

大規模言語モデルを用いたアーム型ロボットの動作変更に関する一考察

About Elements Which Affect Motion Change of a Robotic Arm Using Large Language Model

安田 尚平¹ 中嶋 洸介¹ ワルター ニクラス² 植村 渉^{1*}
Shohei Yasuda¹, Kosuke Nakajima¹, Niclas Walter² and Wataru Uemura¹

¹ 龍谷大学¹ Ryukoku University ² ロイファナ大学² Leuphana University

Abstract: 工場や物流倉庫において、組立作業やパレタイズ作業をアーム型ロボットで行うことは一般的である。アーム型ロボットの動作の教示は、専門的な訓練を受けた技術者が行うため、技術者の育成に時間とコストがかかる。アーム型ロボットの動作教示作業にかかるコストの問題を解決するために、大規模言語モデル (LLM) を用いて既存の動作を類似する動作に変更することを考える。その際、動作変更の指示を行うプロンプトを与えても望む動作が得られないどころか、動作変更がなされないことがある。本研究では、その原因を調査するために、プロンプトに含む情報を変えて動作変更をする実験を行い、その結果から動作変更する場合としない場合について考察する。

1 はじめに

工場や物流倉庫における作業では自動化が進み、アーム型ロボットを主としたロボットが活躍している。アーム型ロボットで望む動作を実現するには、動作の教示作業が必要となる。動作の教示作業は専門的な訓練を受けた技術者が行うが、その人材育成には時間がコストがかかる。ロボットやその周辺機器を1つのシステムとして統合するためにかかるコストは、ロボット自体のコストも含めた全体のコストの半分以上を占める[1]。ドイツ政府がインダストリアル 4.0 を発表して以降、工場の生産体制は大量生産から多品種少量生産へと移り変わっている。従来のロット生産方式の生産ラインで多品種少量生産体制に対応するには生産ラインの頻繁な段取替えが必要となるため、アーム型ロボットの動作変更にかかるコストを削減することは重要な課題である。

この課題を解決するために、大規模言語モデル (LLM) を用いてアーム型ロボットの既存の動作を類似する動作に変更することを考える。その際、動作変更の指示を行うプロンプトを与えても望む動作が得られないどころか、動作変更がなされないことがある。本研究では、その原因を調査するために、プロンプトに含む情報を変えて動作変更をする実験を行い、その結果から動作変更する場合としない場合について考察する。

2章では、関連知識として、大規模言語モデルとそれ

を用いたロボットの制御について説明する。3章では、LLM を用いてアーム型ロボットの動作を類似する動作に変更する方法を説明する。4章では、ワークの把持動作を変更する実験を行い、プロンプトに含む情報と動作変更する場合としない場合の違いについて考察する。5章で本研究をまとめる。

2 関連知識

2.1 大規模言語モデル

大規模言語モデル (LLM) は大量の自然言語のデータによって学習した確率モデルであり、アテンション機構に基づいた Transformer[2] というモデルを使用するのが主流である。LLM は自然言語で書いたプロンプトを入力するとそれに応じて回答を生成することができ、その応用例として、チャットボット、翻訳、文章の添削、プログラミングへの使用が挙げられる。

2.2 大規模言語モデルを用いたロボット制御

LLM を用いてロボットを制御する研究は注目されている。アーム型ロボットの制御プログラムを生成するには、周辺環境の情報を知覚する重要である。しかしながら、情報が複雑であると文章が長くなり、文章で説明するのは困難である。この問題を解決するために、3章では、LLM にアーム型ロボットの既存の動作を与え、それに類似する動作に変更する方法を提案する。

*連絡先：龍谷大学先端理工学部電子情報通信課程
〒520-2194 滋賀県大津市瀬田大江町横谷 1-5
E-mail: wataru@rins.ryukoku.ac.jp

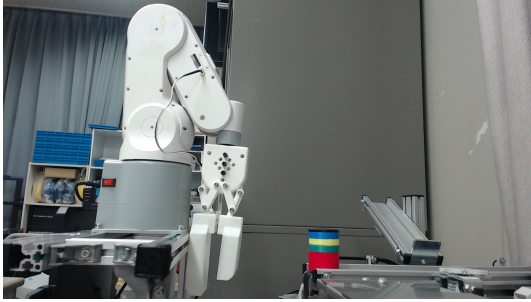


図 1: 実験環境

3 類似する動作への変更

LLM にアーム型ロボットの既存の動作を与え類似する動作に変更する方法を提案する。本手法では、使用可能なコマンドを事前に用意し、それをを用いて作成したソースコードがあることを前提とする。そして、LLM にアーム型ロボットを制御する既存のコマンド系列、その動作の説明と欲しい動作の説明を含むプロンプトを入力し、類似する動作を生成する。この方法でアーム型ロボットの動作変更を試みても、望む動作が得られないことや動作変更すらしなないことを確認している。そこで、本研究では、実験によって動作変更がある場合とない場合のプロンプトについて調べる。

4 ワーク把持動作の変更実験

4.1 実験方法

動作変更がある場合とない場合のプロンプトについて調査するために、1 図の通りワークの把持タスクを行う環境を用意し、実験を行う。実験タスクとして、自律移動型ロボットの競技大会である RoboCup Logistics League においてロボットが行うワークの把持を扱う。高さ 35mm の円柱状のワークを把持する動作を作成し、高さ 55mm の円柱状のワークを把持する動作に変更するように LLM に指示を出す。本実験では、アーム型ロボットとして、Elephant Robotics 社製のパレタイズロボットの myPalletizer 260Pi、LLM として OpenAI 社の gpt-4o を使用する。

実験手順として、まず、把持と把持戦略の情報、アーム型ロボット本体の情報、グリッパとワークの位置関係の情報の 3 つの情報を含む 8 つのパターンのプロンプトを用意する (表 1 参照)。次に、それらを gpt-4o に入力し、各プロンプトに対して 10 回ずつ出力結果を得る。

表 1: プロンプトのパターンと文字数と動作変更があった回数

把持と把持戦略の情報	アーム型ロボット本体の情報	グリッパとワークの位置関係の情報	文字数 [回]	動作変更があった回数 [回]
無	無	無	209	8
無	無	有	393	10
無	有	無	1135	4
無	有	有	1285	4
有	無	無	425	9
有	無	有	575	10
有	有	無	1317	2
有	有	有	1467	1

4.2 実験結果

4.1 節の実験を行った結果、高さ 55mm のワークを把持する動作に変更できた試行はなかった。動作変更があった回数は表 1 の通りである。

4.3 考察

表 1 からアーム型ロボット本体の情報がない場合はある場合に比べて動作変更があった試行が 3 倍以上多いことがわかる。プロンプトの文字数を見ると、アーム型ロボット本体の情報の文字数は他の情報に比べて 2 倍以上多いことがわかる。このことから、アーム型ロボット本体の情報もしくはその情報を説明するための文字数の多さがアーム型ロボットの動作変更の有無に影響を与えていると考えられる。

5 まとめと今後の課題

本研究では、アーム型ロボットの動作変更にかかるコストの問題を解決するために、LLM を用いてアーム型ロボットの既存の動作を類似する動作に変更する方法を提案した。その際、動作変更がなされないことがあり、その原因を確かめるために、プロンプトに含む情報による動作変更の有無を調べる実験をした。その結果、アーム型ロボット本体の情報もしくはその情報を説明するための文字数の多さが動作変更の有無に影響していると考えた。

今後の課題として、アーム型ロボット本体の情報とその情報を説明するための文字数の多さのどちらに原因があるか調べる必要があると考え、追加実験を行う。

参考文献

- [1] 横小路泰義, 植村渉ら, "World Robot Summit 2018 ものづくりカテゴリー競技「製品組立チャレンジ」の概要," 日本ロボット学会誌, 2019, 37 巻, 3 号, pp.208 - 217.
- [2] A. Vaswani, et al., "Attention is All you Need," Neural Information Processing Systems, pp. 6000 - 6010, 2017.