

エージェント間インタラクションの継続的な 観察による協調関係の構築

Building Cooperative Relationship
by Continuous Observation of Interaction between Two Agents

唐崎 準也 大本 義正 西田 豊明
Junya Karasaki Yoshimasa Ohmoto Toyoaki Nishida

京都大学大学院 情報学研究科

The School of Information and Mathematical Science, Faculty of Engineering, Kyoto University

We aim to develop a cooperative relationship between people and agents through interaction. To develop this, we have to make people recognize agents as intentional being, and make people interact with agents voluntarily. So we designed two agent models. The feature is to let people observe the situation, where two agents, the superior role and the subordinate role, interact with each other in the form of questions and answers. A psychological hurdle for interaction falls down and interacts voluntarily, by a man observes the state of making question and answering. I prepared experiment tasks to evaluate the performance of proposed agents. By the experiment, I proved that these proposed methods causes psychological attitude to feel the intention of the agent and voluntary interaction, and they are useful to develop cooperative relationship with agent.

1. はじめに

1.1 背景

人とインタラクションを行うエージェントに求められている役割とは、人とエージェントがインタラクションを通して社会の様々な問題を解決することだと言える。特定の個人と密接に関わる問題を解決するために、社会的パートナーとしてのエージェントが期待されている。

そのためエージェントとの協調関係を構築する研究が求められている。協調とは、異なる環境や立場に存する複数の者が互いに助け合ったり譲り合ったりしながら同じ目標に向かって任務を遂行することと定義されている。インタラクションを通してお互いの意図を確認し、目標を達成するために協力し合えるエージェントを作成することが本研究の最終的に目指すところである。

人と協調関係を構築するエージェントを実現するためには、いくつかの問題点を解決しなければならない。その一つは人のエージェントに対する心理的姿勢についての問題である。具体的な例として、エージェントを意思のある存在だと認識せず、エージェントの意思を考慮した行動をしないというものがある。このような他者の振る舞いに対する心理的姿勢を表す表現として、設計姿勢と志向姿勢という概念が存在する [Dennett 89]。設計姿勢をとっている状態とは設計者の定めた行動原理を考えて他者を捉える姿勢であり、志向姿勢は相手が何を考えているかに注目して他者を捉える姿勢である。人がエージェントに対して設計姿勢を取っているままでは、エージェントの意思に配慮する協調関係が生まれることはない。協調関係の構築と維持を続けるためには、エージェントとの継続的なインタラクションを通して志向姿勢を誘発し、志向姿勢を維持する必要がある。

協調関係の実現には、人がエージェントに対して自発的にインタラクションを行わないという問題点も解決する必要がある。将来の関係が親密になるか否かは出会ってから 1, 2 週間程度の初期のインタラクションが重要であることが示されている [山中 94]。ことを踏まえると、人とエージェントとの協調関係

系を実現するためには、まずインタラクションを円滑に行うことができる関係を構築する必要がある。しかし初対面の人同士が会話を続けることは難しいように、人は関係を構築していない相手に対して自発的にインタラクションを行うことに抵抗を感じてしまう。特にエージェントに対してはより強い抵抗感を感じてしまうため、その心理的なハードルを取り除く手法を検討する必要がある。

エージェントは意思のある存在であると認識させ志向姿勢を取らせることと、人がエージェントに対して自発的にインタラクションを行うことは、エージェントとの協調関係を構築するために必要である。そこで本研究ではこの 2 点を達成するためのエージェントモデルを設計した。このモデルは、二人のエージェントがインタラクションを行う様子を継続的に観察させることが心理的なハードルを下げることに伴い、自発的なインタラクションを促すという仮説に基づいて設計が行われた。

1.2 関連研究

説得エージェントが被説得エージェントを説得する様子を被験者が横から漏れ聞いた場合、説得エージェントに直接説得された場合と比較して、被験者は説得方向により態度を変容する [Walster 62] [鈴木 04]。態度が変化することとして、鈴木らは人は他者の存在を基準にして自らの態度を決めることを理由としてあげている。このことから、エージェント同士が協調的なインタラクションを取る様子を横から観察させることで人も協調的な態度になると考えられる。しかしこれらの研究では人とエージェントとのインタラクションについての言及はないため、エージェントに対する自発的なインタラクションを行わせるために、どのようなインタラクションを横から観察させればよいかを考える必要がある。

プレゼンテーションの場において聴衆からの質問を促すための手法として、聴衆からの質問を求める前に「別の講演ではこのような質問があった」などと聴衆の興味がありそうな簡単な質問を話者が代弁し、それに答えるという方法が存在する [開米 16]。話者が質問の例を提示することで、聴衆は質問を行った第三者と興味が一致したことによる安心感が得られる。その結果、質問行為に対する心理的ハードルが下がり、積極的な質問を行うようになる。開米はエージェントに関わる記述は行っていないが、この手法はエージェントが行なった場合

連絡先: 唐崎 準也, 京都大学大学院情報学研究科,
karasaki@ii.ist.i.kyoto-u.ac.jp

でも人からの質問を促すことができると考えられる。

これらの研究を踏まえると、エージェントが人に向かって直接質問の例を提示する方法よりも、「質問エージェントが他のエージェントに質問する」という協調的なインタラクションの様子を横から観察させて、間接的に質問の例を提示する方が優れていると言える。なぜなら質問の例を提示して心理的ハードルを下げる効果と、エージェント同士が協調的なインタラクションを取る様子を観察させて人も協調的な態度を取らせる効果の二つを同時に行えるからである。

そこで本研究では鈴木らと開米の二つの手法を組み合わせることで、人がエージェントに対して自発的にインタラクションを働きかけるよう促し、協調的な態度を取らせることが可能かを検証する。

2. 提案モデル：協調関係構築のための2人のエージェントモデル

このモデルの要点は、二人のエージェントが質問と返答を伴うインタラクションを行うこと、その様子を観察させることで自発的なインタラクションを促すことである。

2.1 上司／部下エージェント

エージェント同士が質問とその返答を伴うインタラクションを人に観察させることで、心理的ハードルを下げ、エージェントに対して自発的なインタラクションを引き起こすためのエージェントを提案する。異なる立場であることを端的に示し、共同でタスクを行う際に違和感のない関係として、上司と部下の役割を二人のエージェントに割り当てることが適している。部下エージェントは人と同じ立場に立っており、上司エージェントは人と部下エージェントの二人よりも上の立場に立っている。

タスクにおける上司エージェントの役割は、タスク全体の流れを管理し、部下エージェントの質問に答えることでタスク遂行に必要な情報を提示することである。部下エージェントの役割は、上司エージェントに質問する様子を人に観察させることで、エージェントとのインタラクションに対する心理的ハードルを下げ、自発的なインタラクションを引き起こすことである。

2.2 インタラクションの観察

上司と部下の二人のエージェント同士は人に観察させるためのインタラクションを行う。エージェント同士が質問と返答を伴うインタラクションを行うことは前述した通りだが、この節では質問の内容について触れる。

エージェントが提示するべき質問は、人の興味を引き、簡単なものである必要がある。人がエージェントと共同でタスクを行う際、タスクに対する動機付けが適切に行われている場合、人はタスクに関わる内容に興味を示すと考えられる。そこでエージェント同士が行うインタラクションでは、部下エージェントがタスク遂行に関する疑問点を上司エージェントに尋ね、上司エージェントがそれに回答するという内容の会話を行う。

3.1 節と 3.2 節の内容をまとめたものを図1に示す。

3. 評価実験

人とエージェントとの間に協調関係を構築するにあたって、エージェント同士が質問と返答を通してインタラクションする様子を継続的に観察することで自発的なインタラクションを促す、という手法が有効であるかを検証する実験を行なった。

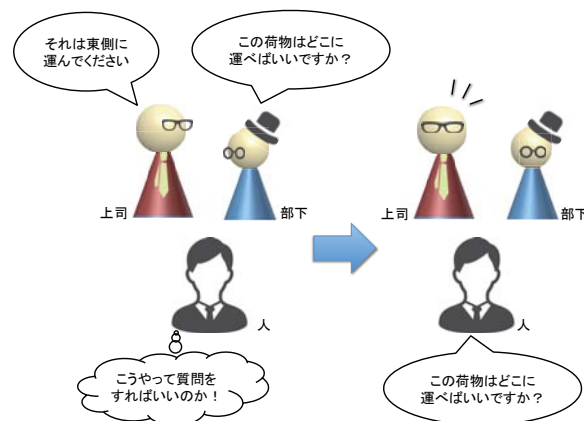


図1: エージェントを観察して自発的なインタラクションを促す様子

3.1 実験タスク

タスクには建設ゲームを用いた。前半タスクでは、エージェントが質問を行う様子を見せ、インタラクションに対する心理的ハードルを下げることで自発的なインタラクションを促し、協調関係の構築を目指す協調関係を構築する。後半タスクでは、エージェントから参加者に対する働きかけを最小限に抑えた上で、エージェントとの協調関係が維持されていたかを検証した。全体のタスクの流れを図2、各セッションで建築する家の完成予想図を図3に示す。

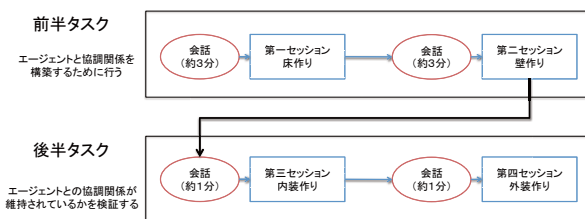


図2: タスクの流れ

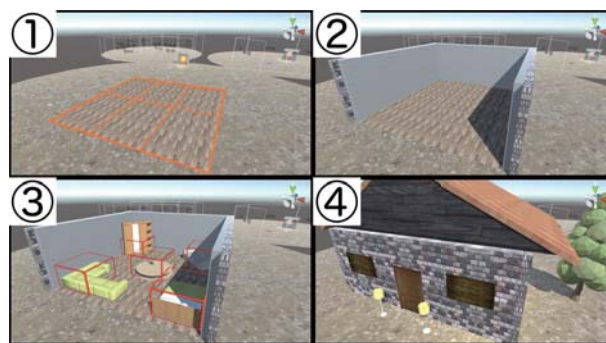


図3: 建設タスクの各セッションにおける完成図

3.1.1 ルール

プレイヤーは二人のエージェントと協力して複数の資材を正しい目的地に運び、家を建設する。資材には一人で運ぶ資材と

二人で運ぶ資材があり、二人で運ぶものはエージェントたちと協力して運ぶ必要がある。資材を運んだ種類・個数・場所に応じて、家は自動的に建築される。人とエージェントは音声による会話を行うことができる。

3.1.2 前半タスク

資材には複数の種類があり、タスクの進行状況に応じて運ぶ目的地が決められている。人はエージェントの行動や発言からそれぞれの資材の正しい目的地を推測し、運ぶ必要がある。エージェントは資材の目的地などを尋ねられたら、それに返答する。

提案エージェントの性能を評価するため、以下のエージェントを比較に用いた。

提案エージェント

部下エージェントが目的地について質問し、上司エージェントがそれに答える様子を人に観察させることで、インタラクションに対する心理的ハードルを下げる。また部下エージェントは上司エージェントの他に、人に対しても質問する。

比較対象エージェント

上司エージェントが資材の目的地などの情報を、人に直接伝える。

3.1.3 後半タスク

資材には複数の種類があり、人は好きな場所に資材を設置できる。自由度の高いタスクの中で、部下エージェントが設置場所などに関する妥当な提案と妥当でない提案を行う。それらの提案に関する反応が、実験群と対照群で変化するかを検証する。

3.2 参加者

本実験は、情報工学に携わっていないという条件で本学学生から参加者を募集した。参加者は19歳から35歳までの25人で、年齢の平均は21.60歳（分散3.274）、内男性が15人、女性が10人であった。実験群には男性7人と女性5人、対照群には男性8人と女性5人を割り当てた。

3.3 実験結果

3.3.1 参加者の発話の割合

参加者が自分の運びたい家具を伝えるための発話を行った人数を、後半タスクの各セッションごとに表1にまとめた。後半タスクにおいて実験群と対照群の人数を比較するためにカイ二乗検定を行なったところ、有意水準 $p < 0.05$ で実験群のほうが高いという有意差が見られた ($p = 0.0469, p = 0.006691$)。

第三セッション	実験群	対照群
発話あり	5	1
発話なし	7	12
第四セッション	実験群	対照群
発話あり	7	1
発話なし	5	12

表 1: 参加者が自分の運びたい家具を伝える発話を行なった人数

次に、エージェントがどの家具を運びたいかを尋ねる発話を行なった人数を、後半タスクの各セッションごとに表2にまと

めた。後半タスクにおいて実験群と対照群の人数を比較するためにカイ二乗検定を行なったところ、有意水準 $p < 0.05$ で実験群のほうが高いという有意差が見られた ($p = 0.04691$)。第四セッションにおいては有意差は見られなかった ($p = 0.2383$)。

第三セッション	実験群	対照群
発話あり	5	1
発話なし	7	12
第四セッション	実験群	対照群
発話あり	3	1
発話なし	9	12

表 2: エージェントがどの家具を運びたいかを尋ねる発話を行なった人数

3.3.2 参加者による主観評価の結果

参加者の主観評価を調査するために7段階のリッカート尺度を用いてアンケートを行った。本研究において特筆すべき以下の項目について、本実験における意味と結果を述べる。

1. 外装を作る際、全体のレイアウトを意識して設置したか。
(1:全く意識しなかった 7:常に意識した)

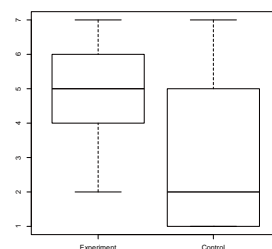
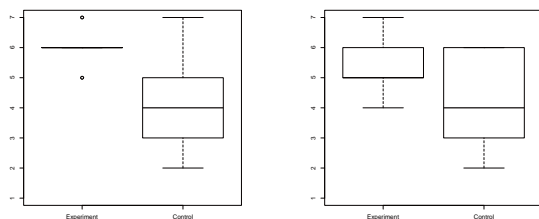


図 4: 全体のレイアウトを意識して設置したかという項目のアンケート結果

第四セッションにおける参加者のタスクに対する意欲を評価する質問である。エージェントとの協調関係が築けていればこの評価は高くなると考えられる。参加者がエージェント同士のインタラクションを模倣を行なった実験群と行わなかった対照群のアンケート結果においてマン・ホイットニーの U 検定を行なったところ、有意水準 $p < 0.05$ で実験群のほうが高いという有意差が見られた ($p = 0.04338$) (図 4)。

2. 上司役のエージェントに対してどのくらい好感を感じたか。
3. 部下役のエージェントに対してどのくらい好感を感じたか。
(1:全く好感を得なかった 7:非常に好感を得た)

エージェントに対する好感度を評価する質問である。エージェントと協調関係を築けている場合、エージェントに対する仲間意識は高まるはずであり、エージェントに対する好感度は高くなると予想される。実験群と対照群のアンケート結果においてマン・ホイットニーの U 検定をそれぞれの項目に行なった。上司役エージェントの好感



(a) 上司役のエージェントの好感度のアンケート結果 (b) 部下役のエージェントの好感度のアンケート結果

度では、有意水準 $p < 0.01$ で実験群のほうが高いという有意差が見られた ($p = 9.103 \times 10^{-4}$) (図 5a)．部下役エージェントの好感度では、有意水準 $p < 0.10$ で実験群のほうが高いという有意傾向が見られた ($p = 0.07063$) (図 5b)．

また実験群の上司エージェントと部下エージェントの好感度で違いがあるかを調べたところ、有意水準 $p < 0.10$ で実験群のほうが高いという有意傾向が見られた ($p = 0.0887$)．

4. 完成した家にはどのくらい満足したか。
(1:全く満足しなかった 7:非常に満足した)

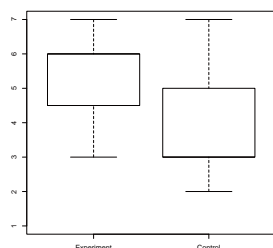


図 6: 完成した家に対する満足度のアンケート結果

完成した家の満足度を評価する質問である．タスクに対する意欲が高ければ建設作業を真摯に行い、満足する家を完成させるはずである．実験群と対照群のアンケート結果においてマン・ホイットニーの U 検定をそれぞれの項目に行なったところ、有意水準 $p < 0.05$ で実験群のほうが高いという有意差が見られた ($p = 0.04239$) (図 6)．

4. 実験考察

以上の結果を踏まえると、上司エージェントと部下エージェントの好感度は実験群の方が対照群よりも有意に高く、特に上司エージェントについてその結果が顕著に得られた．エージェントに対する好感度の高さは、エージェントと協調関係を構築する上で重要な点であるため、好感度の面から提案手法の有効性は示すことができた．ただし部下エージェントに対する好感度は変化が小さかった．その原因として、後半タスクに妥当でない提案をしたからという理由が考えられる．

参加者の意欲の評価について検証すると、実験群の方が対照群よりも有意に高かった．第四セッションの最中とタスク終了

時の両方で意欲が高いことが示されているため、前半タスクで構築した協調関係が最後まで維持されていたことが示された．

参加者の発話内容について検証を行う．参加者が意見を伝えるための発話を行なった人数は有意な差があった．一方でエージェントの意見を尋ねる発話を行なった人数は、第三セッションでは有意な差があったものの、第四セッションでは実験群と対照群とともに人数が減り、有意差が見られなくなった．この原因は、後半タスクではエージェントは人に追従する動作をする場面が多く、参加者がエージェントの行動意図をあまり感じられなくなったからだと考えられる．この問題を解消するためには、エージェントに目的志向性を持たせてエージェント自身の意思を示す動作を増やす、などの手法が考えられる．

5. 結論

本研究ではエージェントと協調関係を構築するために、エージェントを意思のある存在だと思わせることと、人がエージェントに対して自発的にインタラクションを試みることを目指した．そのために、二人のエージェント同士で行うインタラクションを観察させることでインタラクションに対する心理的ハードルを下げ、エージェントに対する自発的なインタラクションを引き起こす手法を提案した．

評価実験の結果、実験群では自発的なインタラクションを行う人数が増加し、エージェントに対する好感度の向上や相手の意思に配慮した発言の増加も見られた．これらのことから、提案手法によって協調関係の構築と維持が可能であることが示唆される．

今後の課題として、エージェントに対する配慮を長期にわたるタスクの終盤まで維持するための手法を研究する必要がある．そのためエージェントが何らかの目的意識を持って行動していることをより強力に提示するエージェントモデルを構成し、そのモデルがエージェントに対する配慮を長期にわたり維持するために有効であるかを検証する必要がある．

6. 謝辞

本研究は、科研費 若手研究 (B) (KAKENHI No.16K21113) の助成を受けています．

参考文献

- [Dennett 89] Dennett, D. C.: *The intentional stance*, MIT Press (1989)
- [山中 94] 山中一英 :対人関係の親密化過程における関係性の初期分化現象に関わる検討. *The Japanese Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 34, No. 2, pp. 105-115 (1994)
- [Walster 62] Walster, E., Festinger, L. :the effectiveness of “overheard” persuasive communications, *Journal of Abnormal and Social Psychology*, Vol. 65 No. 6, pp. 395-402 (1962)
- [鈴木 04] 鈴木聡, 山田誠二 :Persuasion through overheard communication by life-like agents, *Proceedings. IEEE/WIC/ACM International Conference*, pp. 225-231 (2004)
- [開米 16] 開米瑞浩 :エンジニアを説明上手にする本 相手に応じた技術情報や知識の伝え方, 翔泳社 (2016)