

ソフトウェアエージェントにおける物理世界への気づき Can Software Agents be Aware of the Physical World?

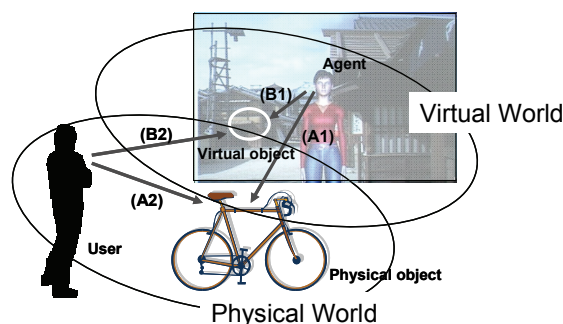
中野 有紀子*¹
Nakano I. Yukiko

*¹ 成蹊大学理工学部情報科学科
Faculty of Science and Technology, Seikei University

This paper discusses how virtual agents can naturally interact with human users who inhabit the physical world. Since virtual agents inhabit the virtual world, sharing communication situation with human users is not very easy. We think this is an essential disadvantage of virtual agents, and present conversational agents that can be aware of user's activities: what the user is doing in the physical world as well as towards the virtual world. Finally, we report our user study, and show that the agent's awareness of the user in the physical world improves the user's impression to the agent.

1. はじめに

HAI (Human-Agent Interaction)において、エージェントとなる人工物の研究として、画面上のアニメーションキャラクタにより具現化されるソフトウェアエージェントや、物理的な世界に存在するロボット、特にコミュニケーションロボットの研究が進められている。本稿では、特に、ソフトウェアエージェントを取り上げ、その長所、短所を分析するとともに、短所を補う機能として、物理世界のユーザの行動に気づくことが重要であることを実験データに基づき議論する。



2. ソフトウェアエージェントの特性

2.1 ロボットとの比較

ソフトウェアエージェントとロボットとの決定的な違いは、すむ世界である。物理的な世界にすむロボットに対して、ソフトウェアエージェントは仮想世界、コンピュータの世界にすんでいる。従って、システムの構成素となるソフトウェアエージェントは情報の世界を自由に変更することができる。この特性は、ソフトウェアエージェントにはどのようなアプリケーションが適しているのかを考える上で考慮すべき点である。例えば、画面内の表示を自由に変更することにより、視覚的な情報を統合して効果的な情報提供を行うエージェント、現実には実現しない世界を仮想世界に構築して、そこでの案内役としてふるまうエージェント等は有効であると考えられる。

その半面、ソフトウェアエージェントは、コミュニケーション相手となる物理世界にすむユーザと場を共有することができないが、物理世界にすむロボットには可能である。この点に着目すると、物理世界のユーザの行動を感知できることがソフトウェアエージェントを用いた HAI のカギになると考えられる。

2.2 エージェントによる 2 つの世界へのかかわり

情報の世界に存在するソフトウェアエージェントと物理世界に存在する人とのコミュニケーションにおいて、ある対象物を共有しながら会話を行うことを想定すると、図 1 に示す 4 つの場合が考えられる[1]。

(A) 物理世界へのかかわり

連絡先: 中野有紀子, 成蹊大学理工学部情報科学科
〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-3-1
e-mail: y.nakano@st.seikei.ac.jp

図 1 : HAI における 2 つの世界

- (A1) エージェントによる物理世界の対象物へのかかわり
- (A2) ユーザによる物理世界の対象物へのかかわり
- (B) 仮想世界へのかかわり
 - (B1) エージェントによる仮想世界の対象物へのかかわり
 - (B2) ユーザによる仮想世界の対象物へのかかわり

(A) の物理世界へのかかわりに関しては、人は物理世界に存在するので、(A2)は容易に行えるが、エージェントは仮想世界に存在するので、物理世界にある対象物を移動したり、操作する(A1)を行うことはできない。先述したように、ロボットは物理世界に存在するので、理論的には(A1)は可能である。しかし、現状ではロボットによる物体の操作は制限が多い。

(B)は仮想世界へのかかわりについてである。システムの一部として動作するエージェントは仮想世界を自由に変更することができるので、(B1)はほぼ無制限といってもよいであろう。現実世界では不可能なことも仮想世界で表現することができる。逆に、物理的世界にすむ人が仮想世界を操作することは直接的にはできないが、画面を見ることにより仮想世界に参加している。

ユーザとエージェントとの自然なコミュニケーションを実現するには、ソフトウェアエージェントのすむ仮想世界とユーザのすむ物理的世界の断絶を軽減し、これらの 2 つの世界をシームレスにつなぐ技術が必要になると考え、我々は、特に、エージェントがユーザの行動を感知することにより、つまり(A2)、(B2)の行動を認識し、それを HAI に取り入れることにより、ユーザとエージェントとのコミュニケーションの場の統合を目指してきた。

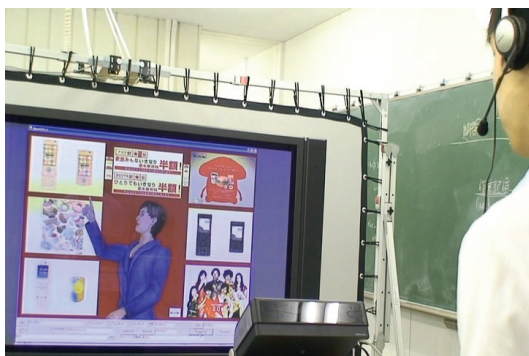


図 2: ユーザとエージェントのインタラクション

3. エージェントによる物理世界への気づき

Cassell らは、物理的世界に存在する紙の地図をセンサーが敷かれたテーブルに置き、ユーザがその地図をスタイラスペンでポインティングすると、システムがユーザの地図への操作を認識し、それをエージェントの行動決定に利用する会話エージェント MACK を開発している[2].

一方、ユーザによる仮想世界への働きかけを認識するエージェントとして、我々は IPOC を開発した[1]. このシステムでは、ヘッドトラックを利用して、頭部の位置と回転角度からユーザの注意が画面中のどの領域に向けられているかを認識し、その情報からユーザの興味対象等を推定し、会話制御部ではこれらの情報に基づき、エージェントの行動決定や会話制御を行っている.

さらにこれを発展させ、石井ら[3]は、アイトラッカから得られる注視行動のパターンからユーザがエージェントとの会話に積極的に参加しているか否かを推定する機構を開発した. この機構を対話制御機構に組み込み、会話参加態度の推定結果から、エージェントの行動決定を行うシステムの開発を進めている. 図 2 に、本システムを用いたユーザとエージェントとのインタラクションの様子を示す.

例えば、ユーザが会話に飽きているという判定が得られると、システム(エージェント)がユーザに、「何か質問はありますか」、「他の××について説明しますか」のような問いかけを行う. このような問いかけをきっかけとして、ユーザが話題を変えたり、質問をする機会を与えている.

4. HAI における効果の検証

では、エージェントが物理世界のユーザに対して何らかの気づきを示すことにより、人とエージェントとのインタラクションに、どのような効果が生じるのだろうか. そこで、会話参加態度推定の効果についてのユーザスタディの結果を報告する.

実験では、会話参加態度の推定は自動で行うが、エージェントの動作ならびに発話は Wizard-of-Oz システムによって制御した. これは、音声認識誤りなどによる会話の失敗を想定しない状況で、会話参加態度推定の効果について調べるためである. 実験条件は以下の 2 つであり、各被験者が両方を行う被験者内の実験デザインを採用した.

- **実験条件:** 会話参加態度推定機構によってユーザが逸脱した会話参加態度であると推定されたとき、次発話でユーザの様子を伺う発話を生成
- **対照条件:** 8 発話ごとにユーザの様子を伺う発話を生成

7 項目に関して、リッカート法による 6 段階(1~6 点)の主観評価を行った結果を図 3 に示す.

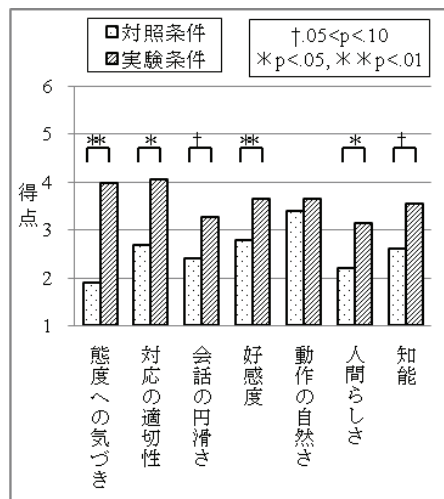


図 3: 主観評価の結果

まず、態度への気づきに関して、実験条件の評価が有意に高いことから、エージェントがユーザの様子に気づいていることをユーザが気づいていることがわかる. エージェントからの声かけのタイミングが良いことにより、応答が適切である、会話が円滑である ($t(6) = 2.26; .05 < p < .10$) という評価も得られている.

さらに、エージェントのアニメーション、音声とも両条件でまったく同じであるにもかかわらず、好感度や人間らしさといったエージェントの全体的な印象が向上している点は興味深い (好感度 $\rightarrow t(6) = 3.83; p < .01$, 人間らしさ $\rightarrow t(6) = 3.34; p < .05$). また、エージェントの発話内容、つまり、提供している情報も全く同じであったにもかかわらず、知能についても評価が高くなる傾向がある ($t(6) = 2.22; .05 < p < .10$). このように、エージェントが物理的世界にいるユーザの様子に気づいていることを示すことにより、エージェントに対する印象が大きく向上することがわかった. この結果は、エージェントによる物理的世界へのかかわりの重要性を示唆するものである.

5. まとめ

本稿では、人とソフトウェアエージェントとの自然なコミュニケーションを実現するために、エージェントが物理世界に住むユーザの行動を感知することが有効であることを示した. ソフトウェアエージェントが情報世界とのインタフェースとしてより有効に働き、ユーザを情報の世界にいざなってくれる存在になるためには、仮想世界と物理世界の断絶をなくしたコミュニケーションの場を創り出すことが重要であると考えられる.

参考文献

1. Nakano, Y.I. and Nishida, T., *Attentional Behaviors as Nonverbal Communicative Signals in Situated Interactions with Conversational Agents*, in *Engineering Approaches to Conversational Informatics*, T. Nishida, Editor. 2007, John Wiley & Sons Inc.
2. Cassell, J., et al. *MACK: Media lab Autonomous Conversational Kiosk*. in *Imagina02*. 2002. Monte Carlo.
3. 石井亮 中野有紀子, ユーザの注視行動に基づく会話参加態度の推定—会話エージェントにおける適応的会話制御に向けて—. 情報処理学会論文誌, 2008. 49(12).