

連続タスクにおける重視要因の発展的推定によるエージェントへの 信憑性印象の向上

Improvement of an Agent's Believability by Continuous Estimation of Emphasizing Points

堀井 荘志 大本 義正 西田 豊明
Horii Soshi Ohmoto Yoshimasa Nishida Toyooki

京都大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics Kyoto University

The objective of this research is to develop an agent which enables a long-term communication with a human by overcoming the existing problem of lack of mutual understanding. This research takes the following approach. First, a human and an agent communicate their opinions on mutually dependent multiple tasks with each other, which shapes the common ground that they share. When the agent builds the preference structure together with the human using the emphasizing points gained during the interaction, it consistently shows to him/her that it is listening to his/her opinions and is taking them into consideration, which promotes mutual understanding. It is expected that the human and the agent grow to understand each other more and more deeply in the process of building the preference structure together. I conducted an experiment comparing two different models. He suggested approach contribute motivated attitude and humanity of the agent, the likelihood to agree.

1. はじめに

近年、ユーザと対話・やり取りを行う対話型ロボットや対話型エージェントの開発が進められている。しかし、人間同士で関係性を築いていくことと同様の手順で、人間とロボット・エージェントが関係性を築いていくことは困難であるのが現状である。人間を相手にした対話の場合、相手の持つ情報や関係性に依存する形で相手から得た情報を取捨選択するのに対し、エージェントと対話を行う場合は、エージェントから引き出された情報はあくまでも自分の手で得た情報であるという域を出ておらず、エージェントの発言内容を信じるか否かという段階にまでは至っていない。すなわち、このような状態では人間側のみが対話に主体性を持つため、エージェントの意見が意見として受け入れられず、エージェント側には主体性が認められていない。そこで、本研究では互いに主体性を持って議論できるエージェントの実現を目指した。エージェントが人間にとって情報検索のツールとしてだけでなく、相談相手として見てもらえるエージェントの実現を目標とした。

人間同士がそれぞれ関係性を構築し交流を獲得するためには、コミュニケーションの過程で趣味・嗜好・性格・所属などが持つ情報を伝え、互いに理解し合うことが求められる。日常的な例として、学校や会社が挙げられる。学校や会社などのコミュニティにおいては、そこに所属する人間全てがある共通のコングラウンドを共有しているため、他のコミュニティに属している人間よりもコミュニケーションのきっかけがつかみやすく、関係性を築きやすいと考えられる。そこからさらに、継続的にコミュニケーションを繰り返していくプロセスを積み上げることで、より深い関係性へと繋がっていく。したがって、人間が他者と関係性を深めていくために必要な条件としては、なんらかのコングラウンドを共有していること、互いが互いを理解しようとする姿勢を取ること、コミュニケーションのプロセスが積み上げられていくことが挙げられる。人間とロボット・エージェントが人間を相手にする場合と同様の過程で関係性を獲得することが困難であることの要因として、人間

とロボット・エージェントの間には共有しているコングラウンドがはじめから存在していないため、人間側がどのようなコミュニケーションを取ればよいのかわからなくなることが挙げられる。本研究ではこのような問題を解決するため、人間とエージェントが共同で行うタスクを連続して複数行うことで、人間とエージェント間でのコングラウンドの共有を目指す。その間エージェントに相互理解を深めようという一貫した主体性を持った行動をユーザにはたらきかけることで、エージェントの姿勢をユーザ側に認識してもらうことを目指す。エージェントがユーザのことを理解しようとしている姿勢をあらゆるタスクにおいて一貫して示すことで、エージェントの言動に信憑性を持たせることができ、ユーザ側にも自分のことを理解してもらおうとエージェントへはたらきかけることをねらう。そして、複数のタスク間でのインタラクションを通じてコミュニケーションのプロセスを積み上げていくことで、人間とエージェントの関係性の獲得を目指す。

本研究の目標は「人間とエージェント間の相互理解が不十分であるために、持続したインタラクションが困難であるという問題を改善するエージェントの実現」である。人間とエージェントの間で相互理解を深めるためには、まずエージェント側から人間のことを理解するシステムが必要である。すなわち、人間が考えている意図や欲求を引き出し、利用するという考えである。人間がどのような嗜好を持っているかについてを推定する研究は過去に行われており [1][2]、既存の手法である意思決定支援対話型エージェントなどがそれにあたる [3]。ただし、この手法はあくまでもユーザの様子から判断してユーザの嗜好に沿う情報刺激を与えているものであり、エージェントが人間と相互理解を深めるという働きかけは行っていない。相互理解を深めない状態でのインタラクションでは人間側がエージェントのことを相談相手として見ることは困難であり、検索システムや音声認識インタフェースのような利用法に終始することが考えられる。そのため、本研究では人間とエージェント間で選好構造を構築するタスクを通じて相互理解を深めるという方法でアプローチすることを考えた。インタラクションプロセスを積み重ねるごとに、得られた重視要因から選好構造が次々と変化していくことでエージェントと人間の間で共通の認識が

生まれることを期待し、相談相手として見てもらえるようになるエージェントの実現を目指した。

2. 重視要因推定・保持モデルの提案

2.1 重視要因推定

本研究で用いるモデルでは、あるフェーズにおけるユーザとのインタラクションで得られた重視要因を別のフェーズにも利用するという手法を用いているため、ユーザの重視要因がある程度正確に把握しておく必要がある。本研究では、重視要因推定には片岡 [4] の発散収束対話リズムモデルをベースとしたものを採用した。このモデルをベースに、ユーザの選好構造がおおよそ構築出来たかどうかを判断し、構築が出来たと判断された場合には選好候補を絞り込み（収束）、構築が出来ないと判断された場合はユーザの思考を促す提案に切り替える（発散）。発散手法は、重視しなければならない要因を決定するために幅広い提案を行いユーザに思考を促す手法である。収束手法は、重視しなければならない要因を決定したうえで、その中の候補から細かい要素の比較・調整を行う手法である。重視要因推定モデルを用いることで、ユーザの意向に沿った提案を行うことが期待できる。

2.2 重視要因推定・保持モデル

重視要因推定・保持モデルとは、エージェントがユーザとのインタラクションで得られた重視要因を同ユーザと行う他のインタラクションでも適用させる手法である。従来の手法とのモデル比較を図 1 に示す。提案手法では他のタスクで得られた重視要因を保持し、別のタスクを行う際にもデータベースに重視要因の情報を残している。重視要因推定・保持モデルで推定したユーザの重視要因を他のインタラクションに用いることで、エージェントがユーザの意向を汲み取ったうえで発話・提案を行おうとしている意図をユーザに認識させることを期待できる。インタラクションプロセスを重ねていくにつれ、徐々にエージェントがユーザのことを理解し、ユーザもまたエージェントが一貫した考えを持ってユーザに対し発話・提案してくれているのだと感じさせる。こうすることで、十分なインタラクションを積み重ねたからこそ、エージェントが信憑性の高い発話・提案をしているのだとユーザが実感することを狙う。本研究で扱う重視要因保持モデルの特性上、扱うタスク領域には、複数のタスクが存在しそれらがひとまとまりになっており、かつ各タスク間で依存関係にあるものが望ましい。ひとつのタスクから獲得した重視要因を別のタスクにも適用させるためである。

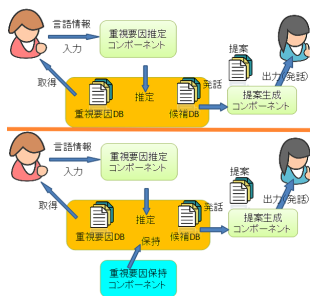


図 1: モデル比較

2.3 発展的推定

本研究における発展的推定とは、複数のタスクを行った際に各タスクでの選択により他のタスクの選択にも影響が見られ

る場合、過去のタスクで得られた結果すなわち重視要因を利用して次回以降の推定にも用いることを指す。後述の家具・家電の購入および配置タスクをもとにした発展的推定の例を図 2 に示す。図の例では、モデルありの場合は複数の購入フェーズでのエージェントとの対話を通じて、テレビ・クッション・小さな机、また椅子・作業机がそれぞれユーザにとって依存関係にあることが推定された場合、それらの関係性を反映した結果を重視要因を保持することで設置フェーズに反映させている。モデルなしの場合は購入フェーズ間でユーザの情報がリセットされているため、設置フェーズでユーザの望んだ意図通りに設置することは困難であると考えられる。

ユーザが持つ重視要因が各タスクの結果と結び付けられることで、エージェントは全てのタスクを通じ一貫した目的や態度を取り続けることが出来る。そうすることで、エージェントがユーザにスムーズな提案や対話を行うことを期待する。

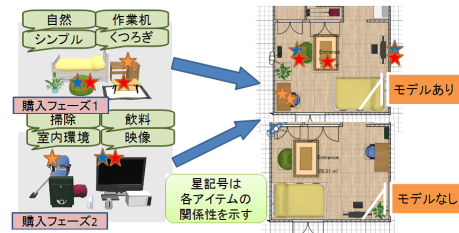


図 2: 発展的推定

3. モデルの評価実験

3.1 評価実験タスク

本研究では、タスクとして「家具・家電の購入および配置タスク」を用いた。ユーザが新しくワンルームの部屋を借りたという設定で、エージェントを用いて参加者に家具や家電のセットの提案および購入、そして購入した家具や家電を 3D モデル環境に配置させるまでの流れを相談し決定するシミュレーションタスクである。図 3 に本研究のタスクに用いた部屋の間取りの例を示す。ユーザは図 3 の部屋を新たに借りたことを想定して、エージェントと相談しながら部屋のコーディネイトを行う。部屋のコーディネイトのシステムには泉ら [5] が事例ベース推論と制約充足問題を用いて、伴場ら [6] らが対話型進化法という手法を用いた支援システムを行っているが、本研究では重視要因推定・保持モデルを用いて行った。本研究で扱うタスク領域には、複数のタスクが存在しその中のひとつのタスクから獲得したユーザの重視要因を別のタスクにも適用可能なものが望ましい。本タスクは家具・家電などのアイテム、およびそのアイテムを設置する部屋の環境との間にそれぞれ依存関係を持っており、かつ購入フェーズと設置フェーズという複数のタスクが設定できる。また、実験参加者を募るにあたり一人暮らしや引っ越しを経験していたり、将来的な想定をしている実験参加者が大半であると予想されるため、実験参加者自身が自分とは関係のない話とは考えずに、モチベーションを持って相談に応じることが期待できる。以上の理由により、「家具・家電の購入および配置タスク」は本研究のタスクとして適していると考えられる。実験は商品を購入する購入フェーズ A（家具等）および購入フェーズ B（家電、椅子等）と、購入した商品を部屋に設置する設置フェーズの 3 つのフェーズで構成されている。予備実験 2 で用いるエージェントは購入フェーズ A, B で得られた参加者の重視要因を保持し、設置フェーズで

反映させる仕組みをとっている。対照群として用いるエージェントは重視要因推定のみを行い、重視要因はタスクを終えるごとにリセットされる。

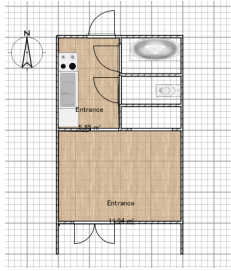


図 3: 3D ルームの間取り

3.2 評価実験環境

実験環境を図 4 に示す。実験は計 21 人に対して実施した。対象は本学学生で、年齢は 19~31 歳（平均年齢 22.95 歳）だった。男女の内訳は男性 16 人、女性 5 人であった。21 人のうち 11 人（20~31 歳、平均年齢 23.5 歳）は重視要因を推定し保持したモデルを、残りの 10 人（20~24 歳、平均年齢 22.3 歳）は重視要因推定のみを行い、各フェーズごとにリセットしたモデルで行った。

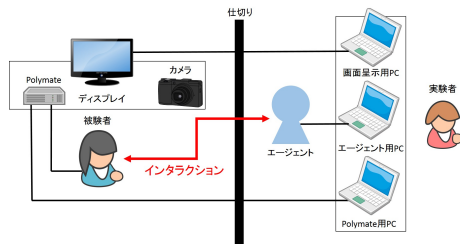


図 4: 実験環境

3.3 実験目的

本実験の目的は、本研究で提案した重視要因推定・保持モデルがエージェントと人間と共同で選好構造を構築し、相互理解を深めることが出来たかどうかを確認することである。対照実験である重視要因推定のみモデルは、各フェーズで適宜意図を伝えることでユーザの要求を満たせるとされる手法であるが、フェーズごとに一から重視要因の選好構造を共同構築せねばならず、インタラクションプロセスを重ね相互理解を深めることは困難であると予想される。エージェントを単なる検索エンジンや音声認識インタフェースの一環として捉えるか、相互理解を深められる相手として存在できるかを確かめた。

3.4 実験結果

まず、本実験においてモデルの有無によって生まれた差は、設置フェーズにおける提案回数の変化であった。ひとつ前の購入フェーズと設置フェーズでの提案回数の差を図 5 に示す。この図から、モデルありの場合はひとつ前の購入フェーズから設置フェーズに移行する際、エージェントの提案回数が有意に減少しており、モデルなしでは有意な差が出ていないことがわかる。すなわち、設置フェーズにおいてはモデルありのほうがより少ないやり取りで実験者の納得を得られたことがわかった。また、設置フェーズにおけるモデル別提案回数の差（図 6）においても、提案回数はモデルありのほうが少ないという有意

傾向が得られた。次に、本実験についてのアンケートについて記述する。本実験では実験参加者に 16 の項目について 7 段階のリッカート尺度（とてもそう思う：1，まったくそう思わない：7）と自由記述で回答してもらった。アンケート内容は実験内でのインタラクションに対する印象について様々な角度から尋ねたものである。収集したアンケート結果の分析をマンホイットニーの U 検定を用いて行ったところ、エージェントの一生懸命さに有意傾向が見られ、エージェントの人間らしさ、エージェントと意見を合わせるかという点で有意差が見られた。主なアンケート結果を表 1 に示す。ユーザの満足度については評価値の平均値は実験群 2.27、対照群 2.4 と共に満足しているという結果が得られ、有意差は見られないと言える結果となった。このことから、実験群でも対照群でもエージェントと十分相談を行えたとユーザが判断し、満足度は一定の位置に落ち着いたと考えられる。モデルありにおいても、提案回数に差が出ている状態でも満足度は変化しなかったため、提案回数を減らしつつ満足度を保持していることが伺える。また、ユーザがエージェントに迎合せず、意見を合わせようとはしなかったこともアンケート結果から伺える。これは、実験群の参加者はエージェントに意見を言えば反映してもらえると理解したため、気兼ねなく自分の意見を述べることができたから差が見られたと考えられる。一方、対照群では参加者が受け身になる傾向に陥りやすいと考えられ、自分の意見が反映されなかった、あるいはエージェント側が忘れたと参加者が判断して、意見を伝えることを控えてしまい、エージェントの言われるがままに従ってしまうケースが増えたと考えられる。また、エージェントの人間らしさについては、有意水準 5 パーセントの両側検定において $p=0.0353$ となったため、提案モデルの適応有無に有意な差があったと考えられる。実験群に見られた回答として「自分が言ったことを理解している」「受け答えがスムーズ」などといった回答がある一方、対照群では「以前の意見を覚えていない」「受け答えが不自然」といった提案モデルの差について言及されていた回答を頂いた。よって、エージェントの人間らしさを高める為に提案モデルの適応は効果的な手法であると考慮される。エージェントの一生懸命さにおいても両側検定において $p=0.0870$ となったため、提案モデルの適応有無に有意傾向が見られたと考えられる。本来感情の概念を持たないエージェントに対して、感情面の評価で有意傾向の評価を得ることができた。実験群では「付き合ってくれている感じがした」「言った要望はすべてかなえてくれた」などの意見を、対照群では「AI なので一生懸命かどうかはわからなかった」「好き放題言ったこともあると思うが、聞いていない要望もあった」といった意見を頂いた。エージェントの人間らしさの点と同様に、提案モデルの適応による効果は見られたと考えられる。

表 1: アンケート結果

質問項目	実験群平均	対照群平均	P 値
満足度	2.273	2.400	P=0.532
人間らしさ	3.181	4.600	P=0.035+
自然さ	2.727	2.700	P=0.575
信頼度	2.545	3.100	P=0.275
一生懸命さ	2.364	3.100	P=0.087+
意見の迎合	4.545	2.700	P=0.013+

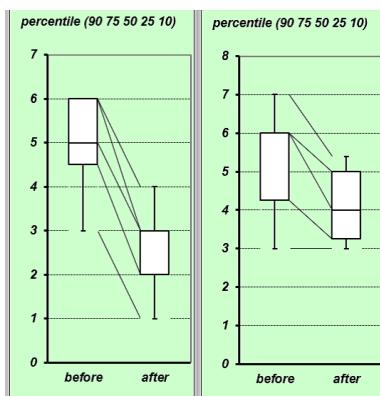


図 5: 購入→設置フェーズでの提案回数の変化 (左: モデルあり, 右: モデルなし)

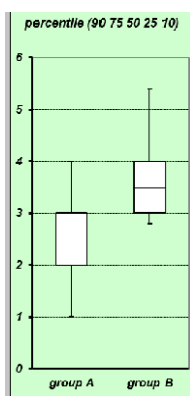


図 6: 設置フェーズでのモデル別提案回数 (左: モデルあり, 右: モデルなし)

4. 議論

本研究では、重視要因推定・保持モデルの有用性を確かめる為に本実験を行った。本実験の結果から、本研究で提案した重視要因推定・保持モデルを適用することにより、エージェントの人間らしさについての評価、および一生懸命さなどの感情的評価についてユーザに印象付けることが出来ると考えられる。そもそも感情を持たないとされるAIのエージェントについて、人間らしさや感情的な感性についての指標に差が見られたということは、エージェントを単なる非生物以上の存在として認識してくれたと考えられる。一生懸命さという姿勢がユーザに伝わったということは、エージェントはユーザのことを考えて提案してくれているということをユーザに感じさせることができたと考えられるため、本研究の表題にもある「信憑性印象の向上」に貢献することが期待できる。また、モデルを用いることでユーザの満足度を保ったまま提案回数を減少させることが出来たという点から、モデルなしに比べスムーズなやり取りが出来たことが伺える。このことは、エージェントの意図やユーザの意図が相互に理解されていたから出来たのだと考えられる。よって、重視要因推定・保持モデルがエージェントと人間と共同で嗜好構造を構築し、相互理解を深めることが出来たと言える。本実験で用いた重視要因推定・保持モデルの効果は、アンケート評価からエージェントの一生懸命さに有意傾向が見られ、エージェントの人間らしさ、エージェントと意見を合わせるかという点で有意差が見られたという点で結果に表れ

ている。

5. まとめ

本研究の将来目標は、人と持続した関係を保ち続けられるエージェントの実現である。その将来目標の中で、本研究で目指したことは「人間とエージェント間の相互理解が不十分であるという問題を解決するために、持続したインタラクションが困難であるという問題を改善するエージェントの実現」である。人間とエージェントが互いにやり取りを重ねることで、嗜好構造を共同で構築し、エージェントが人間の意見を常に聞いており反映させようとしている姿を一貫した態度として示し続けることで、エージェントと人間が相互理解を深めることを本研究の理想のプロセスとしている。本研究の理想プロセスが実現できるかどうかを確かめるため、実験参加者を募って実験を行った。参加者の考えを読み取るために重視要因を設定し、推定した重視要因を次回以降のインタラクションに引き続き用いることで、理想プロセスの実現を目指した。本実験で用いた重視要因推定・保持モデルの効果は、満足度を保持しつつ提案回数が減少されたという点に明確に表れた。アンケート評価からもエージェントの一生懸命さに有意傾向が見られ、エージェントの人間らしさ、エージェントと意見を合わせるかという点で有意差が見られたという点に表れている。

参考文献

- [1] Goetz, J., Kiesler, S. and Powers, A.: Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation, Robot and Human Interactive Communication, 2003. Proceedings. ROMAN 2003. The 12th IEEE International Workshop on, IEEE, pp. 5560 (2003).
- [2] 高玉圭樹, 佐藤史盟, 大谷雅之, 服部聖彦, 佐藤寛之, 山口智浩: 別カテゴリ商品提示による好みの明確化を促す推薦システム, 人工知能学会論文誌, Vol. 28, No. 2, pp. 210219 (2013).
- [3] Ohmoto, Y., Kataoka, M., Miyake, T. and Nishida, T.: A method to dynamically estimate emphasizing points and degree by using verbal and nonverbal information and physiological indices, Granular Computing (GrC), 2011 IEEE International Conference on, IEEE, pp. 508514 (2011).
- [4] 片岡操: 社会シグナルに基づくエージェント対話リズムモデル化によるユーザの対話姿勢誘発, 修士論文, 京都大学情報学研究科修士論文 (2014).
- [5] 泉龍樹, 小野智司, 中山茂: 事例ベース推論と制約充足問題に基づくインテリアコーディネイト, 電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, Vol. 2005, pp. 516516 (2005).
- [6] 伴場裕介, 小谷淳司, 萩原将文: 評価エージェントを用いた対話型進化計算法によるインテリアレイアウト支援システム (知的創造作業支援), 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 11, pp. 28042813 (2005).