

物体のエージェント化を行う自己呈示型情報提示手法の評価

大澤博隆[†] 今井倫太^{††}

[†] 慶應義塾大学理工学研究科

^{††} 慶應義塾大学工学部

E-mail: †{osawa,michita}@ayu.ics.keio.ac.jp

あらまし 本研究では、擬人化パーツを用いて人工物を直接エージェント化し、身体化された空間から直感的に情報を提示するディスプレイロボットを提案する。エージェントを介した物体の情報提示手法として、従来では擬人的なエージェントを介してユーザへ情報を伝達する手法が主流であったが、ディスプレイロボットは物体を直接擬人化するため、より直感的なユーザへの情報提示が可能となる。本研究では擬人的なエージェントであるヒューマノイドからの機能説明と擬人化した物体からの機能説明を実験で比較した。その結果、擬人化された物体からの情報提示に対し人間がより注意を払う傾向が発見できた。

キーワード 擬人化, ヒューマンエージェントインタラクション, ヒューマンインタフェース

Evaluation of Self-Presentation System that makes the Object the Agent

Hiroataka OSAWA[†] and Michita IMAI^{††}

[†] Graduate School of Science and Technology, Keio University

^{††} Faculty of Science and Technology, Keio University

E-mail: †{osawa,michita}@ayu.ics.keio.ac.jp

Abstract We propose a method of providing information through anthropomorphized “display robots”. They directly intervene and anthropomorphize objects in ubiquitous computing environments through robotic bodily parts shaped like those of humans, and they provide information to people by giving them spoken directions and expressing themselves through body language. Using these devices, people can more fully understand where instructions come from and go toward, than using anthropomorphic CG or robot agents. We conduct an experiment to research difference of explaining between by anthropomorphized object and by anthropomorphic humanoid. The result say that display robot attract users to explaining object more than humanoid robot.

Key words Anthropomorphization, Human-Agent Interaction, Human Interface

1. ま え が き

本研究ではエージェントを用いた人工物の説明手法の一つとして、家電機器などの人工物体に人間の身体部品を取り付けて、物体自体を擬人的なエージェントへと変化させて、そこからユーザに対し自分自身の情報提示を行うディスプレイロボットを提案する。ディスプレイロボットは、情報の表出に特化したロボットであり、物体を擬人的なエージェントとすることで、環境中に置かれた無線アドホックセンサやRFIDタグなどの外部情報取得デバイスから得られる情報をそのエージェントから見た相対的な情報に変換し、人間と物体との直観的なインタラクションを可能にする。

人間と人工物の間に擬人化エージェントを介在させ、人間へ情報提示を行う方法として、従来では、ヒューマノイド・非

ヒューマノイドロボットのような擬人的なロボット [2] [3] や、擬人的なCGエージェント [4] が主に使用されてきた。しかしながらこの手法では、図1上のように、エージェント自体の身体イメージと説明対象となる人工物のイメージが異なり、情報提示対象と別に擬人的なエージェントが存在する形になるため、物体とのインタラクション中に、ユーザの認識する対象が増えると考えられる。その結果、ユーザの興味対象が、説明対象よりも説明を行うエージェントに向かってしまい、円滑なインタラクションが進まない可能性が考えられる。例えば深山らの研究 [4] では、擬人的なエージェントを物体の情報提示に使用する場合に、エージェントの存在がユーザの注意を阻害し、ユーザへの記憶定着が上手く行われぬ例が報告されている。

これに対し、ディスプレイロボットを使用し、擬人的な目や腕を物体に取り付けて情報提示を行う手法では、図1下のよう

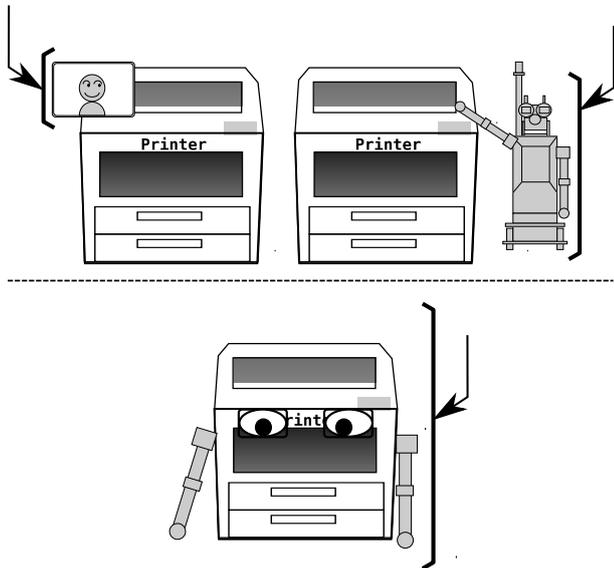


図1 擬人的エージェントとディスプレイロボットの違い

Fig.1 Difference between anthropomorphic agent and display robot

に物体が直接擬人化される。これにより、エージェント自体の身体イメージと物体の身体イメージが統一され、ユーザの注意が他にそらされることがなくなると考えられる。また、従来手法と比較して、ディスプレイロボットによる擬人化では、上や下、外や中といった方向表現に代えて、頭や腹などの身体表現を使うことも可能になる。これらの表現を使うことで、ユーザは対象物体・対象領域名などの事前知識無しに指示対象を理解することが可能となる。

本研究では、ディスプレイロボットとして実際に擬人化を行う腕パーツ・目パーツを用い、これらのデバイスをプリンタに取り付け、プリンタ自身の機能説明を行うアプリケーションを作成し、擬人的なエージェントであるヒューマノイドロボット Robovie [2] を使用した場合とディスプレイロボットを使用した場合で、機能説明の比較を行った。その結果、ディスプレイロボットを用い、対象を直接擬人化することで、他にエージェントを置く場合より、ユーザが説明対象により注目しやすくなる傾向が発見できた。

2. 背景

2.1 理論的背景

ディスプレイロボットは人間が人間以外の機器に対して、無意識のうちに主体性を感じて振る舞う傾向があること、および人間が人間を模した構造に対して、無意識のうちに影響を受けてしまうことの2つを仮定している。以下の2つの研究は、これらの仮定を支持している。主体性を持たないはず物体を、人間が擬人的に扱う傾向については、ReevesらがThe Media Equationという書籍にまとめている[8]。The Media Equationでは、人間は状況によって、情報を伝える媒体であるメディア自身をコミュニケーション対象とみなし、あたかもメディアに主体があるように行動することが示されている。そして実験により、ディスプレイとキーボードを備えただけの単

純なコンピュータが人間に対し情報を提示した際、提示方法の違いによってコンピュータに親近感を抱いたり、同族意識を抱いたり、敬意を払ったりすることが確認されている。

また、実際に身体部品を物体に取り付け、擬人化表現を用いることで、人間の行動の制御を行った研究として Bateson らの正直箱 (Honesty Box) を用いた研究 [1] が挙げられる。彼らは、食事代金に対し、ユーザが任意で支払いを行う正直箱 (Honesty Box) が数年置いてある大学構内のカフェのドリンクバーを実験に利用し、飲物の値段表に花の絵を貼ったものと、人の目の絵を貼ったものを用意した。そのうえで、上記2条件の場合の、正直箱に入れられた代金/消費された牛乳の量を比較した。その結果、人の目を貼った場合に、正直箱の収入が平均して2.76倍に上がることが確認された。これは、目をメニューに貼って擬人化を行うことで、システム全体の主体性を増し、ユーザに対して見張られているような感覚を与えることが出来たからだと考えられる。この研究結果は、身体部品の一部を模したデバイスが人間に与える影響力を示している。

ディスプレイロボットではThe Media Equationで述べられている、人間の非人間に対する擬人化傾向を拡張して利用し、ユーザへの情報提示を行う。具体的には、身体部品の一部を物体に取り付けることで空間に内在する身体イメージを拡張し、空間に対して積極的に主体を持たせる。これにより、空間からの情報提示を、擬人的表現を交えることで、さらにユーザに理解され易くできると考えられる。たとえば空間の下の場所を指示する際には「この下の部分を見てね」と指示を行う代わりに「僕のお腹を見てね」と発話を行うことが可能となる。これによって、ユーザに対しより直観的な指示が行えるとともに、ユーザの物体に対する親近感を増やすことが出来ると考えられる。

2.2 関連研究との違い

擬人的なエージェントを介した場合と介さない場合の被験者の記憶の変化を検討した実験として、深山らの研究 [4] があげられる。深山らは、擬人的なCGエージェントを画面中央に置いた場合と置かない場合を比較し、擬人的なCGエージェントを置いて説明を行った場合に、ユーザの記憶が阻害される傾向を発見した。

しかしながらこの研究では、あくまで擬人的なエージェントを介した場合と介していない場合しか比較しておらず、対象を直接擬人化した際にユーザの記憶が阻害されなくなるかどうかまで、検討を行っていない。

本研究では説明対象を直接擬人化することで、このような擬人的なエージェントによる記憶阻害が回避できるか、ディスプレイロボットを用いた擬人化と擬人的なエージェントを介した説明を実験で比較し、検討する。

3. 設計と実装

提案する擬人化手法のため、本研究では擬人化を行うための目デバイスと手デバイスを開発した。通常のロボットデバイスと異なり、ディスプレイロボットでは、各ロボットデバイスが外部の物体を操作する必要は無い。その代わりに、任意の物体に取り付けるため、軽量で設置が簡単に行えることが望まれる。

本研究では問題の解決として、ベルクロテープ（マジックテープ）で貼り付けることを考慮し、重量を抑えたデバイスを設計・開発した。

4. 実験

本研究では、擬人化の効果を測定するため、目デバイスと腕デバイスを実際の物体に取り付けた場合と、プリンタとは別のエージェントであるヒューマノイドロボット Robovie が、それぞれ物体の機能を説明する実験を行った。

説明対象の物体として、今回はオフィス用のレーザープリンタ LP-9200 [11] を使用した。このプリンタは一般家庭で使われることが珍しく、被験者がその詳しい機能を事前に知らないことが予測できるため、実験の説明対象物体として適切であると判断した。

4.1 実験仮説

実験の仮説は以下の通りである。対象の擬人化を行うディスプレイロボットを使用し、機能説明を行う際には、擬人的なエージェントを用いて説明する際よりも、コミュニケーション対象が減少するため、ユーザがより説明対象に集中しやすくなる。それにより、ユーザが、説明された機能の内容をより詳しく記憶することが期待できる。よって、実験後にアンケートで説明した機能を聞いた際に、ディスプレイロボットを使用した条件の方が、より説明内容を詳しく記述できると考えられる。

4.2 実験手順

実験は10月20日、21日に大学内で行われた大学祭の研究室展示で行われた。比較のため、20日にはディスプレイロボットが説明を行い、21日にはRobovieが説明を行った。以下、ディスプレイロボットのものを実験群、Robovieのものを対照群と呼称する。実験群と対照群の実験の様子を図2に示す。

実験手順は以下の通り行った。まず、来場したユーザに対し、本研究が、将来ロボットが一般社会に進出した際のロボットの説明能力を調べるための研究である、という説明を行い、同意を求めた。そして、同意が得られた場合のみ、プリンタの説明を聞いてもらった。その際、説明中のユーザの視線の動きを調べるため、ユーザに対し事前に視線計測装置アイマークレコーダ EMR-8B [10] を取り付けた。また、実験後の印象評価を行うため、ユーザからアンケートの形で、プリンタの印刷枚数、解像度、その他の機能に関する回答を取得した。詳しい実験シナリオは以下の通りである。

- (1) ユーザへの呼びかけと自己紹介
- (2) プリンタ正式名称 (LP-9200) と愛称 (エスパー) の提示
- (3) 電源ボタンの提示
- (4) 印刷枚数の提示
- (5) 解像度の提示
- (6) レーザプリンタの原理についての説明
- (7) 印刷の誘導 (ユーザが横の PC のボタンを押す)
- (8) 印刷の失敗の提示と紙の要求
 - ディスプレイロボットでは「僕の口に入れて」と発話
 - Robovie では、「プリンタの差込口に入れて」と発話



図2 実験群(上)と対照群(下)の実験風景
Fig. 2 Experimental(up) and control(down) group

- (9) 印刷の成功と、故障箇所特定のやり方の提示
 - ディスプレイロボットでは「僕の頭を開けて」と発話
 - Robovie では「プリンタの上部を開けて」と発話
- (10) 紙詰まりの取り除き方の説明
- (11) ヘルプボタンの説明
- (12) 写真撮影の誘導
- (13) アンケート回答の誘導

シナリオはユーザからプリンタを直接操作する形の説明とし、エージェントに対してユーザが十分に引き込まれることを意図して設計した。ディスプレイロボットの例では、プリンタは一人称『僕』として指示を行う。これに対し Robovie を使用した場合には、一人称は『Robovie』となり、プリンタは『このプリンタ』と呼称される。なお、音声は、呼称の違いや単語の違いを除き、実験条件と対象条件でまったく同じものを使用した。音声は、実験群ではプリンタ背後のスピーカから、対照群では Robovie から発話された。

5. 結果

実験に参加した被験者のうち、アンケートで有効回答が得られた被験者は男性15人、女性8人の合わせて23人であった。このうち、ディスプレイロボットと接したものは男性7人・女性3人、Robovie と接したものは男性8人・女性5人である。回答者は10歳未満から60歳以下までであった。実験後のアンケートでは、プリンタの印刷枚数、解像度、その他の記憶している機能すべてについて、記述によって解答させた。その結果、プリンタの枚数については、実験群で10人中9人が正しく答

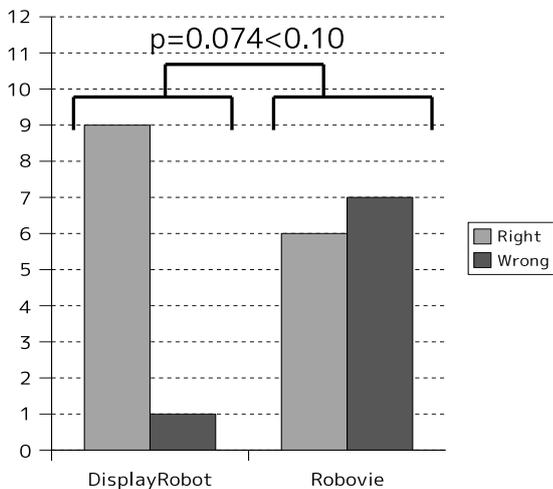


図 3 印刷枚数に対する回答人数

Fig. 3 Answer of "Printable page per minute"

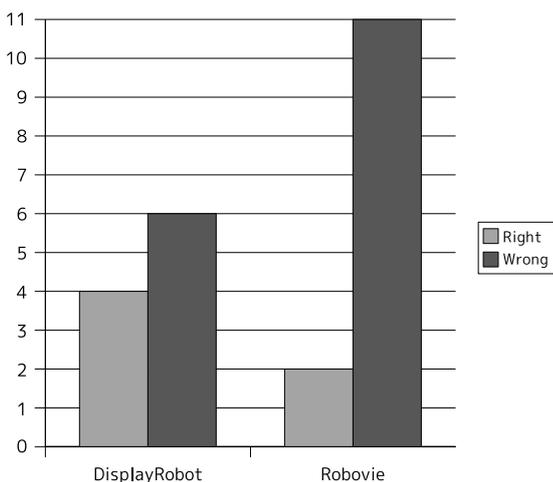


図 4 解像度に対する回答人数

Fig. 4 Answer of "Printable dpi"

え、対照群では 13 人中 6 人が正しく答える、という結果になった。また、解像度については、実験群で 10 人中 4 人が正しく答え、対照群では 13 人中 2 人が正しく答えた。その他の機能については、実験群で何も答えなかったものが 4 人、1 つ答えたものが 2 人、2 つ答えたものが 3 人、3 つ答えたものが 1 人いた。一方対照群では、何も答えないものが 6 人、1 つ答えたものが 4 人、2 つ答えたものが 1 人、3 つ答えたものが 1 人であった。各々の質問回答人数を図 3～図 5 に示す。図 3 と図 4 は、横軸が正解 / 不正解の者、縦軸が回答人数を表す。図 5 は横軸が機能回答数、縦軸が回答人数を表す。

また、アイマークレコーダをつけた被験者のうち、視線が正しく測定できた被験者は実験群で 11 人、対照群で 11 人であった。実験時間中の注視の割合は図 6 の通りとなる。また、対照群の際に、説明対象であるプリンタとロボットを見た割合を分類したものは、図 7 の通りとなる。

最後に、このプリンタを使いたい、という質問を行ったところ、実験群で 10 人中 9 人が使いたいと答え、そのうち 2 人

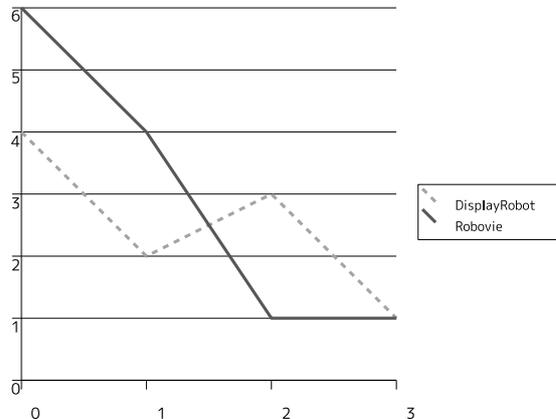


図 5 その他の機能の回答数

Fig. 5 Answer of other functions

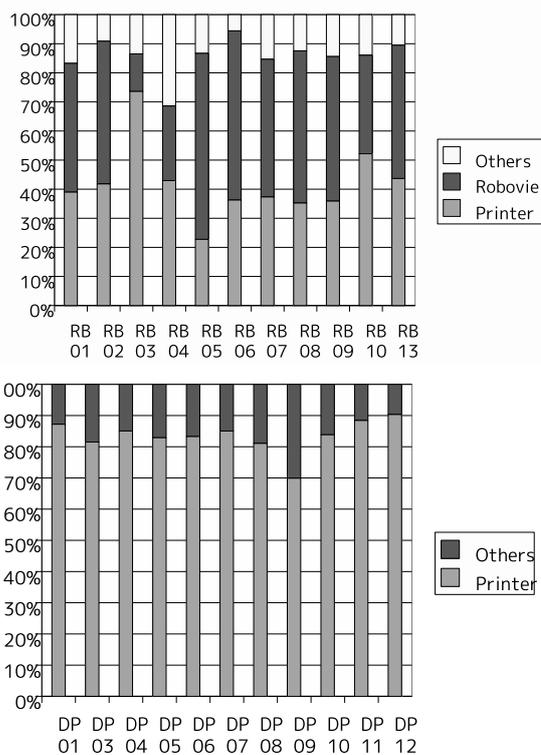


図 6 ディスプレイロボット(上)と Robovie(下)の注視時間割合
Fig. 6 Gaze time ratio of Display Robot(up) and Robovie(down)

は、ロボットを外していれば使いたいと答えた。また対照群では 13 人中 6 人が使いたいと答えた。

6. 考 察

回答項目に対し、それぞれ Fisher の正確確率検定を行い、 $p < 0.05$ 基準で有意差を調べた。その結果、印刷枚数の質問に対し、実験群と対照群の間で $p = 0.074 < 0.10$ となった。また、解像度の質問では、 $p = 0.341 > 0.10$ となった。この結果より、両群に対して統計的な有意差 ($p < 0.05$) は見られなかったといえる。ただし、印刷枚数の質問には $p < 0.10$ で有意な傾向が見られたため、実験の人数を増やすことによって、有意差が発生する可能性がある。実験群と対照群の間で、特に用紙の

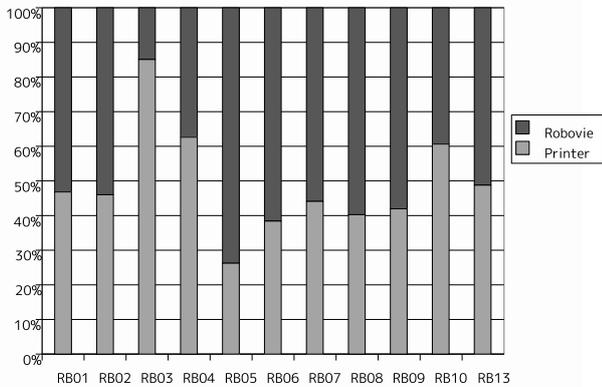


図 7 Robovie の注視時間割合 (説明対象と Robovie 自身)
Fig. 7 Gaze time ratio of Robovie (by printer and robovie itself)

枚数に対して有意な傾向が見られた理由として、実験の説明中、主に紙を印刷する操作をユーザが実験中に継続して行ったため、用紙の印刷枚数に対する情報がユーザの記憶に残りやすく、差が出やすくなったからと考えられる。一方、解像度の質問に有意差が無かった理由として、解像度という単語が専門用語であり、意味を知らない人が多いのに加え、解像度の情報が説明後のインタラクションでまったく必要とされなかったため、実験群、対照群とも印象に残らず、差がでなかったと考えられる。

また、その他の機能の質問では、Fisher の正確確率検定を両群の間で行ったところ、 $p = 0.743 > 0.10$ となり有意差は見られなかった。ただし、図 5 より、実験群の方が対照群に比べ、答える機能数が多くなる傾向が見られた。

また、このプリンタを使いたいのか、という質問に対し Fisher の正確確率検定を行ったところ、 $p = 0.074 < 0.10$ となり、両群の間に有意な傾向が見られた。これは、ディスプレイロボットを取り付けた説明では、説明対象が直接擬人化され、興味を持続しやすかったのに対し、Robovie が説明を行う場合には、ユーザの興味が Robovie に移行してしまい、プリンタに対するユーザの興味を高めることができなかったからと考えられる。

アイマークレコーダを用いて取得した、注視時間割合はこの考察を支持している。図 7 より、Robovie を使用した説明では、11 人中 8 人の被験者が、説明対象であるプリンタよりも、Robovie の方を注視していることがわかる。このように Robovie に注目した被験者は、たとえば、Robovie がプリンタを指さし説明を行っても、プリンタに一瞬目を写すだけで、Robovie の方を向いている、といった行動が見られた。一方で、被験者 RB03 のようにプリンタを眺めていた例では、被験者は主にプリンタを眺めながら Robovie の話を聞き、たまに Robovie の方を見て相槌を打っていた。これは、一般の店頭で店員が客に対し行う説明の形に近く、説明のやり方として適切であると考えられるが、このように説明が行われた例はまれであった。よって、ヒューマノイドロボットではこのような店頭説明を意図して設計しても、実際の現場でうまく動かない可能性が考えられる。

これに対し、ディスプレイロボットを取り付けた例では、図 6 下のように、被験者の注意がほとんどプリンタに向いており、

その他を中止していた場合は、紙を運ぶ、ノート PC の印刷ボタンを押す、など、インタラクションの流れの中で行われた行動がほとんどであった。また、Robovie の説明には、被験者の視線は Robovie とプリンタの間を激しく行き来することがあったが、ディスプレイロボットの際にはこのような激しい行動は見られなかった。よって、この場合には、被験者の注意が説明対象からほぼ逸れていないことがわかる。

以上より、本研究の実験結果は、ディスプレイロボットを用い物体を直接擬人化した説明が、他のエージェントを解した説明手法より、ユーザの記憶に残りやすく、また、ユーザの興味を高めることができるという示唆をしている。今後は、被験者のデータ分析をさらに進め、被験者を増やして実験を行うとともに、擬人化手法を用い、身体表現を行うことでどのようにユーザの興味を持続できるか、目や手以外の擬人的なデバイスを開発することで、引き続き検討を行う予定である。

7. 結 論

本研究ではロボットを用いた情報伝達手法として、物体に人間の身体部品を取り付けて、物体自体を擬人的なエージェントへと変化させて、そこからユーザに対し自己呈示型の情報提示を行うディスプレイロボットを提案した。本研究では擬人化のための目デバイスと腕デバイスの開発を行った。そして擬人化デバイスを用い、説明対象を直接擬人化した機能説明と、擬人的なヒューマノイドロボットを用いた機能説明の実験を実地にて行った。その結果、ディスプレイロボットを用いて擬人化を行った例では、ユーザが説明対象により注目し、その結果説明対象への興味が上がる傾向のあることが結果より確認できた。また、ヒューマノイドロボットを置いた例と比較して、注意がそらされることもなくなった。

8. 謝 辞

本研究は独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金の助成を受け行われました。また、本研究での被験者の視線計測のため、アイマークレコーダ EMR-8B をお貸し頂きました、株式会社ナックイメージテクノロジーに感謝します。

文 献

- [1] M. Bateson, D. Nettle, and G. Roberts, "Cues of being watched enhance cooperation in a real-world setting" *Biology Letters*, Vol. 2, 2006, pp. 412-414.
- [2] T. Kanda, H. Ishiguro, T. Ono, M. Imai, and R. Nakatsu, "Development and evaluation of an interactive humanoid robot "Robovie."," in *Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2002)*, Washington, DC, USA, May 2002, pp. 4166-4173.
- [3] H. Kozima, C. Nakagawa, and H. Yano, "Attention coupling as a prerequisite for social interaction," in *IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, San Francisco, CA, USA, Oct. 2003, pp. 109-114.
- [4] N. Mukawa, A. Fukayama, T. Ohno, M. Sawaki, and N. Hagita, "Gaze Communication between Human and Anthropomorphic Agent," in *Proceedings of IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, Bordeaux-Paris, France, Sept. 2001, pp. 366-370.
- [5] H. Osawa, J. Mukai, and M. Imai, "Anthropomorphization of an object by displaying robot," in *Proceedings of IEEE*

International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Hatfield, United Kingdom, Sept. 2006.

- [6] —, “Acquisition of Body Image by Anthropomorphization Framework,” in *Joint 3rd International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 7th International Symposium on advanced intelligent Systems*, Tokyo, Japan, Sept. 2006.
- [7] —, “Acquisition of subjective representation using body parts by an object,” in *IEEE Workshop on International Conference on Cognitive Science 2006*, Vancouver, Canada, July 2006.
- [8] B. Reeves and C. Nass, *The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places*. Univ. of Chicago Press, 1996.
- [9] P. Viola, and M. Jones, “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features,” in *Proc. of CVPR*, 2001.
- [10] 視線計測システム EMR-8B <http://www.eyemark.jp/lineup/EMR-8/EMR-8b.html>
- [11] EPSON レーザプリンタ LP-9200 <http://www.epson.jp/products/back/hyou/printer/lp9200cpl.htm>