

公立はこだて未来大学 2021 年度 システム情報科学実習 グループ報告書

Future University Hakodate 2021 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を創る

- これから必要とされる技術である店員/案内ロボットを未来大で作り育てる -

Project Name

Implementation of the robot-type interaction

-Creating and nurturing clerk/guidance robots, which are the technologies that will be
needed in the future, at FUN-

グループ名

新入生向け案内ロボット

Group Name

Guidance Robot for New Students

プロジェクト番号/Project No.

10

プロジェクトリーダー/Project Leader

本間陽生太 Yota Honma

グループリーダー/Group Leader

三上彰護 Shogo Mikami

グループメンバ/Group Member

村井優斗 Yuto Murai

平戸翔 Kakeru Hirato

西陽也 Haruya Nishi

三上彰護 Shogo Mikami

指導教員

三上貞芳 山内翔 鈴木昭二 高橋信行

Advisor

Sadayoshi Mikami Sho Yamauchi Sho'ji Suzuki Nobuyuki Takahashi

提出日

2022 年 1 月 19 日

Date of Submission

January 19, 2022

概要

昨今の COVID-19 の影響で、人同士の接触を減らすための自動化技術が積極的に導入されている。しかし、多数のロボットが開発されている一方で、一般のお店や施設などでロボットはあまり普及していない。この理由として、音声の入出力、多関節、AI 搭載のロボットなど、複数の目的を達成するために、より多くの機能を搭載する必要があるため、処理が複雑になることにより、時間がかかり、動作が遅くなることが考えられる。また、処理の複雑さにより、本来の意図とは異なる動作をしてしまう可能性もある。また、このような装置は様々な機能を持っていることが多いため、購入するには金額もかかり、さらにはそのロボットを動かすための維持費もかかってしまう。このことから、複数の目的を達成するのではなく、特定の目的に絞った機能にすることで、処理の複雑さを改善するなど、機能や処理をシンプルにすることを目的とする。そのために、我々のプロジェクトでは、既存のロボットを改良するのではなく、ハードウェア・ソフトウェアをゼロから作り上げる。本グループは新入生向け案内ロボットを製作する。昨今、案内ロボットを見かけるようになった。しかし、空港や駅などといった建物には導入されている例は見かけるが、学校などの公共施設などに置かれている例はあまり見かけない。その理由として考えられるのは、機能を重視した結果動作が遅くなる点が挙げられる。また、階段などの段差を上る時、大きいサイズのロボットは階段を上ることはできない。そのため、階段を上るなどの機能を追加しなくては行けないが、機能を追加することで、動作が遅くなるという問題が発生してしまう。次に、従来のロボットの見た目は、温かみを感じなかったり、不気味に感じてしまうものがある。また、本学は正面入口が 3 階にあるなど一般的な建物よりも複雑な構造をしているが、案内ロボットが導入されてなく、新入生は特に迷いやすいであろう。そこで本グループは、従来の問題点から、誰からも愛され温かみのある持ち運び可能な、ペット型案内ロボットの開発を目指している。

キーワード iBeacon, 案内ロボット, ペット型ロボット, Bluetooth, Arduino, CAD

(※文責: 村井優斗)

Abstract

Due to the recent COVID-19, automated technologies have been actively introduced to reduce human-to-human contact. However, while a large number of robots have been developed, robots are not widely used in general stores and facilities. Possible reasons for this include the need to incorporate more functions to achieve multiple objectives, such as voice input and output, multiple joints, and AI-equipped robots, which makes the process more complex, time-consuming, and slows down the operation. In addition, due to the complexity of the process, there is a possibility that the behavior of the system may be different from the original intention. Also, since such devices often have various functions, they cost a lot of money to purchase and even more to maintain in order to operate the robot. Therefore, instead of achieving multiple objectives, we should focus on specific goals. The goal is to simplify the functions and processes by focusing on a specific purpose and improving the complexity of the process. For this purpose, our project is not to improve the existing robots, but to build the hardware and software from zero. This group will build a guidance robot for new students. Nowadays, we have come to see guidance robots. In addition, robots are guiding people through train stations and airports, helping people to be non-contact. However, such guidance robots have been installed in buildings such as airports and train stations, but not in public facilities such as schools. One possible reason for this is that the emphasis on functionality results in slow operation. Also, when climbing stairs or other steps, larger robots cannot climb stairs. Therefore, we need to add functions such as climbing stairs to the robot. However, adding more functions causes the problem of slower operation. Secondly, the appearance of some conventional robots does not feel warm or creepy. Also, the main entrance is on the third floor, which is more complicated than most buildings, but there is no robot to guide students, so new students may easily get lost. Therefore, our goal is to develop a portable, pet-type guidance robot that is loved by everyone and is warm and inviting, based on the existing problems.

Keyword iBeacon, Guidance robot, Pet robot, Bluetooth, Arduino, CAD

(※文責: 村井優斗)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	従来例	1
1.3	従来の問題点	1
1.4	目的	2
第 2 章	課題設定	3
2.1	本グループの課題概要	3
2.2	課題設定までのプロセス	3
2.2.1	BS(ブレインストーミング)とKJ法を用いたアイデア出し	3
2.2.2	アイデアのブラッシュアップ	4
2.3	課題の割り当て	4
2.3.1	平戸翔	4
2.3.2	村井優斗	4
2.3.3	西陽也	4
2.3.4	三上彰護	5
第 3 章	製作物の到達目標	6
3.1	製作物の到達目標	6
3.2	課題解決のための技術とアプローチ	6
3.2.1	外見設計	6
3.2.2	外見製作	7
3.2.3	モータ制御	7
3.2.4	Bluetooth	7
3.2.5	Fusion360による設計	7
3.2.6	アプリケーション	8
第 4 章	製作過程	9
4.1	ソフトウェア	9
4.1.1	iBeacon	9
4.1.2	アプリケーション	10
4.2	ハードウェア	10
4.2.1	クロッキー	10
4.2.2	粘土を用いたプロトタイプ	11
4.2.3	モデリング	11
4.2.4	貼布・裁縫	12
4.2.5	モータ制御	12
4.2.6	接続部分の作成	13

4.3	プロダクト名	13
4.3.1	Miro を使ったアイデア出し	13
4.3.2	アイデアのブラッシュアップ	14
第 5 章	結果	15
5.1	最終成果	15
5.1.1	動作および機能	15
5.1.2	外装	17
5.1.3	担当分担課題の最終結果	18
5.2	前期までの成果	19
5.2.1	グループの前期までの結果	19
5.2.2	担当分担課題の前期までの結果	20
5.3	発表会について	21
5.3.1	中間発表会	21
5.3.2	成果発表会	22
5.4	今後の課題	23
第 6 章	グループ活動の振り返り	24
6.1	メンバー間のコミュニケーション	24
6.2	作業分担	24
第 7 章	まとめ	25
7.1	本グループのまとめ	25
7.2	今後の展望	25
7.2.1	ロボットの動き	25
7.2.2	案内ルート	26
7.2.3	評価実験について	26
	謝辞	27
	参考文献	28
付録 A	相互評価	29
付録 B	中間発表で使用したポスター	30
付録 C	成果発表会で使用したポスター	31

第 1 章 はじめに

1.1 背景

今年プロジェクトでは、温かみを重視し、シンプルなロボット製作をコンセプトとし、未来大
独自でソフトおよびハードの開発とロボット型ユーザインタラクションの実用化に取り組んだ。

近年では、自動化技術が盛んになってきている。なかでも、駅中や空港内の案内ロボットなど、
道を案内するロボットを見かけることがある。しかし、駅などの施設を案内をするロボットは見か
けるが、学内を案内するロボットは実際に使われている例は多くはない。また、本学は正面入口が
3階にあるなど、一般的な施設とは異なり、複雑な構造となっている。したがって、新入生や来客
など初めて本学に来られた方は迷いやすいと考えられる。

(※文責: 村井優斗)

1.2 従来例

従来の案内ロボットでは、駅や空港内を案内するロボットが実験、開発されている [3]。また、案
内ロボットの種類として挙げられるものは、設置型、移動型、ウェアラブル型に分類できる。その
中でも駅や空港内で使われているものは移動型がよく使用され、お客さんに話しかけられた時に止
まって目的の場所をパネルに表示する設置型のような形が見かけられる。さらには、常に設置型で
パネルをタッチしてどんな場所か、どういった場所なのかの詳細を教えてくれる案内ロボットやロ
ボットに話しかけると、受付の人とその場でコミュニケーションを取ることができるなど、少し変
わった案内ロボットある。また、病院や商業施設を案内するためのロボットや高齢の方や視覚障
碍者向けの案内など、特定のユーザに対して案内をするロボットも開発、研究されている [1]。様々
な案内ロボットがある中で、形状として多く見られるのは、設置型や移動型である。見た目に関し
ては、人のような見た目やマスコットキャラクターや動物型、顔が付いていなくディスプレイのみ
のロボットなど様々な形状がある。

(※文責: 村井優斗)

1.3 従来の問題点

従来の問題点として挙げられるのは、動作が遅いという事である。特に、ロボットの動くスピー
ドが人間の歩くスピードよりも遅いことや処理速度が遅いことが挙げられるため、案内するうえで
改善するべきものであると考える。また、ロボットは階段などの段差がある所は登ることが出来な
い。特に、既存の案内ロボットは形が大きいため自力で自機を持ち上げる事など不可能に近い。
改善案として、階段を登るためにロボットの足を車輪にし、階段を上るたびに車輪を展開するロ
ボットの研究が行われている [2]。しかし、案内ロボットとして、これを用いるのは動作速度の面
で考えると難しい。また、従来の案内ロボットを見ると、ロボットと一緒に歩いて案内をしてもら
うというより、ロボットに指示、命令されて動かされている感覚がある。ロボットの見た目につい

Implementation of the robot-type interaction

では、顔が付いていなかったり、話しかけたくても周りから見られて恥ずかしかったり、不自然に思われていないかなど、ロボットだけではなく、人間側の問題も挙げられる。また、従来のロボットを見ると、どこか不気味であり、ヒトや動物のような温かみを感じられないといった問題も挙げられる。また、ロボットではないが、案内できるものとしてスマートフォンでの案内もある。このスマートフォンでの案内は、便利ではあるが、どこに行くべきなのか、時々立ち止まってスマートフォンの画面を見て、再度確認しなくてはいけなかったり、その行為が面倒なために、画面を見ながら歩く、いわゆる歩きスマホをして目的地に向かったりしている。スマートフォンでの案内は便利ではあるが、余計に立ち止まったり、歩きスマホなどの危険な行為にもつながる。

(※文責: 村井優斗)

1.4 目的

本グループでは、従来とのロボットと差別化するために、案内するロボットと、人間が歩く移動速度の差異をなくし、人間にストレスを与えないようにする。そのためには、ロボット自体を移動させるのではなく、人間がロボットを持つ、いわゆるウェアラブル型ロボットとして、ロボットを手のひらに乗せられるようなサイズにする。また、案内するにあたって、重要な点として、案内するタイミングが挙げられる。ロボットの動作が遅れて、案内指示が遅れてしまわないように処理の分散を行い、人間にとってわかりやすい指示になるようにする。また、ロボット特有の不気味さをなくすために、本プロジェクトの目標でもある、温かみを重視し、使う人や、周りから見られても不自然ではなく、恥ずかしいなどといった理由で使われなくならないようし、ロボットに案内されている感覚を感じないようにする見た目にする。また、前項でも挙げた問題でもある、スマートフォンでの案内は便利ではあるが危険も伴うため、スマートフォンではできない、ロボットならではの安全な案内をすることを重視する。

(※文責: 村井優斗)

第 2 章 課題設定

2.1 本グループの課題概要

本グループでは、1.3 節で挙げられた従来の問題点を解決するため、動作速度の改善と利用者に温かみを与える工夫、触覚を用いた案内の 3 つを大きな課題として設定する。動作速度の改善では、機構の処理速度向上とロボットと人との歩行速度の差をどのように埋めるか、階段や段差などの上下の動きが多い本学でどのようにロボットが破損せず速度を保ちながら移動するかが問題である。特に機構の処理速度向上に関しては、案内機能の量とそれに伴う機構を最小化することを考えなければならない。2 つ目の利用者に温かみを与える工夫では、利用者の歩くや悩むという案内特有の行動に対し、ロボットからの返答として愛らしい案内を行うと共に、見た目と触り心地によりロボットの不気味さ、利用しづらさを軽減することが課題である。特に利用しづらさを触発する要因として、案内ロボット使用時における「ロボットに案内されていることが嫌だ」という感情がある。利用者として、非生物に命令されて動かされていることに対する抵抗感と同時に、周囲に奇異の目で見られることがロボットに案内されることを毛嫌う感情を生み出している。そこで、本ロボットでは見た目と触り心地を用いた生物感のある案内ロボットを創り、この感情を軽減することを重視する。3 つ目の触覚を用いた案内では、近年問題になっている案内アプリケーションによる歩きスマホ問題に対し、ロボット特有の現実世界に存在し、動くことで力を利用者に伝達することができるという特徴を生かし、触覚を扱うことで、視覚や聴覚を遮ることなく案内し、歩きスマホ問題の新たな解決策を模索する。

以上、動作速度の改善と利用者に温かみを与える工夫、触覚を用いた案内の 3 つを本グループの大きな課題として設定する。

(※文責: 三上彰護)

2.2 課題設定までのプロセス

2.2.1 BS(ブレインストーミング) と KJ 法を用いたアイデア出し

2.1 節の 3 つの課題を設定するにあたって、BS と KJ 法によるアイデア出しを行う。BS とは限られた時間の中で想像できるアイデアを出す手法であり、KJ 法は BS によって出した案を付箋等に記し、グルーピングと関係性の整理を行う手法である。本グループでは、従来案内ロボットの問題点や大学内で迷いやすい原因、インタラクションが温かいための必要な要素などの案内ロボットをつくる上での疑問を題材とし、各題材 10 分間で BS を行う。本話し合いはオンラインで行うため、オンラインホワイトボードツールとして Miro を使用する。BS では Miro の付箋機能を用い、付箋に思いついたアイデアを書き配置する。その後、10 分間の整理とレビューを行い、各題材に関しての要素を視覚化する。

2.2.2 アイデアのブラッシュアップ

アイデアのブラッシュアップはペルソナを定義して行う。ペルソナとはマーケティングによく使われる手法で、対象となるユーザから架空の象徴的な顧客モデルを定義し、その顧客像のストーリーをえがくことで感情、行動、タッチポイントなどを明確にする手法である。本ロボットは本学の中で使用されるため、今回は迷いやすい新入生をメインユーザとし、ペルソナの設定を行う。ペルソナの設定では年齢、性別、住所、収入、性格を具体化し、時系列に沿ってペルソナの行動、感情を書き記し、ユーザ視点のアイデアからブラッシュアップを行う。ペルソナのストーリーを追っていく中で問題になりそうな点は BS と KJ 法を用いて再度アイデア出しを行い、修正案を出す。

(※文責: 三上彰護)

2.3 課題の割り当て

課題の設定に伴い、課題を細分化し、メンバに割り当てた。以下に、各課題の割り当てと担当者を記載する。

2.3.1 平戸翔

- Fusion360 による 3DCAD の学習及び設計を行う。3DCAD の学習については、専用の学習動画をみて学習する。設計については、誤差も考えつつ、2 軸で首の動きを再現し、最も小さくできるようなパーツの設計をする。軸の動きに関しては、大学の講義にあるロボットの科学技術で学んだ機構の考え方が参考になる講義である。
- 首の機構のサーボアームの作成をする。首のパーツと胴体の枠組みとの干渉がないようなパーツと軽量化をするために最大限薄くプリントできるように設計を行う。

2.3.2 村井優斗

- 主に Arduino での iBeacon 制御と Bluetooth モジュールの学習をする。iBeacon の取得の仕方については、既存のモジュールを調べながら実装する。
- 外部の製作として、本ロボットの毛皮に付ける毛皮の選択・貼付を行う。本グループの目的である、温かみをロボットに持たせられるように、毛皮の素材の選択を慎重に行う。また、裁縫も慎重に行う必要がある。毛皮のサイズミスで内部の機構が見えてしまったり、縫い目が見えてしまわないように意識して、製作を行う。

2.3.3 西陽也

- サーボモータで首の動きの再現するためのプログラムの作成をする。モータの制御プログラムは首の 2 つのモータと尻尾のモータをどのように動かすのかのプログラムをする。実際に 3D プリンタで作ったパーツと組み合わせて改善点を見つけて、可動域などの問題点を解決していく。サーボの制御に関しては、1 年前期にある情報表現入門の講義内で Arduino を触

る機会があるが、それがとても参考になる講義である。

2.3.4 三上彰護

- 外部の製作として本ロボットの毛皮の作成を行う。よりリアルな感触に近づけるために、素材を一から選んで、裁縫で作成する。そしてより動物観を出すために機構が見えないようにしなければならないのと縫い目などの裁縫の跡も見えないようにしなければならないので、そこに意識して作成する。
- 本ロボットの体と土台のパーツの作成を行った。体のパーツは、できるだけ小さくする必要があるので内部のバッテリーや機構が入る限界の大きさまで小さく設計する。デザインの授業で、CGモデルを作る機会があったので、その講義で使った技術を生かすことができる。
- 他のグループの担当者と協力してポスター制作とWebサイトの作成。Webサイトに関してはHTMLで書くことによってシンプルなデザインで本グループの活動が分かりやすいものを作成する。

この担当で進めつつ、個人で、対応できない部分などをメンバ間で共有を行い、ペット型案内ロボットを完成させる。

(※文責: 平戸翔)

第 3 章 製作物の到達目標

3.1 製作物の到達目標

本グループでは、手のひらに乗せて案内するロボットの製作を目標としている。まず、ロボットに親しみやすさや温かみを持たせるため、見た目を豆柴とする。また、独自で開発するアプリケーションで、学内にある iBeacon から現在位置を取得し、最短ルートで目的地に移動させるようにロボット側にその情報を送る。ロボット側では、アプリケーション側から受け取った情報をもとに、モータを制御し、どこに向かえばいいのかを豆柴の首と尻尾を振り、首の動きによる遠心力と尻尾による接触を利用し、触覚を用いて案内をする。また、首や尻尾を振るタイミングとしては、常に振るわけではなく、道が分かれているタイミングで振るようにする。

(※文責: 村井優斗)

3.2 課題解決のための技術とアプローチ

3.2.1 外見設計

2.1 節の利用者に温かみを与える工夫という課題を解決するために、外見設計では生物感のあるロボットの製作に着目する。大学生のペット需要に合わせてペットの見た目をした動物型案内ロボットにすることで利用者に温かみを与え、同時にモチーフを豆柴にすることでロボットに案内されているという感情から自分が豆柴を連れて移動してあげているという庇護欲へ向くようにする。また、豆柴を製作するにあたって、風合いと見た目をリアルにすることにより、本物のペットに近い形で利用してもらおう。豆柴の風合いはフェイクファーを用いて毛並みの再現、そして筋肉と骨格による硬さを 3D プリントを用いて再現する。見た目の再現では、スケッチによる観察からモデリングを行い、フェイクファーを貼布・裁縫したのち、細かな色を塗ることでよりリアルに再現する。

よって、外見設計では犬の骨格と貼布の型紙を作成するために、3D モデリングを活用して設計を行う。3D モデリングソフトは Blender という 3DCG アニメーションを作成するための総合環境アプリケーションを使用する。3D モデリングでは、スカルプトという設計手法を用いて豆柴の骨格を設計する。スカルプトとは彫刻をするような形で直感的にモデリングする手法であり、3D モデルの頂点数が多くなるが、複雑な造形を行うことができる。本ロボットは、豆柴という複雑な形をしている上、頂点数の肥大に関しても 3D プリンタで出力するためだけに用いる 3D モデルであるため、この手法を用いて行う。

(※文責: 三上彰護)

3.2.2 外見製作

外見製作では、3D プリント、裁縫・貼布技術を用いて行う。3.2.1 項で設計したモデリングデータをもとに大学構内にある 3D プリンターを用いて出力、その後 3D プリントした骨格と作成した型紙を用いて裁縫・貼布という流れで行う。貼布では、プリンタした骨格にホットボンドを用いて直接貼り付けることで骨格の形を損なわないようにする。また、裁縫では犬のしっぽと耳をぬいぐるみと同様に型紙から布を切り取り、縫い合わせと中に綿を詰めることで製作する。

(※文責: 三上彰護)

3.2.3 モータ制御

案内方向の指示と利用者に温かみを持たせるための滑らかな動きのためにモータ制御技術を用いる。モータ制御には M5STACK-ATOM Lite を用いる。これは iBeacon の電波受信を行う M5STACK でモータも制御することで、ロボットの小型化と iBeacon 受信に関するプログラムとモータを制御するためのプログラムを同一デバイスで管理できるためである。また、プログラムは Arduino で記述し、PWM 制御でモータを動作させる。PWM 周波数は 50Hz に固定する。PWM 制御を用いる理由は M5STACK では Arduino のモータ制御を行う Servo.h ライブラリが使用できなかったためである。また、PWM 制御は電圧が一定のため、損失が少ない。

(※文責: 西陽也)

3.2.4 Bluetooth

案内ロボットとして成立するために、学内にある iBeacon と、本グループが作成するアプリケーションの通信、Arduino というマイコンとスマートフォンの通信を行うために、Bluetooth を用いる。現段階で想定しているものとして、まず学内の iBeacon をアプリケーションで取得し、目的地から現在位置までどのくらい離れているのかという情報をアプリケーション側で計算し、ルートを定める。その後アプリケーション側から Arduino へ受け取ったルートやロボットの制御などの情報を Bluetooth で送る。

(※文責: 村井優斗)

3.2.5 Fusion360 による設計

モータによる首と尻尾の動きを支えるためのサーボアームを設計する。また、ロボットを小型化するために必要最低限の大きさで、簡単な作りになるような部品の設計をする。首の上下の動きをよりリアルに再現するために、このロボット専用の 2 軸のサーボカバーとサーボアームを組み合わせる。また、首と尻尾の可動部が体のパーツと干渉しないように、設計する。

(※文責: 平戸翔)

3.2.6 アプリケーション

高度な目標として、アプリケーションを用いて案内位置の指定とルート表示のインターフェースの実装とユーザを識別し、ユーザ独自の設定の実装を掲げている。アプリケーションの設計は React Native というモバイルアプリケーションフレームワークを用いて行い、ユーザ認証とデータベースを Firebase という開発プラットフォームを用いて行う。ユーザの位置測位は、3箇所に置いてある iBeacon の RSSI(Received Signal Strength Indicator) という電波強度から三点測位を行い、大まかな位置を予測する。また、実際の位置と予測位置が大きく外れる場合は、PDR(Pedestrian Dead Reckoning) というスマホに搭載している加速度や磁気、角速度などのセンサーから移動方向、移動距離を割り出し、スタート位置からの相対的な位置を予測する方法を用いて補完する。

(※文責: 三上彰護)

第 4 章 製作過程

4.1 ソフトウェア

4.1.1 iBeacon

案内ロボットを作るにあたって、前期で挙げた目標では、独自のアプリケーションの開発をし、それを用いて案内することにした。しかし、後期からの活動で、時間の見積もりなどを行った結果、成果発表会までに完成する可能性が低いため、アプリケーションの開発を行わないこととした。

まず初めに案内ロボットを製作するにあたり、どのように案内をするのかについて考えた。本学には、様々な場所に iBeacon が設置されている。そのため、その iBeacon を利用することで、案内をしようと考えた。まず、学内の iBeacon を用いて、どのように案内するかを考えた。前期の段階では、ロボット自体の案を考えた後、それぞれ必要な技術について、調べた。特に、後期からの活動をするにあたって検知するモジュールが必要になってくる。そのため、どのようなモジュールを用いて、学内にある iBeacon を取得するかについて検討し、購入をした。後期からの活動では、アプリケーション側で案内するのではなくロボット自身で案内の方向指示を行うこととした。本グループの目標でもある、手のひらサイズのロボットの実現のために、できるだけコンパクトかつ、iBeacon の情報を取得可能であるモジュールが必要であった。メンバと話し合い、M5Stack シリーズの中で、コンパクトである ATOM Lite を採用した。また、案内するうえで必要なものとして、マイクロサーボを使用した。大まかな動きとしては、ATOM Lite で iBeacon の情報を取得し、ある条件下でマイクロサーボが動き出し案内をするといった動きである。具体的に、ATOM Lite では、学内にある iBeacon の UUID が同じものがあり、案内するにあたり UUID のみを取得すると案内した際に、他の UUID が同じ iBeacon と干渉してしまうため、iBeacon の major 値と minor 値を取得することにした。また、正確な案内をするために、RSSI と言われる電波強度を取得することとした。実際にロボットに組み込む前に、ある距離でサーボが動くかどうか実験した結果、人間が歩くスピードの方が ATOM Lite が iBeacon を検知してサーボが動くまでよりも早い。ため、求める場所で動かなかつたりした。そのため、プログラムの方で、細かい調整をする必要があった。

今回、学内を案内するにあたって、時間的に現在位置からすべての教室までの案内ルートをする時間がなかったため、成果発表会に向けて、本ロボットが案内しているように見えるようなルートを作成した。成果発表会で紹介したルートは、本学の 3 階エントランスから、4 階にある C&D 教室という、新生が迷いやすいであろうルートを作成した。ここでのマイクロサーボの動きとして、ATOM Lite で取得した情報を用いて、サーボを左右、上下に動かすようにした。具体的に、特定のルートを案内するために必要な iBeacon を ATOM Lite で major 値、minor 値を取得し、その後曲がるタイミングや、場所を RSSI の強度、つまり iBeacon からどのくらい離れているか判別することで、正確なタイミングで案内することとした。

(※文責: 村井優斗)

4.1.2 アプリケーション

アプリケーションでは、React Native による iBeacon のスキャン及びインドアマップの作成、ルート計算を行う必要がある。前期の段階では React Native による簡易的なアプリケーションの作成をおこなったが、後期の開始の段階でインドアマップの構築が困難だったため、アプリケーションの作成を断念した。断念した理由として、インドアマップの構築の不明瞭さと iBeacon の精度問題が挙げられる。近年ではインドアマップを用いたアプリケーションがあるが、構築方法については一般的に明文化されていない。本アプリケーションを構築するにあたって、実世界とアプリ内地図とのマッピングやデータ構造などの情報が不明瞭であり、アプリ構築においてリスクの予測ができなかったことがアプリケーションの開発を断念した理由の一つである。また、本アプリケーションは iBeacon の RSSI を用いて三点測位を行い、ユーザの位置の把握を行う予定であったが、前期の段階で iBeacon をスキャンした際、iBeacon の受信が三点測位を用いるための最低数である 3 つにも満たない箇所が多く、また受信による RSSI の値に関しても、精度が乏しく、位置測位できる状態ではなかった。以上の理由から、本グループではアプリケーションの作成を断念し、ロボット自体の作成に尽力することにした。

(※文責: 三上彰護)

4.2 ハードウェア

豆柴をモチーフにした案内ロボットを製作するにあたって、モチーフの形を知るためのクロッキーと粘土によるプロトタイプを作成をまずは行った。その後、粘土によるプロトタイプからサイズ感を計測し、豆柴の骨格モデリング及び、モータを連結するための部品の作成に取り掛かった。モデリングした 3D データを 3D プリンタで出力し、フェイクファーを貼り、ファーに色を塗るという工程で製作した。

(※文責: 三上彰護)

4.2.1 クロッキー

本ロボットでは、リアルな豆柴を作ること为目标としているため、初期段階ではモチーフの観察をメインで行った。インターネットから豆柴の画像を検索し、画像から豆柴を構成しているパーツの比率の測定を行った。全体的な比率を理解した上で、クロッキーを行った。クロッキーとは速写という短時間で対象を描写する練習法である。短時間での対象の描写を行うことで、観察と描写対象の構造理解が不足している箇所を明確にできる利点がある。観察後にクロッキーを行い、うまく描写できなかった箇所を再度観察するを繰り返すことで豆柴の形を把握した。

(※文責: 三上彰護)

4.2.2 粘土を用いたプロトタイプ

クロッキーを元に、実際のサイズ感を明確に定めるため、粘土を用いた豆柴の造形を行った。実際製作するサイズと限りなく近づけるため、内部に配置するモータの数とバッテリー、ATOM Liteなどのサイズをあらかじめ測定し、大まかな骨格のサイズを測定したものを紙に書き、粘土による造形を行った。粘土による造形では、造形の参考として豆柴の正面、後ろ、横、真上などの画像をあらかじめ用意し、各視点と実際の造形を比較して行った。結果として、豆柴のサイズは頭から尻尾まで13cm、横幅10cm、高さ7.5cmとなった。また、頭のサイズは後頭部から鼻先が6cm、横幅が5cm、高さ4cmとなったため、これらの数字をもとにモデリングを行った。

(※文責: 三上彰護)

4.2.3 モデリング

クロッキーと粘土を用いたプロトタイプのサイズからモデリングを作成した。スカルプトでの造形のため、初期の図形としてUV球という球体から頭の造形をしていき、頭から徐々に全体を仕上げた。球体をブラシで引っ張り頭の大まかな形に変形させ、細かい凹凸を作り豆柴の各部位を造形した。鼻、耳、尻尾などは3Dプリントして作成するのではなく、色粘土やフェイクファーを編んだものに綿を詰めて再現するため、モデリングでは作成した後、これらのパーツが位置する箇所にあらかじめ半径1mm程度の穴を開けて糸を通せるようにした。目はあらかじめ穴を開け、フェイクファーの上からぬいぐるみの目を押し当てる形で目の窪みを再現するようにした。

全体のモデリングが完了した後、首を動かすために首と体を分解し、間を取ることで可動域を確保した。首と体の分解ではBlenderのモディファイア機能の中にあるブーリアンという機能を用いて行った。モディファイアとは非破壊的にオブジェクトに作用する処理のことであり、ブーリアンでは2つのオブジェクトの統合、差分、交差を行うことができる。本モデリングでは、四角形のブーリアン専用オブジェクトを作成し、全体のモデリングと差分を行うことでモデリングの分解及び可動域の確保を行った。可動域の確保では、あらかじめ分解した頭のモデリングを上下左右にアニメーションすることでぶつかる範囲を予測し、削除した。

出来上がった頭と体のモデリングを3Dプリンター用に厚みを作成した。厚みの設定は3Dプリントの時間と耐久性を考慮し、2mmで作成した。厚みがつけ終わったのち、内部にあらかじめモデリングしたバッテリーやモータ、ATOM Liteを入れサイズ調整及び各部品を支える箇所を作成し、モデリングを完成させた。完成したモデリングは大学構内の3Dプリンタを用いてプリントし、鼻の引っ張り具合や目の窪みの大きさなどを修正し再度プリントする形で完成度を高めた。

(※文責: 三上彰護)



図 4.1 モデリングした骨格

4.2.4 貼布・裁縫

貼布では、1枚の布をそのままの状態で貼るとシワができてしまうため、あらかじめ形に合わせて布を切るための型紙を作成しなければならない。本ロボットでは、作成したモデリングのUV展開を用いて型紙の元となる形を生成し、その形を参考に貼布した。3Dプリントした骨格に直接ホットボンドで接着することで、骨格の立体感を損なわずに貼り付けを行った。明確に色が異なる箇所は色の違うフェイクファーを利用し、ファー同士にできる境界線を植毛のような形で数本単位で接着することにより、量を用いたグラデーションを作成し、ファー同士の境界線を目立たなくした。耳と尻尾はぬいぐるみ作成と同じ要領で型紙を作成し、円柱の形に回して縫いつけた後、円柱の先を縛り中に綿を入れることで再現した。作成した耳はモデリングの際に作成した穴を通して固定し、尻尾は専用のモータの部品に差し込む形で固定した。貼布が完了した後、染色用のスプレーを用いて色にむらをつけ実際の動物の毛を再現し、目元を黒の絵の具で塗ることにより、アイラインをつくり動物の目を再現した。

(※文責: 三上彰護)

4.2.5 モータ制御

前節で説明したように、今回使用したサーボは、できるだけ小さいモジュールを使わなければならないということから、マイクロサーボを用いた。本グループの目的として、温かみを持たせるようなロボットの製作であるため、どの場所にどのくらいのモータを用いるかを考えた。まず先に、どの場所でモータを用いるかについては、案内するとき、ロボットならではの触覚を用いた案内をするために、豆柴の尻尾、首を用いることで解決するだろうと考えた。豆柴の首は、3Dプリンタで作成するため、ある程度の重さが生じる。したがって、首を振るという動作で遠心力が伝えわり、どの方向に行けばいいのか、ロボット自体を見なくても感覚で伝わるのではないかと仮定し、製作した。また、豆柴の尻尾に関しては、本ロボットが、手のひらに乗せて用いることを想定していたため、尻尾を振った時にちょうど人間の手首にあたるようにすれば案内はできるであろうと仮定した。次に、どのくらいモータを使うか検討した。尻尾に関しては、モータのサイズの的に2つ以上を用いると、豆柴の胴体の部分が大きくなってしまい、手乗りサイズに調整することは、難しい

Implementation of the robot-type interaction

と判断した。また、豆柴の尻尾は左右に動くため、1軸のみで十分であると考えた。豆柴の首については、今回案内するうえで重要な場所であり、ロボットに温かみを持たせるために、豆柴らしい動きの実現をする必要があった。首の動きは案内するうえで上下、左右は必須になってくるため、モータは2つ使うことは確定していた。問題は、豆柴らしい動きをするのは、2軸のみで可能であるかということであった。そこで豆柴の骨格を調べた結果、骨格は3軸にした方がより豆柴らしいロボットが出来上がると考えた。実際にモータが2軸の場合と、3軸の場合で実験を行った結果以下のことが挙げられた。

2軸の場合

- 制御のプログラムは簡単
- 動かしたときに遠心力は感じた
- 動きがチープ

3軸の場合

- リアルな動き
- 制御のプログラムは複雑
- 重量が感じられ、豆柴の首が耐えられない

実験をした結果、リアルさを追求すると、手乗りサイズを実現することが難しくなってしまうため、首は2軸で実現することとした。

(※文責: 村井優斗)

4.2.6 接続部分の作成

本ロボットでは、首の動きをつくるための2軸の動きと尻尾の動きを作るための1軸の動きがあるため、首ではモータ同士を連結させて再現するための部品を作成し、尻尾では尻尾を動かすための部品を作成した。2軸では、上下左右を動かすために、2つのモータを使い、片方のモータの回転軸をもう片方のモータの横につける部品を作成することで連結させた。また、頭とモータを連結する必要があるため、余っているモータの回転軸に頭の形に合わせた連結用の部品を作成した。尻尾の部品では、円柱状に縫い合わせた尻尾にモータの回転軸と固定した棒状の3Dプリントを差し込み、尻尾の動きを再現した。

(※文責: 三上彰護)

4.3 プロダクト名

4.3.1 Miro を使ったアイデア出し

アイデア出しに関しては、オンラインホワイトボードである Miro を使用した。Miro の特徴の直観的なタスク管理が可能である点を生かして、付箋やマインドマップでジャンル分けをしていきそれぞれ話し合いで最も良いものを決めた。本ロボットの名前も Miro の機能を使いつつ、いくつか案を出していった。guide と dog を組み合わせて guidog や wonder と犬の鳴き声である「わん」を合わせて、わんだーなどの案が出た。その案出しから投票まで Miro の付箋機能やノート機能を

Implementation of the robot-type interaction

使うことで素早くまとめて納得のいく名前を付けることができた。

(※文責: 平戸翔)

4.3.2 アイデアのブラッシュアップ

初めに挙げた Miro などのオンラインホワイトボードで出されたアイデアを付箋ごとにまとめて、必要な部分だけ抽出して多くのアイデアをブラッシュアップした。ポスターやウェブサイト作成の時に様々なアイデアをブラッシュアップしていたことで、新入生向け案内ロボットの機能や実現したことへのアプローチ、実現できなかったことへの改善点を明確にすることができた。期末の成果発表会で受けた質問も同様に Miro などを使うことで、これからの活動の方針やグループとしての反省点を見つけることができた。

(※文責: 平戸翔)

第 5 章 結果

5.1 最終成果

本グループは既存のロボットにはない人や動物らしい温かみを持たせ、新入生を案内できるロボットを考案、製作した。外装は人や動物らしい温かみを持たせるために、柴豆柴の子どもをモチーフにした。また、片手に乗せて利用者と一緒に移動しながら案内できるペット型のロボットにした。そして、肌触りの良い毛を再現するために、柔らかさや色が似ている市販のラビットファーを使用した。本ロボットは未来大 3 階エントランスから 1 階食堂および 495 教室まで案内する機能を搭載した。案内の方法は、目的地までの経路上で左右に曲がる時や階段を登り降りする動作の前に尻尾を左右に揺らし、手首に触覚情報として、動作のタイミングを知らせる。その後、首を動作の方向に動かすことで利用者に必要な動作を伝える機能である。iBeacon からの電波受信における誤差範囲は 1 m 程度で学内を案内するには支障がでない結果となった。また、中間発表会や成果発表会では発表技術や発表内容について高評価をもらうことができた。しかし、ユーザインタラクションが少ない点など改善すべきことが多く見つかった。成果発表会での評価などから今後の課題として、鳴き声を搭載することが挙げられた。鳴き声を搭載することで、動物らしさが増し、ユーザがより愛着を持てる。また、ロボットからのアクションが増えるため、ユーザインタラクションの増加にもつながる。もう一つの課題として、ロボットの頭部に圧力センサなどを搭載し、頭を撫でるという行為をトリガーにすることが挙げられる。これは外部入力に対応できるようになることや、ユーザインタラクションの増加が可能になるためである。また、案内機能の拡張のために、断念したアプリケーションとの連携も今度の課題としてあげられた。

(※文責: 西陽也)

5.1.1 動作および機能

本ロボットに搭載した機能は iBeacon の電波受信と首と尻尾のモータ制御、それらの連動であった。モータは首に 2 つと尻尾に 1 つ搭載した。尻尾は毎回 5 回左右に動かし、その後、首のモータを動作に応じた角度動かすようにした。

(※文責: 西陽也)

案内中の動作

3 階エントランスから食堂まで (図 5.1) と 3 階エントランスから 495 教室までを案内できる機能であった。案内の開始は ATOM Lite のリセットボタンを押し、プログラムの起動することで行った。また、案内する目的地の変更にはプログラムごと変更する必要があるため、本ロボット内の ATOM Lite をパソコンに繋ぎ、再度書き込むようにした。3 階エントランスから食堂までの経路は、3 階エントランスから約 5 メートル直進し、左に曲がり、階段、まで直進する。そして、階段で 1 階まで下り、約 3 メートル直進すると、左側に食堂の入り口がある。本ロボットはこの経路を案内するために、最初の左に曲がることを伝えるために、3 階エントランス中央のエレベーター付

Implementation of the robot-type interaction

近に設置されている iBeacon の電波を使用した。3 階エレベータ付近の iBeacon の電波強度による近接距離の誤差は 0.5 m 程度で、動作指示には支障がでない程度であった。電波強度が 80 以上になったときに尻尾のサーボを動かし、首の横軸のモータを 90 度左回りに動かすようにした。そして、動作の 2 秒後に首の横軸のモータを 90 度右回りに動かし、利用者に左折後に直進をするように伝えた。その後、階段手前では、3 階階段横のフリースペースに設置されている iBeacon の電波を受信したら、尻尾で利用者に知らせ、首の縦軸のモータを下方方向に 40 度動かし、階段を下りる動作を伝えた。このとき、階段を 1 階まで降りることを伝えるため、首を下に向けたままにし、1 階到着時に、食堂前の 1 階円卓付近の iBeacon の電波を受信したら、首の縦軸のモータを元の位置に戻すようにした。そして、直進し、食堂の入り口付近に設置した iBeacon の電波を検知したら、首と尻尾を左右に振り、目的地に到着したことを利用者に知らせた。また、案内中のモーター制御プログラムの流れは下記に示す通りである。

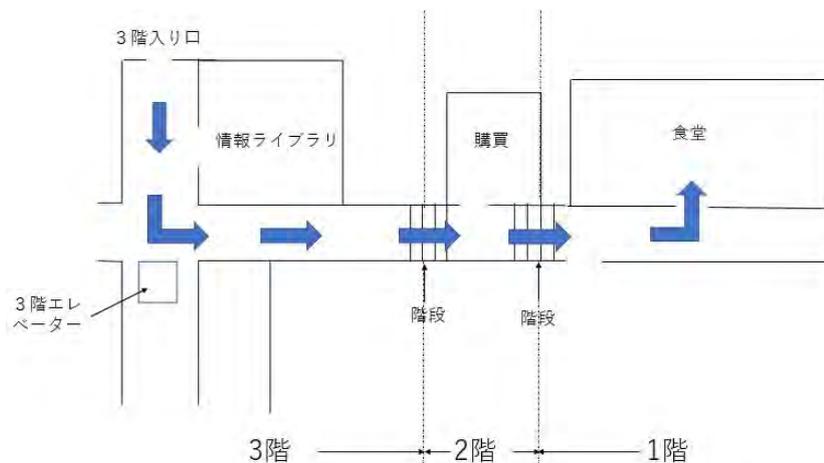


図 5.1 案内経路図

モーター制御プログラムの流れ

1. 案内開始 (プログラムを起動)
2. すべてのモータの角度を初期値にする (正面を向く)
3. ATOM Lite が特定の iBeacon を検知
4. 尻尾のモータを 60 度から 120 度の間で 5 回往復で動かす
5. 特定の iBeacon に応じて必要なモータを必要な角度動かす
6. 3 秒後動かししたモータの角度を初期値にする (正面を向く)
7. 3 から 6 を目的地の iBeacon を検知するまで繰り返す
8. 目的地の iBeacon を検知したら、60 度から 120 度の間で 5 回往復で動かし、到着を知らせる

(※文責: 西陽也)

各パーツの動作

モーター制御の各パーツの接続は図 5.2 である。また、モーター制御を行うために ATOM Lite を用いた。そして、ATOM Lite を Arduino でロボットが向く方向ごとにモータの角度や速度を調整するプログラムを記述した。複数のモータを組み合わせることで同時に制御することで、ロボットの首や

Implementation of the robot-type interaction

尻尾を違和感のないように動作させた。首の機構は縦軸のモータと横軸のモータを組み合わせ、上下左右だけでなく、斜めも向けるようにした。モータにはマイクロサーボモータを用いた。これは手に乗せた状態での使用を考慮して、ロボット本体をより軽くて小さくするためであった。尻尾の機構は横軸のモータ1つで動きを再現した。首の機構には2つのモータを用いたため、それを支えるパーツを使用した。このパーツはFusion360で設計し、3Dプリントした。横軸のモータの上に縦軸のモータが自由に動く状態で固定するためのパーツであった。縦軸のモータの可動部にロボットの頭部をくっつけることで頭を左右上下に動かすことが可能となった。また、ATOM Liteに必要な外部電源は小型で薄いモバイルバッテリーを使用した。各モータの電源はATOM Liteからブレッドボードを介して行い、各モータの識別には、ATOM Liteのピンを用いた。また、モータ制御プログラムは各モータの現在の角度と動かしたい角度を引数にし、モータを動かす速さと角度を調整できる関数にした。

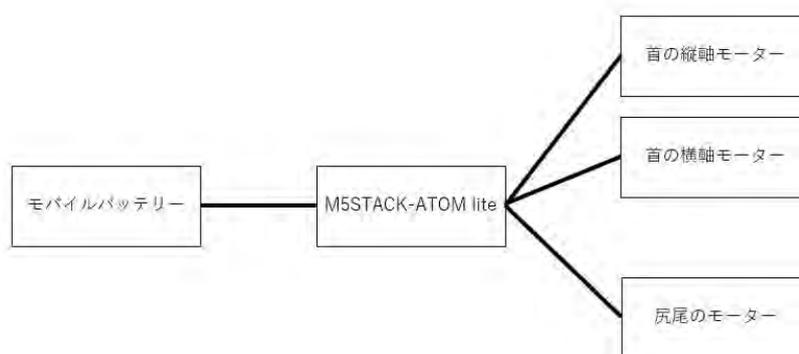


図 5.2 モータ制御概略図

(※文責: 西陽也)

5.1.2 外装

本ロボットは既存のロボットにはない動物的な温かみを持たせるために、外装を図 5.3 のようにした。そして、日常生活やメディアで多く見かける日本人にとって馴染みやすい柴豆柴の子どもをモチーフにした。また、実際に手に持って利用することを想定しているため、手触りをより本物に近づけるために、既存のロボットにはない温かみを与えるために、毛に着目した。そして、数種類のフェイクファーを試した結果、市販のラビットファーが適切であった。また、安定性、機能性、親しみやすさの観点から伏せの態勢で上体のみを起こしている態勢にした。この態勢の利点として、他の態勢に比べて、接触面積が大きくなることや高さが出ないことが挙げられる。たとえば、お座りの態勢を仮定すると、接触面積が小さくなり、高さが出るため、安定性の観点から手に乗せて移動しながらの利用には不向きである。また、機能性に関して、道案内の機能を搭載するために、首と尻尾が可動し、その変化が一目でわかるような態勢にする必要があった。そのため、本ロボットは上記の安定性と機能性の観点から図 5.3 のような態勢が最も優れていると考え、作製した。



図 5.3 製作したロボットの外見

(※文責: 西陽也)

5.1.3 担当分担課題の最終結果

西陽也

担当課題の成果として、モータの制御プログラムが挙げられる。モータの制御プログラムは首の2つのモータと尻尾のモータをどのように動かすのかをプログラムした。初めに、3Dプリントした首の機構に用いるパーツを使って、2軸のモータ機構を作った。そして、前期で習得したArduinoでのモータ制御プログラムで実際にモータを動かす、試行錯誤しながら、よりリアルな動きを追求した。上記の成果によって、道案内に要求されていた首を左右上下の任意の方向に動かす進むべき道を示すことができた。しかし、残された問題として、モータ音が大きい点やiBeaconの電波受信誤差によるモータを動かすタイミングにずれが生じうる点が挙げられた。

(※文責: 西陽也)

三上彰護

担当課題として、利用者に温かみを与えるという課題を外見設計にて担当した。成果として、よりリアルな豆柴を再現でき、風合いも良いロボットに仕上がった。従って、外見設計では自分へ要求された課題を大いに果たせたが、豆柴にすることによってロボットに案内されているという感情から自分が豆柴を連れて移動してあげているという庇護欲への転換に関して、本ロボットを用いた評価実験を行えなかったことが問題点であった。また、アプリケーションの設計を途中で断念したことも問題点として挙げられた。本ロボットは大学構内の案内をメインとしているため、現在自分がいる位置からどの教室にも行けるようにすることが理想であった。しかし、現在の成果物では、エントランスから食堂、もしくはC&D教室にしか案内することができない。よって、案内ロボットとしての性能向上が求められる。

(※文責: 三上彰護)

村井優斗

成果として、iBeacon の取得の仕方が挙げられる。学内の iBeacon を取得するために、どのようにすればいいのか、既存のモジュールを調べながら試行錯誤した。前期で考えた内部の設計が後期の活動で厳しいとなってしまったため、一から iBeacon の取得について考えなければいけなかったため、前期での見通しが甘かったことが課題であった。また、iBeacon の取得のプログラムを書き終わった後、外部の製作として、ロボットに毛皮を貼り付ける作業を行った。そのため、内部の作成がどのようになっているか、不透明な状況であったため、連携がうまく取れなかったことが挙げられる。

(※文責: 村井優斗)

平戸翔

担当課題の成果として、Fusion360 での設計技術、複数のサーボアームを使い 1 つの動きを再現するための組み合わせ方など、設計時の誤差の考え方などが挙げられる。Fusion360 での設計は、前期のうちから設計について学んでいた店員ロボットグループのメンバである吉本君から Fusion360 についての動画を教えてもらい、設計に必要な知識をつけることができた。組み合わせなどは、山内先生やグループメンバと相談しながら 2 軸で首の動きを再現し、最も小さくできるようなパーツの設計をすることができた。しかし、サーボに合わせた最小のパーツをつくったが、パーツをそれぞれ分割して、組み合わせる形の部品を増やすことでより無駄な部分を取り除くことができるのでさらに小さくできると考えている。また、首と尻尾の機構以外にも滑らかな形のプリントしたものを使うことで軽量化をすることができ、今回作ったロボットよりもさらに片手で持ちやすくなると考えている。

(※文責: 平戸翔)

5.2 前期までの成果

5.2.1 グループの前期までの結果

本グループは前期に従来の問題を解決する機能や見た目の考案と機構を実現するプロトタイプ(図 5.4)の作成を行った。見た目については豆柴をモデルにし、手のひらに乗る大きさとした。現在地から目的地までの経路を算出し、曲がるや階段の上り下りなどまっすぐ歩く以外の動作を行う際に首や尻尾を動かす、利用者を案内する機能とした。また、ペットのようにかわいらしい動きを実現するために、首や尻尾を左右に振るなどの動作も取り入れた。また、プロトタイプの作成では、3つのサーボモータで首の動きを再現し、ロボットの外殻を段ボールで作成した。そして、作成したプロトタイプを動作させ、豆柴の首の動きを再現できていることを確認した結果、モータの音や斜めの動きがぎこちないなど新たな課題が露呈した。また、中間発表会で学生や先生からいただいた意見として、ペット型ロボットなら寄り道をするなどのペットらしい動作をする機能の搭載や、iBeacon から取得する位置情報の正確性について調査不足であることなどが挙げられた。

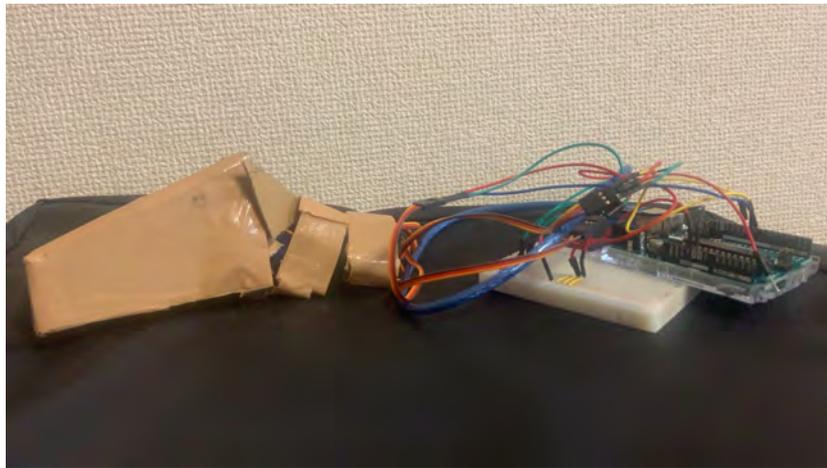


図 5.4 製作したプロトタイプ

(※文責: 西陽也)

5.2.2 担当分担課題の前期までの結果

西陽也

担当分課題である Arduino の学習およびプロトタイプ (図 5.4) の作成を行った。Arduino の学習は実際にモータを動かすプログラムを Web サイトなどを参照し、記述した。また、実際にモータを複数個同時に動かす事例を参考にモータ制御のプログラムや制御を行うプログラムの書き方を学んだ。また、プロトタイプの作成により、サーボモータに外殻を被せた際の動作から実際の豆柴の動作との差異を考察した。2 軸のモータ機構を支える部品の構造を学ぶために、加工がしやすい段ボールを用いて、2 軸のモータを支える機構を搭載したプロトタイプを製作した。プロトタイプの強度はあまり高くはなかったが、2 軸のモータ機構に必要なパーツの大きさや形を理解できた。また、実際にプロトタイプを動かすことで、デフォルトの速度では速すぎるため、モータを動かす角度と速度を細かく調整する必要があることがわかった。残された問題点として、よりリアルな動きを再現するためのモータの速度および角度調整が挙げられた。

(※文責: 西陽也)

三上彰護

アプリケーション設計に使用するプログラミング言語の学習及び環境構築を行なった。本アプリケーションでは、React Native を使用した BLE 通信を行うため、前期では React Native の基礎学習と Xcode による iPhone テストアプリの実機テストを行なった。また、サーバーサイドとデータベースの設計を Firebase で補うため、アプリケーションと Firebase との連携方法の確認とテストプレイを行なった。

(※文責: 三上彰護)

村井優斗

前期の活動で、当初はサーバー管理を必要とするために言語の勉強をしたが、急遽予定を変更して、Arduino とスマートフォンを Bluetooth で連携させることについて調べた。今後は、アプリ

Implementation of the robot-type interaction

ケーション側のサポートをしつつ、Arduino とスマートフォンを実際に Bluetooth で連携させることと、スマートフォンから受け取った情報を基にモータの制御を行った。

(※文責: 村井優斗)

平戸翔

前期中に Fusion360 でのモデリングの学習をして、6 月中にグループで作成していた首の機構に合わせて 3DCAD を用いて図 5.5 のようなサーボアームのモデリングを進めた。これは、円形のもので左右の動きを補助し、図中の右下の部品で縦の動きを補助する部品を作成している。小型化が目標なので部品を何パターンか考案し、どれが一番小型化につながるか話し合うことで大まかなモデリングをすることができた。機構について学ぶことで、小型化の難しさと各機構の重要性について気づけたことは、前期の結果としてとても有意義なものであった。

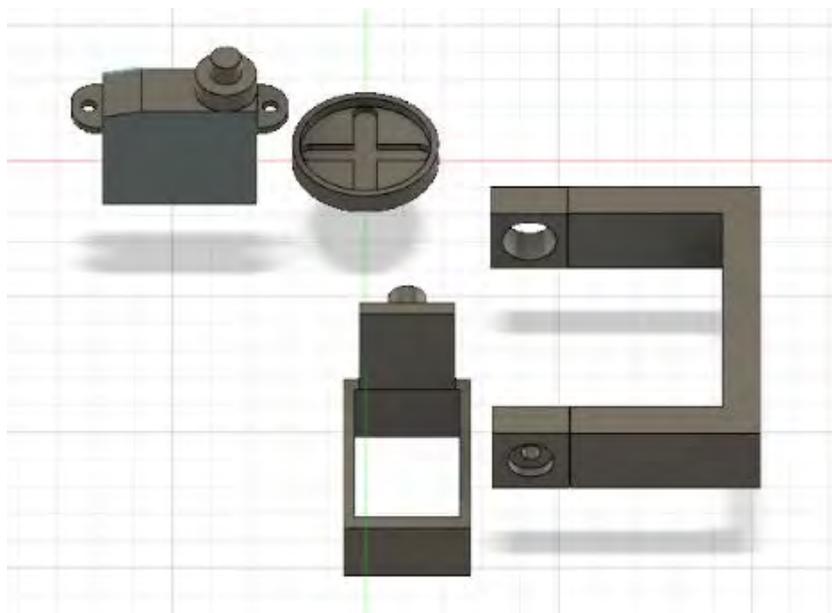


図 5.5 CAD によるサーボアーム

(※文責: 平戸翔)

5.3 発表会について

5.3.1 中間発表会

中間発表会はオンラインで行われたため、事前にプロジェクト全体の活動内容をまとめた動画を製作し、質疑応答を zoom 上で行った。中間発表会を円滑に進めるために、中間発表会の前にグループの解決したい課題、解決手法の目途、製作スケジュールを話し合いを行い、明確化した。そして、それを基に想定される質問を考え、それらの質問に対する回答をあらかじめ決めた。そして、ペット型ロボットとして道案内の機能だけでなくペットらしい動きを取り入れてはどうか意見など質疑応答でいただいた質問や意見と成果発表フォームの回答から再度課題や解決手法を見直した。

(※文責: 西陽也)

発表技術についての評価

発表技術についての評価は 10 段階中 10 が最も多く、評価者の 31.4% が 10 の評価をした。次いで多いのが 8, 9 であるため、全体の 74.1% が高評価だった。評価のコメントでは、活動内容紹介の動画をアニメーションを用いて、視覚的に分かりやすいように工夫した点が多く挙げられた。また、質疑応答でのスムーズな司会進行についても同様に述べられた。

(※文責: 西陽也)

発表内容についての評価

発表内容についての評価は全体の 71.5% が高評価だった。評価のコメントでは、課題設定や課題解決までのプロセスを明確化できていたことなどが挙げられた。提案したプロダクト案で課題を解決できる整合性がとれており、製作目標のロボットの難易度も適切であると評価された。しかし、中間発表会時点では位置測位の具体的な方法が定まっていなかったため、iBeacon の電波受信で案内可能かを不安視するコメントもあった。

(※文責: 西陽也)

5.3.2 成果発表会

成果発表会は中間発表会と同様にオンライン上で行われた。本プロジェクトは、成果発表会では動画ではなく、Web サイトを作成し、そこに活動成果をまとめた。中間発表会よりも伝える情報量が増え、動画よりも情報が整理され、評価者が知りたい情報をすばやく分かりやすく提供できる点から Web サイトでの活動内容紹介を行った。また、中間発表会と同様に、想定される質問とそれについての回答をあらかじめ考え、スムーズな受け答えができるようにした。

(※文責: 西陽也)

発表技術についての評価

発表技術についての評価は高評価が 71.4% と中間発表と同様の結果であった。評価のコメントでは、質疑応答で受け答えがしっかりできていた点や Web サイトの詳細な説明が少なかった点が多く触れられた。特に内部システムの仕組みや実験についての詳細などをより詳細に記入すべきという意見が挙げられた。

(※文責: 西陽也)

発表内容についての評価

発表内容についての評価は高評価が 76.1% と中間発表と同様の結果であった。評価のコメントでは、ロボット特有の冷たさや親しみにくさを解消できた見た目や目標や課題を達成できていた点について触れられていた。一方で、ロボット型インタラクションとして、ロボットとユーザのインタラクションが少なく、機能を重視しすぎている点についても触れられていた。

(※文責: 西陽也)

5.4 今後の課題

今後の課題として、鳴き声の搭載とユーザとロボットのインタラクションを増やすことが挙げられる。モータ駆動音を緩和するために、豆柴の鳴き声が同時に再生されるようにスピーカーの搭載が必要である。また、鳴き声を搭載することで動物らしさが増し、より愛着がわくと考えられる。また、応用的な利用方法として、マイクを内蔵することで外部の環境音に応じた鳴き声を再生することでユーザインタラクションの増加と案内の補助的な機能になる。ユーザとロボットのインタラクションを増やす例として、ロボットの頭を撫でると尻尾を振って案内を開始することが挙げられる。ロボットの頭部に感圧センサを搭載し、撫でられたことを認識する。そして、感圧センサを外部入力として、ATOM Lite に認識させ、案内開始のトリガーにする。なぜなら、実装したロボットは案内の開始が ATOM Lite のリセットボタンで行っているため、ユーザ利用の観点では実用性に欠けるためである。ロボットの頭を撫でることで入力ができれば、インタラクションを促し、実用性も確保できる。また、頭を撫でるという行為はペットに対して行う自然な動作であるため、ユーザも違和感を持つことなくインタラクションができると考えられる。また、頭を撫でることで愛着がわき、さらに動物のように温かみのあるプロダクトになると考えられる。

(※文責: 西陽也)

第 6 章 グループ活動の振り返り

6.1 メンバ間のコミュニケーション

メンバ間のコミュニケーションとして、プロジェクト時間中のコミュニケーションは円滑であった。各個人が作業の状況や場を和ませるための雑談により、メンバ間との関係性をうまく保ちつつ、情報の共有が盛んに行われてた。しかし、反省点としてプロジェクト時間外での作業状況の確認がおろそかになっていた。長期休みなどでは、メンバ個人の進捗状況がわからず、活動の進捗に大きく差が出てしまっていた。改善点として、プロジェクトマネージャとなるメンバを決定し、進捗やスケジュールの管理を行うことが必要であった。また、毎週成果物をメンバでレビューを行い、進捗状況の共有と作業の再分担を行うことで、個人への負担を軽減する必要があった。

(※文責: 平戸翔)

6.2 作業分担

前期のグループ活動については、2. 3 節での割り当ての通り、それぞれがやるべきことを決め、学習に専念するようにした。そのため、特に問題はなく個々の作業に励んだ。後期のグループ活動については、最終的な振り分けを見ると、極端な分担になった。特にハードウェア設計の方では、それがはっきりと見られていた。これについては、メンバ間で作業の進捗状況の確認がおろそかになっていたことが挙げられる。また、ハードウェアは、作業を分担してしまうと、実際に 3D プリンタで作った時に多少の誤差が生まれたり、調整するのに時間がかかってしまうため、仕方がないことではあるが、多少工夫をすれば解決は可能であった。作業をする中で、コミュニケーション不足がはっきりと見られたことがある。自分の作業が終わったら何をすればいいのかを積極的に聞くことや、自分で何をすればいいのかを考えて発言することが作業中も少なかつたため、作業が一部に集中した。

(※文責: 平戸翔)

第7章 まとめ

7.1 本グループのまとめ

本グループでは、従来の案内ロボットから、動作速度の改善と温かみを与えるインタラクションを与えるロボットを製作することを目標としている。その成果として、前期では機構面では動物の単純な首の動きを再現することに成功した。具体的に首の機構の軸を増やすことで自然な動きを模倣することができた。本グループのテーマは新生児を対象とする触覚というロボットの強みを生かした、学生に愛されるロボットの製作であるため、動物らしい首の動きを製作できたことは大きな成果である。また、ロボットを持ち歩くという点でも、小型化をする必要がある。よって、通常より小さいサーボモータを使い、専用のサーボモータのアタッチメントをCADで作ることで、手のひらサイズまで小さくできると考えている。アプリケーション面では、専用のアプリを作り始め、アプリとArduinoの連携を目指して現在開発中である。中間発表での評価を確認したところ、はじめてロボットを見る人にとって見た目や機能面についても好印象であった。しかし、ロボットにする意義をさらに明確にしなければいけないという新しい課題を見つけることができた。後期では、中間発表で見つかったiBeaconの精度、ペットの質の向上やペットにする意義を明確にしなければいけないといった課題を解決していくために活動してきた中で、それぞれの担当の技術分野について学ぶことができた。また、今年もコロナウイルスの影響で対面でのプロジェクト活動があまりできなかったこともあり、オンラインでグループ全体のコミュニケーションの取り方や作業を進めることができた。作成当初に目標としていただかれからも愛されるロボットの作成は、外見は完成度が高く作ることができた。見た目以外の面ではさらに愛嬌を持たせるために鳴き声も入れることで、案内ロボットとして、だれからも愛されて、使われるものにできると考えている。機構面では、サーボ用のアタッチメントを小さくして、細かくパーツ分けすることでさらに小型化をすることができると考える。

(※文責: 平戸翔)

7.2 今後の展望

本グループの今後の展望として成果発表から得られた新たなアイデアをもとに以下の3つを取り上げ、改善を行う。まず1つはロボット自体の動きの改善である。2つ目は、案内するルートについての改善について。3つ目は、本ロボットの評価実験を行っていないため、評価し改善をする。

(※文責: 平戸翔)

7.2.1 ロボットの動き

ロボットの動きに関して、現状のロボットは学内の決められたルートを案内するのみとなっている。成果発表会でたくさんの意見をいただき、見た目が豆柴であるのにも関わらず、案内するだけなのは勿体ないというコメントを頂いた。グループ内で話し合った結果、見た目だけで温かみを与

Implementation of the robot-type interaction

えるのではなく、ロボットの動きでも人々に温かみを与えられるようなアイデアを考えることにした。追加のアイデアとして、鳴き声を追加することで、より豆柴らしさがでる。また、現状では、首と尻尾のみが上下左右に単純な動くだけであるため、より愛嬌のある動きの追加をする予定である。

(※文責: 平戸翔)

7.2.2 案内ルート

現状の案内ルートでは、成果発表会までにすべてのルートを作るのは不可能であったため、3階エントランスから1階にある食堂まで、3階エントランスから4階にあるC&D教室までと、特定のルートのみ案内となっていた。このままでは、案内ロボットとして成り立たないため、ルートを増やす必要がある。しかし、本学全体を案内しようとすると、大量のプログラムを書き込まなければいけない。現状だと、ATOM Liteという小さなモジュールを用いての開発のため、そのまま大量のプログラムを書き込むと処理しきれなくなってしまう、動き全体が遅くなってしまう恐れがある。そこで、前期で目標としていたアプリケーションを用いての案内に再度挑戦していく。したがって、内部のシステム自体を変える必要がある。基本的に前期で考えた案をもとにして製作を行う。まず、サーバに学内にあるiBeaconのUUID等の情報を書き込み、アプリケーション側で現在位置から目的地までのルートを最短距離で着くように計算する。その情報をロボット側に送るようにすれば、現状のモジュールで不可能であったことが可能になる。

(※文責: 平戸翔)

7.2.3 評価実験について

成果発表会の段階では、まだ評価実験は行っておらず、グループ内で使用してどう感じたかを話し合っただけであった。成果発表会は、オンラインで行われたため、話を聞きに来てくれた方々は触れない状況であったため、評価実験を行い、使用してどう感じたかを聞き、再度改善し、よりよい製作物にする。具体的には、成果発表会の段階で作成した本ロボットを用いて実験を行う。詳細として、ロボットの見た目の評価では、豆柴ロボットの触り心地についてや、実際に実物を見て豆柴らしさを感じられるか。ロボットの動きについては、本グループが当初から目的としていた、ロボット自体を見ず、触覚のみでの案内は可能になっているか、案内はわかりやすいかどうかを確認してもらおう。

(※文責: 平戸翔)

謝辞

松原克也准教授には学内にある iBeacon の使用について、ご相談いただき大変お世話になりました。心より感謝いたします。

教務課の西野由希子氏には、3D モデリングと裁縫・貼付のアドバイスをいただき、大変参考になりました。心より感謝いたします。

参考文献

- [1] 宮下 善太, 神田 崇行, 塩見 昌裕, 石黒 浩, 萩田 紀博. 顧客と顔見知りになるショッピングモール案内ロボット. 日本ロボット学会誌, 26 巻 7 号. 2008, pp.821-832
- [2] 田中 康皓, 吹田 夏樹, 入江 寿弘, 新宮 清志. 展開車輪を使った階段昇降ロボットの昇降制御 - 階段昇降での展開量操作による制振と傾斜角の調整 -. 第 40 回情報・システム・利用・技術シンポジウム 2017, 40 巻. 2017-12, pp.167-170.
- [3] 山口 優, 猪瀬 覚, 松井 雅宏, 大串 智美, 元木 真也, 上坂 晋平. 駅案内ロボットの開発と実証実験. 掲載誌 鉄道サイバネ・シンポジウム論文集 56. 2019-11, p.6.

付録 A 相互評価

課題解決過程で分担し、前期の活動について互いに客観的に評価した。

三上彰護

- ポスター制作や動画編集など自ら率先して取り組んでくれて、メンバが困っているときも一緒に調べてくれた。また、グループの方針を決めたりなど、司会進行を進んで行ってくれた。
- 中間発表でのメインポスター制作や紹介動画の作成、各活動でのまとめ役として、チームのために動いてくれた。
- 授業時間外での調べ作業やグループをまとめる、動画制作など様々なところで動いてくれたおかげで、作業の進みが早くなったと感じた。アドバイスとして何か決断するとき、迷いながらだとメンバも不安に思うため、はっきりとこうすると言ったほうがいいかなと思った。

村井優斗

- 初めて扱う言語でも図書館で本を借りたり、調べながら勉強したり、プロジェクト学習に積極的に取り組んでいた。
- 最初に BLE などの知識が必要になったときにライブラリーで資料を見て率先して勉強し、チームの意見をより良いものにしようと議論することができた。
- 積極的なコミュニケーションと文献探しなどで多くの知見と解決案を出し、グループ全体の意識向上に繋がった。

西陽也

- 首の機構のプロトタイプにいち早く取り組んでくれたので、機構の作り方の構想について、とても良いアイデアを出し合うことができた。
- 多くの面でサポートしてくれたおかげで、グループ全体の話し合いと方向性についてまとめてくれた。また、ハードウェアの設計についても熱心に考察してくれた。
- サーボモータの動きなどについて、ただ作るだけでなく、作ってみて、今後どのようなことが起きそうかなど、考察も行えたおかげで、考えるべきことが何なのか理解できたのでよかった。何か作業するとき、これをするなど、報連相をやったほうが良いと感じた。

平戸翔

- fusion360 の勉強を 1 人でもしっかり行っていた。アイデア出しのときは積極的にアイデアや意見を出していて、構想を考えるとときに議論が捗った。
- 初めて行うの技術についても積極的に学習し、また新たな技術習得への意欲を示してくれた。そのおかげで、アイデアや構造を考える際に助かった。
- CAD の技術について、積極的に技術習得し、実際にプロトタイプ作成をしていて、考察もしてくれたおかげで、考えるところも増えた。もっと積極的に自分の意見を出してもいいのかなと感じた。

付録 B 中間発表で使用したポスター

Project10

ロボット型ユーザーインタラクションを創る

- これから必要とされる技術である店員 / 案内ロボットを未来大で作り育てる -

Implementation of the robot-type interaction

- Creating and nurturing clerk / guidance robots, which are the technologies that will be needed in the future, at FUN -

Group A 友貞雄介 本間陽生太 三浦颯太 Yusuke Tomosada Youta Horima Sota Miura	Group B 高澤佳乃 金野文哉 藤田珠海 吉本聖 Yoshino Takazawa Fumiya Konno Sukai Fujita Hiji Yoshimoto	Group C 西陽也 平戸翔 三上彰護 村井優斗 Nishi Haruya Kakeru Hirato Shogo Mikami Yuto Mural	担当教員 / Coaches 三上貞芳 鈴木昭二 高橋信行 山内翔 Sadayoshi Mikami Sho'ji Suzuki Nobuyuki Takahashi Sho Yamauchi
---	--	--	--

背景 background

ロボットプロジェクトは、0からロボットを作成することを目的として活動している。昨今のコロナ禍により、店員・案内ロボットの需要が増加しているが、機能重視により安定感とインタラクションの温かさが足りない。そこで今年度は、シンプルで温かいインタラクションを与える店員・案内ロボットの作成に取り組んでいる。

The Robot Project aims to create a robot from scratch. Due to the recent Corona disaster, the demand for store clerk/guidance robots has been increasing, but due to the emphasis on function, they lack stability and warmth of interaction. Therefore, this year, we are working on creating a store assistant/guide robot that provides simple and warm interaction.



Group A

視覚障がい者に向けた学内における位置情報の提示・トイレの案内を可能とする、装着型ロボットの製作

We will create a wearable robot that informs the visually impaired of their location on campus and guide them to the restroom.

手で持つ、肩に置くといったウェアラブルロボットでは手が塞がったり、音を聴くために邪魔となるため、視覚障がい者にとって使いづらいものである。そこで、学内のビーコンを利用して音声案内の機能を持ったベルト装着式のウェアラブルロボットを考案する。

Wearable robots that can be held by hand or placed on the shoulder are difficult for the visually impaired to use because such a wearable robots block their hands or interfere with their ability to listen to sound. Therefore, we devised a belt-mounted wearable robot with voice guidance function using beacons at FUN.



協力：函館視力障害センター

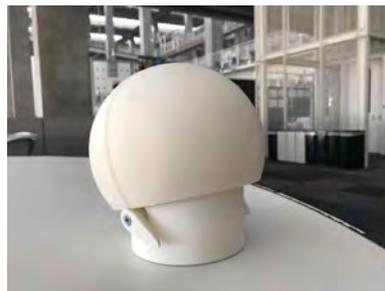
Group B

お店にロボットがいることのあたりまえを実現する第一歩となるような、シンプルな構造の店員ロボットの製作

We will create a clerk robot with a simple structure that would be the first step to realize the "natural" of having a robot in the store.

店員ロボットは未だ普及していないという現状がある。このことから、単なる癒しロボットではなく、きちんと「接客」を行うことを目的とした、徹底的にシンプルかつ、実用に耐えられるロボットの作成を目指す。

The present situation is that clerk robots are not yet widely used. From this, we aim to create a robot that is thoroughly simple and can withstand practical use, with a goal of properly "customer service" rather than just a therapeutic robot.



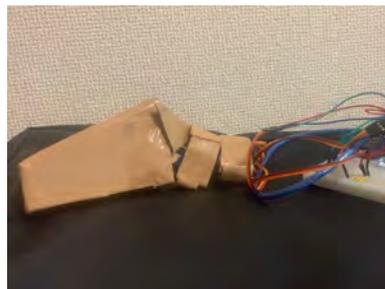
Group C

新入生を対象として、首や尻尾で目的地まで案内する、かわいい手乗り型ロボットの製作

We will create a cute wearable robot which guides freshmen in the campus by its neck and tail.

専用のアプリで目的地を選択し、学内のビーコンから得た位置情報から首や尻尾で目的地や曲がる方向を指示する。また、犬のぬいぐるみのような外見でペットのかわいらしさを手乗りサイズで表現する。

Our robot obtains location information from beacons in the campus, then it indicates destinations and turning directions with its neck and tail. This robot also expresses the cuteness of a pet in a hand-held size with an appearance like a stuffed dog.



付録 C 成果発表会で使用したポスター

Project10



ロボット型ユーザインタラクションを創る

- これから必要とされる技術である店員 / 案内ロボットを未来大で作り育てる -

Implementation of the robot-type interaction

- Creating and nurturing clerk / guidance robots, which are the technologies that will be needed in the future, at FUN -

Group A

友貞雄介 本間陽生太 三浦颯太
Yusuke Tomesada Yuto Honma Sota Miura

Group B

高澤佳乃 金野文哉 藤田珠海 吉本聖
Yoshino Takazawa Fumiya Konno Sukai Fujita Hiji Yoshimoto

Group C

西陽也 平戸翔 三上彰護 村井優斗
Haruya Nishi Kakeru Hirato Shogo Mikami Yuta Murai

担当教員 / Coaches

三上貞芳 鈴木昭二 高橋信行 山内翔
Sadayoshi Mikami Shoji Suzuki Nobuyuki Takahashi Sho Yamauchi

背景 background

今年プロジェクトでは、温かみを重視した、シンプルなロボット制作をコンセプトとし、未来大独自でソフトおよびハードの開発とロボット型ユーザインタラクションの実用化に取り組んだ。主な取り組みとして、一つは昨年から続けていた店員ロボットをノウハウを活かし、製品化を目標に活動した。もう一つの取り組みでは、本学が迷いやすいことから新入生向けと障がい者向けの案内ロボットを新たに制作した。

This year's project was based on the concept of creating a simple robot with an emphasis on warmth, and we worked on the development of software and hardware as well as the practical application of robotic user interaction at Future University Hakodate. One of the main initiatives was to commercialize the clerk robot that we had been working on since last year, using our know-how. Another initiative was the creation of a new guide robot for freshmen and the visually impaired, as our university is a place where it is easy to get lost.



Group A

視覚障がい者に向けた学内における位置情報の提示を可能とする、装着型ロボットの制作

We created a wearable robot that informs the visually impaired of their location on campus.

手で持つ、肩に置くといったウェアラブルロボットでは手が塞がったり、音を聴くために邪魔となるため、視覚障がい者にとって使いづらいものである。そこで、学内のビーコンを利用して音声案内の機能を持ったベルト装着式のウェアラブルロボットを考案した。

Wearable robots that can be held by hand or placed on the shoulder are difficult for the visually impaired to use because such a wearable robots block their hands or interfere with their ability to listen to sound. Therefore, we devised a belt-mounted wearable robot with voice guidance function using beacons at FUN.



Group B

お店にロボットがいることのあたりまえを実現する第一歩となるような、シンプルな構造の店員ロボットの制作

We created a clerk robot with a simple structure that would be the first step to realize the "natural" of having a robot in the store.

店員ロボットは未だ普及していないという現状がある。このことから、単なる癒しロボットではなく、きちんと「接客」を行うことを目的とした、徹底的にシンプルかつ、実用に耐えられるロボットの制作を行った。

The present situation is that clerk robots are not yet widely used. From this, we created a robot that is thoroughly simple and can withstand practical use, with a goal of properly "customer service" rather than just a therapeutic robot.



Group C

新入生に向けた首や尻尾で目的地まで案内をする、かわいい手乗り型ロボットの制作

We created a cute wearable robot which guides freshmen in the campus by its neck and tail.

本学が迷いやすいということから、特に迷いやすい新入生をターゲットにしてロボットを制作した。また、誰からも愛され親しみを持たせるために、手乗りサイズの柴犬をモチーフとした。

Since our university is a place where it is easy to get lost, we created a robot targeting new students who are especially prone to getting lost. The motif of the robot was a hand-held Shiba Inu in order to make it familiar and loved by everyone.

