

# ロボット型ユーザインタラクションの実用化 —「未来大発の店員ロボット」をハードウェアから開発する— Practical application of the robot-type interaction

伊藤 壱 Ito Hajime

## 1 背景

店員ロボットの導入がコロナ渦において、より一層進んでいる。人手不足の軽減や、人と人の接触を避けること、遠隔からの作業を可能にすることが店員ロボット導入の動機になっている。店員ロボットの導入は進みつつある一方で、マニピュレーターのような工業用ロボットに比べて導入が遅れているのも確かである。その要因として挙げられるのが「ロボットの無機質さ」である。ロボットに不慣れな人はロボットに対して異質感を覚えてしまうことがある。

そのような問題を解決するべく、ロボットと人間の相互作用を再設計し、ロボットと人間のコミュニケーションをより円滑にするよう取り組んだ。昨年度は既存のロボット型インタフェースを拡張する手法を用いていたが、ハードウェア性能による制約を受けてしまっていた。したがって今年度におけるプロジェクト活動ではハードウェアとソフトウェアの両面から柔軟に店員ロボットを開発することを目指した。また、私たちはグループを3つに分けて活動することで理想的な接客の実現を目指した。グループAは動きを重視、グループBは機能の充実を重視、グループCはデザインを重視して、それぞれロボットの開発に取り組んだ。3つの観点からロボットを開発することで、それぞれのグループが観点ごとの知見を活かし、最終的に一つのロボットを作成することにした。

## 2 課題の設定と到達目標

ここではそれぞれのグループについて課題の設定と到達目標について記述する。

### 2.1 グループA(動き重視)

グループAはロボット型インタフェースと人間との相互作用を、動作の観点から円滑にすることを目的として活動した。目的達成のため、店員ロボットにおける理想の「動き」をハードウェア及びソフトウェアの双方において0から開発し、実現すること目標とした。前期は、理想の「動き」の考察とハードウェアによる実現のための設計準備を中心に活動した。後期は、試作の製作及び改善を繰り返し11月までの完成を目標とした。活動を通して、理想的かつ簡易で表現できる動作とは何か、それを再現する上でハードウェアに必要な要素である機構や外観の作りについて考察を深めた。

### 2.2 グループB(機能重視)

グループBは、シンプルな仕組みで効果的なロボット型インタフェースとは何かについて模索し、ロボットの機能の問題に重点を置いて活動した。私たちはシー ムレスな会話を実現していくにあたり、以下の3つの課題があると考えた。

1. 利用者がコミュニケーションを取ることをためらうロボットの外観や動作

2. 利用者がロボットに話しかけてからロボットが反応するまでにタイムラグが発生すること

### 3. 機構を実現するために必要な内部構造の設計

グループBの目的は、以上の課題を解決しつつ音声認識の改善を行うことでシームレスな会話を実現するロボットの作成である。したがって、音声認識などのソフトウェアとハードウェアの両面から開発を行う必要があると考えた。

## 2. 3 グループC(デザイン重視)

グループCは既存の店員ロボットの見た目が人間に近づき過ぎたため、人間であるユーザーに不快感や不気味な印象を与えたこと、高価でハイテクであることからユーザーの使用により壊してしまうような、デリケートな印象を与えていることを発見した。そして、そのような背景により、ユーザーがロボットに対してコミュニケーションを働きかけにくくなっている点に着目した。本プロジェクトのロボットをハードウェアから開発できるという点を活かして、ロボットに「愛らしさ」を与え、よりユーザーからコミュニケーションを働きかけてもらえるようなデザインと動き、そして機能の実現という課題を設定した。また、人間らしさから遠く、目新しさのある「愛らしい」デザインとしてチープでおもちゃらしいデザインという到達目標を掲げた。

## 3 課題解決のプロセスとその結果

ここでは各グループについて課題解決のプロセスとその結果について記述する。

### 3. 1 グループA(動き重視)

グループAでは課題を発見した場合は全体で一度共有し、その課題の本質について確認を行った。その後で解決策の提案や方法の検討にあたるように心がけた。

活動中に実際に起きた例を挙げる。動作の実装で発生した

ものだ。当初予定していた設計における、モータ制御が必要な箇所の数に対し、本番環境で使用するArduinoが制御可能なモータ数が足りないという問題が判明した。その際はソフトウェア担当のメンバーから全員に対して使用するマイクロコンピュータの変更と動作箇所をいくつか削除する提案が行われた。この提案により、それぞれの動作で与える印象と役割を明確にすることができ、取り返しのつかないミスを避けることが出来た。それぞれの動作が与える印象と役割を明確にしたことで、製作時の問題回避に繋がった。このような経験から、当初の目的である「人に好かれ先手を打つコミュニケーション」の実現に集中することが出来たので、機構設計班が陥っていた、表現方法や手段に固執していた状況から回復することができた。そのため製作中であるにも関わらず、動作部位を再設計し、動作箇所の削除と別部位への移転する形で解決を図った。制作過程における問題の発見と改善の提案をする一連の流れが習慣化し、グループとしての方向性から脱線することなく活動を達成することが出来た。

### 3. 2 グループB(機能重視)

はじめに、グループBの課題であった「利用者とのコミュニケーションに持ち込みやすくするためのデザイン」を解決した過程について報告する。

初期段階において、グループBは人型ロボットに対して不快感や、恐怖を感じる人がいることに着目した。これは生物の具現化による不気味さの発現によるものであると考えられている[1]。ロボットと人間のコミュニケーションの機会を逃さないようにするべく、犬型デザインのロボットを考案した。草案の段階ではリアリティを求めすぎて気味の悪さを払しょくすることが出来なかったため、本番ではデフォルメされた犬をモチーフにしてデザインした。

次に、人間とロボットのコミュニケーションにおいて物

理的なタイムラグが発生してしまう課題について、どのように解決をしたか報告する。メーカーによって開発されているロボットでは、カメラを用いた年代測定をはじめとした多くの機能が実現されていた。これらの機能を実現させるためには、外部サーバーとの通信処理を行うため、応答に時間がかかっていたことが分かった[2]。これを解決するためにシンプルな機能のみの実現を目指すことで、シームレスな会話を実現することが出来た。

最後に、ロボットの動作を実現するための機構設計について、どのように解決したか報告する。実現すべき機構を選択し、機構同士が互いに干渉しないように設計を行った。大半のモータを胴体や頭部などの大きな部位に固定し、サーボモータの羽をそのまま、あるいは拡張して稼働させたい部位に固定することで省スペースかつ効率の良い機構を完成させることが出来た。

### 3.3 グループC(デザイン重視)

取り組む作業に対して以下の手順を設定した。(1)課題定義・ブラッシュアップ(2)コンセプトの決定(3)コンセプトにあるデザインの決定(4)デザインに合う動作の決定(5)動作に合う機構の決定(6)3DCADによるロボットのデザイン・機構のモデリング(7)ロボットに実装する機能の検討(8)回路設計の学習と機構の実装(腕,脚など各部分の連携)(9)モデリングしたロボットを3Dプリント(10)回路と機構をロボットに実装(11)機能の実装(12)動作テスト(13)完成。(1)~(5)のプロセスについてDiscordを通じた通話を介し、Google Jamboardを用いてロボットのデザイン案のスケッチと合わせて実装する機能の案のアイデア出しを行った。3DCADを用いた機構の書き出しに組みながら(7)(9)(13)において、機構を検討し、ロボットの機能についても検討した。話し合いの内容についてはOneNoteに簡易的な議事録のほか、ロボットを開発する上で検討すべき項目をまとめ、開発メン

バーから出たアイデアについて共有、擦り合わせるようにした。

後期では、これまで指導教員の先生方、工房職員の方からの助言を踏まえた上で残りの開発工程の中で効率良く作業に取り組むため、ロボットの動作をイメージしながら仕様書としてまとめ、コンセプトである「愛らしさ」と具体化した動作を擦り合わせた。その後各担当分担課題についてスケジュールを立てた。その開発に取り組んだ成果として、アクリルを使用・加工した筐体にRaspberryPi, GPIOモータ, Arduinoとロボットの各パーツのモータを組み込んだプロトタイプが完成した。機能として電源を入れた時の動作とタッチによる顔の表情の変化と付随するジェスチャー、スタンバイ状態における表情の変化とジェスチャーが行えるようにした。

## 4 成果と今後の課題

### 4.1 各グループの成果と今後の課題

ここでは、各グループについての成果と今後の課題について報告する。

#### 4.1.1 グループA(動き重視)

成果として、プロトタイプであるロボット1機の開発に成功した。測距センサ、静電容量センサを搭載している。それぞれのセンサは人間が近付いてきた時と、人間が触れたときの動作のトリガーとなっている。動作については、撫でられ動作と挨拶動作について実装した。撫でられ動作はロボットの頭部を触られた際に、頭部を手で擦り付けるように動かしながら「ありがとう」と発話するものであり、挨拶動作は測距センサにより近づいてきた人間に対して「おはよう」などと発話するものである。発話の実現については音声合成LSIを用いた。

課題として、待ち動作とディスプレイの実装がある。店

員ロボットと顧客との壁をなくすために、2つの動作を実装する予定であった。しかし、時間の余裕がなく完全な実装まで至らなかった。今後の課題として、待ち動作とディスプレイの実装を実現する必要がある。課題の2つ目は完成の遅れやコロナウイルスの影響で実店舗への設置まで至らなかったことだ。今後、実店舗へ設置し店員や顧客からのフィードバックを受けて機能の充実や洗練を行う必要がある。また、最終的な完成形は、3Dプリンタで製作したロボットにしたいと考えている。

#### 4.1.2 グループB(機能重視)

成果として、グループBが作成したプロトタイプのロボットが挙げられる。Juliusを調整し任意の言葉に反応を示す音声認識機能を搭載した。音声認識機能はRaspberryPiで実行し、機体の制御はArduinoで行った。音声認識のほかに、取得した音データから方向検知を行う機能も実装した。デザインは犬をモチーフに設計された。機体は3Dプリンタで生成された部品を用いて組み立て、コンピュータを内蔵している外箱はMDFによって組み立てた。

音声認識の面では、認識できる語数を増やすことが課題となった。現段階では、認識できる語数が少なく、決められた言葉にしか反応ができない。今後は、認識できる語数を増やすとともに、認識精度の維持のためのマイクの調整などを行う必要がある。

#### 4.1.3 グループC(デザイン重視)

成果として、グループCが作成したプロトタイプのロボットがある。アクリル板を切り抜き組み立てを行った。縦17cmという非常にコンパクトなサイズで設計されている。ロボットらしい角が目立つデザインになっている。顔面部分にタッチパネルディスプレイを設置し、様々な表情を映し出す。タッチパネルが表情を変えるトリガーになってお

りインタラクションのあるコミュニケーションを提供する仕組みになっている。

今後の課題としては音声認識を用いた対話機能の実装である。音声認識を実装することにより非接触のインタラクションを実現でき、人間の店員のような接客を行うことが出来ることを見込まれるため、追加の機能として今後実装していきたいと考えている。

### 4.2 プロジェクト全体として

本プロジェクトの成果として、動き、機能、デザインの各観点から見えた理想の接客を実現する3つのロボットを完成させることが出来た。3つのロボットを開発する過程で、ロボット開発において必要となる電子回路、機構設計、プログラミング、デザインの技術を身につけられたほか、サービス設計の経験を積むことが出来た。

一方で、3つのグループが動き、機能、デザインの観点から知見を深めロボットを開発し、その経験をもとに全体で理想の接客について再定義し、それを実現することが本プロジェクトの1番の目的であった。しかし、全体として開発の遅れがあり、当初予定していた各グループの技術を統合して全体で1つのロボットを作成する段階まで至らなかった。よって、各グループの知見と経験をもとに新しくロボットを開発することが今後の課題である。

### 参考文献

- [1]加納 政芳, 清水 太郎: なにもできないロボット Babyloidの開発, 日本ロボット学会誌29巻3号, pp. 298-305, 2011.
- [2]ユニインフォメーション | ユニインフォメーション株式会社 (最終閲覧日: 2020年1月6日) [https://www.uni-info.co.jp/news/2017/0928\\_2.html](https://www.uni-info.co.jp/news/2017/0928_2.html)