

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

ITACO: Ubiquitous Cognition achieved by migratable agent between media to media

小川 浩平*¹
OGAWA Kohei

小野 哲雄*¹
ONO Tetsuo

*¹ 公立はこだて未来大学
Future University-Hakodate

We propose a concept of Ubiquitous Cognition and introduce an InTegrated Agent for COmmunication (ITACO) system based on the concept. Ubiquitous Cognition means that a cognitive entity, as a target for communication, supports humans dependent on the context, migrating from media to media within the environment, as the situation requires. To realize our proposed concept, the ITACO system tries to appropriately support a user using a migratable agent which is context-sensitive and gives continuous assistance. The key factor in this system is the construction of a relationship between the user and the agent, and to carry on this relationship between the user and the object that the agent has migrated to. Psychological experiments were carried out to verify this succession of the relationship between media. The results of the experiments showed that the subjects' attachment to the media as well as the relationship was succeeded through the media by the agent migration.

1. はじめに

近年、コンピュータの小型化、高性能化が進み、我々はコンピュータを日常生活の様々な場面において利用できるようになった。それにより、コンピュータの需要は増加し、今まで以上に我々の生活に深く関係していくことになると考えられる。そのため、今後のコンピュータの在り方は、我々の生活環境に自然に遍在することができるように求められていくであろう。しかし、このような状況において、いくつかの問題が表出している。その中の一つとして、コンピュータとの対話の形式が、従来の形式とあまり変化していないということが挙げられる。我々は、社会の変化に合わせて物のあり方も変化が必要があると考えている。特に現在、人とコンピュータとの対話形式の変化が望まれており、これに関する研究が多くなされている[Ishii 97]。

本研究の目的は、人と物との間の新しい対話を実現するための概念である「遍在知」の実現である。遍在知とは、コミュニケーションの対象となる主体が、環境内の様々なメディアに遍在して存在している状況を意味している。言い換えると、環境内のあらゆるメディアが、コミュニケーション可能な主体になりうるということである。我々はこの遍在知により、人と物との間に現在よりも円滑な関係を構築することができるのではないかと考える。

また本稿では、遍在知の概念に基づいた、ユーザに対しコンテキストに応じた適切な支援を行うエージェントシステム - ITACO システム (InTegrated Agents for COmmunication system) を提案する。エージェントは、ユーザの個人情報を持った状態で様々なメディアを飛び回ることにより、ユーザに対して適切かつ継続的なサポートを行う。エージェントは日常的なユーザとのインタラクションにより、ユーザの趣味嗜好や、行動パターンなどの情報を蓄える。その情報を基にして、ユーザに特化した様々なサポートを行うことができる。

我々は、遍在知の実現には人間の持っている「関係の連続性」という能力が必要であると考え。関係の連続性とは、コミュ

ニケーションの対象としての主体が、様相を大きく変化させたとしても、人と主体との関係は連続するという現象のことを指す。

本稿では、試作した ITACO システムを利用し、遍在知の妥当性を実証するために、関係の連続性に焦点を当てた心理実験を実施した。

2. 遍在知

遍在知とは、コミュニケーションの対象としての主体が、環境内に遍在している状態を指す。つまり、人格を持った主体が環境内の様々なメディアを媒介として遍在しているということである。我々は、遍在知が実現されることにより今まではない、人と物との間の新しい対話を実現することができるかと考える。では、一体どのような方法を用いることにより、遍在知を実現することができるのだろうか。我々は、主体が人との関係を保持した状態で環境内のメディアを移動することにより、遍在知を実現することができるかと考えている。なぜなら、主体が環境内の様々なメディアへ移動することによって、人と主体との関係を統一化することができるためである。これにより、様々なメディアがコミュニケーションの対象となることができ、遍在知の実現が可能になると考えられる。

Reeves らは、メディアの等式においてメディアは現実であり、人はメディアに対して、人に対する行為と似た行動をとると主張した[Reeves 96]。これより、我々は人と物が友好的関係を築くことが、遍在知においても非常に重要な点の一つであると考えた。しかし、人が物と友好的関係を築くためには時間がかかる。例えば、長年使ってきた万年筆と同じ程度の関係を、コンビニエンスストアで買ってきたボールペンとの間に築くには何年もの時間がかかる。我々は、先述した主体が人との関係を保持した状態で環境内のメディア間を移動することにより、この問題も解決することができるのではないかと考える。つまり、主体がメディア間を移動することにより、一度築かれた友好的関係を様々なメディア間で共有することができるということである。

この際に問題になることは、主体の様相の変化に依らず、築かれた関係は連続するかどうかである。例えば、携帯電話をメディアとして存在していた主体が、テーブルランプへ移動したとする。この際、主体は携帯電話からランプへと大きく様相を変化

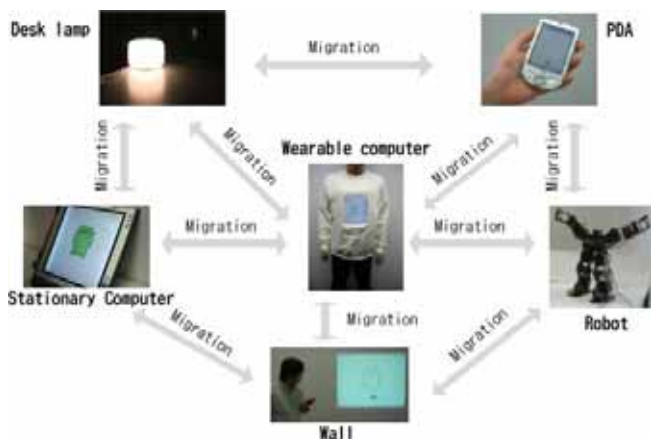


図 1: ITACO システムのコンセプト図

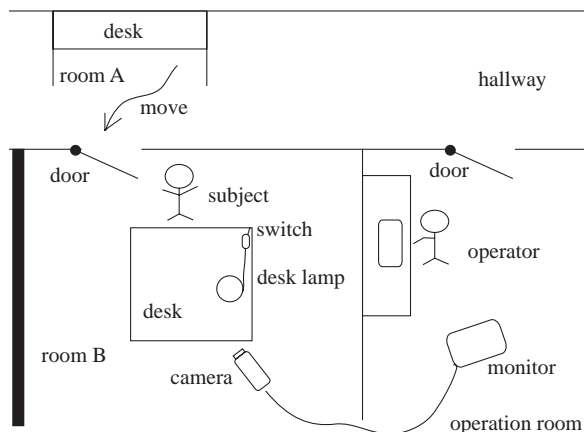


図 3: 実験環境

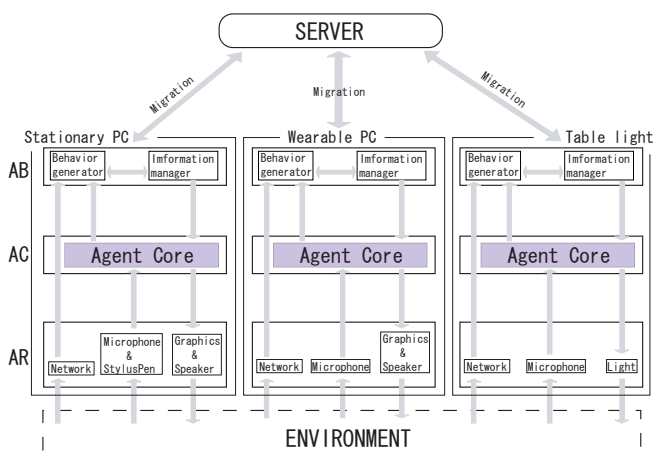


図 2: ITACO システムのソフトウェア構成

させている。人間と主体との関係は、この様な大きな様相の変化に耐えることができるのだろうか。小野[Ono 00]の研究では、エージェントがロボットへ移動することにより、人とエージェントとの関係を、ロボットへ移動させることを検証した。しかしここでは、エージェントの様相は変化していない。様相の変化を考慮に入れなければ、移動の条件は限定されてしまう。

我々は、その関係の強さにもよるが、たとえ様相が変化しても関係は持続されると考えている。言い換えると、人は様相の変化によらず、主体を同一な人格であると感じることができることである。この仮説は遍在知の実現にとって、最も重要な点であると考えており、本稿では、心理実験によってこの仮説を実証する。

3. ITACO システム

3.1 システム概要

ITACO システムは、遍在知の概念に基づいた、ユーザに対してコンテキストに応じた適切な支援を行うエージェントシステムである。エージェントは日常的なユーザとのインタラクションにより、ユーザの趣味や行動の傾向などを蓄える。そして、それらの個人情報に基づいて、各ユーザに特化した様々な支援を行う。図 1 に ITACO システムのコンセプトを示す。例えば、エージェントは外出する時にウェアラブルコンピュータへ移動し、スケジュールや公共交通機関の情報などをユーザに与え、帰宅したらライトへ移動し電気を付けるといった、ユーザの日常的なあらゆる行動を支援する。本稿では、限定された条件下において動作

する ITACO システムを試作した。具体的には、タブレット PC 上に存在するエージェントが、ユーザとのインタラクションによって様々な情報を得た上で、ウェアラブルコンピュータや、テーブルランプへ移動する。以下に試作した ITACO システムのシステム構成を記述する。

3.2 ハードウェア構成

本システムのハードウェア構成は、タブレット PC、トレーナーに内蔵した PC(ウェアラブルコンピュータ)、テーブルランプ、貼り付け型スピーカ及び、エージェントの挙動を統括するサーバー機によって構成されている。また、それぞれのクライアントは無線 LAN によって相互に接続されている。

3.3 ソフトウェア構成

本システムのソフトウェア構成は、エージェントリソース(AR)、エージェントコア(AC)、エージェントビヘイビア(AB)と各クライアントを統括するサーバーによって構成されている(図 2)。また、すべてのクライアント及びサーバーは無線 LAN によって接続されている。AR は、その時エージェントが利用できるハードウェアリソースを用いて、環境と対話するレイヤーである。AC は、AR から伝えられた情報を、エージェントの保持している情報と照らし合わせた情報へ処理するレイヤーである。AB は AC によって処理された情報を元に、実際に行動を起こすレイヤーである。これらのレイヤーが相互に情報をやりとりすることにより、エージェントは各クライアントへ移動し、その場所での AR を用いて、ランプを点灯するなど、なんらかの意味のある行動を起こすことができる。

4. 実験

本研究において試作した ITACO システムを用いてエージェントのメディア間移動による関係の連続性の有無を検証した。これにより、遍在知の妥当性を検証し、ITACO システムの実現可能性を示すことができると考える。

4.1 実験方法

本実験では、エージェントの様相の変化による、関係の連続性の有無に関して調べる。具体的な実験方法としては、被験者とインタラクションを行ったエージェントがウェアラブルコンピュータへ移動し、その後エージェントがテーブルランプへ移動する。一定時間経過後、そのテーブルランプのスイッチを被験者の手によって消してもらい、この際の、エージェントに対する被験者の主観評価をした。

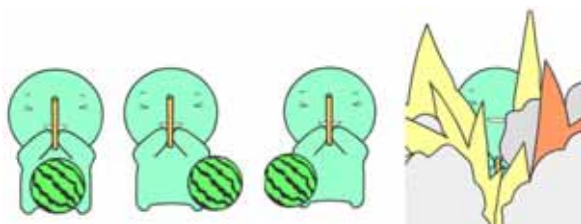


図 4: インタラクションの例(スイカ割り)



図 5: タブレット PC からウェアラブルコンピュータへのエージェントの移動(左から右)



図 6: ウェアラブルコンピュータからライトへの移動(左から右)

実験準備

事前のインタラクションをとるための実験室 A と、実際の実験を行う実験室 B、合計2部屋用意する。実験室 A にはインタラクションのためのタブレット PC が用意されている。実験室 B にはエージェントが移動するためのテーブルランプが用意されている。また、実験室 B は薄暗くしておく。被験者には、胸にタブレット PC を装着してもらった。

実験環境

本実験は、公立はこだて未来大学の研究室及び、研究室裏の廊下にて行った。また、事前のインタラクションを行う実験室 A を研究室裏の廊下へ、またエージェントがテーブルランプへ移動する実験室 B を研究室へ、それぞれ配置した。図 3 に実験環境のイメージ示す。

実験条件

実験室 B においてのエージェントの移動方法に関して、以下の2条件を設けた。

- S1: エージェントが胸のタブレット PC から消えて、テーブルランプが点灯する。
- S2: エージェントが胸のタブレット PC から消えずに、テーブルランプが点灯する。

また、被験者の人数は、両条件共に公立はこだて未来大学の学生 10 人に対して行った。

4.2 実験手続き

実験の手続きは以下の通りである。

1. 胸にタブレット PC を装着することのできるトレーナーを着てもらい、タブレット PC を装着する。その後、実験室 A へ案内する。
2. 実験開始前に、実験室 A にて、「最初はこの画面内にいるキャラクターと遊んで下さい。その後、別室へ移動してもらいます。そのタイミングはこのキャラクターが教えてくれます。」と被験者に伝える。

表 1: 分散分析の結果

| Condition | Q1 | Q2 | Q3 |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| S1 | 1.9(1.45) | 2.4(1.28) | 3.2(1.54) |
| S2 | 1.2(1.60) | 1.6(0.80) | 1.4(0.86) |
| ANOVA results | F = 1.8 P = .196(n.s.) | F = 2.53 P = 0.129(n.s.) | F = 9.72 P = 0.006(**) |

3. 実験室 A にて、エージェントとインタラクションを行ってもらう(図 4)。
4. エージェントが「今からお出かけするんだよね？私も行く」と発話し、被験者の胸のタブレット PC へ移動する(図 5)。エージェントが胸のタブレット PC から「レッツゴー」と発話する。
5. 実験室 B へ案内し、「ここでしばらく待機していて下さい。暇つぶしに本を置いておきます。」と被験者に伝える。
6. 一定時間経過後、エージェントが「なんだか暗いね。明るくしてあげるね」と発話する。その後、条件 S1 では、胸のタブレット PC からエージェントが消え、テーブルランプが点灯する(図 6)。条件 S2 では、胸のタブレット PC から消えずにテーブルランプが点灯する。点灯後、エージェントが条件 S1 ではテーブルランプから、条件 S2 では胸のタブレット PC から「明るくなった？」と発話する。
7. 第三者が実験室 B へ入り、被験者に対して「テーブルランプのスイッチを切って下さい」と伝える。
8. 被験者の反応を見て、実験を終了する。
9. 実験終了後、被験者に質問票に答えてもらう。

なお、手続き 7 にて、第三者に指示を伝えてもらった理由は、指示のオーソリティーを下げるためである。これにより、「テーブルランプのスイッチを切って下さい」という指示は、被験者にとって絶対の命令ではなくなり、その次の行動にある程度被験者の自主性が表れるのではないかと考える。

4.3 評価方法

エージェントへの感情移入の度合いと、関係の連続性に関して質問紙による主観評価を行った。以下の 6 評定項目によって、エージェントへの感情移入の度合いを評価する。

- Q. 1.1 愛着を感じることができましたか？
- Q. 1.2 もっと長い間遊んでいたかったですか？
- Q. 1.3 インタラクションをとりやすかったですか？
- Q. 1.4 自分の声がちゃんとキャラクターに伝わっていると感じましたか？
- Q. 1.5 自分の服のコンピュータに移ったとき、嬉しかったですか？
- Q. 1.6 部屋の移動の際、本当に一緒にお出かけした気分になりましたか？

以下の3評定項目によって、エージェントの移動による関係の連続性を評価する。

- Q. 2.1 スwitchを切る際、あなたの中に躊躇はありましたか？
- Q. 2.2 スwitchを切った後、悲しかったですか？
- Q. 2.3 あなたは自分の手でキャラクターを消し去ってしまったと感じましたか？

今回すべての質問を、「全く当てはまらない」を1、「非常に当てはまる」を5とした、5段階で評価してもらった。また、Q. 1.1 から Q. 1.6 を Q1 群、Q. 2.1 から Q. 2.3 を Q2 群とする。

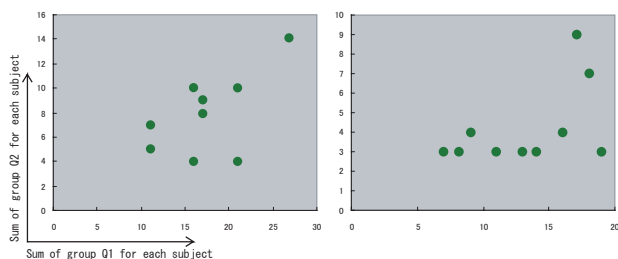


図 6: 相関図(左 S1, 右 S2)

4.4 実験の仮説と予測

関係の連続性の存在を確認することができるのなら、Q2 群の質問項目すべてにおいて、条件 S1 の方が条件 S2 よりも高い主観評価を得ることができる。

また、エージェントへの感情移入の度合いが強いほど、関係の連続性も強く働くことすれば、被験者ごとの Q1 群の合計と Q2 群の合計に正の相関を確認できると考える。

4.5 結果

本実験では、テーブルランプを消した際のエージェントに対する主観評価を測定するために実験終了後、質問紙による質問の回答を求めた。表 1 に、Q2 群の 3 評定項目の条件ごとの平均、標準偏差、及び分散分析(ANOVA)の結果を示す。エージェントへの感情移入の度合いと、関係の連続性の相関を見るために、Q1 群と Q2 群それぞれ合計した数値を各条件ごとに相関図(図 6)で表した。

Q. 2.1 から Q. 2.3 までの各項目について分散分析を行った結果、Q. 2.3 において有意な差が見られた($P < .01$)。これにより、Q. 2.3 において条件 S1, S2 間に結果の差があることが証明された。また、有意差はみられなかったが、Q. 2.1, Q. 2.2 の各条件間の平均値において差があることが確認された。

これらの結果から、被験者にとってテーブルランプのスイッチを切るという行為はエージェントの存在を消去してしまうという事実と直結したと考えたことが示唆された。しかし、Q. 2.1, Q. 2.2 に関しては有意な差がみられなかった。これは、被験者の実験後のフィードバックを引用すると、Q. 2.1 の場合、「消して下さいと言われたから消した」、「切ると、胸の PC へ戻ってくるといった、躊躇を感じる間もなくランプのスイッチを消してしまった」という意見が多くあった。これらの記述から、スイッチを切ると言う行為が瞬間的にはエージェントを消去してしまうという事実と直結しなかったことが原因であると考えられる。しかしその後、「戻ると思ったけど戻らなかったの、悲しかった」のように、スイッチを切った後に、その事実と気付いたという被験者が多く見受けられた。Q. 2.2 の場合、「どこか違う場所へ行っただけだったので、悲しくはありませんでした」「線を伝って隣の部屋へ行っただけだ」といった、自分自身の手で殺してしまったという感覚では無く、テーブルランプというエージェントの居場所を消してしまったと考えた被験者が多かった。そのため、スイッチを切るという行為が悲しみに繋がることは無かったのではないかと考えられる。

次に、被験者ごとの、Q1 群と Q2 群における主観評価の合計の相関に関して、条件 S1, S2 双方に関して相関係数を算出した。結果として相関係数 r が S1 において 0.448, S2 において 0.498 という数値が示された。これにより、S1, S2 両条件において、被験者ごとの Q1 群と Q2 群における主観評価の合計に強い正の相関関係($0.4 < r < 0.7$)があることが確認された(図 6)。

5. 考察

分析の結果から、エージェントのメディア間移動において、関係の連続性の存在を一部確認することができた。これは、各条件間における Q. 2.3 の結果に有意な差を確認することができたことから、テーブルランプのスイッチを切るという行為が、エージェントの存在を消去してしまうという意味に繋がったと考えられるためである。

また、S1, S2 両条件において、被験者ごとの Q1 群と Q2 群における主観評価の合計に正の相関があることが確認されたことから、仮説で立てたエージェントへの感情移入の度合いが強いほど、関係の連続性も強く働くことが立証された。これにより、エージェントと良好な関係を築くことは、関係の連続性を考える上で、重要な要素であることが分かった。

以上の結果から、遍在知の妥当性、実現可能性が示された。考える。遍在知の目標はコミュニケーション対象としての主体が、環境内に遍在している状態を実現することであり、そのためには関係の連続性の有無が非常に大きな意味を持つことは先述した。これに関して、本稿において実施した心理実験により、関係の連続性を立証できたことから、遍在知の実現可能性が示されたと考えられる。また、遍在知の概念を基にしたエージェントシステムである ITACO システムの妥当性も示されたと考えられる。

また、エージェントへの感情移入の度合いが強いほど、関係の連続性も強く働くことが分かったことにより、エージェントと友好な関係を構築することが、遍在知、ひいては ITACO システムの実現において非常に重要な要素の 1 つであることが分かった。

6. 結論

本稿では、遍在知の概念とそれを基にしたエージェントシステムである ITACO システムを提案した。また、今回試作した ITACO システムを用いて、関係の連続性の有無を検証するための心理実験を実施した。その結果、関係の連続性を確認することができ、遍在知の妥当性、実現可能性を示すことができた。今後は、遍在知の妥当性をさらに明らかにしていくと同時に、ITACO システムをより洗練されたシステムにしようと考えている。

参考文献

- [Ishii 97] Ishii, H. and Ullmer, B.: Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms, in Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM Press, pp. 234-241.
- [Reeves 96] B. Reeves and C. Nass: The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places., ISBN: 157586052X, Stanford Univ. CSLI Lecture Notes, 1996.
- [Ono 00] T. Ono, M. Imai and R. Nakatsu: Reading a robot's mind: a model of utterance understanding based on the theory of mind mechanism, Advanced Robotics, Vol. 14, No. 4, pp.311-326.