

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2013～2016

課題番号：25700024

研究課題名(和文) ユーザの機能習得を手助けする自己紹介型インタフェース

研究課題名(英文) Self-introducing interface for helping user's learning

研究代表者

大澤 博隆 (OSAWA, Hirotaka)

筑波大学・システム情報系・助教

研究者番号：10589641

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ユーザの機能習得を手助けするため、機器自身をエージェント化して説明する自己紹介型インタフェースを作成した。自己紹介型インタフェースでは、学習者と習得対象の機器との間に第三者を介するのではなく、習得対象の機器自身が自分自身の機能を説明するように振る舞わせるため、擬人化のトリガーとなる表現を取り付ける。本研究では、どの位置にどの表現を取り付けるとユーザの理解が促進されるかを検討し、エージェント化のモデルを得た。また、その結果を子供や老人の参加者を用いて評価し、結果としてユーザの学習動機がどのようなプロセスで向上するか調べた。

研究成果の概要(英文)：We created a self-introduction interface that explains the agent itself as an agent in order to help users' learning for features on appliances. In the self-introduction interface, the device behaves as agent and explains its own function instead of passing through agent's third party's viewpoint between the learner and the device. The anthropomorphic triggers are attached on the appliances, and make an expression for helping learning of users. We investigated what expressions should be installed to promote understanding of users, and obtained a model of agentization. We also evaluated the results using participants from children and elderly people. The result revealed what kind of process is based on the user's motivation for learning through self-introduction interface.

研究分野：ヒューマンエージェントインタラクション

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

1. 研究開始当初の背景

近年の情報技術やセンシング技術の発達により、我々の社会に存在する家電機器はますます高性能・高機能になっている。しかしながら、これらの複雑化した機器の機能をすべてのユーザが享受できているわけではない。特に高齢者にとって、このような新しい機器の機能習得は難しく、ユーザの学習能力に対応した学習手法が即急に求められている。機能をユーザに分かりやすく提示する手法としては、ユニバーサルデザインなどの手法を用いて機能を簡潔にしたり、その都度マニュアルを提示したりするなどの解決策が主流である。しかし、機能を簡潔に提示することと、たくさんの機能を提供することを両立するのは難しい。また、ユニバーサルデザインのように万人にとって分かりやすいデザインは、若いユーザ、老いたユーザの両者にとって、妥協を強いるものである。また、学習動機にも注目する必要がある。特に介助者を介した形の機能説明は、ユーザに対し介助者の手助けを必要とする、という気遣いを持たせやすく、学習に対し負の効果が発生することがわかっており、このような遠慮のプロセスを学習から排除する必要があることが知られている。

本研究者は、日本学術振興会 DC 研究課題『センサネットワークを利用した擬人化インターフェースによる情報提示に関する研究』や PD 課題『使用者に応じた知能化空間実現のための再構成可能な擬人化インタフェースに関する研究』を通して、機器を擬人化し機能を対話的に説明する手法を提案してきた。現在までの研究で、擬人化表現を用いた手法が、子どもや老人に対し好まれることがわかってきている。また、米国マサチューセッツ工科大学の AgeLab に 6 ヶ月間滞在し、米国の老人を対象にした実験を行い、機器による自己説明型の手法が機能習得の動機を促進すること、機能説明を助けるという知見を得ている。さらに JST さきがけの研究課題である『擬人化を利用した人間の認知能力補助インタフェースの開発』において、使用者の年齢や性別などの認知的な条件に対応し、変化して現れる擬人化インタフェースを提案し、使用者に対応した情報提示が可能であることを確認した。現在までに作成してきた擬人化インタフェースについて右写真に示す。本研究ではこれらの知見・開発結果を踏まえて、ユーザの属性に対応した自己紹介型インタフェースの可能性を調べる。

2. 研究の目的

本研究では、自己紹介型の情報提示がどのような理解を達成するか、以下の 3 点を課題として、研究を進める

課題 1：被験者の属性に対応した表現要素の

検討

自己紹介型手法が、どのようなユーザに対しどの水準まで望まれるか、実験によって検討する必要がある。このためには、擬人化パーツの種類・動き・動きの間隔などにしたがってユーザに対する影響がどのように変わるか、様々な世代のユーザに対する実験を行い、各ユーザの認知モデルを得る必要がある。特に、子供に対する影響が十分に評価されていない。現在までの調査で、10 歳以下の子供と 10 歳以上 20 歳以下の子供では、擬人化表現に対する受け入れ方が異なり、10 歳以上の子供には擬人化表現があまり好まれないことがわかっている。しかし、これらの原因は十分に示されておらず、どのように自己紹介型手法を適用すればこの問題を回避できるかわかっていない。そのため、未成年の被験者を用いてこれらの属性を検討していく。

課題 2：自己紹介型手法による学習動機の継続の観察

自己紹介型の情報提示手法を介することで、ユーザがどのように機器自身の機能を習得していくか、短期的・長期的なモニタリングを行なって比較し、知見を得る。短期的な学習を行った際、擬人化表現によって対象の知識が記憶されやすいことが過去の研究よりわかってきている。しかし、長期的な影響に関してはわかっていない。このため、一週間、一ヶ月、数ヶ月などの長期にわたって、説明後の被験者の継続的な調査を行い、影響を調べる。

課題 3：自己紹介を感じさせるブレンデッドリアリティモデルの検討

機器自身が自己紹介をしているように感じさせるためのモデルを検討し、このモデルを実現するためのソフトウェアを実装する。擬人化されたパーツは、ユーザに対し、取り付け対象の身体領域を想起させることが可能である。また、身体領域を用いたジェスチャ表現が可能であり、特に複数の擬人化パーツが強調することで、人間と同じようにブレンデッドリアリティを用いた指示表現が初めて可能となる。本研究ではこのようなブレンデッドリアリティモデルを用いた自己紹介型表現を検討する。

3. 研究の方法

どのようなユーザに対しどのような擬人化要素が自己紹介型として受け取られるか、現有する擬人化パーツを使用し、擬人化表現の変化・擬人化パーツの動き、擬人化表現の間隔などを調整しつつデモンストレーションを兼ねた予備実験を行なって検討する。この予備実験によって、今後調査しなければならない年代がおよそどの年代であるか検討をつけ、実験対象を決定した。

また自己紹介型の表現手法を機器に適用する際には、取り付け対象の機器と取付部位が

一体化したような表現を行う必要がある。この点に留意したハードウェア・電子回路の改良・ソフトウェアの開発を行う。取付対象となる機器を阻害せず、最小限の変更で接続でき、機器と一体化しているように見えることが必要な要件となる。

また、25年度中に自己紹介型アプリケーションのプロトタイプを作成した(図1)。現状で存在する目パーツ、手パーツを利用し、ポインティングと動作指示を同時に行なう、使用者に対し機器のボタンの操作、回転などの指示を任意のタイミングで指示できるようなアプリケーションを作成する。この際、ユーザの動きをセンサデバイスを使ってモニタリングし、より最適な情報提示手法を検討した。

26年度には、前年度まで得られた予備実験の知見を元にして、年齢(高齢者、児童)ごとに分けて、自己紹介型情報提示を用いた被験者実験を行った。

これと並行し、被験者属性に対応した表現要素の知見、学習動機の継続の観察から得られた結果を元に個々のデバイスの設計・実装の見直しを行い、最適な自己紹介型インタフェースを達成するためのロボットデバイスの開発を行った。

27年度には、26年度までに得られた表現要素の検討結果と、動機に関する予備実験・本実験の結果を合わせ、被験者の属性に合わせたブレンデッドリアリティのモデルを検討した。ブレンデッドリアリティモデルの検討では、自己紹介型のインタラクションを行った際の、各被験者の行動を正確にモニタリングする必要がある。調査を行う際には、提案者が過去に開発したインタラクションモニタリングのためのソフトウェアを用いて被験者の行動を外部から記録し計測を行った。同時に、センシングデバイスや視線計測装置を利用して、インタラクションモニタリングソフトウェアでは計測の難しい、ユーザの指の動きや目の動きを測定する精密なモニタリングを並行して行い、自己紹介型情報提示の間に、ユーザと機器の間でどのようなインタラクションが発生するか計測する。これまでの開発フレームワークを使うことで、効率的な研究の遂行を行った。

28年度には、動機に関する実験結果をまとめ、ブレンデッドリアリティモデルを完成させ、このモデルを用いた自己紹介型情報提示アプリケーションを実現した。



図1: 従来の擬人化手法における擬人化パーツ(上)と本研究における擬人化指示パーツ(下)の違い

4. 研究成果

(1) デバイスの開発と擬人化モデルの評価
人間がある箇所に対して指示を行う場合には、腕や目を使ったジェスチャで伝える場合が多い。ユーザに指示を正確に伝えるためには、人間が指や腕などを使った指示をどの場所に感じるのかを知る必要がある。今井らは目と手を使って指示を行った場合、指示場所を判断する人物は目の情報は使っておらず、手の指部分のみの位置と向きから指示先を判断していると述べている。また、人間が外部のものを指示する際にはジェスチャを使う。

可動パーツは、ユーザにエージェントが実世界とつながっている印象を与えるためのトリガーである。従って、通常のロボットに比べ最小限の動作を行うように設計されている。目、手いずれのデバイスも、軽量であり普通のロボットエージェントと比べ、実装コストのかからない設計となっている。

設計した目を図2に示す。外装は3Dプリンタで造形しており素材はポリカーボネート樹脂である。このデバイスは、薄型に設計されているため機器の背面に省スペースで設置することが出来る。OLEDの周りを楕円形の枠で覆うことによって四角いOLEDの四隅が隠れ、生物性のある目の形状に近づけた。また、指示を行うための液晶として有機OLED液晶(表示部33.6mm x 27mm, 表示ピクセル160 x 128)を用いて、広範囲の角度からの視認性と、3m以上離れた位置からの視線が検知できるように設計を行った。

設計した腕を図3に示す。外装は目と同様に3Dプリンタで造形しており、素材はポリカーボネート樹脂である。小さなモータでも動か

せるように軽量化されている。腕はリンク構造を用いており、曲げた時と伸ばした時に長さを変えることができる。これにより、パネルの背面に腕を収納し、可動時に腕を出現させることが可能となる。最後に腕の先端に装着する指示物体を作成し、生物性と鋭さの評価を行えるようにした。A, B は人間の手の形を模したもの、C, D は抽象化された手の形にした。また、A, C は先端の尖った形状をしており、B, D は先端が丸みをおびている形状に分類できるようにした。



図2: 可動目パーツ (左) と腕パーツ (右)

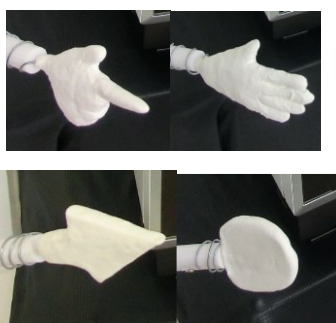


図3: アームの先端に取り付けるパーツ

4.1. デバイスの開発と擬人化モデルの評価
人間がある箇所に対して指示を行う場合には、腕や目を使ったジェスチャで伝える場合が多い。ユーザに指示を正確に伝えるためには、人間が指や腕などを使った指示をどの場所を感じるのかを知る必要がある。今井らは目と手を使って指示を行った場合、指示場所を判断する人物は目の情報は使っておらず、手の指部分のみの位置と向きから指示先を判断していると述べている。また、人間が外部のものを指示する際にはジェスチャを使う。

可動パーツは、ユーザにエージェントが実世界とつながっている印象を与えるためのトリガーである。従って、通常のロボットに比べ最小限の動作を行うように設計されている。目、手いずれのデバイスも、軽量であり普通のロボットエージェントと比べ、実装コストのかからない設計となっている。

設計した目を図2に示す。外装は3Dプリンタで造形しており素材はポリカーボネート樹脂である。このデバイスは、薄型に設計されているため機器の背面に省スペースで設置することが出来る。OLEDの周りを楕円形の枠で覆うことによって四角いOLEDの四隅が隠れ、生物性のある目の形状に近づけた。また、指示を行うための液晶として有機OLED液晶(表示部 33.6mm x 27mm, 表示ピクセル 160 x 128)を用いて、広範囲の角度からの視

認性と、3m以上離れた位置からの視線が検知できるように設計を行った。

設計した腕を図3に示す。外装は目と同様に3Dプリンタで造形しており、素材はポリカーボネート樹脂である。小さなモータでも動かせるように軽量化されている。腕はリンク構造を用いており、曲げた時と伸ばした時に長さを変えることができる。これにより、パネルの背面に腕を収納し、可動時に腕を出現させることが可能となる。最後に腕の先端に装着する指示物体を作成し、生物性と鋭さの評価を行えるようにした。A, B は人間の手の形を模したもの、C, D は抽象化された手の形にした。また、A, C は先端の尖った形状をしており、B, D は先端が丸みをおびている形状に分類できるようにした。

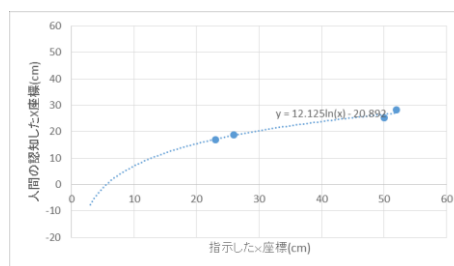


図5: 対数近似によるアームの指示場所(X軸)と人間の平均認知場所(Y軸)のグラフ

本研究で提案するエージェントの実世界拡張により、説明がわかりやすくなること、身体を持ったエージェントによって得られるような親近性、操作への意欲の向上といった効果がより強まった。実世界拡張条件で、説明後の被験者の操作時間の減少や発話行動、身体行動の増加など、被験者の振る舞いが増加した(図6)。

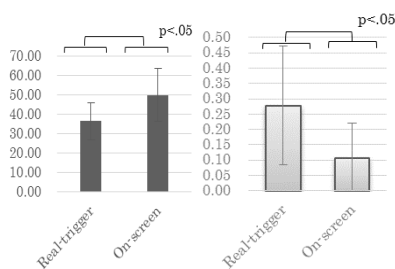


図6: ユーザの振る舞い変化 (左: トナー交換にかかった時間 右: トナー交換中の発話割合)

(2) 高齢者の評価

作成したデバイスを用いて、若年者、高齢者の比較を行った。その結果として、若年者の場合、使いやすさのモデルと擬人化のモデルが分離されているのに対し、高齢者の場合は擬人化に対する評価と使いやすさに対する評価が分離されていないことが分かった(表1, 図7)。これは高齢者の場合、良くも悪くも擬人化によって機材の評価が左右されるということを示唆している。

reliable sense ($\alpha=.854$)		
I'm not nervous. (- I'm nervous.)	.899	-.204
I'm relieved(- I'm troubled.)	.898	.025
I don't have antipathy. (- I have antipathy.)	.690	.151
I don't think that is weird. (- I think that isn't weird.)	.527	.180
attraction ($\alpha=.829$)		
I want to use (- I don't want to use.)	-.065	.903
I like (-I dislike)	-.008	.752
I feel enjoy. (- I don't feel enjoy.)	-.020	.702
I feel easy to use. (-I don't feel to use.inn)	.362	.460
Correlation between factors		.621

表1：信頼と魅力の測定値

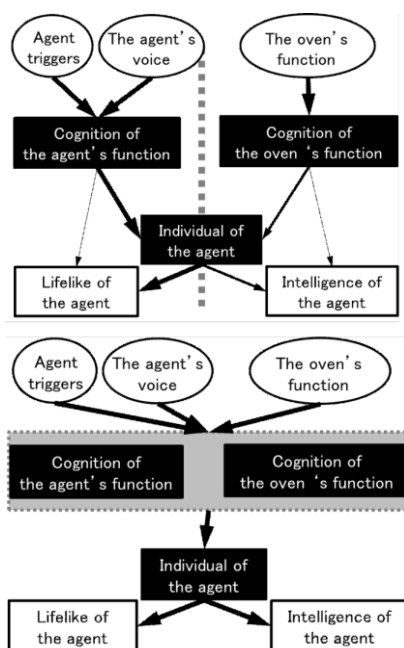


図7：若年者（上）と高齢者（下）のインタラクションモデルの違い

(3) 児童の評価

作成したシステムをもとに、エージェントの実世界拡張の応用例として、デジタルプレイセラピーのため、既存の教育用の機材のエージェント化を試みた。本教材がデジタルプレイセラピーを実行するための必要要件を満たしているかでその機能の評価を行った。なお、必要要件については実際に育成プログラムを作成し現場でセラピーを行っている専門家との議論により、言語・コミュニケーション発達スケール（Language Communication Developmental Scale：以下、LCスケール）に則って定めた。

実験結果として、訓練の継続時間で全体のリアクション発生回数を平均化した数値を採用している。評価項目は具体物に反応した回数、抽象概念に反応した回数、ミスコミュニケーションが発生した回数の3つで、女兒のリアクションを、その元になった訓練監督者の発言や行動が具体物についてのものなのか、抽象概念についてのものなのかの2つに分類し、また、この2つに当てはまらない、訓練監督者の発言や行動を無視したリアクションについてはミスコミュニケーション

に分類した。

本研究並びに教材の今後の課題を次にまとめた。

1) 補助機能の提供

我々は評価実験に先立ち、定型発達の成人数名に対して、専門知識をもったセラピストの同席なしで教材の試用実験を行った。結果、教材とCGの連携だけによって表出された言語は感嘆を表わすものばかりで、意味のある言葉を返してもらうことはできなかった。これについては、コミュニケーションに障害を持つ子どもが使用するとしても同様の結果が想定される。

しかし、本研究の目的の一つである“専門家でない訓練監督者でもデジタルプレイセラピーを行える”を実現するためにはこれは致命的であり、克服のためには、専門知識を持たずとも具体的な言葉を返してもらえるような効果的な誘導を行えるように工夫する必要がある。そのためには、“子ども一人一人の発達の度合いに合わせた教材の使用法の処方箋を専門家に作成してもらい、それに沿った訓練を行う”などといったことが必要になるだろう。

また今後の課題として、LCスケールや専門家の知見をもとに訓練のフローチャートを作成し、それを用いた支援アプリの作成も検討している。支援アプリでは専門家に作成してもらった処方箋に従い育成プログラムを実施する際に、訓練監督者を誘導し負担を軽くする等の支援を行う事を想定している。

2) キャラクターによる共感の育成

教材の評価実験用プログラムを作成するための議論の中で、コミュニケーション領域の能力を育成する方向に対してより子どもの積極的な働きかけを促すためには、キャラクターを設定し、それを通して子どもに語りかけたり、逆に子どもがキャラクターに語りかけることが重要ではないかという提案があった。例えば、プログラム中に訓練監督者が自身の分身のキャラクターに寒がっているアクションを取らせ、それに対し「寒い？」といった言葉を語りかけることで、子どもがキャラクターの気持ちを理解して言葉を発するというコミュニケーション領域の能力の訓練になるのではないかということである。評価実験において実際に人形を利用して育成プログラムを実施したところ、セラピストが演じる人形と実験協力者の分身である人形との会話という形で状況に合わせたコミュニケーションをとっていくことに成功した。それだけでなく、実験協力者の女兒はプログラムの内容から、自分の分身である人形が“さむがっている”を感じ取り、暖房設備付近に人形を設置し温める、という、キャラクターへの共感や感情の理解と思しき行動をとった。このことから、おまごとの形を模したコミュニケーション能力育成プログラムを円滑に実施するにあつ

てキャラクターは重要なアイテムの1つであり、デジタルプレイセラピーにおいて子どもの共感を促す可能性があるということがわかった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

1. 大澤博隆, 栢野航, 遠藤航, 三浦友博, 丹波正登, 守谷友里, 結城明 & 長野正, 機能説明エージェントの実世界拡張トリガによる機能説明改善. 情報処理学会論文誌, vol. 57, no. 4, pp.1128-1136. 2016. 査読有
2. 大澤博隆, 相互取引における報酬遅延がもたらすエージェントの内部状態の複雑化. 人工知能学会論文誌, vol. 11, no. 1, p.AG-H_1-8. 2016. 査読有

[学会発表] (計 10 件)

●査読有国際 8 件

1. Kudo, Y., Kayano, W., Sato, T. & Osawa, H., User Generated Agent: Designable Book Recommendation Robot Programmed by Children. In Proceedings of the Fourth International Conference on Human Agent Interaction - HAI ' 16. pp. 67-70. October 2016. Singapore, Singapore.
2. Goto, T. & Osawa, H., Evaluation of a Substitution Device for Emotional Labor by using Task-Processing Time and Cognitive Load. In International Conference on Human-Agent Interaction, pp. 359-362. 2016. Singapore, Singapore.
3. Osawa, H., Solving Hanabi : Estimating Hands by Opponent's Actions in Cooperative Game with Incomplete Information. In AAAI workshop: Computer Poker and Imperfect Information. pp. 37-43. 2015. Austin, USA.
4. Osawa, H., Kayano, W., Miura, T. & Endo, W., Transitional Explainer: Instruct Functions in the Real World and Onscreen in Multi-Function Printer. In International Conference on Human-Agent Interaction. ACM, pp. 11-18. October 2015. Daegu, Korea.
5. Watanabe, Y., Okada, Y., Osawa, H. & Sugaya, M., Digital Play Therapy for Children With Developmental Disorders. In 17th International Conference on Human-Computer Interaction. pp. 698-708. 2015. Los Angeles, USA.
6. Hasegawa, R., Harada, E. T., Kayano, W. & Osawa, H., Animacy Perception of

agents: Their effects on users behavior and their variability between age groups. In IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. pp. 106-111. 2015. Kobe, Japan.

7. Watanabe, Y., Okada, Y., Osawa, H. & Sugaya, M., Digital play therapy for children with learning disabilities. In Proceedings of the second international conference on Human-agent interaction - HAI ' 14. New York, New York, USA: ACM Press, pp. 185-188. October 2014. Tsukuba, Japan.
8. Osawa, H. & Kayano, W., Attachable robotic arm for anthropomorphized explanation by pointing. In Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA), 2014 Asia-Pacific. IEEE, pp. 1269-1272. December 2014. Siem Reap, Cambodia.

●査読無国内 2 件

1. 後藤豪臣 & 大澤博隆, 感情労働代替デバイスが与えるタスク処理時間と心理的負荷への影響. In 人工知能学会全国大会. p. 2N5-OS-29b-4in1. 2016. 北九州国際会議場 (福岡県北九州市)
2. 栢野航, 大澤博隆, 長谷川莉子 & 原田悦子, 擬人化した機器機能説明のためのロボット腕先端形状の検討(オープンソースによるイノベーション, 及び一般). 電子情報通信学会技術研究報告. CNR, クラウドネットワークロボット, vol. 114, no. 227, pp.11-14. September 2014. 登別温泉第一滝本本館 (北海道登別市)

[図書] (計 1 件)

1. 大澤博隆 他, AI は人を救済できるか. In AI と人類は共存できるか? 人工知能 SF アンソロジー. 早川書房, p. 430. 2016.

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://hai.iit.tsukuba.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大澤 博隆 (OSAWA, Hirotaka)
筑波大学・システム情報系・助教
研究者番号: 10589641