

公立はこだて未来大学 2018 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University Hakodate 2018 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

ロボット型ユーザインタラクションの実用化 – 柔らかく、あたたかく、優しいサービスの実現へー

Project Name

Practical application of the robot-type interaction

グループ名

パペロ班

Group Name

PaPeRo Group

プロジェクト番号/Project No.

9

プロジェクトリーダー/Project Leader

1016219 藤井佐和子 Sawako Fujii

グループリーダー/Group Leader

1016219 藤井佐和子 Sawako Fujii

グループメンバ/Group Member

1016219 藤井佐和子 Sawako Fujii

1016048 柴崎凌我 Ryoga Shibazaki

1016056 山口大地 Daichi Yamaguchi

指導教員

三上貞芳, 鈴木昭二, 高橋信行

Advisor

Sadayoshi Mikami Sho'ji Suzuki Nobuyuki Takahashi

提出日

2019 年 1 月 16 日

Date of Submission

January 16, 2019

概要

これまでロボットは人間の作業を代わりに行うために発展してきた。しかし、コミュニケーションをとることを目的とするロボットは音声認識や文脈理解など、依然として改善の余地が大きいと考えられる。そこで、本プロジェクトは、PaPeRo i というロボット型インタフェースを「柔らかい」「あたたかい」「優しい」の3つの観点から拡張、改善をすることによってPaPeRo i がより人に受け入れられ、コミュニケーションを向上することを目指す。「ロボット型インタフェースの拡張」の実現のために、「柔らかい」「あたたかい」「優しい」の3つの観点を次のように定義する。「柔らかい」とは、情報機器に不慣れな人でも操作ができるようにすることでPaPeRo i が様々な環境に柔軟に対応できるようにすることを指す。「あたたかい」とは、感情表現を豊かにし、情報を伝えやすくすることでロボット型インタフェースが人により親しみやすくなることを指す。「優しい」とは、ロボット型インタフェースの音が聞き取りやすくなることによってより良いコミュニケーションを育むことを指す。この3つの観点から、ロボットがより人に受け入れられるようになることを目的として、2つのシステムを考案した。1つ目はモニターの映像とロボットの動作を連携させるシステムである。この連携によって、モニターによる感情の補完、映像の利用を可能とする。モニターとロボットの連携例として店舗での商品紹介を提案した。モニターとの連携によって、利用者の視覚、聴覚に効果的に訴えられるという利点がある。また、モニターの利用として子供に向けた画面の提案を行った。これによりPaPeRo i は大人だけではなく子供にも利用範囲を広げた。2つ目は、PaPeRo i の発話内容の編集を容易にするシナリオエディタである。直観的に操作可能な文言エディタのインタフェース実現を目指した。簡単な操作でセリフの変更を行うことによる自由な発話を行うことを目的とした。エディタツールとしてWEBアプリケーションを想定した。店舗での使用を想定した場合店舗側はPCの使用経験やインターネットの知識が少ない、また業務中はあまり時間をかけられないことから営業時間中では、事前に設定した業務パターンの選択だけでPaPeRo i の動作を変更できるようにする方法にし、営業時間外では、業務パターンを項目ごとに時間、セリフ、商品の画像を表示、発話させるといった設定を行う方法を考え実装した。これらのサービスを実現するにあたって、前期では函館の一般企業の方に本プロジェクトの提案をプレゼンし意見を伺う機会を設け多くの意見を参考にサービス案の実現方法を時間をかけて模索した。後期では2つのシステムを開発するためにエディタ班、パペロ班、意匠班の3つの班にわかれて作業をした。本グループのパペロ班の作業は3つあり、モニター映像の制御とPaPeRo i の動作の制御を行うこと、PaPeRo i のソフトウェア部分を改良すること、サーバー機をシナリオエディタとの連携に用いるためにApacheサーバー、データベースサーバー、PHPサーバーとして機能するようにシステムの構築を行うことである。開発にあたってモニター映像の制御とPaPeRo i の動作の制御を一括で行うためにRaspberry Piを用いて開発を行った。また、文字と画像を同期するためにTkinterというモジュールを用いて実現した。さらにPaPeRo i の既存の音量では成果を発表する場合に限界があったために音声部分の基盤を半田付けし外部スピーカーとの連携を行った。開発の後半には株式会社キングベークの協力の元2つのシステムの実証実験を行った。本グループではモニターと連携したPaPeRo i の注目度を検証した。PaPeRo i には衣装を着せ、モニターフレームは株式会社キングベークに合うように意匠班が作成したもの[3]を取り付けた状態で、PaPeRo i に注目した人数を観測した。結果は根拠となる結果が得られてないため今後実験内容に関しては検討していく必要がある。

(※文責: 藤井佐和子)

キーワード Python, Raspberry Pi, コミュニケーションロボット, ロボット型インタフェース, Linux

Abstract

Robots have been developed to support for take the place of human work. However, there is still room for improvement in communication robots compared to industrial robots. Therefore, we aim at extension and improvement of a robot-type interface called "PaPeRo i". We focus on three points of view that; Adaptable, Comfortable, and Hospitable. To realize extension of robot-interface, we define three point of view that Adaptable, Comfortable and Hospitable as follows. "Adaptable" means can be adjusted to various work. "Comfortable" means the robot-type interface can make cozy places. "Hospitable" means the robot-type interface can talk gently and entertain. We aim at smooth communication by combination of these three points of view. Therefore, our project propose two systems. One is the system to display images cooperated with the motion of the robot. Thus, the robots can express robots' feeling to human and, use. We implemented a system consists of a monitor and a small board computer with contents of product introduction in the store. Linking both robots' behavior and movie played on monitor have merit which can give human effective visual and auditory stimulation. The other system is a speech editor that enables the robot-type interface to make various speeches. We aim to realize that the speech editor can be used intuitively and easily to increase variation of the robots' speech. We implemented the speech editor as a WEB application and expected the editor works in two situations with a robot-type interface called "PaPeRo i". Clerks have little time to use application during working hours. Therefore, we will make application that enable clerks are able to change behavior of "PaPeRo i" to choice pattern which set before open during working hours. In addition, the application enable clerks to make new pattern by setting words, images and time after working hours. Our future activity is that we will product service idea and receive feedback from user. We will expose the problem based on analysis of feedback, then we improve repeatedly. In the second semester, we worked separate three groups about "editor", "papero", and "design" to develop for two systems. Our group is "papero", and we have three works for controlling two things of monitor image and moving PaPeRo i. The works are improvement of software of PaPeRo i and constructing of the system functions as server of Apache, database and PHP for using to link server machine, and the speech editor. In development, we adopt RaspberryPi to control together the image of monitor and moving of the PaPeRo i. In addition, we used a module called Tkinter to have to synchronize words and image. We also used a speaker as an attachment of PaPeRo i so that its speech volume can be changed quicker than the switch wquipped on PaPeRo i. In the last half of developing, we did demonstration about our made two systems in King Bake, a bakery in Hakodate. We verified visibility of PaPeRo i cooperated with the monitor. When we observed number of persons focused on the PaPeRo i, it wore the original dress and equipped with the monitor and frame matched with King Bake. In the result, we found that the number of people watched on the robot with our system was more than the robot without our system.

(※文責: 藤井佐和子)

Keyword Python, Raspberry Pi, communication robots, robot-type interface, Linux

目次

第 1 章	背景	1
1.1	ロボット型インタフェースについて	1
1.1.1	背景	1
1.1.2	現状	1
1.2	PaPeRo i について	1
1.3	課題概要	2
第 2 章	到達目標	3
2.1	本プロジェクトにおける目的	3
2.1.1	通常の授業ではなく，プロジェクト学習で行う利点	3
2.1.2	地域との関連性	3
2.2	本グループにおける目的	3
第 3 章	課題提起と解決プロセスの概要	5
3.1	具体的な手順・課題設定	5
3.2	課題の割り当て	5
第 4 章	課題解決のプロセスの詳細	7
4.1	モニターシステム	7
4.2	モニターと PaPeRo i の連携	7
4.3	シナリオエディタとの連携	8
4.4	外部スピーカーの取り付け	9
4.5	画面デザインの開発	10
4.5.1	商品紹介画面	10
4.5.2	子供向け画面	10
4.6	担当課題過程の詳細	11
4.6.1	柴崎凌我	11
4.6.2	山口大地	12
4.6.3	藤井佐和子	14
4.7	担当課題と他の課題の連携内容	15
4.7.1	柴崎凌我	15
4.7.2	山口大地	15
4.7.3	藤井佐和子	16
第 5 章	結果	17
5.1	グループとしての結果	17
5.2	成果の評価	17
5.3	担当分担課題の評価	18
5.3.1	柴崎凌我	18

5.3.2	山口大地	18
5.3.3	藤井佐和子	19
第 6 章	今後の課題と展望	20
付録 A	利用した技術	22
A.1	新規習得技術	22
A.2	既存技術	22
付録 B	活用した講義	23

第 1 章 背景

この章ではロボットが店舗で使用されるようになった背景や事例と現在のロボット型インタフェースの問題点、本プロジェクトで使用する PaPeRo i の特徴と本プロジェクトの目的並びに本グループの目的について述べる。

(※文責: 藤井佐和子)

1.1 ロボット型インタフェースについて

1.1.1 背景

ロボットを商業目的などで導入した経緯は、人口減少による生産年齢人口の減少や人手不足、作業の効率をあげるために導入された [3]。また、これ以外にも工場や防災活動、災害などの危険が伴う環境で人に代わって作業を代行するために利用されることが多かった。そのために従来のロボットではコミュニケーションは重要視されてこなかった。しかしながら近年は店舗による接客ロボットとしての利用、高齢者の見守り、家庭内で生活を共にするためのロボットなどに利用されることが増え、それに伴い、人に対するコミュニケーションの向上が求められている。

(※文責: 藤井佐和子)

1.1.2 現状

上記の 1.1.1 項で述べたように、現代のロボット利用目的は人間の行う危険を伴う作業の代行業務だけではなく商業用として接客の代行業務や、人の生活のサポートを行う介護の代行業務などがある。これらの業務で利用するためには従来では開発があまりされてこなかったコミュニケーションの向上が求められる。現状では利用されているロボットは店員のように客との会話を試みるも、機械独特の音声、イントネーションで人がうまく聞き取れない。逆にロボットが人の発話内容を理解できず人との対話がスムーズに行われないうコミュニケーションにおける会話部分での問題点がある。このことより、ロボット型ユーザインタラクションではコミュニケーションの向上に伴い人に対して不快感や不信感を与えないことが重要な課題であると考えられる。

(※文責: 藤井佐和子)

1.2 PaPeRo i について

本プロジェクトでは株式会社エスイーシーよりロボット型ユーザーインターフェースを融合させた PaPeRo i(パペロ アイ)(図 1.1)を借用し開発を進めてきた。PaPeRo i の特徴は小型であり、各種センサも搭載している。センサにより人の顔を追いかけて見つめたり顔や耳に搭載されている LED ライトを使用し表情を豊かに表現することが可能である。また、愛着をもったロボットと言

える。また、座布団の操作ボタンにより音量調整や指示を出すことが可能である。



図 1.1 PaPeRo i

(※文責: 藤井佐和子)

1.3 課題概要

本グループは本プロジェクトの目的に基づいた課題を設定した。本節ではその概要をのべる。本プロジェクトの目的は「ロボット型インタフェースの拡張」である。最終的に人間とロボットとのコミュニケーションが円滑に行われることを目指すことである。本グループでの作業担当は PaPeRo i のソフト部分の改良・開発、そしてモニタ映像と PaPeRo i の動きを制御することである。本グループは 1.1.2 項で述べた現状を改善するために音声やイントネーションの変更やモニタ映像と PaPeRo i の動きを組み合わせ、情報を効果的に伝えることで人とのコミュニケーションの向上を目指す。

(※文責: 藤井佐和子)

第 2 章 到達目標

2.1 本プロジェクトにおける目的

本プロジェクトの目標は、「ロボット型インタフェースの拡張」によって、人間とロボットのコミュニケーションが円滑に行われるようにすることである。目標の達成に向けて、「柔らかい」「あたたかい」「やさしい」の 3 つの観点を定義した。「柔らかい」とは様々な行に適応できることを指す。「あたたかい」とはあらゆる状況に対しても、快適な場所を作ること指す。「優しい」とはロボットが人間に配慮した対話を行うことで、人をもてなすことを指す。

本プロジェクトはこれら 3 つの観点をもとに、人間とロボットのコミュニケーションが円滑に行われることを目指した。本年度では、地域の老舗パン屋、キングベークにて置かれているコミュニケーションロボット PaPeRo i の改良が課題。PaPeRo i をキングベークの店員にも使いやすく、現状の何も拡張されていない素の PaPeRo i よりも効果的に情報や感情を伝えられるようにすることで、上記の 3 つの観点を実現し、人間とロボットのコミュニケーションが円滑に行われることを目指した。

(※文責: 柴崎凌我)

2.1.1 通常の授業ではなく、プロジェクト学習で行う利点

本課題ではこれらの課題解決の開発に当たり、様々な専門知識やそれを扱う技術が必要なので、作業量の大きく、時間がかかるので 1 人で行うには向いていない。また、このようなロボットを扱う開発を行うには複数の分野の知識が必要とされるため、様々な学科の合同で行われるプロジェクト学習の形式にふさわしいテーマといえる。

(※文責: 柴崎凌我)

2.1.2 地域との関連性

地元の老舗パン屋、キングベークにて PaPeRo i が既に置かれているため、そこで新たに開発したものを置くことも視野にいれた。

(※文責: 柴崎凌我)

2.2 本グループにおける目的

本グループの目標は、ロボットなどのハードウェアを動かすソフトウェア開発などの技術の面から「柔らかい」「あたたかい」「やさしい」の 3 つの観点を実現していくことを目指した。本年度では、PaPeRo i の動作や発話のプログラムの作成や、モニターの制御、ハードウェアの連携システムの構築によって実現していくことを目指した。

第 3 章 課題提起と解決プロセスの概要

3.1 具体的な手順・課題設定

既に使われている何も拡張がされていない素の PaPeRo i をより効果的に情報や感情を伝達できるように開発するにあたって、現状からさらに情報を伝えるにはどのような手法を用いるかについて重点をおき、以下のように手順を設定した。

1. ターゲット決め
課題： PaPeRo i を改良するにあたりどのような性別，年齢層，家族構成に向けてサービスを作るかについて決める
2. 外部講師による PaPeRo i の使い方の講習
課題： PaPeRo i の動きや発話を自由に変える方法について学ぶ
3. コンセプト決め
課題： どのようなことを軸としてサービスを実現してくかについて決める
4. 前期中間発表
課題： 出来上がった基礎開発方法に関してグループ内で共有し，グループの誰でも開発ができるように情報共有を行う
5. 開発方法の勉強会
課題： 開発にあたって扱う基本的な技術について習得する
6. モニター画面に画像と文字の表示
課題： モニターシステムの導入にあたり，Python プログラムでモニター画面に画像と文字の表示が行えるようにする
7. モニター画面と PaPeRo i の同期
課題： モニター画面に映る画面と PaPeRo i の動作の同期がとれるようにする
8. スピーカー拡張
課題： 人混みの中でも PaPeRo i の発話が聞き取れるようにする
9. サーバーの構築
課題： シナリオエディタとの連携部分に関してのサーバーのシステム構築を行う

(※文責: 柴崎凌我)

3.2 課題の割り当て

各人の得意分野及び関連性，タスクのサイズ，時間軸のスケジュールを基準に以下のように割り当てた。

1. ターゲット決め
担当： 柴崎，山口，藤井
理由： ターゲット決めに関しては複数人で意見を出しながら行うほうが様々な意見を得られ偏りにくくなるからである

Practical application of the robot-type interaction

2. 外部講師による PaPeRo i の使い方の講習

担当： 柴崎，山口，藤井

理由： 参加人数に制限はなかったので全員が聞き，聞き漏らしを防ぐためである

3. コンセプト決め

担当： 柴崎，山口，藤井

理由： これもターゲット決めと同じく複数人で意見を出しながら行うのが好ましいと考えた

4. 前期中間発表

担当： 柴崎，山口，藤井

理由： 参加が必須であったからである．なので，それぞれが役割をもって行った

5. 開発方法の勉強会

担当： 柴崎，山口，藤井

理由： システムの根幹となる部分であったので全員が扱えるほうがよいと思ったため．なぜなら，扱えるのが1人になると技術に関しての依存が起ってしまうからである

6. モニター画面に画像と文字の表示

担当： 柴崎，山口，藤井

理由： モニターシステムの導入にあたり，画面に表示するにはいくつかステップがあったので，ステップごとに手の空いているものが担当したからである

7. モニター画面と PaPeRo i の同期

担当： 柴崎，山口，藤井

理由： モニターシステムの根幹となる部分であるので，メンバーによる違いを生まないように共同作業とした

8. スピーカー拡張

担当： 藤井

理由： グループメンバーの誰もが行ったことのない新規技術であるので意欲のあるものが行ったからである

9. サーバーの構築

担当： 柴崎

理由： インフラの構築経験があるものが担当したほうが効率よく進めることができるからである

(※文責: 柴崎凌我)

第 4 章 課題解決のプロセスの詳細

4.1 モニターシステム

あたたかいサービスを実現するために音声だけでは伝わりきらない情報を，モニター映像を用いることによって豊かにするシステムを開発した．モニターシステムの効果として，パペロのみの場合だと「つめたい」，「うるさいと発話が聞こえない」，「意図が伝わりにくい」などの問題点があった．モニターシステムを導入することにより「感情表現」，「ガヤガヤしていても内容が分かる」，「容易に情報が伝わる」といった利点により感情，情報が伝わりやすくなる．よってあたたかいサービスを実現できるのではないかと期待している．

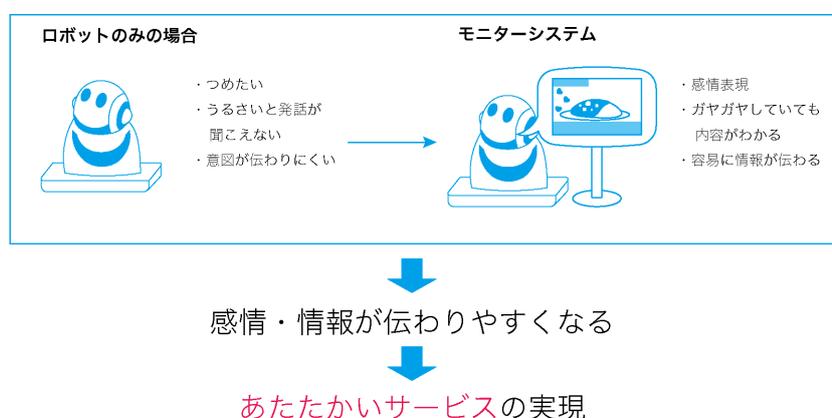


図 4.1 モニターシステムの効果

(※文責: 山口大地)

4.2 モニターと PaPeRo i の連携

モニターシステムの導入にあたり，PaPeRo i の動作，発話とモニター映像を同期することが必要となった．モニターと PaPeRo i の連携を行うために以下のようなプロセスを行うシステムの構築を行った．

1. Paspberry Pi は PaPeRo i から信号を受け取る．Raspberry Pi は受け取った信号から PaPeRo i の発話の有無を判断する．
2. PaPeRo i が発話を終えていた場合，Raspberry Pi からモニターへ出力画像の切り替えを行う命令をする．
3. Raspberry Pi から PaPeRo i へ次の動作，発話の命令をする．

上記のモニター出力画像の切り替えと PaPeRo i の動作，発話の切り替えを同時に行うことで，PaPeRo i とモニター映像の同期も同時に行う．

(※文責: 山口大地)

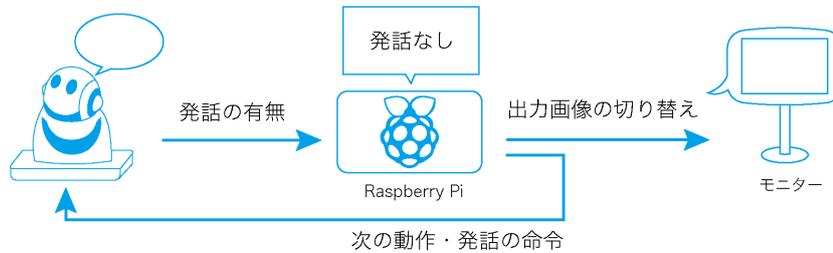


図 4.2 モニターと PaPeRo i の連携

4.3 シナリオエディタとの連携

前述したモニターシステムとシナリオエディタの同期にあたりサーバーの導入を行った。シナリオエディタとはモニターシステムを専門的な知識がなくても扱えるようにするために作られたウェブアプリケーションである。シナリオエディタについての詳細はエディタ班のグループ報告書を参照するものとする。シナリオエディタを扱うためにサーバーは Linux 環境で Apache, PHP7, MySQL サーバーとして稼働するように構築した。

また、モニターシステムとシナリオエディタの同期を行うために以下のようなプロセスを行うシステムの構築を行った。

1. サーバーはシナリオエディタでデータベースに保存されたシナリオ群の中から、現在適用中であるものを抽出する
2. サーバーは抽出したシナリオ群と現在 Raspberry Pi で実行中のシナリオ群を比較し、違いがあれば 3 へ、違いがなければ終了
3. サーバーは抽出したシナリオ群を Raspberry Pi の Python で実行しやすいように加工し、Raspberry Pi へシナリオ群を送信する
4. Raspberry Pi は受け取ったシナリオ群を用いてモニターシステムを稼働させる

上記システムの開発にあたり、図 4.3 のような論理ネットワークを構築した。また、上記プロセスの具体的手法について解説する。プロセス 1 のシナリオの抽出については日本時間の現時刻を用いて SQL 文を発行し抽出した。プロセス 2 のシナリオ群の違いの比較はデータベースに保存されたシナリオの主キーのみを保存したテキストファイルを用意し、Linux のコマンド diff を用いて違いがあるか判断を行った。プロセス 3 のシナリオの加工はデータベースの情報をテキストファイルにし、画像ファイルは Raspberry Pi の適切なサイズへの変換とプログラムで使用可能なファイル形式への変更を行った。それらのファイルを Linux の scp コマンドを用いて Raspberry Pi に送信した。プロセス 4 では、Raspberry Pi は新規シナリオファイルとして送られてくるファイルの最後のファイルを受け取ると新規シナリオを用いてモニターシステムを稼働させる方式とした。またこれらのプロセスを自動で行うため、Linux の crontab のシステムを用いて一定間隔でこのプロセスを稼働させるようにした。プロセスの自動化に伴いサーバーと Raspberry Pi 間の通信には公開鍵認証方式を用いて行った。

このようなシステムを取ったのは Raspberry Pi にモニターシステム加え、画像処理などを行わせると処理が遅くなり、レスポンスの悪いシステムになってしまうため、モニターシステム以外の処理をなるべくサーバーに行わせるほうがよいと考えたからである。

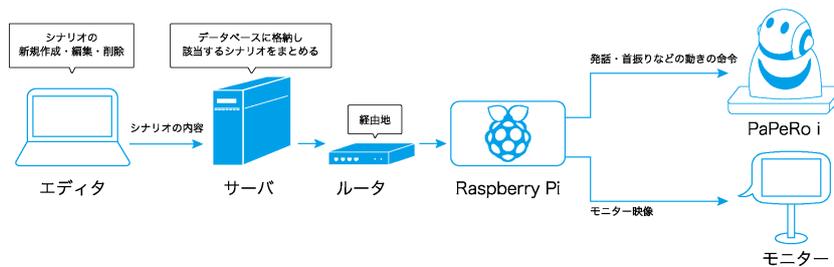


図 4.3 ネットワーク構成

(※文責: 柴崎凌我)

4.4 外部スピーカーの取り付け

自分は主に PaPeRo i の音量を大きくし、発表会などでも PaPeRo i の声が聞こえるようにスピーカーの回路基板を半田付けで改良し外部スピーカーを連結し音量の拡張を行った (図 4.4).

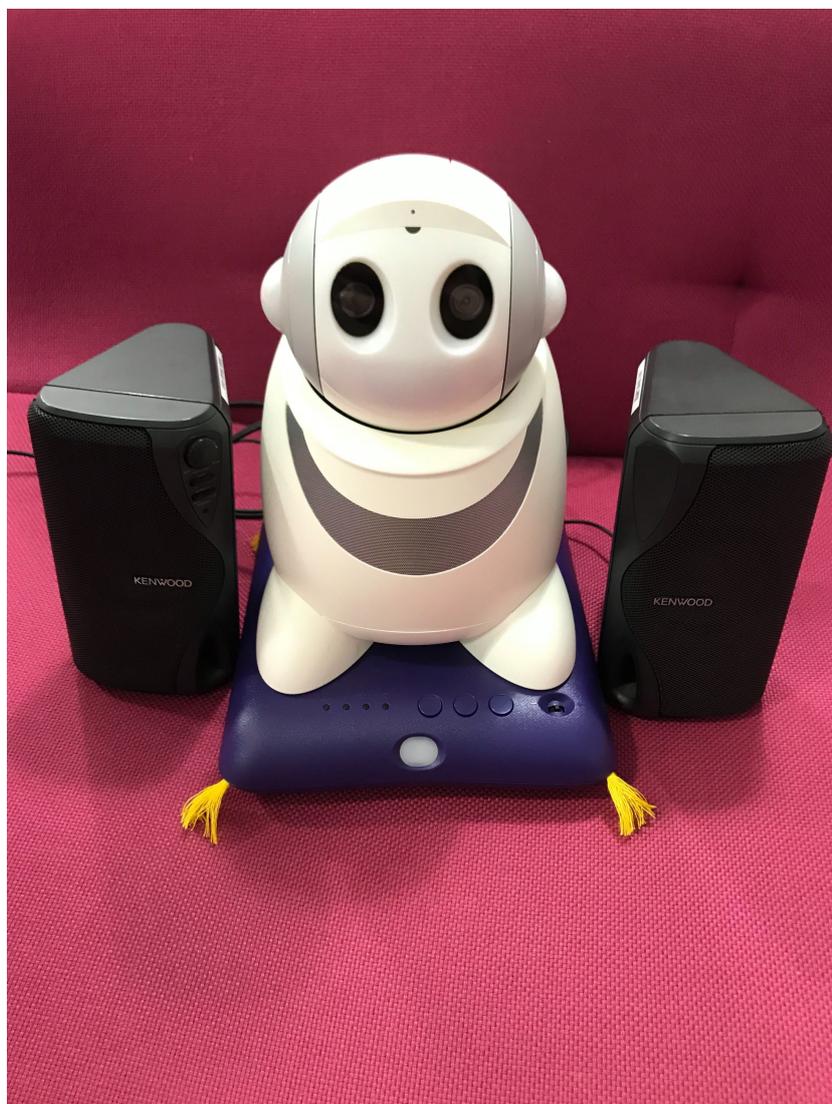


図 4.4 外部スピーカーの拡張

4.5 画面デザインの開発

4.5.1 商品紹介画面

モニターに表示する画面を作成するにあたって意匠班と協力して行った。パペロ班では意匠班が作成した商品紹介画面の開発を担当した。商品紹介画面の作成にあたって、PaPeRo i を操作するための言語が Python だったため GUI を構築，操作を行うために Tkinter を導入した。商品紹介画面を開発するうえで工夫した点は，商品画像の背景によって商品紹介文の文字が見づらいという問題点があったため，袋文字にすることで背景画像関係なく文字を見やすくするように工夫した(図 4.5)。



図 4.5 商品紹介画面の例

(※文責: 山口大地)

4.5.2 子供向け画面

店舗に来る子供に向けたコンテンツの作成を行った。このコンテンツは実際に使用想定企業の株式会社キングベークとのやり取りから生まれたコンテンツである。子供に向けた画像(図 4.6)を作成してモニターに写すというコンテンツであった。パペロ班では意匠班から提供された画像を商品紹介画面と同様にパペロに文言を発話させ，モニター画面には対応した子供向け画面を表示させるプログラムを開発した。

(※文責: 山口大地)

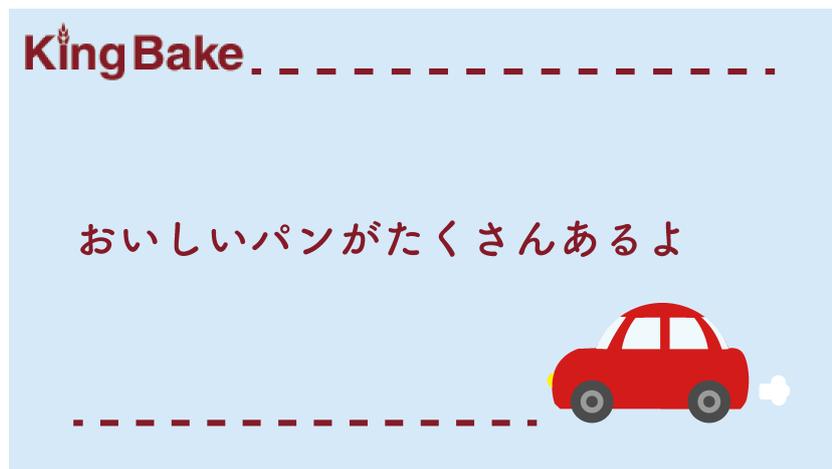


図 4.6 子ども向け画面の例

4.6 担当課題過程の詳細

4.6.1 柴崎凌我

- 5月 株式会社キングベークにて PaPeRo i を用いたサービスを展開するにあたり、どのような年齢層がいるかを調べた。また、その中からどの年齢層や性別、家族構成をターゲットにサービスを作っていくかについてプロジェクト全体で話し合いを行い決定した。それに加え、あらかじめ用意された PaPeRo i の発話等の変更機能やシステムについての解析を行い、開発における諸問題を列挙した。また、開発環境では Linux が用いられており、Linux の勉強会を行った。加えて、他のプロジェクトメンバーに Linux についてわからないところがあれば教えたりした。また、Linux におけるシンボリックリンクについて学んだ。株式会社 NEC プラットフォームズさんより開発における諸問題について、及び PaPeRo i の発話や動作について C++ 言語でどのように変えていくかについて講習を受けた。また、Python 言語による発話や動作の命令もできることを教えていただいた。そこで、Python と C++ のどちらで開発を進めていくのがよいかの検討で Python 側での開発方法について勉強を行った。
- 6月 プロジェクトメンバー全員でコンセプトについて話し合い決定した。先月に引き続き Python による開発方法の勉強を行い、Python による PaPeRo i の発話や動作の変更を自由に行える技術を習得した。発話や動作の作成したプログラムを実行していくうちに漢字等で読みがおかしくなることやイントネーションがうまくいかない等の問題の発見をした。また、新技術開発サロンへ参加し、そこで動かす PaPeRo i の発話と動作のプログラミングを行った。新技術サロンでモニターとの連携に関して角度の問題等の指摘をもらった。PaPeRo i を Raspberry Pi で動作させることができるように Raspberry Pi への設定を行った。
- 7月 前期中間発表に向けての準備及び前期中間発表を行った。前期中間発表では、今後の開発への意見を貰った。また、中間報告書の概要の英語部分を担当した。また、Python で GUI についてのプログラミングの勉強を行った。Python で画面に写真等の画面をワンフレームのみ出力する方法を習得した。Raspberry Pi で PaPeRo i とモニターの連携、及びシナリオエディタとの連携を行うにあたり発生する問題を列挙した。問題としては Raspberry Pi の

Practical application of the robot-type interaction

マシンスペックが低くモニターに表示する映像のフレームレートを高く設定できないという点が顕著であった。

8～9月 Python でモニター画面の映像を任意のタイミングで変更する技術を習得した。また、モニター画面と PaPeRo i の動作を連携する技術に関しても習得した。このモニターと PaPeRo i の連携を Raspberry Pi で試したところ動作が重く、Raspberry Pi 多くの処理を任せるのは不可能であることが判明した。具体的には、モニターと PaPeRo i の同時制御だけで Raspberry Pi のリソースを大きく使用してしまい、さらに Raspberry Pi に画像の加工や Apache サーバーとして稼働させるのはできないことがわかった。習得した技術に関しては大学の後期日程が始まってからグループメンバーと共有した。他のグループメンバーに課題形式で PaPeRo i の動作やモニター画面の表示を行ってもらいなるべく早く習得してもらえるように勉強会を進めた。

10～11月 Raspberry Pi に Apache サーバーもさせることが不可能であるのが判明したので、サーバー機の購入もしくはレンタルを提案した。また、購入したサーバー機をシナリオエディタとの連携に用いるために Apache サーバー、データベースサーバー、PHP サーバーとして機能するようにシステムの構築を行った。PHP7 が使用可能な Apache サーバーを構築する技術を習得した。また、シナリオエディタとモニターシステムの連携を円滑に進めるためのシステムについて開発を行った。また、サーバーと Raspberry Pi の通信を行うためにシェルスクリプトについて習得した。シェルスクリプトを用いて Raspberry Pi 側での処理をなるべく少なくするためにサーバーが Raspberry Pi にシナリオを転送する方式を作成した。この方式ではまずサーバーはデータベースから適用中のシナリオのテキストを抽出し、画像ファイルをリサイズと Python の Tkinter で動作するファイルタイプへの変更を行う。その後、サーバーは抽出されたテキストと加工済みの画像ファイルを Raspberry Pi へ転送する。Raspberry Pi は受け取ったファイルを用いてプログラムを実行するといった方式である。

12月 最終発表に向けての準備及び発表を行った。成果物についての批評、中間発表との違いについてなどのコメントを貰った。また、Raspberry Pi に関して SD カードのバックアップの作成を行った。また、先月に引き続きシェルスクリプトの作成を行った。加えて、Raspberry Pi 側でサーバーから受け取ったシナリオを理解するためのフレームワークの作成を行った。

1月 4月からの活動を通して行ったことについてまとめた最終報告書の作成および、学習フィードバック、ポートフォリオの作成を行った。

(※文責: 柴崎凌我)

4.6.2 山口大地

5月 新規プロジェクトということで、役割ごとに班分けを行わず活動した。まず PaPeRo i のインタフェースをより良いものにしていくためにまた興味、関心を持ってもらいたいことから、対象となる客層、サービスの内容、インタフェースの拡張、改善点等の検討を行った。検討していく中で、PaPeRo i の内部システムを操作するために Linux の知識が必要であるため Linux 勉強会を行った。すでに Linux について知識があったため Linux についてわからない他のプロジェクトメンバーに教える活動をした。また株式会社 NEC プラットフォームズさんから C++ による PaPeRo i の開発方法の講習を受けた。

6月 コンセプトについてプロジェクトメンバー全員で話し合いを行い定義した。5月から引き続き

き PaPeRo i の開発言語として Python か C++ のどちらを使用するのが良いのか NEC プラットフォームズさんから教えていただいた開発方法をもとに検討した。また 27 日の新技術開発サロンに参加し、PaPeRo i とモニターの連携方法についてのフィードバックを頂き、それをもとに活用法について再び検討した。

- 7 月 PaPeRo i の活用方針，コンセプトの再確認を行い，中間発表に向けて準備と発表練習を行った。また学習フィードバックとポートフォリオの作成，中間報告書の作成を行った。中間報告書では概要の日本語部分，付録を担当した。後期についても計画し，パペロ班として Python 言語を用いて PaPeRo i のモニターの連携について行うグループとして活動していくことになった。
- 9 月 パペロ班として，PaPeRo i とモニターの制御をするための知識を同グループメンバーの柴崎から助言をもらいつつ，Python 言語の基本的知識や PaPeRo i の動作や発話とモニターの連携方法について習得した。商品紹介アニメーションの開発にあたり，Python で GUI 処理を行うことが必要となった。Tkinter というモジュールの使用方法について学んだことにより，Tkinter を用いて商品紹介を行うプログラムにおいて商品画像，商品名，商品紹介文を表示する方法について習得した。Tkinter を使用した GUI プログラミングをするにあたってシナリオエディタと連携行うにあたり発生する問題を列挙した。問題としては，PaPeRo i に発話させる文言の中に漢字が入っている場合に本来の読み方と誤った読み方をしてしまう点である。例えば，「昔風ナポリタン」という文を私たちは「むかしふうナポリタン」と読むが，PaPeRo i は「むかしかぜナポリタン」と呼んでしまう問題点がある。PaPeRo i に発話させる文言を日本語に置き換えることでこの問題を解決した
- 10 月 9 月から引き続き Tkinter を用いたプログラミングを行った。画像と文字を同時に表示させるプログラムを開発した。この時点では，モニターのみで画像の切り替え，文字の切り替えしか対応しておらず，PaPeRo i の発話，動作と同期は未実装であったが，同グループメンバーである柴崎が PaPeRo i とモニター画面切り替えの基礎プログラムを作成していたため，この基礎プログラムを参考に PaPeRo i とモニターの同期プログラムを開発した。またモニター画面サイズを取得して，取得した画面の大きさに画像をリサイズするプログラムを作成した。
- 11 月 PaPeRo i とモニターの同期プログラムが完成したため，次に商品紹介アニメーションの作成を行った。Raspberry Pi から PaPeRo i の動作や発話とモニター画面切り替えの調整を行った。商品画像の種類によっては商品紹介文が見づらくなってしまう。商品画像をおいしそうに見えるようにしてほしい。というフィードバックをもとに，商品画像に赤みを追加することで商品がおいしそうに見えるよう画像加工を行った。また商品名，商品紹介文の文字を袋文字にすることで画像と文字の区別をつけた。商品紹介アニメーションを 30 分以上再生すると Raspberry Pi がスリープ状態となる設定になっていたため，スリープ状態へ遷移しないように設定した。株式会社キングベークの実証実験に向けて，商品紹介アニメーションのシーン間休止時間の検討を行い最終調整を行った。商品紹介文の他に子供向けシーンの作成やクリスマスケーキ紹介シーンの作成も行った。
- 12 月 最終発表に向けて準備と発表練習を行った。また期末報告書の作成に向けて役割分担を行った。
- 1 月 12 月に引き続き報告書の作成を行った。また学習フィードバックの作成を行った。

(※文責: 山口大地)

4.6.3 藤井佐和子

- 5月 5月は株式会社キングベークで実験を行うことからキングベークの調査を主に行った。具体的には客層や混雑する時間帯を検討したうえで、本プロジェクトで開発を行う上でターゲットの検討を行った。この際、検討する間はまだ班に分かれて作業を行うことが難しかったので全体で検討を行った。また、同じく5月には PaPeRo i を開発した NEC プラットフォーム株式会社の社員の方を招いて PaPeRo i の勉強会を開いた。PaPeRo i の内部システムの説明や動作の変更の仕方を学び質問にも応えて頂き、開発を始めるにあたり基礎的なことを学んだ。特に、PaPeRo i の動作変更やシステム変更は Linux であり、Linux の知識が少なかつたため大変参考になった。また PaPeRo i のソースコードは Python, C++ どちらでも作成できる。このため当初は Python, C++ の両方でコードを作成しどちらが開発しやすいのか班に分かれて模索していた。同時に、PaPeRo i のターゲットや、どんなサービスが実施できるのか3名で開発とは別に話し合いや、同じく PaPeRo i を改良開発をしている他の大学の研究例を参考にしたり、関連する書籍を読み実現可能か検討していた。
- 6月 6月は PaPeRo i の開発のコンセプトを決定した。今まで分かれて各自違う作業をしていたが、全員で話し合いをし、ターゲットをキングベークに来店する子供と大人に絞りそこからターゲットに対してどんなサービスができるか検討を行った。しかしながら大人をターゲットにした場合、商品紹介や、パンの焼き上がり時間を知らせる、この2つの案が話し合いで決まった。そこから現状の PaPeRo i では音声によって紹介するしかなく騒がしい店内では情報が伝わりにくいという問題点があった。一方で子供をターゲットにした場合は PaPeRo i が子供にミニゲームを行うという案が挙がった。しかし大人の場合と同じで現状の PaPeRo i では腕や足がなく、動作を加えるには首を上下左右に振る、音声のみになるため良いパフォーマンスを行うことが難しいという問題点があった。そこで情報を視覚にも訴え、ターゲットが目で見えて音で聞くということを可能にするために PaPeRo i の後ろにモニターを加えることにした。モニターを加えることにより、アニメーションを使うことができるために、パン紹介や焼き上がり時間を写真を用いて伝える事ができ、子供向けミニゲームの幅が広がる。例えば、音声だけでは実現不可能な旗揚げゲームはモニターに表示されるアニメーションを利用することによりアニメーションで PaPeRo i に腕を生やし旗揚げをしているように見せることが可能である。そしてなによりモニターを設置することで客が PaPeRo i に注目をできるという利点がある。よって PaPeRo i の後ろにモニターを設置する方針で開発を進めていくことに決まった。同月に新技術開発サロンという函館の企業が本大学で集まり技術の紹介を行う機会があったので開発方針を発表し、簡単なデモを行って意見をいただいた。デモに関して、PaPeRo i の動作は Python で行い、モニターのアニメーションはモニターとノートパソコンを接続し、パワーポイントを利用して旗揚げゲームを行った。参加企業の方からはターゲットが見る角度によってモニターが PaPeRo i に隠れてしまい見えないという問題点が指摘された。その後は、PaPeRo i とモニターアニメーションの制御を Raspberry Pi で制御するための作業を進めた。
- 7月 7月は中間発表とその準備を行った。中間発表では開発コンセプトと開発方針を説明しデモを行った。説明はスライドで行いデモは6月の新技術開発サロンと同じ内容にした。質疑応答の際は情報が伝わりやすく面白いという意見があった一方で、コンセプトが伝わりにくい、やモニターを利用しきれなくてなく、pepper と比べ劣っている点や後ろにモニターを後ろに置く良さが伝わらないという意見を頂き今後の開発の参考にした。

- 9～10月** 9月から10月にかけては班を作成し PaPeRo i の文言を変更できるツールを開発するエディタ班, PaPeRo i の動作やモニターに表示する画像の制御, またこれらをまとめて Raspberry Pi で制御するパペロ班, 開発コンセプトにしたがって, 企画提案や PaPeRo i の衣装を作成したりモニターのハード部分の改良を行う意匠班に分かれて開発を進めた. 本グループはパペロ班であり, メンバーの柴崎以外 PaPeRo i の制御の仕方や画像との同期の知識がなかったため最初の4回は班で勉強会を開き残りは開発にあたるというスケジュールを組み柴崎を筆頭に作業に進んだ. 最初は PaPeRo i の制御から学んだ. Python を用いて PaPeRo i が発話する前後に動作を加えた. NEC プラットフォームズ株式会社の PaPeRo i 開発サイトを参考にしながらソースコードを作成した. その後 Python のモジュールである Tkinter を使い画像との同期を実現した. また10月には市内で SEC 展示会が開かれ企業の展示と一緒に参加させていただき企業の方にこの時点での成果を発表があった. 当日の会場では PaPeRo i の音量では発表が聞こえないという問題点があり, PaPeRo i の背部のねじ穴よりスピーカー端子を付け, 音声を制御する回路基板に半田付けを行いスピーカーにより音声を拡張することに成功した [3]. スピーカーを拡張するにあたり, 電流の向きや組み合わせがわからなかったためにテスターを用いてどこに半田付けして拡張するか確かめた. SEC 展示会では Raspberry Pi でモニター映像と PaPeRo i の動作を制御することができ, また, Tkinter を用いて画像と文字の表示も成功した [4].
- 11月** 11月は株式会社キングベークにて実証実験を行う準備と SEC 展示会を踏まえ改良を行った. 実証実験では実際に学生が店舗で観察を行った. 実験内容はモニターを PaPeRo i に搭載することによって PaPeRo i に対する注目度を測るものがあり, 他のグループメンバーと協力して評価方法や PaPeRo i の実験環境をどうするか検討した.
- 12月** 12月は成果発表とその準備を行った. 成果発表はポスターセッション形式にし各グループがポスターを1枚用意し成果を発表した. 成果発表後に本格的に報告書作業に取り掛かった.
- 1月** 1月は期末報告書の提出まとめと次年度のプロジェクトに向けた引継ぎ作業やまとめを行った.

(※文責: 藤井佐和子)

4.7 担当課題と他の課題の連携内容

4.7.1 柴崎凌我

自分はモニターシステムについての基礎技術の開発を行った関係で, 他の作業での不具合の解消等での手伝いなども担当した. 問題の原因を突き詰めるだけの手伝いやそれに加え不具合の解消まで手伝えることもした.

(※文責: 柴崎凌我)

4.7.2 山口大地

モニターシステムを用いたコンテンツの作成を行った関係で, 意匠班から提供された商品紹介アニメーション, 子供向けシーン, クリスマスケーキ紹介シーン等の設計案をもとに実装に向けて取

り組んだ。

(※文責: 山口大地)

4.7.3 藤井佐和子

前期からは話し合いをまとめたり教授と学生の情報共有などリーダー業務をメインに行ってきた。後期からはパペロ班の作業と並行し各グループリーダーと教授との情報共有を行った。また、他のグループの作業進行度を把握して遅れているところに人員を割くという作業を行った。

(※文責: 藤井佐和子)

第 5 章 結果

5.1 グループとしての結果

情報・感情の伝達をよりよくする効果を期待されるモニターシステム及び、それを扱うにあたり必要となるインフラを作成した。それは、以下のとおりである。

1. モニターシステム

概要： PaPeRo i の動きとモニター画面の表示を同期するシステム

詳細： まず Raspberry Pi は PaPeRo i に命令のログ情報をまとめたレポートの作成をさせる命令を送信する。次に Raspberry Pi は PaPeRo i からレポートを受け取る。その後、Raspberry Pi はそのレポートの内容を用いて PaPeRo i が発話中であるかどうかを判断する。発話中であれば再びレポートの作成命令の送信から行う。発話中でなければ、Raspberry Pi は PaPeRo i へ次の動作と発話の命令を送信とモニター画面の切り替えを行う

2. サーバーを含むインフラ

概要： シナリオエディタとモニターシステムの連携に用いるシステム

詳細： サーバーはシナリオエディタでデータベースに保存されたシナリオの中から、現在適用中であるものを抽出。サーバーはこの抽出したシナリオ群を Raspberry Pi の Python で実行しやすいように加工する。その後、あらかじめ設定した Raspberry Pi の IP 宛てにシナリオ群を送信。Raspberry Pi は受け取ったシナリオ群を用いてプログラムを実行する。上記のことを行うために論理ネットワークとして図 4.3 のようなネットワークを構築した。また、この一連の動作を行うにあたり、サーバー機を Apache サーバー、データベースサーバー、PHP7 サーバーとして機能するように設定した。また、ファイルの転送にあたり、Raspberry Pi を公開鍵暗号方式による ssh 接続が可能な設定にした

(※文責: 柴崎凌我)

5.2 成果の評価

モニターシステムを用いることにより、実験の結果からも分かるように何もついていない素の PaPeRo i よりも注目されているため、より多くの情報や感情が伝達できるであろうことが推察される。しかし、情報や感情がどの程度伝達できたかについては実験等を行っていないので今後の調査が必要である。また、より情報・感情の伝達をよく行うには、画面に表示する文字の量や発話の間隔等での変化があるかなども調べていくことが必要である。

(※文責: 柴崎凌我)

5.3 担当分担課題の評価

5.3.1 柴崎凌我

ターゲット決め 多くの時間をかけて行うことによってより根拠のあるターゲットに絞っていきけるようにした。ただし、現状のお店の客層に変化があったり、サービスの提供場所が変わるとこの限りではない

外部講師による PaPeRo i の使い方の講習 講習の内容は Linux をコマンドラインで扱うなどをおこなうことがあったので既に知識のあったことを生かし手順を理解することができた。そのため、この後の活動に支障を与えることなく進めていくことができた

コンセプト決め 多くの時間をかけて行うことにより、コンセプトが抽象的になり過ぎないように決めた

前期中間発表 発表を通して意見を集め、今後の開発に生かした

開発方法の勉強会 既に基礎開発方法をこの前に確立しておくことで、新規技術を調べる時間を減らし、残りのメンバーに伝えるだけにすることで開発を効率化した

モニター画面と PaPeRo i の同期 モニター画面と PaPeRo i の同期について基礎的な技術に加え、同期するときに起こる不具合についての解消を行い、モニターシステムが正常に稼働できるようにした

サーバーの構築 サーバーの構築を行い、シナリオエディタとの連携をスムーズに行えるようにした。連携方法については Raspberry Pi の処理限界を把握すれば改善の余地がある可能性がある

(※文責: 柴崎凌我)

5.3.2 山口大地

前期では、まず PaPeRo i のインタフェースをより良いものにしていくために対象となる客層やサービスの内容を決めた。決めるにあたって対象の客層目線からどんなサービスがあったら利用するのかなど様々な視点から考え意見、提案を積極的に出したことで議論を発展に努めた。そのため、今後の活動をスムーズに進めていくことができた。PaPeRo i の開発言語を決めるにあたって C++ 班として活動したが、内部システムを操作するために Linux の知識が必要だったが、すでに講義などで知識があったのでその知識を生かし、その後の PaPeRo i の開発言語を模索するにあたって支障なく進めることができた。

後期では、商品紹介アニメーションの開発と PaPeRo i の動作、発話とモニター画面切り替え同期システムの開発を行った。開発方法の勉強会によって Tkinter の使用方法について熟知したため、本プロジェクトの成果物の一つである、商品紹介アニメーションプログラムを開発した。また早期に PaPeRo i の動作、発話とモニター画面切り替え同期システムの開発をしたことにより、サーバーとの連携をスムーズに行えるようにした。

(※文責: 山口大地)

5.3.3 藤井佐和子

前期はコンセプトを決め、開発目標を決めることに十分に時間を割き開発作業はコンセプトや開発目標が決まった後期にしたのが結果としてコンセプトの固まった成果物につながったので良かった。またコンセプトが確定しきれていない状況でも企業の方に発表し意見をいただけたのがコンセプトを固めるのに役立った。前期はまだリーダー業務に慣れておらず話し合いがまとまらず違う方向に進むことが多かったがポストイットを採用したり毎回工夫を取り入れたので後期につながった。また前期の内に外部講師による PaPeRo i の仕様を学び、開発の基礎を学べたのが良かった。

後期ではパペロ班として PaPeRo i とモニター画面の同期を学び、Tkinter を用いて文字と画像の同期まで成功した。途中で展示会など発表会の準備を行っている最中に現状の PaPeRo i では音量が不足し十分な発表が行えないと考え外部スピーカーとの連携作業を行った。外部スピーカーとの連携は回路基板を半田付けし外部スピーカーと連結した。詳しくは 4.4 節 スピーカーの搭載で述べた。これにより音量の幅が広がり、騒がしい会場でも PaPeRo i のセリフを十分に聞き取ることが可能にした。

(※文責: 藤井佐和子)

第 6 章 今後の課題と展望

前期では、本プロジェクトの目的である、PaPeRo i がより人に受け入れられるために、「柔らかい」「あたたかい」「優しい」の 3 つの観点をコンセプトとして設定した。このコンセプトをもとに、PaPeRo i を「柔らかい」「あたたかい」に沿った改善の活用法として、ロボットのみの場合だと、うるさいと発話が聞こえない、意図が伝わりにくいなど「あたたかい」に反している。これを改善することで、あたたかいサービスを実現するために Raspberry Pi を用いたモニターとの連携を考察した。モニターと連携させたことでできるコンテンツの内容を考え、開発を行っていくことを目標とした。同時に、現状の PaPeRo i を操作するためにはプログラミングなどといった専門的な知識が不可欠であり、「柔らかい」に反している。そのため、誰でも操作を簡単にできるシステムの開発及び一目でわかるデザインの設計が目標であった。

後期では、前期に設定した 3 つのコンセプトをもとに改善を行うために、エディタ班、意匠班、パペロ班の 3 つに分かれて活動を行った。パペロ班では主にあたたかいサービスを実現するために 4 つ開発を行った。1 つ目に意匠班から提案を受けたコンテンツ内容を実装した。2 つ目に PaPeRo i の動作、発話とモニター画面切り替えを行う同期システムの開発を行った。3 つ目に人混みの中でも PaPeRo i の発話が聞き取れるようにするためにスピーカーの拡張を行った。4 つ目にエディタ班が開発したシナリオエディタとモニターシステムの連携を行うためにサーバーを含むインフラの構築する作業を行った。

本グループでは上記のあたたかいサービスを実現するために PaPeRo i 周りの環境構築を行ってきた。PaPeRo i の動作、発話とモニター画面切り替えの制御を行う内部システムや Raspberry Pi とエディタ班が開発したシナリオエディタとの連携に必要なサーバーを含むインフラの構築などの外部システムの開発を担当した。上記の内部システム、外部システムの開発を行い、3 つの展望と課題が見出された。

1 つ目は、PaPeRo i の音声の改善を行うことである。今回プロジェクト全体として、3 つのコンセプトのうち「柔らかい」「あたたかい」の 2 つを実現したが、「優しい」に関しては、また開発期間が遅れてしまったため声色の変更などは行うことが困難であり、外付けスピーカーをつけることで音量の変更を行ったので一部達成したといえるが、本プロジェクトとして設定した「優しい」の実現にはまだ不十分だと言える。実証実験を行った株式会社キングベークのフィードバック内容から PaPeRo i の声の高さが低いという意見を頂いた。このフィードバックとコンセプトをもとに PaPeRo i の声色を変更できるようにすることで本プロジェクトで設定した「優しい」サービスの実現になると考えられることから今後の課題として挙げられる。

2 つ目は、モニターを用いたコンテンツの充実である。今回、パペロ班の成果物として商品紹介アニメーション、子供向けシーン、クリスマスケーキ紹介アニメーションプログラムを開発したが、すべて株式会社キングベークで実際に運用を考えた商品紹介のコンテンツのみである。新コンテンツの作成についてはメンバー全員の案からパンの焼きあがり時間をアナウンスするコンテンツや、意匠班から提案を受けた占いのコンテンツ、シルエットクイズ等の案が挙がっていた。本プロジェクトは今年度から始まった初期プロジェクトのため、開発期間が押してしまったことからコンテンツ作成を断念した。PaPeRo i から一方的にコミュニケーションを持ち掛けるだけでなく、人間からコミュニケーションを持ち掛けられるようなコンテンツを実装することが今後の課題として

挙げられる。

3つ目は、PaPeRo i についているボタンからプログラムを操作可能にすることである。本プロジェクトの成果物として、シナリオエディタから適応したシナリオをサーバーがデータベースから取得し Raspberry Pi に適応したシナリオファイルを送信することにより、新規シナリオとして商品紹介アニメーションを実行するというシステムだが、シナリオエディタのみでシナリオの登録、選択をするには柔軟性に欠ける。よって PaPeRo i についているボタンからコンテンツの選択を可能とすることで操作の柔軟性を上げ、柔らかいサービスの向上を目指す。これらを実現することによりボタンを使った子供向けミニゲーム作成が可能となり新コンテンツの幅が広がるなどから今後の課題として挙げられる。

全体として、PaPeRo i の動作、発話とモニターの連携プログラムを開発し、商品紹介アニメーションを作成したことや、サーバーを含むインフラの構築を行ったことによって3つのコンセプトのうち「柔らかい」「あたたかい」の2つを実現したことから、十分な成果が得られたと考える。さらに、上記で示した3つの課題の解決や、新コンテンツの追加を行うことにより今後のより良いサービスの実現を行っていきたい。

(※文責: 山口大地)

付録 A 利用した技術

A.1 新規習得技術

A.1.1 シェルプログラミング サーバーと Raspberry Pi の通信を行うためにシェルスクリプトを習得した.

A.1.2 MySQL データベースに入力データを格納するのに用いた.

A.1.3 Python 今回作成した商品紹介アニメーションを作成するにあたり、Python を習得した.

(※文責: 山口大地)

A.2 既存技術

A.2.1 Tkinter Python から GUI を構築、操作するための標準ライブラリである” Tkinter” を利用した.

(※文責: 山口大地)

付録 B 活用した講義

B.3.1 システム管理方法論 本講義で学んだ Linux の基礎知識を PaPeRo i の操作方法の基礎として活用した

B.3.2 情報処理演習 I 本講義で学んだ Python の使い方は PaPeRo i の連携の際に活用した.

B.3.3 数値解析 本講義で学んだ Python の知識は PaPeRo i の連携の際に活用した.

(※文責: 山口大地)

謝辞

本プロジェクトの活動にあたり，以下の企業にご協力いただいております．心より感謝を申し上げます．

- 株式会社エスイーシー
- NEC プラットフォームズ株式会社
- 株式会社キングベーク
- 函館新技術開発サロン