



## ゲーミフィケーションによるサービスロボット操作へのエンターテインメント性の付与

大阪大学大学院工学研究科

准教授 中西 英之

### 1. はじめに

本研究では接客ロボットを遠隔操作するための不特定多数向けシステムを開発した。遠隔操作ロボットには操作者が必要であることから、人件費削減などのロボットの利点を十分に活かすことができない。そこで、オンライン上で不特定多数のユーザがエンターテインメントとしてロボットを遠隔操作する状況を実現することを試みた。まず実店舗での実験において接客に有効なロボットの行動を調査し、接客の状態遷移モデルを構築した。そして、それに基づく接客ロボット操作インタフェースを作成した。さらに、そのインタフェースにゲーミフィケーションを付与し、操作へのモチベーションが向上するのかどうかについて調査した。

### 2. 状態遷移モデル

不特定多数のユーザによる接客ロボットの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、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を行い、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した。この実験は京都市錦市場にある七味専門店「ちんたら」において計20日間実施し、330組の訪問客に対して接客を行った。ロボットが訪問客に対してサービスを提供するためには、まず訪問客と会話を始める必要がある。本研究では訪問客からの反応を得るために、訪問客がロボットの発言に返答する確率であるエンゲージメントを推定し、その値が大きければロボットが訪問客に挨拶をするという自動挨拶機能を実装した。しかしながら、ロボットが挨拶できるほどエンゲージメントの値が大きくなる場合がある。そこで、そのような場合は、リズムカルな発話音声はインタラクションの継続欲求を向上させるという知見に基づき、ロボットがラップ歌唱を行うようにした。ここで、どのようなタイミングでラップ歌唱を行うべきなのかを調査する必要があるため、自動挨拶機能を使用した際の訪問客の反応を調査した。訪問客73組をロボットが挨拶することができた組とロボットが挨拶する前に店を退出してしまった組の2グループに分類したところ、入店から21~30秒が経過した以降は、挨拶できた組の数を挨拶できなかった組の数が上回ることが判明した。そこで、21~30秒の間である25秒を経

過してもエンゲージメントが一定値を超えない場合にラップ歌唱を行うようにした。

この実験では様々な会話を試みた。例えば、出身地を訪ねる、一緒に写真を撮ろうと誘う、などである。会話を継続させるには訪問客の返答を正確に聞き取る必要があり、さらにその返答に対する反応として適切なロボットの言動を選択する必要がある。このような操作は熟練を要するため、訪問客の返答が想定でき、容易に聞き取れるものとして、握手の要求を導入した。ロボットと会話を開始した訪問客の組に対して握手の要求を行ったとき、握手に応じたのは128組中117組であり約91%であった。

上記で訪問客の注意をロボットに向ける方法を論じてきたが、購買を促進するためにはロボットに集めた注意を商品に向ける必要がある。そこで実験ではそのような方法として、まず16組に対してロボットによる試食提案を試した。すると、8組が試食提案に応じた。これらの組の視線について調べたところ、試食用サンプルを見ていた7組のうち全ての組が試食をした一方で、サンプルを見ていなかった9組のうち試食をしたのは1組だけであった。よって、訪問客がサンプルを見ているときにロボットが試食提案をするべきであることが分かった。

次に訪問客にサンプルを見てもらうのに適切な発話タイミングを調査した。96組に対して試食説明を行い、その際の訪問客の視線を分析した。すると、試食説明時ロボットを見ていた42組ではそのうちの39組がその後サンプルを見た一方で、ロボットを見ていなかった54組ではたった8組しかサンプルを見なかった。よって、訪問客がロボットを見ている時に試食説明をし、それによってサンプルを見てもらうことができ、高い確率で試食をしてもらうことができることが分かった。

以上の結果に基づいて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を、挨拶、握手、試食説明の3段階で構成し、訪問客の反応を条件としてインタラクションの状態が遷移するように設計した。まず、訪問客のエンゲージメントを推定し、その訪問客のロボットへの注目度合いが十分高くなった時に挨拶を行う。また、エンゲージメントが十分に高くないまま訪問客の入店から25秒以上経過した場合、ラップを行うことで

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を要求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に応じ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、試食の説明を行うことで商品へと注意を誘導する。その後、訪問客が試食用サンプルに注目した場合は試食を促す。ここで訪問客がサンプルではなくロボットに注目している場合は商品の説明を行い、訪問客がサンプルに注目した時点で試食を促す。また、訪問客がサンプルにもロボットにも注目していない場合はラップ歌唱を行い、訪問客の注意をロボットへと戻すことを試みる。このような状態遷移に基づいて、画面に表示されるいくつかの条件のうち現在の訪問客の状態に該当する条件が存在する場合はその条件に対応するボタンを押下する、という操作を繰り返すだけでロボットを操作することが可能な操作インタフェースを作成した。

上記の接客ロボット操作システムを実験者が使用し、10日間の実店舗での実験において状態遷移モデルの有効性を検証した。状態遷移モデルに基づいた操作インタフェースと、状態遷移モデルを用いず全てのロボットの機能に随時アクセスできる操作インタフェースを比較し、訪問客がロボットの試食提案に応じる確率を比較した。その結果、状態遷移モデルを用いた場合に試食提案に応じた組は177組中18組で10.1%である一方、状態遷移モデルを用いない場合に試食提案に応じた組は172組中5組で2.9%であった。

### 3. ゲーミフィケーションの付与

ロボット操作の経験の無いユーザによる操作でもロボットに高いサービス提供能力を発揮させることができるのかどうか、また、ゲーミフィケーションの付与によって操作者に対するモチベーションが向上するのかどうか、という点について調査した実験では、ロボットのパフォーマンスに応じて獲得できるポイントを提示する場合と提示しない場合を比較した。ポイントが提示される条件では、ロボット操作用ディスプレイのすぐ隣に現在の獲得ポイント数を表示するディスプレイを設置した。被験者は関西圏在住の18歳から24歳の大学学部生8名であり、2条件の実験を被験者間実験として行った。

被験者は操作方法の説明を10分間聞いた後、ロボットを60分間操作した。操作方法の説明の内容は、現地の映像を見て画面に表示された条件で現地の状況が当てはまるかどうかを判断し、当てはまる場合はその条件に対応するボタンをマウスでクリックする、というシンプルなものである。ポイントあり条件ではそれに加えて、ロボットのパフォーマンスに応じてポイントが獲得でき、そのポイント数が表示されるということを説明した。操作終了後、操作に対する印象をアンケートで尋ねた。このアンケートの結果を対応のないt検定によって比較したところ、「もっと

操作したいか」という質問において、ポイントあり条件の方がポイントなし条件より有意にスコアが高くなった ( $t(6)=2.61, p<0.05$ )。

上記とは別の方法で被験者の操作に対するモチベーションを評価するため、行動分析を行った。操作に対するモチベーションが低下することによって、マウスからより頻繁に手を離すという行動が見られると予想した。そこで、操作時間中に被験者がマウスから手を離した回数を数え、条件間の違いを調べた。アンケート結果と同様にt検定によって比較したところ、ポイントあり条件においてマウスから手を離した回数が有意に少なかった ( $t(6)=2.71, p<0.05$ )。

モチベーションの分析に加えて、ロボット操作の経験のない操作者による操作であってもロボットが効果的なサービスを提供できるのかどうかを調べるため、状態遷移モデルに基づいた被験者の操作、状態遷移モデルに基づいた実験者の操作、状態遷移モデルに基づかない実験者の操作の3条件において、訪問客がロボットの試食提案に応じた割合をFisherの正確率検定によって比較した。その結果、これらの3条件の間で有意差があり ( $p<0.05$ )、ボンフェローニ補正による多重比較を行ったところ、状態遷移モデルに基づく2条件のどちらにおいても、状態遷移モデルに基づかない操作に比べて有意に高い割合で試食に応じてもらうことができたという結果が得られた。

### 成果発表

- 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.
- 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. 優秀論文賞(ロング)
- Masaya Iwasaki, Jian Zhou, Mizuki Ikeda, Yuya Onishi, Tatsuyuki Kawamura and Hideyuki Nakanishi. Acting as if Being Aware of Visitors' Attention Strengthens a Robotic Salesperson's Social Presence. *International Conference on Human-Agent Interaction (HAI2019)*, pp. 19-27, 2019. Best Paper Award
- Masaya Iwasaki, Jian Zhou, Mizuki Ikeda, Yuki Koike, Yuya Onishi, Tatsuyuki Kawamura and Hideyuki Nakanishi. "That Robot Stared Back at Me!": Demonstrating Perceptual Ability is Key to Successful Human-Robot Interactions. *Frontiers in Robotics and AI*, 6:85, 2019.