

# カスタマイズ可能なロボットにおける形態主張の効果と検証

Verification of Self-Body-Assertion System Customizable Communication-Robot

岩丸大二郎 近藤裕樹 坂上徳翁 奥出京司郎 菅佑樹 尾形哲也\*2 菅野重樹  
Daijiro Iwamaru Kondo Hiroki Norio Sakagami Kyoshiro Okude Yuki Suga Tetsuya Ogata Shigeki Sugano

早稲田大学創造理工学部総合機械工学科

Department of Advanced Mechanical Engineering, Waseda Univ.

\*2 京都大学情報学研究科知能情報学専攻

Department of Intelligence Science and Technology, Kyoto Univ.

In this research, we are focusing on the interaction in the physical customization of robots. In this paper, we show an experiment for verifying the effectivity of the mutual process in the customization. In the experiment, we used a customizable communication robot which is installed the self-body-assertion (SBA) system which can accept / reject its user's customization. As the results, we confirmed that the rejection by the robot increased "Interestingness", but decreased "Friendliness".

## 1. はじめに

本研究の目的は、ユーザの飽きを回避しながら長期的なインタラクションを可能とするコミュニケーション・ロボットの開発である。そのために我々は、ユーザ側のロボットへの愛着形成が重要であると考え、まず「身体的な相互作用」と「カスタマイズ性」の2点に着目した。実環境においてユーザと身体的な双方向コミュニケーションを行うことができることは、バーチャルなシステムに比べ大きなアドバンテージを持つ。また、カスタマイズ性を持つことによりユーザの趣向の個人差へ対応し、ユーザの個性を反映したロボットとなり得るので、より効果的な愛着形成が期待できる。

これらの考察から本研究では、カスタマイズという行為に対しても、身体的な相互作用を適用することにより、さらなるインタラクションの活性化を目指すこととした。カスタマイズにおける身体的な相互作用は、ユーザーが装着したパーツに対して、ロボットが自ら評価を行い、そのパーツの受容/拒否を行うことにより達成できるものと考えられる。

本研究では、上述のような実ロボットに「自己形態主張システム」を導入し、自己形態主張システムの効果について検証を行ったので報告する。

## 2. 自己形態主張システム

自己形態へのロボットの主張を実現するために本研究では自己形態主張システム (Self-Body-Assertion System, SBA System) を開発した。自己形態主張システムは、ロボットの自己の形態をロボット自身の価値観に基づいて評価し、その評価値から主張行動、すなわち本研究ではユーザによって追加されたモジュールの受容および拒否を決定・出力するシステムである。

自己形態評価の評価軸として、ロボットからの主張をユーザが汲み取りやすいように、直感的に理解しやすい高さ、方位、種類、数量という接続モジュールの物理的なバランスを採用した。このように、ロボット自身の価値観をユーザが理解できる

ことは、コミュニケーションへの飽きを回避する上で非常に重要である。またロボットはこれらの評価軸それぞれに対して内部に理想値を持っており、その理想値と現在値の差の絶対値を DS(Dissatisfaction) 指数とする。新規のモジュールの接続やユーザからの排出要求があった際には、DS 指数の変化量を解析し、その変化量と、あらかじめ設定した閾値を比較することでモジュールの受容・拒否を決定する。この閾値を変化させることでロボットの主張行動の強さ (カスタマイズに対する受容度) を調整することができると考えられる。

## 3. 開発した実機

上記の設計仕様を考慮し、形態についてカスタマイズ可能なコミュニケーションロボット「WEAR (Waseda Extendable ARchitecture)」の開発を行った。

### 3.1 ハードウェア

開発した WEAR 本体の外観とそのカスタマイズ例を図 1 に示す。このロボットは形態についての主張及びカスタマイズ性を実現するために、核となる筐体とその周囲にカスタマイズ用モジュールを装着できる「モジュールポート」を持つ。筐体については身体的な相互作用を実現するため、全高が 850 [mm] とし、インタラクションの活発化・複雑化を目指し、移動機構として全方向移動台車を用いた。筐体周囲にはカスタマイズ性を実現させるために、カスタマイズ用の各種モジュール間で共通となるモジュールポートを 8 方向に 4 段、計 32 個搭載した。これにより、カスタマイズ用モジュールを身体の任意の場所に着脱可能なシステムを構築した。

モジュールポートは着脱機構の他、サーボモータによるモジュール排出機構、電磁ラッチによるモジュール保持機構、ユーザがモジュールの排出指令を送るためのスイッチを持つ。

カスタマイズ用モジュールとしては、ユーザの視覚、聴覚、触覚を使った多彩な身体的インタラクションを行うため、接触センサ、超音波距離センサ、1 自由度アクチュエータ、フルカラーボタン、スピーカモジュールを用意した。

### 3.2 制御アルゴリズム

カスタマイズによる動作生成のアルゴリズムとして、各カスタマイズポート計 32 個にそれぞれ Analogue 値・Digital 値・

連絡先: 岩丸 大二郎, 早稲田大学菅野重樹研究室, 東京都新宿区  
大久保 3-4-1 59 号館 325 号室, TEL/FAX 03-5285-0996,  
d-maru@sugano.mech.waseda.ac.jp



図 1: 外観図とカスタマイズ例

Mode 値という 3 つの状態値を用意した。そして、接続されている各入力モジュールからのセンサ値が周辺のカスタマイズポートの状態値に影響を与え、それらの 3 つの状態値によって出力モジュールの動作を決定するという方策を採った。

#### 4. 評価実験

##### 4.1 実験方法

ロボットの形態主張がユーザに与える影響を調査するために、障害物の無い部屋で、両者が 1 対 1 で対峙し、ロボットが形態主張「あり」の場合と「なし」の場合の 2 パターンでコミュニケーション実験を行った。このとき、5 種類、計 20 個のモジュールはロボットから少し離れた位置に無作為に並べる。実験時間は各 10 分、被験者 10 名である。このとき、被験者の半数は形態主張「あり」「なし」の順に実験を行い、残りの被験者は逆の順序で行った。

##### 4.2 実験結果

実験のユーザの主観的評価として 7 段階 SD 法によるアンケートを行った。その結果を因子分析により解析したものが図 2 である。これより、今回の実験においては形態主張を行うことによって「生物的」と「楽しさ・関心」が向上し、「親和性」が低下するという結果となった。

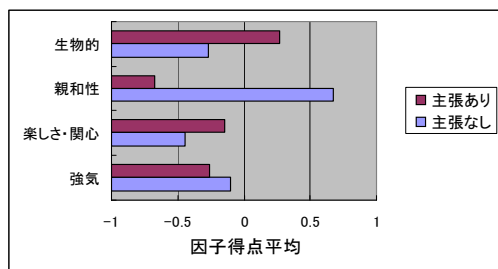


図 2: 因子得点比較

また映像解析の結果から、ロボットの形態主張行動(モジュールの装着,モジュールの排出,モジュールの保持)と、各因子得点との相関を図 3 にまとめた。総拒否回数,すなわちユーザのモジュール装着を拒否して排出した回数と、ユーザからの排出要求を拒否してモジュールを保持した回数との和と、親和性因子との間に負の相関が見られ、拒否することにより、ユーザに敵対感を与えていることが分かった。

##### 4.3 考察

本システムの評価実験では、ロボットの形態主張がユーザへの親和的印象を下げる結果が得られた。これはロボットの主張

	生物的	親和性	楽しさ・興味	強気な
装着した回数	0.327	-0.588	-0.213	0.347
装着拒否回数	0.396	-0.216	0.113	-0.424
排出した回数	-0.076	-0.180	-0.143	-0.236
排出拒否回数	0.168	-0.393	0.232	-0.171
最終個数	0.361	-0.462	-0.133	0.466
総拒否回数	0.278	-0.408	0.236	-0.290

図 3: 形態主張行動と因子得点の相関

がユーザの行為に対して否定的である上、実験時間も短くユーザはロボットの主張の内容が理解しきれないことで、一方的なわがままと捕らえられ、「親和性」の数値が下がってしまったと考えられる。

しかし、「楽しさ・関心」の数値は向上し、インタラクションの中で、ロボットの形態主張後に被験者がロボットの内部状態を伺うような様子が見られ、ロボットを理解する姿勢は高まったと考えられる。また、モジュール排出後に被験者がモジュールを連続で取り付ける様子は、ロボットに対して向きになる様子として捕えることができ、ロボットの主張がユーザとの心的交流を生むことも観察することができた。

以上を踏まえ今後の展望として、能動的・肯定的な主張の追加、形態主張の頻度による比較実験、ユーザがロボットの意図を理解できるだけの長時間での実験を検討している。

#### 5. まとめ

本研究では、ユーザ・ロボット間での愛着の形成のため、ロボットとの身体的インタラクション・カスタマイズに加え、ロボットがユーザに対して主張するという考えを取り入れ、自己の形態について主張する自律ロボットの開発を行った。そして、評価実験を行った結果、形態主張を行うことが愛着形成において重要な要素である「親和性」と「楽しさ・関心」に影響を与えることがわかった。また、形態主張の有無によってユーザのロボットとの接し方についても変化がみられた。

#### 謝辞

最後に、本研究の一部は、早稲田大学理工学総合研究センターと、岐阜県 WABOT-HOUSE プロジェクトの支援を受けて実施しました。ここに謝意を表します。

#### 参考文献

- [1] Donald A. Norman 著,岡本明,伊賀聡一郎,安村 通晃,上野 晶子 訳: "エモーショナル・デザイン - 微笑を誘うモノたちのために", 新曜社, 2004.
- [2] 菅佑樹, 遠藤ちひろ, 小林大三, 松本猛, 尾形哲也, 菅野重樹: "Adaptive Human-Robot Interaction System using Interactive EC, in Proceeding of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems", IROS2006, 2006.
- [3] John Bowlby 著, 二木武 訳: "母と子のアタッチメント - 心の安全基地 - ", 療薬出版株式会社, 1999.