

エージェントの存在感によるインタラクション —音を用いた存在感の創出—

板垣 祐作[†] 小川 浩平[‡] 小野 哲雄[¶]

[†] 公立ほこだて未来大学システム情報科学部 〒041-8655 北海道函館市亀田中野町 116-2

[‡] 公立ほこだて未来大学大学院システム情報科学研究科 〒041-8655 北海道函館市亀田中野町 116-2

[¶] 公立ほこだて未来大学 〒041-8655 北海道函館市亀田中野町 116-2

E-mail: [†] c1103002@fun.ac.jp, [‡] g2105005@fun.ac.jp [¶] tono@fun.ac.jp

あらまし 人間とエージェントのインタラクションの円滑化のために、非対面時のコミュニケーションにおける存在感を利用したエージェントシステムを提案する。本稿では存在感を「対象が自身に対してアテンションを向けさせる力」と定義し、人間の五感の中で視覚ほど意識を拘束されず、かつユビキタス環境で遍在する目に見えない形でのコンピュータに適した聴覚情報を用いてアテンションを向けさせることで、エージェントの存在感を創出する。システム試作後に評価実験を行った結果、存在感の創出を行った条件では、創出を行わなかった条件と比較して、エージェントの行動に対する被験者の文脈の理解や愛着の持続が促されることが確認された。

キーワード インタフェースエージェント、存在感、アテンション、マイグレーション、遍在知

Interaction by Agent Existence —Creating Existence by Sound—

Yusaku ITAGAKI[†] Kohei OGAWA[‡] Tetsuo ONO[¶]

[†] School of Systems Information Science, Future University-Hakodate 116-2 Kamedanakano, Hakodate-shi, Hokkaido, 041-8655 Japan

[‡] Graduate School of Future University-Hakodate, Department of System Information Science Research 116-2 Kamedanakano, Hakodate-shi, Hokkaido, 041-8655 Japan

[¶] Future University-Hakodate 116-2 Kamedanakano, Hakodate-shi, Hokkaido, 041-8655 Japan

E-mail: [†] c1103002@fun.ac.jp, [‡] g2105005@fun.ac.jp [¶] tono@fun.ac.jp

Abstract In this paper we propose an agent system using its existence for realizing a smooth interaction between a human and an agent. We define “existence” as the force of turning attention to an object. For realizing the system, we adopt imitated sound generated by agent’s behaviors because sound is useful in ubiquitous computing environment. We did psychological experiments using the realized agent system. The results of the experiments showed that subjects could construct relation with the agent given “existence” by the system.

Keyword Interface Agent, Existence, Attention, Migration, Ubiquitous Cognition

1. はじめに

インタフェースとしてのエージェントは、ユビキタス環境下での最適なインタフェースであると期待されている。なぜなら将来的にコンピュータは環境内の様々な所に目に見えない形で埋め込まれていき、またその環境下ではキーボードやマウスによる入力とは認知的負担が大きく扱いにくいためである[1]。ユビキタス環境下ではコンピュータを意識せずに使うことが望まれている。そのためインタフェースエージェント研究は、より人間に近い形でのインタラクションを実現すべく行われている。長尾らはインタフェースとして擬人化した顔の画像を用いることによって、インタラク

ションにおける負荷を軽減することができると報告している[2]。また石田によればエージェントには、自律性、知性、コミュニケーション、擬人性、パーソナリティといった人間が備えている技術が要求される[3]と述べている。これらの研究から共通していえることは、エージェントにはただ仕事をこなす能力だけではなく社会性や人間との親密性が求められているということである。エージェントとの親密性は、ツールとしての操作性を向上させ創造性を刺激するため、非常に重要な要素と言える[4]。

多くの先行研究では、エージェントが存在するメディアをディスプレイに限定して、エージェントとのイ

インタラクションが行なわれている[5][6]. しかしユビキタス環境では、コンピュータというインタラクションの対象が目に見えない形で遍在していると考えられる[1]. そのため、環境内の様々な物に対して、ユーザとの親密性を保ちながら統一的なサポートが求められる.

小川らが提案する ITACO システムでは、環境内の物をメディアととらえ、その間を移動可能なエージェントによって遍在知を実現している[7]. 遍在知とは、コミュニケーションの対象が環境内に遍在している状態を指す. それに対してエージェントがメディア間を移りながらユーザとインタラクションを行うという ITACO システムはユビキタス環境に最適だと考える. しかし、我々は現在の ITACO システムには、いくつかの問題点があると考えます. 1つは、エージェントの移動がわかりにくく、移動先のメディアへ注意を向けることができなくなってしまう点である. もう1つは、エージェントが長時間同一のメディアに存在していた場合、その関係が切れてしまうという点である. PC などの表示機器を持ったデバイスの場合、エージェントの存在を視覚によって知らせることができるが、ランプなどには視覚による出力デバイスがないため、エージェントの存在を知らせることができない. このような機器は、エージェントの移動直後にはメディアに対してアテンションを向けることができるが、しばらくするとアテンションを向けることができなくなると考えられる. いずれの問題点についても、ユビキタス環境では後者のような視覚情報を出力することができないデバイスがほとんどであると考えられるため、これは大きな問題であると考えます.

また、従来のインタフェースエージェント研究では、人間とインタラクションを行なっている際のエージェントの振る舞いについて主に議論されてきた. しかし議論が人間とエージェントとの親密性の向上へと移行していくにつれ、明確ではないインタラクションの必要性を議論する必要があると考えます.

本稿では、明確ではないインタラクションの例として、エージェントの存在感の創出について議論する. エージェントの存在感によって、ITACO システムの問題点の解決を行いさらに親密性の高いエージェントシステムを目指す. 次の章からは、存在感のコミュニケーション、インタラクションにおける存在感、アテンションについて述べる. その後存在感を用いたエージェントシステムを提案その有用性を心理実験によって検証する.

2. 存在感によるコミュニケーション

2.1. インタラクションにおける存在感

人間同士がコミュニケーションを図る場合は、一般的に言語を用いて行われる. Birdwhistell は全体の情報

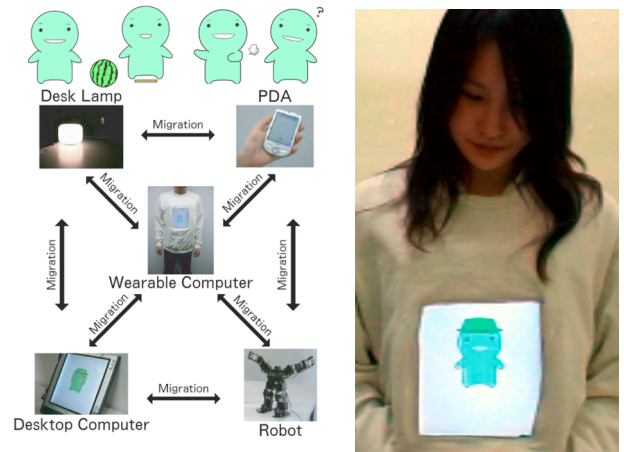


図1 ITACO システム
Fig.1 ITACO system

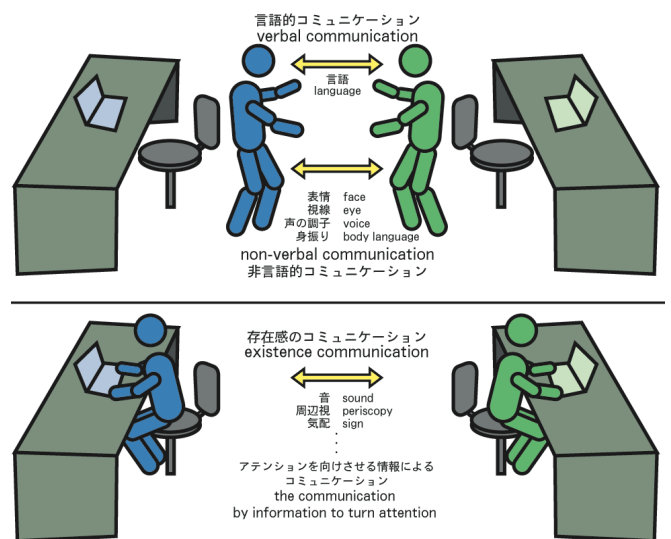


図2 存在感によるコミュニケーション
Fig.2 Existence communication

の七割が身体動作や声の調子と言った非言語情報であると述べている[8]. この非言語情報がコミュニケーションには重要とされている. このことを考慮した人間とエージェントとのインタラクションを設計している先行研究は多く見受けられる[9][10]. しかし実際に人間同士のコミュニケーションを見てみると、常に相手と会話をしているわけではなく、常に相手の方を見ているわけではない. つまり先の研究では対面時のコミュニケーションのみ言語や身体動作などの情報を受け取ることができ、非対面時のコミュニケーションではそれらの情報は使われていないと考えられている. しかし、同じ部屋の中で2人の人間が別々の作業を行っているような場合、それは対面時のコミュニケーションではないが、お互いに文脈を理解して、さらに創り上げていると考えられる. 例えば、いま2人はこの部屋で個別に PC に向かい作業をしている. ここで、その内の1人が立ち上がったとする. その姿をもう1人

の人間は見えていないが、その前の文脈から立ち上がった人間の足音でポットの方へ向かうことを認識し、コーヒーを入れるということを想像することができる。そこで、作業をしていた方の人間は、自分の近くにあった砂糖とミルクを取り机の上にそっと置く。この例では、二人の間に会話や身体動作による情報のやりとりは行われていない。しかし日常にはこういったシチュエーションが多々あると考えられる。そして人間同士のコミュニケーションでは、こういった行為で互いの関係性が向上すると考えられる。我々は、これを存在感によるコミュニケーションと考える。

2.2. 存在感とアテンション

存在感はそれを持った対象との関係を持続させることができると考える。そして時には存在を感じあうことで関係をより良好にすると考える。では先の例のような人間同士による存在感のコミュニケーションは、ロボットやエージェントなどとのインタラクションにはあてはまらないのだろうか。ReevesらはThe Media Equation[11]で、人はコンピュータなどに対しても人間と同じように振る舞うことを報告している。それならばロボットやエージェントの存在感も同様に人間との関係を持続させるのではないかと考える。

では、存在感とは何であろう。我々は、存在感は対象が持つ、自らにアテンションを向けさせる力であると考え。人間は大量の環境情報の中からある対象を定め集中的に情報を受け取ることができる[12]。よって多くの物は情報を発信しながらも人間には受け取られない。そういったアテンションを向けられにくい対象は存在感が無いといえるのではないかと考える。また人間は人間に対してアテンションを向けやすく、人間が発信する情報に対しても敏感に反応する。このことが、人間が存在感を持っていると感じる原因だと考える。さらに、Kahnemanは、人間は環境情報の中からある特定の対象に対してのみアテンションを向けているわけではなく、アテンションを複数の対象に向けていると述べている[13]。先ほどの2人の人間の例でも、個別に作業をしているPCに対してアテンションを向けながらも、相手の行動に対してもアテンションを向けているといえる。

つまりエージェントとのインタラクションにおいて、エージェントに存在感を持たせるには、エージェントの方へアテンションを向けさせることが必要だと考えられる。人間の五感の中で視覚情報は全情報量の多くを占めているが、視線を向けている方の情報しか受け取ることができない。人間が対象に視線を向けるとき、それはすでに対象にアテンションを向けていると考えられる。それに対して聴覚は視線のような受け取る際の方向性が無く、どの方向からも情報を受け取

ることができる。よって聴覚情報は対象が自身に対して人間のアテンションを向けさせるには、聴覚情報が一番有用であるといえる。

以上のことから、我々は音による存在感の創出を用いた新しいエージェントシステムを提案する。次の章では、システムの構成について述べる。

3. システム構成

本研究では、ITACOシステムを基盤とし、スピーカーを使った存在感を持つエージェントシステムを構築した。そしてそのシステムを用いて実験を行なった。以下システムの構成について述べる。

ハードウェア構成

インタラクションを行なうためのPC(IBM ThinkPad R40)、服に装着されたタブレットPC(HPCompaq Tablet PC TC1100)、エージェントが移動するための扇風機とインタラクション用PCに接続された制御用のH8マイコン(H8 Tiny I/O BOARD, AKI-3664N)、SSRリレー回路(ソリッド・ステート・リレーキット 20A (16A)タイプ)、ダミータスクのためのPC(IBM ThinkPad R40)、ダミータスク中にエージェントがいるタブレットPC(NEC LaVie TB700/5)、操作用のPC(Sony VAIO)、音声コントロール用のMac(PowerBook G4)、スピーカー4台、アンプ2台によって構成されている。各クライアントPCは無線LANによって通信を行う。

ソフトウェア構成

ITACOシステムのソフトウェアは、音声やマウス入力による対話が可能なエージェントシステムと、全体を制御するサーバシステムとで構成されている。システムはAdobeシステム社のFLASH 8によって実現した。音声認識はマイクロソフト音声認識ライブラリをC#上から利用した。サーバシステムは株式会社バスキュールより、無償で提供されているFACEsを利用した。FACEsは、FLASHのXML-socketを利用したマルチユーザシステムを構築することができるシステムであり、JAVAにより実装されている。扇風機制御用プログラムはC#にて作成した。

音による存在感の創出

存在感の創出のための音声処理プログラムはMiller.S.Puckette氏開発のPureDataを用いてMac上で作成し、操作用PCからTCP通信によって操作を行なった。実験室Bの4隅に4台のスピーカーを設置し、その音量バランスでエージェントの移動を表現した。

4. 実験

上記のシステムを用いて、エージェントの存在感の創出によるインタラクションへの有用性を検証した。ユーザが別の作業をしている際のエージェントとの存在感によるコミュニケーションという設定で検証を行なった。

4.1. 実験方法

実験方法は、エージェントとインタラクションを行った被験者にインタラクション後、ダミータスクを行ってもらい、その間のエージェントの存在感についての主観評価を質問紙によって確かめた。

実験環境

本実験は、公立はこだて未来大学内のメディアラボにて行った。室内に仕切りを置き仮想的に二つの部屋を作った。入り口近くには質問紙を記入する机を設置した。入り口側の実験室 A では、自己紹介などの事前の対話を行った。ここにはノート PC とエージェントが移動する扇風機を設置した。奥の実験室 B ではダミータスクを行った。図 3 に実験室 B の様子を示す。ダミータスク用のノート PC とダミータスク中にエージェントが移動するタブレット PC を設置した。被験者がダミータスク中に座る椅子の背後には、エージェントからの依頼の対象であるお菓子をやや見えない程度に隠し、ダミーとして様々な小道具を設置した。また、存在感を創出するためのスピーカーを 4 台被験者の周りに、被験者には見えないように設置した。

実験条件

被験者がダミータスクを行っている際のエージェントの存在感の創出に関して、以下の 2 条件を設けた。

- S1 ダミータスク中に、タブレット PC に映るエージェントは消え、その後依頼をするために再度現れる。
- S2 ダミータスク中に、タブレット PC からエージェントの映像は消えるが、その間音声にて存在感を創出する。その後依頼をするためにタブレット PC の画面に再度現れる。

被験者数は条件 S1 で 14 人、条件 S2 で 15 人とし、公立はこだて未来大学の学生を対象として行った。

実験手続き

実験の手続きは以下の通りである。

1. 被験者には、胸にタブレット PC を装着したトレーナーを着てもらい、その後入り口にて手続きを説明し、ダミータスクに関しては「なるべくタスクに集中するように」と伝える。
2. 実験室 A の机でノート PC 上のエージェントに対して自己紹介をしてもらう。その後入口前の机へ戻り 1 回目の質問紙の記入を行う。
3. 再度、ノート PC でエージェントとスイカ割りなどのゲームをしながら、インタラクションを行ってもらい。
4. エージェントの「お出かけしようよ？」をきっかけに、被験者は実験室 B へと移動する。
5. 実験室 B の机上のノート PC で、「画面に現れる丸にマウスカーソルをあてクリックで消す」といったダミータスクを行う。

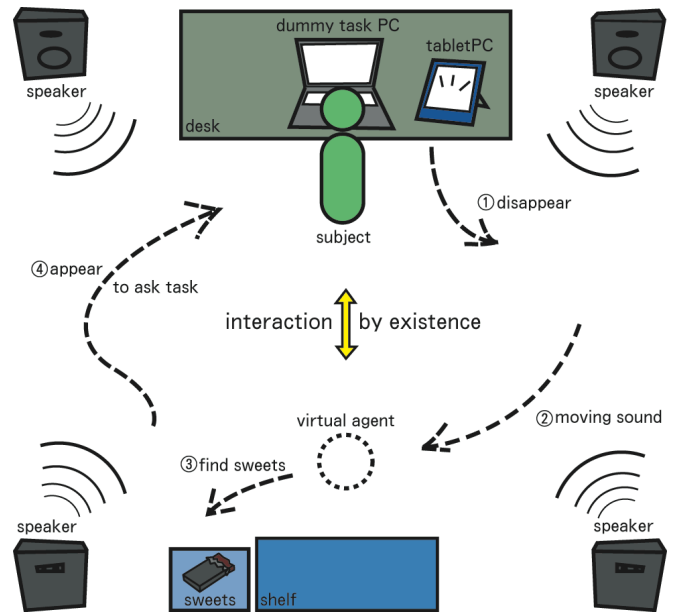


図 3 実験環境と存在感創出の流れ

Fig.3 Experimental environment

6. ダミータスク中、エージェントがタブレット PC から消え、条件 S1 では消えたまま一定時間が経ち、その後現れてエージェントが「そこのお菓子とって」といったタスクの依頼を行う。条件 S2 では、エージェントが消えた後スピーカーから一定時間エージェントの声による鼻歌を流し、「あっ」という声の後、エージェントが飛ぶ音を流しその後タブレット PC に現れてエージェントが同様にタスクの依頼を行う。
7. 被験者の反応を見て、実験者が部屋に入る。被験者に対し実験終了を告げ、実験者が質問紙を渡し、別室で答えてもらう。

4.2. 評価方法

エージェントへ感情移入の度合いの主観評価を質問紙によって 2 度行った。1 度目の質問紙評価では、エージェントの初めの印象を評価してもらった。2 度目の質問紙評価では、インタラクション後のエージェントの印象について評価してもらった。これらの質問は、すべて 5 段階で評価してもらった。また質問 A と質問紙 B の質問は対となっており、同じ質問を別の言葉に言い換えて質問している。これによってエージェントに対する印象の変化を調べた。

質問紙

- Q1.このキャラクターとは仲良くなれそうですか？
- Q2.もしこのキャラクターがミスをしてしまっても許せますか？
- Q3.このキャラクターとは離れたくないですか？
- Q4.このキャラクターに仕事を任せることが出来そうですか？

表1 条件 S1 での質問紙の結果

Table 1 Result of questionnaire in S1

Conditions	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
S1 A	3.43 (1.05)	4.00 (0.65)	2.00 (0.85)	2.29 (1.03)	3.14 (0.91)
S1 B	3.14 (1.19)	3.79 (1.26)	3.07 (1.44)	2.64 (1.17)	3.57 (1.05)
ANOVA result	F=0.71 p=.415(n.s.)	F=0.25 p=.625(n.s.)	F=9.98 p=.008(**)	F=1.76 P=.207(n.s.)	F=1.72 p=.212(n.s.)

n.s. : not significant ** : p < .01

表2 条件 S2 での質問紙の結果

Table 2 Result of questionnaire in S2

Conditions	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
S2 A	3.93 (1.00)	4.67 (0.79)	1.93 (1.00)	2.47 (0.96)	3.33 (1.35)
S2 B	3.53 (1.30)	4.20 (1.17)	3.20 (1.33)	2.87 (0.88)	3.27 (1.12)
ANOVA result	F=2.90 P=.111(n.s.)	F=1.54 p=.235(n.s.)	F=13.51 p=.002(**)	F=6.00 p=.028(*)	F=0.05 p=.826(n.s.)

n.s. : not significant * : p < .05 ** : p < .01

表3 条件 S1 と条件 S2 での質問紙 A の結果

Table 3 Result of questionnaire-A in S1 and S2

Conditions	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
S1 A	3.43 (1.05)	4.00 (0.65)	2.00 (0.85)	2.29 (1.03)	3.14 (0.91)
S2 A	3.93 (1.00)	4.67 (0.79)	1.93 (1.00)	2.47 (0.96)	3.33 (1.35)
ANOVA result	F=1.64 p=.211(n.s.)	F=5.67 P=.025(*)	F=0.03 p=.864(n.s.)	F=0.22 P=.643(n.s.)	F=0.18 p=.675(n.s.)

n.s. : not significant * : p < .05

Q5.このキャラクターは身近な存在ですか？

4.3. 実験の仮説と予測

1. 仮説：音によって実空間での存在感を創出した方が、よりエージェントとの愛着が深まる。
予測：質問紙 A, B の主観評価の差について、条件 S2 の方が条件 S1 よりも印象が上昇する。
2. 仮説：存在感によってエージェントへのアテンションを保つことで、エージェントからの依頼の文脈を理解することができる。
予測：エージェントへのアテンションの差により、条件 S1 と比較して条件 S2 の方がエージェントから依頼されるタスクの遂行率が上がる。

4.4. 結果

第一の仮説を確かめるために、被験者に対して質問紙による主観評価を2回行った。1回目は、エージェントとの初対面時の印象を測るために、エージェントとの自己紹介の直後に記入してもらった。2回目はエージェントとのインタラクション終了後に、別室にて記入してもらった。表1及び表2にそれぞれの質問に対する平均値、標準偏差、及び質問紙 A 質問紙 B を要因とする1要因分散分析の結果を示す。

まず条件 S1 での質問紙 A, B の各項目について分散分析を行った結果、Q3 のみ有意差が見られた。その他の項目について質問紙 A, B の平均値を比較してみたところ、Q4, Q5 の回答は質問紙 A から質問紙 B にかけて上昇していたが、Q1, Q2 の回答は下降していた。

次に条件 S2 での質問紙 A, B の各項目について分散分析を行った結果、Q3 について 1%有意水準 (p < .01) での有意差が見られ、Q4, について 5%有意水準 (p

表4 エージェントの依頼の遂行率と依頼後の被験者の行動

Table 4 Accomplishment rate of request of agent and subject's act after task requested

	S1	S2
依頼の遂行率 Accomplishment rate	2人/14人 (14%)	6人/15人 (40%)
行動 Act	S1	S2
後ろを振り向く Look backside	5人/14人 (38%)	14人/15人 (93%)
机の周りを見る Look around desk	2人/14人 (14%)	6人/15人 (40%)
タブレット PC を見る Look Tablet PC	3人/14人 (21%)	2人/15人 (13%)
どこも見ない Look nowhere	4人/14人 (29%)	0人/15人 (0%)

(のべ人数)

<.05) での有意差が見られた。その他の項目について質問紙 A, B の平均値を比較してみたところ、Q1, Q2, Q5 は質問紙 A から質問紙 B にかけて下降していた。

また、条件 S1, S2 での質問紙 A の回答について差がないかを見るために、条件 S1, S2 を要因とする1要因分散分析を行った。その結果を表3に示す。分析の結果 Q2 の項目にのみ有意な差 (p < .05) が見られた。その他の項目には有意な差は見られなかった。

また第二の仮説を確かめるために、エージェントからの依頼の遂行率の違いを記録映像によって確かめた。依頼の遂行率、および特定の視線移動を行った被験者数について表4にまとめた。条件 S1 の場合は、14人中2人がエージェントに対してお菓子を取るという依頼を遂行した。一方条件 S2 では15人中6人が、エージェントからの依頼を遂行した。また、被験者がエー

エージェントからの依頼を受けた直後の反応を確かめた。条件 S1 では、何人かの被験者が依頼を受けた後一度振り向く程度で探索行動をやめ、ダミータスクを続けることを選んだ。また何人かの被験者は、全く振り向かず作業を続けるといった様子も見られた。条件 S2 では、何人かの被験者は依頼を受けた後複数回振り向き、椅子から立ち上がり探索する様子が見られた。

4.5. 考察

以上の結果から、次のようなことが考えられる。

条件 S2 における Q3 の質問について条件 S1 より評価の向上が得られたという結果から、被験者はより長い時間エージェントとインタラクションを行いたいと感じたといえる。この結果は条件 S1 において、エージェントが画面から消えてしまい、存在感も無いために被験者のアテンションは完全にダミータスクの方へ向かっていたことを示していると考えられる。そのため被験者とエージェントとの関係がそこで途切れたと考えられる。一方条件 S2 においては、ダミータスク中も存在感の創出によって被験者のエージェントに対するアテンションは維持され、そのため関係が切れることなく続いたことを示していると考えられる。

また、Q4 の質問に対して条件 S2 では評価の向上がみられたことから、条件 S1 に比べ被験者はエージェントに対してより高い信頼性を感じたといえる。このことは、条件 S1 ではエージェントがどこかへ消えてしまったのに対して、条件 S2 では被験者がエージェントの存在を感じることによって、エージェントに対して常にインタラクションが可能な状態であると感じたためであると考えられる。他の質問に対して有意差が見られなかったのは、実験手続き 3 の PC を用いたインタラクションについての被験者の評価にばらつきがあったためと考えられる。特に Q2 の質問に対しては、インタラクションの内容が大きく影響していると考えられ、このことは存在感のコミュニケーションにおいての事前の文脈の必要性を示唆するものと考えられる。以上の結果は、第一の仮説であるエージェントの愛着が存在感によって深まる可能性を示唆するものとする。

2つ目の仮説について、条件 S2 におけるタスクの遂行率が条件 S1 の遂行率よりも高い値を見せたことから、被験者はエージェントの行動に対しアテンションを向けていたと考えられる。またタスク依頼後の被験者の行動から、エージェントの行動の文脈を理解することができ、エージェントの依頼を受けることができたと考えられる。よってこの結果は第二の仮説を支持するものとする。

5. 結論

本稿において我々は、エージェントの存在感の重要

性を指摘した。これに基づき音によってエージェントの存在感を創出するエージェントシステムを試作した。そして試作したシステムを用いた評価実験を実施し、存在感の有用性を検証した。実験の結果から、エージェントが存在感を持つことで、ユーザとの親密性が増し、さらに理解を促すことができるということが示唆された。

存在感のコミュニケーションは、会話や身体動作などに比べ明確なものではない。しかし人間は存在感のコミュニケーションを用いて、日々円滑で親密な関係を築いていると考える。将来、エージェントが真のパートナーとなった時、エージェントとのささやかなインタラクションには存在感が欠かせないと考えている。

謝辞

本研究を行うにあたり、相談に乗ってくれた駒込大輔氏、実験の手伝いをしてくれた鈴木道雄氏、音響に関してアドバイスを頂いた RMIT 大学の Michael Fowler 氏、また小野研究室の皆さんに感謝します。

文 献

- [1] Weiser, M. The Computer for the 21st Century, Scientific American, vol.265 no.3, pp.94-104, 1991.
- [2] Akikazu Takeuchi, Katashi Nagao, "Communicative Facial Displays as a New Conversational Modality," CHI, pp.187-193, April. 1993.
- [3] 石田享, "エージェントを考える,"人工知能学会誌, vol.10, no.5, pp.663-667, Sept. 1995.
- [4] 間瀬健二, シドニー・フェルス, 江谷為之, アルミン・ブルダリン, "インタフェース・エージェントに関する基礎検討,"情報処理学会研究報告 HI, no.69-8, pp.55-60, Nov. 1996.
- [5] Marco Carvalho, Matteo Rebeschini, James Horsley, Niranjani Suri, "A Chat Interface for Human-Agent Interaction in MAST," SAC'06, pp.112-118, April. 2006.
- [6] Hua Wang, Mark Chignell, Mitsuru Ishizuka, "Empathic Tutoring Software Agents Using Real-time Eye Tracking," ETRA2006, pp.73-78, March. 2006.
- [7] 小川浩平, 小野哲雄, "ITACO: メディア間を移動可能なエージェントによる遍在知の実現,"ヒューマンインタフェース学会誌, vol.8, no.3, pp.373-380, June. 2006.
- [8] Ray L. Birdwhistell, Kinesics and Context: Essays on Body Motion Communication, University of Pennsylvania Press, 1970.
- [9] 尾関基行, 青山秀紀, 中村裕一, "人工エージェントのノンバーバル表現とメタ表示の関係,"第2回デジタルコンテツシンポジウム, 5-7, Jun. 2006.
- [10] 西本卓也, 中沢正幸, 嵯峨山茂樹, "音声対話における擬人化エージェントの身体動作表現の利用,"人工知能学会, 2C2-01, Jun. 2004.
- [11] Byron Reeves, Clifford Nass, The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places, Stanford University, CSLI Lecture Notes, 1996.
- [12] 大和淳二, "アテンション・プリーズ - 注意の計測, 効果とその応用 - ,"OPENHOUSE, June. 2004.
- [13] D. Kahneman, Attention and Effort, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., Sept. 1973.