

協調家具組立てが人間-AI 関係に及ぼす影響の調査

谷村 航洋* 吉田 博則*

概要. 本研究は、ロボット型 AI との協調家具組み立てが人間と AI の関係性に及ぼす影響を調査する。近年 AI の普及が進む一方で、人々の AI に対する信頼は依然として高いとは言えない。既存研究では、ロボット型 AI に対する信頼は直接的な相互作用を通して時間とともに上昇することが報告されている一方、具体的な共同作業としての家具組み立てが信頼性や好感度に与える影響は十分に検討されていない。本研究では、スモールトークやジェスチャを行うロボットアームを用い、協調家具組み立てタスクとスモールトークのみのタスクを比較する実験を実施する。本研究を通して、協調家具組み立てが人間の AI に対する信頼や好感度に及ぼす影響を明らかにし、人間-AI 関係の向上におけるタスクの役割を明確化する。

1 はじめに

近年、AI の普及は加速している。N. Maslej らによれば、世界の組織での AI 利用率は 2023 年の 55% から 2024 年の 78% へと 23 ポイント上昇した [5]。一方で、AI への信頼は依然として低い水準にとどまっている。N. Gillespie らによる国際調査では、AI を信頼すると回答した人は 39% にとどまり、61% の人は AI に対してためらいや不信を示したことが報告されている [3]。また、Glikson & Woolley (2020) の体系的レビューは、ロボット型 AI に対する初期信頼は低いものの、直接的な相互作用を通じて時間経過とともに上昇する傾向があると述べている。一方で、チャットボットなどの仮想エージェントへの信頼は初期水準が相対的に高いが、継続的なやり取りを通して低下しやすいことが報告されている [2]。

本研究では、人間と AI 関係の向上を目指し、協調家具組み立てという具体的タスクが信頼性・好感度・ラポールに及ぼす影響を調査することを目的とする。

2 関連研究

人間とロボットの協働作業において、コミュニケーションや作業体験が人間の心理に与える影響が注目されている。Kaitlynn ら (2025) は、人間のような外見を持たないロボットアームにスモールトークを導入し、それが協働作業に与える影響を検証した [4]。スモールトークは雑談を意味する。GPT-4o を用いてタスク関連会話と社交的発話を切り替えるシステムを開発し、58 名の被験者を対象に PVC パイプの組み立てタスクを実施した結果、スモールト

クを行うロボットは人間に受け入れられ、ラポール形成に有効であることが示された。

次に、Coelho ら (2025) は、人間とロボットが棚を共同で組み立てる場面において、発話の機能と複雑さを比較分析した [1]。その結果、人間-ロボット間では指示的発話が多く、文が短く簡潔である一方、人間同士では感情表現や共感的なやり取りが多く見られた。このことから、ロボットとの協働では発話がタスク志向的になりやすい傾向が示された。

さらに、Tsumura and Yamada (2023) は、人間がロボットを組み立てることで、ロボットへの共感がどのように変化するかを検証した [6]。人間とロボットが協働して犬型ロボットを組み立てるタスクを実施し、協働経験がロボットへの共感形成に及ぼす影響を調査した。実験の結果、ロボットと共同で作業を行った参加者は、単独で作業した参加者よりもロボットに対して高い共感を示した。

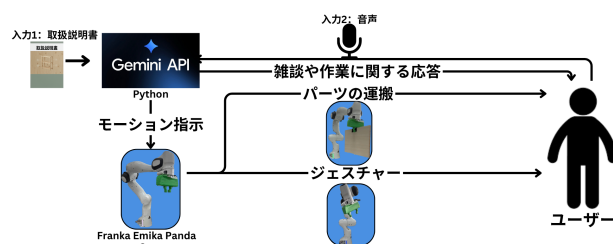


図 1. 本システムの概要

3 システム概要

本システムは、対話生成を担う Python モジュールと、Franka Emika Panda を libfranka で制御する C++ モジュールを統合して構成する。図 1 に全体構成を示す。Python 側では Gemini API を用いてを行い、発話内容に応じて動作名を決定し、対応する C++ 実行体を起動する。ロボットはピックア

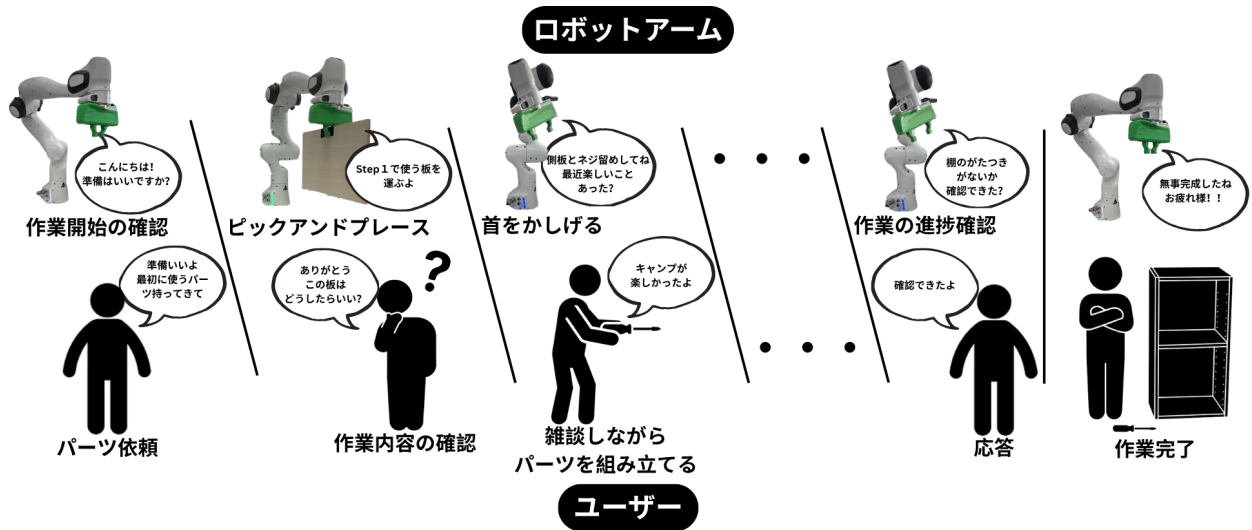


図 2. 人間とロボットによる協調家具組み立ての流れ

ンドプレースおよび発話に同期したジェスチャを実行し、結果を終了コードおよびログとして Python へ返す。

3.1 対話生成

Gemini API (gemini-2.5-flash) により、タスク志向発話とスモールトークを生成する。生成時のプロンプトでは、ロボットを協働パートナーとして位置付け、状況に応じて作業に関する応答とスモールトークを切り替える。発話内容にはロボットの動作指定を含めるが、その指定は音声としては出力されない。タスク知識として、事前に用意した手順テキストとパーツ一覧を文脈として与え、工程説明や注意喚起、進捗確認などに対応する。

3.2 ロボット操作

ロボット動作は libfranka を用いた C++ 実装で行い、うなずき、首をかしげる、拍手などのジェスチャと、複数座標に基づくピックアンドプレースを実行する。Python からは動作名と IP を指定して C++ プログラムを起動し、標準出力を通じて動作の完了やエラー情報を受け取る。発話内容に対応して、把持、搬送、配置、相槌のジェスチャを連携させる。

3.3 タスク進行管理

手順テキストとパーツ一覧から現在ステップと次ステップの文脈を構築し、部品名と必要枚数を抽出して搬送回数を管理する。ユーザの完了発話を検知してもすぐに遷移せず保留フラグを設定し、次の要求に合わせて安全にステップを進める。これにより、各ステップでの作業内容確認への応答を容易にする。搬送が失敗した場合は位置確認や再試行を促し、達成済みの進捗は保持する。

3.4 対話同期機構

応答生成時に末尾へ動作タグを付与し、発話と動作を同期する。タグは<motion:...>の形式とし、未定義のタグは無視する。疑問文など相槌が適切な場合は、タグがなくても首をかしげる動作へフォールバックする。動作は直列実行と時間間隔の制御により衝突と連打を抑制し、実行中に新規指示が到着した場合は待ち行列で順次処理する。

4 実装

本システムの協調家具組み立ての流れを図 2 に示す。本システムは Ubuntu 22.04 環境で開発し、Python 3.10 と C++17 を用いて実装した。音声入力には Whisper、音声出力には gTTS による音声合成を用いる。libfranka によりロボットアームを制御し、うなずき、拍手、首をかしげる動作やピックアンドプレースなどの動作を実現した。

Python と C++ 間の通信は subprocess モジュールによる同期実行方式とし、Gemini API の応答に応じて C++ プログラムを起動する。標準出力を通じて動作完了やエラー情報を取得し、例外発生時は終了コードを返して安全に復帰できるようにした。

実機検証では、把持や搬送動作時にエラーが発生したため、衝突検知閾値の調整と座標移動間の遅延挿入によって動作の安定化を図った。また、音声認識の誤検知を防ぐために無音検出を導入し、環境雑音下でも誤動作を抑制できることを確認した。

参考文献

- [1] S. G. Coelho, S. Kaden, M. Beccard, F. Röhrbein, and C. Sanchez-Stockhammer, "Another bit. Upwards. Okay, stop." Do we talk differently to humans and robots when assembling a shelf together?," in *Mensch und Computer 2025 (MuC '25)*, Chemnitz, Germany, 2025, pp. 6 pages. doi: 10.1145/3743049.3748536.
- [2] E. Glikson and A. W. Woolley, "Human trust in artificial intelligence: Review of empirical research," *Academy of Management Annals*, vol. 14, no. 2, pp. 627–660, 2020. doi: 10.5465/annals.2018.0057.
- [3] N. Gillespie, S. Lockey, C. Curtis, J. Pool, and A. Akbari, "Trust in Artificial Intelligence: A Global Study," The University of Queensland and KPMG Australia, 2023. doi: 10.14264/00d3c94.
- [4] K. T. Pineda, E. Brown, and C.-M. Huang, "See You Later, Alligator: Impacts of Robot Small Talk on Task, Rapport, and Interaction Dynamics in Human-Robot Collaboration," in *Proceedings of the 2025 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI '25)*, pp. 819–828, 2025.
- [5] N. Maslej, L. Fattorini, R. Perrault, Y. Gil, V. Parli, N. Kariuki, et al., "The AI Index 2025 Annual Report," AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford Univ., Stanford, CA, USA, Apr. 2025.
- [6] K. Tsumura and S. Yamada, "Enhancing empathy toward a robot through collaborative assembly tasks," *arXiv preprint arXiv:2312.11781v2*, 2023.