

エージェントの外見がユーザの情報解釈に どのような影響を与えるのか？

小松 孝徳[†] 山田 誠二[‡]

[†] 公立はこだて未来大学 〒041-8655 北海道函館市亀田中野 116-2

[‡] 国立情報学研究所 〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2

E-mail: [†] komatsu@fun.ac.jp, [‡] seiji@nii.ac.jp

あらまし エージェントがユーザに対して情報を表出する際において、そのエージェントの外見の違いがユーザの情報解釈に与える影響について検証した。具体的には、ノート PC、ブロック型ロボット、ペットロボットという三種類のエージェントから、ユーザに対して特定の態度を想起させることができるピープ音のような音声を表出し、表出された音声から被験者がどのような態度を推定したのかを調査することでエージェントの外見がユーザの情報解釈に及ぼす影響について考察した。その結果、ノート PC からの音声表出は被験者にとって高い認識率を示していたのに対し、同じ音声であってもブロック型ロボット、ペットロボットから表出した場合には、低い認識率を示すという興味深い結果を得た。

キーワード エージェントの外見、態度の表出、ヒューマンエージェントインタラクション

How do agents' appearances affect users' interpretations of agents' attitudes?

Takanori KOMATSU[†] Seiji YAMADA[‡]

[†] Future University-Hakodate 116-2 Kamedanakano, Hakodate-shi, Hokkaido 041-8655 Japan

[‡] National Institute of Informatics 2-1-2 Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-8430 Japan

E-mail: [†] komatsu@fun.ac.jp, [‡] seiji@nii.ac.jp

Abstract This paper describes experimental investigation how agents' appearance affect users' interpretations of agents' attitudes. Specifically, we conducted a psychological experiment that participants were presented sounds as subtle expressions that can make human users estimate specific agents' attitudes, such as positive or negative from three different agents, e.g., MindStorms robot, AIBO robot, and normal laptop PC. As the results, participants showed the higher interpretation rates when the sounds were presented from PC, while they did the lower interpretation rates when these sounds were did from MindStorms and AIBO robots, even though these three agents presented the completely same sounds.

Keyword agents' appearances, agents' attitudes, Human-Agent Interaction

1. はじめに

「ユーザのインタラクション対象となるエージェントは、どのような外見を持つべきなのか」という議論は、近年の HAI (Human-Agent Interaction) 研究[1]において最もホットなトピックの 1 つである。なぜなら、人間は相手の外見に基づいて相手の行動を予測するモデルを構築してしまうため、エージェントがどのような外見を持つのかということはエージェントとのインタラクションに大きな影響を与えられからである[2]。例えば、犬型のロボットを見ると、人間はそのロボットに犬らしい行動や反応を期待し[3]、「おすわり！」などと話しかけたり、「お手！」といって手を差し伸べたりするであろう。しかしながら、猫型のロボットに対しては犬型ロボットに見せたような行動

はしないはずである。

エージェントの外見がユーザに与える影響についての研究の代表例として、Kiesler [4,5]、Goetz ら[6]の研究が挙げられる。Kiesler [4]は、コンピュータの画面に現れる犬型キャラクターエージェントと被験者とが「囚人のジレンマ」ゲームを行った際、犬を飼った経験のある被験者ほど、エージェントと協調する傾向が強いことを実験的に示した。また、Goetz ら[6]は、ヒューマノイドロボットの顔のデザインの違いが、ユーザに与える印象についての実験的な調査を行った。その結果、人間と似たような顔を持つロボットは、社会的なタスクを遂行できるようなイメージをユーザに与え、典型的な機械の顔を持つロボットは、従来ロボットが行ってきたようなタスクしか遂行できないイメー

ジをユーザに与えていることを示した。

筆者らは、これらの先行研究が示したエージェントの外見がユーザの印象やインタラクションに与える影響の重要性を認識した上で、「どのような外見のエージェントがどのような情報を出すべきか」という問題に注目する。そこで本研究では、ユーザに対して特定の態度を想起させるような情報を、異なる外見を持つエージェントから表出させて、実際に人間がそれらの情報をどのように解釈するのかを調べることにより、エージェントの外見がユーザに与える影響を実験的に考察する。

2. エージェントの態度、外見、表出される情報

「どのような外見のエージェントがどのような情報を出すべきか」という問題には、様々なアプローチが考えられるが、本研究では、エージェントの外見と表出される情報の最も基本的な関係を調べることを目指す。そのため、エージェントが表出する内部状態として、最も基本的な態度である「ポジティブ」「ネガティブ」を設定した。これら2つの基本的態度は、「良い/悪い」という人間のもっとも基本的な評価である感情価 (valence) と合致しているものである。また、人間とエージェントが協調するタスクで、エージェントのこの2つの態度を人間に伝えることは重要であり、工学的にも意味がある[7]。

次に、異なる外見をもつエージェントとして、ノートPC、ブロック型ロボット、ペットロボットの3つを用意した。これらはそれぞれ、エージェントらしくない外見を持つもの、機械的な印象を与える外見を持つもの、人間と親和性が高そうな外見を持つものという基準により選択された。

エージェントの情報表現と外見がユーザの態度推定に及ぼす影響に関して、前述のような「ポジティブ」「ネガティブ」という基本的態度の伝達では、動物や人間に類似した外見と情報表現(行動)による情報表出は必要でなく、そのような外見を持たないエージェントであっても、人間の認知的な特性を利用した単純かつ直観的な表現 (subtle expression) [8] を表出する方が効果的であると我々は考える。この考えが成り立てば、エージェントの外見を動物や人間に近づけるために無駄に多大なコストをかけることなく基本的な態度をユーザに理解させることが可能となり、エージェントと人間との自然なインタラクションを効率的かつ容易に実現できると考えられる。

このような考えから、本研究でユーザに対して表出する情報として、単純だが直感的な情報である subtle expression の一種であるピープ音のような音声、そして、このピープ音のような単純な情報との比較対象と

なる複雑な表出情報としてペットロボットにのみ、あらかじめ製品に実装されている音、光、動きを組み合わせさせた複雑なモーションも使用した。

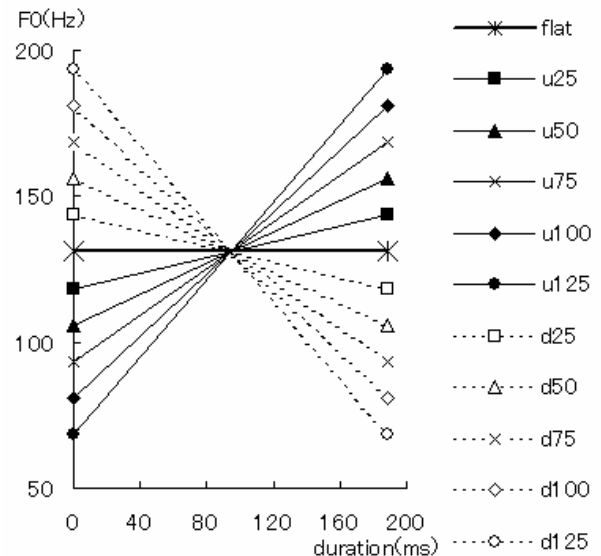


図1：表出時間 189 ms の音声における 11 種類の基本周波数の変化幅：図中の「u25」に相当する音声は、189u25 と本稿では表示され、この場合表出時間 189 ms、基本周波数の変動が幅は 25 Hz、基本周波数は一様増加方向に変化している (upward) という意味である。

3. 予備実験：ユーザに対して特定の態度を想起させる情報の選定

まず、どのような音声がユーザに対して特定の態度を想起させるのかを確認し、エージェントから表出すべき音声を選定することを目的とした予備実験を行った。

本予備実験で被験者に表出される音声は、小松・長崎[9]と同じものを用いた。具体的には、11種類の基本周波数の変化幅と4種類の表出時間とを組み合わせた計44種類の三角波を使用した。4種類の表出時間は、それぞれ189, 418, 639, 868msであり、11種類の基本周波数の変化幅とは、開始時と終了時との基本周波数との差が ± 125 , ± 100 , ± 75 , ± 50 , ± 25 , 0Hzで、基本周波数が一様に下降または上昇しているものである(図1)。また、これら44種類の音声の平均基本周波数は131Hzであり、音圧は一定である。その音色は、パソコンから出るピープ音に非常に似たものである。

3.1 被験者

予備実験には、実験者の被験者募集に応じた10人の大学生(男性6人、女性4人：年齢19~23歳)が参加した。

3.2 実験手順

実験前のインストラクションとして、実験者は被験

者に対して、「このピープ音を表出しているコンピュータの内部状態を推定してください」との指示を与えた。そして、ある音声はコンピュータから表出された後に、「ポジティブ」「ネガティブ」「わからない」という態度のいずれかを選択することが実験のタスクであると説明した。それぞれの選択項目は、以下のような具体的状況で選ぶように被験者に指示を与えた。

- ・ ポジティブ：人工物自身の状態が、良い状態と感じたとき。
- ・ ネガティブ：人工物自身の状態が、悪い状態と感じたとき。

表 1：どのような音声はポジティブ (+), ネガティブ (-), わからない (*) と被験者に認識されていたのかを示した予備実験結果。本実験の使用が決定した音声は黒太字で記載されている。

stimuli	Participants									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
189d025	-	-	*	-	-	*	-	-	-	-
189u025	+	*	-	*	-	*	-	+	-	+
189d050	-	+	*	-	-	-	-	-	*	-
189u050	*	*	+	-	+	+	+	+	-	+
189d075	-	*	-	-	-	+	-	-	-	-
189u075	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
189d100	+	*	-	-	-	-	-	*	*	-
189u100	+	+	+	+	-	-	+	+	*	+
189d125	-	*	+	-	-	-	-	-	-	-
189u125	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
189du0	*	-	-	-	-	*	-	-	-	-
418d025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
418u025	*	*	*	+	-	*	*	+	-	-
418d050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
418u050	+	+	+	+	-	+	*	*	+	+
418d075	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
418u075	+	+	+	-	-	+	+	+	-	*
418d100	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
418u100	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
418d125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
418u125	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
418du0	*	-	-	-	-	*	-	-	-	-
639d025	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-
639u025	*	*	+	+	+	*	+	+	+	-
639d050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
639u050	+	*	+	-	-	+	+	+	+	+
639d075	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
639u075	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*
639d100	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
639u100	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
639d125	-	*	-	-	-	-	-	-	+	-
639u125	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
639du0	*	-	-	-	-	*	-	-	-	-
868d025	-	*	-	-	-	*	-	-	*	-
868u025	-	*	-	*	+	*	*	*	+	-
868d050	+	*	-	-	-	*	*	-	-	-
868u050	*	+	*	+	+	+	+	+	+	+
868d075	*	-	-	-	-	-	*	-	*	-
868u075	+	*	+	*	+	+	+	+	+	+
868d100	-	*	*	-	-	-	*	-	+	-
868u100	+	+	*	+	-	+	+	+	+	-
868d125	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-
868u125	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
868du0	*	-	-	-	-	-	*	-	-	-

じたとき。

- ・ わからない：どうしても、ポジティブ、ネガティブとも評価できない場合。

具体的な実験手順は、次の通りである。

1. 44 種類の音声のうち、1つがランダムに選択されて被験者に表出される。
2. 「この音声から以下のどのような態度を感じましたか？」という質問が表示され、その下に「ポジティブ」「ネガティブ」「どちらでもない」という上述の三つの態度が表示され、それらのいずれかを選択するように指示される。
3. 各被験者は、44 種類の音声をランダムな順に表出されるため、被験者間にてカウンタバランスが取れている状態であった。

なお、音声はノート PC (Let's Note W2: Panasonic 製 CF-W2DW6AXR) 上に実装されたソフトウェアが wav 形式のファイルを再生することで表出される。

3.3 実験結果

実験結果を表 1 に示す。この表は、どのような音声は「ポジティブ」「ネガティブ」「わからない」という態度として被験者に認識されていたのかを示したものである。

その結果、被験者 10 人が全員「ポジティブ」と認識した音声は 5 種類 (189u125, 418u125, 639u100, 639u125, 868u125), 「ネガティブ」と認識した音声は 5 種類 (418d025, 418d050, 418d075, 418d125, 639d050) 存在することがわかった。つまり、表出時間に関係なく基本周波数の上昇幅の大きい音声を表出すると、人工物の態度 (この場合、ノート PC の態度) はポジティブであると認識され、表出時間が 500 ms 前後でやや下降調の音声を表出すると、人工物の態度はネガティブであると認識されることが確認できた。

そこで、ポジティブという態度を被験者に認識させていた音声のうち、上昇幅が小さい 639u100 の音声を除いた 4 種類、ネガティブと認識された音声のうち、下降幅が大きい 418d125 を除いた 4 種類の計 8 種類の音声を、異なる外見のエージェントから表出される音声として使用することとした。

4. 実験：異なる外見を持つエージェントからの音声表出

予備実験において「ポジティブ」「ネガティブ」という態度と認識された音声を、異なる外見を持つエージェントから被験者に表出することで、エージェントの外見が被験者の情報解釈に与える影響を考察することが本実験の目的である。

具体的に、被験者に対して情報を表出するエージェントとして、予備実験で使用したノート PC、ブロッ

型ロボット MindStorms (Robotic Invention System 2.0 , LEGO 製 [10]), ペットロボット AIBO (ERS-7 , SONY 製 [11]) を使用した . これらはそれぞれ , エージェントらしくない外見を持つもの (ノート PC), 機械的な印象を与える外見を持つもの (MindStorms), 人間と親和性が高そうな外見を持つもの (AIBO) という基準によって選択された . これらの外見を図 2 に示す .



図 2 : AIBO , MindStorms , PC を並べた様子

4.1 被験者

実験には , 実験者の被験者募集に応じた大学生 9 人 (男性 8 人 , 女性 1 人 : 年齢 21 ~ 24 歳) が参加した . これらの被験者は AIBO , MindStorms , その他のロボットに親しんだことのない一般の学生であった . また , これらの被験者は , 先の予備実験には参加していない .

4.2 実験手順

まず被験者は , 「この実験は 3 種類の人工物をアンケートによって評価するモニタ実験である」ということを実験者から説明された . そして , これらの 3 種類の人工物から , 被験者に対して何らかの情報が表出され , その情報から人工物の態度を「ポジティブ」「ネガティブ」「わからない」のいずれかに感じたかを回答することが具体的なタスクであると説明された .

実際に被験者に情報を表出する条件として , 以下の 4 条件を設定した . 実際の実験環境を図 3 に示す .

- 1 . MindStorms から音声を表出 (MindStorms-Sound 条件): 実験者の手元にある音声表出用 PC で再生された音声を FM トランスミッタによって発信し , MindStorms に搭載した小型 FM ラジオから被験者に対して音声を表出した . ここで使用する音声は , 予備実験で選定された 8 種類の音声である .
- 2 . AIBO から音声を表出 (AIBO-Sound 条件): 実験者の手元にある AIBO 操作用 PC 上の AIBO エンタ

テイメントプレイヤー (AIBO 付属の操作ソフトウェア) から , 予備実験で選択された音声を再生することで , AIBO から音声を表出 .

- 3 . AIBO にすでに用意されているモーションを表出 (AIBO-Motion 条件): AIBO エンタテイメントプレイヤーかには , 「おはよう」「よろこぶ」などの様々な基本モーションが 80 種類用意されている . それらの中から , 「ポジティブ」「ネガティブ」という態度に合致していると考えられた下記の 8 種類のモーションを被験者に表出 .

- ・ ポジティブ : 「うれしい 1」「うれしい 3」「うれしい 4」「うれしい 5」
- ・ ネガティブ : 「怒る 1」「怒る 2」「悲しい 1」「悲しい 2」

これらのモーションは , 80 種類のモーションにあらかじめつけられていた名前を基準に選定し , その中でも人間のようなジェスチャーを出すなど犬らしくない行動を排除したものを使用した .

- 4 . PC から音声を表出 (PC-Sound 条件): 予備実験と同じ設定 .

それぞれの被験者は , まず MindStorms-Sound 条件 , AIBO-Sound 条件 , AIBO-Motion 条件の 3 条件をランダム順にそれぞれ経験し , 最後に PC-Sound 条件を行った . 各条件内で表出される 8 種類の音声もしくはモーションも被験者に対してランダムに表出され , 音声またはモーションが表出されるたびに , 「この情報から以下のどのような態度を感じましたか ? 」という質問に対して「ポジティブ」「ネガティブ」「わからない」のいずれかの態度を選択した . エージェントの登場順や音声およびモーションの表出順は , 被験者間においてカウンタバランスが取れるように配慮した .

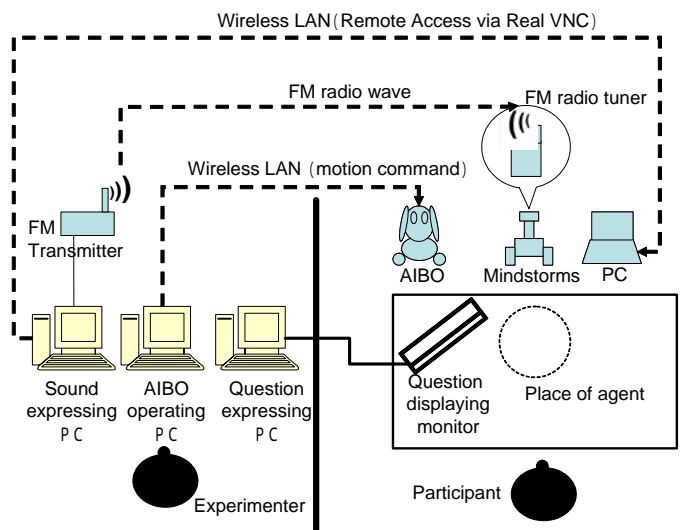


図 3 : 実験環境

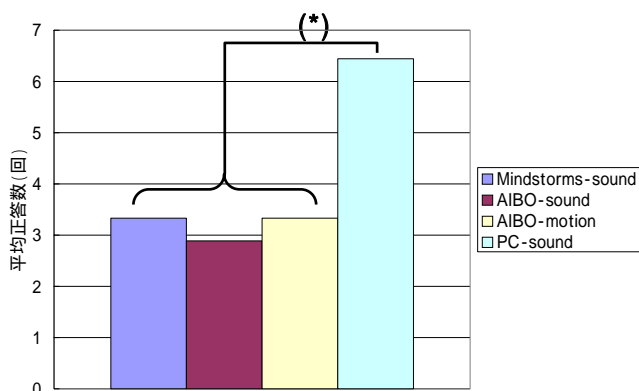


図 4：態度の平均正答数

4.3 実験結果

MindStorms-Sound, AIBO-Sound, PC-Sound 各条件においてエージェントから表出された音声, また AIBO-Motion 条件において AIBO から表出されたモーションから, 実験者が設定した態度をどの程度被験者が認識できたかを調べるために, 表出された態度の正答数を調査した。その結果, MindStorms-Sound 条件においては 8 表出中 3.33 回, AIBO-Sound 条件では 2.89 回, AIBO-Motion 条件では 3.33 回, そして PC-Sound 条件では, 6.44 回という平均正答数であった。PC-Sound 条件が予備実験とほとんど同じような状況であったにもかかわらず, 正答率が予備実験よりも低かった理由としては(予備実験に参加した 10 人の被験者が全員一致した音声を使用したため, 平均正答数に換算すると 8.0 回となる), すべての項目に「わからない」と回答していた被験者が 1 名存在していたからである。図 4 に, その結果を示す。

1 要因 4 水準(要因: 正答数, 水準: MindStorms-Sound 条件, AIBO-Sound 条件, AIBO-Motion 条件, PC-Sound 条件)の分散分析の結果, 条件の効果は有意であった ($F(3,24)=8.26, p<.01 (**)$)。また, LSD 法を用いた多重比較により, PC-Sound 条件と他の三つの条件の間に, 5%水準で有意差が観察された ($Mse=2.9421, 5\%$ 水準)。

ここから, 同じ音声であっても表出するエージェントの外見が異なることで, ユーザの態度認識率が大きく異なったことが理解できた。具体的には, 予備実験と同様の設定であった PC-Sound 条件が高い正答数だったのに対し, 外見の異なるエージェントから同じ音声を表出している MindStorms-Sound 条件, AIBO-Sound 条件の正答数が低かった。また, AIBO にあらかじめ備わっているモーションを表出した AIBO-Motion 条件であっても, その正答数は MindStorms-Sound 条件, AIBO-Sound 条件とほぼ同じであり, PC-Sound 条件よりも有意に低いということがわかった。

5. 考察・議論

5.1 同じ情報を外見の異なるエージェントから表出した場合

予備実験で選定した 8 種類の音声を MindStorms, AIBO といったエージェントから表出した場合, その態度正答数は, PC からの表出に比べて有意に低いことが明らかになった。この結果は, 同じ情報であっても外見の異なるエージェントからそれらを表出することで, 異なる意味として解釈されてしまう可能性があるということを示唆している。

では, なぜこれらの音声はノート PC から表出したときには認識率が高く, それ以外のエージェントから表出された場合では認識率が低かったのであろうか。その理由の一つは, ビープ音のような音声をノート PC から被験者に表出した予備実験によって, 本実験で使用する音声刺激が選択されたからであろう。つまり, 今回選択された音声は, ノート PC という外見を持つエージェントから表出された際に, ユーザに対して効率良く態度を認識させることができるものだからである。この背景には, コンピュータからビープ音のような音声が表出することが多くの被験者にとって自然であったということ, つまりこれらのエージェントの外見(ノート PC)と表出情報(ビープ音)との間の親和性が非常に高いということが影響しているとも考えられる。

いずれの場合においても, 今回の実験で言及できることは, 異なる外見を持つエージェントから同じ情報を出しても, その解釈が一定とは限らないということだけで, なぜ今回の実験設定において PC 以外の他のエージェントだと認識率が低くなるのかについては, 詳細に言及することはできない。この点を明らかにするためには, ノート PC から 44 種類の音声を表出した本実験の予備実験と同じように MindStorms や AIBO から同じような 44 種類の音声情報を表出して, ポジティブ, ネガティブの正答率の高い音声を調査し, それらの共通性, 差異について考察する必要がある。

さらには, それぞれのエージェントの外見に合致した, 親和性が高いと考えられる表出情報を適切に選択していくことも重要であろう。例えば, MindStorms から表出する情報としては, ビープ音のように「コンピュータ」を連想させるような音色の音声ではなく, 例えば Star Wars の R2D2 を連想させるような音色(ピロピロピー等)の機械音を表出させる方が有効だとも考えられる。

5.2 AIBO のアクションとの比較

今回の実験において興味深い現象の一つが, AIBO-Motion 条件の平均態度正答数が, PC-Sound 条件よりも有意に低かったということである。ここから,

AIBO に準備されていたモーションから態度の認識を行うことは、被験者にとってそれほど容易ではなかったことが理解できた。

AIBO のようなペットの外見を持つエージェントがペットのような複雑な行動を表出することは、コンピュータからピーブ音が出されるのと同じように親和性の高い関係があると考えられ、効率のよい態度の伝達を実現できると考えられた。しかし、少なくとも今回の実験のような「ポジティブ」「ネガティブ」といった非常に単純な態度を相手に伝達するような場合では、複雑な行動を表出すること自体が有効に作用しなかったと考えられる。このことから、「ポジティブ」「ネガティブ」といった単純ではあるが重要な態度を伝達するには、subtle expression のような単純であっても直感的な情報を出表することの方が効率的であるという仮説 [12,13] を指示していると考えられる。

また、このような結果を引き起こした原因として、著者らが 80 種類ある AIBO のモーションの中から実験で使用するモーションをどのように選択したかという点が挙げられる。その選択基準は、前述のようにモーションの名前からポジティブ、ネガティブといった態度に合致しそうなものを選択し、その中から人間が用いるようなシンボル情報を出表するなどの犬らしくない行動を排除したものを最終的に選択したために、著者らの偏った基準で選択されたわけではないことは明記しておきたい。

もちろん、AIBO のデザイナーがポジティブ、ネガティブといった単純な態度の出表を想定していなかったために、そのようなモーション自体、80 種類のモーションのレパートリーに存在していなかったともいえる。ただ、そのような場合においても、例えば AIBO に対してどのようなモーションを準備すべきか、という指針を本研究の結果は示唆しているとも考えられよう。

6 おわりに

本研究では、ユーザに対して特定の態度を想起させるような情報を、異なる外見を持つエージェントから表出させて、実際のユーザがそれらの情報をどのように解釈するのかを実験的に考察した。

その結果、たとえ同じ情報であっても、その情報を出表するエージェントの外見が異なると、その情報が必ずしも同じ意味として解釈されないということが明らかになった。また、コンピュータとピーブ音の関係のような、明確な親和性が存在しているような場合には、態度の伝達が有効に行われ、ペットロボットやブロック型ロボットとピーブ音のようにそれらの間の親和性が希薄な場合には、その伝達は有効ではないとい

うこともあわせて示唆された。

今後の課題としては、特定の外見を持つエージェントが出すべき情報というものを「外見にふさわしい情報」という側面から定義していくことを考えていきたい。例えば、本実験で使用した MindStorms がユーザに対して効率よく態度を伝達できる情報とは何か、AIBO がユーザに単純な態度を伝達できるような情報とは何か、モーションを用いるとするとそれはどのようなものなのかを明らかにすることで、エージェントの外見と出すべき情報との関係についてのあるべき姿を考えていきたい。

文 献

- [1] 特集 HAI: ヒューマンエージェントインタラクションの最先端, 人工知能学会誌, Vol.21, No.6 (2006).
- [2] 中島義明, 安藤清志, 子安増生, 坂野雄二, 繁樹算男, 立花政夫, 箱田裕司 (編): 心理学辞典, 有斐閣(2004)。
- [3] S. Yamada and T. Yamaguchi: Training AIBO like a Dog, the 13th International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, pp.431-436 (2004).
- [4] S. Kiesler., L. Sproull., & K. Waters. A Prisoner's Dilemma Experiment on Cooperation with People and Human-like Computers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(1), 47-65 (1995).
- [5] S. Kiesler., & L. Sproull. Social Responses to "Social" Computers. In B. Friedman, Human values and the design of technology, CLSI, Publications (1997).
- [6] J. Goetz., S. Kiesler., & A. Powers: Matching Robot Appearance and Behavior to Tasks to Improve Human-Robot Cooperation, 12th IEEE Workshop on Robot and Human Interactive Communication (2003).
- [7] 小林一樹, 山田誠二: 擬人化したモーションによるロボットのマインド表出, 人工知能学会論文誌, Vol.21, No.4, pp.380-387 (2006).
- [8] K. Liu., & W. R. Picard. Subtle expressivity in a Robotic Computer, CHI2003 Workshop on Subtle Expressivity for Characters and Robots (2003).
- [9] 小松孝徳, 長崎康子: ピーブ音からコンピュータの態度が推定できるのか? - 韻律情報の変動が情報発信者の態度推定に与える影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.6, No.1, pp.19-26 (2005)。
- [10] MindStorms: <http://mindstorms.lego.com/>
- [11] AIBO: <http://www.jp.aibo.com>.
- [12] 小松孝徳, 山田誠二: ロボットが出表する情報と外見がユーザの態度推定に与える影響, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム(2005).
- [13] S. Yamada, T. Komatsu. Designing Simple and Effective Expression of Robot's Primitive Minds to a Human, 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2614-2619 (2006).