

ロボット型ユーザインタラクション - これから必要とされる技術である店員/案内ロボットを未来大で作り育てる -

Implementation of the robot-type interaction
-Creating and nurturing clerk/guidance robots, which are the technologies that will be needed in the future, at FUN-
佐藤主菜 Kazuma Sato

1. 背景

現在、多種多様なコミュニケーションロボットが製造され、飲食店や観光地など様々な場所でコミュニケーションロボットが導入されていることから、ロボットは身近なものになっている。しかし、それらのコミュニケーションロボットは社会全体にあまり普及していない。さらに、未来大でもロボットが置かれておらず実用化されていない。また、昨今のコロナ禍で、人同士の接触を減らすため、非接触の対応をよりしやすい店員の役割を担うロボット（店員ロボット）の需要が伸びている。そこで昨年、同プロジェクトで未来大の食堂に置く シンプルな構造の小型な店員ロボットが作成された。しかし、昨年作成した小型店員ロボットは、現在では食堂に置かれておらず、使用されていない現状がある。

上記の理由として3つあると考えられる。1つ目は、ロボットの見た目や音声、存在そのものに恐怖を感じ、人々はロボットとのインタラクションを避けることである。ロボットの見た目を人間に近づけていくと、やがて不気味に感じる段階である「不気味の谷」を迎えることが研究から明らかになっている。また、ロボットの音声に採用される機械音に恐怖を感じることもある。さらに、コミュニケーションという点に着目すると、人とロボット間でコミュニケーションをするという行為に不安感を抱くと考えられる。2つ目は、価値のない機能が実装されているロボットも存在することである。ロボットの機能は人間の方が効率的に行えることも多く、そのような機能は価値がないと判断される。3つ目は、ロボットの強みの1つである拡張性が、普及されているロボットではうまく利用しきれていないことである。拡張性とは、作られたものに新たな機能の追加やデザイン性の向上を行うことで、簡単に改良が可能であるということである。従来のロボットでは拡張性がうまく利用しきれていないことにより、ユーザが欲しい機能やデザインなどをすぐに追加することができない。

これらのロボットの抱える問題・課題を解決するために、身近な未来大を現地としたフィールドスタディでロボットの製作を行い、デザイン性の評価や価値のある機能の検討などの得られた知見を、上記で述べた社会全体のロボットの問題解決のために活かすこととする。これらを踏まえ、本プロジェクトでは未来大の学生を対象として、大学の玄関で挨拶をする機能を基盤として、実用可能で拡張性のあるシンプルなコミュニケーションロボット、大学の食

堂で案内をする機能を基盤として、食堂に来た人を楽しませるコミュニケーションロボットの2つを製作することにした。ロボットのデザインや音声の工夫によるインタラクションの促進や、拡張性によるユーザにとって価値のある機能の実装を目指す。

そこで本プロジェクトでは、ロボットが社会全体にあまり普及されていない現状を鑑み、目的を次のように設定した。

- ・ロボットのある生活の基盤を作る
- ・ロボットで人の笑顔を導く

上記の目的を踏まえて、玄関ロボットグループと食堂ロボットグループの2つに分かれて本プロジェクトを進めた。

玄関ロボットグループでは上記の目的のうち、ロボットのある生活の基盤を作るに着目した。ここで、ロボットのある生活の基盤を作るとは、現在ロボットが存在しない場所にロボットを設置・運用し、そこに価値を付加させることである。

食堂ロボットグループでは上記の目的のうち、ロボットで人の笑顔を導くに着目した。ここで、ロボットで人の笑顔を導くとは、食堂が学生たちの利用で成り立つことから、学生たちの顧客満足度を重要視し、学生たちの笑顔を見ることが生協側のニーズであるため、食堂にロボットを置くことで食堂を利用する人を笑顔にすることである。

2. 課題の設定と到達目標

本プロジェクトでは、第1章で述べた現状の問題を課題と設定し、課題解決のためのプロダクト開発に取り組んだ。

玄関ロボットグループでは、第1章で述べた現状の問題から実用可能で拡張性のあるシンプルなコミュニケーションロボットを製作することにした。玄関ロボットグループの目的である「ロボットのある生活の基盤を作る」を達成するために、現在ロボットが存在しない場所として未来大の玄関をターゲットとし、未来大の玄関にロボット置くことで新たな価値を生み出すことを目指した。ロボットの利点の1つである、拡張性に注目し、改良することで容易に機能を追加でき、シンプルで使用してもらえるようなロボ

ットの製作を目標とした。さらに、未来大の玄関に置くロボットとして、「挨拶」をすることを第一の目標とし、ロボットをソフトウェアとハードウェアに分けて製作することにした。そこで玄関ロボットグループは到達目標として、未来大の玄関にロボットが日常の一部として利用されることの第一歩となるような、基盤となる玄関ロボットの製作を目標とした。また、来年度以降もロボットの改良を行えるように拡張性を活かしたロボットを目指した。シンプルかつ拡張性のあるロボットの製作をソフトウェアとハードウェアに分けて設計を行うことにした。玄関ロボットグループでは、ロボットの機能を4段階に分け製作を行うこととした。第1段階では、人が通ったときに音声で挨拶をすること、挨拶と同時にロボットの首の動きをつけることを目標とした。第2段階では、挨拶と同時にディスプレイ表示をすること、挨拶と同時に手足の動きを加えること、デザイン性を向上させることを目標とした。第3段階では、時刻や消毒の呼びかけをするなどの挨拶以外の機能の表示をすることを目標とした。第4段階では、連絡事項の表示など随時更新が必要な機能の追加をする。

店員ロボットグループでは、「ロボットで人の笑顔を導こう」という目的のもと、食堂を利用する学生や先生とロボットの間インタラクションをもたせることでその場の活気を上げ、同時に生協組合の方のニーズに応えることを目指す。そのため、ロボットをつくる上で順序立てて作るレベルを想定した。具体的には、レベル1として昨年よりも更に大きな動きを実現すること、レベル2として発話内容や動作で二面性を出すこと、レベル3として人がいるかないか感知しレベル1を行うこと、レベル4として列の誘導や、滑らかな動きを実現することとした。

玄関ロボットグループと店員ロボットグループの目標到達までの手順として、以下のように設定した。

1. 現状のコミュニケーションロボットの問題・課題定義

現在普及されているロボットの問題・課題を定義する。

2. 目標設定

ターゲットとコンセプトを決める。

3. 機能およびデザインの考案・検討

どのような機能を持ったロボットにするかをメンバー内で議論する。

4. 学習内容・役割分担の決定

決めた機能を実現するための学習内容の決定、役割分担を行う。ソフトウェアでは、Arduino, Raspberry Pi を用いて、機能の学習、開発・設計を行う。ハードウェアでは、Fusion360によるデザイン・機構の学習、開発・設計を行う。

5. 情報収集

未来大の学生が求めるロボットの機能を調べる。また、実際に未来大の玄関がどのような構造になっているかを調べる。

6. ロボットの具体案を再考・決定

情報収集を踏まえて、どのようなデザイン・機能を持ったロボットにするかを決定する。

7. 学習を継続しつつ製作

新たな問題に直面しても柔軟に対応できるように学習も継続しつつ製作を行う。

8. 試運転

完成後、実際に使ってみてフィードバックを得る。

9. アンケートや相互評価の実施及び解析、改善点の発見

7割以上の好評価を得るまで7、8を繰り返す。

10. 成果物の完成および運用実験

完成した成果物が設定した目標に到達しているかどうかを実際に運用実験し、不備等があれば随時修正していく。

11. 目的・目標達成

これらの手順に計画的に取り組み、本プロジェクトの目的・目標達成を目指した。

3. 課題解決のプロセスとその結果

本プロジェクトでは、第2章で述べた到達目標を達成するために、以下のプロセスを行なった。

玄関ロボットグループでは、第2章で述べた到達目標「未来大の玄関にロボットが日常の一部として利用されることの第一歩となるような、基盤となる玄関ロボットの製作」から目指すロボット像の検討を行った。玄関にロボットを置くということで目標を立てたため、未来大の玄関において挨拶を行い、未来大のシンボルとなるようなデザインで人々の印象に残るロボットの製作をすることを目指した。また、次年度以降も改良を重ね、使っていてもらえるような拡張性のあるロボットの製作を目指すこととした。これらを基にして、具体的に自分たちが作りたいロボットの機能およびデザインのアイデア出しを行った。アイデア出しの際には、オンラインホワイトボードであるMiroを使用した。Miroの利点として、複数人でアイデアを書き込むことができ、それがリアルタイムで反映されることが挙げられる。その点を活かして、グループメンバーで多くのアイデアを出しながらスムーズにアイデア出しを行った。機能面では、人が通るとディスプレイと音声で挨拶、消毒の呼びかけ、また時間の表示や随時更新が必要な機能を考えて。デザイン面では、未来大学の玄関に置くことを想定しているため、人の目に留まるように印象的なロボットにしようと考え、函館ならではのものを考えて、様々な案が出された。結果として、イカをモチーフにしたロボットにすることとした。また、ロボットを未来大の玄関にそのまま置くのではなく、目線を合わせるために高さを出す意味も込めて、なにか土台に乗せてロボットを動かしたいと思った際に、土台自体を未来大風にして土台にすることにした。ロボットのデザインとしては未来大風の土台を作り、その上にイカがモチーフのロボットを製作することに決定した。しかし、この話し合いには客観的な視点が足りないと感じたので、ビデオコンテと他プロジェクトとの合同発表会を通して客観的な意見を交えながら、ロボットの

機能とデザインの再検討を行っていった。ビデオコンテから得られた大きな課題点として、ロボットの前に人混みができてしまうことであった。実際のビデオコンテを見てみると、段階的に機能を多くつけるにつれて、1人がロボットに使う時間が増えてしまっていた。そうすると、ロボットの前に人混みができてしまい、逆にロボットが日常を邪魔する可能性が考えられた。合同発表会からはビデオコンテから得られたような意見も得られたが、やはりロボットが一人当たりを使う時間を考えなければ、混雑をもたらしてしまうので、機能面の改善が必要である。この段階では、来る人の視線に合わせてあいさつすることを想定していなかったが、その場合、ロボットが誰に向かって挨拶をしているのかがわからなくなってしまうので、ロボットの視線も課題の一つになった。また、ロボットから動作をするのではなく、ロボットを使う人側からアクションをして、ロボットが反応することができれば、よりコミュニケーションを取っていると感ずることができるのではないかという意見もあった。これらのことを踏まえて、ロボットの機能およびデザインを再検討した。

店員ロボットグループにおいても、第2章で述べた目的である「ロボットで人の笑顔を導く」から目指すロボット像の検討を行った。食堂を利用する学生や先生とロボットの間でインタラクションをもたせることでその場の活気を上げ、同時に生協組合の方のニーズに応えることを目指す。第2章で述べたように、ロボットをつくる上で順序立てて作るレベルを想定し、製作を進めた。店員ロボットグループでもロボットの機能およびデザインを再検討するためのアプローチとしてビデオコンテの作成と合同発表会を行った。これらアプローチから、未来大の食堂に置くため、注文までの列に並ぶ人で混んでしまったときに、注意を引き過ぎてしまうとさらに混む原因になってしまうことから、よりロボットからユーザーへの一方的なインタラクションを増やし、ユーザーからのインタラクションをシンプルで簡潔なものにする必要性があった。また、食堂での注文までの並ぶ時間は我々の実体験から退屈な時間になりうるため、食堂という場所にこのようなインタラクション性のあるロボットを設置することには第2章で述べた目標達成のための価値があると判断した。また、未来大の食堂のお盆をとって並ぶ位置の正面に配置して撮影したが、腰を落として触れ合うことになり、ハンドルを回すインタラクションには負荷がかかってしまうことが考えられた。また、ロボットのインタラクションを一人一人が行うことによって後ろに並ぶ列が長くなってしまい混む原因になりうるということが考えられた。これらのことを踏まえてロボットの機能およびデザインの再検討を行った。

玄関ロボットのハードウェア製作の過程については、まずロボットの設計を本体の部位別に Fusion360 で行った。ロボット本体は、デフォルメされたイカのキャラクターとなるように設計した。キャラクターとして愛らしさを表現することと、通る人に視線を合わせやすくする観点から、実際のイカの目の位置とは違い、人間の顔の目の位置に該当する位置に目を配置することとした。挨拶する人へ視線を合わせリアクションが出来るように首を上に向けられるようにすることと、腕を動かせるようにすることの両方を可能にするために、頭部、腕、胴体と部位別に設計し、そ

れらを内部で繋げるための内部機構を設計した。また、土台を MakerCase、Illustrator を用いて製作した。土台のデザインでは、未来大の校舎のイメージとなるように設計した。白いアクリル板と透明なアクリル板を用いて製作した。ソフトウェア製作の過程については、まずロボットの挙動を制御するために Arduino を使用した。Arduino にはモータと赤外線センサを取り付けた。モータは4個使用し、それぞれのモータがロボットの頭と腕の挙動を制御する。このとき、頭の2個のモータでは上下と左右の首振りを制御し、腕の各モータでは腕を上下に動かす挙動を制御する。赤外線センサは人が目の前を通ったことを感知するために利用する。また、ロボットのディスプレイやスピーカを制御するために Raspberry Pi を使用した。ディスプレイは常に本大学の正面玄関と現在時刻の画像を表示した。Arduino から赤外線センサが人を感知したことを表す文字列が送られてくると、ディスプレイは現在時刻の画像を表示したまま画面を現在時刻に応じた挨拶を表示する画像に切り替え、スピーカはロボットの音声を再生した。これらを組み合わせて図1の玄関ロボットを製作した。



図1. 玄関ロボット

店員ロボットグループのハードウェア製作の過程についても、まずロボットの設計を本体の部位別に Fusion360 で行った。ロボット本体はシマエナガとイイズナをモチーフとしたデザインとなるように設計した。シマエナガには上下に動くような内部機構を設計した。また、ロボットの周りにオートマタとしてエゾシカ、チンアナゴ、モグラを設計した。オートマタについては、図2のように設計し、手回しハンドルで動くように設計した。

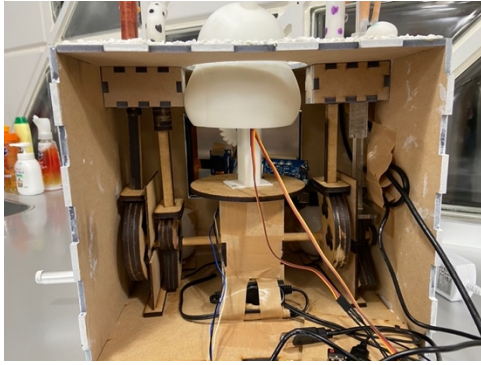


図2. オートマタ

ソフトウェア製作の過程についても、まずロボットの挙動を制御するために Arduino を使用した。Arduino にはモータと人感センサを取り付けた。モータはロボット本体に組み込んであり、上下に動かす挙動を制御している。人感センサは人が目の前を通ったことを感知するために利用する。また、ロボットのディスプレイやスピーカを制御するために Raspberry Pi を使用した。ディスプレイは食堂のメニュー画像や店員ロボットの紹介画像を表示した。スピーカはロボットの音声を再生した。これらを組み合わせて図3の店員ロボットを製作した。



図3. 店員ロボット

また、両グループにおいて表情・動作・発話コンテンツを簡単に作るシステムとして、スマートフォン向けのアプリケーションを、Unity を用いて開発した。具体的な機能として、玄関ロボットは玄関ロボットのディスプレイに表示する画像の送信・受け取りを可能とする機能、入力した文字をロボットが読み上げる機能の2つの機能である。店員ロボットはディスプレイに表示する画像の変更・増減させること、Raspberry Pi への画像データの送信の2つの機能である。このアプリケーションによって、誰でも簡単にロボットを利用することができ、さらなる拡張性を持たせることができた。

4. 今後の課題

今後の課題として、玄関ロボットグループは、成果発表会・評価実験などを踏まえ、今後の技術的課題がいくつか挙げられた。まず、動作の不安定性が挙げられた。実際に

動作をさせてみて、センサの情報を受け取ってから、音声と画像の出力、ロボットの動きがそれぞれ若干ずれている様子が見られた。これは、Raspberry Pi と Arduino 間の通信による遅れや、プログラム内で使用している時間停止処理などが関係していると考えられる。違和感のないコミュニケーションを目指すためには、音声出力やロボットの動作が、できるだけ遅延なしに見られることが望ましいため、改善をすべきである。また、センサ自体も動きの不安定性が目立つため、赤外線センサの検知範囲を動作環境に合わせた検知範囲にすることや、プログラム内でのより精密な制御などを行っていく必要があると考えた。また、Unity のアプリケーションとの通信についても、技術的課題がある。現段階では Unity によるアプリケーションの作成と、テスト HTTP サーバとの通信は行えている状態だが、Raspberry Pi 内に立てた HTTP サーバとの通信が行えていない。対策としては、Raspberry Pi のポートを再設定することや、FTP サーバなどの別方法での通信を行うことが挙げられる。加えて、HTTP サーバについても更に学習をすすめる、通信を可能にできるようにしたいと考える。また、ロボットの首の動きもより複雑にしたいと考えている。現段階では、左右に首を動かすためのサーボモータは付いているが、動かしていない状況であるため、こちらも動作させたいと考えた。この動作の実装を行うことで、通った人の顔をロボットの首が追うことや、細かく視線を合わせることができると、より人とロボットとのインタラクションらしさを出すことができると考える。そのための課題としてモータのハンチングを抑えることが必須である。本ロボットは頭部パーツの質量が大きいためにハンチングを起こす場面が見られたため、モータが耐えられるように支柱を作ることや、首の動作機構を再考することが対策として考えられた。

店員ロボットグループでは、二面性を持たせることで人間らしいキャラクター性を表現し、あえて、常に礼儀正しいような愛想を振る舞う店員ロボットとの差別化を、ネガティブな発言をさせることによって図った。しかし店員という役目には顧客に対する礼儀を重んじるという考え方や、ネガティブな発言によって聴衆の気持ちをネガティブにしかねる点においては、発言内容などによっては注意すべきであること。また、実際にいただいた意見にもネガティブにしない方が良いというものもあったため、このようなアイデアにはターゲット、用途や状況などを踏まえる必要性があり、必ずしも差別化が行われたからといって、それがユニークであるということにはならないことが課題であった。