

擬人化表現を介した米国の高齢者に対する 情報提示手法の開発

大澤博隆[†] Joseph F. Coughlin^{††} 今井倫太^{†††}
山田誠二[†]

近年の科学技術の発達により、我々の身の回りの機器はより多くの機能を獲得している。しかしながらこれらの機能は、全ての年代に使われているわけではない。特に使用者が老人の場合には、学習時間を要する、他者の助けを借りづらくなる、という問題が存在するため、学習のための動機がより必要となる。本研究ではこのような老人の機能習得に関する問題を解決するため、家電機器を擬人化し、自身の機能を説明する手法を用いて、老人の学習動機の向上を図る。家電機器を擬人化した手法は、人間自身の属性に依存するため、年齢や文化の影響を受けづらいつと考えられる。これらの擬人化手法の特徴を評価するため、本研究では米国の老人を対象にした実験を行った。実験結果より、擬人化手法が既存のマニュアルを用いた学習手法に比べ、ユーザの学習動機を維持出来るのではないかと、という結果が示唆された。

Anthropomorphized Presentation for Older People in United States

Hiroataka Osawa[†], Joseph G. Coughlin[†],
Michita Imai, and Seiji Yamada^{††}

Today's household appliances are quickly increasing their features and functions. These new technologies require innovative training methods to maintain learning motivation especially with older users, because they may need more time to learn. We propose an anthropomorphized learning method that sustains older people's motivations to learn new technologies. Our method creates an anthropomorphized household appliance using robot eyes and arms. This method assists the learning process using culturally independent human expressions to maintain learning motivation. We designed and implemented both hardware and software and evaluated the method by training older people to learn a vacuum's features. The result suggests that our system could maintain older users' motivation more effectively compared with traditional manual methods.

1. はじめに

近年の情報技術、センサ技術の発達により、我々の社会に存在する家電機器はますます高性能になっている。しかしながら、これらの決め細やかな機器の機能をユーザが新たに習得するのは難しい。そのため、全てのユーザが発展した機能を使っ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、達成するための学習手法が求められている[2]。

これらの機能をユーザに分かりやすく提示する手法として、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、マニュアルを提示したりするなどの方法がこれまで試みられている[1]。

しかしながら、これらの手法は、特に老人の機能取得にとって本質的な解決策となっていない。なぜなら、これらの手法は、ユーザの学習動機を保つ、という目的を達成していないからである。機能を簡潔に実装すると、新しく登場した様々な機能を使うことが出来ない。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。

本研究者は、複雑化した機能を、ユーザに対して習得させる手段として、人間と同じような目や手のデバイスを取り付け、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。本研究ではこの手法を用いて、老人の機能習得のための動機を向上させることを試みる。本研究者は老人のための機能習得手法の評価として、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、擬人化手法がどのように受け入れられるか調査を行った。

本研究者は、複雑化した機能を、ユーザに対して習得させる手段として、人間と同じような目や手のデバイスを取り付け、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。本研究ではこの手法を用いて、老人の機能習得のための動機を向上させることを試みる。本研究者は老人のための機能習得手法の評価として、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、擬人化手法がどのように受け入れられるか調査を行った。

2. 老人の機能習得

マニュアルを用いた従来の手法は、老人が機能を覚える際に2つの欠点がある。まず、老人の機能習得は、同じ機能を覚えるのに多くの時間を要する。従って、老

[†] 国立情報学研究所
National Institute of Informatics of Japan
^{††} マサチューセッツ工科大学
Massachusetts Institute of Technology
^{†††} 慶応義塾大学
Keio University

人の機能習得を補佐するためには、長期間の学習時間を飽きさせないための学習手法が必要となる。次に、老人の学習において、明示的に他者に学習をサポートされている、という気分を与えることは障害になり得る[5-6] [20]。

本章では、従来のマニュアルを用いた手法における2つの欠点について、それぞれ老人学の研究結果を挙げて検討する。そして、この2つの欠点が擬人化手法によってどのように解決されるか、検討する。

2.1 記憶に要する時間の差

老人は若者に比べ、記憶する量そのものは変化しないと言われる。実際に物事を一つ一つ覚える際には、老人は若い人と同じだけの成績を出すことが可能である[5]。ただし、老人は2つ、3つの事象を並行に記憶することにあまり長けていない、という調査結果もある[6]。これらの研究より、少なくとも、十分に時間をかけて、情報を順々に、インタラクティブに提示すれば、老人にとって新しい機能を習得するのはそれほど難しくないことが示唆される。また、記憶を引き出す場合、意味記憶に属するような事象に関しては、若者でも老人でも、十分に思い出せることが示唆されている[20]。しかしながら、意味記憶を取り出す際にかかる時間は、老人の方がより多いことも示されている。

これらの研究結果より、老人があたらしく機能を習得する際には、より多くの時間が必要とされることが読み取れる。より多くの機能習得時間を要するという事は、学習中の時間をより魅力的にしなければならない、ということでもある。この観点から考えると、従来型のマニュアル手法は、学習中の老人に動機を与える、という意味であり上手く設計されていないことがわかる。マニュアルには様々な情報が並列して記述されており、老人のユーザにとって必要な情報をすぐに取り出すことが難しい(図 1A)。このため、対話的な手法がより望ましいのではないかと考えられる。

2.2 無力感を与えないこと

老人の機能習得には、若い人の場合に比べより多くの時間が必要となり、この習得時間を耐えるための動機が必要となることを前項で示した。それでは、老人の学習動機はどのような場合に失われると考えられるか。Locus-of-control(統制の所在)に関する心理学の一連の研究は、人間が年をとるにつれ、内的な制御の感覚(自分が自分の支配を行っているという感覚)に比べ、外的な制御の感覚(自分以外の事物が自分の行動を支配している)が強まることを示している[3][4]。これらの結果より、老人は学習中の他者からの干渉に対して、より敏感になることが示唆される。Rogersは、老人が無力感の悪循環に陥ってしまうことを指摘している[2]。たとえば、老人は、自分が年を取るにつれ、自分が無力となり、他の人の助けをより必要とすると感じる。そのため、あまり知力を要するような作業を避ける傾向がある。この結果、老人は自身の能力を失ってしまい、その結果としてより無力感を感じるよう

A: Conventional manual B: Communication robot or agent

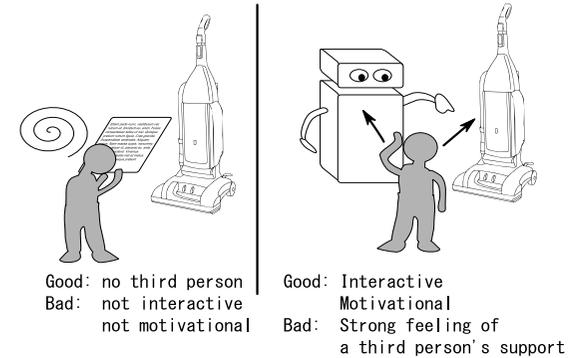
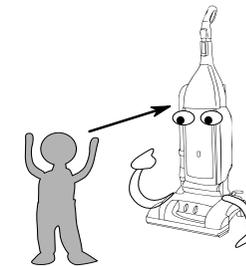


図 1 マニュアルを用いた情報提示(左)と、
 情報提示補佐のためのエージェントを用いた情報提示(右)
 Anthropomorphized learning method



Good: Interactive
 Motivational
 No third person

図 2 擬人化手法を用いた情報提示

になる。

このように、他者の助けを避けるような傾向は、通常のバーチャルエージェントやコミュニケーションロボットを用いた学習補助が、なぜ上手くないかを示している(図 1B)。いくつかの研究は、老人のための介助者としてのロボットの使用を行っている[14-16]。これらのロボットが直接人間とインタラクションを行う場合、これらのロボットの社会的存在感がインタラクション自体の動機を加速させること

ができる。しかしながら、いざこれらのロボットが他の物体の説明を行おうとすると、これらのロボットは、ユーザの機能習得を手助けする第三者となる。このような外的な情報提供者は、学習をしばしば邪魔する。特に、老人の機能習得にとっては、重要な障害になりえる。我々の以前の研究より、ヒューマノイドロボットを用いた説明手法は、機能習得からユーザの興味をそらしてしまうことが示唆されている[7]。

ここには難しいジレンマが存在する。もし、エンジニアがロボットをより魅力的に作れば、そのロボットの魅力そのものが機能習得からの興味を削いでしまう、という問題である。このジレンマは、店頭や公共空間での機能説明など、予めロボットとの関係を作れない場合にもっとも大きくなる。神田らはショッピングモールでロボットを使った案内実験によって、事前にロボットとの十分な関係が作れない状況では、情報提示が上手く行われぬ例を示している[17]。

2.3 解決策

我々は擬人化手法を用いることで、上記の2つの問題点を解決出来ると考えている。擬人化手法では、従来のような単独のロボットやバーチャルエージェントを機能説明に使用するのではなく、人間のような目や手などのデバイスを機器自体に取り付け、機器自体が自分自身の機能説明を行う。図2にこの手法を用いた情報提示手法を示す。擬人化手法はコミュニケーションロボットやバーチャルエージェントを用いた情報提示と同じように、インタラクティブな情報提示を提供するが、既存手法と異なり、物体とユーザの間に、説明を行う第三者となる存在が介在しない。また、対象自体が自分自身の機能について説明するため、ユーザとの関係性を新しく作る必要がない。これにより、老人に対し、自分の機能習得が誰か第三者によって補佐されている、という感覚を減らすことができる。これにより、老人が学習中に学習動機を減らしてしまう、というリスクを減らすことができる。

3. 使用した擬人化表現手法

擬人化手法では、ロボットの目や手を使ったジェスチャ・表情表現を通してユーザに対し対象の機能を説明する。本研究では3種類のジェスチャを用いた。これらのジェスチャは、一般的なマニュアルの表現に比べ、より理解を深める手がかりとなると考えられる。

3.1 ポインティング

ポインティングジェスチャは、人間間のコミュニケーションで普遍的な方法の一つである[8]。また、ヒューマンロボットインタラクションでも良く使用される方法である[19]。これらのジェスチャは機器の各機能の場所を特定するのに有用である。

今回我々は、一般的な場所ポインティング手法に加え、領域を指定するポインティ

ング手法を使用した。もしロボットが機器上のある一点を指し示したい場合、図3Aのように、目と手が特定の一点を指して静止すればよい。これに対し、もしある特定の領域を指し示したい場合、本研究では、目は重心にあたる点を注視し、手はその領域方向に向けて振る動作を行う。図3Bは電源コードの場所を指し示した例である。このように領域全体を指定することで、より正確な位置をユーザに伝えることが可能となる。

3.2 アクションの示唆

ジェスチャは対象の場所を指し示すだけでなく、対象に対する操作法を指定することも可能となる。ポインティング動作を行った後、ユーザは対象となる位置を中止することが予想される。ポインティング動作ののち、目が対象を引き続き指し示しながら、ロボットアームが対象に対するアクションをジェスチャで示すことにより、ユーザにその動作を真似させることを示唆出来る。図4にいくつかのアクション示唆のやり方を示す。ユーザが対象となる電源スイッチの位置を中止した後、ロボットアームは垂直運動を行う。この垂直動作は電源スイッチのスライドを模倣している。これにより、ユーザに対しどのように電源スイッチを入れるか示唆することが可能となる。

3.3 感情表現

機器に対し擬人化表現のためのデバイスを取り付けると、機器が自分自身の感情を持つかのような表現が可能となる。このような感情表現は、ユーザに対し、機器が持

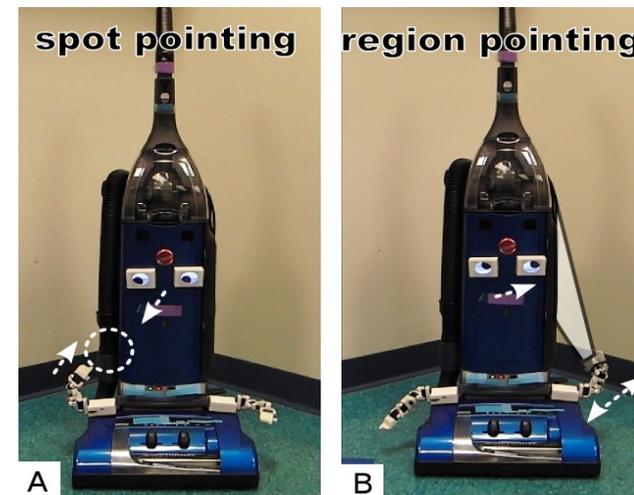


図3 ポインティング・ジェスチャ

複数の状態遷移をより直感的なメタファで理解させる。また、これらの表情は、ユーザが学習を継続させるための動機を与えることも可能である。

例えば、もし機器が幸せな感情を表している時には、ユーザは機能習得自体がうまく行っている、という情報を受け取ることが可能である(図5)。このようなフィードバックは、ユーザに対する学習動機をも継続させることが可能である。

また、もし機器が悲しみの表情を提示した場合、機器が現在望ましくない状態にあることを示す。このような情報提示は、機器に対する同情を示唆することも可能となる。これらの感情表現は抽象化されており、非常に単純である。しかしながら、感情表現に対するいくつかの研究より、抽象化された表現であっても、ユーザに感情を想起させるに足る、という研究結果があり、本研究における感情表出として、充分であると考えられる[12][13]。また、このような情動表出は、感じの良さやインタラクションへの動機の向上をもたらす、という研究結果も示唆されている[11][21]。

4. 設計と実装

4.1 ハードウェア

物体に対するマニピュレーションを行う通常のロボットと異なり、我々の作った擬人化デバイスは、他のデバイスを実際に操作する必要が無い。これらのデバイスは表現のためだけにつけられており、簡単に取り付け、取り外しができる必要がある。また、取り付けられた物体自体の操作を阻害してはならない。これらの要求を満たすため、ロボットデバイスはより単純で、軽量のデバイスとして作成する必要がある。我々はこのため、人間の部品を模した、マジックテープで取り付け可能な小さなロボットデバイスを開発した。これらのデバイスはマジックテープで貼り付き、取り付け対象を阻害せず、ユーザが正確に理解出来るほどのジェスチャ動作、ポインティング動作を行う(図6)。

目のデバイスは OLED パネルによって作られており、虹彩やまぶたを液晶上に表示することができる。これらのデバイスは、取り付けられた場所を検知し、取り付けられた機器がまるで目を持っているかのように表示を行うことができる。

手のデバイスは4つのサーボモータから成り立っている。全てのサーボモータは i-Sobot のモータを流用している[10]。手デバイスはこれらのモータを使い、逆運動学のアルゴリズムを利用することで、特定の座標を指し示すことが可能となる。これらのデバイスは布に囲まれており、機械的な印象を与えないように作られている。

目・手、両方のデバイスは内部にリチウムイオンバッテリーを持っており、給電無しに5時間以上の動作が可能である。全てのデバイスは Bluetooth を通じて PC よりコントロールされている。

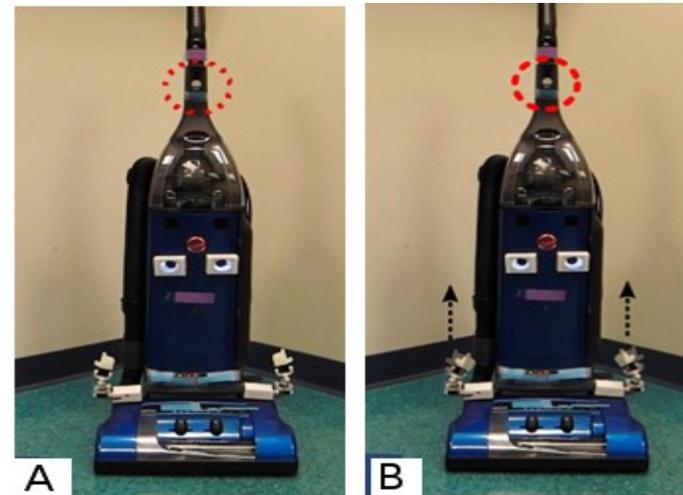


図4 電源を入れる動作

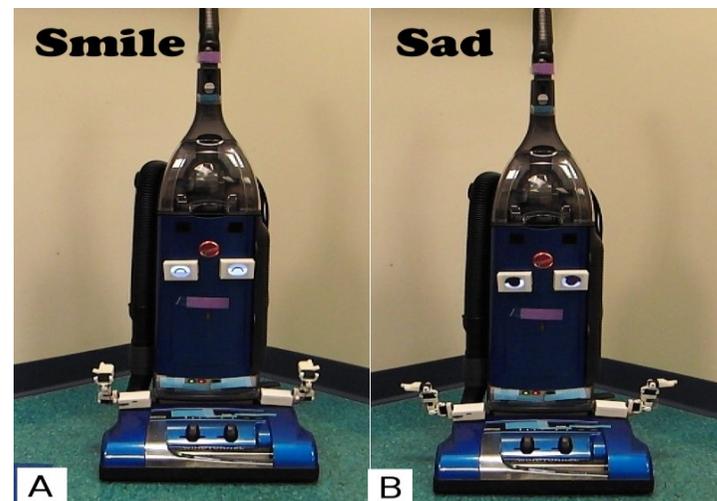


図5 感情表現

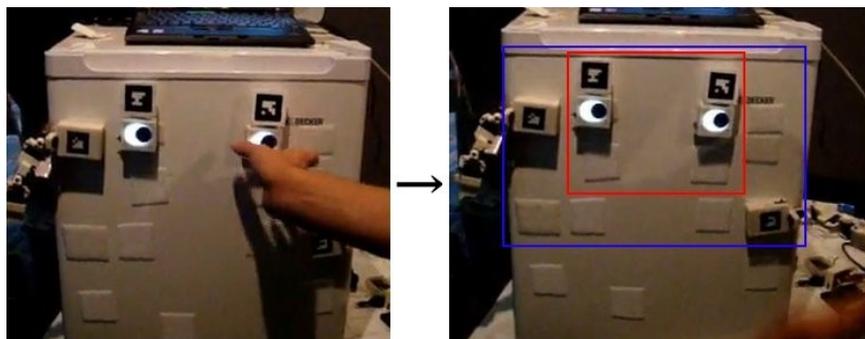


図7 ARToolKitによる身体イメージ作成例

4.2 ソフトウェア

我々の作ったデバイスは、機器のどの場所に取り付けられるかが事前に決まっていない。従って、ロボットの身体の場所を初めに決定するための Body Image Creator モジュールを組み込んだ。我々はまず初めに、ARToolKit のタグを用いて身体イメージの場所を決定する[18]。図7に決定された身体イメージ例を示す。

次に、既存の機器のマニュアルをシステムに入力し、これを対話形式のトレーニングシナリオへ変換する必要がある。既存のマニュアルは音声合成によってそのテキス

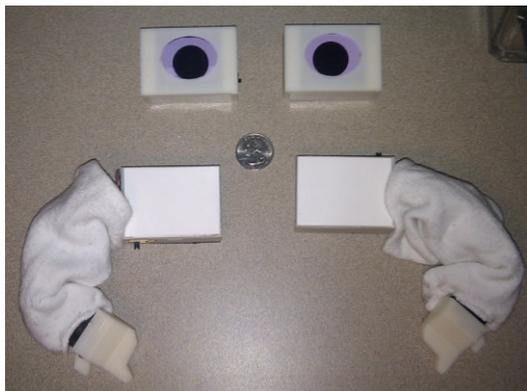


図6 目パーツ(59mm x 41mm x 21mm, 30g)、手パーツ(185mm x 41mm x 30mm, 125g)
 (中央にあるのが2.5セント硬貨)

トを発話形式に変換する。また、マニュアル上の強調点に対して感情表現を付け加える。

これらの作業手順を経て、擬人化ロボットは対象をコミュニケーションロボットと化すことができる。

5. 評価手法

本手法が老人の学習動機に対してどのような影響を調べるため、我々は掃除機の機能を老人に対して伝えるタスクを、従来型のマニュアル手法及び擬人化された家電からの説明手法。そして、タスクの実行前と実行後で、被験者の感情値がどのように変化するか調べた。

5.1 従来型マニュアルと対話タスクの作成

対象となる家電として、Hoover 社の多機能掃除機 Windtunnel を使用した[9]。この掃除機は5個のスイッチ、3つのライト、2つの扉、6つの付け替えブラシがある。この掃除機はユーザにとって手助けなしには全ての機能を理解できないほど複雑な機器に当たると考えた。

実験用の従来型マニュアルを作成するため、まずオリジナルのマニュアルを7つの

表1
 説明された機能

セクション番号	セクション名	機能
1 (1)	Power	Power on switch and cord
2 (2)	Positioning	Upright / Tilted
3-1 (3)	Adjustment	Floor surface
3-2 (4)	Adjustment	Carpet height
4-1 (5)	Cleaning Status	Dirt Finder
4-2 (6)	Cleaning Status	Dirt Finder sensitivity
5 (7)	Self-propel	Self propel switch
6-1 (8)	Additional tools	Locations of additional tools
6-2 (9)	Additional tools	Caution to make additional tools
7-1 (10)	Maintenance	Center lamp and a filter bag
7-2 (11)	Maintenance	Roller protect filter
7-3 (12)	Maintenance	Air cleaning filter

表 2
測定した感情表現の形容詞

ポジティブ	ネガティブ
I feel calm	I am tense
I feel secure	I feel strained
I feel at ease	I feel upset
I feel satisfied	I am presently worrying over possible misfortunes
I feel comfortable	I feel frightened
I feel self-confident	I feel nervous
I am relaxed	I am jittery
I feel content	I feel indecisive
I feel steady	I am worried
I feel pleasant	I feel confused

章に分け、説明項目を表1の12個に絞った。実験群では、この絞り込んだマニュアルテキストからロボットのコミュニケーションシナリオを作成した。コミュニケーションシナリオの音声については、初めに音声合成で行ったものの、被験者の聞き取りやすさを重視し、人間による吹き込みを行った。また、説明する場所を表す文章や図に関しては、文章に加え、3章で説明した3種類のジェスチャをコミュニケーションシナリオに付け加え、説明を行った。一方で対象群の場合には、マニュアル上の図を簡易化し、圧縮された文章とあわせて簡易マニュアルを作成した。どちらの状況でも、ユーザが受け取ることの出来る文章や位置情報は同じになると考えられる。例えば、電源ボタンの場所は、実験群の場合は電源ボタンを示す発話と、電源ボタンの場所を示す目・手の動作及び、電源ボタンの動かし方を示す手のジェスチャによって表される。一方、対照群の場合には、電源ボタンを示す文章と、電源ボタンの場所を表す図によって示される。また、実験群におけるコミュニケーションシナリオの場合は、感情表現を用いた協調も行う。例えば、「掃除機は操作するのが難しい」という文章があった場合、擬人化手法では悲しい表情を付け加えることで、ユーザの同情を図る。

5.2 被験者

30人のアメリカ人の被験者を実験に使用した。年齢は60歳から80歳までであった。被験者は全員家電製品を操作することが出来、神経学上、認知上の障害を持っていなかった。我々は被験者を実験群、対照群の15人ずつに分けた。実験群では6人の男性と9人の女性が参加した。対照群には6人の男性と9人の女性が参加した。

5.3 実験環境

部屋の一部を1.6m四方の空間に区切り、実験を行った。被験者は回転椅子に座り、

移動したい場合には座ったまま、もしくは立ち上がって、自由に部屋の中を移動することが出来た。

5.4 被験者への指示

被験者は実験に対する同意書を書いた後、実験助手に従って実験室に入る。被験者が椅子に座った後、実験助手は以下の指示を行った。

『トレーニング中に動きなければ、自由に動いて構いません。このトレーニング手法は家電製品の使いかたをより簡単に学ぶためのものです。このシステムは全ての人のために設計されたということを念頭において実験に参加してください。トレーニング後に質問を行います。まず、あなたが新しい掃除機を買い物に来たことを想定してください。』

以上の指示の後、実験群の被験者は7つのセクション及び2つの制御コマンド("next", "repeat")の、9つのコマンドを使って擬人化された掃除機とのインタラクションを行い、掃除機の機能を習得する。表2に7つのセクションを示す。被験者はこれらのセクションの各部分を、next, repeatなどの単語を使って会話形式で機能を学ぶ。セクションはどこから初めても良い。質問に対する回答は、Wizard of Oz methodと呼ばれる手法、隠れた実験者が認識し返答する手法で行う。各セクションの説明が終了した後は、システムは3秒間次の被験者の発話を待つ。被験者の発話がない場合は、next、もしくはrepeatを要求する発話を行う。全ての発話とジェスチャは決められたスクリプト通りに行われる。トレーニングの時間は30分で、それ以上続いたトレーニングは打ち切られる。

一方、対照群の被験者は簡易マニュアルを受け取り、マニュアルに従って機能を習得する。マニュアルの文章は実験群の音声と同じであり、実験群がジェスチャを使って場所を指定するところでは、対照群は簡易な図を使って対象場所を示す。これらの図は掃除機のマニュアルを簡素化したものである[9]。どちらの実験条件でも、被験者は好きなときにトレーニングを終了することが可能である。

実験が終了した後、被験者はクリーニング動作とダストバッグの入れ替え動作の両方を実際に行うことを要求される。そのうち、被験者はアンケートに答え、謝礼として\$25のギフトカードを受け取る。

5.5 評価手法

被験者が実験中に学習に対する動機を得ているか調べるため、我々は被験者の感情状態を評価軸として使用した。被験者は現在の状態を4段階、20項目のLikert scaleの形容詞で答える。形容詞対は正(positive)状態を表すもの10点、負(negative)状態を表すもの10点である。我々はこれらの数値を、正状態のものはそのまま、負状態の値は反転させて合計し、ユーザの感情状態とした。そして、実験後に同じ形容詞対をユーザ

に対し問いかけ、感情状態の値の変化を見た。この感情状態の変化が正の場合、ユーザはより学習動機を得たと見なす。

6. 結果

実験群では感情状態の値の変化は+2.53 となった。これに対し、対照群では感情状態の値の変化は-0.53 となった。これに対し t 検定を行ったところ、 $p=.037<.05$ となり、二群の値に有意差が示された。両群の値を図 8 に示す。グラフの各要素の縦線がエラーバーを示す。

また、学習した機能数自体についても調べた。実験群では平均して 10.4 の機能を学習し、対照群では 9.9 の機能を学習していたが、t 検定の結果は $p-.58>.05$ となり、有意差は見られなかった。

7. 考察

7.1 学習動機と記憶された機能の関連性

感情状態の値の変化より、擬人化された掃除機による説明は、マニュアルを用いた従来手法に比べ、より被験者を引きつけたのではないかと示唆される。一方で、覚えた機能数自体には、あまり変化が見られなかった。この原因として、本研究ではあくまで被験者実験の形をとっており、被験者が実験の報酬を受け取ることが明確であったため、両軍とも被験者が機能習得に対する集中を、普段以上に行っていたという可能性が挙げられる。機能習得に対し実際の環境以上に集中したため、トレーニング中の楽しさ自体が、直接機能の記憶率を押し上げず、両群で変化が見られなかったのではないかと考えられる。実験環境ではなく、実際の環境下での機能習得では、動機の向上が機能習得に対する集中を押し上げるのではないかと考えられる。我々の以前の研究では、被験者が報酬を得ない場合に、機能記憶率に差があることが示されている[7]。

7.2 トレーニング手法の難しさ

また、被験者の個人差と、制約の少ない実験環境が、各被験者間の記憶率の差を発生させてしまったため、被験者間での差が大きくなりすぎ、帰納記憶率に有意差が出なかった可能性も考えられる。特に、米国で行った実験として、被験者は支持されていない範囲であれば、より自由に行動することが確認出来た。実際に米国で実験を行う際には、日本で想定する実験条件に比べ、より精密な被験者への制約が必要になると考えられる。

7.3 文化差の比較

本研究を進めるに当たって最も憂慮されたのは、米国における文化的な差異である。従来、ロボットを用いた情報提示は、主に日本でしか受け入れられない、という俗説

が知られている。しかしながら、近年のカルチュラル・スタディーズの研究結果により、擬人化されたロボットが西欧文化においても変わらず受け入れられる、という調査がある[]。本研究者はこの研究結果を元に、実験を行った。

実験結果により、米国の老人は、少なくとも日本の被験者と同じく本手法を受け入れた、ということが考えられる。本研究者が事前に心配したほどの差異は見られなかった。ただし、一部の表現において、差異が見られた。

(1) ジェスチャの違い

もっとも違いが見られたのは、呼び込みの際の手招きジェスチャである。日本では手を上に向け、内側へと振ることで呼び込みを表す。しかしながら、西欧文化圏ではこのような動作は追い出しを表す。従って、文化によってジェスチャの種類を変換するフレームワークが必要になると考えられる[25]。

(2) 表情表現の違い

日本での戯画表現には、戦後から発達した漫画の影響が見られる。そのため、予め用意しておいた擬人化表現のうち、一部の表現は理解されることがわかった。例えば、半円形の描写は日本では笑いを表すが、米国では眼を閉じているものとして扱われた。これらの表現は訂正が必要であると考えられる。

しかしながら、近年、日本の漫画が世界の様々な場所で出版されており、また、日本の携帯電話に使われていた文字コードが、UTF コードとして統合されつつある[24]。

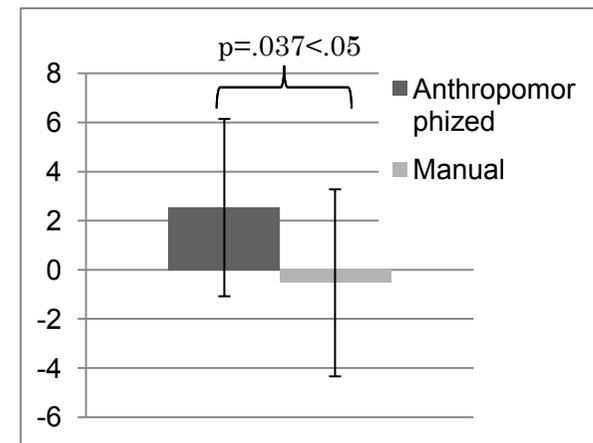


図8 実験群における感情点の変化量 (anthropomorphized learning) と対照群における感情点の変化量 (manual method)

従って、将来的にはこれらの戯画化表現が、そのまま世界で一般的に受け入れられることも考えられる。

(3) 主語の違い

西洋語では文中の主語を明示的に示す。そのため、発言の発話者が誰であるかが常に問題とされる。本研究の場合、実験条件を揃えるため、マニュアル条件と対話条件で同じ文章を使用しており、文章上で主語を明示的に表すのは望ましくない。そのため、本研究者が日本で行っていた表現のいくつかを、現地の研究者とディスカッションを行いつつ変更し、なるべく主語を表さない形での表現を試みた。

8. 結論

本研究では擬人化を用いた老人への機器の機能説明手法を提案した。本研究結果より、機器の機能学習中の老人の学習動機が向上することが示唆された。

謝辞 本研究の筆頭著者は研究に当たり、日本学術振興会特別研究員制度及び優秀若手研究者海外派遣事業の補助を受けた。また、本研究の一部は文部科学省グローバル COE プログラム「環境共生・安全システムデザインの先導拠点」に依るものであることを記し、謝意を表す。また、実験に際しアドバイスを頂いた、マサチューセッツ工科大学 AgeLab の各メンバーに謝意を表す。

参考文献

- 1) Wolfgang Preiser, Elaine Ostroff, "Universal Design Handbook", McGraw-Hill Professional, 2001
- 2) Wendy A. Rogers, "Learning and Memory" in "Handbook of Human Factors and the Older People"
- 3) Lachman, M. E., Locus of control in aging, 1986
- 4) Debra R. Grover and Christopher Hertzog, "Relationships Between Intellectual Control Beliefs and Psychometric Intelligence in Adulthood". *Journal of Gerontology*, 46(3): pp. 109-115, 1991
- 5) Craik, F. I. M., "Memory changes in normal aging", *Current Directions in Psychological Science*, 3, pp.155-158, 1994
- 6) Salthouse, T. A., "The aging of working memory", *Neuropsychology*, 8, pp. 535-543, 1994
- 7) Hirotsuka Osawa, Ren Ohmura, Michita Imai, "Using Attachable Humanoid Parts for Realizing Imaginary Intention and Body Image", *International Journal of Social Robotics*, Vol.1 No.1, pp. 109-123, 2009
- 8) David McNeill, "Hand and Mind", Univ of Chicago Press, 1992
- 9) Hoover Anniversary WindTunnel Self-Propelled Bagged Upright U6485900, <http://www.hoover.com/pdfs/manuals/U6485900.pdf>
- 10) Takara-Tomy i-Sobot, <http://www.isobotrobot.com/eng/>
- 11) Heerink M, Kröse B, Evers, B, Wielinga B, The influence of social presence on acceptance of a companion robot by older people. *J Physic Agents* 2(2): 33-40, 2008
- 12) Christoph Bartneck, How Convincing is Mr. Data's Smile?: Affective Expressions of Machines, *User Modeling and User-Adopted Interaction* 11: 279-295, 2001
- 13) Nick Yee, Jeremy N. Bailenson, and Kathryn Rickertsen. A meta-analysis of the impact of the inclusion and realism of human-like faces on user experiences in interfaces. In *Proceedings of Computer Human Interaction*, pp. 1-10, 2007.
- 14) T. Shibata, K. Wada, and K. Tanie, "Statistical Analysis and Comparison of Questionnaire Results of Subjective Evaluations of Seal Robot in Japan and U.K.", presented at *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics & Automation*, 2003.
- 15) B. R. Duffy, "Anthropomorphism and The Social Robot," *Special Issue on Socially Interactive Robots, Robotics and Autonomous Systems*, Robotics and Autonomous Systems, vol. 42, pp. 170-190, 2003
- 16) W. Taggart, S. Turkle, and C. Kidd, "An interactive robot in a nursing home: Preliminary remarks," in *Towards Social Mechanisms of Android Science*, vol. July. Stresa, Italy: Cognitive Science Society, pp. 56-61, 2005.
- 17) Takayuki Kanda, Dylan F. Glas, Masahiro Shiomi, Norihiro Hagita, Abstracting People's Trajectories for Social Robots to Proactively Approach Customers, *IEEE Transactions on Robotics*, 25(6), pp.1382-1396, 2009.
- 18) ARToolKit. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- 19) Yusuke Okuno, Takayuki Kanda, Michita Imai, Hiroshi Ishiguro, Norihiro Hagita, Providing route directions: design of robot's utterance, gesture, and timing, *Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction*, pp. 53-60, 2009
- 20) Bowles, N., Semantic processes that serve picture naming. In J. Cerella, J. Rybash, W. Hoyer, & M. L. Commons (Eds.), *Adult information processing: Limits on loss* (pp. 303-326). San Diego, CA: Academic Press.
- 21) R.W. Picard and A. Wexelblat, "Future Interfaces: Social and Emotional," CHI, Minneapolis, MN, pp. 698-699., April 20-25, 2002
- 22) Toshiyuki Shiwa, Takayuki Kanda, Michita Imai, Hiroshi Ishiguro, Norihiro Hagita, "How Quickly Should a Communication Robot Respond? Delaying Strategies and Habituation Effects" *International Journal of Social Robotics*, Vol. 1, No. 2, pp. 141-155., 2009
- 23) Chang, C. L. and Lee, R. C. T.: *Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving*, Academic Press, New York (1973).
- 24) CNET, 絵文字が開いてしまった「パンドラの箱」第5回--絵文字と日本マンガの親密な関係, <http://japan.cnet.com/news/commentary/story/0,3800104752,20398174,00.htm>
- 25) Desmond Morris, *Bodytalk: A World Guide to Gestures*, Cape 1994