

複数の家電エージェントと親密関係を築く 対話システムの開発

Develop a dialogue system that establishes a close relationship with multiple Home Appliance Agents.

東野海紀¹ 宮本友樹² 片上大輔¹

Minori Tsukano¹, Tomoki Miyamoto², Daisuke Katagami¹

¹東京工芸大学工学部

¹Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

²電気通信大学大学院情報理工学研究科

²Graduate School of Information Science and Technology, University of Electro-Communications

Abstract: In this study, we aim to realize a smart home that satisfies both liveliness and intimacy by allowing users to engage in non-task-oriented dialogues with multiple home appliance agents in a smart home. For this purpose, we proposed a dialogue system that performs text dialogues with multiple home appliance agents that generate utterances considering the intimacy process, and actually implemented a GUI part, an utterance generation part, and a log management part. Experiments were then conducted to investigate the effects of increasing the number of agents on the dialogue and the agents' impressions.

1. はじめに

近年、スマートホームにおいて対話システムが普及してきている。Amazon Echo[1]や Google Nest[2]をはじめとしたスマートスピーカは、生活環境のスマート化には欠かせない存在となっている。スマートスピーカは、対話による天気やニュース等の情報提供や、スマート家電の音声操作、単なるスピーカとして音楽の再生等、様々なタスクを実行することができる。スマートスピーカの対話能力を実現しているのは、Amazon Alexa[3]や Google アシスタント[4]等の AI アシスタントである。また、スマートスピーカ以外にも、スマートフォンにおいては Amazon Alexa, Google アシスタントに加えて、Siri[5]等の AI アシスタントが利用されている。

スマートホームで主に用いられている AI アシスタントは、基本的にルールベースで発話選

択を行っている。対して、生成ベースで発話の生成を行っている対話システムとして、ChatGPT[6]が挙げられる。OpenAI[7]が 2022 年 11 月に公開した AI チャットボットである ChatGPT は、幅広い分野の質問に詳細な回答を生成できることから注目を集めた。ChatGPT は、OpenAI が提供する大規模言語モデルである GPT-3.5[8]及び GPT-4[9]を用いて、発話生成を行っている。また、OpenAI が提供する API を用いることで、GPT-3.5 や GPT-4 を用いて対話システムの開発を行うことができる。現在普及している AI アシスタントの多くは、タスク指向型対話システムであるのに対し、GPT-3.5 や GPT-4 を用いた対話システムは、非タスク指向型対話システムの特徴を持っている。

GPT-4 モデルを用いた対話システムの研究が存在する。中野ら[10]は、GPT-4 を用いて発話内容と感情・動作ラベルを生成し、その内容に基

づいて音声・表情・姿勢の制御を行う，マルチモーダル対話システムを提案している．松浦ら[11]は，GPT-4 を用いて発話生成，感情分析，対話行為分析を行い，特定のシチュエーションに応じた応答を行う対話システムを提案している．いずれの研究も，プロンプトエンジニアリングによって目的に応じたプロンプトを設計することで，大規模言語モデルによる生成を行っている．しかし，対話の適切さの評価を主に行っており，対話の賑やかさや楽しさといった印象の評価は行っていない．

スマートホームにおいて，非タスク指向型対話システムを用いることで，家電との関係性を構築する研究が存在する．杵山ら[12]は，家電のエージェント化を行い，家電と非タスク指向型対話を行うことで，家電との関係を構築する手法を提案している．しかし，非タスク指向対話の実装や，対話の印象評価は行っていない．

HAI 分野において，エージェントとの親密な関係を築く対話システムの研究が存在する．鈴木ら[13]は，社会心理学における親密化過程を用いた対話を複数のデバイスで行うマルチデバイス化対話システムを提案し，自己開示のみの場合に比べて役割行動を行った場合の方が親密な関係を形成できることを示唆している．また，役割行動を行うためのマルチデバイス化の必要性が低いことを示しており，テキストチャットのみでの役割行動の有無による比較実験の必要性を示唆している．鈴木ら[13]の研究では，複数のデバイスを用いた単一のエージェントとの対話と，単一のデバイスを用いた単一のエージェントとの対話における役割行動の効果の調査を行っている．しかし，単一のデバイスを用いた複数のエージェントとの対話における役割行動の効果の調査は行っていない．

スマートホームにおいて，エージェントとの対話を行うことによってスマートホーム環境の印象を向上させることを試みている研究は少ない．非タスク指向型対話システムを用いて，複

数の家電エージェントと親密関係を築くことで，賑やかさと親密性を満たすスマートホームを実現できる可能性がある．

本研究では，ユーザがスマートホーム内で複数の家電エージェントと非タスク指向型対話を行うことで，賑やかさと親密性を満たすスマートホームの実現を目指す．そのために，親密化過程を考慮した発話生成を行う複数の家電エージェントとテキスト対話を行う対話システムを提案する．

2. 関連研究と関連技術

2. 1 家電のエージェント化システム

スマートホームにおける対話システムの問題点の一つとして，家電を対話の対象として認知していないことにより，家電に話しかけることに不自然さを覚えるという点が挙げられる．そのため，家電という物体をエージェント化し，対話の対象として認知させる必要がある．家電をエージェント化することで，家電を対話の対象として認知させることを試みている研究が存在する．大澤ら[14]は，物体にロボットの目と腕を取り付けることで，物体の擬人化を試みている．しかし，数多く用いられている家電のすべてにこの仕組みを取り入れることは，現実的には困難である．杵山ら[12]は，対話のプラットフォームとして既存のメッセージアプリケーションを用いて，人同士のコミュニケーションに類似した方法で家電エージェントと対話を行うことで，家電との関係を構築し，家電を対話の対象として認知させることを試みている．しかし，テキストでの家電操作のみの実装にとどまっており，非タスク指向対話の実装は行っていない．

2. 2 親密化過程

2. 2. 1 親密化過程とは

下斗米[15]によると，社会心理学において，対人関係の形成から維持，進展あるいは崩壊に至るまでの過程を，親密化過程と呼ぶ．山中[16]によると，親密化過程には大別して二つの考え方が存在して

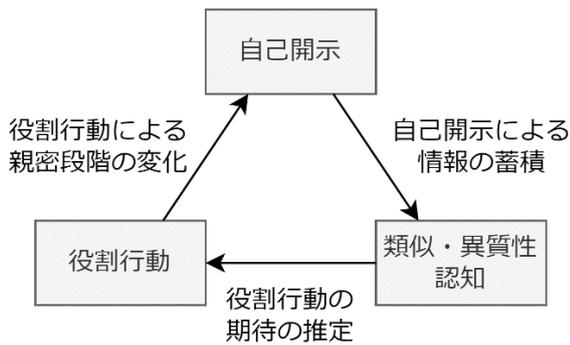


図1 親密化過程の三位相説の流れ

いる。

一つは、対人関係の親密化過程を段階的なプロセスとする考え方で、これを段階理論と呼ぶ。下斗米[15]は、段階理論において自己開示、類似・異質性認知、役割行動という3つの事象が共通的に重要視されていると示した。また、親密化過程はどの段階においても三位相によって記述できると述べ、親密化過程の三位相説を提唱している。

もう一つは、ある対人関係の親密化可能性はその形成期において決定されるという考え方で、これを初期分化と呼ぶ。山中[17]は、2カ月半後の親密さは出会ってから2週間で決定されることを示している。

2. 2. 2 親密化過程の三位相説

下斗米[15]によると、親密化過程の三位相説とは、親密化過程は自己開示、類似・異質性認知、役割行動という3つの事象によって説明できるとするものである。親密化過程の三位相説の流れを図1に示す。まず、現在の親密化段階に応じた自己開示を行い、自己開示によって得られた情報から類似・異質性認知と、それに基づいた役割行動の期待が図られ、実際に役割行動が遂行される。この時、相手が期待した役割行動が遂行できれば、満足感が高まり、親密関係の継続につながる。逆に、期待に見合った遂行ができなければ、不満感が高まり、関係が崩れる可能性もある。また、下斗米[15]は、役割行動の期待が、支援性、近接性、

自律性、娯楽性、類似性、力動性の6つの因子からなることを報告しており、期待される役割行動の種類は、親密段階によって変化することを示している。

2. 2. 3 親密化過程を用いた対話システム

Leeら[18]は、エージェントから自己開示を行うことで、ユーザが深い自己開示を行い、親密さや楽しさが向上することを示している。しかし、自己開示のみに着目しており、親密化過程の三位相説には着目していない。

鈴木ら[13]は、親密化過程の三位相説に着目し、人とエージェントが親密化過程の三位相を経ることで長期的な親密関係を築く対話システムを提案している。しかし、発話生成部は人間がシステムを操作することによる疑似的な再現にとどまっており、発話生成の実装は行っていない。

2. 3 大規模言語モデル

2. 3. 1 大規模言語モデルとは

大規模言語モデル(LLM: Large Language Models)は、大規模なデータセットを学習した言語モデルのことである。代表的なものとして、OpenAIが開発したGPT-3.5やGPT-4がある。

2. 3. 2 Chain-of-Thought Prompting

大規模言語モデルは、プロンプトと呼ばれる文章の入力から、出力となる文章の生成を行う。生成AIから望ましい出力を得るために、生成AIに入力するプロンプトを設計、最適化するスキルは、プロンプトエンジニアリングと呼ばれる。プロンプトエンジニアリングにおいて、Chain-of-Thought Prompting(思考の連鎖プロンプティング)と呼ばれる技術が存在する。Weiら[19]は、人が複雑な推論問題を解くとき、問題を中間段階に分解し、それぞれを解いてから最終的な答えを導くという一連の流れに着目した。この一連の流れに沿った生成を行うプロンプトを言語モデルに与える手法を、Chain-of-Thought Promptingと呼ぶ。Weiら[19]は、Chain-of-Thought Promptingを用いたプロンプトが、計算、常識、連想を問われる問題において、標準的なプロンプトよりも優れていることを示している。

2.3.3 大規模言語モデルを用いた対話システム

中野ら[10]は、GPT-4 を用いて発話内容と感情・動作ラベルを生成し、その内容に基づいて音声・表情・姿勢の制御を行う、マルチモーダル対話システムを提案している。松浦ら[11]は、GPT-4 を用いて発話生成、感情分析、対話行為分析を行い、特定のシチュエーションに応じた応答を行う対話システムを提案している。いずれの研究も、プロンプトエンジニアリングによって目的に応じたプロンプトを設計することで、大規模言語モデルによる生成を行っている。しかし、Chain-of-Thought Prompting には着目していない。

3. 提案システム

本研究では、賑やかさと親密性を満たすスマートホームを実現するために、親密化過程を考慮した発話生成を行う複数の家電エージェントとテキスト対話を行う対話システムを提案する。

3.1 生成 AI とのテキスト対話

本研究では、家電エージェントとのテキストチャットで対話を行う。人同士と似通った方法で会話をを行うことで、エージェントを対話の対象として認知しやすくなる。

大規模言語モデルを用いてユーザの発話に応じた発話生成を行うと、ユーザの発話に共感的な応答を返すことができるようになりエージェントへの印象が向上する可能性がある。さらに、会話の破綻が起りにくくなり、エージェントへの印象が低下する要因を減らすことができる可能性がある。大規模言語モデルを用いた発話生成には時間がかかるという欠点があり、音声対話を行う場合はユーザの発話後に瞬時に発話することが困難である。テキスト対話を行う場合、人同士でもメッセージの入力に時間がかかることは自然であるため、エージェントの評価は音声対話に比べて高くなる可能性がある。本研究では、実行ファイルで GUI を呼び出すシステムを用いた。既存のメッセージア

プリの事前準備が必要ないため、クラウドソーシングを用いたオンライン実験を円滑に行うことができる。また、3.3 節で説明する GUI での家電操作を実装しやすくなる。

3.2 複数エージェントとの親密化過程

本研究では、親密化過程の三位相説を考慮し、自己開示と役割行動をテキストチャット上で行うエージェントを設計する。発話生成には OpenAI が提供する GPT-3.5 モデルを用い、自己開示と役割行動の両方を行うようにプロンプトを設計する。プロンプトに記述する、自己開示と役割行動の両方を行う対話手順の例を以下に示す。

- 手順 1. ユーザの趣味や特技を聞き出し、その深堀質問を行う。(ユーザの自己開示)
- 手順 2. エージェントの趣味や特技を伝える。(エージェントの自己開示)
- 手順 3. エージェントの趣味や特技を実際に披露する。(エージェントの役割行動)

3.3 スマートホーム環境との接続

本研究では、エージェントが親密化過程の三位相説を考慮し、ユーザの期待に応じた役割行動を行う。エージェントは基本的には、悩み相談やしりとり等、テキスト上で行うことができる役割行動を行う。それに加えて、スマートホーム内の家電とエージェントを結びつけることで、家電の動作による役割行動を行うことができ、役割行動の種類のひとつである近接性を満たすことができる。具体的には、テキストチャットの GUI に家電操作実行ボタンを配置し、家電エージェントに対応するボタンを操作することで家電を動作させることができる。家電の動作には、SwitchBot[20]をはじめとするスマート家電と、SwitchBot アプリ及び SwitchBot API を用いる。

しかし、本研究では実験をクラウドソーシングで行っているため、家電操作の役割行動を行わない。それに伴い、実験システムにおいてスマートホーム環境との接続の実装は行っていない。

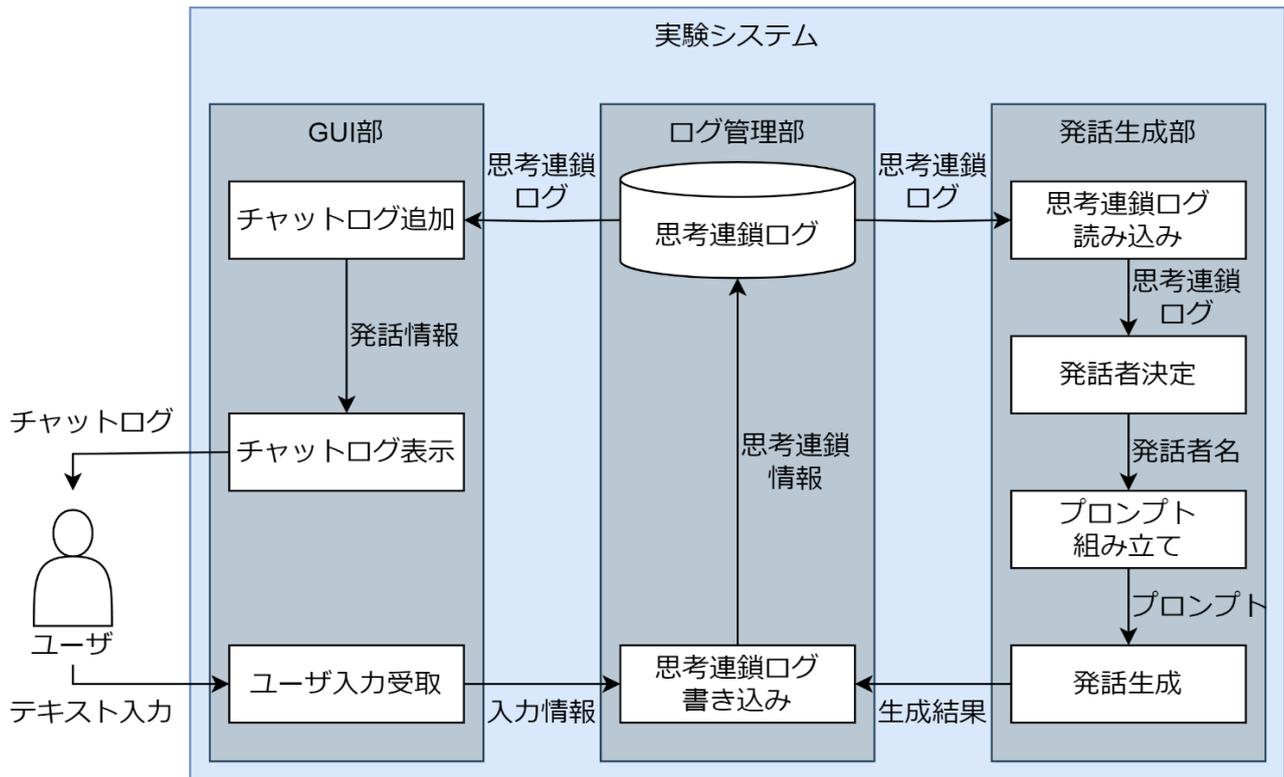


図2 実験システムのシステム概要図



図3 テキストチャット GUI の画面

4. 実験システム

4.1 システム概要

実験システムのシステム概要図を図2に示す。システムはGUI部、ログ管理部、発話生成部で構成される。GUI部と発話生成部は並行処理を行い、それぞれがログ管理部からログを読み込む。GUI部ではログの表示を更新しつつ、ユーザ入力を受け取る。発話生成部ではログの情報からプロンプトを組み立て、発話生成を行う。

4.2 GUI部

GUIの画面を図3に示す。GUI部では、ユーザ入力の受け取りと、チャットログの更新と表示を行う。実装には、Python標準ライブラリのTkinterを用いた。ユーザが入力した文章は一度ログ管理部に渡され、生成ログに記録が完了してからチャットログに表示される。

4.3 発話生成部

発話生成部では、発話者決定、プロンプト組み立て、発話生成の順に処理を行う。

発話者決定処理は、会話に参加しているエージェントの中から、次に発話するエージェントを決定する。ログに直前の発話が存在するかを確認する。直前の発話があれば、その発話者に応じて会話に参加しているエージェントそれぞれの発話優先度を決定する。発話優先度を定める条件の例を以下に示す。

- 条件1. 直前の発話者が自分の時、優先度を大きく下げる。
- 条件2. 2つ前の発話者が自分の時、優先度を少し上げる。
- 条件3. 直前の発話に自分の名前が含まれる時、優先度を上げる。

プロンプト組み立て処理は、次に発話するエー

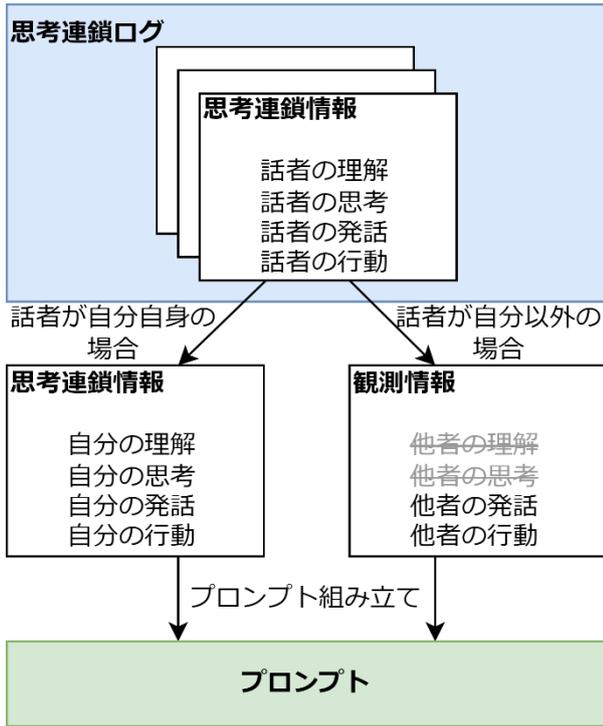


図4 プロンプト組み立て時に思考連鎖ログを読み込む流れ

エントのキャラクター設定と、ログの一部を読み込み、決まったフォーマットに沿ってプロンプトを組み立てる。

発話生成処理は、OpenAI API の GPT-3.5 turbo モデルを用いて、プロンプトを入力としてリクエストを送信し、レスポンスを受け取って生成文を取得する。Chain-of-Thought Prompting を用いて、エージェントが自分自身の理解、思考、発話、行動の4つの中間段階を生成することで、対話の流れやキャラクター設定を含むプロンプトに沿った発話生成を行うことができる可能性がある。

本研究では、理解、思考、発話、行動の4つの要素からなる情報群を、思考連鎖情報と呼ぶ。また、思考連鎖情報を時系列順に記録したものを、思考連鎖ログと呼ぶ。プロンプト組み立て時に思考連鎖ログを読み込む流れを、図4に示す。プロンプト組み立て時に思考連鎖ログを読み込むとき、自分自身の思考連鎖情報は、そのまま思考連鎖情報として利用する。他者の思考連鎖情報は、発話・行動の2要素のみを抜き出し、観測情報として利用する。

4.4 ログ管理部

ログ管理部では、Chain-of-Thought Prompting に必

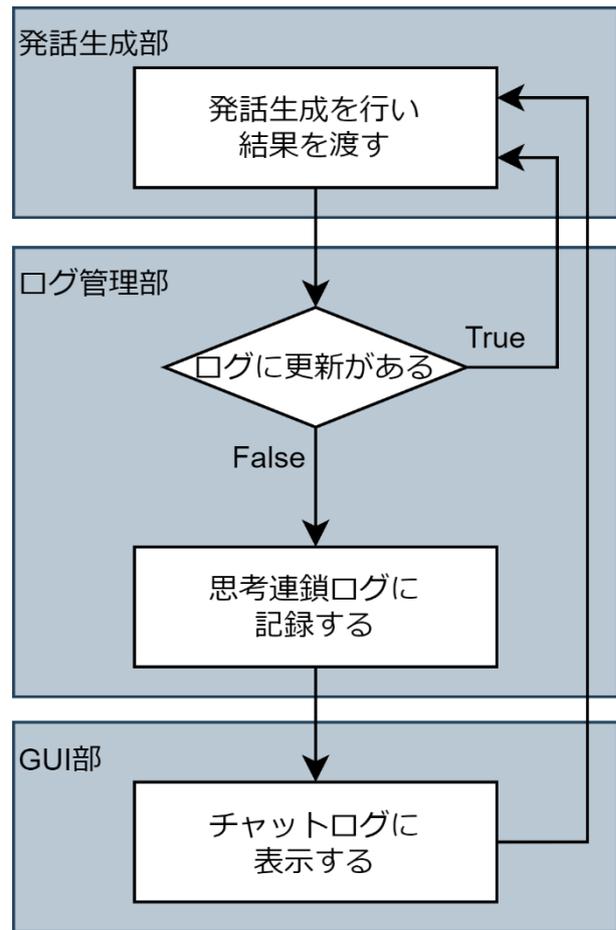


図5 エージェントの発話タイミング制御の流れ

要なエージェントの理解、思考、発話、行動のそれぞれを含む思考連鎖ログを、辞書型データとしてメモリ上に保持する。また、思考連鎖ログを json ファイルに出力し、ローカルでのデータ保存を行う。発話生成部で生成されたエージェント発話、GUI部で入力されたユーザ発話は、一度ログ管理部に渡され、エージェントの発話タイミング制御、及び思考連鎖ログへの記録を行う。エージェントの発話タイミング制御の流れを図5に示す。ユーザ発話を受け取った時、思考連鎖ログへの記録を行ってから、GUI部にユーザ発話を渡す。エージェント発話を受け取った時、もし発話生成部が思考連鎖ログを読み取ってから、ログ管理部がエージェント発話を受け取るまでの間に、ログ管理部がユーザ発話を受け取っており、思考連鎖ログが更新されていた場合、ログ管理部が受け取ったエージェント発話のログへの記録及び出力をキャンセルする。

5. 印象評価実験

5. 1 実験概要

本実験の目的は、テキストチャットにおけるエージェントの数が、対話の印象にどのような影響があるかを分析することである。実験条件は、エージェントの数による影響を比較するために、2条件を用意する。ひとつは提案条件として、家電の名前を持ったエージェント3体と対話を行う、エージェント3体条件である。もうひとつは統制条件として、一般的なAIアシスタントを想定したエージェント1体と対話を行う、エージェント1体条件である。

エージェントの数を増やすことで、賑やかな印象を与えることができると仮定し、以下の仮説を立てる。

仮説1: 3体条件は1体条件と比較して、対話は賑やかだったと感じる。

仮説2: 3体条件は1体条件と比較して、賑やかな空間が好きである実験参加者の対話満足度が高い。

仮説3: 3体条件は1体条件と比較して、親密さの評価が変わらない。

仮説検証のため、事前アンケートにて実験参加者の好みの評価を主観的に行う。また、事後アンケートにて対話の印象評価を主観的に行う。仮説検証に用いた事前アンケート項目は「賑やかな空間が好きだ」の1項目のみである。仮説検証に用いた事後アンケート項目は以下の8項目である。

仮説1に関する事後アンケート

Q1: 対話は賑やかだった

仮説2に関する事後アンケート

Q2: 対話は楽しかった

Q3: エージェントとまた話したい

Q4: エージェントとの会話に満足している

Q5: エージェントといて心地よかった

仮説3に関する事後アンケート

Q6: エージェントと親しくなった

Q7: エージェントが魅力的に見えた

Q8: エージェントに興味を持った

事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」、及び事後アンケートのQ1～Q8には、1(全くそう思わない)～7(非常にそう思う)の7段階のリッカート尺度を使用した。

本実験はクラウドソーシングサービスのCrowdWorksで行った。クラウドソーシングを行うことができる18歳以上を対象に、実験参加者60名を募集した。なお、本実験は東京工芸大学研究倫理審



図6 実験の流れ

査委員会の承認(承認番号: 倫 2023-19)を得て実施された。

5. 2 実験手順

実験の流れを図6に示す。実験は3日間にわたって行う。まず、1日目に事前アンケートを行い、実験システムを用いて、3体または1体のエージェントと対話を行う。対話終了後に事後アンケートを行い、1日目は終了である。2日目は1日目と同様に、実験システムを用いて、3体または1体のエージェントと対話を行う。3日目も同様に実験システムを用いて、3体または1体のエージェントと対話を行う。2日目と3日目の対話は、1日目と同一のシステムを用いて行う。エージェントは、前日までの対話ログの一部を参照して、発話生成を行う。

5. 3 実験結果

実験参加者60名のうち、対話に不備のあった者を除いた45名を対象に分析を行った。事前アンケート及び事後アンケートの各項目に対して、Mann-WhitneyのU検定を行い、3体条件と1体条件の間で比較を行った。また、仮説1の検証項目である事後アンケート「Q1: 対話は賑やかだった」と、仮説3の検証項目である事後アンケート「Q6: エージェントと親しくなった」「Q7: エージェントが魅力的に見えた」「Q8: エージェントに興味を持った」に対して、3体条件と1体条件のそれぞれにWilcoxonの符号順位検定を行い、1日目、2日目、3日目の間で比較を行った。

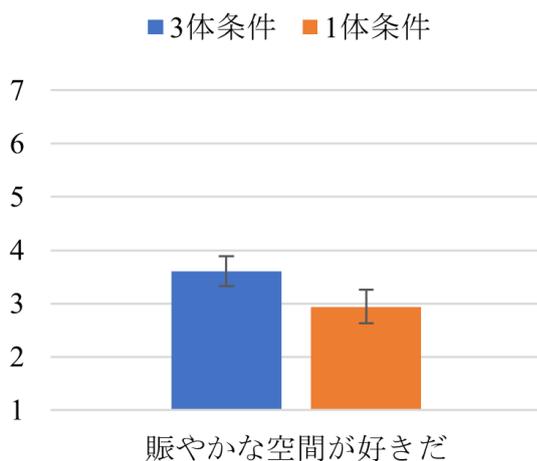


図7 事前アンケートの結果

事前アンケートを条件ごとに比較した結果を図7に示す。3体条件と1体条件を比較すると、「賑やかな空間が好きだ」の項目において有意差は見られなかった。

1日目、2日目、3日目それぞれの事後アンケートを条件ごとに比較した結果を、図8、図9、図10に示す。3体条件と1体条件を比較すると、1日目の「Q1: 対話は賑やかだった」にのみ有意差 (** $p<0.01$) が見られ、3体条件の方が評価は高かった。1日目のQ2~Q8、2日目、3日目には有意差は見られなかった。

仮説1の検証結果を図11に示す。3体条件と1体条件を比較すると、事後アンケート「Q1: 対話は賑やかだった」において、1日目にのみ有意差 (** $p<0.01$) が見られ、3体条件の方が評価は高かった。2日目、3日目には有意差は見られなかった。また、3体条件において、1日目と2日目の間、1日目と3日目の間にそれぞれ有意差 ($*p<0.05$) が見られ、いずれも1日目の方が評価は高かった。

仮説2の検証結果について、3体条件の結果を図12、図13、図14に、1体条件の結果を図15、図16、図17に示す。事後アンケート「Q2: 対話は楽しかった」「Q3: エージェントとまた話したい」「Q4: エージェントとの会話に満足している」「Q5: エージェントといて心地よかった」の4項目について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群と低群との間の有意差の有無を調べた。3体条件における事後アンケート「Q2: 対話は楽しかった」の項目において、1日目、2日目、3日目のすべてに有意差 ($*p<0.05$) が見られ、いずれも高群の方が評価は高かった。また、3体条件における事後アンケート「Q5: エージェントといて心地よかった」の項目において、1日目と3日目に有意差 ($*p<0.05$)、2日目に有意傾向 ($\dagger p<0.10$) が見られ、いずれも高群の

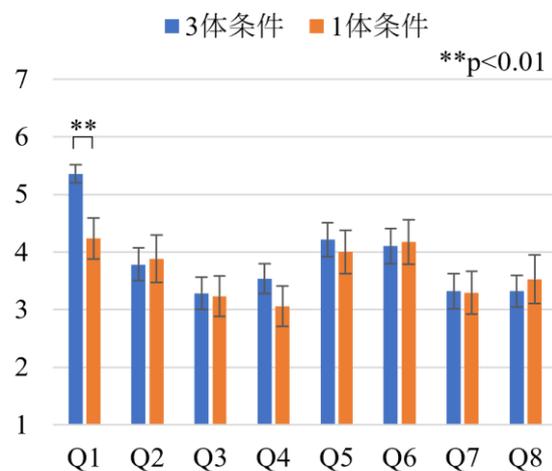


図8 事後アンケート1日目の結果

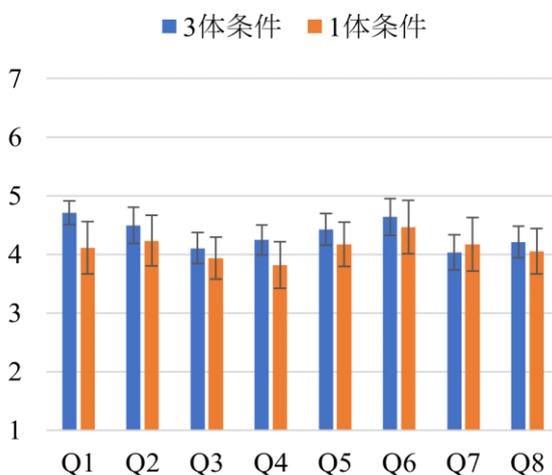


図9 事後アンケート2日目の結果

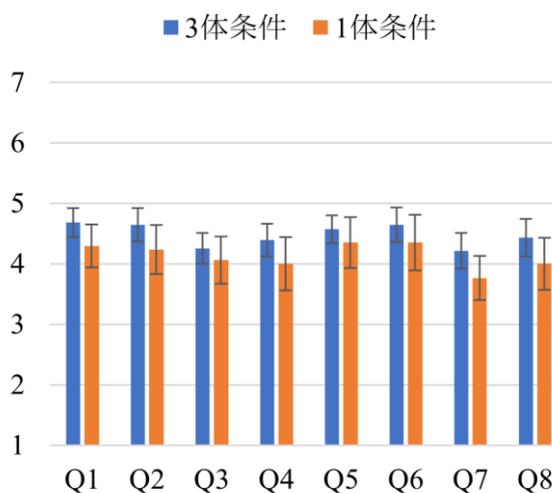


図10 事後アンケート3日目の結果

方が評価は高かった。1 体条件における事後アンケート「Q2: 対話は楽しかった」「Q3: エージェントとまた話したい」「Q4: エージェントとの会話に満足している」「Q5: エージェントといて心地よかった」について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群と低群との間には、1 日目、2 日目、3 日目のいずれにも、有意差は見られなかった。

仮説 3 の検証結果について、条件間の比較結果を図 18, 図 19, 図 20 に、経過日数ごとの比較結果を図 21, 図 22 に示す。3 体条件と 1 体条件を比較すると、事後アンケート「Q3: エージェントと親しくなった」「Q4: エージェントが魅力的に見えた」「Q5: エージェントに興味を持った」のすべての項目において、1 日目、2 日目、3 日目のいずれにも、有意差は見られなかった。経過日数ごとに比較すると、3 体条件の事後アンケート「Q3: エージェントと親しくなった」「Q4: エージェントが魅力的に見えた」の 2 項目には、1 日目と 2 日目の間、1 日目と 3 日目の間にそれぞれ有意差 ($*p<0.05$) が見られ、いずれも 1 日目の方が評価は低かった。「Q5: エージェントに興味を持った」の項目には、有意差は見られなかった。また、1 体条件の事後アンケート「Q4: エージェントが魅力的に見えた」において、1 日目と 3 日目の間にのみ有意差 ($*p<0.05$) が見られ、1 日目の方が評価は低かった。「Q3: エージェントと親しくなった」「Q5: エージェントに興味を持った」の項目には、有意差は見られなかった。

5. 4 考察

3 体条件と 1 体条件を比較すると、事後アンケート「Q1: 対話は賑やかだった」において、1 日目のみ有意差 ($**p<0.01$) が見られ、3 体条件の方が評価は高かった。2 日目、3 日目には有意差が見られなかった。また、3 体条件において、1 日目と 2 日目の間、1 日目と 3 日目の間にそれぞれ有意差 ($*p<0.05$) が見られ、いずれも 1 日目の方が評価は高かった。この結果から、エージェント 3 体との対話において、初対面の段階では賑やかな印象を受けたが、2 日目、3 日目には、エージェント 3 体との対話の状況に慣れが生じ、賑やかな印象を受けにくくなった可能性がある。

事後アンケート「Q2: 対話は楽しかった」「Q3: エージェントとまた話したい」「Q4: エージェントとの会話に満足している」「Q5: エージェントといて心地よかった」の 4 項目について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群と低群との間の有意差の有無を調べた。3 体条件における事後アンケート「Q2: 対話は楽しかった」の項目にお

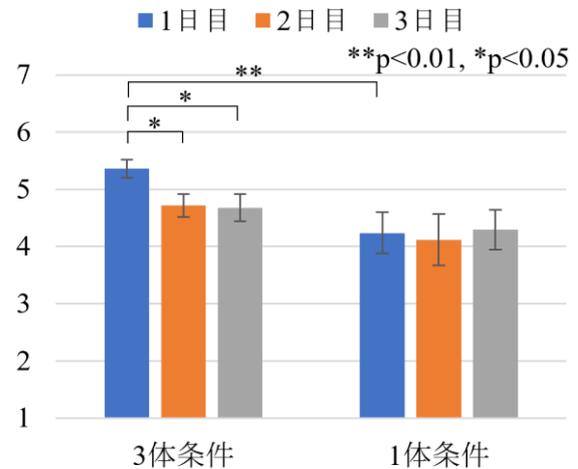


図 11 事後アンケート「Q1: 対話は賑やかだった」の項目についての条件間および経過日数ごとの比較

いて、1 日目、2 日目、3 日目のすべてに有意差 ($*p<0.05$) が見られ、いずれも高群の方が評価は高かった。また、3 体条件における事後アンケート「Q5: エージェントといて心地よかった」の項目において、1 日目と 3 日目に有意差 ($*p<0.05$)、2 日目に有意傾向 ($\dagger p<0.10$) が見られ、いずれも高群の方が評価は高かった。1 体条件における事後アンケート「Q2: 対話は楽しかった」「Q3: エージェントとまた話したい」「Q4: エージェントとの会話に満足している」「Q5: エージェントといて心地よかった」について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群と低群との間には、1 日目、2 日目、3 日目のいずれにも、有意差は見られなかった。この結果から、エージェント 3 体との対話によって賑やかな印象を与えることができ、賑やかな空間が好きな実験参加者の対話の楽しさや心地よさの評価が向上することが示唆された。3 体条件と 1 体条件を比較すると、事後アンケート「Q3: エージェントと親しくなった」「Q4: エージェントが魅力的に見えた」「Q5: エージェントに興味を持った」のすべての項目において、1 日目、2 日目、3 日目のいずれにも、有意差は見られなかった。経過日数ごとに比較すると、3 体条件の事後アンケート「Q3: エージェントと親しくなった」「Q4: エージェントが魅力的に見えた」の 2 項目には、1 日目と 2 日目の間、1 日目と 3 日目の間にそれぞれ有意差 ($*p<0.05$) が見られ、いずれも 1 日目の方が評価は低かった。「Q5: エージェントに興味を持った」の項目には、有意差は見られなかった。また、1 体条件の事後アンケート「Q4: エージェントが魅力

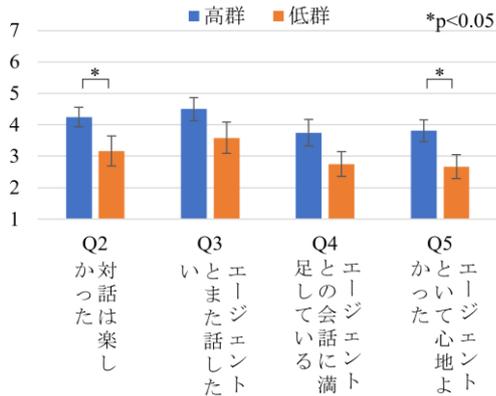


図 12 3 体条件の 1 日目の事後アンケート Q2~Q5 について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群・低群の間の比較

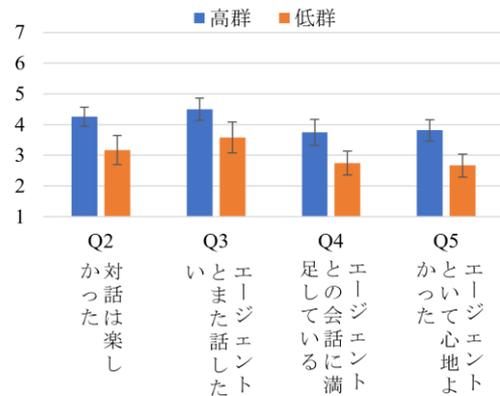


図 15 1 体条件の 1 日目の事後アンケート Q2~Q5 について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群・低群の間の比較

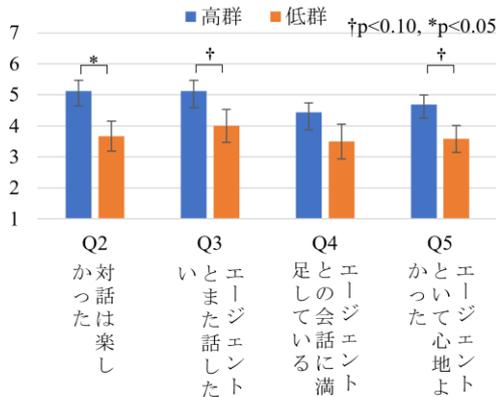


図 13 3 体条件の 2 日目の事後アンケート Q2~Q5 について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群・低群の間の比較

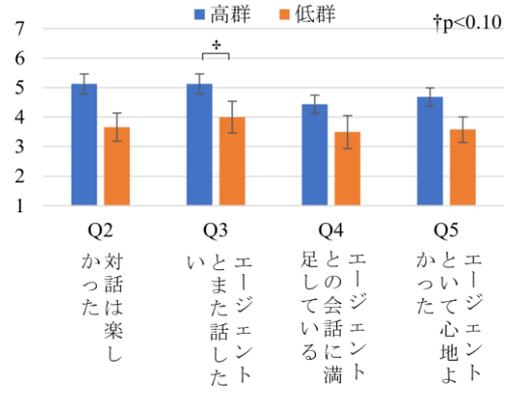


図 16 1 体条件の 2 日目の事後アンケート Q2~Q5 について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群・低群の間の比較

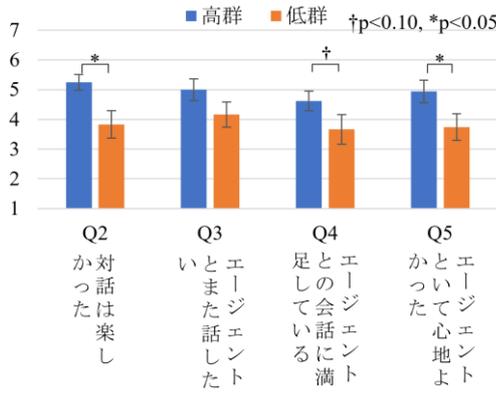


図 14 3 体条件の 3 日目の事後アンケート Q2~Q5 について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群・低群の間の比較

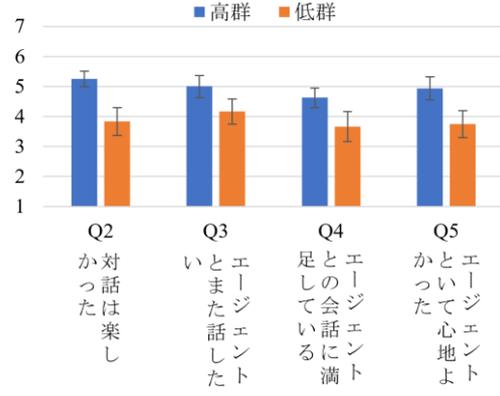


図 17 1 体条件の 3 日目の事後アンケート Q2~Q5 について、事前アンケート「賑やかな空間が好きだ」の項目における高群・低群の間の比較

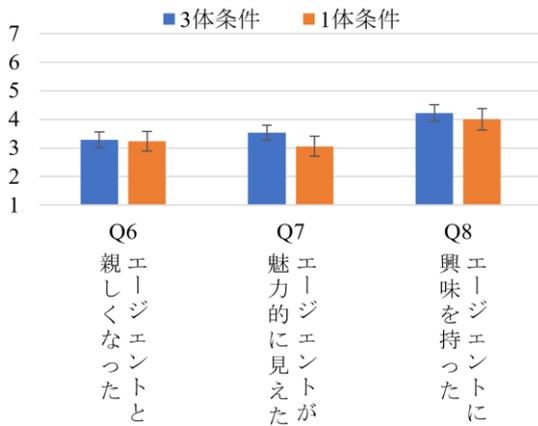


図 18 1日目の事後アンケート Q3, Q4, Q5 の各項目についての条件間の比較

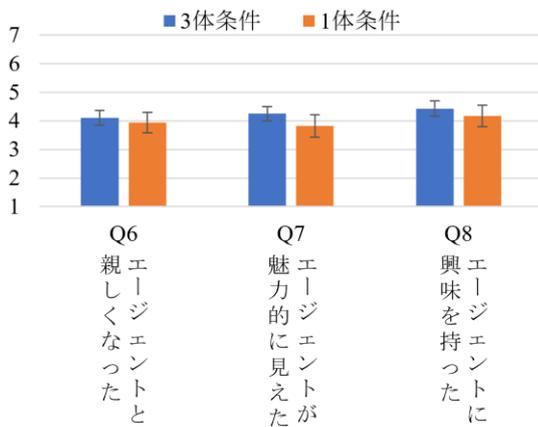


図 19 2日目の事後アンケート Q3, Q4, Q5 の各項目についての条件間の比較

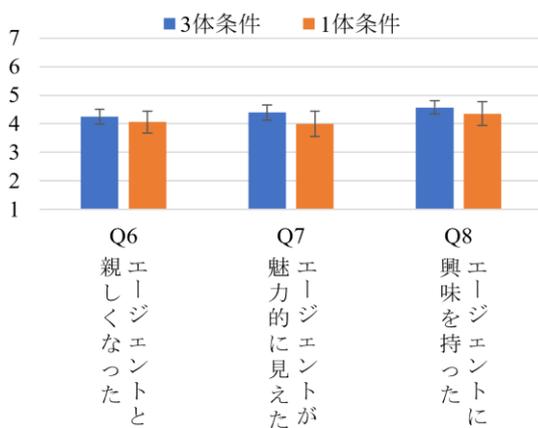


図 20 3日目の事後アンケート Q3, Q4, Q5 の各項目についての条件間の比較

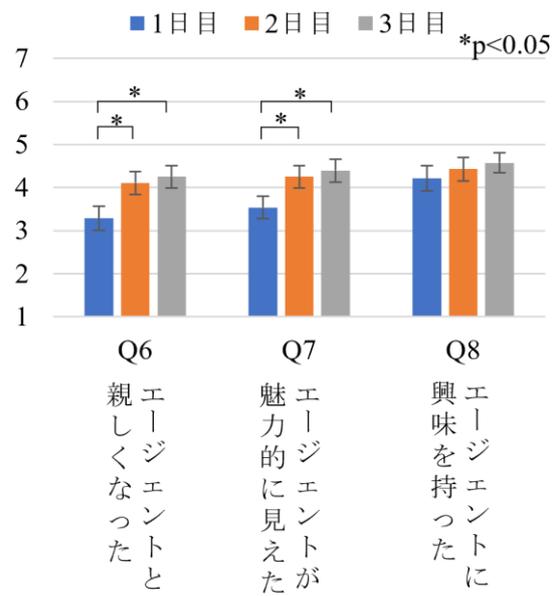


図 21 3体条件の事後アンケート Q3, Q4, Q5 の各項目についての経過日数ごとの比較

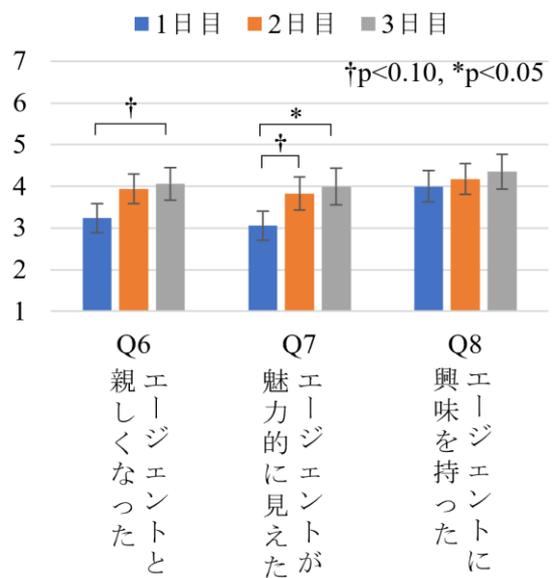


図 22 3体条件の事後アンケート Q3, Q4, Q5 の各項目についての経過日数ごとの比較

的に見えた」において、1日目と3日目の間にのみ有意差 (* $p<0.05$) が見られ、1日目の方が評価は低かった。「Q3: エージェントと親しくなった」「Q5: エージェントに興味を持った」の項目には、有意差は見られなかった。この結果から、エージェント数が増えても、親密化の障害は起こらないことが示唆された。また、3体条件において、エ

エージェントとの親密さが増すことにより、エージェントへの親しみや魅力についての評価は向上するが、エージェントのことを知っていくことにより、興味が増すことはなくなった可能性がある。

6. おわりに

本研究では、ユーザがスマートホーム内で複数の家電エージェントと対話を行うことで、賑やかさと親密性を満たすスマートホームの実現を目指した。そのために、親密化過程を考慮した発話生成を行う複数の家電エージェントとテキスト対話を行う対話システムを提案し、GUI部、発話生成部、ログ管理部を実際に実装した。その後、エージェント数が増えることによる、対話及びエージェントの印象への影響を調査する実験を行った。結果として、エージェント数を増やすことで、対話の賑やかさが向上し、賑やかな空間が好きなユーザの楽しさや心地よさの評価が向上することが示唆された。また、エージェント数が増えても、親密化の阻害は起こらないことが示唆された。

参考文献

- [1] “Echo & Alexa(エコー&アレクサ)でできること | Amazon”, <https://www.amazon.co.jp/b?ie=UTF8&node=5364343051>, (2023.1.14)
- [2] “Google Nest のスマートスピーカーと Google Nest Audio の仕様を比較 - Google ストア”, https://store.google.com/jp/magazine/compare_speakers?hl=ja, (2023.1.14)
- [3] “Alexa と できる こと | Amazon”, <https://www.amazon.co.jp/meet-alexa/b?ie=UTF8&node=5485773051>, (2023.1.14)
- [4] “Google アシスタント - あなたの Google”, https://assistant.google.com/intl/ja_jp/, (2023.1.14)
- [5] “Siri-Apple(日本)”, <https://www.apple.com/jp/siri/>, (2023.1.14)
- [6] “ChatGPT”, <https://openai.com/chatgpt>, (2023.1.14)
- [7] “OpenAI”, <https://openai.com/>, (2023.1.14)
- [8] “Models - OpenAI API”, <https://platform.openai.com/docs/models/gpt-3-5-turbo>, (2024.2.18)
- [9] “GPT-4”, <https://openai.com/gpt-4>, (2024.2.18)
- [10] 中野 雄斗, 野末 慎之介, 穀田 一真, 有山 知希, 佐藤 魁, 曾根 周作, 亀井 遼平, 謝 素春, 成田 風香, 守屋 彰二, 赤間 怜奈, 松林 優一郎, 坂口 慶祐: Hagi bot : LLM を用いた対話状態追跡と人間らしい振る舞いで自然な議論を行うマルチモーダル対話システム, 第 99 回言語・音声理解と対話処理研究会, pp.102-107, (2023)
- [11] 松浦 直樹, 中山 朝陽, 大沼 飛宇多, 佐藤 明智, 南 泰浩: GPT-4 を活用した感情・対話行為分析を組み込んだシチュエーショントラック対話システム, 第 99 回言語・音声理解と対話処理研究会, pp.96-101, (2023)
- [12] 杵山 祐貴, 石井 誠也, 佐藤 理史, 小川 浩平: 人工家族 ~ スマートホームからスイートホームへ~, HAI シンポジウム 2022, P-14, (2022)
- [13] 鈴木 章弘, 宮本 友樹, 片上 大輔: 継続的な関係を築くための親密化過程を用いたマルチデバイス対話システムの開発, HAI シンポジウム 2023, D-2, (2023)
- [14] 大澤 博隆, 向井 淳, 今井 倫太: 身体イメージを想起させる擬人化ディスプレイロボット, HAI シンポジウム 2006, 2OS-A-1, (2006)
- [15] 下斗米 淳: 友人関係の親密化過程における満足・不満足感及び葛藤の顕在化に関する研究—役割期待と遂行とのズレからの検討—, 実験社会心理学研究, Vol.40, No.1, pp.1-15, (2000)
- [16] 山中 一英: 大学生の友人関係の親密化過程に関する事例分析的研究, 社会心理学研究, Vol.13, No.2, pp.93-102, (1998)
- [17] 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する検討, 実験社会心理学研究, Vol.34, No.2, pp.105-115, (1994)
- [18] Y.-C. Lee, N. Yamashita, Y. Huang and W. Fu: "I Hear You, I Feel You": Encouraging Deep Self-disclosure through a Chatbot, Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems, pp.1-12, (2020)
- [19] Jason Wei, Xuezhi Wang, Dale Schuurmans, Maarten Bosma, Brian Ichter, Fei Xia, Ed Chi, Quoc Le, Denny Zhou: Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models, arXiv:2201.11903v6 [#cs.CL] 10 Jan 2023, (2023)
- [20] “SwitchBot (スイッチボット) 公式サイト | 手軽にスマートホームを実現”, <https://www.switchbot.jp>, (2023.1.14)