

変化する擬人化トリガーを用いたエージェント生成

大澤博隆[†] 今井倫太[†]

本研究では、変化するエージェント Morphing Agency という、人とコンピュータのための新しいエージェントインタラクションのコンセプトを提案する。従来のロボットエージェントやバーチャルエージェントは、ユーザーとインタラクションするためのエージェントは一貫した様態を持つ。これに対し、本研究で提案する変化するエージェントでは、エージェントの様態が場面場面によって変わりうる。このように様式を変化させることで、様々な人間の状態に合わせたインタラクションが可能となる。我々は morphExplainer、transExplainer、parasiticBelt の3つのコンセプトを示し、Morphing Agency の可能性を探る。

Creating Agent with Transformative Anthropomorphic Triggers

HIROTAKE OSAWA[†] MICHITA IMAI[†]

We propose an alternative approach to find each robot's unique communication strategies. In this approach, the human manipulator behaves as if she/he becomes the robot and finds the optimal communication strategies based on each robot's shape and modalities. We implement the system including a reconfigurable body robot, an easier manipulation system, and a recording system to evaluate the validity of our method. We evaluate a block-assembling task by the system by turning on and off the modality of the robot's head. Subsequently, the robot's motion during player's motion significantly increases whereas the ratio of confirmatory behavior significantly decreases in the head-fixed design. In this case, the robot leads the users and the user follows the robot as in the turn-taking communication style of the Head-free condition..

1. はじめに：拡張されるエージェント

ヒューマンエージェントインタラクション(HAI)はHCI分野における重要なメソッドとなりつつ有る[1][2]。HAIにおけるエージェントはユーザに対し、意図があるように振る舞い、ユーザの社会的な反応を引き起こし、ユーザに対し社会的なチャンネルを介して働きかける。HAIはエンターテインメント分野から医療分野まで様々な分野で使われるようになった。Aibo や Pleo のような商業化されたエージェントは、その振る舞いによってユーザの状態を変化させることができる[3][4]。アザラシ型のロボット Paro や、AuRoRA プロジェクトのロボットなどのロボットエージェントは、認知症や自閉症などの治療に使われている[5][6]。バーチャルエージェントがユーザと親密な関係を築き、観光に使用される、などの例も存在する[7]。

HAIの成功におけるキーファクターは、User に対しエージェントの意図があるように振る舞う動作である。エージェント達はしばしばとても単純だが、エージェントの行う振る舞いがユーザの社会的な需要を引き起こすのに十分であれば、彼らはエージェントとして扱われる。わずかな行動から意図を見出す人間の性質は様々な研究で報告されている。メディアイクエーションの研究では、情報の媒体となる道具が社会的存在として扱われることが指摘されている[8]。Sung らによるロボット掃除機 Roomba の調査研究では、人間がいかにかにロボットの振る舞いから社会的な態度を

読み取り、エージェントと見做すかが指摘されている[9]。本研究では HAI におけるエージェントを、その振る舞いによって人間の脳の認知的なチャンネルを発火させ、人間の社会的な行動を引き起こすツールと定義する。

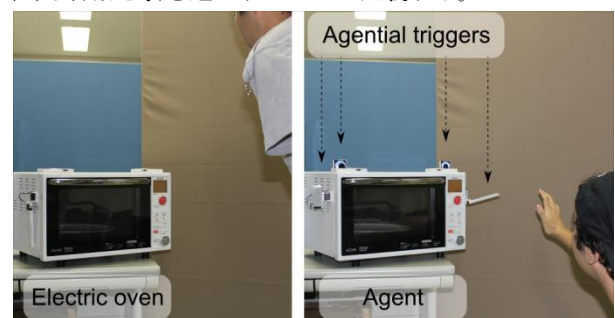


図 1 Morphing Agency の概念

Figure 1 Concept of Morphing Agency.

HAI におけるエージェントデザインでは、どのような表現を行えば、ユーザの社会的な反応を惹起するかが重要である。ユーザとタスクに対し不適切な表現を選ぶと、ユーザに対し余計な負荷をかけるエージェントが発生する。エージェントを介した情報提示はどんな問題にも適用できる万能薬ではなく、正しくデザインされない限り有効ではない。Lieberman らはエージェントを用いた情報提示がすべてのユーザに受け入れられない可能性を懸念している[10]。Fussel et al. らは、ユーザが擬人化エージェントを受け入れられるは、事前に擬人化エージェントとのインタラクションをどれだけ行ったかに依存することを確認した[11]。Epley et al. らはユーザの孤独傾向がユーザの擬人化傾向へ影響することを指摘している[12]。擬人化表現のデザイン、性差、文化差、個人差を調査した研究も存在する[13][14]。

[†] 慶応義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

エージェントの声や姿の受け入れには個人差が存在し、また、どれだけ強い存在感を持つエージェントを好むかにも個人差が存在する。これらの研究はいずれも、擬人化エージェントを人間-システム間に設置する際、ユーザの属性に応じて注意深くエージェントを利用するべき、という示唆を与える。

本研究ではエージェントがHCIにもたらす貢献を拡張するため、Morphing Agency という新しいコンセプトを提案する。Morphing Agency では、エージェントを想起させるあらゆる表現（形状、動作、振る舞い、音声・映像変化）をエージェントトリガーと呼ぶ。そしてそれぞれのエージェントトリガーを変化させ、一体のエージェントを作り上げる。我々が実装した Morphing Agency のコンセプト例を図1に示す。各ユーザの属性に対応し、エージェントが違った形でエージェントトリガーを発現させ、人間とインタラクションを行なっている。また図2に既存のエージェントモデルとの違いを表す。従来のエージェントを間に介した人間コンピュータ間のインタラクションは、システムと人間の間をエージェントでカバーし、ユーザに対し人間と同じような意図を持った対象とのインタラクションを認知させ、それに伴った情報提示やタスク遂行を行う。これに対し、我々が提案する Morphing Agency では、エージェントの持つ、エージェントを感じさせる要素 agential triggers を個々に切り替え、タスク遂行を行う。これによって、ユーザに想定させるエージェントが異なるものとなる。

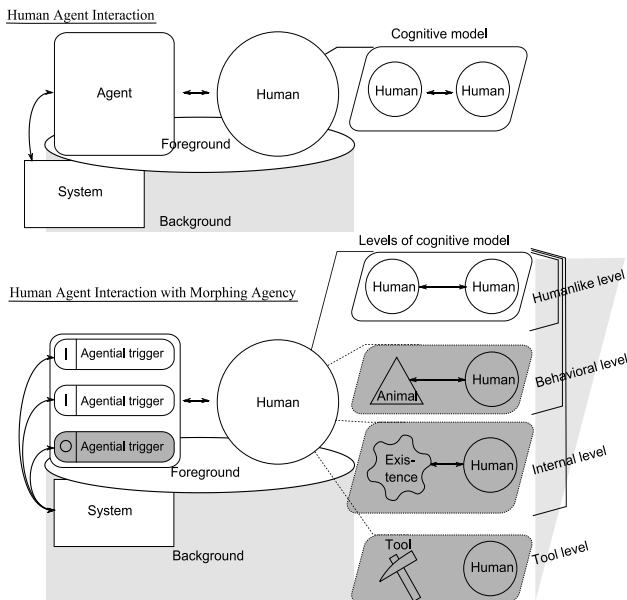


図2 既存のHAIとMorphing Agencyのアプローチの差
Figure 2 Difference between conventional HAI and our approach.

例えば図3のように、マニュアルで理解可能なユーザにはマニュアルで理解させ、理解できないユーザには目が現れて会話を用いた表現をし、それでも理解できない場合には手を使って実世界上のポインティングを介した説明を行

う、といった行動が可能だ。また、子供にはエージェントの存在感を積極的に使い、目や手を用いて説明するのに対し、大人の場合は最低限の擬人表現を用いて認知的負荷を抑える、といった分け方が可能となる。このようなエージェントの外見・様態の変化が、ユーザの年齢や性別、文化の変化に従って可能となる。

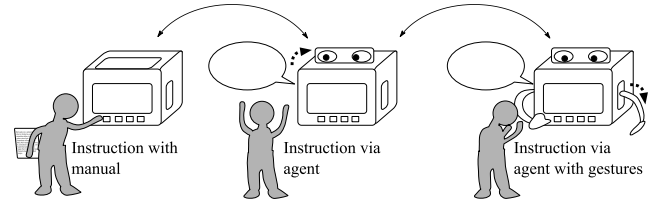


図3 変化するエージェントトリガーを使ったエージェントの変化
Figure 3 Example of changing agencies using transforming robotic parts

本研究では、エージェント手法を拡張するため、agential triggers を切り替えてユーザに提供する Morphing Agency というビジョンを示す。合わせて、このような Morphing Agency がどのような新しい様態のエージェントを生むか、morphExplainer, transExplainer, parasiticBelt の3つのシステムにより我々のコンセプトを示す。

2. 変化するエージェントの設計

2.1 人間的類似性の利用

人間的類似性を持つ構成要素はそれ単体で人間に強い印象を与える。例えばいくつかの研究で、人間の道徳的行動が目のイメージによって制御されることが指摘されている[15][16]。人間の目や手はまたユーザに身体を想起させるためにも有効に働く[17]。これらの理由より、我々は人間の目や手を Morphing Agency の実現するための変化可能なエージェントトリガーとして選択した。

2.2 コンセプトの提案

Morphing Agency のコンセプトを検証するにあたって、我々は3種類のコンセプト例を用意した。各コンセプトの模式図を図4に示す。

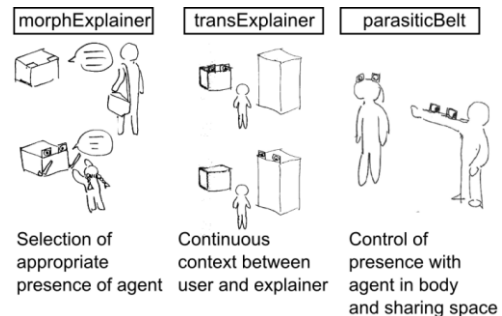


図4 Morphing Agency のコンセプトのための研究プロトタイプ

Figure 4 Research prototype for Morphing Agency concept

morphExplainer におけるエージェントトリガーは主に機器に取り付けられる。機器はユーザの属性にしたがってその様態を変える。transExplainer は ITACO に触発された研究であり、複数の機器にまたがる機能説明のシームレスな移動を可能とする [18]。parasiticBelt は Ogata らの HAI 研究に影響を受けた Morphing Agency のコンセプト例であり、存在感を切り替え、エージェントを身体の一部につくり上げる [19]。

2.3 エージェントトリガーの実装

我々はいくつかの施行を経て、変化する目ロボット、手ロボットを実装した。両パーツは美的さと簡潔さにもとづいてデザインされ、ポリカーボネートを用いた 3D プリンタによって造形された。特に、隠すことを考えて薄型の回路が組み込まれている。

図 5 は目デバイスの様子であり、アクチュエータやバッテリー、Bluetooth モジュール、液晶を含めたすべての回路が手の中に含まれている。目デバイスは OLED 液晶とともに、液晶制御のためのアクチュエータを持っており、目の登場と隠蔽を制御することができる。

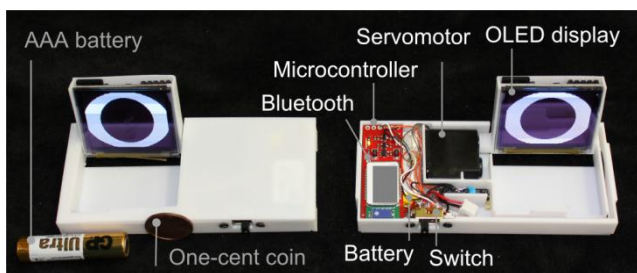


図 5 変形する目デバイス

Figure 5 Movable eye device (left eye is covered and right eye is open)

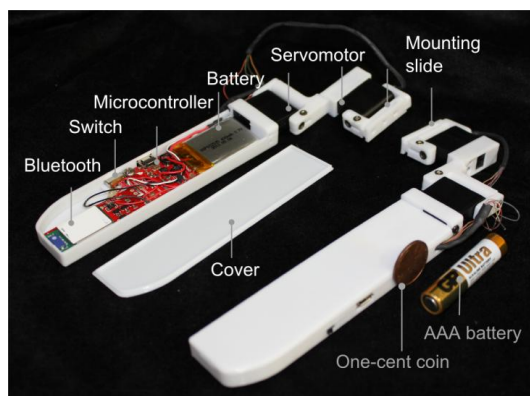


図 6 変形する手デバイス

Figure 6 Movable arm devices (left arm is uncovered and right arm is covered)

腕デバイスの腕デバイスは 2 つのサーボモータを持っており、空間内で任意の座標に対するポインティングを行う

ことができる。腕は、arm 部にすべての回路が埋め込まれており、最厚部でも 10mm 以下となるよう、軽く薄く設計されている。これによって、デバイスそのものを目立たせず、取り付け先の対象の表現を拡張することが可能となる。このような薄い手は、動かず物体に張り付いているときは存在感をもたらさず、動作を始めた時にだけ存在感をもたらすことが可能である。

また、腕デバイスは頻繁に稼働を行うため、対象取り付け時に使用するマウンタを図 7 の通り設計した。このマウンタも軽量であり、ネジやテープで貼り付け、土台を安定させ、ポインティングを持続することが十分可能なほど軽い。

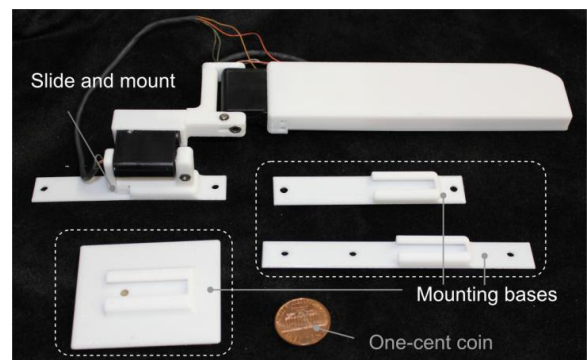


図 7 マウンタパーツ

Figure 7 Mounting Parts.

3. コンセプトの実装

3.1 morphExplainer

morphExplainer は対象となる機器に対して agential trigger を取り付け、agential trigger を個別に発現することで、エージェントを出現させる。個々の biological features はエージェントの存在感を段階的に制御する。biological features を個々に制御することで、存在感を段階的に変化させることが可能となる、と考えられる。

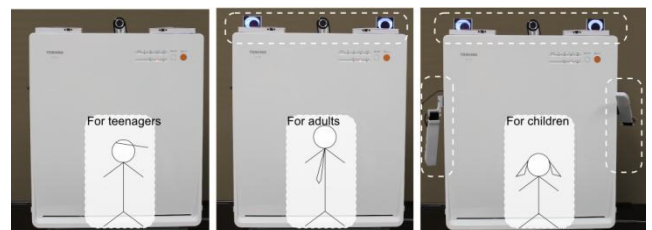


図 8 morphExplainer におけるユーザの身長に対応した変化 (左が青年、中央が大人、右が子供に対応している)

Figure 8 Automatic transformation in morphExplainer according to user height (Left device is for teenagers, all devices are deactivated. Middle device is for adults. eye devices are activated. Right device is for young children, all devices are activated)

我々は morphExplainer での様態切り替えとして、自動切り替えと手動切替の 2 種を最初に実装した。以前の研究で

我々は、10歳以下の子供に最も擬人的な特徴が好まれており、30歳以上の大人に次に好まれ、10代から20代にあまり好まれない、という結果を得ている[20]。この結果より10代の子供には擬人化の存在感を増し、10から20代に対応するときは存在感を減らし、30歳以上の大人にはその中間の存在感を提供することで、最適なインタラクションが可能になると考えられる。この仮説に基づき、身長に対応して存在感を変化させるエージェントを作成した。図8に動作の様子を示す。

3.2 transExplainer

transExplainerの実装を図9に示す。transExplainerはITACOで得られた知見を応用するために実装されたデバイスであり。あるエージェントで説明した機能を別のエージェントに付与することが可能となる。ITACOの場合は長期的な関係性の継続が主であるが、本研究では関連性のある機器の説明を一度に行う際、エージェントが移動したように見せかけるためにこの手法を使う。



図9 transExplainer

Figure 9 transExplainer

本コンセプトの検証のため、調理課題にしたがって冷蔵庫から取り出した商品の温め方を説明するタスクを実行した。

システムは正面のカメラによってユーザの顔を検知し、ユーザが向いた方向の物体に対してエージェント性を付与する。また、10秒以上注目が得られた場合に、説明を開始する。冷蔵庫に入った商品の説明を行い。ユーザが扉を開けて商品をカメラに見せた段階で、エージェントは電子レンジに移行する。そして、温め方の説明を行う。

3.3 parasiticBelt

parasiticBeltの実装を図10に示す。parasiticBeltはOgataらのPygmyで得られた存在感の移譲という知見を応用するために実装されたデバイスである。Ogataらの例と異なり、このエージェントは存在を表したり隠したりすることが非常に容易である。ユーザーはこのベルトを頭や腕に取り付け、エージェントを存在させたり消したりすることができる。エージェントはアバターとして振る舞い、他者の顔の

動きを投影することもできる。



図10 parasiticBelt

Figure 10 parasiticBelt

4. 考察

このようにしてエージェントが立ち現れる実装を実現した。morphExplainerは、本研究のコンセプト検証は実際のフィールドにて行ったため統制がとれた実験室実験ではないが、存在感が変化する可能性が示唆されている。どのようなエージェントトリガーが存在感に寄与し、どのようなトリガーがあまり寄与しないかは今後実験をやって確認する必要があるが、本コンセプトモデルによって、存在感の段階的な制御が可能になったことが示唆されている。

また、transExplainerの例では、ITACOと同じく、最低限の表現で移行を表現する事が可能となった。本研究の実装で可能となったエージェントの移譲は、ITACOの適用範囲を広げる知見になると考えられる。またparasiticBeltでは相手に取り憑いたかのような感覚を与えることができた。身体を共有することが可能であり、エージェントの問題を扱うことができる。また、このようにRekimotoらのParasiticHumanのように、取り付けたUserに対する教示の目的で使用することが可能である。

このようなコンセプトは将来的にHAIの適用フィールドを広げることに役立つと思われる。例えばミニマルデザインにおいて、余計な表現手法は排除するべきであると考えられている。この思考とHAIは相性が悪いが、HAIの持つエージェントトリガーを状況によって変化させることで、ユーザに対して最適なHAI手法を適用することが可能となるだろう。Morphing AgencyによってHAIとUIのフィールドは手法を共有し、お互いの方法論を部分的に適用し、方法論の適用範囲を広げることが可能になると考えられる。人間にとってもっとも受け入れられやすいデザインとは、我々の脳が望むデザインである。Morphing Agencyのように変化を伴うデバイスは、その原則に沿うように2つのフィールドをつなげる。Morphing Agencyは、Intentional Stanceに沿ったシステム改善を図る「システムのインタフェースは対話者として設計される」HAI手法と、Physical/Design

Stance に沿ったシステム改善を図る「システムのインタフェースはツールとして設計される」UI 手法の幸せな結婚をもたらすだろう。

5. 結論と将来課題

我々は、変化するエージェント **Morphing Agency** という、人とコンピュータのための新しいエージェントインタラクションのコンセプトを提案した。従来のロボットエージェントやバーチャルエージェントは、ユーザーとインタラクションするためのエージェントはコンシステントな立ち位置である。これに対し、本研究で提案する変化するエージェントでは、エージェントの様態が場面場面によって変わりうる。このように様式を変化させることで、様々な人間の状態に合わせたインタラクションが可能となる。我々は **morphExplainer**、**transExplainer**、**parasiticBelt** の3つのコンセプトを示し、**Morphing Agency** の可能性を検討した。将来的に、我々はどのようなトリガーがどれだけの影響を与えるか、**Morphing Agency** のためのデバイスを作成し、検討する予定である。

参考文献

- [1] J. S. Edited by Justine Cassell, *Embodied Conversational Agents*. MIT Press, 2000.
- [2] D. A. Norman, "How might people interact with agents," *Communications of the ACM*, vol. 37, no. 7, pp. 68–71, Jul. 1994.
- [3] N. Suzuki and Y. Yamamoto, *Pursuing entertainment aspects of SONY AIBO quadruped robots*. IEEE, 2011, pp. 1–5.
- [4] J. Dimas, I. Leite, A. Pereira, P. Cuba, R. Prada, and A. Paiva, "Pervasive Pleo: Long-term Attachment with Artificial Pets," in *Workshop on playful experiences in Mobile HCI*, 2010.
- [5] K. Matsukuma, H. Handa, and K. Yokoyama, "Subjective Evaluation of Seal Robot: Paro - Tabulation and Analysis of Questionnaire Results -," *Journal of Robotics and Mechatronics*, vol. 14, no. 1, pp. 13–19, 2002.
- [6] I. Werry, K. Dautenhahn, B. Ogden, and W. Harwin, "Can Social Interaction Skills Be Taught by a Social Agent? The Role of a Robotic Mediator in Autism Therapy," in *4th international conference on cognitive technology: instruments of mind*, 2001, pp. 57 – 74.
- [7] "Atami offers Love Plus characters as virtual girlfriends," *news.com.au*. [Online]. Available: <http://www.news.com.au/travel/news/atami-offers-love-plus-characters-as-virtual-girlfriends/story-e6frfq80-1225912322880>. [Accessed: 11-Jul-2012].
- [8] B. Reeves and C. Nass, *The Media Equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*. Stanford, 1996.
- [9] J.-Y. Sung, R. E. Grinter, H. I. Christensen, and L. Guo, "Housewives or technophiles?," in *Proceedings of the 3rd international conference on Human robot interaction - HRI '08*, 2008, p. 129.
- [10] H. Lieberman, "Autonomous Interface Agents," in *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1997, vol. 11, no. 1, pp. 67–74.
- [11] S. R. Fussell, S. Kiesler, L. D. Setlock, and V. Yew, "How people anthropomorphize robots," in *Proceedings of the 3rd international conference on Human robot interaction - HRI '08*, 2008, pp. 145–152.
- [12] N. Epley, A. Waytz, S. Akalis, and J. T. Cacioppo, "When we need a human: Motivational determinants of anthropomorphism," *Social Cognition*, vol. 26, no. 2, pp. 143–155, 2008.
- [13] C. F. DiSalvo, F. Gemperle, J. Forlizzi, and S. Kiesler, "All robots are not created equal," in *Proceedings of the conference on Designing interactive systems processes, practices, methods, and techniques - DIS '02*, 2002, pp. 321–326.
- [14] T. Nomura and T. Kanda, "Influences of Evaluative Contexts in Human-Robot Interaction and Relationships with Personal Traits," in *International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 2012, pp. 61–66.
- [15] M. Bateson, D. Nettle, and G. Roberts, "Cues of being watched enhance cooperation in a real-world setting," *Biology Letters*, vol. 2, no. 3, pp. 412–414, 2006.
- [16] P. Bourrat, N. Baumard, and R. Mckay, "Surveillance cues enhance moral condemnation," *Evolutionary Psychology*, vol. 9, no. 2, pp. 193–199, 2011.
- [17] H. Osawa, T. Voisin, and M. Imai, "Partially Disembodied Robot : Social Interactions with a Robot's Virtual Body," in *International Conference on Social Robotics*, 2012, pp. 438–447.
- [18] K. Ogawa and T. Ono, "ITACO: Effects to Interactions by Relationships between Humans and Artifacts," in *International Conference on Intelligent Virtual Agents*, 2008, vol. 5208, pp. 296–307.
- [19] M. Ogata, Y. Sugiura, H. Osawa, and M. Imai, "Pygmy : A Ring-shaped Robotic Device that Promotes the Presence of an Agent on Human Hand," in *Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction*, 2012, pp. 85–92.
- [20] H. Osawa, J. Mukai, and M. Imai, "'Display Robot' - Interaction between Humans and Anthropomorphized Objects," in *International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 2007, pp. 451–456.