”によって表せることがわかり、また「話して欲しい/話して欲しくない」という相手への要求を示す仕草は、“相手を手や道具を使って制御や支配するかのような「手の仕草」”による表現できる可能性が分かった。そこで以下では、これらの仕草によって発話交替の意図を表現することを試みる。

作成した動作について図2の上から説明する。「伸びる」は円盤が縦に伸びる動作であり、元の大きさから真上に30パーセント伸びる動作を二回繰り返す。「縮む」は、元の大きさから30パーセント縮む動作を二回繰り返す。「掌前」は「掌を前に突き出す」仕草であり、人が手のひらを相手に突き出す様子を模した。これは相手に対して「待て」というメッセージを含意している仕草であり、相手に対する否定的な要求を示し、「話して欲しくない」と判断されることを想定した。具体的には図3のA-1とA-2を2回切り替え繰り返し表示する。

また、「掌上」は「掌を傾ける」仕草であり、人が手のひらを上に向けるような仕草である。これは「どうぞ、そちらへ」というように、相手に何かを促すことを含意し、「相手に話をしてほしい」と判断されることを想定している。具体的には図3のB-1とB-2を二回繰り返す。

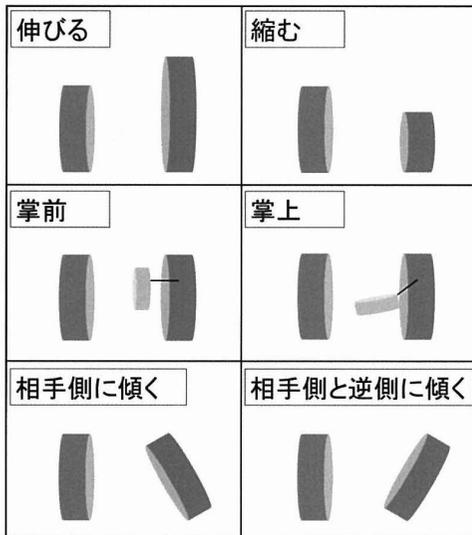


図2 エージェントの動作
(伸縮の動作, 手の動作, 傾く動作)

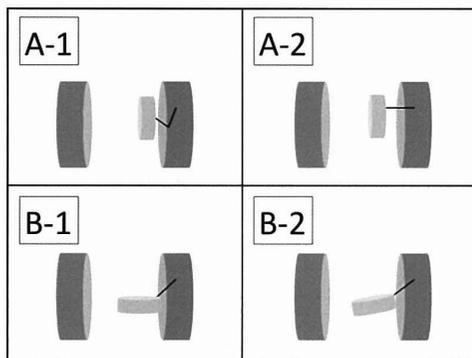


図3 「掌前」「掌上」の動作

さらに、「相手側に傾く(前(左)に傾く)」は、左側のエージェントに傾く姿勢を想定した。人が体を前に傾ける場合、相手の話に興味があることを示すと考えられる[11]。刺激映像では相手側に傾く事を二度繰り返す。

一方、「相手側と逆側に傾く(後ろ(右)に傾く)」は、「相手に興味がない」ことを示すと考えた。この刺激映像も他の刺激同様、動作を二回繰り返す。

実験では、これらの「エージェントの伸びる/縮む」と「手の掌前/掌上」の動作の組み合わせに加えて、それぞれ

に「何もしない」を用いて $3 \times 3 = 9$ 種類、さらに「左/右への傾き」の2種類を加えて合計11種類の刺激を作成し実験に用いた。

3.3. 教示と評価方法

以下のような教示を与えた上で刺激映像をランダムな順序に提示する。被験者には、見せた映像に対し、どの程度「話したい」と感じるか、あるいは「話して欲しい」と感じるかについて、湯浅ら[4]の研究を参考に5段階評価をしてもらった。質問の①が「話したい」の評価、②が「話して欲しい」の評価である。

教示

- ・画面上の物同士は、会話をしています。
- ・映像内の物の動作は、繰り返し表示されています。はじめに左側が点滅し、右側が動作します。これを繰り返し表示しています。
- ・右側の動作についてのみ、答えてください。

質問項目

- ①「映像の最後で、右側は、どうしたい様子だと感じますか？」
 - 1、「話し出したいと感じる」
 - 2、「どちらかといえば、話し出したいと感じる」
 - 3、「どちらともいえない」
 - 4、「どちらかといえば、話し出したいと感じる」
 - 5、「話し出したいと感じる」
- ②「映像の最後で、右側は、どうしたい様子だと感じますか？」
 - 1、「左側に話をしてほしいと感じる」
 - 2、「どちらかといえば、左側に話をしてほしいと感じる」
 - 3、「どちらともいえない」
 - 4、「どちらかといえば、左側に話をしてほしいと感じる」
 - 5、「左側に話をしてほしいと感じる」

3.4. 仮説

本研究では、下記の仮説を作成する。

仮説1 エージェントの伸縮の動作表現は、「自身の話したい/話したくない」を示す。

仮説 1-1 エージェントが伸びた動作をしたときの、「話したい」の仕草の評価値は、縮んだ動作をしたときの評価値に比べて、有意に高くなる。

仮説 1-2 エージェントが伸びた動作をしたときの「話したい」と「話して欲しい」の評価値は独立であり、交互作用はない。

仮説2 「手の動きは「相手に話して欲しい/欲しくない」を示す

仮説 2-1 エージェントが手を上に向けた動作をしたときの、「話してほしい」の仕草の評価値は、手を前に突き出した動作をしたときの評価値に比べて有意に高くなる。

仮説 2-2 エージェントが手を用いた動作をしたときの「話したい」と「話して欲しい」の評価値は独立であり、交互作用はない。

上記の仮説は、「話したい」という自分の要求は、「伸縮」によって表現され、「話して欲しい」という相手への要求は「手の仕草」によって表現されるという考えに基づく。また、「話したい」と「話して欲しい」の解釈はそれぞれ独立で、たとえば、「エージェントの伸びる動作は話したいと解釈されるが、話して欲しくないに影響しない」と考える。

4. 結果

被験者は大学生16名(男性14名,女性2名)である。実験は20分程度で被験者には実験後謝礼を支払った。

円盤エージェントの「話したい/話したくない」に関する平均評価値を図4に示す。図4から円盤の本体が伸びる動きのグループ:「伸びる」「伸びて掌前」「伸びて掌上」が他の動きに比べ「話したい」と理解される傾向が強いこと、逆に、円盤の本体が縮む動きのグループ:「縮んで掌前」「縮む」が他の動きに比べ「話したくない」と理解される傾向が見られる。次に、円盤の「話して欲しい/欲しくない」に関する平均評価

値を図5に示す。図5から円盤の本体から掌を上に向けて差し出す動きのグループ:「縮んで、掌上」「掌上」が他の動きに比べ、「話して欲しい」と理解される傾向が強いこと、一方、掌を前に向けて突き出すグループ:「伸びて掌前」「縮んで掌前」に「話してほしくない」と理解される傾向が見られた。

4.1. 仮説検証

2要因被験者内分散分析を実施した。「本体の伸縮」「手の動き」を二要因とし、「本体の伸縮」は「伸びる」「なし」「縮む」の三水準、「手の動き」は「掌前」「なし」「掌上」の三水準として実施した。

分散分析の結果、「話したい/話したくない」に関し、「本体の伸縮」の要因は有意傾向であった($p < 0.01$)。また、「手の動き」は有意であった。また、「円盤の伸び縮み」と「手の動き」の交互作用に有意傾向($p < 0.10$)があった。そのためにLSDによる多重比較を行った。手の動きがない場合における伸び縮みの関係($p < 0.05$)、掌前における伸び縮みの関係($p < 0.05$)、縮んだ場合における手の動きの関係($p < 0.05$)の関係が有意であった。

「話して欲しい/欲しくない」表現に関し、「手の動き」要因は有意であった($p < 0.01$) (図6)。「本体の伸縮」要因も有意傾向($p < 0.05$)を示した(図7)。また「円盤の伸び縮み」と「手の動き」の交互作用は有意でなかった。

4.1.1. 仮説1の検証

「仮説1 エージェントの伸縮の動作表現は自身の話したい、あるいは、話したくないを示す」について検証する。分散分析の結果、「話したい/話したくない」に関して「円盤形の伸び縮み」が有意であること($p < 0.01$)がわかった。この結果により、仮説1-1は支持された。「円盤の伸び縮み」と「手の動き」に交互作用の傾向($p < 0.01$)があった。このことから仮説1-2は支持されなかった。

4.1.2. 仮説2の検証

「仮説2「手」の動きは相手に「話して欲しい/欲しくない」、を示す」について検証する。「手」の動きが「相手に話して欲しい/欲しくない」において有意な差 ($p < 0.01$) があり、仮説2-1は支持された。なお、「伸び縮み」と手の動きの交互作用は有意でなかったため、仮説2-2は支持された。

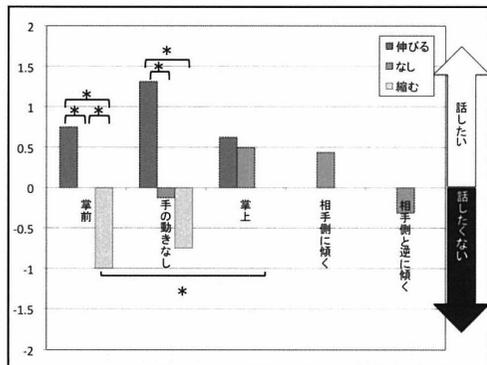


図4 「話したい/話したくない」における「伸びる」「なし」「縮む」での平均値(値が大きいかほど「話したい」、値が小さいほど「話したくない」)

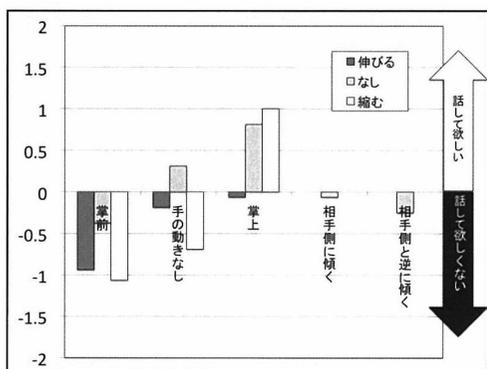


図5 「話して欲しい/話して欲しくない」における「掌前」「なし」「掌上」での平均値(値が大きいかほど「話して欲しい」、値が小さいほど「話して欲しくない」)

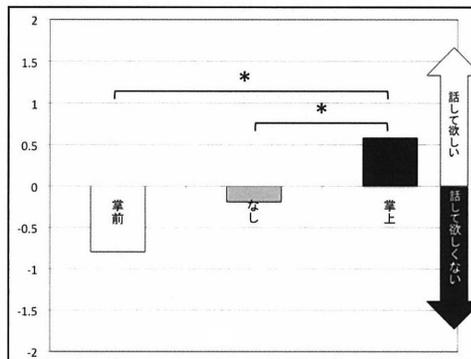


図6 「話して欲しい/話して欲しくない」における「手の動き」の有意差(*は $p < 0.05$)

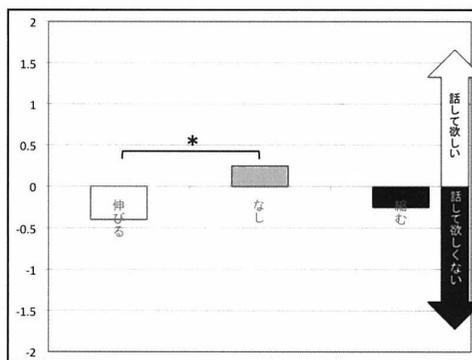


図7 「話して欲しい/欲しくない」に対する「伸縮」の有意差(*は $p < 0.05$)

5. 考察

5.1. 「話したい/話したくない」の分析

円盤本体の伸び縮みは「話したい/話したくない」に有意に影響を与えることがわかった。今回用いた円盤の本体は相手に向ける面方向以外の情報を持たない。この抽象度の高い円盤の上下の伸び縮みの動きだけで人に対して円盤の「話したい/話したくない」の意図を理解させることができた。ただし、今回の実験では、「円盤同士が会話をしている」と教示をしており、人は円盤に何らかの自律性があることを前提にしたために、本体の伸び縮みから発話の意欲を感じることができたと解釈できる。今後は、事前に与える教示の「会話している」を削除し、Heider-Siemelの実験のように刺激だけでコミュニケーションをしていると感じられるかを検討する必要がある。

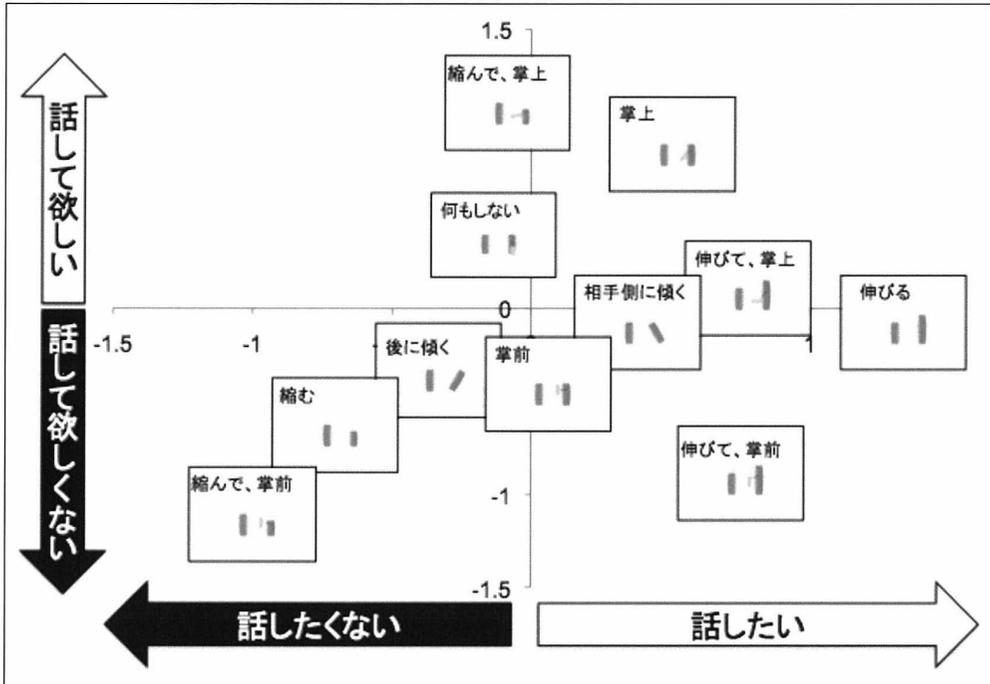


図7 実験結果のマッピング(「話したい/話したくない」「話して欲しい/話して欲しくない」)

5.2. 「話して欲しい/欲しくない」の分析

主に手の動きが「相手に話して欲しい/欲しくない」に影響することがわかった。掌を上に向けることで「話してほしい」意図を、掌を前に向けることで「話をして欲しくない」意図を表せることがわかった。これは人が腕と手のひらを用いてする動作と対応している。また、縮んで掌を上に向けることが特に強く「話してほしい」という意欲を表したが、これは縮むことによって表現される自分の「話したくない」という意図は暗に相手に話して欲しいことを示唆しており、これがさらに掌を上に向けることで「話して欲しい」が強調されるものと考えられる。一方、伸びながら掌を上に向ける場合に「話してほしい」意図が高くないのは、伸びることが「話したい」意欲を示すため、「話してほしい」と「話したい」が同時に表出されて人にとって曖昧な表現になったと考えられる。以上をまとめると、「伸びる」ことは「話したい」意欲を、「縮む」ことは「話したくない」意欲を現すことがわかった。また、「掌」を前に出すものが「話してほしくない」ことを表し、「掌」を上に向けるものが「話して欲しい」意欲を示すことがわかった。

5.3. 発話交替分析への示唆

徳永らは、人の三人会話を例題に分析した結果、発話交替が「自分が発話したい/したくない」、「相手に発話して欲しい/して欲しくない」という意図を互いに表出、理解することによりなされているとし、2次元の発話のマインドが存在することを示唆している[3]。この発話のマインドは本研究の円盤の動きにより表出される意図と比較することができる(図7)。すなわち、円盤の「伸びる」や「伸びて、掌上」には人の会話の「発話立候補」と同じ効果が、「伸びて、掌前」には「発話独占」、「縮んで、掌前」や「縮む」には「発話回避」、「縮んで、掌前」には「発話促進」と同様の効果があることが明らかになった。ただし、人同士の対話に見られる「発話懇願」、すなわち「自分は話したくない」、かつ「相手に話して欲しい」については今回の刺激画像には対応するものがなかった。この表現の実現は今後の課題となった。また、湯浅ら[4]は、人型キャラクタを用いて「体を上に伸ばす」動作が、円盤の「伸びる」と同様、話したいと解釈される傾向があることを明らかにしている。一方、彼らは、人型キャラクタの首をすくめる動作が「話して欲しい」ことを示す傾向にあったとしているが、今回の円盤の

例では「話して欲しくない」ように見えると評価されている。これは先行研究が「話をしたい/話してほしい」という1次元の指標を用いたことに対し、本研究では、「自分が話したい/話したくない」、「相手に話してほしい/話して欲しくない」という2次元の指標を使ったことが原因と考える。人型のキャラクタを用いて1次元の指標により評価された結果と円盤を用いて2次元の指標により評価された結果は、これまでのところ矛盾する結果にはなっていない。

以上の結果から、人、人型キャラクタ、人型でない幾何学的形状のエージェントのいずれの場合においても、会話は「話したい/話したくない」「話して欲しい/欲しくない」の2次元での発話の意欲の表出とその解釈が重要であることが示唆された。人は、この意欲の解釈に基づいて、発話を行っていると考えることができる。特に、擬人化エージェントの形状が円盤という非常に簡単なものでも、その伸び縮み、付属する掌の動きだけから発話の交替を実現できる可能性があることが明らかとなった。これは、形状、動作の表現が最小である擬人化エージェントが人と会話ができる可能性を開くものと考えられる。

6. 結論

本実験ではコミュニケーションにおいて必要なエージェントの形状と動作の中でもっとも簡素で本質的なものを探るため、リアリティのあるものでなく、幾何学的な形状と上下運動など簡単に抽象性の高いエージェントを用いて印象を評価した。実験の結果、円盤の伸び縮みは主に自身の意欲を伝えるがそれだけでなく相手に話してほしいがどうかを伝えることが明らかになった。また、手の動きは相手に対する要求のみをあらわすことが明らかになった。今後は動かす図形の抽象度を上げ、それによりコミュニケーションに必要な形状と動作を探っていきたい。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金萌芽研究 19650213, 2008, 東京電機大学総合研究所一般研究課題 Q07J-14 および東京電機大学先端工学研究所重点課題による。

参考文献

1. Ipke Wachsmuth, Manuela Lenzen, Guenther Knoblich: Embodied Communication in Humans and Machines, Oxford University Press, (2008).
2. Heider, F. & Simmel, M.: An experimental study of apparent behavior. American Journal of Psychology, 57, pp. 243-259, (1944)
3. 徳永弘子, 湯浅将英, 武川直樹: 3人会話の発話交替における視線行動と発話マインド分析: 聞き手の立場から見た発話・非発話の戦略 HCS2007-40, Vol. 107, No. 241, pp. 7-12 (2007)
4. 湯浅将英, 徳永弘子, 武川直樹: 発話マインドに基づく発話交替モデル-気持ちが読める会話インタフェースを目指して- 情報処理学会インタラクション 2008, pp. 1-8 (2008)
5. Oatley, K. & Yuill, N.: Perception of personal and interpersonal action in a cartoon film. British Journal of Social Psychology, 24, pp. 115-124 (1985).
6. Premack, D.: The infant's theory of self-propelled objects. Cognition, 36, pp. 1-16 (1990).
7. Tremoulet, P. D. & Feldman, J.: Perception of animacy from the motion of a single object. Perception, 29, pp. 943-951 (2000)
8. 龍輪飛鳥. 運動図形への心的状態の帰属と共感の関係について 京都大学大学院教育学研究科紀要, 52, pp. 399-411 (2006)
9. Duncan, S. Jr.: Some signals and rules for taking speaking turns in conversations Journal of Personality and Social Psychology, 23, pp. 283-292 (1972)
10. ピタゴラスイッチ(10本アニメ等)
<http://www.nhk.or.jp/kids/program/pitagora.html>
11. 柴田 利男: 姿勢による感情経験および感情表出の変化, 北星学園大学社会福祉学部北星論集, Vol. 38, pp. 39-46 (2001)