

公立はこだて未来大学 2023 年度 システム情報科学実習 グループ報告書

Future University Hakodate 2023 Systems Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

エンターテインメントロボットで未来大を世界に発信
～未来大の顔となるロボットを作り、PV（プロモーションビデオ）を発信する！～

Project Name

Entertainment robots to promote Future University Hakodate to the world
～Create a robot that will be the face of Future University Hakodate and broadcast a
promotional video (PV)!～

グループ名

癒しロボット

Group Name

Healing Robot

プロジェクト番号/Project No.

15

プロジェクトリーダー/Project Leader

根本太貴 Nemoto Taiki

グループリーダー/Group Leader

佐々木涼 Ryo Sasaki

グループメンバ/Group Member

石崎恵一 Keiichi Ishizaki

松原僚亮 Ryosuke Matsubara

三浦馨莉 Kaori Miura

指導教員

山内翔, 鈴木昭二, 高橋信行, 長田純一

Advisor

Sho Yamauchi, Sho'ji Suzuki, Nobuyuki Takahashi, Junichi Osada

提出日

2024 年 1 月 17 日

Date of Submission

January 17, 2024

概要

本校、公立はこだて未来大学（以下、「未来大」と表記）では多くの情報系の技術が研究・活用されている。その結果、未来大は情報分野に限れば多くの人に周知していただいている。しかし、ロボット分野ではその限りではない。未来大には IKABO をはじめロボット関連の研究もおこなわれているが、大学関係者でない人や高校生などの若者にはロボット分野での未来大はあまり周知されていない。この原因として主に二つの要素が絡んでいると考える。それはロボット関連の取り組みをしていると発信する場がなかったことと、周知するための手段が新聞やネットニュースなどであり、若者の身近にあるメディアではなかったことが要因だと考えられる。そこで本プロジェクトでは未来大がロボットに関する取り組みを行っていることを今までと違う手段で発信することを目的に活動する。具体的には、物理的身体を持った、実用性にこだわらない人の感情を動かすロボットと定義したエンターテインメントロボットを製作し、PV や SNS などを通じて未来大とロボットを発信していく。目標は、「人々に未来大の存在とロボットの面白さを知ってもらう」ことである。その後、いくつかターゲットを絞り込んだが、本グループではターゲットを一人暮らしの人にすることにした。まずロボットを製作するにあたって一人暮らしの人が抱えていると想定される問題点を挙げた。そうすると以下の二つの点が問題点として挙げられた。一人暮らしの人には 2 人以上で暮らしている人に比べて人と話す機会が少ないことと、話し相手として動物を飼いたいと思っても外出中に世話してくれる人がいないということだ。その結果、上記の問題点を解決するため本グループではロボットの見た目と動作の可愛さを重要視した癒しロボットを製作することに決まった。これらの条件を満たすため本グループはレッサーパンダをモチーフにロボットを製作することに決めた。レッサーパンダモチーフの理由は以下の 3 点である。丸い形状とふわふわの毛で見た人をリラックスさせられるから、しっぽは左右に揺らしたり、垂らしたりすることで感情を表現することが可能であるから、レッサーパンダが行う「威嚇」が簡易的に表現でき、見た人を和ませる感情的行動であるからである。次にロボットに搭載する機能を決定した。上記の利点を効果的に活用するために以下の 6 つの機能を決定した。機能はカメラを使った表情の読み取り、焦電型赤外線センサ（以下、焦電センサと記述）センサを使用した擬似的な触れ合い、モーターを使用した「威嚇」の再現、音センサを使用した音への反応、リアクションの回数による反応の変化であるなつき度、モーターを使用した尻尾での感情表現である。実際に制作するに当たって班の人員をハードウェア班とソフトウェア班に分けた。ハードウェア班は前期は Fusion360 と 3D プリンター、後期はフェイクファーと各種センサ、モーターを使用してロボットを製作した。ソフトウェア班は前期は M5Stack とサーボモーター、後期は M5Stack とサーボモーターを使用してロボットを製作した。最終的に搭載できた機能は以下の 3 つである。タッチセンサによって触った時にリアクションを返す機能、サーボモーターを使用して腕、尻尾を動かす機能、音センサを使用してリアクションを返す機能である。しかし搭載予定であったカメラ機能と焦電センサ、なつき度の実装は機材の選定や実力不足による調整の不備によって搭載できなかった。完成した後他グループの人と協力して PV を製作し、ロボットを発信した。しかし、成果発表会ではトラブルによって可動しなかった。成果発表会のフィードバックでは概ね好評の意見を多くいただいた。しかし、その一方でしっぽくんの動きが見たかったとの意見もいただいた。当日のトラブルはあったもののこれらの活動によって当初の目的であった「人々に未来大の存在とロボットの面白さを知ってもらう」ことはできたと考える。今後の展望としては評価実験の実施となつき度の実施、実装である。今回の活動では評価実験を行っておらずどれほどの効果があったのかが不明であり、労力に見合う物かわからない。また搭載できなかった機能であるなつき度を実装して完成度を高めたい。

キーワード SNS, PV, エンターテインメントロボット, Fusion 360, M5Stack

(※文責: 石崎恵一)

Abstract

In our school, Future University Hakodate (hereafter referred to as "Future University"), many information-related technologies are researched and utilized. As a result, Mirai University is well known to many people only in the field of information technology. However, this is not the case in the field of robotics. Although there are robot-related researches including IKABO at Mirai University, the robotics field of Mirai University is not well known to non-university personnel and young people such as high school students. There are two main reasons for this. One is the lack of a place to publicize our robot-related activities, and the other is the fact that newspapers and Internet news are the only means to publicize our activities, and not the media that are familiar to young people. Therefore, this project aims to use different means to communicate the fact that Mirai University is engaged in robot-related activities. Specifically, we will create an entertainment robot, which we define as a robot that has a physical body and can move people's emotions without being concerned about practicality, and communicate about Mirai University and its robots through PV and SNS. The goal is to "let people know about the existence of Mirai University and the fun of robots. After that, we narrowed down several targets, and in this group, we decided to target people who live alone. First, we listed the problems that people who live alone are expected to have in building a robot. The following two points were raised as problems. One is that people who live alone have fewer opportunities to talk with others than those who live with two or more people, and the other is that even if they want to keep an animal as a companion, they have no one to take care of it while they are away from home. As a result, in order to solve the above problems, the group decided to create a healing robot that places importance on the robot's appearance and cute behavior. In order to fulfill these conditions, the group decided to build a robot with a red panda as its motif. The reasons for the red panda motif are as follows. The round shape and fluffy fur relax the viewer, the tail can express emotions by wagging from side to side or hanging down, and the "threat" of the red panda can be expressed simply and is an emotional behavior that soothes the viewer. Next, we decided on the functions to be incorporated into the robot. In order to effectively utilize the above advantages, we decided on the following six functions. The functions are: reading facial expressions using a camera, simulated touching using a pyroelectric infrared sensor, reproduction of "threat" using a motor, response to sound using a sound sensor, degree of familiarity, which is a change in response based on the number of reactions, and expression of emotion with a tail using a motor. The team members were given hardware and software to actually create the robot. The team members were divided into a hardware group and a software group for the actual production. The hardware group built the robot using Fusion360 and a 3D printer in the first semester, and fake fur, various sensors, and motors in the second semester. The software group built a robot using M5Stack and servo motors in the first semester, and M5Stack and servo motors in the second semester. The following three functions were finally implemented. The first is a function that returns a reaction when touched by a touch sensor, the second is a function that moves the arms and tail using servo motors, and the third is a function that returns a reaction using a sound sensor. However, the camera function, pyroelectric sensor, and degree of friendliness that we had planned to implement could not be implemented due to inadequacies in the selection of equipment and adjustments due to lack of ability. After the robot was completed, we produced a PV in cooperation with other groups and sent it out to the public. However, the robot did not work at the presentation due to troubles. Feedback from the presentation was generally favorable. On the other hand, however, we received some comments that they would have liked to see Shikyokun move. Despite the troubles on the day, we believe that we were able to achieve our initial goal of "letting people know the existence of Mirai University and the fun of robots" through these activities. Future prospects are the implementation of evaluation experiments and the implementation and implementation of the "degree of familiarity". Since we did not conduct evaluation experiments in this activity, we do not know how effective it was, and we do not know if it was worth the effort. We would like to improve the degree of perfection by implementing the "degree of familiarity," a function that could not be implemented in this project.

Keyword SNS, PV, Entertainment Robot, Fusion 360, M5Stack

(※文責: 石崎恵一)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	前年度の成果	1
1.2	目的	1
1.3	グループ分け	1
第 2 章	到達目標	3
2.1	本プロジェクトにおける目的	3
2.2	具体的な手順・課題設定	3
2.3	課題の割り当て	4
第 3 章	課題解決へのアプローチ	5
3.1	目指すロボット像の検討	5
3.2	ロボットの機能およびデザインの考案・仮決定	5
3.2.1	前期時点での具体的な動作	5
3.2.2	設計	6
3.3	プロトタイプ製作	6
3.4	中間発表当日のフィードバック	6
3.5	ロボットの機能およびデザインの再考・最終決定	6
3.6	本製品の製作	7
3.6.1	外部の製作	7
3.6.2	内部の製作	7
3.6.3	完成品での具体的な動作	7
3.7	成果発表当日とそのフィードバック	8
第 4 章	製作の詳細	9
4.1	デザインの考案・検討	9
4.2	プロトタイプ製作	9
4.2.1	Fusion 360 による設計	9
4.2.2	ボディの製作	10
4.2.3	尻尾の製作	10
4.2.4	サーボモーターによる動作のプログラム	11
4.3	骨組みの組み立て	12
4.3.1	頭部の製作	12
4.3.2	胴体の製作	12
4.4	手芸による製作	13
4.4.1	外装の製作	13
4.4.2	頭部の部品の製作	13
4.4.3	手足の製作	14

4.4.4	尻尾の製作	14
4.5	M5Stack について	14
4.6	開発環境について	15
4.7	M5Stack とサーボモータドライバーの I2C 通信によるモータ制御	15
4.7.1	I2C 通信について	15
4.7.2	使用ライブラリについて	16
4.7.3	拳動に合わせた音声再生	16
4.8	M5Stack によるセンサ制御	16
4.8.1	静電容量タッチセンサ	16
4.8.2	M5Stack 用マイク	18
4.8.3	センサの配線について	18
4.9	動画製作について	18
4.9.1	中間発表	19
4.9.2	アカデミックリンク	19
4.9.3	成果発表	19
第 5 章	結果	20
5.1	ロボットの開発結果	20
5.1.1	中間までの結果	20
5.1.2	最終結果	20
5.2	プロジェクトにおける各個人の活動詳細	21
5.2.1	佐々木涼	21
5.2.2	松原僚亮	22
5.2.3	石崎恵一	23
5.2.4	三浦馨莉	24
5.3	中間発表	25
5.3.1	発表技術に対する評価について	25
5.3.2	発表内容に対する技術について	26
5.4	オープンキャンパス	27
5.5	アカデミックリンク	27
5.6	成果発表	27
5.6.1	発表技術に対する評価について	28
5.6.2	発表内容に対する技術について	28
第 6 章	まとめ	30
6.1	本グループのまとめ	30
6.2	今後の展望	31
6.2.1	機能の追加	31
6.2.2	評価実験・実運用	31
付録 A		32
A.1	新規習得技術	32
A.2	活用した講義	32

付録 B	成果発表でを使用したプロジェクト全体のポスター	33
付録 C	成果発表でを使用したグループポスター	34
参考文献		35

第 1 章 はじめに

1.1 前年度の成果

本校、公立はこだて未来大学（以下、「未来大」と表記）では多くの情報系の技術が研究・活用されている。その結果、未来大は情報分野に限れば多くの人に周知されている。しかし、ロボット分野ではその限りではない。未来大には IKABO をはじめロボット関連の研究もおこなわれているが、大学関係者でない人や高校生などの若者にはロボット分野での未来大はあまり周知されていない。この原因として主に二つの要素が絡んでいると考える。一つ目はロボット関連の取り組みをしていると発信する場がなかったことである。IKABO は、函館の祭りを盛り上げるのが当初の目的であり、未来大のロボット分野の周知を図るものでは無かった。二つ目は周知するための手段が新聞やネットニュースなどであり、若者の身近にあるメディアではなかったことが要因だと考えられる。また、IKABO の目的は函館市内で活躍することであったため、全国的に発信する必要が無かった。

（※文責: 鶴ヶ崎美香子）

1.2 目的

第 1.1 章で発生した問題・課題を解決するため、本プロジェクトでは未来大がロボットに関する取り組みを行っていることを今までと違う手段で発信することを目的に活動する。若者に身近にあるメディアとして、国内外問わず発信でき、広く普及されているソーシャルネットワーキングサービス（以下、SNS と表記）が挙げられる。発信する形式として、文字や画像の情報を双方内包することが可能であり注目度が高まると予想されるプロモーションビデオ（以下、PV と表記）を選択した。

（※文責: 鶴ヶ崎美香子）

1.3 グループ分け

本プロジェクトで製作するロボットにおいて、複数体あったほうがコンテンツが増え、話題性も向上すると考えた。そのため、我々は 3 グループに分かれ 3 体のロボットを製作することにした。その後、グループごとに仮のターゲットを定め、製作するロボットの詳細を練る運びとなった。A グループは当初小学校低学年程度の小さい子をターゲットに設定した。話し合いを進めるうちに、擬音を使う、無力なロボットにする、という案が挙がり、結果的に筋力トレーニングをするロボットを製作することで決定した。B グループは当初高校生をターゲットに設定した。高校生が未来大に興味を持ってもらうため、函館に実在するオコジョをモチーフとしたロボットを制作することで決定した。C グループは当初一人暮らしをターゲットに設定した。一人暮らしという点から癒しを与えるロボットを制作することで決定した。

Entertainment robots to promote Future University Hakodate to the world

(※文責: 鶴ヶ崎美香子)

第2章 到達目標

2.1 本プロジェクトにおける目的

第1章より、ターゲットの1人暮らしの人を癒すために、モフモフ動物型のロボットを製作することにした。1人暮らしの人をターゲットにした理由は、1人暮らしの人には、2人以上で暮らしている人に比べ人と話す機会が少ない、話し相手として動物を飼いたいと思っても外出中に世話してくれる人がいないなどという問題があると考えたからである。そこで、可愛い動物の形をしたロボットは、実際に動物とふれあっているかのような体験ができると考えた。本グループの到達目標は、「可愛い動物のロボットを作り、そのPVをSNSで見た1人暮らしの人に癒しを与えること」である。そのために、製作したロボットを使ったPVをSNSで発信することで、未来大の存在を認識してもらい、未来大のロボットの面白さに気付いてもらおうと考えた。また、製作するロボットのコンセプトを「感情を表現して未来大らしくて可愛いロボット」とし、ロボットは当初レッサーパンダをモチーフとした。レッサーパンダの特徴として、ふわふわで丸みを帯びていること、撫でたくなるような可愛さがあることなどが挙げられる。また、レッサーパンダ特有の太くて長い尻尾を用いて、ロボットの感情を表現することができる。実際のレッサーパンダは、尻尾を用いて感情の表現は行わないが、製作するロボットでは行うことにした。その感情表現の方法は珍しく、尻尾を可愛い動きになるように調節することで、PVを見た1人暮らしの人に癒しを与えることができると考えたからである。そのために、ロボットの見た目と動作の可愛さを追求する。

(※文責: 佐々木涼)

2.2 具体的な手順・課題設定

本グループでは、以下のような手順で課題設定をし、製作を進めていく

1. 1人暮らしの人の問題提起
1人暮らしの人の問題・課題を検討する。
2. 目標設定
コンセプトを決める。
3. 製作物のアイデア出し
メンバーでアイデアを出す。
4. 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考える。
5. 学習内容・役割分担について
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。
 - Arduino, M5Stack を用いて、機能の学習、開発・設計を行う。
 - Fusion 360 によるデザイン・機構の学習、開発・設計を行う。また、この2つの班の役割がそれぞれのターゲットに行き渡るように分担した。
6. 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。

7. 試運転

完成後、実際に使ってみてフィードバックを得る。

8. アンケート実施及び解析, 改善点の発見 (75% 以上の好評価を得るまで 6-7 の繰り返し)

9. PV の構成案を作成

10. PV の撮影・編集・公開

(※文責: 佐々木涼)

2.3 課題の割り当て

2. 2 節の 4. 学習内容・役割分担について, ハードウェア班とソフトウェア班に担当を割り当てた。

ハードウェア班 (石崎恵一, 松原僚亮)

- Fusion 360 によるデザイン・機構の学習, 開発・設計
- フェイクファーによる外装の製作

ソフトウェア班 (佐々木涼, 三浦馨莉)

- M5Stack の学習, 開発
- プログラムコードの製作
- センサ, モータの学習, 設計

(※文責: 佐々木涼)

第 3 章 課題解決へのアプローチ

第 3 章では第 2 章で述べた問題とそれに対する取り組みを述べる。

(※文責: 石崎恵一)

3.1 目指すロボット像の検討

ターゲットである一人暮らしの人に上記の目標である「人々に未来大の存在とロボットの面白さを知ってもらう」ためにどういうロボット像が適切かを考察した。その結果、一人暮らしの人に受けられるために見たときに触って見たくなる見た目とかわいらしいアクションで近づきたくなるようなロボットを目指した。

(※文責: 石崎恵一)

3.2 ロボットの機能およびデザインの考案・仮決定

3.2 節では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 によってグループメンバーでスムーズにアイデア出しを行えた。アイデア出しでは最初にモチーフにする生物、物体をあげた。その後搭載したい機能を大まかに決めその後それを満たす生物をからレッサーパンダをロボットのモチーフにした。その後詳細なデザインや搭載する機能を検討した。レッサーパンダにした理由は丸い形状とふわふわの毛で見た人をリラックスさせられるから、しっぽは左右に揺らしたり、垂らしたりすることで感情を表現することが可能であるから、レッサーパンダが行う「威嚇」が簡易的に表現でき、見た人を和ませる感情的行動であるからである。これらの機能によって見た人を癒やすことができ、もっともふさわしいと考えた。その後それだけでは不十分と考えてマイクやカメラを使ったコミュニケーション機能を盛り込むべきだと考えた。カメラは相手の表情から感情を読み取りそれに応じたリアクションを返す機能、マイクは音に反応させて同様にそれに応じた反応を返す機能である。その後実際に作っていくに当たって見る人がかわいらしいと感じる毛皮もふもふを再現するためにフェイクファーを使用すること、その際の骨組みは 3D プリンターで製作することに決まった。

(※文責: 石崎恵一)

3.2.1 前期時点での具体的な動作

前述した機能を盛り込むに当たって具体的な動作をどうすればいいかを考えた。まず親しみやすさを出すために尻尾を動かすことにした。その際尻尾による表現力の向上を狙ってサーボモーターを 2 個使用し横軸、縦軸の可動ができるように工夫した。動作においては尻尾は喜びを表現するために左右へ揺らす、驚きを表現するためにピンと立てる悲しみを表現するために尻尾を垂らすこと

にした。次に威嚇を表現するためにボディに穴を開け、上下に可動する腕をつけることにした。この腕を交互に上下に動かすことで喜びを、同時に挙げることで「威嚇」や驚きを表現することができる。次にスピーカーを使用してなき声を発生させる。こうすることによって「威嚇」時にうなり声を出したり、喜びを表現する際に前述した機能と合わせて幅広い表現を行える。

(※文責: 石崎恵一)

3.2.2 設計

作業を始めるに当たってグループをハードウェア班とソフトウェア班に分け、各々学習と製作を開始した。ハードウェア班は Fusion 360 を使用してモデリングを開始した。Fusion 360 を使用した理由は前年の同プロジェクトに使われていたこと、直感的で簡単だからである。これによってスムーズにモデリングができた。印刷時間短縮のためモデリングでは頭と体を分けて行った。頭の部分は一番人の目に触れるためデフォルメしすぎない用なるべくモチーフに近づけ、体は機能の関係やモチーフの体にあまり特徴がないことから違和感を感じないような丸形に近い造形にした。一方、ソフトウェア班は C 言語を用いた M5stack の制御やサーボモーターとマイクの使用方法を学習した。

(※文責: 石崎恵一)

3.3 プロトタイプの製作

本グループでは中間発表での成果を発表するためと具体的な完成品のイメージを持つために完成品の一回り小さいプロトタイプを製作した。プロトタイプの段階では尻尾が動く程度の機能しか持たなかったがこのプロトタイプにより大体の完成品のイメージを示すことができた。

(※文責: 石崎恵一)

3.4 中間発表当日のフィードバック

中間発表では前述したプロトタイプと完成予想図を展示し、来た人にフィードバックをいただいた。その結果、かわいらしいなどの好ましい意見が多かったが中には、PV で感じられることと実際に訪れることは違うという厳しい意見もいただいた。

(※文責: 石崎恵一)

3.5 ロボットの機能およびデザインの再考・最終決定

後期の活動の中で初期の計画の中で諦めなくていけない物が出てきた。それは以下の 3 点である。カメラで感情を読み取りそれに応じたリアクションを返す機能と焦電型赤外線センサ（以下、焦電センサと記述）センサを使用した擬似的な触れ合い、そしてなつき度によるの反応の変化である。まずカメラで感情を読み取りそれに応じたリアクションを返す機能が搭載できなかった理由が機材の選択不足と技術不足、配置スペース上の問題である。まず機能を搭載するに当たってカメラ

を購入するわけだがその際 M5Stack UnitV2 AI カメラを搭載するのが適切なにもかかわらず、timer camera を選択してしまった。これは知識不足を起因とした物であり下調べの量が少なかったといえる。それだけでなくカメラの使用に Raspberry Pi が必要だと言うことが判明しその導入が配置スペースと知識がなく導入できなかつたからでもある。次に焦電センサを搭載できなかつた理由が焦電センサの数値が不安定だからである。焦電センサは、人体から発せられる赤外線を感じ取り、周囲で動作する人や物を検出するセンサである。M5Stack への出力はデジタル出力で行われる。しかし、焦電センサの数値が不安定で、全くセンサが反応しないことや少し動いただけで何度も威嚇の挙動をしてしまうという事態が起きてしまうことが多くあった。また、焦電センサの出力が安定せず、急に全く反応しなくなったり、反応しすぎて威嚇の挙動をし続けてしまうこともあった。その結果、焦電センサの導入は難しいという判断をした。なつき度に関しては元々優先度は高くなかつたがそれにもまして先述したトラブルで計画がスムーズに行かないことが多くその結果なつき度を導入する時間がなかつた。

(※文責: 石崎恵一)

3.6 本製品の製作

3.6.1 外部の製作

デザインの最終決定を経て完成体の製作を行った。大まかに体と頭はプロトタイプと同様に 3D プリンターで製作し、外側はフェイクファーで作った。その際、触った時の手触りを追求するため、二枚重ねにするなどの工夫を凝らした。手は骨組みを針金、外側をフェイクファー、足はフェイクファーのみで作った。尻尾も同様に外側をフェイクファー、内部には綿を詰めた。

(※文責: 石崎恵一)

3.6.2 内部の製作

モーター、各種センサー、マイク、M5stack を用いて内部機構の構築を行った。サーボモーターを前述した手の針金につなぎそれをつないで上下に動くようにした。頭にはマイクとタッチセンサを使用し頭に触れたときや音を感知したとき反応するようにした。尻尾はサーボモーターを二つ使用し、上下左右に動けるようにした。その後複数のサーボモーターを使用するためには電力が足りないことが判明してモバイルバッテリーから電気を直接流す機構を作成し、使用した。

(※文責: 石崎恵一)

3.6.3 完成品での具体的な動作

このロボットは最終的に 3 つの機能を搭載した。一つ目は耳をつまむことで起きる機能である。この機能は尻尾を垂直に立たせ、驚いたような音声を発する。この機能は驚きの感情を表している。二つ目は頭の前方をなでることで起こる機能である。この機能では尻尾を左右に揺らし、手を交互に上下させ、喜んでいるような音声を発生させる。これは喜びの感情を表している。三つ目は近くで大きな音を検知したときに起こる機能である。この機能は手を同時に上げ、「威嚇」のよ

Entertainment robots to promote Future University Hakodate to the world

うな動作をして、尻尾を上げ、怒っているような音声を発する。

(※文責: 石崎恵一)

3.7 成果発表当日とそのフィードバック

成果発表ではロボット本体の展示とロボットのキャラクター付けのためのストーリーを併せて発表することを予定していた。しかし、当日に不慮のトラブルが起こり、予定していたスピーカーでの発生、サーボモーターでの可動が行えず、ロボットの展示のみとなった。またそれにより得られたフィードバックも動くロボットが見たかったなどの厳しい意見の物が多かった。原因としては断線だと考えられる。以降、発表の機会があれば万全の状態を見せられるようにしたい。

(※文責: 石崎恵一)

第 4 章 製作の詳細

4.1 デザインの考案・検討

2.1 節では、ロボットの外見において可愛さを最大限に引き出すために、独自のデザインを考案し検討しました。その結果、デザインのモチーフとしてレッサーパンダや他の柔らかい毛皮を持つ動物を選びました。この選択は、一目見た瞬間に観察者が「可愛い」と感じることを目指した。具体的なデザインのポイントとして、頭部や胴体、手足において、実際の動物よりも丸みを帯び、ずんぐりとしたフォルムを取り入れた。これにより、視覚的な可愛らしさを強調し、ロボットが魅力的で親しみやすい存在になることを期待した。また、頭身をかなり下げること、一層可愛らしい印象を与えるよう心がけた、さらに、既存の動物型ロボットとの差別化を図るため、尻尾に特に焦点を当てた。感情表現を尻尾を主体に行うことで、他の部位との違いを際立たせ、独自性を強調を図った。尻尾を長く、太くデザインすることで、観察者の注意を主に頭部や胴体などに集中させられるのではなく、尻尾に引き寄せることを狙った。これにより、ロボットの表現力を向上させ、より自然な動物の仕草や感情表現を模倣できるようにした。

(※文責: 松原僚亮)

4.2 プロトタイプ製作

最初に、プロトタイプの制作に着手することを決定した。これには、製作ノウハウを蓄積、同時にプロトタイプを製作することで、完成品の全体的なイメージを事前に確定させるという目的がある。製造ノウハウの蓄積は、製品の生産性や品質向上に大きく貢献するだけでなく、将来の改良や調整のために必要不可欠である。また、同時にプロトタイプを製作することで、製品の全体的なデザインや機能に関する理解が深まり、課題や改善点が明らかになることが期待できる。また、プロトタイプに対して詳細な検討を行うことで、実際に製作を実現できる可能性や、効果的な製作手順に関して、設計の精度や効率を向上させる役割を果たす。具体的な形になることで、製品の機能や形状に関するアイデアの優れた点や改善が必要な点をより具体的に把握し、完成品製作の際に、より効果的かつ効率的に進めることができる。

(※文責: 松原僚亮)

4.2.1 Fusion 360 による設計

Fusion 360 というクラウドベースの 3DCAD ソフトウェアを用いて、プロジェクトの設計作業を行った。3DCAD とは、従来の紙で行っていた 2 次元図面 (2D) をコンピュータ上で 3 次元で行う技術であり、このツールを活用することで、頭部、胴体、そして手足などの各パーツのデザインをより精密、効果的に行うことが可能になりました。このソフトウェアはクラウドベースであるため、複数のチームメンバーが同時にデータにアクセスし、協力して設計作業を進めることができた。ハードウェア班には Fusion 360 の経験者がいなかった。そこで大学のライブラリ内の書籍やイン

ターネット上の資料を駆使して学習を行い、設計と製作に取り組んだ。この協力と情報共有により、チーム全体でのスキルの向上と知識の共有が促進された。Fusion 360 によって行われた頭部、胴体、手足のモデリングデータは、最終的に 3D プリンタを利用して物理的な形で印刷した。

(※文責: 松原僚亮)

4.2.2 ボディの製作

頭部においては、実際のレッサーパンダのフォルムを忠実に再現することに焦点を当てました。このアプローチにより、成果物のリアリティを向上させ、視覚的な魅力を高めることを意図している。レッサーパンダの特徴的な形状や表情を取り入れることで、観察者がよりリアルでかわいらしい印象を受けることが期待できる。胴体については、頭部を上部に載せることを考慮し、平坦な形状とした。また、内部から外部へと腕を露出させるための穴を前部に設けた。さらに頭部と胴体パーツは、搭載される M5Stack Basic (以下、M5Stack) といったマイコンモジュールが収まるスペースを確保するために内部を空洞にすることで、効率的で機能的な配置にした。手足においては、肉球を付与することで愛らしさを強調した。このディテールは、動物の特徴的な部分を忠実に再現することで、製作物に独自のキャラクターと魅力を与えている。最後に、設計した各パーツを Z-ABS 2 フィラメント樹脂を素材として採用し、3D プリンターを用いて印刷を行った。この樹脂、低コスト、軽量かつ加工が容易であり、接着がしやすいという特徴がある。

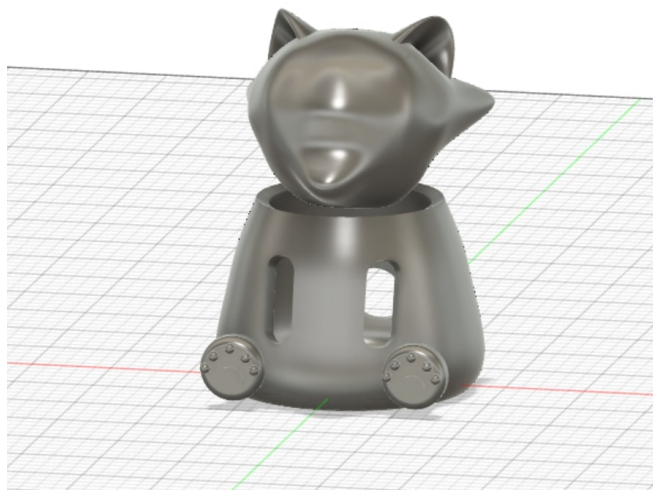


図 4.1 モデリングした製作物

(※文責: 松原僚亮)

4.2.3 尻尾の製作

プロトタイプの尻尾には、成形が容易であるため、スタイロフォームを利用して模型の製作を行った。スタイロフォームは軽くて扱いやすく、形状を簡単に作り出せるため、素早いプロトタイプ制作が可能である。しかし、このスタイロフォームでの製作により、いくつかの改善点が浮かび上がった。模型の製作を終えた後、尻尾の動きを表現するためにサーボモータとの固定が必要となっ

た。この際、スタイロフォーム製の尻尾は一定の強度や耐久性が欠けていた。また、スタイロフォームが柔らかいため、サーボモータとの接続が安定せず、動きに違和感が生じたのである。これらの課題を解決するために、また、サーボモータの取り付け方法についても検討が必要であり、スタイロフォームの柔軟性を補うために別の接続手法を模索することとなった。手法を模索した結果、模型内部に針金を通してサーボモータと尻尾を連結する手法を選択することとなった。中間発表会では、この手法を利用してデモを行った。しかし、この方法も、スタイロフォームの素材特性からくる課題により安定性に欠けていた。ゆえに、完成品の製作段階では強度があり耐久性が高い素材を選択し、スタイロフォームからの切り替えが検討された。これを解決する新たな取り付け手法の開発が検討された。最終的には、プロトタイプの印刷物が製作時間短縮を目的としてサイズダウンされた。そのため、胴体内にサーボモータを収める予定であったが一時的な対応として、ロボットの後部に台座に固定した尻尾を設置することとなった。

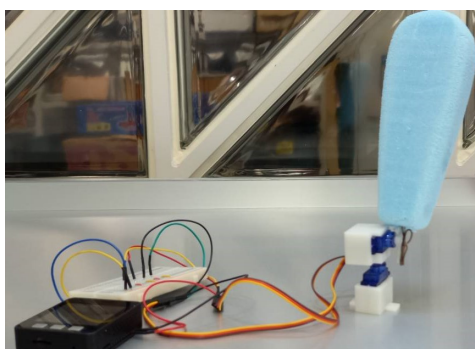


図 4.2 尻尾のプロトタイプ

(※文責: 松原僚亮)

4.2.4 サーボモーターによる動作のプログラム

動作は M5Stack に C 言語で記述したプログラムを書き込むことでサーボモータ (以下、モータと略す) を動かすことにより実現した。ソフトウェア班には情報処理演習 II でマイコンによるプログラミングの経験がある者がいたため、基礎学習は省き、モータの制御の学習に専念した。プロトタイプの段階では、グループで一番重視していた尻尾の動きをプログラムした。尻尾のモータは 2 個使用し、それぞれのモータが尻尾の上下左右の動きを制御する。当時は M5Stack のボタンを押すと、尻尾が動くようにした。具体的には M5Stack のボタンは左から順に A ボタン、B ボタン、C ボタンと呼ばれるが、そのうち A ボタンを押すと尻尾を左右に振る動きをする。これは、後にしっぽ君が喜ぶ様子を表すときに、しっぽをふって表現することを想定したものである。

(※文責: 佐々木涼)



図 4.3 M5Stack Basic

4.3 骨組みの組み立て

4.3.1 頭部の製作

ロボットの頭部は、Fusion 360 によって設計され、学内工場の 3D プリンターを活用する際、印刷物が大きすぎると、印刷時間があまりにも長くなってしまったため、大きさに制約があった。そのため、印刷物をつのパーツに分け、別々に印刷する工夫を行った。分割して印刷を行うことになったため、6つのパーツをそれぞれ接着させる必要ができたため、手法の検討が行われた。当初は、前年度の成果物を参考に、磁石による接合を行う案があげられたが、時間的、技術的な問題で却下されることとなった。最終的に分割した印刷物を瞬間接着剤によって接着して完成させた。デザインは、モチーフをレッサーパンダに設定し、親しみやすい印象を強調するために、全体的に実際のモチーフ元よりも丸みを帯びたフォルムとした。特に、耳部はより流線的な形状となるように熟考し、デザインの一環として力を注いだ。プロトタイプからの変更点として、内部には M5Stack 用のスピーカーユニットとマイクユニットを効率的に配置するためのスペースが設けられている。また、スピーカーユニットからの音声とマイクユニットに取り込む音声により精密で正確なものとなるように、外部と内部を連結するための穴を設けた。次に、静電容量タッチセンサの導伝糸は、印刷物の前頭部や耳部に巻き付け、意図した動作になるよう位置調整を図った。さらに、製作においてははんだごてを用い、センサ本体と配線のはんだ付けを行い、動作中に接触の不備が起これないように、しっかりと固定した。

(※文責: 松原僚亮)

4.3.2 胴体の製作

ロボットの胴体は頭部と同様に、Fusion 360 によって設計した。メインとなる胴体部分と上蓋部分の二つのパーツで構成されている。二つのパーツによる構成にしたのは、内部にモータや配線を配置する関係上、定期的なメンテナンスが必要となる。ゆえに、内部の状況を確認することを容易なものとするため、着脱が容易な上蓋と胴体の二構成とした。また、上蓋部分は 3D プリンタによる印

刷の際、二つのパーツに分割して印刷を行った。そのため、上部に頭部パーツを設置してしまうと頭部パーツの重さによってパーツ自体にゆがみが生まれてしまう。分割されたパーツ同士の組み立てをより強固なものとするため、ねじ留め用の穴を設けた。プロトタイプからの変更点としては、サーボモータを固定するための台座をロボットの動きに干渉しないよう設計、配置した。次に、尻尾の動作を制御するサーボモータと、尻尾を接合するための穴を背部に設けた。正面部分には焦電型赤外線センサと同程度のサイズの穴を設けて、正確な反応ができるようにした。また、カメラユニットを搭載するためのスペース、固定するためのねじ穴を設けた。さらに製作途中で、サーボモータの複数同時使用による電源系統の問題が発生したため、サーボドライバの実装が必要となり、スペースの拡充を行った。

(※文責: 松原僚亮)

4.4 手芸による製作

4.4.1 外装の製作

4.3 節で製作した骨組みのみでは無機質な印象を与えてしまいかねなく、人を癒すという目的を達成することができなくなってしまう。そのため、フェイクファーを用いて外装の製作を行った。プロトタイプ時点では、フェイクファー一枚をかぶせて完成としていたが、完成品用の印刷物はプロトタイプ時よりもサイズが大きくなってしまっているため、触れたときに印刷物の固い感触が強くなり感じられてしまった。そのため、完成品の場合ではフェイクファーを二重に重ねて樹脂の感触を減らし、フェイクファーの柔らかさを強く感じられるようにした。外装を製作する際、切り分けたフェイクファー同士を裁縫によって縫い付けた。十分な経験を積まないままの製作だったので、インターネット上の製作動画や技術記事を参考にし、試行錯誤を重ねていった。胴体のフォルムはシンプルなものであるため、計測した長さをもとに外装を製作した。頭部は表面の凹凸が激しく採寸が困難であった。インターネットで検索したところ、以下の方法で採寸を行った。ラップフィルムを表面に巻き付けて、上からセロハンテープを張り付ける。その上からサインペンで部位ごとに書き分けた。書き分けを終えた後は、巻き付けたラップフィルムを取り外し、書き分けた部位ごとに、切り離した。切り離したパーツを型紙に利用することで正確な大きさをフェイクファーに落とし込み、外装の製作を行った。

(※文責: 松原僚亮)

4.4.2 頭部の部品の製作

頭部の部品として、目と鼻の製作が必要となった。当初は、フェルトシールを利用して目と鼻を表現しようと考えた。しかし、フェルトシールで制作した目パーツ、鼻パーツでは立体感にかけ、可愛さを上手く表現できないことが問題となった。そこで、UV レジン液を利用することになった。レジン液とは、ハンドメイドやクラフトにおいて、液体の状態から硬化させて好きな形や意匠にする材料である。中でも UV レジン液は、液体での成形したものに紫外線を照射すると、短時間で硬化するため、小さい部品の製作や時間短縮に適したものである。他グループのハードウェア班が UV レジン液を利用していたので、使用方法を教えてもらい、目と鼻を製作した。UV レジンによって製作したことにより、目と鼻に立体感と光沢が生まれ、可愛さを向上させることに成功した。また、眉を

丸形にすることでより可愛らしさを感じられるようにした。眉の製作は、表面に針で糸を縫い付け、ふわふわと柔らかそうな印象を感じられるようにした。頭部に部品を取り付ける際は、可愛らしさを表現するのに適した配置バランスを意識して、目と鼻があまり近すぎず、遠すぎずな位置関係となるよう試行錯誤を繰り返し、調整を図った。

(※文責: 松原僚亮)

4.4.3 手足の製作

手足の製作過程においては、3D プリンタを活用せずに、フェイクファーと綿を用いて愛らしい手足を実現しています。デザインは特に、幼児のような短くて丸いフォルムを追求し、握った瞬間に愛らしさと安心感を感じることができるよう心掛けた。手の平部分には、低反発枕のクッションが採用し、擬似肉球が縫い付けた。この擬似肉球は、針を使用して細かく糸を縫いつけ、色鮮やかで可愛らしい外観とリアルな動物らしさを実現した。また、内部に通した針金が胴体内のサーボホーンと連動し、手足を胴体にしっかりと接続している。これにより、サーボホーンによる動きを表現する際に、より自然な印象を受けられるようにし、ロボットのかわいらしい見た目と雰囲気合った動きが可能となるようにした。

(※文責: 松原僚亮)

4.4.4 尻尾の製作

尻尾は、メインとなるパーツは手足と同様に 3D プリンタによる印刷物を利用せず、フェイクファーと綿を利用してふわふわとした感触を得られるものを製作した。製作した尻尾のメインパーツを胴体に接続する際、当初は手足同様にサーボホーンと針金を用いて接続を行っていた。しかし、実際に感情表現の動作を何度もとらせているうちに、針金の耐久性と尻尾の重量の問題から、サーボホーンと針金の接続部位が破損してしまっただ。そのため、動作中に挙動が意図しないものになってしまう事案が多く発生した。この問題を解決するために、レーザーカッターと MDF 板を利用した接続パーツを製作した。製作に際しては、ハードウェア班に工房でのレーザーカッター使用のための許可証を所持していないため、他グループのメンバーに協力してもらい、製作を行った。製作した接続パーツを利用することで、動作の安定性が向上し、問題を改善することができた。これにより、尻尾の接続部分が頑強になり、耐久性が向上したことで、感情表現の動作がよりスムーズに行えるようになった。

(※文責: 松原僚亮)

4.5 M5Stack について

M5Stack を使用した理由としては情報処理演習 II で使用した Arduino と同じ C 言語で記述できることと、Wi-Fi を使った通信を行うことが出来ることである。後者については当初スマホと通信をおこなって自分たちで作ったモバイルアプリを使った機能を実装する予定であったため、それを用いることができるようにした。M5Stack のボタンやディスプレイを使うために M5Stack ライブラリを使用した。

(※文責: 佐々木涼)

4.6 開発環境について

開発環境はプロジェクト開始時は Arduino IDE で行っていた。この環境を利用していた理由は情報処理演習 II のときに利用したことがあったため、使い慣れていたものであったからである。しかし、プログラムのコンパイルでとても長い時間がかかってしまうことが問題点であった。その問題を解決するため、後期から VSCode で開発する環境を構築し、VSCode で作業するようになった。VSCode で作業を行うために、PlatformIO IDE の拡張機能をインストールした。PlatformIO は組み込みソフトウェア用の統合開発環境であり、Arduino IDE になかったコード補完機能があり、かつ軽量でコンパイル時間が短いという利点があるため、使用した。また、コードの共有は Notion に貼り付けたり、グループの github リポジトリを利用することで共有した。

(※文責: 佐々木涼)

4.7 M5Stack とサーボモータドライバーの I2C 通信によるモータ制御

実際のロボット制作において、挙動を制御するために AE-PCA9685 と呼ばれるサーボドライバーにモータを設置し、M5Stack と I2C 通信を行うことで制御した。サーボドライバーにはモータ 4 つを使用し、それぞれのモータが手と尻尾の挙動を制御する。このとき、尻尾の 2 個のモータは上下と左右のしっぽ振りを制御し、手の 2 個のモータでは手の上下の挙動を制御する。このような制御を行うことで、動きをモータの角度で制御することができ、安定して可愛い動きを行うことができるようになった。また、4 つのモータを一斉に動かすことができるため、表現の幅が広がった。

(※文責: 佐々木涼)

4.7.1 I2C 通信について

I2C(Inter-Integrated Circuit) はフィリップス社 (現 NXP 社) が提唱する通信インターフェースで、クロックに同期させてデータの通信を行う同期式シリアル通信のひとつである。I2C では、クロック (SCL)、データ入出力 (SDA) の 2 本の信号線を用いて通信する。そして、通信をする場合、マスタとスレーブというように役割を分け、マスタ側からスレーブ側に対して送信や受信の指示をする。今回の場合、マスタが M5Stack、スレーブがサーボドライバーである。また、クロックは必ずマスタから出力され、入力と出力はクロックに同期して行われる。I2C 通信は以下の手順で行われる。

1. マスタから通信開始の合図を出す。
2. マスタからスレーブアドレスを送信する
3. スレーブからマスタにスタンバイ OK の合図を返す
4. データの通信を行う

5. マスタから通信終了の合図を出す

今回の場合、I2C 通信によってマスタがスレーブにモータの角度の値を出力している。

(※文責: 佐々木涼)

4.7.2 使用ライブラリについて

I2C 通信を行うために M5Stack で Wire(I2C 通信ライブラリ) を使用した。このライブラリを使うことにより、M5Stack で I2C 通信を行うことが可能になった。また、サーボドライバー上にあるモータを操作するために、Adafruit_PWMServoDriver ライブラリを使用した。モータは PWM (パルス信号) を受け取ることで、その信号に合わせて動くが、このライブラリを使用することで PWM を決まった値で送信することができる。我々は、第 1 引数にピン番号、第 2 引数に角度を入力することで、そのピン番号のモータを第 2 引数の角度に動かす関数を作った。この関数によって決まった位置まで手やしっぽを移動させる動作をさせることができる。

(※文責: 佐々木涼)

4.7.3 挙動に合わせた音声再生

モータの挙動に合わせて M5Stack で音声再生した。音声データを保管した microSD を M5Stack に差し込み、そこからデータを取って再生した。音声を流した理由は、実際に動物が鳴いているようにしたかったからである。そのために、AudioFileSourceSD, AudioFileSourceID3, AudioGeneratorMP3, AudioOutputI2S.h というライブラリーをつかった。また、喜ぶ挙動のときに流す音声は無料の効果音生成ソフトから、威嚇の挙動のときに流す音声は無料の効果音サイトからとってきた物を編集したものを、怒りの挙動のときに流す音声はメンバーの一人の声を編集したものを利用した。

(※文責: 佐々木涼)

4.8 M5Stack によるセンサ制御

センサについては、当初の予定では静電容量タッチセンサ、M5Stack 用マイクユニット、焦電型赤外線センサを使う予定だった。

(※文責: 佐々木涼)

4.8.1 静電容量タッチセンサ

静電容量タッチセンサ (以下、タッチセンサと記述) は指を触れた際の静電容量の変化によって、タッチを検出する方法である。M5Stack への入力デジタル入力で行われる。タッチセンサを導入した理由は、2.1 節より、実際に動物とふれあっているかのような体験をできるようにするのが目的であるため、触れたときにロボットが動くようにすればこの目的を達成できるのではないかと考えたからである。タッチセンサのメリットは反応のしやすさと、タッチセンサに導伝糸 (以下、

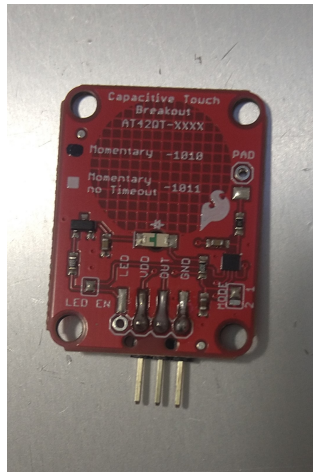


図 4.4 静電容量タッチセンサ

糸と記述)を通して、その糸を所定の位置に貼り付けることで、糸の静電容量も検出することができるからである。

その反面、タッチセンサのデメリットとして、反応しやすさゆえに、干渉しやすいというものがあった。このデメリットのために、センサがずっと反応し続けてしまうという問題があった。この問題を解決するため、タッチセンサの線を反対の位置に貼り付けて、互いがふれあわないようにした。また、タッチセンサの根本はホットボンドで固めて接着しつつ、互いに干渉しないようにした。私たちはタッチセンサを2個導入し、糸を通してそれぞれ頭と両耳に糸を貼り付けた。そして、頭の糸に触れたときに喜ぶ動作を、耳の糸に触れたときに怒る動作をするようにプログラムした。頭の糸に触れたときに喜ぶのは、ロボットのキャラクター設定として頭を撫でられるのが好きというものを考えたからである。また、耳の糸に触れたときに怒るのは、ロボットのキャラクター設定として耳を触られるのが嫌いというものを考えたからである。

(※文責: 佐々木涼)



図 4.5 M5Stack 用マイク

4.8.2 M5Stack 用マイク

M5Stack 用マイクユニット（以下、マイクと記述）は周囲の音の大きさを検出する方法である。M5Stack への出力はアナログ出力で行われる。マイクを導入した理由は、人見知りな性格という設定のため、周囲の音に敏感という設定をしているからである。また、声でも拍手でもとにかく大きな音を出せば反応するため、誰でも簡単に動かすことができることも理由である。しかし、マイクの端子に問題があった。マイクの端子は Groove 端子というが、これは M5Stack と I2C 通信を行ってデータのやりとりをするものである。これが、4.3 節で説明した I2C 通信によるモータ制御で行われる通信と競合してしまいモータが動かなくなった。そのため、Groove 端子に更にワイヤーを接続し、M5Stack の外部端子につなげることにした。これにより、I2C 通信の競合はなくなったが、その代わりマイクの出力が安定しなくなり、M5Stack を起動するたびに類似した環境でもマイクの値が違うという現象が起こった。この問題は解決せずに終わってしまったため、今後の課題である。

（※文責: 佐々木涼）

4.8.3 センサの配線について

センサの配線はユニバーサル基板を用いて行った。ユニバーサル基板を用いた理由は配線するボードの省スペース化ができるからである。ユニバーサル基板を 3 × 7 ピン分切り取り、そこにグランドピンと 5V 出力ピンを配線した。ピン番号は指定した番号のピンに直接さした。

（※文責: 佐々木涼）

4.9 動画製作について

本プロジェクトの目的達成のために、ロボットを用いた PV の製作は必要不可欠である。ゆえに、PV 製作のノウハウを培うために発表の機会が設けられるタイミングで、そのたび動画製作を行った。動画編集にはフリーの編集ソフト「DaVinci Resolve」を使用した。

(※文責: 松原僚亮)

4.9.1 中間発表

中間発表実施前は、グループメンバーそれぞれの能力を向上させるためにプロトタイプの製作を行っていた。そのため、中間発表にて使用する動画ではプロトタイプを用いることとなった。動画内容の検討を行った結果、「ペットはお世話が大変なため、飼うべきか悩んでいる人が未来大学のロボットが使用されている動画を見て、未来大学に興味を抱く」という内容に決定した。ロボットの出演パートでは、中間発表直前の段階で実装できていた尻尾での感情表現を用いることにした。

(※文責: 松原僚亮)

4.9.2 アカデミックリンク

アカデミックリンクでは縦型ディスプレイを用いて、動画を視聴してもらうことになったため、縦型動画を製作することになった。また、動画時間が15～20秒以内に納まるようにする制約があったため、短い時間で魅力が伝わるように端的な表現を用いた。

(※文責: 松原僚亮)

4.9.3 成果発表

成果発表会で使用する動画には、SNSに投稿する本PVを用いることになった。他グループに動画の構成案を練ってもらい、案に沿って撮影を行った。

(※文責: 松原僚亮)

第 5 章 結果

5.1 ロボットの開発結果

5.1.1 中間までの結果

本グループの前期の活動および成果として、1人暮らしの人に可愛いものから得られる”癒し”を与えることができるロボットの製作を目指して活動した。これらを目指した経緯は、1人暮らしの人は、2人以上で暮らしている人に比べて人と話す機会が少ないこと、話し相手として動物を飼いたいと思っても外出中に世話してくれる人がいないことにあった。前期では、作りたいロボットを明確にし、デザインと機能を決定した。デザインは、尻尾で感情表現がしやすいレッサーパンダと未来大を掛け合わせたものにした。また、実装したい機能に優先順位をつけることで実現を目指す機能を明確にした。前期の成果物として、Fusion 360 および Arduino や M5Stack の使い方を学びつつプロトタイプの製作を行った。

(※文責: 三浦馨莉)

5.1.2 最終結果

本グループは、プロジェクトの「エンタメロボットで未来大とロボットの面白さを知ってもらい、興味を持ってもらう」という目標のもと、ターゲットを1人暮らしの人とし、1人暮らしの人に向けたモフモフ型癒しロボットを製作した。本ロボットには、大きな音が鳴るとびっくりして威嚇をする機能、頭をなでてあげると喜ぶ機能、耳をつまむと怒る機能を実装した。威嚇については、当初、人感センサを用いて人が近づいてきたときに威嚇を行わせる予定であったが、人感センサの反応が悪かったため、サブで用意していたマイクを利用し、大きい音に反応して威嚇をするという機能に変更した。これらの機能によって実際に人がアプローチすることで反応し、可愛い動きをすることから、ロボットらしいロボットではなく、ロボットでありつつもペットと同じような存在となることを目指した。その結果、ターゲットである1人暮らしの人に「可愛いものから得られる癒し」を与えることを目標としたロボットを製作することができた。外装は、様々な動物を組み合わせてモフモフの架空の動物とした。当初は、レッサーパンダをモチーフとしていたが、製作していくうちに、すでに存在する動物をモチーフにするよりも何か架空の動物をモチーフとすることで、本グループオリジナルのロボットの製作に繋がると考えた。PVの撮影においては、本ロボットの最大の特徴であるしっぽでの感情表現とペットらしいモフモフ感を生かして撮影することを目指し行った。また、製作を進めていく途中でオープンキャンパスやアカデミックリンクのような学外の生徒や一般の方たちに見てもらう機会があった。そこでは、製作途中ではあったものの、ロボットの見た目や実装される予定の機能、ロボット自体のコンセプトなどを褒めていただくことができた。最終成果発表では、ロボットの見た目や機能において良い評価を得ることができたものの、ドライバーと変換器を接続するワイヤの断線により、実際にロボットを動かすことができなくなってしまった。そのため、今後は断線してしまわないように修正していく必要があると考える。また、中間発表や最終成果発表で得られた意見を参考に、今後の新しい機能としての再考・検討し

ていく.

(※文責: 三浦馨莉)

5.2 プロジェクトにおける各個人の活動詳細

5.2.1 佐々木涼

5月

- プロジェクト全体の活動計画の立案
- 既存のロボット調査
- ロボットの機能, デザインの立案

6月

- ロボットの機能, デザインの再考
- Arduino, M5Stack の学習および設計
- 中間発表用の資料作成

7月

- Arduino, M5Stack の学習および設計
- 中間発表の準備および発表
- オープンキャンパスの準備および展示
- グループ報告書の作成

9月

- ソフトウェアの設計計画の再考
- M5Stack のプログラムコードの調整

10月

- M5Stack のプログラムコードの調整
- 音センサ, 静電容量センサの実装
- アカデミックリンクの準備および発表

11月

- M5Stack のプログラムコードの調整
- 音センサ, 静電容量センサの実装

12月

- ロボットの調整
- PV に使う写真・動画の撮影
- 成果発表会の準備および発表
- グループ報告書の作成

(※文責: 三浦馨莉)

5.2.2 松原僚亮

5月

- プロジェクト全体の活動計画の立案
- 既存のロボット調査
- ロボットの機能, デザインの立案

6月

- ロボットの機能, デザインの再考
- ロボットの内部機構の設計
- 中間発表用の資料作成

7月

- V コン動画の編集
- プロトタイプ(ロボット)の作成
- オープンキャンパスに向けた準備
- グループ報告書の作成

9月

- ハードウェアの設計計画の再考
- 手芸による外装の製作

10月

- 手芸による外装の製作
- ロボットの内部機構の調整

11月

- 手芸による外装の製作
- ロボットの内部機構の調整

12月

- ロボットの調整
- PV に使う写真・動画の撮影
- 成果発表会の準備および発表
- グループ報告書の作成

(※文責: 三浦馨莉)

5.2.3 石崎恵一

5月

- プロジェクト全体の活動計画の立案
- 既存のロボット調査
- ロボットの機能, デザインの立案

6月

- ロボットの機能, デザインの再考
- ロボットの内部機構の設計
- 中間発表用の資料作成

7月

- Fusion 360 による 3DCAD の学習および設計
- プロトタイプ(ロボット)の作成
- オープンキャンパスに向けた準備
- グループ報告書の作成

9月

- ハードウェアの設計計画の再考
- ロボットの内部機構の調整

10月

- ロボットの内部機構の調整
- アカデミックリンクの準備

11月

- ロボットの内部機構の調整

12月

- ロボットの調整
- PV に使う写真・動画の撮影
- 成果発表会の準備および発表
- グループ報告書の作成

(※文責: 三浦馨莉)

5.2.4 三浦馨莉

5月

- プロジェクト全体の活動計画の立案
- 既存のロボット調査
- ロボットの機能, デザインの立案

6月

- ロボットの機能, デザインの再考
- Arduino, M5Stack の学習および設計
- 中間発表用の資料作成

7月

- Arduino, M5Stack の学習および設計
- 中間発表の準備および発表
- オープンキャンパスに向けた準備
- グループ報告書の作成

9月

- ソフトウェアの設計計画の再考
- M5Stack のプログラムコードの調整

10月

- M5Stack のプログラムコードの調整

- 音センサ，静電容量センサの実装
- アカデミックリンクの準備および発表

11月

- M5Stack のプログラムコードの調整
- 音センサ，静電容量センサの実装

12月

- ロボットの調整
- PV に使う写真・動画の撮影
- 成果発表会の準備および発表
- グループ報告書の作成

(※文責: 三浦馨莉)

5.3 中間発表

中間発表は，去年と同様に対面で行った．私たちの発表場所は体育館の奥のほうであった．プロトタイプロボットを設置し，スライドを用いてプロジェクト，各ロボットの説明を行った．その後質疑応答を行った．また，それぞれのロボットを撮影・編集して繋げた PV も公開した．さらに，発表技術についての評価と発表内容についての評価に関するアンケートを Google フォームを用いて実施した．それぞれ 10 段階で評価していただき，さらに評価の理由やアドバイスなどを記入していただいた．今回の記入は，学生 40 人，教員 5 人の計 45 人によって行われた．

(※文責: 三浦馨莉)

5.3.1 発表技術に対する評価について

発表技術に対する評価は，平均で 8.18 という結果になった．この結果から，発表技術については概ね高評価をいただけたことがわかった．

また，評価の理由やアドバイスとして，

- 目的やターゲットがしっかり設定されていた．
- プロトタイプが置いてあり視覚的に分かりやすい．
- 人によっては声が聞き取りづらかった．

などの意見が得られた．以下，一部解答を抜粋する．

評価解答 1

メインのスライドでエンタメロボットとは何かを分かりやすく伝えてくれたのと，コンセプトやターゲットが分かりやすかったため，それぞれのロボットのコンセプトなどがスッと入ってきた．

評価解答 2

プロジェクトの狙いと 3 種類のロボットのデザインとプロトタイプが簡潔に説明されていてよかったです。

評価解答 3

ロボットを近くに展示していて触れ合えるため、実際にどんなことをしてるのかがわかる。

評価解答 4

体育館という環境のせいかもしれないが、声が聞き取りづらいところがあった。

評価解答 5

割と情報量がありそうなスライドが 3 秒くらいで読み飛ばされていた。

(※文責: 三浦馨莉)

5.3.2 発表内容に対する技術について

発表内容に対する評価は、平均で 8.07 という結果になった。この結果から、発表技術に対する評価に比べて若干点数は低いですが、概ね高評価をいただけたことがわかった。

また、評価の理由やアドバイスとして、

- 今後の目標がしっかりしていた。
- すでに見せられるプロトタイプがあるのが良い。
- 未来大っぽさがあまり感じられない。

などの意見が得られた。以下、一部解答を抜粋する。

評価解答 1

役割を与えられるようなロボットに逆に役割を求めすぎないのが面白いし特徴的だと思った。

評価解答 2

ロボットをただ作るだけでなく、さまざまな年齢層をターゲットとし、それを発信しようとする取り組みが見えた。

評価解答 3

取り組んできたことや、これからの目標がとても具体的に考えられていて、技術面の説明も詳しく話していたのでとても分かりやすかった。

評価解答 4

時代背景、技術背景、なぜ未来大などをしっかり押さえてプロトタイプに落とし込む過程が必要だと思う。

評価解答 5

プロジェクトの名前的にも SNS 側への工夫も何かあったらいいのかなと思いました。

(※文責: 三浦馨莉)

5.4 オープンキャンパス

オープンキャンパスでは、主に高校生に向けての発表を行った。発表形式としては、ロボットを近くにおいて対話形式のポスターセッションを行った。中間発表や成果発表のようにアンケートなどは実施しなかったが、ロボットの見た目や実現させたい機能について高評価を得ることができた。また、SNS のアカウントがあることについてもその場で確認してもらうことができた。

(※文責: 三浦馨莉)

5.5 アカデミックリンク

アカデミックリンクでは、学校関係者問わず、主に学校外部の方に向けて発表を行った。発表形式としては、オープンキャンパスのときと同様にロボットを近くにおいて対話形式のポスターセッションを行った。ロボットは、実寸大の大きさのロボットを動かすことができるグループはそのロボットを展示した。それ以外のグループは、側などをつけていない実際の大きさのロボットで機能を見せるとともに、側の完成しているプロトタイプのロボットを立体化検討モデルとして展示した。オープンキャンパスと同様にアンケートなどは実施しなかったが、ロボットの見た目や機能について高評価を得るとともに「実際に商品化してほしい」などの大量生産を望む意見をいただくことができた。また、結果として、実際に出展したグループの方たちのみで行われる評価において、「ピアレビュー大賞」という賞を獲得することができ、未来大で行われているこの活動をより多くの人たちに知っていただくことができた。

(※文責: 三浦馨莉)

5.6 成果発表

成果発表では、初めにプロジェクト全体の説明とロボットの紹介を行った。その後、興味のあるロボットが設置されているところに移動してもらい、それぞれのロボットの説明、質疑応答を行った。また、ロボット完成後、新たにそれぞれのロボットを撮影・編集し、完成させた PV と Web サイトも公開した。さらに、中間発表のときと同様に、発表技術についての評価と発表内容についての評価に関するアンケートを Google フォームを用いて実施した。それぞれ 10 段階で評価していただき、さらに評価の理由やアドバイスなどを記入していただいた。今回の記入は、学生 37 人、教員 1 人の計 38 人によって行われた。

(※文責: 三浦馨莉)

5.6.1 発表技術に対する評価について

発表技術に対する評価は、平均で 8.37 という結果になった。中間発表のときと比べて少し点数が高くなり、概ね高評価をいただけたことがわかった。

また、評価の理由やアドバイスとして、

- 実際にロボットが展示されており、触れることができ楽しかった。
- 白衣を着ていたので研究感があって良かった。
- どこを見に行けばいいのか分かりづらかった。

などの意見が得られた。以下、一部解答を抜粋する。

評価解答 1

実際にロボットに触らせてくれて楽しかった。

評価解答 2

発表者の衣装も研究者コンセプトなので聞いていて楽しかったです。

評価解答 3

人気投票や、SNS を用いた宣伝が効果的に目的を伝えているので良かったと思いました。

評価解答 4

ロボットを見る順番が自由であり、人の流れを把握する必要があり、そこを少し不便に感じた。

評価解答 5

全体説明のときに 3 体のロボットの特徴をもうちょっと説明してあげた方が、見に来た人が全容を知ることができたのではないかと思います。

(※文責: 三浦馨莉)

5.6.2 発表内容に対する技術について

発表内容に対する評価は、平均で 8.68 という結果になった。中間発表のときと比べて点数が 0.6 高くなり、発表技術と比べても点数が高いことから、概ね高評価をいただけたことがわかった。

また、評価の理由やアドバイスとして、

- ロボットが可愛かった。
- SNS や Web ページなどで実際に発信しているのが良いと思った。
- 実際に賞をとれており、効果的な宣伝が出来ていると思った。

などの意見が得られた。以下、一部解答を抜粋する。

評価解答 1

どのロボットもプロジェクト期間内に作ったとは思えないほど出来栄が良くて、驚きました。

Entertainment robots to promote Future University Hakodate to the world

各々、特徴や設定があって見た目も可愛かったです。

評価解答 2

可愛いロボットが3つあって、実際に賞を受賞して効果的な宣伝ができているし、未来大をアピールするという目的が果たせていると思いました。

評価解答 3

直接的にロボットを関与されるのではなく、人と間接的に繋がってるような関係性を考えられていて良かったと思います。

評価解答 4

未来大らしいロボットとあったが、どの辺がそうなのかよくわからなかった。

評価解答 5

ロボットで未来大をプロモートするという目的はわかりましたが、その効果をきちんと測定して説明してくれたらと思います。

(※文責: 三浦馨莉)

第 6 章 まとめ

6.1 本グループのまとめ

本プロジェクトの目的は「エンタメロボットで未来大とロボットの面白さを知ってもらい、興味を持ってもらう」であり、特に本グループではターゲットを「一人暮らしの人」と設定したうえで、「可愛いものから得られる癒しを与える」ことを目指して活動を行ってきた。目標達成のために、まずターゲットおよびコンセプトに合ったロボットのデザイン、機能を考案・決定した。グループメンバーはそれぞれ、ロボットの設計を行うハードウェア班とロボットの制御を行うソフトウェア班の 2 グループに分け、担当する分野における知識、技術の習得を行ったうえでロボットを製作した。本ロボットのデザインは当初、「丸い形状とふわふわの毛で見た人をリラックスさせられる」、「しっぽは左右に揺らしたり、垂らしたりすることで感情を表現することが可能である」、「威嚇」が簡易的に表現でき、見た人を和ませる感情的行動である」という 3 点の理由からレッサーパンダをモチーフにしていたが、製作していくうちに、すでに存在する動物をモチーフにするよりも何か架空の動物をモチーフとすることで、本グループオリジナルのロボットの製作に繋がると考えた。ロボットの内部機構は、Fusion 360 という、クラウドベースの 3DCAD ソフトウェアを用いて頭部、胴体、手足について細かく設計した。その後、3D プリンターを用いて頭部、胴体の印刷し、外装は手芸で行い、切り分けたフェイクファー同士を裁縫によって縫い付けた。1 種類の色にするのではなく、何色かのフェイクファーを組み合わせることで、より毛の色の違いなどを表現でき、動物らしさを再現できると考えた。本ロボットの機能については、挙動を制御するために PCA9685 と呼ばれるサーボドライバーにモータを設置し、M5Stack Basic と I2C 通信を行うことで制御した。サーボモータの制御と音センサの制御、静電容量タッチセンサの制御を行った。モーターは、左右の手に 1 つずつとしっぽを上下左右に動かすために 2 つ使用し、計 4 つのモーターを M5Stack Basic で制御した。音センサとモータを組み合わせることで、ある一定の数値以上の大きな音が鳴った時にびっくりして手としっぽを上げて威嚇するという機能を実装することができた。また、頭の上と耳につけた静電容量センサとモーターを組み合わせることで、頭を撫でたときに喜んで手を交互に上げ下げし、尻尾を広範囲に振って喜ぶという機能と耳をつまんだときに怒ってしっぽを勢いよくあげて小刻みに震えさせるという機能を実装することができた。また、すべての機能に異なる鳴き声をつけて、より動物らしいロボットを目指した。これらの機能、動作については、グループメンバーで検討を重ねたことでロボットのかわいさを表現することができた。これらの製作を踏まえて、中間発表や成果発表、未来大のオープンキャンパスなどの課外発表を行い、フィードバックを得ることができた。評価としては全体的におおむね好評で「かわいい」、「家に欲しい」などとの評価をいただくことができた。しかし、成果発表会において、ドライバーと変換器を接続するワイヤの断線により、実際にロボットを動かすことができなくなってしまった。そのため、デモ動画と口頭による説明を行ったが、「実際に動いている姿が見たかった」などという意見が得られた。また、これらを踏まえ、今後の技術的課題がいくつか挙げられた。まず、ドライバーと変換器を接続するワイヤの断線である。断線してしまったままではロボットを動かすことができないため、配線の修正と今後断線しないように工夫を行っていく必要がある。他にも、マイクの音の受け取り方の不安定性と動きの不安定性が挙げられる。マイクに関しては、数値を変更させ

て拾う音の大きさを設定するが、数値を変更させても音に敏感に反応してしまうか音を出しても全く反応しないかの二極化になってしまうことが問題として挙げられる。動きに関しては、M5Stackが反応しているのにも関わらずしっぽや手が動かなかったり、しっぽや手の初期位置が毎度微妙に変わってしまうため、動きの範囲が安定しないことが問題として挙げられる。ロボットの動きの安定性は、今後本ロボットを実用的に運用していくうえで重要であることから、これらの問題は早急に改善していく必要があると考えられる。また、今後の展望として、当初予定していた「なつき度」の追加を行いたいと考える。

(※文責: 三浦馨莉)

6.2 今後の展望

本グループの今後の展望として、これまでの活動から得られた意見、アイデアをもとに以下の2つを取り上げ、今後も使用してもらえらるための改善を行う。1つ目はロボットの新機能実装、2つ目は評価実験・実運用である。これらの活動を行うことで、本グループの目標である「可愛いものから得られる癒しを与える」の達成度を高めていく。

(※文責: 三浦馨莉)

6.2.1 機能の追加

本グループでは当初、ロボットになつき度という機能も加える予定であったが、実現できなかった。なつき度を新しく追加することで、最初は人見知りされるが何度も会ううちにだんだん自分に慣れてきてくれるという、より動物らしいロボットになるのではないかと考える。

(※文責: 三浦馨莉)

6.2.2 評価実験・実運用

機能の拡張案や使用感などを得るために評価実験や実運用を行っていききたい。今回は、ロボットの製作に時間を費やしてしまったため、評価実験・実運用を行うことができなかった。そのため、今後は実験と機能実装を繰り返し、ターゲットである1人暮らしの人の実際の意見を得たいと考えている。具体的には、実際に1人暮らしを行っている人に使用してもらい、デザインについての評価、機能についての評価、本グループの目標である「可愛いものから得られる癒しを与えること」が達成されているかを直接意見として取り入れることで、デザインや機能の修正、新機能の実装に繋げていきたい。また、評価実験がある程度行えた段階で、実運用も行っていきたいと考える。具体的な実運用方法についてはまだ決めていないが、今後も使用されていくためには、管理方法や使用機器の調整方法なども考えていく必要があるため、それらを実際に運用している中で検討していきたいと考える。実運用を早めに行うためにも、技術的課題の解決や評価実験とそれを踏まえたロボットの改善を迅速に行いたい。

(※文責: 三浦馨莉)

付録 A

A.1 新規習得技術

- Fusion 360 を用いた 3DCAD
- M5Stack によるモータの活用方法

A.2 活用した講義

- 情報表現入門
- 情報処理演習 II

付録 B 成果発表で使用したプロジェクト全体のポスター



概要 Overview

私たちは、人々の注目を集めることのできるエンターテインメントロボット（エンタメロボット）で公立はこだて未来大学を発信したいと考えた。そこで本プロジェクトでは、公立はこだて未来大学（未来大）の知名度向上を目的とし、ロボットを使ったPVを制作し、SNSを発信する取り組みを行ってきた。

We wanted to promote Future University Hakodate (FUN) with an entertainment robot that could attract people's attention. So in this project, with the aim of raising the profile of Future University Hakodate (FUN), we created a PV with a robot and worked on SNS. We wanted to communicate Future University Hakodate (FUN) with an entertainment robot that could attract people's attention. So in this project, we created a music video with a robot to raise the profile of Future University Hakodate (FUN) and worked on SNS.

エンタメロボットとは What is the Entertainment Robot

私たちの考えるエンタメロボットは、実用性にこだわらず、人の感情を動かす能力を持つロボットである。これらのロボットは感情を表現し、人々とコミュニケーションを築くことができる。

Our idea of an entertainment robot is the robot that can move people's emotions without regard to practicality. These robots can express emotions and build communication with people.

開発したロボット Robots we created



発信方法と発信する内容 Transmission method and contents to be transmitted

発信方法 Transmission method



発信する内容 Contents to be disseminated

- ロボットの写真、動画
- 作業風景
- 使用しているツールの写真
- イベントの告知
- Robot photos and videos
- Working view
- Photographs of the tools used
- Event announcements

発表実績 Publications

オープンキャンパスとアカデミックリンクでポスターセッションを行った。さらに、アカデミックリンクでは、ピアレビュー大賞を受賞した。Poster sessions were held at Open Campus and Academic Link. The Peer Review Grand Prize was also awarded at Academic Link.

HAKODATE アカデミックリンク 2023 Hakodate Academiclink 2023



オープンキャンパス Open Campus



付録 C 成果発表で使用したグループポスター

Project 15

しっぽくん

～癒しロボット～



ENTERTAINMENT
R O B O T
P R O J E C T

GroupC 佐々木 涼 三浦 馨莉 松原 僚亮 石崎 恵一
Ryo Sasaki Kaori Miura Ryosuke Matsubara Keiichi Ishizaki

しっぽくんとは

しっぽくんは、モフモフな動物をモチーフとした癒しロボットで、可愛らしい見た目と思わず触ってしまいたくなるようなふわふわした毛が特徴である。未来大ができる前は森に住んでおり、未来大ができてからは未来大の学内の様子が気になって、ちよくちよく学内を覗きに来ている。また、しっぽくんは、人見知りな性格のため、出会った人全員に威嚇をしまくるが、頭を撫でられると喜ぶ。

機能・特徴



人に会うと威嚇する



頭を撫でられると喜ぶ



耳をつままれると怒る

人とのコミュニケーション

しっぽくんは時々未来大にやってくる。しっぽくんのかわいい見た目とモフモフの毛で癒されよう。



開発に使用したもの・ツール

- Fusion360
- M5Stack
- サーボモーター
- マイク
- サーボドライバー
- フェイクファー

参考文献

- [1] 三谷大暁, 別所智広, 坂元浩二. Fusion 360 操作ガイド : 次世代クラウドベース 3DCAD : 3D プリンターのデータ製作にも最適!! ベーシック編. スリプリ (3D ワークス株式会社), 2016.
- [2] 磯信一. Fusion 360 モデリング・マスター. ソーテック社, 2016.7.