

公立はこだて未来大学 2024 年度 システム情報科学実習 グループ報告書

Future University Hakodate 2024 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&ドローン
-最高に映えるロボットとそのプラットフォーム開発-

Project Name

Entertainment robots & drones Developing the best-looking robot and its platform

グループ名

制作班

Group Name

Robot Development Team

プロジェクト番号/Project No.

17

プロジェクトリーダー/Project Leader

今優奈 Yuna Kon

グループリーダー/Group Leader

倉富星衣 Sei Kuratomi

グループメンバ/Group Member

小濱康太 Kota Kohama

新谷翼芽 Tsubame Shintani

長山明日香 Asuka Nagayama

仁尾昂 Subaru Nio

前田諒真 Ryoma Maeda

柳原漸 Zen Yanagihara

指導教員

山内翔 長田純一 鈴木昭二 西沢俊広

Advisor

Sho Yamauchi Junichi Osada Sho'ji Suzuki Toshihiro Nishizawa

提出日

2025 年 1 月 20 日

Date of Submission

January 20, 2025

概要

本学、公立はこだて未来大学（以下、「未来大」と表記）では、過去から現在までに「IKABO」や「ばわまるくん」、「FUNJO」、「しっぽくん」などの、数多くのエンターテインメントロボット（以下、エンタメロボットと表記）が開発されている。しかし、これらのプロジェクトを通して得られた技術が次の世代へ十分に引き継がれていない現状がある。そのため、ロボット開発のプロジェクトが新しく始まった際、ロボット開発に関する技術を勉強することから始まる同じ開発プロセスを踏むこととなり、成果物の技術が向上しないという問題点がある。原因として、ロボット開発や制御の知識のない学生に向けた引き継ぎがなされていないことが要因でないかと考えられる。そこで、本グループではこの問題点を解決するために、プログラムやロボット制御の知識がない人でも簡単にエンタメロボットを開発することができるハードウェア・ソフトウェアのプラットフォーム開発を行った。プラットフォームとしてのハードウェア開発において、必要な要件を定義するため、プロジェクトメンバーで考案したマスコットや実在するロボットを用いた分析を行った。分析の結果から、「制御部」、「機構」、「入出力装置」、「筐体」の4つの主要な構成要素からなるハードウェアの開発に取り組んだ。「制御部」では、初心者でも扱いやすい Arduino を使用した。「入出力装置」として、ディスプレイを使用した情報表現、伝導性の糸を用いた触覚検知、スピーカーを使用した音声再生、3個のタクトスイッチを用いた動作呼び出しの4要素を製作した。「機構」として、腕と移動部分の2要素を製作した。「筐体」として、ロボットの骨格となるフレームと、プラットフォームの使用者が製作するエンタメロボットの形に合わせて自由に組み替えることのできる可動式の棚を製作した。結果として、必要であると結論付けた各要素は「機構」の移動部分を除き、すべて実装することができた。プラットフォームとしてのソフトウェア開発において、実在するロボットの動作設計ソフトウェアを参考とし、必要な機能を考案した。その結果、プログラミングやロボット制御などの知識がないユーザーでもロボットの動きを設計できるソフトウェアを設計することとした。具体的に実装する機能は、グラフィカルユーザーインターフェースによる操作・ドラッグ・ドロップによるモーションの設計・直感的な操作を補助するためのUIである。これらの機能を実現するため、Unityを用いてソフトウェアの開発を行った。結果として、考案した機能を実現したロボットのモーション作成ソフト（以下、「モーションエディタ」と表記）を最終成果物とした。また、次年度以降の開発プロセスである開発したプラットフォームを用いてエンタメロボット「いかみい」の製作に取り組み、エンタメロボットのプラットフォームとしての有効性を確かめた。いかみいの製作にあたって、プラットフォームとしてハードウェアに実装されている要素に加え、いかみい固有の要素として、ディスプレイ上に描画したドットで顔と表情を表現する表情表現の機能と、声の調子から感情を表現する音声による感情表現の機能、イカ特有の滑らかに動く触腕を再現した触腕の機構の製作に取り組んだ。開発したプラットフォームとエンタメロボットを学内での中間発表やオープンキャンパスにて展示し、フィードバックを得た。発話や触腕の動作によるインタラクションについて肯定的な意見が多く、エンタメロボットとしての開発は成功したといえる。今後は、プラットフォームとして開発したハードウェアとソフトウェアで完成しなかった要素の開発を続けていくとともに、開発したプラットフォームを未来大の次年度以降の学生やロボット初学者が自由に活用できるようにオープンソースとして公開を行っていく。

キーワード エンターテインメント、ロボット、SNS、プラットフォーム開発、Arduino、3Dプリンタ、Unity

（※文責: 倉富星衣）

Abstract

Many entertainment robots, including “IKABO,” “Pawamaro-kun,” “FUNJO,” “Shippokun” and so on, have been developed at Future University Hakodate from the past to the present. However, the technologies obtained through these projects have not been sufficiently passed on to the next generation. Therefore, when a new robot development project is started, the same development process is followed, starting with the process of studying robot development technology, and the technology of the deliverables is not improved. The reason for this may be that there is no handover between students who have no knowledge of robot development or control. Therefore, this group has developed a hardware/software platform that allows people without knowledge of programming or robot control to easily develop entertainment robots. In order to define the requirements for hardware development as a platform, we conducted an analysis using original mascots that we created and real robots. The results of the analysis showed that the following four elements were required: a “control unit” using an Arduino, which is easy for even beginners to handle; an “input/output device” consisting of four elements: information representation using a display, tactile detection using conductive thread, sound playback using a speaker, and motion calling using three tact switches; a “mechanism” consisting of two elements: an arm and a moving part; and a “frame” consisting of two elements: an arm and a moving part. The hardware consists of four key components: the “mechanism,” which consists of two elements, an arm and a moving part; the “chassis,” which consists of a frame that serves as the framework of the robot and a movable shelf that can be freely reassembled according to the shape of the entertainment robot created by the user of the platform. As a result, we could implement all the elements that we concluded were necessary, except for the moving part of the “mechanism. In the development of software as a platform, we referred to motion design software for actual robots and devised the necessary functions. As a result, we decided to design software that enables users without knowledge of programming or robot control to design the robot’s movements. The specific functions to be implemented are a graphical user interface, drag-and-drop motion design, and an intuitive UI to assist in operation. To realize these functions, we developed the software using Unity. The final product is a robot motion creation software (hereafter referred to as “Motion Editor”) that realizes the designed functions. A new entertainment robot was developed by applying the developed hardware. Besides the elements implemented in the hardware as a platform, we added elements specific to the entertainment robot. As elements specific to the entertainment robot, we developed a function for expressing facial expressions using dots drawn on the display, a function for expressing emotions through voice, and a mechanism for the tentacle arms that reproduces the smoothly moving tentacle arms characteristic of squid. The developed platform and entertainment robot were exhibited at an interim presentation on campus and at an open campus, and feedback was obtained. We received many positive comments on the interaction with speech and the movement of the tactile arm, and we can say that the development of the entertainment robot was a success. In the future, we will continue to develop the elements of the hardware and software developed as a platform that have not been completed, and will release the developed platform as open source so that it can be freely used by students and first-time robotics students in the next and subsequent years at Future University Hakodate.

Keyword Entertainment, Robot, SNS, Platform Development, Arduino, 3d printer, Unity

(※文責: 倉富星衣)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	前年度の成果	1
1.2	現状における問題点	1
1.3	班分け	1
第 2 章	到達目標	2
2.1	本プロジェクトにおける目的	2
2.2	具体的な手順・課題設定	2
第 3 章	課題解決の流れ	3
3.1	ロボット開発技術の習得	3
3.1.1	ハードウェア班で習得した技術	3
3.1.2	ソフトウェア班で習得した技術	3
3.2	分析	3
3.2.1	マスコット分析	4
3.2.2	既存ロボット分析	4
3.2.3	分析結果	4
3.3	プラットフォームの要素選定	5
3.3.1	ハードウェア	5
3.3.2	ソフトウェア	5
3.4	プラットフォームの開発	5
3.4.1	ハードウェア「制御部」「入出力装置」「機構」の製作	6
3.4.2	ハードウェア「筐体」の製作	6
3.4.3	ソフトウェアの製作	6
3.5	プラットフォームを用いたエンタメロボットの製作	6
第 4 章	製作の詳細	9
4.1	ハードウェアプラットフォームの設計・製作	9
4.1.1	ディスプレイを使用した情報表現	9
4.1.2	伝導性の糸を用いた触覚検知	9
4.1.3	スピーカーを使用した音声再生	10
4.1.4	3 個のタクトスイッチを用いた動作呼び出し	11
4.1.5	腕	11
4.1.6	移動部分	11
4.1.7	フレーム・棚	12
4.1.8	ディスプレイの固定パーツ	13
4.1.9	各要素の組み込み	14
4.2	ソフトウェアプラットフォームの設計・製作	14

4.2.1	UI 設計	14
4.2.2	モーションパーツ動作	15
4.2.3	ファイル出力	16
4.3	プラットフォームを用いたエンタメロボットの設計・製作	16
4.3.1	触腕機構	16
4.3.2	表情表現	18
4.3.3	音声による感情表現	18
第 5 章	結果	19
5.1	ハードウェアの開発結果	19
5.1.1	中間までの結果	19
5.1.2	最終結果	19
5.2	ソフトウェアの開発結果	20
5.2.1	中間までの結果	20
5.2.2	最終結果	20
5.3	開発における役割	20
5.3.1	倉富星衣	20
5.3.2	小濱康太	21
5.3.3	新谷翼芽	22
5.3.4	長山明日香	23
5.3.5	仁尾昂	23
5.3.6	前田諒真	24
5.3.7	柳原漸	25
5.4	外部発表	25
第 6 章	まとめ	26
6.1	本グループのまとめ	26
6.2	今後の展望	27
6.2.1	ハードウェア	27
6.2.2	ソフトウェア	27
付録 A	新規習得技術	28
付録 B	活用した講義	29
参考文献		30

第 1 章 はじめに

1.1 前年度の成果

本学，公立はこだて未来大学（以下，「未来大」と表記）では，過去から現在まで数多くのロボットが開発されている．例として，2005 年から函館の観光シンボルとして開発が始まった IKABO や，2023 年度のシステム情報科学実習で未来大を周知することを目的とした 3 体のエンターテインメントロボット（以下，「エンタメロボット」と表記）が開発されている．しかし，これらのプロジェクトを通して得られた技術が次の世代へ十分に引き継がれていない．そのため，毎年，いちからロボット開発に関する技術を勉強し開発するといった同じ開発プロセスを踏むこととなり，成果物の技術が向上しないという問題が発生している．原因として，ロボット開発や制御の知識のない学生に向けた引き継ぎがなされていないことが要因でないかと考えられる．

（※文責: 倉富星衣）

1.2 現状における問題点

1.1 節で示した問題を解決するために，本グループではプログラムやロボット制御の知識がない人でも簡単にエンタメロボットを開発することができるハードウェア・ソフトウェアのプラットフォーム開発を行う．開発したプラットフォームを未来大の次年度以降の学生やロボット初学者が自由に活用できるようにオープンソースとして公開を行う．

（※文責: 倉富星衣）

1.3 班分け

本グループでは，エンタメロボット向けのハードウェア・ソフトウェアプラットフォームを開発するにあたって，技術習得や製作の面で作業分担を行うため，ハードウェア班とソフトウェア班の二班に分かれて開発に取り組む．各班のメンバーは以下の通りである．

- ハードウェア班
倉富星衣，小濱康太，長山明日香，前田諒真，柳原漸
- ソフトウェア班
新谷翼芽，仁尾昂

（※文責: 倉富星衣）

第 2 章 到達目標

2.1 本プロジェクトにおける目的

本グループは、1.2 に述べた目標を達成するため、引継ぎによって次年度以降の学生がエンタメロボットを開発することが現在より容易になるよう、エンタメロボットに必要な最低限の機能を実装したプラットフォームを開発することを目指した。プラットフォームはハードウェアとソフトウェアの2つに分類し、それぞれ製作する。またプラットフォームの有用性を検証するため、新たなエンタメロボットを開発し、外部発表によってエンタメロボットとしての評価を検証することとした。

(※文責: 仁尾昂)

2.2 具体的な手順・課題設定

目標を達成するための手順として、以下のように設定した。

1. ロボット開発技術の習得
Arduino や RaspberryPi, Unity などのロボット開発に必要となる知識を学ぶ。
2. 分析
実在するロボットの分析、プロジェクトメンバーで考案したオリジナルロボットの分析を行う。
3. プラットフォームの要素選定
分析をもとに、エンタメロボット開発のためのハードウェア・ソフトウェアのプラットフォームとして必要な要素を定義する。
4. プラットフォームの開発
ハードウェア・ソフトウェアそれぞれにおいて定義した機能を実装し、プラットフォームを製作する。
5. プラットフォームを用いたエンタメロボットの製作
製作したハードウェアのプラットフォームに機能を追加し、新たなエンタメロボットを製作する。

(※文責: 仁尾昂)

第 3 章 課題解決の流れ

3.1 ロボット開発技術の習得

まず、ロボット開発に関する基礎的な知識を身に着けるために、5 月から 6 月にかけて技術習得会を実施した。技術習得会では、腕や足の機構や、音声再生や触覚検知の機能、ロボットの骨格や外装の外見部分の開発に必要なと考えられる技術を習得することにした。技術習得を行うにあたって、1.3 節のようにハードウェアに関する技術を学ぶハードウェア班とソフトウェアに関する技術を学ぶソフトウェア班といった、二班に分かれて作業分担を行った。各班の技術習得会で習得することとした技術の詳細は、次の 3.1.1 項と 3.1.2 項に示す。

(※文責: 前田諒真)

3.1.1 ハードウェア班で習得した技術

ハードウェア班では、以下の技術の習得を行った。

- レーザー加工機を用いたロボットパーツの製作
- Arduino や Raspberry Pi などのマイクロコンピュータを使用したセンサやモータの制御による機能の製作
- Fusion360 を用いた 3D モデルの製作と 3D プリンタを用いた 3D モデルの印刷

(※文責: 前田諒真)

3.1.2 ソフトウェア班で習得した技術

ソフトウェア班では、以下の技術の習得を行った。

- GitHub, SourceTree, Trello の使用方法
- Unity のセットアップ・基本操作

(※文責: 新谷翼芽)

3.2 分析

3.1 節では、プラットフォームに必要なと思われる要素として、腕や足の機構や、音声再生や触覚検知の機能、ロボットの骨格や外装の外見部分が挙げられると仮説し、技術習得を行った。しかし、エンタメロボットのプラットフォームを開発するにあたって、最小限の機能や要素は何かを分析をもとに明らかにし、定義する必要がある。そこで、エンタメロボットの外見を開発する上で必要な要素を明らかにするために函館をモチーフとしたマスコットをもとに分析を行った「マスコット分析」と、エンタメロボットの機構や機能部分を開発する上で必要な要素を明らかにするために

実際の開発されたエンタメロボットの機構や機能部分などについて調査し、分析を行った「既存ロボット分析」の2種類の分析を行った。

(※文責: 新谷翼芽)

3.2.1 マスコット分析

「マスコット分析」では、図 3.1 プロジェクトメンバー全員で考案したマスコットを 13 項目に分類し、それらの結果をもとに共通する要素を明らかにすることで、エンタメロボットの外見に関する必要最低限の要素を探ることを目的とした。まず、分析するマスコットとして、函館をモチーフにした計 62 体のマスコットを考案した。次にマスコットの分類として、「移動するか否か」、「移動手段」、「操作方法」、「モチーフ」、「腕の有無」、「足の有無」、「頭の動きの有無」、「顔の特徴」、「表情」、「年齢」、「性別」、「小物の有無」、「人とのインタラクション」の計 13 項目を定め、結果をもとに分析を行った。



図 3.1 プロジェクトメンバー全員で考案したマスコット

(※文責: 新谷翼芽)

3.2.2 既存ロボット分析

「既存ロボット分析」では、社会の様々な分野で活躍する計 25 体の既存のエンタメロボットの「使用場所」「用途」「大きさ」「機能」の4項目を調査し、それらに共通する要素が何か明らかにすることで、エンタメロボットの機構と機能に関する必要最低限の要素を探ることを目的とした。

(※文責: 新谷翼芽)

3.2.3 分析結果

マスコット分析を行った結果を顕著なもののみ示す。まず、「移動する」マスコットは半数であり、「移動手段」は二足歩行が多かった。「操作方法」についてはほとんどのマスコットが自律的であり、特定の操作方法を持つマスコットは少数であった。「腕の有無」及び「足の有無」については、ほとんどのマスコットに腕があるのに対し、足を持つマスコットは半数ほどであった。「顔の有無」については、大多数のマスコットに顔、最低でも目が付いていた。「人とのインタラクション」についてもそれを行うための機能を有しているマスコットがほとんどであった。既存ロボット

分析を行った結果、「使用場所」については自宅向けのロボットが最も多く、「用途」については人と暮らす・寄り添うようなロボットが最も多く見られた。「大きさ」については大型のものから小型のものまで様々なロボットが見られた。しかし、人と暮らす・寄り添う用途のロボットは 30cm 前後の大きさであるロボットが多いことが明らかになった。「機能」については様々な機能がある中で、移動・発話・腕の動作の 3 つの機能が共通して搭載されていることが確認できた。さらに、ディスプレイを用いて感情や表情を表すロボットも多く見られた。

(※文責: 新谷翼芽)

3.3 プラットフォームの要素選定

3.2 節で分析した結果をもとに、各班でエンタメロボットのプラットフォームのハードウェアとソフトウェアとして必要な要素の選定を行った。

(※文責: 柳原漸)

3.3.1 ハードウェア

3.2 節の分析結果から、エンタメロボットのプラットフォームのハードウェアは、「制御部」、「入出力装置」、「機構」、「筐体」の 4 つの主要な構成要素からなるものであると定義した。次に 4 つの構成要素の具体的な中身の選定を行った。まず、「制御部」として、ロボット制御の初心者でもセットアップや制御が行いやすい Arduino を使用することとした。次に「入出力装置」として、ディスプレイを使用した情報表現、伝導性の糸を用いた触覚検知、スピーカーを使用した音声再生、3 個のタクトスイッチを用いた動作呼び出しが行えるようにした。さらに「機構」として、腕、移動部分が備わっているものとした。最後に「筐体」として、人と暮らす・用途のロボットの大きさから 30cm 前後のものを開発することとし、また他の主要な構成要素の配置を開発したいロボットによって自由に組み替えることができるような工夫が備わったものを設計することとした。

(※文責: 柳原漸)

3.3.2 ソフトウェア

ソフトウェアとしてのプラットフォームに必要な要件は、プログラミングやロボット制御などの知識がないユーザーでもロボットの動きを設計できることであるとした。実在するロボットの動きを設計するソフトウェアを調査し、ソフトウェアに実装する機能を決定した。

(※文責: 仁尾昂)

3.4 プラットフォームの開発

3.3 節で選定した定義をもとに、今年度及び次年度以降のエンタメロボットを製作する際の土台となれるようなプラットフォームの開発を行った。ハードウェア班では、「制御部」、「入出力装置」、「機構」、「筐体」の製作、ソフトウェア班では、開発したロボットハードウェアを制御するための

ソフトウェア開発を行った。

(※文責: 小濱康太)

3.4.1 ハードウェア「制御部」「入出力装置」「機構」の製作

ハードウェアの「制御部」、「入出力装置」、「機構」の製作にあたって、まずは製作を担当するメンバーで作業分担をしながら各要素のみで動作する形で製作した。その後一つのロボットとして動作するように完成した全要素を組み合わせた。プラットフォームの要件定義から、「入出力装置」として開発する要素は、「ディスプレイを使用した情報表現」、「伝導性の糸を用いた触覚検知」、「スピーカーを使用した音声再生」、「3 個のタクトスイッチを用いた動作呼び出し」の 4 要素と、「機構」として開発する要素は、「腕」、「移動部分」の 2 要素である。また「制御部」では、初心者でも学びやすく扱いやすい Arduino を使用することとした。

(※文責: 倉富星衣)

3.4.2 ハードウェア「筐体」の製作

ハードウェア筐体については Fusion360 などのアプリを用い 3D モデルを構築、それらを 3D プリンタを用いて印刷し製作した。3.3 節で示した要素選定を考慮し、プラットフォーム本体となるフレーム、マイクロコンピュータや配線などを載せる棚、ディスプレイを取り付けるパーツ、腕を取り付けるパーツを印刷し、それらを組み合わせることにより 1 つのプラットフォームを完成させた。

(※文責: 小濱康太)

3.4.3 ソフトウェアの製作

3.3.2 項の要件定義の結果、開発するソフトウェアには、グラフィカルユーザーインターフェースを用い、ドラッグ・ドロップで直感的に操作できる機能を実装すること。また、いくつかの単純な動作 (ex. 「腕を動かす」、「表情を変える」) をモーションパーツとし、モーションパーツを並べることによりモーションの設計ができる機能を実装することとした。ユーザーがソフトウェアを直感的に操作することを補助するため、モーションパーツのアイコン表示や色分けなどの工夫を加えた。ソフトウェアの開発には、Unity と C# スクリプトを使用した。

(※文責: 仁尾昂)

3.5 プラットフォームを用いたエンタメロボットの製作

3.4 節で開発したプラットフォームの有効性を確かめるために、「未来大の新しいシンボルとなるエンタメロボット」をテーマに、キャラクターの作成とプラットフォームを用いたエンタメロボット製作に取り組んだ。まず、「函館といえば」「未来大といえば」「愛着を持ってもらうために」の 3 要素に関するキーワードを出し、組み合わせることでキャラクターを作成した。結果として、函館

たとえば「イカ」、未来大といえば「全面ガラス張りの校舎」、愛着を持ってもらうために「丸み」や「ふわふわ感」というキーワードから、図 3.2 の踊って触れ合える未来大のおしゃべりイカ「いかみい」の構想を立てた。



図 3.2 いかみいのイメージイラスト

いかみいのデザインの特徴として、外見からイカの形であることがわかるようにしたことや、未来大に関する要素として未来大の校章を額と触腕の先にあしらったことが挙げられる。また、外装の素材は布地にすることで、図 3.3 のようにふわふわで触り心地の良い手触りを目指し、より触れ合いたくなるような外見になるよう工夫した。



図 3.3 いかみいのプロトタイプ

いかみいの機構や機能面は、開発したプラットフォームに加え、いかみい特有の機構機能を組み合わせて製作することにした。入出力装置として開発する要素は、「伝導性の糸を用いた触覚検知」、「3 個のタクトスイッチを用いた動作呼び出し」に加え、プラットフォームの「ディスプレイを使用した情報表現」と「スピーカーを使用した音声再生」を応用し、ディスプレイ上にドット絵で顔を表現する「表情表現」と、声の調子から感情を表現する「音声による感情表現」の 4 要素とした。「表情表現」のアイデアは、未来大の校舎に取り付けられたブラインドを使った情報表現から着想を得た。未来大では、校舎に取り付けられたブラインドの開閉を応用して、季節のモチーフやイベント名をドット絵のように表現することがよく行われている。このことから、いかみいの未来

大らしさの要素の一つとして製作することにした。機構として開発する要素は、「移動部分」に加え、イカ特有の滑らかに動く触腕を再現した「触腕」の機構をプラットフォームの「腕」を取り外して新しく開発し、取り付けることにした。また制御部では、プラットフォームと同様に Arduino を使用することとした。筐体の大きさから、いかみの全長を 30cm に決定した。

(※文責: 長山明日香)

第 4 章 製作の詳細

4.1 ハードウェアプラットフォームの設計・製作

本節では、3.4 節のハードウェアプラットフォーム製作の詳細について示す。入出力装置として、「ディスプレイを使用した情報表現」や「伝導性の糸を用いた触覚検知」、「スピーカーを使用した音声再生」、「3 個のタクトスイッチを用いた動作呼び出し」の 4 要素の製作を行った。また、機構として、「腕」と「移動部分」の 2 要素の製作を行った。さらに、筐体として、「フレーム・棚」、「ディスプレイの固定パーツ」の製作を行った。これらを一つのロボットとして制御できるように、制御部では Arduino を用いて入出力装置と機構、筐体の各要素の組み込みを行った。

(※文責: 柳原漸)

4.1.1 ディスプレイを使用した情報表現

図 4.1 のようなキャラクターの顔部分や文字情報の表示などとして使用できるようにディスプレイの設置を行った。ディスプレイは、パソコンと接続し、直接パソコン画面を投影できるようにすることで製作するエンタメロボットの方向性に合わせた情報表現を行えるようにした。今回プラットフォームを製作するにあたってしようとしたディスプレイは、GeekPi 社の LCD スクリーンを使用し、モニタサイズは筐体のサイズに合った 7 インチのものを採用した。

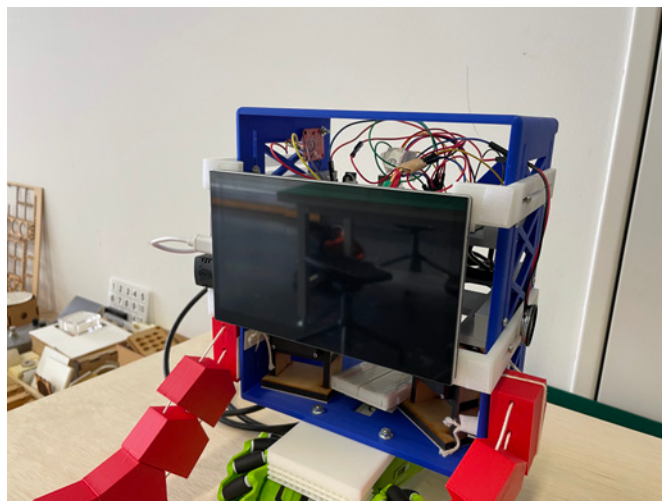


図 4.1 プラットフォームに使用したディスプレイ

(※文責: 倉富星衣)

4.1.2 伝導性の糸を用いた触覚検知

図 4.2 のような人とエンタメロボットのインタラクションを検知する方法として、タッチセンサと伝導性の糸を用いた触覚検知の装置を製作した。伝導性の糸を使用することで、布地のエ

エンタメロボットを製作する場合に縫い付けることで触れ合った場所ごとに動作パターンをつくることができることや、平面だけでなく曲面にも触覚検知の箇所を設置しやすいという利点があることから採用した。

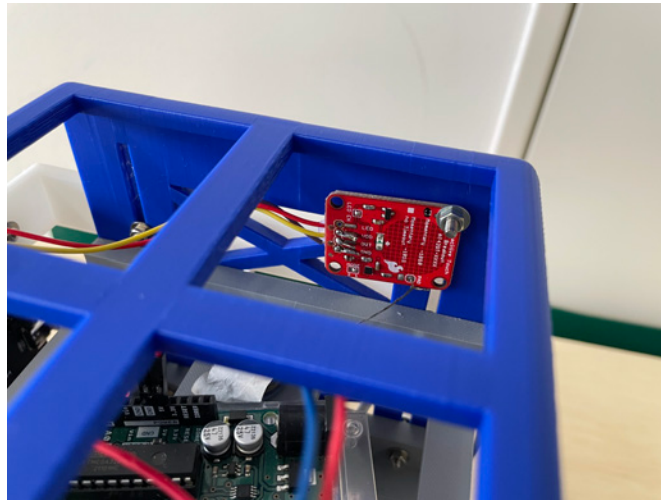


図 4.2 プラットフォームに使用したタッチセンサ

(※文責: 倉富星衣)

4.1.3 スピーカーを使用した音声再生

図 4.3 のようなエンタメロボットとして製作するキャラクターの声や、踊る際の BGM の再生など音声再生を行えるようにスピーカーの設置を行った。Arduino で MP3 形式の音声ファイルを再生できるようにするため、DFrobot 社の「DF Player Mini」という MP3 プレイヤーを使用して音声再生機能の製作を行った。

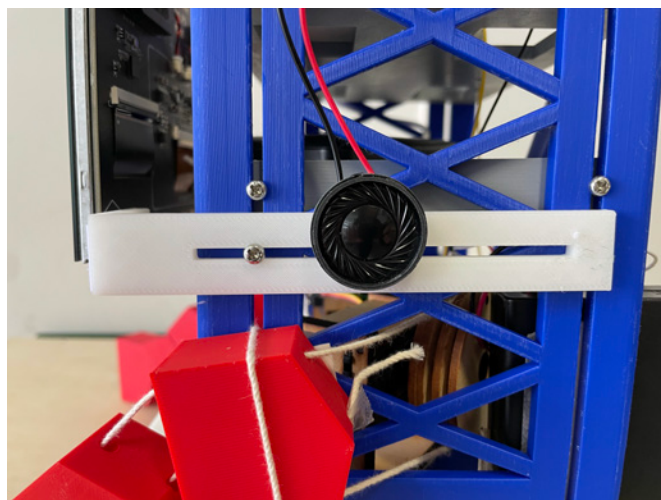


図 4.3 プラットフォームに使用したスピーカー

(※文責: 倉富星衣)

4.1.4 3 個のタクトスイッチを用いた動作呼び出し

図 4.4 のようなエンタメロボットとして、人を楽しませるための動作を複数のパターンを記憶し、呼び出しを行うことができるように、3 個のタクトスイッチを用いて、動作呼び出しの装置を製作した。

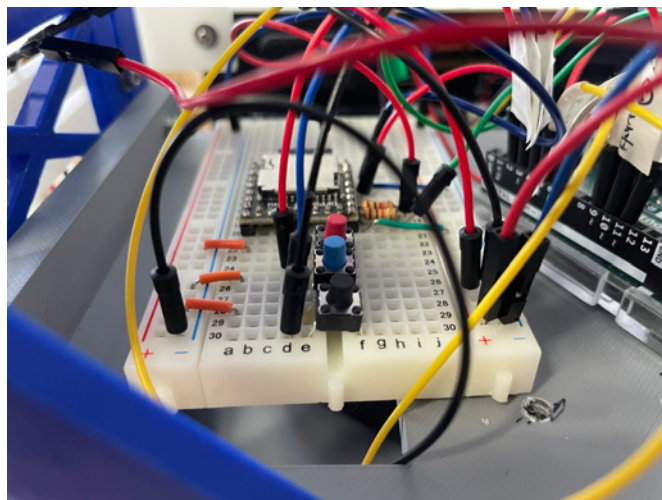


図 4.4 プラットフォームに使用した 3 個のタクトスイッチ

(※文責: 倉富星衣)

4.1.5 腕

図 4.5 のようなプラットフォームの腕を製作した。サイズは、縦 12cm、横 19cm、高さ 3.7cm である。ロボットの腕について基本的なロボットの動きを再現することを考えた結果、サーボモータを肩と肘の 2 か所に取り付けることにした。サーボモータは肩と肘で強さを変えており、肩部分のサーボモータは、TowerPro 社の MG996R を使用し、肘部分のサーボモータは TowerPro 社の SG90 を使用した。腕の主な素材は MDF 材を使用し、必要なパーツを設計後、レーザー加工機で切り出して製作した。また、腕をフレームに取り付けるためのパーツは Fusion360 で設計を行い、3D プリンタで印刷を行った。このパーツによりフレームに取り付ける際に、取り付ける高さを自由に変更することが可能になった。

(※文責: 小濱康太)

4.1.6 移動部分

図 4.6 のようなギアボックスと DC モータを組み合わせた移動部分を製作した。製作した移動部分をユニバーサルプレートを用いて、プラットフォームに組み込むことができる形にすることを想定していたが、他の入出力装置や機構などの製作着手や完成を優先したため、モータモジュールを使用した移動部分の制御テストまでの製作を行った。また今回製作したプラットフォームの移動部分には、既製品のラジコンカーを流用することにした。

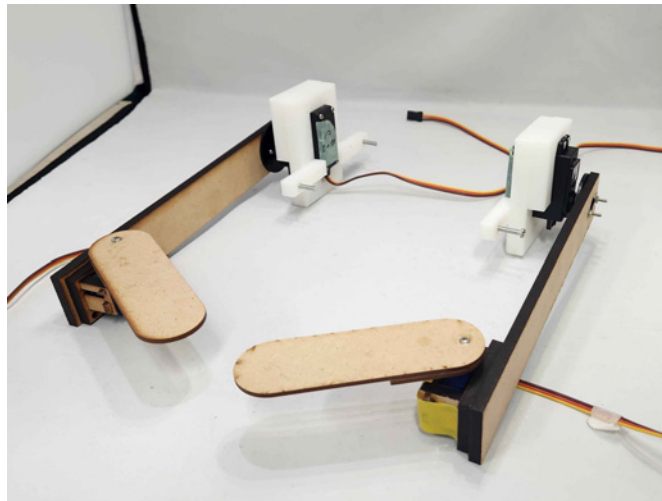


図 4.5 完成したプラットフォームの腕の機構

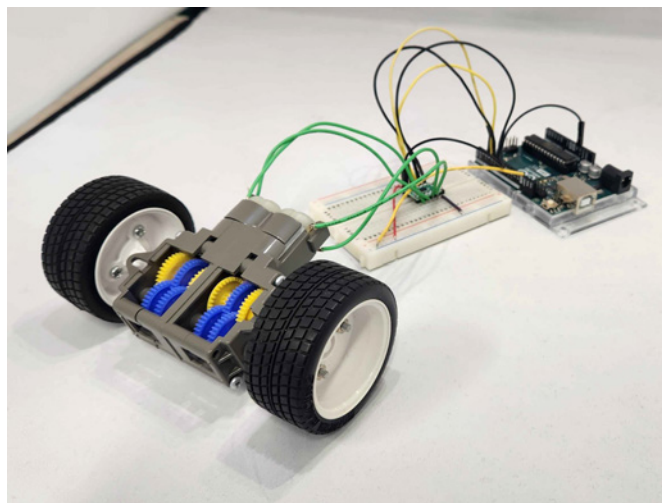


図 4.6 製作途中のプラットフォームの移動部分の機構

(※文責: 柳原漸)

4.1.7 フレーム・棚

3.2.3 項で述べた要件を基に、フレームの大まかなサイズや機能を決定した。その後、具体的な骨組みの構造を検討し、製作に取り組んだ。まずプラスチック段ボールを使用したプロトタイプを製作した。これを基に最終的なデザインを決定し、図 4.7 のフレームと図 4.8 の棚を製作した。フレームのサイズは、縦 12cm、横 19cm、高さ 22cm、棚のサイズは、縦 12cm、横 18cm、高さ 2cm にすることで全長 30cm 前後のキャラクターのロボット製作が行いやすいサイズ感にした。完成したフレームと棚には、多くの空洞を開け、最低限の骨組みで構成した。理由として、フレーム内部に設置する、入出力装置や機構や制御部のパーツ用の配線を開発したいエンタメロボットの形に沿って自由に行えるようにするためである。また、フレーム後部には支えを設置し、移動時の揺れを軽減するよう工夫している。さらに、フレーム両側面に 2 本のレールを設置し、棚にはレール幅に通すことができるサイズのねじ穴を両側面に 2 箇所開けた。この工夫により、フレームに棚をねじ止めすることができ、レール式にしていることから固定位置や棚の設置数を自由に調整できる設

計としている。これらの工夫により、設計の要件を満たし、機能的で柔軟性の高いフレームと棚を完成させた。

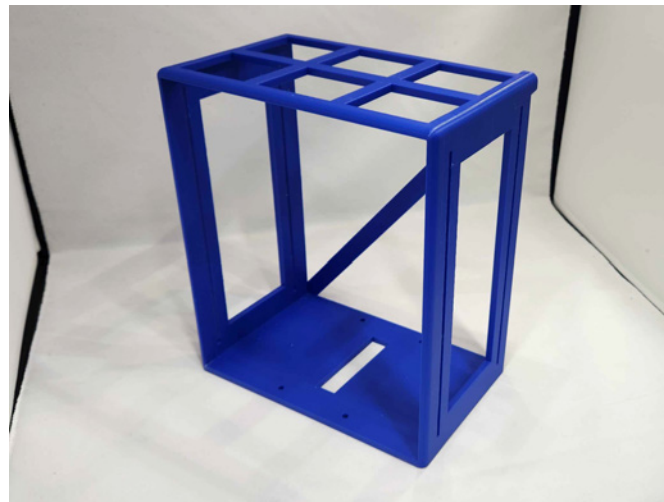


図 4.7 完成したプラットフォームのフレーム

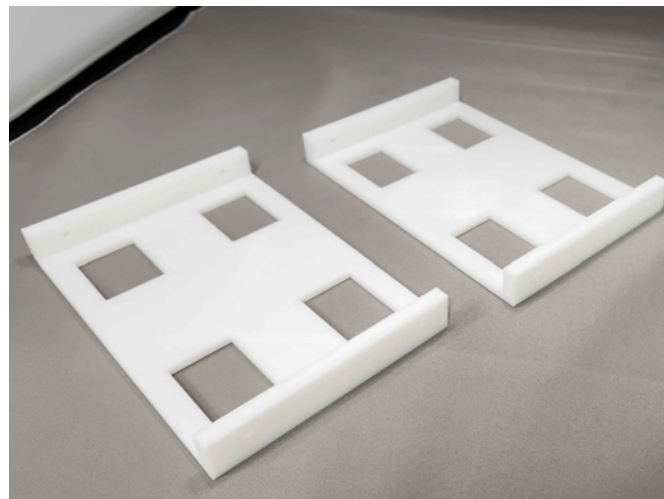


図 4.8 完成したプラットフォームの可動式の棚

(※文責: 前田諒真)

4.1.8 ディスプレイの固定パーツ

ディスプレイを固定するパーツを製作した。製作には 3D プリンタを使用し、精度と複製のしやすさを重視した。このパーツはディスプレイ裏のネジ穴を利用して取り付ける仕様で、フレームにねじで固定できるようになっている。また、横長の穴を設けることで、ディスプレイの位置を前後に自由に調整できる設計とした。さらに、角度も柔軟に動かせる構造にすることで、使用時の利便性と操作性を向上させた。

(※文責: 前田諒真)

4.1.9 各要素の組み込み

4.1.1 項から 4.1.6 項で開発した入出力装置と機構を一つのロボットとして動作するように 4.1.7 項で製作したフレームと棚と、4.1.8 項で製作したディスプレイの固定パーツを用いて組み込みを行った。制御部には、ロボット制御の初心者でも制御が行いやすいようにする必要があるため、マイクロコンピュータの中でも、安価で入手しやすく、書籍などのリファレンスも充実している Arduino を採用した。

(※文責: 倉富星衣)

4.2 ソフトウェアプラットフォームの設計・製作

3.4 節で選定した要件をもとに,”ドラッグ・ドロップで操作が可能な GUI 型のソフトウェア”であり,”数値を入力し, モーションの細かなカスタマイズが可能”であるモーションエディタを設計・開発した。

(※文責: 新谷翼芽)

4.2.1 UI 設計

まず, 既存のモーションエディタの調査を行い, それをもとに UI 設計のラフ画を作成した。次にラフ画を清書して図 4.9 のようなイメージ画像を作成した。イメージ画像に沿って Unity 上で設

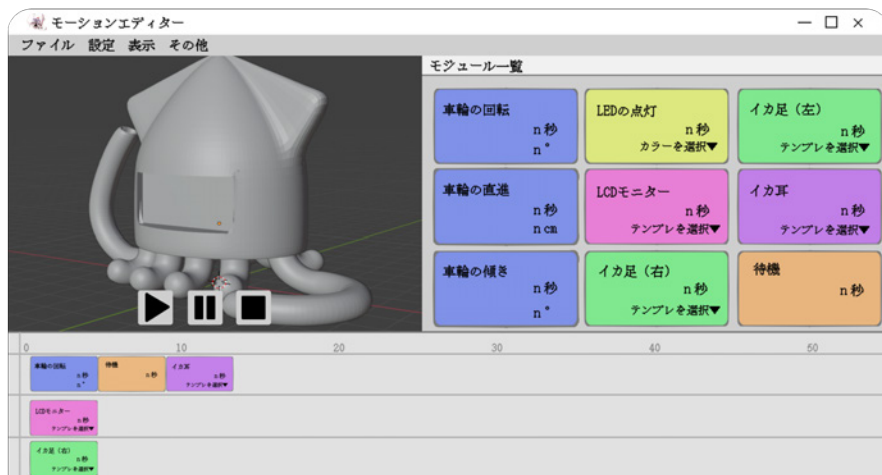


図 4.9 モーションエディタプロトタイプの実像

計を行い, 最終的には, 図 4.10 のような画面と UI の製作を行った。Unity での実装においては, 初学者にとって直感的でわかりやすくモーションエディタを使用できるように, 配置前のモーションパーツをアイコンとして並べた。アイコンのイラストは Adobe Illustrator を用いて作成し, 図 4.11 のようなデザインにした。さらに, パーツごとに色を分けることで, 判別しやすいデザインになるよう工夫した。また, モーションパーツ本体及び文字は認識しやすい大きさになるよう設定した。

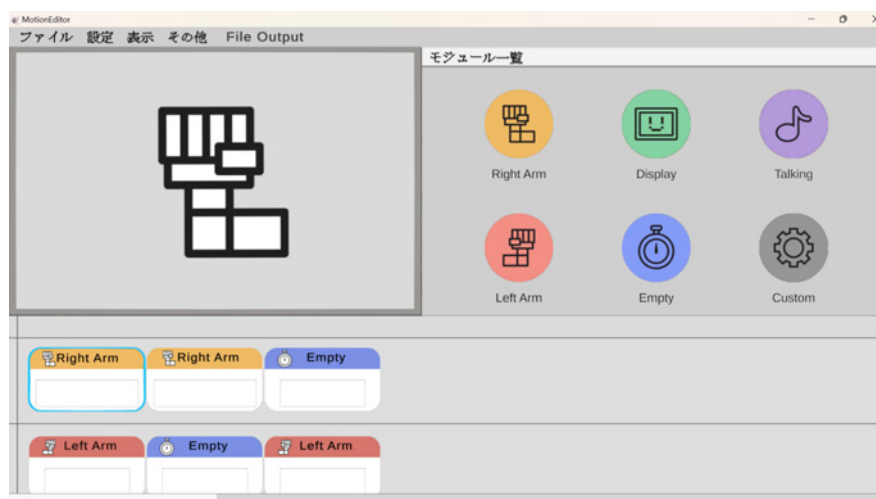


図 4.10 完成したモーションエディタの画面

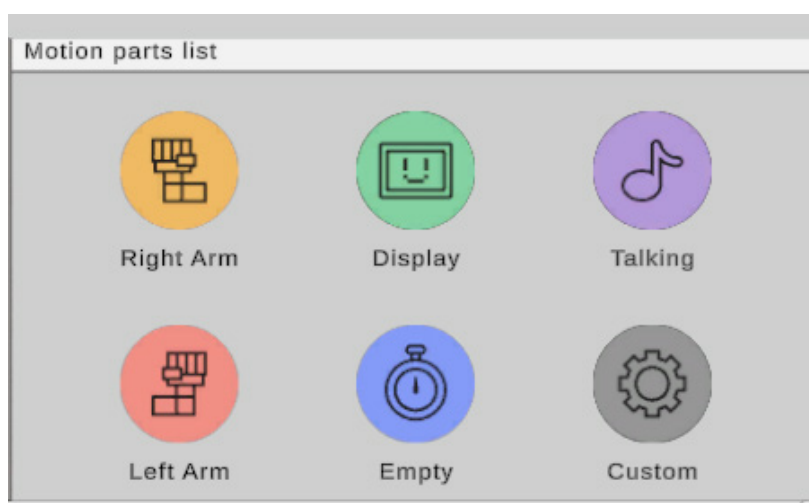


図 4.11 モーションエディタのアイコン

(※文責: 新谷翼芽)

4.2.2 モーションパーツ動作

ドラッグアンドドロップで直感的に操作可能なモーションパーツを実装した。モーションパーツは画面右上にアイコンとして並べられており、ドラッグアンドドロップでレーン上に配置することで数値の入力やプルダウンメニューの変更が可能になる。編集可能状態のモーションパーツは、クリックすることで選択状態になり、もう一度クリックすることで選択が解除される。選択中は、選択されているモーションパーツのアイコン画像が左上の画面に表示される。同種のモーションパーツは、最大3つまでレーンに並べることができる。モーションパーツは、レーンとレーンの間にドロップされた場合でも、どちらか近い方のレーンに沿って配置される。モーションパーツを配置するレーンは4列分あり、スクロールバーを利用して配置するレーンを変更できる。モーションパーツはレーン上においてもドラッグアンドドロップで入れ替えが可能であり、モーションパーツは自動的に左詰めで整形される。配置したモーションパーツは、画面上部にドラッグすることで、画面右上のアイコン群に戻ることができる。実際のエディタ上での画面の様子は、図 4.12 にまとめた。

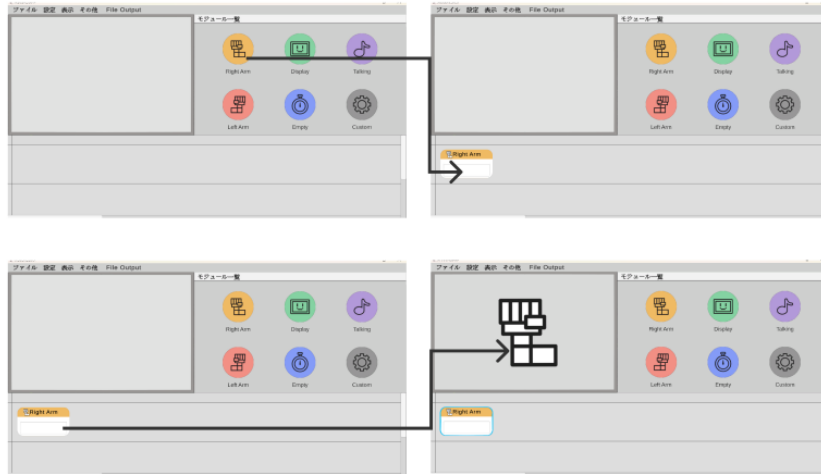


図 4.12 モーションエディタの各画面への遷移

(※文責: 新谷翼芽)

4.2.3 ファイル出力

モーションエディタで設計したモーションをテキストデータとして保存するための、ファイル出力機能を実装した。図 4.10 のように画面左上部の「FileOutput」と書かれたボタンをクリックすると、その時点でモーション設計用のレーンに並んでいるモーションの情報がテキストファイルとして出力される。それぞれのレーンにおけるモーションパーツの並びと、レーン上のモーションパーツに入力された数値または選択されたプルダウンメニューの値が表示される。ファイル出力機能の完成後、出力されたモーションのデータから、ロボットを操作できるソースコードを生成するソフトウェアも開発する予定であったが、モーションエディタの開発期間が計画当初より長くなったため、開発を断念した。

(※文責: 新谷翼芽)

4.3 プラットフォームを用いたエンタメロボットの設計・製作

いかみい特有の要素として、3.4 節で述べたプラットフォームの機能に加えて、イカの触腕のように滑らかで精密な動きができる「触腕」の機構と、ディスプレイ上にドットで顔を描画し、ドットの色変化によって表情を表現する「表情表現」、声の調子から感情を表現する「音声による感情表現」の 3 要素を製作した。

(※文責: 長山明日香)

4.3.1 触腕機構

イカの触腕のように滑らかで精密な動きができる触腕を目指し、触腕機構を制作した。まず、プロトタイプとして各関節にサーボモータを設置した二方向へ稼働する触腕機構を製作した。サーボ

モータで制御していることから、細かな位置まで指定して制御できる一方、30cm サイズのエンタメロボットとして実際に製作すると、強力なサーボが複数必要になることや、重量やサイズが大きくなっていくことから、いかみのキャラクター要素の一つである丸くふわふわなイメージと合わないため採用しなかった。そこで別の触腕機構として、Zhanchi Wang ら（2023）による 3D プリンタで印刷したパーツと糸を組み合わせたタコの触腕機構を参考に、図 4.13 のような 3D プリンタを用いて製作したパーツをタコ糸で接続し、2 つのサーボモーターで制御する機構の製作を行った。初期プロトタイプの触腕ほどの精密な位置制御は行えない一方で、動きの不規則性がイカの触腕らしさを生んだことからこの機構で触腕を製作することにした。まず、二方向への折り曲げを行う触腕を作成し、サーボモータは、TowerPro 社の MG996R を片腕に一つずつ使用した。次に改良版として、図 4.14 のような四方向への折り曲げが可能な触腕を製作した。触腕を構成する各パーツにおいて、下部パーツとの接触面を斜めに設計し、その 3D モデルの製作と印刷を行った。また、片腕につけるサーボモータの数を 1 つから 2 つへの変更を行った。

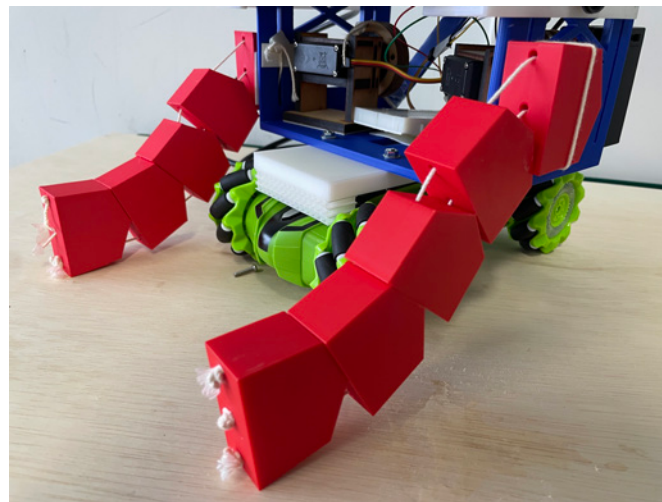


図 4.13 二方向への折り曲げを行う触腕

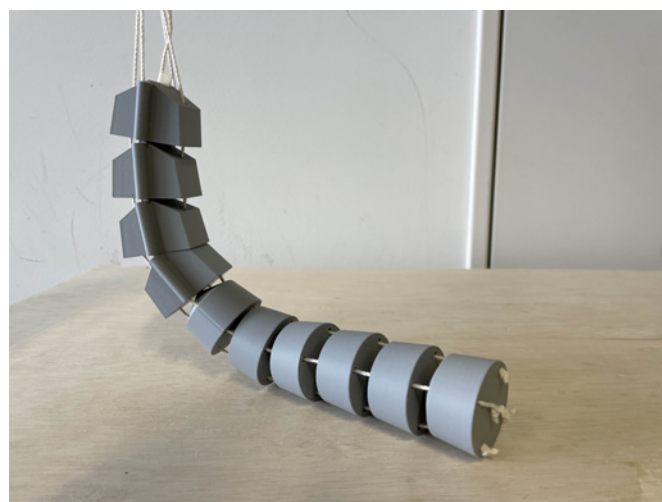


図 4.14 四方向への折り曲げを行う触腕

（※文責: 長山明日香）

4.3.2 表情表現

図 4.15 のように、プラットフォームに取り付けたディスプレイ上にいかみいの表情をドット絵で表現する機能の製作を行った。Processing でグリッドを描写し、ドットの色の違いで「通常」、「笑顔」、「ウィンク」、「悲しみ」の 4 種類の表情を表現した。表情の遷移は、Processing と Arduino 間のシリアル通信を使い、ハードウェアに取り付けたスイッチを押すと表情を変えられるようにした。

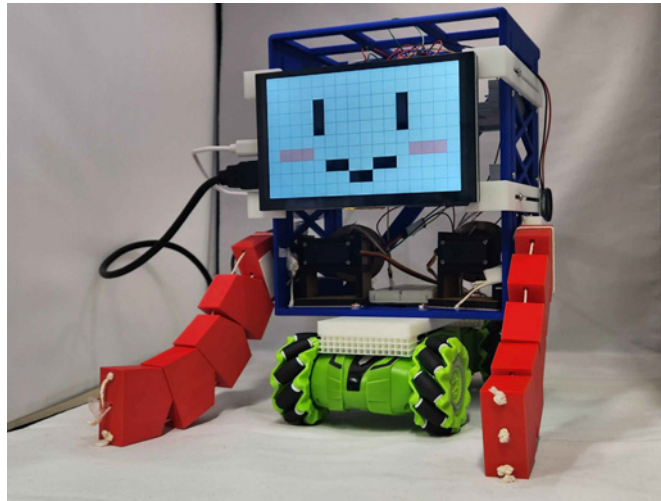


図 4.15 ディスプレイ上に表示されたいかみいの表情

(※文責: 柳原漸)

4.3.3 音声による感情表現

VOICEVOX を使用して、いかみいの声を製作した。イカをモチーフにしているため、日本語のような言葉の組み合わせで構成された声では人間っぽさが残り、いかみいとしてのキャラクター性に合わないと考えた。そこで、「喜び」や「怒り」、「悲しみ」などの感情を声の調子で表現し、「いか」という鳴き声だけで聞き手が感情を推測することができる音声の製作を行った。

(※文責: 倉富星衣)

第 5 章 結果

5.1 ハードウェアの開発結果

初心者でも簡単にエンタメロボット製作を行えるようなエンタメロボットのハードウェアプラットフォームを開発するために、まずロボット開発に必要なと考えられる技術の習得を行った。その後、ロボットのハードウェアを開発するにあたって、外見や機構、機能の面に関する要素を分析、選定した。ハードウェアプラットフォームの要素を選定後、それをもとにハードウェアプラットフォームの開発に取り組んだ。また、開発したハードウェアプラットフォームをもとに、未来大の新たなシンボルとなるようなエンタメロボット「いかみい」を製作した。

(※文責: 倉富星衣)

5.1.1 中間までの結果

前期の活動では、ハードウェアプラットフォーム開発に必要なと考えられる技術を習得するため、3D モデル製作やレーザー加工機によるパーツ製作、Arduino や Raspberry Pi などのマイクロコンピュータの基本制御などについて学ぶ技術習得会を実施した。また、技術講習会で習得した技術を活用して、プラットフォームとして必要と考えられる機構や機能の試作を行った。さらに、本プロジェクトで提案する未来大の新しいシンボルとなるようなエンタメロボットとして、踊って、触れ合える、未来大のおしゃべりイカの「いかみい」を製作することが決まったため、既存ロボットを用いた「いかみい」のプロトタイプ製作に取り組んだ。

(※文責: 前田諒真)

5.1.2 最終結果

ハードウェアプラットフォーム開発において、最低限必要な要素を分析、選定を行うために「マスコット分析」、「既存ロボット分析」を行った。分析結果から、「制御部」、「入出力装置」、「機構」、「筐体」の 4 つの主要な構成要素からなるハードウェアの開発を行った。プラットフォームとして製作した要素は、入出力装置として、ディスプレイを使用した情報表現、伝導性の糸を用いた触覚検知、スピーカーを使用した音声再生、3 個のタクトスイッチを用いた動作呼び出しの機能を製作した。また、機構として、腕の機構を製作し、移動部分は他の要素の完成を優先し、プロトタイプまでの製作を行った。さらに筐体として、ロボットの骨格となるフレームと、プラットフォームの使用者が製作するエンタメロボットの形に合わせて自由に組み替えることのできる可動式の柵を製作した。制御部には Arduino を使用し、これらの要素を組み合わせ一つのロボットとして動作するように調整を行った。開発したプラットフォームを用いて製作した「いかみい」には、プラットフォームの要素に加え、固有の要素として、ディスプレイ上に描画したドットで顔と表情を表現する表情表現の機能と、声の調子から感情を表現する音声による感情表現の機能、イカ特有の滑らかに動く触腕を再現した触腕の機構を製作した。

(※文責: 倉富星衣)

5.2 ソフトウェアの開発結果

ソフトウェア開発のために必要な技術を習得し、実装する機能の定義を行った。モーション作成ソフトウェアと、設計した動きのデータをロボットへ送信し、プログラミングなしでロボットを操作するソフトウェアの開発を目指した。中間発表までにモーション作成ソフトウェアの開発をUnityで行い、機能を順次実装し中間発表にて展示した。中間発表の終了時点での進捗から最終目標を見直し、ロボットを操作するためのソフトウェアの開発を中止し、モーション作成ソフトウェアにおいて、定義した機能の実装を最終目標とした。機能の完成後は動作の不具合を修正し、完成度を向上させた。

(※文責: 仁尾昂)

5.2.1 中間までの結果

前期の活動では、モーションエディタに必要な要素を検討、列挙し、それに基づいて、図 4.9 のような操作画面のイメージ画像を作成した。イメージ画像をもとに、実際に開発を行った。成果としては、モーションパーツのドラッグアンドドロップ、複数配置、順序詰めと、モーションエディタのビルドを実装した。

(※文責: 新谷翼芽)

5.2.2 最終結果

ソフトウェア班では、ロボットに必要な動作の設計を、プログラミングやロボット制御の知識がなくても簡単に行えるよう、モーション作成ソフトウェアの開発を行った。ソフトウェアの開発はUnityとC#スクリプトによって行った。実装した機能は、5.2.1 項の結果に加え、各パーツに数値を入力するフィールドまたはプルダウンメニューを表示する機能、選択したパーツが大きく表示される機能、配置する画面のスクロール機能、ファイル出力機能である。結果として、プログラミングやロボット制御の知識がなくても簡単に操作できるような、GUI型のモーション作成ソフトウェアを開発することができた。

(※文責: 新谷翼芽)

5.3 開発における役割

本グループメンバーは以下のような作業分担を行い、活動を進めた。

5.3.1 倉富星衣

5 月

- プロジェクト全体の活動計画を立案

- 技術習得会参加
- 班ごとの活動計画を立案

6 月

- サーボモータを使用した触腕の試作

7 月

- 中間成果発表会の準備及び発表
- 中間報告書の執筆
- 初期いかみい用の触腕機構製作

9 月

- 後期の活動計画を立案
- マスコット分析

10 月

- ロボット分析
- いかみいの音声製作, 再生機能製作

11 月

- 各自で製作した要素の組み込み
- モーションエディタ用のアイコンデザイン

12 月

- プラットフォームマニュアル作成
- 最終成果発表会の準備及び発表
- 報告書類の執筆

(※文責: 倉富星衣)

5.3.2 小濱康太

5 月

- プロジェクト全体の活動計画を立案
- 技術習得会参加
- 班ごとの活動計画を立案

6 月

- タコ糸を使用した触腕の試作

7 月

- 中間成果発表会の準備及び発表
- 中間報告書の執筆

9 月

- 後期の活動計画を立案
- マスコット分析

10 月

- ロボット分析
- プラットフォームの試作
- プラットフォームのフレームパーツの設計, 印刷

11 月

- プラットフォームのフレームパーツの設計, 印刷
- プラットフォームの棚の設計, 印刷, 調整
- プラットフォームの腕部分の調整

12 月

- プラットフォームマニュアル作成
- 移動機構作成
- 最終成果発表会の準備及び発表
- 報告書類の執筆

(※文責: 小濱康太)

5.3.3 新谷翼芽

5 月

- プロジェクト全体の活動計画を立案
- 技術習得会参加
- 班ごとの活動計画を立案

6 月

- モーションエディタの設計
- Unity の技術習得
- 進捗管理ツール (Trello) の導入
- モーションエディタ開発

7 月

- Unity の技術習得
- モーションエディタ開発
- 中間成果発表会の準備及び発表
- 中間報告書の執筆

9 月

- 後期の活動計画を立案
- マスコット分析
- モーションエディタ開発

10 月

- ロボット分析
- モーションエディタ開発

11 月

- モーションエディタ開発
- アイコン画像をデザイナーに依頼
- GitHub 及び SouceTree を本格的に活用

12 月

- モーションエディタの最終調整
- 最終成果発表会の準備及び発表

- 報告書類の執筆

(※文責: 新谷翼芽)

5.3.4 長山明日香

5 月

- プロジェクト全体の活動計画を立案
- 技術習得会参加
- 班ごとの活動計画を立案

6 月

- ミニいかみの 3D モデルの作成, 印刷

7 月

- 中間成果発表会の準備及び発表
- 中間報告書の執筆
- 初期いかみ用の触腕機構製作

9 月

- 後期の活動計画を立案
- マスコット分析

10 月

- ロボット分析
- 3D モデルとタコ糸を使用した触腕機構の製作

11 月

- 3D モデルとタコ糸を使用した触腕機構の製作

12 月

- プラットフォームマニュアル作成
- 最終成果発表会の準備及び発表
- 報告書類の執筆

(※文責: 長山明日香)

5.3.5 仁尾昂

5 月

- プロジェクト全体の活動計画を立案
- 技術習得会参加
- 班ごとの活動計画を立案

6 月

- モーションエディタの設計
- Unity の技術習得
- 参考書の選定, 購入

7 月

- Unity の技術習得

- モーションエディタ開発
- 中間成果発表会の準備及び発表
- 中間報告書の執筆

9 月

- 後期の活動計画を立案
- マスコット分析
- モーションエディタ開発

10 月

- ロボット分析
- モーションエディタ開発

11 月

- モーションエディタ開発
- 機能向上, 最終調整の検討

12 月

- モーションエディタの最終調整
- 最終成果発表会の準備及び発表
- 報告書類の執筆

(※文責: 仁尾昂)

5.3.6 前田諒真

5 月

- プロジェクト全体の活動計画を立案
- 技術習得会参加
- 班ごとの活動計画を立案

6 月

- ミニいかみの 3D モデルの作成, 印刷

7 月

- 中間成果発表会の準備及び発表
- 中間報告書の執筆

9 月

- 後期の活動計画を立案
- マスコット分析

10 月

- ロボット分析
- プラットフォームの試作
- 移動機構の選定
- プラットフォームのフレームパーツの設計, 印刷

11 月

- プラットフォームのフレームパーツの設計, 印刷
- 移動機構の本体への固定用パーツの設計, 印刷

- ディスプレイの本体への固定用パーツの設計，印刷

12 月

- プラットフォームマニュアル作成
- 最終成果発表会の準備及び発表
- 報告書類の執筆

(※文責: 前田諒真)

5.3.7 柳原漸

5 月

- プロジェクト全体の活動計画を立案
- 技術習得会参加
- 班ごとの活動計画を立案

6 月

- センサやモータ類の選定と動作確認

7 月

- 中間成果発表会の準備及び発表
- 中間報告書の執筆

9 月

- 後期の活動計画を立案
- マスコット分析

10 月

- ロボット分析
- ディスプレイの制御

11 月

- ディスプレイによる顔の表現

12 月

- プラットフォームマニュアル作成
- 移動機構作成
- 最終成果発表会の準備及び発表
- 報告書類の執筆

(※文責: 柳原漸)

5.4 外部発表

8 月に行われた未来大のオープンキャンパス，企業との合同で行われた港まつりでの IKABO 稼働に合わせた山車に乗せての展示．9 月に行われたヒューマンインターフェースシンポジウム，10 月に行われた日本デザイン学会第一支部大会での発表．それぞれフィードバックを受けて，分析し改善点を発見した．

(※文責: 前田諒真)

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標は、次年度に引継ぎ可能なエンタメロボット開発向けのプラットフォームを開発することと、プラットフォームを用いて新たなエンタメロボットを開発することである。本グループはこれらの目標を達成するため、プラットフォームとしてのハードウェア・ソフトウェアの開発、プラットフォームを用いて未来大の新しいシンボルとなるようなエンタメロボット「いかみい」の製作を行った。

プラットフォームとしてのハードウェア開発において、必要な要件を定義するため、プロジェクトメンバーで考案したマスコットの分析、実在するロボットの分析を行った。分析の結果から、初心者でも扱いやすい Arduino を使用した「制御部」、ディスプレイを使用した情報表現、伝導性の糸を用いた触覚検知、スピーカーを使用した音声再生、3 個のタクトスイッチを用いた動作呼び出しの 4 要素からなる「入出力装置」、腕と移動部分の 2 要素からなる「機構」、ロボットの骨格となるフレームと、プラットフォームの使用者が製作するエンタメロボットの形に合わせて自由に組み替えることのできる可動式の棚からなる「筐体」の 4 つの主要な構成要素からなるハードウェアを開発することにした。結果として、必要であると結論付けた各要素は移動機構を除き、すべて実装することができた。

プラットフォームとしてのソフトウェア開発において、実在するロボットの動作設計ソフトウェアを参考とし、必要な機能を考案した。その結果、プログラミングやロボット制御などの知識がないユーザーでもロボットの動きを設計できるソフトウェアを設計することとした。具体的に実装する機能は、グラフィカルユーザーインターフェースによる操作・ドラッグ・ドロップによるモーションの設計・直感的な操作を補助するための UI である。これらの機能を実現するため、Unity を用いてソフトウェアの開発を行った。結果として、考案した機能を実現したロボットのモーション作成ソフト（以下、「モーションエディタ」と表記）を最終成果物とした。グラフィカルユーザーインターフェースとして、いくつかの単純な動作を定義したパーツ（以下、「モーションパーツ」と表記）をドラッグ・ドロップすることによるモーションの設計機能を開発した。直感的な操作を補助するため、各モーションパーツにアイコンを付け、外見からそのモーションが表す内容を推測できるよう工夫した。

開発したハードウェアを応用し、新たなエンタメロボットの開発を行った。プラットフォームとしてハードウェアに実装されている要素に加え、エンタメロボット固有の要素を加える形で製作した。エンタメロボット固有の要素として、ディスプレイ上に描画したドットで顔と表情を表現する表情表現の機能と、声の調子から感情を表現する音声による感情表現の機能、イカ特有の滑らかに動く触腕を再現した触腕の機構の製作に取り組んだ。表情の実装においては Processing でグリッドを描写し、ドットの色の違いで「通常」、「笑顔」、「ウィンク」、「悲しみ」の 4 種類の表情を表現した。表情遷移は、Processing と Arduino 間のシリアル通信を行い、ハードウェアに取り付けたスイッチを押すことで行うようにした。腕の動作においてイカの触腕らしい動きを実現するため、3D モデルによる形状の設計を行った。形状については、先行研究 (Zhanchi Wang ら, 2023) を参考として設計した。触腕を構成する各パーツにおいて下部パーツとの接触面を斜めに設計するこ

とで、しなやかな折り曲げが可能となった。

開発したプラットフォームとエンタメロボットを学内での中間発表やオープンキャンパスにて展示し、フィードバックを得た。発話や触腕の動作によるインタラクションについて肯定的な意見が多く、エンタメロボットとしての開発は成功したといえる。

(※文責: 仁尾昂)

6.2 今後の展望

6.2.1 ハードウェア

ハードウェア面では、プラットフォーム、いかみいともに移動部分の機構の完成まで行うことができなかった。今後の課題として、プラットフォームとしての移動部分の機構製作と、いかみいの移動部分を既成品であるラジコンカーから、製作した移動機構に取り換えることが挙げられる。また、次年度以降の学生などやロボット初学者が、実際に本プロジェクトで開発したプラットフォームを使用できるように、開発マニュアルの完成とオープンソースとしての公開を目指す。

(※文責: 小濱康太)

6.2.2 ソフトウェア

ソフトウェア面では、今回開発したソフトウェアの要件を満たすことはできたが、実際にロボットを操作する段階まで開発を進めることができなかった。今後の課題としては、ソフトウェアから出力されるモーションのデータを、実際のロボット操作に適するようフォーマットすること、出力されたデータからロボットを操作できるようなプログラムを構築することである。これらの課題を解決すれば、知識がない人でも簡単にロボットの動きを設計し、実際にロボットを操作するという段階まで可能になる。また、モーションエディタのソースコードをオープンソースとして GitHub に公開することで、次年度以降の学生やロボット初学者が自由に活用できるようにすることも今後行っていきたい。

(※文責: 仁尾昂)

付録 A 新規習得技術

- Arduino によるモータ, モニタ, センサ等の制御
- レーザー加工機を用いた素材加工
- Fusion360 による 3D モデル制作
- Unity によるアプリケーション開発

付録 B 活用した講義

- 情報表現基礎 I
- 情報表現基礎 II
- 情報処理演習 II

参考文献

- [1] hanchi Wang, Nikolaos M. Freris, and Xi We. “SpiRobs: Logarithmic Spiral-shaped Robots for Versatile Grasping Across Scales” . 2024. arXiv.