

## [研究助成 (C)]

エンゲージメント推定によって場の雰囲気を読む  
接客ロボットのフィールド研究Field Research for a Robotic Salesperson that can Understand Social Cues Using  
the Engagement Estimation

2207002



研究代表者

大阪大学大学院

博士後期課程

岩崎 雅 矢

## [研究の目的]

実店舗における接客ロボットは人による接客では実行不可能な部分を補える可能性があるという理由から、様々な店舗に配備されてきた。しかし、このようなロボットでは社会的プレゼンスの弱さが原因で多くの場合人に無視されやすいということが問題になる。また、ロボットが自律的に実際の環境で起こる全ての出来事に適切に対応することは現在の技術では困難である。これらの問題は人がロボットを遠隔操作することによって解決可能であるが、操作者がロボット操作に関する経験やロボットの使用環境に関する知識を豊富に有している必要がある。そこで本研究では、そのような経験や知識のない初心者ユーザによる操作でも簡単にロボットの社会的プレゼンスの改善と訪問客の購買活動の促進ができるような接客ロボット遠隔操作システムを開発することを目的とした。

## [研究の内容, 成果]

初心者ユーザによる接客ロボット操作を可能とするためには、ユーザがあらかじめ決められた規則に沿って操作するだけのシステムが望ましい。そこで、典型的なロボットと客のインタラクションを状態遷移モデルとして単純化する

ことを考えた。これまでの研究では、ロボットのソーシャルプレゼンスを改善するための会話の開始方法に関する戦略を得た (Iwasaki et al. 2020)。そこで本研究では、まず実際の店舗においてロボットが訪問客に接客を行う実験から得られたインタラクションデータについて、その言語情報だけでなく非言語情報も含めたマルチモーダル会話分析を行うことで、これまでの研究の方法と組み合わせて訪問客の購買活動を促進するのに役立つ接客ロボットの一連の行動を探索した。

ロボットと客のインタラクションの各段階はインタラクションの状態として定義できる。そしてそれぞれの状態に対して、適切なロボットの行動パターンを決めることができる。そこで、このような行動を決定するため、七味専門店「ちんたら」においてロボットが訪問客と会話をする実験を行い (図 1)、得られたインタラ



図 1 実験の様子

クシオンデータについて言語情報だけでなく非言語情報も含めたマルチモーダルな会話分析を行うことで、客とロボットとのインタラクションを状態遷移モデル化する。

実環境において接客ロボットが求められる振る舞いとして大きく分けて次の3つがあると考えた。

1. 訪問客と対話を始める
2. 訪問客と対話を継続する
3. 訪問客の興味を商品に誘導する

まず訪問客との対話を開始し、訪問客の注意を引くことで訪問客にロボット自体に興味を集め、ロボットの発言を聞いてもらうことを考える。そして、その次にその対話を継続して行うことで自然な流れで商品説明を行うことで初めにロボットに引き付けた訪問客の注意を商品へと誘導することを考えた。

### (1) 訪問客と対話を始める

ロボットは訪問客との対話を始める際、訪問客の非言語的な行動から判断できる相手の状況に応じて適切なタイミングで挨拶をする必要がある。そこで、訪問客に対してロボットが自分の振り向いたという行動を理解して話しかけているという印象を持たせることができるような社会的応答モデルを用いる。(Iwasaki et al. 2020)

### (2) 訪問客と対話を継続する

ロボットに追加した機能の一つとして、握手の要求がある。握手の要求では、ロボットが図2のように手を伸ばしながら「僕と握手しませんか?」、もしくは「May I shake hands with you?」と握手を求める。握手は対人コミュニケーションにおいて典型的な挨拶の1つである。人の店員にとっては訪問客との握手という行為はあまりありふれたものではないが、接客ロボットのそれは訪問客の注意を引くのには有用であると考えた。本実験において、ロボットとすでに会話を開始している訪問客の組に対して握

手の要求を行った際、それに応じた組は128組中117組であり約91%が握手に応じていた。したがって、握手はすでに会話を開始した訪問客との会話を継続するための行動として有用であると考えられる。



図2 握手要求時の動作

### (3) 訪問客の興味を商品に誘導する

本研究では一度ロボットに集めた訪問客の注意を商品へとシフトさせるため、試食の提案という行動を用いた。ロボットが訪問客に試食を提案する際は、「試食してみませんか?こちらで試食できます」あるいは、「Would you like to try a sample? You can taste here!」と言いながらロボットは図3のように手と視線を使って試食の場所を示す。試食販売に関して、人が他人から何らかの施しを受けた場合に何かお返しをしなければならないと感じる返報性の原理や、人は自身の行動、発言、態度、信念などに対して最初のそれを最後まで貫き通したいという感情が働くという一貫性の原理などの心理作用が働く可能性がある。



図3 握手要求時の動作

しかし、試食提案をしても訪問客がその要求に応じてくれるとは限らない。ロボットが他の店員を呼び、客に試食用のサンプルを手渡すように要請を行うという機能を実装した。この時、ロボットは「すみません。こちらのお客様に試

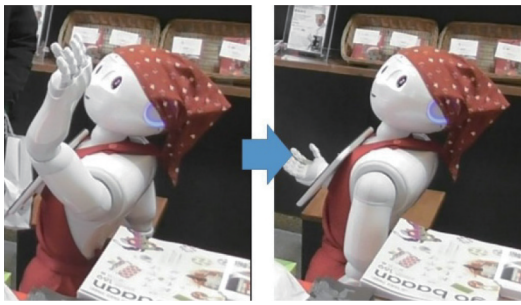


図4 ロボット操作インタフェース

食用の七味を渡してあげてください」あるいは、「Excuse me. Please give them a sample.」と言いながら図4のように手を挙げて店員を呼ぶ。

実験において、試食をした組としなかった組を比較すると、試食提案時、店員への協力要請時の訪問客の視線に違いがあることがわかった。まず、ロボットが店員に協力要請をして試食をさせようと試みた16組に関して、協力要請時のそれぞれの訪問客の視線に注目すると、図5のような結果が見られた。

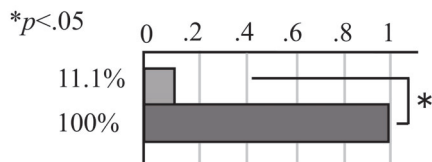
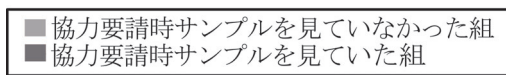


図5 協力要請後に試食した組の割合

協力要請前サンプルを見ていた7組の訪問客はロボットの協力要請後、店員から試食用サンプルを受けとり試食をした。一方で、試食をしなかった8組はロボットの協力要請前に試食用サンプルを見ていなかった。この結果に対しFisherの正確確率検定を行ったところ図5に示すように、協力要請時にサンプルを見ている客のほうが試食をする割合が有意に高いことが分かった ( $p < .05$ )。したがって、訪問客がサンプルを見ているときにロボットが店員に協力を要請しサンプルを渡してもらうことで訪問客に試食をさせることができるということがわ

かった。

次に実験中に試食の提案を行った96組について、ロボットの試食提案時の訪問客の視線に注目すると、図6のような結果が見られた。試食提案時ロボットを見ていた42組中39組がその後サンプルを見ており、ロボットを見ていなかった54組中8組が試食提案後サンプルを見た。この結果に対してカイ二乗検定を行ったところ、試食提案時にロボットを見ている訪問客のほうがロボットを見ていない訪問客よりも、試食提案後に試食用サンプル見る割合が有意に高いことが分かった。したがって、訪問客を試食に誘導するには、訪問客がロボットを見ている時に試食提案をすることが重要であるということがわかる。

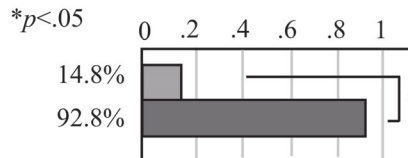
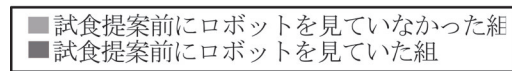


図6 試食提案後にサンプルを見た組の割合

これらの実験結果から、訪問客と接客ロボットとのインタラクションの状態遷移モデルは、大きく分けて挨拶パート、握手パート、商品説明パートによって構成できる。まず、訪問客のエンゲージメント推定を行い、その訪問客のロボットへの注意の度合いが高くなった時に挨拶を行う。また、訪問客のエンゲージメントがロボットが挨拶を行うのに十分な値を超えないまま、訪問客の入店からある程度時間が経過した場合、ラップ歌唱を行うことで客の注意を引き付ける。次に、挨拶をした訪問客に対して握手の要求をすることによって会話を継続させる。ここで訪問客が握手をしない場合にもラップ歌唱を行い、注意を引きつける。

そして、訪問客がロボットに注目し続けている場合、試食の提案を行うことで商品へ注意を誘導する。その後、訪問客が試食用サンプルに

注目している場合はさらに試食に関する説明そして店員に協力要請をして試食をさらに推薦することで訪問客の試食を促す、ここで訪問客がロボットに注目している場合はロボットへの興味があると考えられるため、おすすめの商品の説明を行うことで適切にサービスが提供できると考えた。また、訪問客がそれ以外場所を向いている場合はその他の商品説明を行う。訪問客の最終的な状態として試食している状態と試食していない状態があるが、前者の場合は七味のレシピ紹介、後者の場合はその訪問客は試食できる商品以外に興味がある可能性を考え、その他の商品を勧める。これらいずれかを行ったとき接客が終了となる。

以上のように作成した訪問客とロボットとのインタラクションの状態遷移図を図7に、その状態遷移モデルをもとに作成した接客ロボット操作インターフェースを図8に示す。図7における矢印は状態の遷移を表し、各矢印に付与されているトリガーは遷移を引き起こす要因を表し、ロボットのアクションによって状態が遷

移する。

本状態遷移モデルの有効性の検証するため再び七味専門店「ぢんとら」において実験を行った。本研究で作成したインターフェースをロボットの操作経験のある実験者とロボットの操作経験のない8名の被験者（男性6名、女性2名）が操作し、前実験のデータ（状態遷移モデルなし）と比較し、訪問客がロボットの試食提案に応じたかどうかについて調査した。その結果、図9に示すように、操作者のロボット操作経験のありなしに状態遷移モデルを使用した方が使用しない場合よりも円滑に接客を行うことができたため、試食の提案に応じてもらえる割合が有意に増加した ( $p < .0167$ )。したがって、インタラクションの状態遷移モデルに基づいて接客を行うことで初心者ユーザによる操作であってもロボットのソーシャルプレゼンスを改善し、訪問客の購買活動を促進できることが分かった。

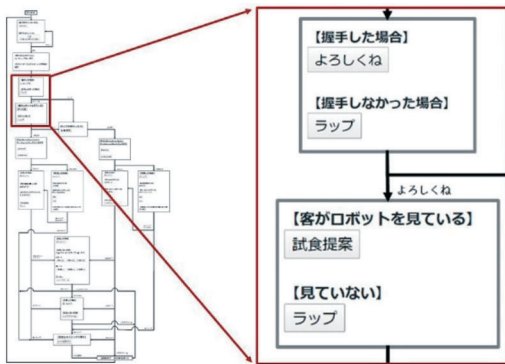


図7 インタラクションの状態遷移図

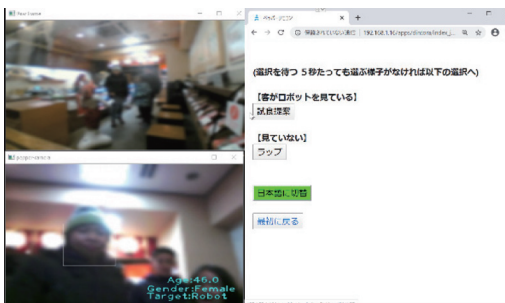


図8 ロボット操作インターフェース

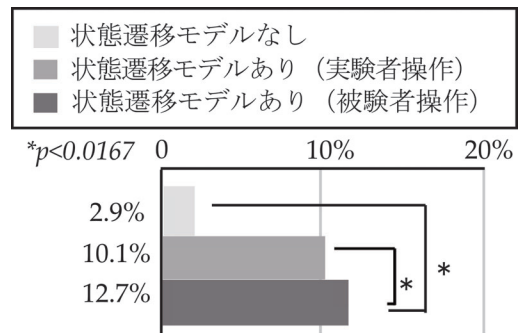


図9 試食した訪問客の割合

[今後の研究の方向, 課題]

本研究における実験は京都にある七味専門店「ぢんとら」において行った。したがって、訪問客の性別や年齢層、または国籍などが偏っている可能性が考えられる。本実験では、外国人や高い年齢層が多く、特定の人に対してのみ観察を行ったことになる。したがって、今後は様々な場所で実験を行う必要がある。また、訪問客に対してアンケートなどによって訪問客の主観評価も行いたい。

[成果の発表, 論文等]

【学術論文誌】

- [1] Masaya Iwasaki, Mizuki Ikeda, Tatsuyuki Kawamura and Hideyuki Nakanishi. State-Transition Modeling of Human-Robot Interaction for Easy Crowdsourced Robot Control. *Sensors*, vol. 20, no. 22, 6529, 2020.

【査読なし国内会議】

- [1] 池田瑞, 岩崎雅矢, 河村竜幸, 中西英之. 不特定多数による遠隔操作の実現に向けた接客ロボットと客とのインタラクションの状態遷移モデル化. HAI シンポジウム 2020, G-11, 2020, [Impressive Long-paper Award (優秀論文賞 (ロング))]