

身体影を付与する擬人化パーツ

Shadow of the Body generated by Human's Body Parts

大澤 博隆*¹ 向井 淳*¹ 今井 倫太*²
Osawa Hiroataka Mukai Jun Imai Michita

*¹慶應義塾大学理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

*²慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

本研究では、擬人化を利用して情報提示を行う「ディスプレイロボット」という手法を提案する。ディスプレイロボットはユビキタス環境下で、人間に似せたロボット身体部品を使って物体を擬人化し、身体表現を用いた指示を交えてユーザに情報提示を行う。本手法を使うことで、ユーザは手順の発せられた場所や手順の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を通じ、人間が指示と身体表現をどれだけ直感的に受け取るか調べるため、実験を行った。その結果、ディスプレイロボットを取り付けることで、主体性を感じづらい物体や領域に対して、ユーザが主体性を感じるようになり、ユーザが手順を直感的に理解できるようになることを確認した。

1. はじめに

近年、ユビキタスコンピューティング環境が発達し、環境中に埋め込まれた様々な情報を利用できるようになった。これによって、環境中にある機器が、他の環境情報を利用して人間に対して情報を提示することができるようになる。例えば、3D 超音波タグ [6] などのポジションセンサーで屋内のオブジェクトの位置を容易に検出することができるようになった。また、Madden らによって開発された MICA-MOTE [7] は、温度や光度など大量の環境データを取得することができる。これらの実世界環境情報を利用した情報処理が可能となっている。

これらの実世界情報を利用したシステムでは、それまでの情報処理システムと異なり、ユーザの位置、機器の位置に合わせて情報を局所化し、ユーザに伝える必要が出てくる。たとえば、物体の温度の説明では「持つには熱すぎる」など、ユーザの視点に合わせた情報提示が必要となる。

ここで問題となるのは、実世界での位置情報をどうやって伝えるか、である。複数の機器が情報提示をユーザに行う場合、ユーザが設計者の意図通りに情報を受け取るとは限らない。特に位置情報を指示語によって提示する場合は、どの視点から見た指示であるかが問題となる。たとえば音声情報のみの提示だと、図 1 のような問題が発生する。この例では、ユーザに対し電源の切断の仕方を説明している。しかしながらこの状況下では、ユーザはどの機器から指示が行われたか判断できず、また方向に付いても、自分から見ての右か、機器から見ての右か判断できない。よって、設計者の意図通りにボタンを押すことが出来なくなってしまう。同様の問題は、機器が複数存在する場合、道案内など、ユーザ視点とグローバルな視点が混在する際にも発生する。これらは、情報提示の主体が明確化されていないことが問題の原因である（これらの問題があるにも関わらず、指示語はインストラクションに広く使われている）。

本研究ではこの問題を解決するため、擬人化ロボットパーツを物体に取り付けて取り付けた物体から情報提示を行うディスプレイロボットと呼ばれる手法を提案する。ディスプレイロボットでは、情報提示主体がどの領域であるかが明確となる。本手法を適用した例を図 2 に示す。図 2 では、対象となる機器が擬人的な目と腕によって擬人化されているため、情報提示

連絡先: 大澤博隆, 慶應義塾大学理工学研究科, 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1, 43242, FAX:045-560-1064, osawa@ayu.ics.keio.ac.jp

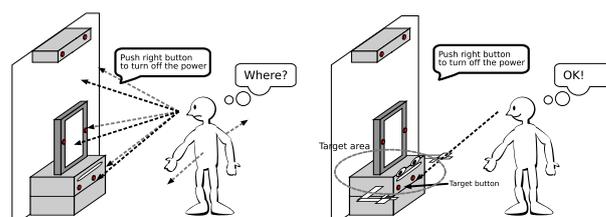


図 1: 指示の曖昧性

図 2: 指示の明確性

主体が明確となり、その結果ユーザが設計者の意図通りのボタンを押すことが出来る。また、ディスプレイロボットによる擬人化では、頭や腹などの身体表現を使うことも可能となる。これらの表現を使うことで、ユーザは対象物体・対象領域への事前知識無しに指示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によってどのように主体性が得られるか、複数の物体を使用した実験によって評価を行った。その結果、ディスプレイロボットを使用することで、ユーザが今まで意図しなかった対象に対して主体を認知することが示された。

2. 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、主体性を感じて振る舞う傾向があることを仮定している。以下の 2 つの研究は、人間が人間でないものに対して、無意識のうちに影響され直感的に振る舞うことを支持している。

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、物体自身をコミュニケーション対象とみなし、あたかも物体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、擬人化表現を用いて人間の行動制御に成功した例として、Bateson らの正直箱 (Honesty Box) を用いた研究 [1] が挙げられる。彼らは、支払い用に正直箱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

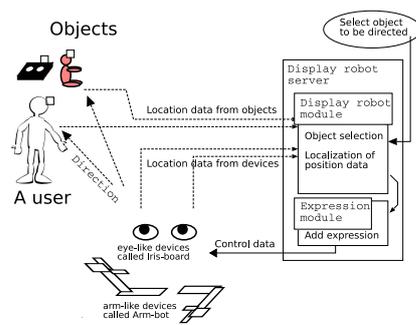


図 3: システム構成

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、人間の非人間への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物体に内在する身体のイメージを拡張し、物体に対して積極的に主体を持たせる。これにより、物体そのものの機能や物体から行う情報提示を、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することが可能になると考えられる。たとえば洋服を洗濯機の口に入れて欲しいときには「その服を上蓋の部分に入れてね」と指示を行う代わりに「その服を僕の口に入れてね」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。

ディスプレイロボットのうち、人間の目を模したデバイス「Iris-board」を使用したディスプレイロボットに対する評価は、筆者らの以前の研究で行われている [3][4]。しかしながら、我々の過去の研究では、主に一つの物体に対して人間が主体性を感じるかどうか、しか調べられていない。ディスプレイロボットが任意の領域に主体性を付与できるか調べるためには、主体性を受け取りづらい物体と主体性を受け取り易い物体の複数が存在する際に、どちらに対しても主体性を付与できるか、調査する必要がある。本研究では Iris-board の他に、人間の腕を模したデバイス「Arm-bot」を開発して擬人化を行い易くするとともに、物体内に物体が組み込まれた状況、つまり主体と受け取られる可能性のある物体が複数存在する場合でのユーザへの指示実験を行い、ディスプレイロボットによってユーザへ対話主体を認識させることができるかどうか検討する。

3. システム構成

ディスプレイロボットのシステム図を、図 3 に示す。ディスプレイロボットはまず、取り付けられた座標を元に自らの身体イメージの座標を計算し、これを元に基本モーションや音声を決する。ディスプレイロボットの主要な処理は Display robot module で行われる (図 3 右)。Display robot module はディスプレイロボットを使用して行うシナリオを選択し、ユーザの顔座標、Iris-board や Arm-bot の取り付け位置から求めた身体イメージ座標を利用して、内部のシナリオにしたがって発話内容や目、腕のモーションを選択する。

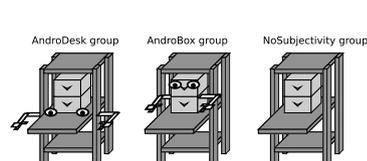


図 4: 実験に使用した 3 群

4. 実験

4.1 実験環境と被験者

実験では、擬人化されたデスクと箱、擬人化された箱とデスク、または擬人化されていない箱およびデスクが被験者に対してあらかじめ指定した 8 つの指示語を与え、被験者はシステムからの指示語に従って、隣のテーブルに置いてある物体を集め、指定された場所に置いたり、指定された指示語の場所を触ったりする。

実験には 25 人の被験者が参加した。25 人はいずれも、21 歳以上 27 歳以下の大学生・大学院生であり、23 人が男性、2 人が女性であった。被験者は下記の通り、無作為に 3 群に分けられた。

- AndroDesk group: 10 人 (男性 9 人、女性 1 人)。擬人化デバイスが机に取り付けられている (図 4 左)
 - AndroBox group: 10 人 (男性 9 人、女性 1 人)。擬人化デバイスが箱に取り付けられている (図 4 中央)
 - NoSubjectivity group: 10 人 (男性 10 人)。擬人化デバイスが取り付けられていない (図 4 右)
- 実験中に被験者に与えた指示は以下の 8 つである。

- INS1: 「青い本を右に置いてね」
- INS2: 「人形を足元に置いてね」
- INS3: 「黒いコップを上に入れてね」
- INS4: 「白いコップを正面に置いてね」
- INS5: 「白いファイルを頭の上に置いてね」
- INS6: 「黒いテープをお腹に入れてね」
- INS7: 「お尻を触ってね」
- INS8: 「白いコップを右に置いてね」

AndroDesk 群と AndroBox 群では、指示は机に取り付けられたスピーカからの発話および Iris-board による注視と Arm-bot によるポインティングを使って行われる。一方 NoSubjectivity 群では、指示は発話のみで行われる。

4.2 仮説

実験の仮説は以下の 2 つである。まず、被験者は擬人化された状況で、擬人化された対象領域に主体性を感じ、指示を受け取り易くなると考えられる。次に、被験者はディスプレイロボットが取り付けられていない場合 (NoSubjectivity 群)、箱を机よりも擬人化して受け取るのではないかと考えられる。よって AndroDesk 群では、他 2 群と比べて机に対してより主体性を感じることができると考えられる。

8 つの指示に対する、具体的な仮説は以下の通りである。

4.3 指示表現への仮説 (INS1-INS4)

INS1 の指示が行われる場合、AndroDesk 群や AndroBox 群では、発話対象の前に置く率が高まると考えられる。また、物体から見て右、つまりユーザから見て左に置く例が増えるのではないかと考えられる。NoSubjectivity 群では、置く場所が定まらず、現在の位置からの相対的に右に置く置き方をする例が余計増えるであろう。また、INS2 の指示が行われる場

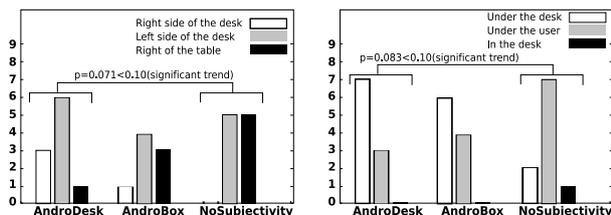


図 5: 1 番目の指示に対する反応

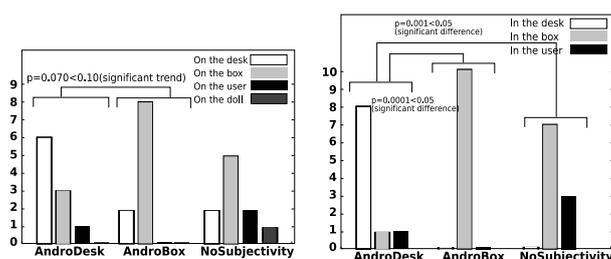


図 6: 2 番目の指示に対する反応

図 8: 5 番目の指示に対する反応

図 9: 6 番目の指示に対する反応

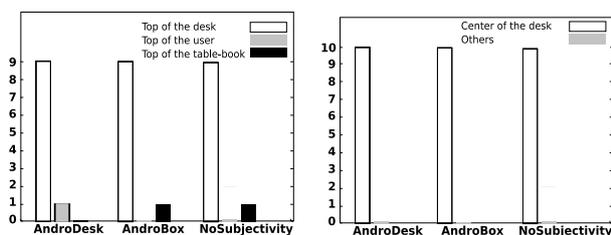


図 7: 3 番目と 4 番目の指示に対する反応

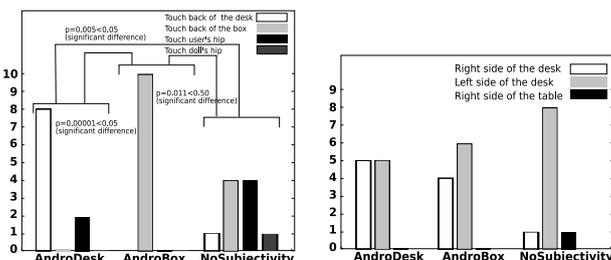


図 10: 7 番目の指示に対する反応

図 11: 8 番目の指示に対する反応

合、NoSubjectivity 群では、表現主体が存在しないため、ユーザが自分の足元に置く率が高まるであろう。さらに、INS3 と INS4 の指示が行われる場合、ユーザにとって上と判断される場所、正面と判断される場所はそれぞれ机の上、機の正面と考えられる。この 2 つは擬人化の有無によらず、一意に場所が決定するであろう。

4.4 身体表現への仮説 (INS5-INS7)

AndroDesk 群では、ユーザは机に対して主体を得るため、物体は INS5 にしたがって机の上、INS6 にしたがって机の下に置かれ、ユーザは INS7 にしたがって机の裏を触ると考えられる。また、AndroBox 群では、ユーザは箱に対して主体を得るため、物体は INS5 にしたがって箱の上、INS6 にしたがって箱の中に置かれ、ユーザは INS7 にしたがって箱の裏を触ると考えられる。一方で NoSubjectivity 群では、明確な主体が得られないため、ユーザの行動は一定せず、ばらけると考えられる。

4.5 主体性の増加に関する仮説 (INS8)

AndroDesk 群や AndroBox 群では、この 8 番目の指示の前に擬人化した主体からの指示を受けている。よって INS1 の状況に比べて、より物体から見て右、つまりユーザから見て左に置く例が増えるのではないと思われる。

4.6 実験結果

実験結果は図 5 から図 11 の通りである。図 5、図 11 の「机の右」「机の左」は、机から見た右と左を表している。よってユーザから見た場合には、それぞれ「左」と「右」になる。また、「テーブルの右」に含まれる被験者は、青い本がもともと置いてあった場所と比較して、本を右側 (人形の側) に置いた被験者である。

5. 考察

5.1 指示表現 (INS1-INS4)

INS1: 「青い本を右に置いてね」の指示に対し、フィッシャーの正確確率検定を適用したところ、AndroDesk 群と NoSub-

jectivity 群の 2 群間で $p = 0.071 < 0.10$ となり、この 2 群に有意傾向が見られた。

この結果より、特にデスクを擬人化することで、デスク自体の主体性を高め、その結果「右に置いてね」という指示をシステムがユーザに対し出したときに、ユーザがまずデスクに注目するようになり、結果、デスクの右に置き易くなったのではないかと考えられる。また、デスク自体が表現主体となったことで、デスクの物を置くという役割が強調され、それに従って被験者が、隣のテーブルの上よりも、デスクの上に対し物を置くようになったとも考えられる。

INS2: 「人形を足元に置いてね」の指示に対しては、AndroDesk 群と NoSubjectivity 群の 2 群間で $p = 0.083 < 0.10$ となり、この 2 群に有意傾向が見られた。これは、AndroDesk 群、AndroBox 群に比べ、NoSubjectivity 群において、発話主体を受け取りづらく、その結果、ユーザが指示を自分を視点にしたものと受け取って、人形を躊躇せず足元に置く結果が増えたと考えられる。ただし、有意差は確認できなかった。これは、実験群の人数が少なすぎたためと思われる。また、「足元」という単語がまずユーザの足元を意識させたため、擬人化の有無に関わらず、ユーザが足元に置くものと想定したと考えられる。

INS3: 「黒いコップを上置いてね」および INS4: 「白いコップを正面に置いてね」の指示に対しては、特に変化が見られなかった。これは、本状況に置いて、上や正面といった表現の表す場所が一意に決定していたためと思われる。よって、擬人化によって主体性を強める必要があるのは、指示の選択肢が複数存在する場合であると考えられる。

5.2 身体表現 (INS5-INS7)

図 8 にフィッシャーの正確確率検定を適用したところ、AndroDesk 群と AndroBox 群の間に、有意傾向 ($p = 0.070 < 0.10$) が発見できた。また、図 9 に正確確率検定を適用したところ、AndroDesk 群と AndroBox 群の間に、有意差 ($p = 0.0001 < 0.05$)、AndroDesk 群と NoSubjectivity 群の間に、有意差 ($p = 0.001 < 0.05$) が発見できた。また、AndroBox 群と NoSubjectivity 群の間に、有意差 ($p = 0.211 > 0.10$) は発見できなかった。さらに、図 10 に正確確率検定を適用したところ、AndroDesk 群と AndroBox 群の間に、有意差 ($p = 0.0001 < 0.05$)、AndroDesk 群と NoSubjectivity 群の間に、有意差 ($p = 0.005 < 0.05$)、AndroBox 群と NoSubjectivity 群の間に、有意差 ($p = 0.011 < 0.05$) を発見した。

まず始めに、AndroBox 群と NoSubjectivity 群の被験者の大半が、図 8 と図 9 より同じように物体を箱の上と箱の中に置いている。これに対し、AndroDesk 群の被験者の大半が、机の上と机の中に物体を置いている。これは、擬人化ロボットパーツを用いた擬人化が一切行われていないときに、デスク上の箱がデスク自体よりも主体として認識され易く、その結果、デスク上の箱に擬人化ロボットパーツを取り付けた場合と擬人化ロボットパーツをどこにも取り付けていない場合の両方で、「お腹に入れてね」という指示のユーザの理解に差が無いことを示唆している。また、デスクは主体として認識されづらく、擬人化ロボットパーツを取り付け直接的な擬人化をすることで、初めて主体としてユーザに認識され、その結果、「お腹に入れてね」という指示でデスクの下部を示すことが可能となっている。そのため、AndroBox 群と NoSubjectivity 群の間で「頭」や「お腹」といった単語に対する反応に差が無いのに対し、AndroDesk 群とこの両群の間に差があると考えられる。本結果より、ディスプレイロボットは主体性を感じづらい物体や領域に対して、仮想的で直感的な身体イメージを張り付ける効果があると考えられる。これらの結果より、ディスプレイロボットは、机・椅子・クローゼットなど、より直感的に認識しづらい領域に対して擬人化を行い、主体性を与えることも可能ではないかと考えられる。

次に、図 8・図 9・図 10 より、NoSubjectivity 群の被験者が他 2 群の被験者よりも自分の周りだけでなく、物体の置き場所が多様になっていることが見て取れる。これは、擬人化ロボットパーツを取り付けていなくても、被験者がある程度対象を擬人化し、その結果仮説よりも物体の置き場所が多様になったと考えられる。本結果より、もし擬人化ロボットパーツを使用しない指示をシステム的设计者が意図する場合には、指示の際に「あなたの」など、対象を明確にする単語を付け加える必要があると考えられる。

最後に、7 番目の指示に対しては、どの群にも明確な有意差が出ている。このように、3 群に対し明確な差が出たのは、「尻」という表現が、とくに擬人化を伴っていない場合には物体に付属するものとユーザに受け取りづらくなり、その結果、ユーザは AndroDesk 群では「尻」をデスクの後ろと受け取り、AndroBox 群では「尻」が箱の後ろと明確に受け取るのに対し、NoSubjectivity 群では「尻」が箱の後ろや、自分の尻を表すと受け取ることが多く、結果がばらけるからではないかと考えられる。この結果より、身体表現の種類によって、受け取りやすさが違って来ることが考えられる。

5.3 主体性の増加 (INS8)

INS8: 「白いコップを右に置いてね」の 3 群に対し検定を行ったが、有意差は発生しなかった。ただし、INS1 のときにデスクからみて左に物を置いたが、INS8 のときにデスクからみ

て右に物を置いた者は、AndroDesk 群では 2 人、AndroBox 群では 2 人居たが、また、どの群でも、逆に右から左へ置くようになった者はいなかった。これは、擬人化ロボットパーツによって擬人化された物体からの情報提示を繰り返すことで、ユーザが物体に対し主体性を感じることが出来るようになり、その結果、ユーザが物体からの視点で情報を受け取ることが可能になったからと考えられる。繰り返しの情報提示が主体性を高める例に付いては、今後の検討が必要であると考えられる。

6. 結論

本研究では擬人化ロボットパーツを物体や領域に取り付け、対象に主体性を付与し、直感的な情報提示を行う「ディスプレイロボット」を提案した。本研究ではディスプレイロボットを実装し、ディスプレイロボットがどのように主体性を物体に与えるか、実験によって評価した。その結果、ユーザが主体性を受け取りづらい物体に対し、ディスプレイロボットを取り付けることで、ユーザが主体性を受け取り、行動を変化させることが確認できた。

今後は、目や腕だけではなく他の擬人化ロボットパーツの影響を調べるとともに、目や腕だけでどのような擬人化が可能であるか調べる。また、インタラクティブな実装を行い、より時間の長い実験を行うことで、繰り返しのインタラクションが主体性を高める例に付いても検討する。

参考文献

- [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] A. Fukayama, V. Pham, and K. Ohno, "Analysis of User's Gaze for Usability Assessment of Anthropomorphic Agents" HIP2003 136 2004.
- [3] 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.
- [4] 大澤 博隆, 向井 淳, 今井 倫太: 『ディスプレイロボットを利用した物体の擬人化』人工知能学会第 20 回全国大会論文集, 小倉, June. 2006.
- [5] 深山 篤, Vincent Bao Pham, 大野 健: 『視線分析に基づく擬人化エージェントのユーザビリティ評価の検討』電子情報通信学会技術報告, 2004.
- [6] Y. Nishida, H. Aizawa, T. Hori, N. Hoffman, T. Kanade, and M. Kakikura, "3D ultrasonic tagging system for observing human activity," in *IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2003)*, Las Vegas, USA, Oct. 2003, pp. 785-791.
- [7] S. R. Madden, M. J. Franklin, J. M. Hellerstein, and W. Hong. The design of an acquisitional query processor for sensor networks. *ACM SIGMOD*, pages 491-502, Jun. 2003.
- [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.