

公立はこだて未来大学 2022 年度 システム情報科学実習 グループ報告書

Future University Hakodate 2022 Systems Information Science Practice

Group Report

プロジェクト名

DLITE: デジタル技術で境界なく人々の生活を支援する

Project Name

DLITE: Supporting people's lives without boundaries with digital technology

グループ名

グループ D ～聴覚障がい者向け音方向通知デバイス～

Group Name

Group D ～Sound direction notification device for the hearing impaired～

プロジェクト番号/Project No.

21-D

プロジェクトリーダー/Project Leader

赤石征也 Seiya Akaishi

グループリーダー/Group Leader

塚本拓実 Takumi Tsukamoto

グループメンバ/Group Member

対馬青 Sei Tsushima

指導教員

三上貞芳 伊藤精英

Advisor

Sadayoshi Mikami Kiyohide Ito

提出日

2022 年 1 月 19 日

Date of Submission

19th January, 2023

概要

障がい者は一部の感覚や身体機能が使えないことによって、日常生活において、利用できないサービスや装置があり、不便を感じることもある。また、危険な状況に置かれることがある。本プロジェクトでは、これらの問題を解決するために、視覚障がい者や聴覚障がい者が抱える問題を当事者目線で検討し、「視覚や聴覚に頼れない状況でみんなが役に立つ実用的な支援システムの開発」を行うことをコンセプトとしている。プロジェクト名の DLITE とは、「comfortable Daily Life TEchnologies for all」の略である。本グループでは、このコンセプトをもとに、聴覚障がい者を支援の対象とし、音の情報を音以外の手段で伝達するデバイスの開発をテーマとした。聴覚障がい者は、日常生活において、音に頼ることができないことにより、「音による危険の通知」や、人の話し声を察知することができないといった問題を抱えている。本グループでは、これらの問題を解決し、場所や時間を問わず安全・便利に生活を送るための支援をするウェアラブルデバイスの検討・開発を目的とした。前期活動では、最初に先行研究の調査、環境構築、必要な電子部品の検討などを行った。そして、聴覚障がい者向けの音方向通知デバイスの通知手段や検知範囲といった構想を練りながら、いくつかのプロトタイプを制作して有用性の検討を行うことが主な活動となった。最後に、その進捗を意見交流会や中間発表会で発表した。後期活動では、9月に防災意識を高めるイベントである「防災マルシェ」に参加した。そして、前期活動で方針として決定したサーボモータにより通知するデバイスの開発と、特定の音を検知するための開発を進めた。11月には、2人の聴覚障がい者の方へのインタビューを行った。そこで実際にデバイスを使用してもらい、いくつかのアドバイスを受けた結果、通知方法などの開発の方針を大きく変更しなければいけないことがわかった。しかし、開発時間は限られていたため、検知する音を「救急車のサイレン」に絞り、その方向を振動とディスプレイ表示によって通知するデバイスの開発を進めた。そして、プロジェクト交流会を経て、成果発表会を行った。

キーワード 聴覚障がい者, 境界のない支援, Seeeduino Xiao, 危険通知, 読話支援

(※文責: 塚本拓実)

Abstract

People with disabilities may experience inconvenience in their daily lives due to the inability to use some sensory or physical functions. They may not be able to use certain services or devices or face dangerous situations due to their disabilities. In order to solve these problems, this project examines the problems faced by the visually impaired and hearing impaired from the perspective of the people concerned, and its concept is to "develop a practical support system that is useful for everyone in situations where they cannot rely on their vision or hearing. The project name DLITE stands for "comfortable Daily Life TEchnologies for all. Based on this concept, the theme of this group was to develop a device to communicate sound information by means other than sound, with the hearing impaired as the target of support. Hearing-impaired people have problems in their daily lives, such as not being able to detect danger alerts through sound and not being able to hear the voices of people around them, due to their inability to rely on sound. The purpose of this group was set to study and develop a wearable device that solves these problems and helps people live safely and conveniently regardless of place or time. In the first semester, we first surveyed previous research, built an environment, and examined the necessary electronic components. Then, we set the main activity to develop the concept of "a sound direction notification device" for the hearing impaired, such as notification means and detection range, while producing several prototypes and examining their usefulness. Finally, we presented the progress was at opinion exchange meetings and interim presentations. In the second semester, the group participated in the "Disaster Prevention Marche," an event to raise awareness of disaster prevention, in September. In November, we interviewed two hearing impaired people. There, we asked them to try our prototype and received some advice, which led us to realize that we needed to make major changes in the development policy, such as the notification method. However, since development time was limited, we concentrated on the detection of "ambulance sirens". As the result, we developed a device that notifies the user of the direction of the sirens by vibration and display. Then, after a project exchange meeting, a presentation of the results was held.

Keyword Hearing impaired, Boundaryless support, Seeeduino Xiao, Danger notification, Lip reading support

(※文責: 塚本拓実)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	聴覚障がい者が抱える問題	1
1.3	先行研究	1
1.3.1	Ontenna (オンテナ)	2
1.3.2	音源方向を示す光提示機器による聴覚障がい者の複数人対話支援	2
1.3.3	車載マイクロフォンによる緊急車両の存在と方向検知システム	2
1.3.4	dsPIC マイコンを用いた救急車のサイレン音の検出	3
1.3.5	その他の参考にした研究	3
1.4	目的	3
1.5	課題	3
第 2 章	前期活動	5
2.1	環境構築	5
2.2	センサ	5
2.2.1	音方位センサ基板の紹介	5
2.2.2	使用方法	6
2.3	利用した技術	7
2.3.1	Arduino IDE	7
2.3.2	3D プリンタ	7
2.4	通知手段の検討	7
2.4.1	LED による通知	8
2.4.2	振動モータによる通知	8
2.4.3	MR ヘッドセットによる通知	10
2.4.4	ファンの風圧による通知	11
2.4.5	サーボモータによる通知	12
2.5	検知範囲の検討	13
2.6	意見交流会	13
2.7	中間発表会	13
2.7.1	評価	13
2.7.2	評価内容を踏まえた反省	15
第 3 章	後期活動	17
3.1	防災マルシェ	17
3.2	聴覚障がい者の方へのインタビュー	18
3.2.1	インタビューに向けた事前準備	18
3.2.2	片耳が聞こえない方へのインタビュー	19
3.2.3	両耳難聴の方へのインタビュー	20

3.3	腕装着型デバイスの開発	20
3.4	成果物	21
3.5	意見交流会	22
3.6	成果発表会	23
	3.6.1 評価	23
	3.6.2 評価を踏まえた反省	26
第 4 章	今後の課題と展望	27
4.1	誤検知の抑制	27
4.2	環境・地域による音変化への対応	27
4.3	音方向の検知手段の再検討	27
4.4	スマートウォッチのアプリ化	28
第 5 章	まとめ	29
付録 A	中間発表ポスター	30
付録 B	最終発表ポスター	31
	参考文献	32

第 1 章 はじめに

1.1 背景

障がい者は一部の感覚や身体機能が使えないことによって、日常生活において、利用できないサービスや装置があり、不便を感じることもある。また、危険な状況に置かれることがある。本プロジェクトでは、これらの問題を解決するために、視覚障がい者や聴覚障がい者が抱える問題を当事者目線で検討し、「視覚や聴覚に頼れない状況でみんなが役に立つ実用的な支援システムの開発」を行うことをコンセプトとしている。プロジェクト名の DLITE とは、「comfortable Daily Life TEchnologies for all」の略である。本グループにおいては、このコンセプトをもとに、聴覚障がい者を支援の対象とし、音の情報を音以外の手段で通知するデバイスの開発をテーマとした。

(※文責: 塚本拓実)

1.2 聴覚障がい者が抱える問題

聴覚障がい者は、日常生活において音に頼ることができないことにより、いくつかの問題を抱えている。

まず、「音による危険の通知」を察知することができないことがある。日常生活において、自動車のクラクションや地震など各種の警報音、動物の威嚇といった、音で危険を察知しなければならない状況は多い。また、周囲の人が危険を伝えてようとしても、視野外の発話には気付くことができない。そのため、聴覚障がい者は、緊急時に非常に危険な状況に置かれる。

次に、会議などの複数人での対話時においてもいくつかの問題を抱えている。聴覚障がい者は、手話がない場合に、話し手の唇の動きや表情から状況を推測して話の内容を読み取る「読話」を使用する。しかし、複数人の対話においては、素早い話者の遷移が起こるため、それを追従し、読話を行うことは困難である。さらに、近年のコロナ禍によるマスク着用の生活様式において、人の表情や口の動きを読み取ることができないことにより、発話の認識をしにくく、「読話」はより困難になる。また、複数人での対話時には誰が発話しているのかがわからないという問題がある。

(※文責: 塚本拓実)

1.3 先行研究

聴覚障がい者を支援するためのデバイスや先行研究はいくつかある。ここでは、参考にした製品デバイスと研究を 4 つ紹介する。

(※文責: 塚本拓実)

1.3.1 Ontenna (オンテナ)

富士通の製品「Ontenna (オンテナ)」である [1]。これは、髪の毛やえり元に身に付け、周囲の音を検知して振動と光で音の特徴を伝えるユーザインターフェースである。60~90dB の音を拾い、256 段階の振動と光の強さに変換し、音源の鳴動パターンをリアルタイムに変換することで、音のリズムやパターン、大きさを知覚することができる。音の検知範囲の設定は 80db~90db のものと、60db~90db の 2 種類があり、80db 以上の設定では、救急車のサイレンといった、大きな音を検知し、60db 以上の設定は人の話し声程度の大きさで、教室ぐらいの広さの室内で使うことが想定されている。

この Ontenna は、プロジェクトの担当教員が所持していたため、実際に使用することができた。実際に使用してみて、いくつかの問題点が挙げられた。まず、通知を受けた際に、その方向を咄嗟に判断できないことである。複数の人が居る場においては、周りで誰かが発話した際に、どの方向の人が発話したのかを判断できない。そして、音を連続的に検知し、振動し続けてしまうと、音の大きさの変化に応じた振動の変化を認識しにくいことも問題として挙げられた。

(※文責: 塚本拓実)

1.3.2 音源方向を示す光提示機器による聴覚障がい者の複数人対話支援

「音源方向を示す光提示機器による聴覚障がい者の複数人対話支援」という研究である [2]。これは、卓上に置いて使用するデバイスで、4つの単一指向性マイクが4方向に向けて搭載されている。各マイクが音を拾って、音の強さを相対比較することで音の方向を推定し、その情報を LED の発光で視覚的に示すというものである。この方向指示器を聴覚障がい者が使用した対話実験によって、聴覚障がい者が会議のような複数人での対話を行うときに、人が喋り出すタイミングの合図として活用できたいことや、話者が素早く移り変わる中でその追従を支援することができていたという研究結果が挙げられた。

(※文責: 塚本拓実)

1.3.3 車載マイクロフォンによる緊急車両の存在と方向検知システム

発行が 2004 年と古い情報ではあるが、車載マイクロフォンによる緊急車両の存在と方向検知システム [3] で行おうとしていたことは、音の方向を検知しユーザに伝えるデバイスを作るという前提である、我々のグループにとって非常に参考になる。2本のマイクロフォンによる緊急車両の方向検知という手法を提案しており、マイクロフォンが受け取った音の音圧差と、音の到達時間を複合的に利用し音方向の検知を実現している。さらに、マイクロフォンを2本搭載したことはサイレンの検知率向上にも寄与している。受け取った音信号を周波数の値ごとに分解することでサイレンの検知を実現しているが、単一のマイクのみを搭載した場合、緊急車両の検知率は 70 % である。一方車体の左右にマイクを搭載することで、検知率は 100 % まで上昇する。執筆者の推測では「緊急車両のサイレン音が直接マイクロフォンに到達するという前提でシステムを構築したため、マルチパス現象に対応できていなかったことが原因」であるが、これは回析した音を対象とした周波数解析が難しい場合があることを示している。

(※文責: 対馬青)

1.3.4 dsPIC マイコンを用いた救急車のサイレン音の検出

dsPIC マイコンを用いた救急車のサイレン音の検出 [4] では、車載マイクロフォンによる緊急車両の存在と方向検知システム [3] で実現されていた緊急車両のサイレン音の検出について、その手法を詳しく解説している。検知のためのアルゴリズムとして高速フーリエ変換を用いており、その結果として出力された周波数ごとの強さを元に、960Hz と 770Hz を 1.3 秒周期で繰り返すという特徴が出ているかを判定する。この論文ではドップラー効果についても触れられており、救急車と一般の車両が互いに 100km/h で近づくととき周波数が 1.178 倍となると述べられている。救急車を検知しなくてはならない状況は、接近しているときのみのため、周波数が低くなる状況を検出対象から除外しているなど、サンプリング定理に基づき 2400Hz と低い標本周波数で検出を実現しているなど、マイコンの処理能力を考えた工夫が随所に見られる。

(※文責: 対馬青)

1.3.5 その他の参考にした研究

今まで紹介してきたもの以外にも、調査した論文がいくつかある。住宅周辺における非日常音検知技術の適用と評価 [6]、サブバンドピークホールド処理を用いた音源方向推定法 [7]、サラウンド音響における MUSIC 法を用いた仮想音源位置の方向推定に関する検討 [8] などを参考にしたが、我々のグループの方向性や技術的に高度であったなどの理由から、制作物に活かすことはできなかった。

(※文責: 対馬青)

1.4 目的

本グループでは、聴覚障がい者が日常生活において、音に頼ることができないことにより抱えるいくつかの問題を解決し、安全・便利な生活を送るための支援をするデバイスの検討・開発を目的としている。具体的には、「音による危険の通知」を音以外の手段を用いて通知すること、会議などの複数人での対話時における「読話」の支援、マスク着用の生活様式における発話の認識の補助を行うことなどを主な目的とした。

(※文責: 塚本拓実)

1.5 課題

安全・便利な生活を送るための支援をするデバイスの検討・開発という目的を達成するためには、情報処理演習 II の講義で得た開発技術や、ロボットの科学技術で得たセンサに関する知識などを活用していく必要がある。目的として挙げた「音による危険の通知」を音以外の手段を用いて通知すること、会議などの複数人での対話時における「読話」の支援、マスク着用の生活様式における発話の認識の補助を行うためには、音の有無に加えて、360 度から到来する音の鳴る方向の情

DLITE: Supporting people's lives without boundaries with digital technology

報を通知することが必要となる。そこで、音をマイクロホンで拾い、音の鳴る方向を特定するためにその情報を角度情報として出力する機構の検討・開発が最初の課題となる。次に、出力された角度情報を着用者にわかりやすく快適に通知する方法の検討・開発を行い、装着していて違和感や不快感のないウェアラブルデバイスのデザインを検討していくことも課題となる。

(※文責: 塚本拓実)

第 2 章 前期活動

前期活動では先行研究などの調査から、人の声やクラクションといった音の方向を通知するウェアラブルデバイスの開発を目標として設定し、通知手段や検知範囲といった構想を練りながら、いくつかのプロトタイプを制作し、その有用性を検討した。

(※文責: 塚本拓実)

2.1 環境構築

目的がウェアラブルデバイスの作成ということで、使用するマイコンを Seed 社が開発している Seeduino xiao に定めた。このボードは低電力の Arduino 互換マイクロコントローラである Arm Cortex-M0+ を搭載し、20mm × 17.5mm と非常に小型でありながら IO ピンを 14 本搭載している。Wi-Fi や Bluetooth といったワイヤレス通信には対応していないが、スマートフォンとの連携といった機能を必要としていないため、今回の目的に合致していると考えた。

使用言語として、Seeduino xiao 上で動作する知名度の高い言語が Arduino か micro python の 2 つ存在する。どちらを使うかの選択を迫られた結果、我々は Arduino を選択した。理由として授業での開発経験があるため学習コストが低いことと、複数のセンサを使用する可能性があるため、ライブラリやインターネット上の記事が充実している Arduino がより適していると考えたためである。

(※文責: 対馬青)

2.2 センサ

今回はユーザの耳の代わりとして、音の検知と音の方向の計算を行えるセンサを用意する必要がある。複数のマイクの入力を管理し、音を受け取った時間差によって音方向を算出するのが現実的な手段であり、1.3.2 で記述した 4 つの単一指向性マイクを組み合わせて音の方向を検知する技術を使用できるのではないかと考えた。この方法でマイクロホンを複数組み合わせ制作しようかと考えたが、既成品で要件を満たせるため今回はモジュールを購入した。

(※文責: 対馬青)

2.2.1 音方位センサ基板の紹介

音の方向を検知するセンサとして、Switch Science で販売されている音方位センサ基板を使用する [10]。これは基板上に配置された 4 つのマイクが受け取った音の時間差を計算し、音方向を出力するセンサ基盤である。1 秒間に 5~6 回の測定が可能で、22.5 度~30 度程度の角度分解能力があるため、今回の使用に十分耐えうると判断した。

(※文責: 対馬青)

2.2.2 使用方法

音方位センサ基板は、Github 上の公式サポートページ [11] で詳細な技術解説と使い方の説明がなされているため、リポジトリを参照しながら作業を行えば簡単に使用することができる。搭載されているマイクロプロセッサ STM32F411 に書き込まれていると思われるコードから PCB 基板のガーバーデータまで、センサ基板を制作する上で必要な情報すら全て揃っている。技術的使用についても透明性が高く、不明な点があってもすぐに解決することができるだろう。

実際の使い方としては、i2c 通信でマイコンと接続する。4つのマイクで集音はしたセンサ基板上の STM32F411 で処理され、音の大きさと推定された音方向を書き起こしたものを i2s 経由で送信しているため、Arduino で記述すべきプログラムはそれを受け取る部分だけである。さらにそれを実現する Arduino で記述されたサンプルプログラムが Github 上に公開されているため、使用方法がわからず困ることはまずない。



図 2.1 音方位センサ基盤

(※文責: 対馬青)

2.3 利用した技術

2.3.1 Arduino IDE

Arduino は多数の IO ポートを備えたワンボードマイコンであり、扱いの容易さからプロトタイプングにおいて大いに活躍する。特筆すべきは Arduino UNO をはじめとした Arduino 公式のボードだけでなく、ESP32 や M5Stack、Raspberry PI pico といった、広い範囲のマイコンモジュール上で Arduino と同様の言語で開発したプログラムを実行することができる。こういった特性から利用者が多く、ライブラリや解説記事が充実しているというメリットもある。

(※文責: 対馬青)

2.3.2 3D プリンタ

デバイスの作成に際して、Fusion360 でモデリングを行い、それを 3D プリンタで印刷することで筐体の作成を行う。この方式を採用した理由として、アクリル板といった素材を加工するよりも高速に、柔軟な形を制作できることが挙げられる。前期のプロトタイプデバイス制作においても、数時間で筐体の作成が可能となるため検証の速度を上昇させることができた。

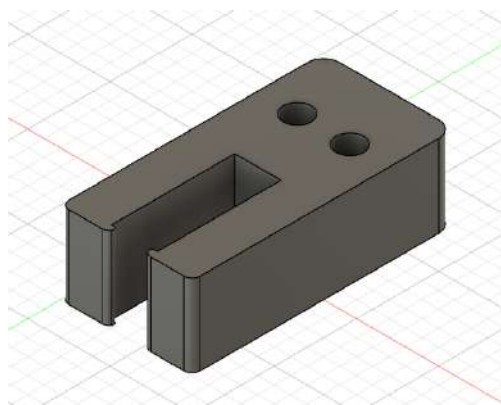


図 2.2 LED を固定するパーツ

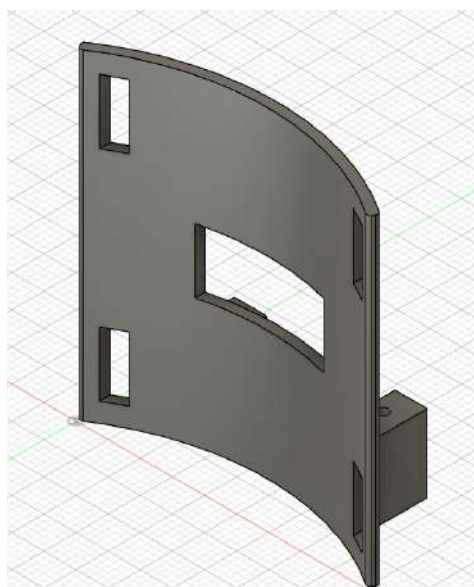


図 2.3 サーボモータを固定するパーツ

(※文責: 対馬青)

2.4 通知手段の検討

音方位センサで得た音の方向をユーザに伝える手段として、振動モータ、MR ヘッドセット、ファンによる風圧、サーボモータなどの案が上がった。聴覚機能の代替として考えた場合

1. 通電からユーザが気づくまでにかかる時間が短いこと
2. 複数個配置した場合に、どの方向が反応しているのかすぐに気付けること

という2つが必要条件として挙げられる。これらの条件を踏まえて、音方位センサと環境構築が容易な M5StickC Plus 各手段の考察を行っていった。

(※文責: 対馬青)

2.4.1 LED による通知

ユーザの視界内で LED を点灯させることで、視覚情報として音の鳴っている方向を通知することを検討した。実際には野球帽のような形状の帽子のつば両辺に LED を配置し、それらが点灯することで左右どちらから音が鳴っているのかを知らせるという案でプロトタイプを作成した。この方法のメリットとして、視覚的に情報を伝えるのでデバイスが動作してからユーザが認知するまでのタイムラグが少ないと考えられること、検知した情報をユーザが誤認識しづらいことが挙げられる。一方で実際に使用してみると、視界の端で LED が点灯していると少し不快感があること、帽子のつばが視野を専有することなどのデメリットも浮かび上がってきた。聴覚機能を補うために視覚を遮るというのは本末転倒であるため、この案の採用は見送りとなった。

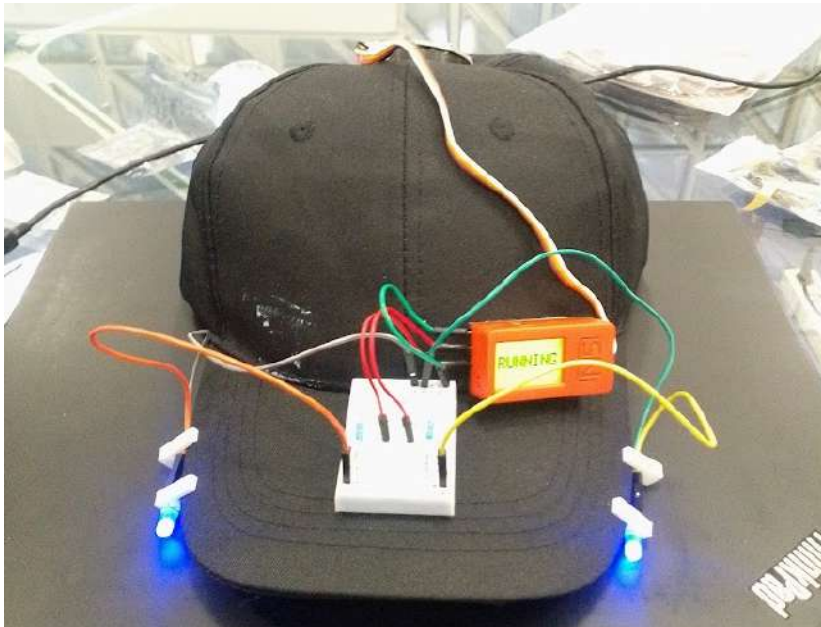


図 2.4 LED による通知デバイス

(※文責: 対馬青)

2.4.2 振動モータによる通知

直径 10mm のブラシレス振動モータを用いて振動モータによる通知の検証を行った。帽子の側面に 4 つ配置し、肌に密着させる形で動作させたが、実際に動かしてみると振動時の不快感が強いという声が検証対象のユーザ全員から挙がった。さらに、どの方向の振動モータが震えているのかの判断が難しいという問題も浮上してきている。この結果から振動モータは今回の要件にそぐわないと結論を出した。

また、グループの立ち上げ段階で担当教員から「振動モータによる通知は不快感がある上に、慣れによってユーザが気づきにくくなってしまう」という話をされていた。そのため振動モータでの

通知は検証程度に留めるとともに、それ以外の通知手段の検討に注力した。

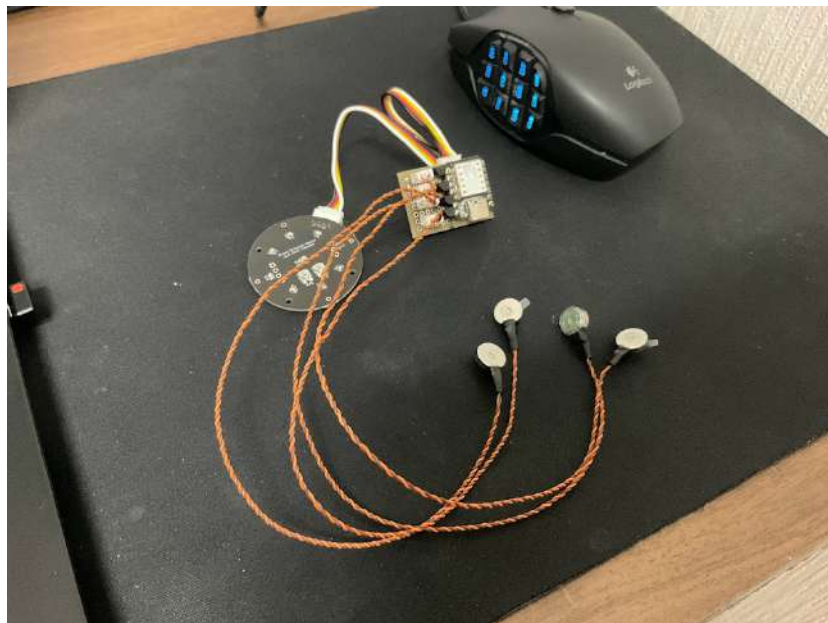


図 2.5 振動による通知を実現する回路

(※文責: 対馬青)

2.4.3 MR ヘッドセットによる通知

MR ヘッドセットのによる通知は、Holo Lens 等のヘッドマウント型 MR デバイスを使用し、音情報を視覚的に伝える方法である。この方法は視覚を用いるため、ユーザに情報が伝わる速度、音方向を正確に伝えられるという点から今回の目標に合致しているように思えた。しかし MR ヘッドセットは発展途上の技術であり、デバイスの単価が高額であること、開発に必要なライブラリが少数であることなどの問題があった。現実的な案としては Oculus Quest2 のパススルー機能を使用し、カメラで取得した映像の上に音方向の情報を投影するというものが挙げられる。とはいえ重量が 500g を超えるヘッドセットを常時装着するというのはユーザに負荷がかかる方法であり、なおかつ Oculus Quest2 のパススルー機能で出力される映像はモノクロである。よって検証を行わずに採用を見送った。



図 2.6 MR ヘッドセットとしても使える Oculus quest 2

(※文責: 対馬青)

2.4.4 ファンの風圧による通知

ファンによる風圧による通知は、振動モータの問題だった動作時の不快感を緩和できると考えた。そこで、1つの耳に2つのファンを配置し、右耳の前後、左耳の前後という形で4方向を伝達が可能なか確かめるために、直径15mmの小型ファンを用いて、風を耳に当てることでユーザーが気がつくのかという検証を行った。その結果、小型ファンでは風圧が弱く、伝達速度以前にそもそも風圧に気付くことができなかった。



図 2.7 風圧による通知デバイス

(※文責: 対馬青)

2.4.5 サーボモータによる通知

サーボモータによって、肌の一部を押し込むことでユーザに情報を通知する検証を行った。ここでは、二の腕にサーボモータを固定し、ユーザの肌を押し込むように動作させることで気づくかという検証を行った。大音量で音楽を流したヘッドホンを装着した被験者に対し、サーボモータを20秒の感覚でランダムに動作させ、肌が押された感覚があったらボタンを押してもらおう、という実験を行った。その結果ユーザがサーボモータの動作を確実に検知できることがわかり、なおかつ通電からユーザが気づくまでの時間が平均0.6秒程度であった。この案であれば十全に情報をユーザに伝達できるとわかったため、今後はサーボモータを用いた伝達手段を主軸に開発を進めていく。また、サーボモータ自体がウェアラブルデバイスに組み込むという観点から見ると比較的大きいため、装着していて邪魔にならない身体の部位を引き続き考察していく必要がある。

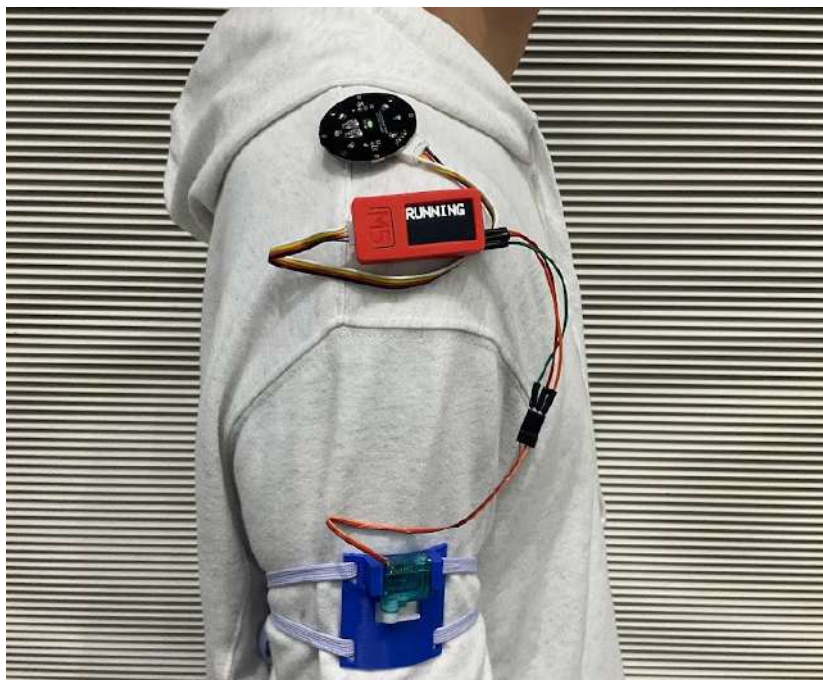


図 2.8 サーボモータによる通知

(※文責: 対馬青)

2.5 検知範囲の検討

音方位センサを使用した際に、反響した音を拾ってしまうという問題が挙げられた。その対策として、本デバイスを使うタイミングによって音の検知範囲を前方、後方に切り替えるという案が挙げられた。複数人で会話をしている状況を想定するのであれば、後方からの声は想定する必要がない。車を警戒するとしても、前方はユーザの視界内なので本デバイスがユーザに通知する必要はない。よって、「複数人で会話するときのための前方感知モード」、「車のエンジン音などを感知する広報感知モード」の2つのプリセットを作り、適宜切り替えるべきだという結論に至った。

(※文責: 対馬青)

2.6 意見交流会

2022年6月8日に、プロジェクト No.13 ロボット型ユーザインタラクション - これから必要とされる技術である店員/案内ロボットを未来大で作り育てる -との交流会を行った。この交流会では、両プロジェクトで出た開発案をプレゼンテーション形式で発表し、意見を出し合うことで既存の案を改善することや、新たな案を練ることを目的とした。両プロジェクトのグループ毎に複数回交流を行い、様々な意見や感想を聞くことができた。本グループには主な意見として、従来の補聴器のようにデバイスの外見によって、装着者を見た人が装着者を障がい者であると認識できるデザインとするのか、認識できないデザインとするのかを検討するべきだという意見が挙げられた。

(※文責: 塚本拓実)

2.7 中間発表会

2022年7月8日に、全プロジェクトが参加する中間発表会が、大学構内で行われた。

中間発表の目的は、自分たちのプロジェクトの現状を率直に報告し、他のプロジェクトの状況を知ることで、今後のプロジェクトの進行に役立てるための、「各プロジェクト間の交流」である。発表の対象は、他のプロジェクトの学生だけでなく、学外からの来客、教員、及び他の学年の学生とした。中間発表を行った後には、アンケートフォームを用いて、プロジェクト間で相互評価を行った。

(※文責: 塚本拓実)

2.7.1 評価

本プロジェクトは中間発表において、38件の評価を受けることができた。その内訳は図 2.9 に示すように、学生 92.1%で、教員が 7.9%であった。

評価フォームには、「発表技術についての評価」と、「発表内容についての評価」をそれぞれ10段階での評価とコメントを記入する項目が設けられた。それぞれの評価の基準は、「プロジェクトの内容を伝えるために、効果的な発表が行われているか」と、「プロジェクトの目標設定と計画は十分なものであるか」であった。

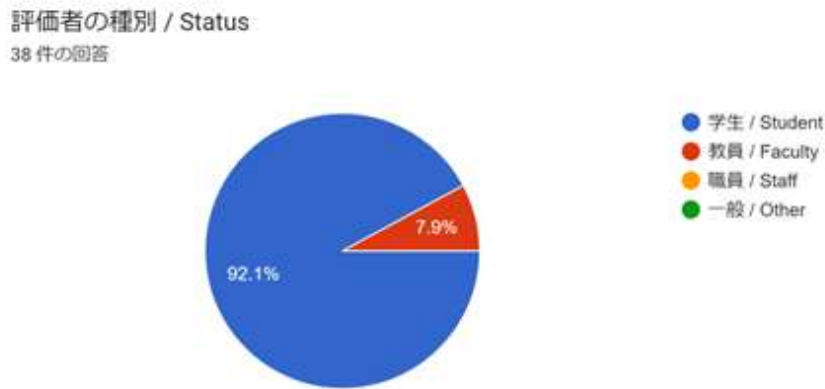


図 2.9 評価者の種別

「発表技術についての評価」の10段階評価の結果は図 2.10 のようになり、平均は、8.13 であった。

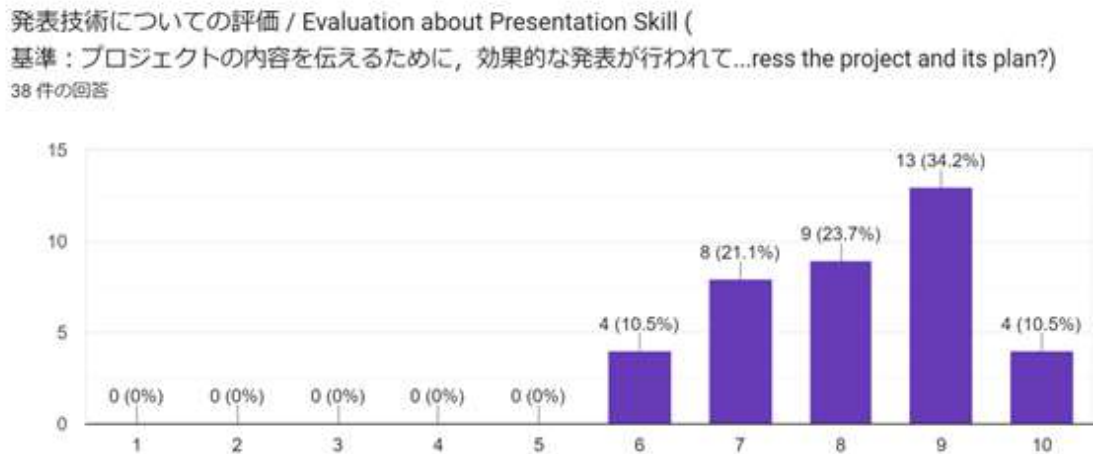


図 2.10 発表技術についての評価

主な評価として、以下のような意見やコメントが寄せられた。

- スライドに動画を用いていた点がわかりやすかった
- グループのアイデアを一人で発表するようにしていたので効率がよく発表されていて良かった。
- 一部のグループではポインタを使用していたので、全グループ使用するとよい。
- スマートフォンで原稿を見ていたが、発表量的に必要なと感じた。
- スライドの遷移が早く、十分に見ることができない部分があった。
- グループごとにブース分け、質疑応答に対応している点が良かった。

次に、「発表内容についての評価」の10段階評価の結果は図 2.11 のようになり、平均は、8.47 であった。

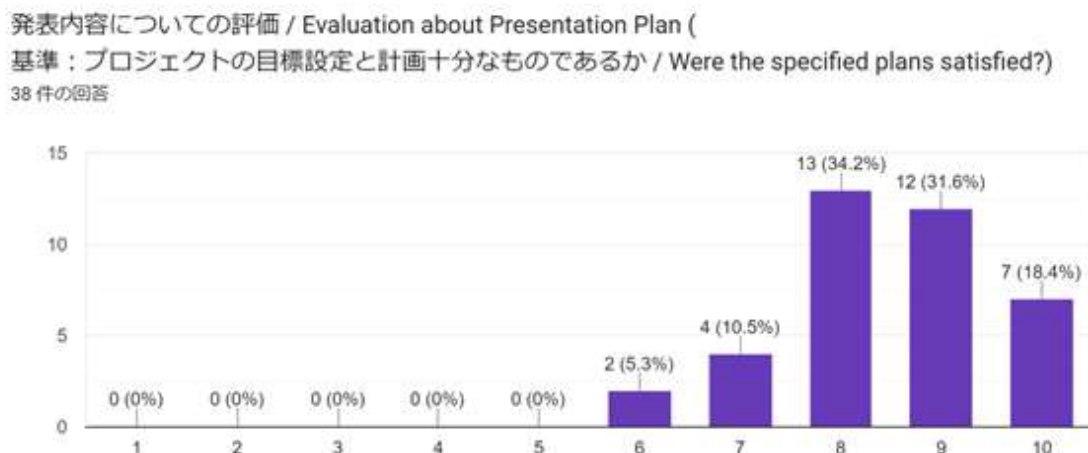


図 2.11 発表内容についての評価

主な評価として、以下のような意見やコメントが寄せられた。

- 研究目標が明確でわかりやすかった。
- 現実的かつ需要があると感じるものになっていた。
- どのグループも既存の問題を解決するのに効果的であると感じた。
- 様々な思考錯誤を行い問題点や改善点などがそれを解決するための情報の伝達方法について、深く考えられていた。
- グループ D は音が多い場所ではずっと反応してしまうなどの問題があるので、振動の強さと音の大きさを関連づけたりするのいいと感じた。
- 計画的で、今後の展望がわかりやすかった
- 実際の障がい者の意見などがあると、機能の実用性が示せると感じた。
- アプリを開発できたら、評価実験（あるいはインタビュー）を行うとよい。

(※文責: 塚本拓実)

2.7.2 評価内容を踏まえた反省

発表技術については、動画を用いたスライドとグループごとにブースを分けて行った質疑応答が良いという意見が多かったため、後期で行う発表においても継続したい。いくつかの改善点も指摘された。まず、スマートフォンで原稿を見るべきでないという意見が多く指摘されていた。後期に行う発表においては、原稿を見ずとも発表できるような準備をしていく必要がある。次に、スライドの遷移が速く、十分に見ることができないという意見もあった。これは、プロジェクト内で発表のリハーサルを行った際、グループ間でしっかりと意見を交流するべきだった。そして、全グループでポインタを使用するとよいと指摘された。本グループではポインタを使用していなかったため、後期に行う発表では使用したい。

次に、発表内容については、研究目標が明確、需要がある、計画的というような肯定的な意見が

比較的多かった。しかし、いくつかの改善点も指摘された。まず、音が多い場所ではずっと反応してしまうなどの問題があるので、振動の強さと音の大きさを関連づけたりするとよいという意見があった。これは、振動を用いる場合には使用できるため、検討していくべきだと感じた。しかし、現在開発を進めている風圧を用いる場合と触覚を用いる場合では、細かな判別が難しいと感じた。次に、実際に障がい者の方に協力してもらい、評価実験やインタビューを行い、実用性を示すべきという点が指摘された。実際の障がい者の方に協力を仰ぎ、実現することは今後の課題として挙げられる。

(※文責: 塚本拓実)

第3章 後期活動

後期活動では、9月に防災意識を高めるイベントである「防災マルシェ」というイベントに参加した。そして、前期活動で方針として決定したサーボモータにより通知するデバイスの開発と、特定の音を検知するための開発を進めた。11月には、2人の聴覚障がい者の方へのインタビューを行った。そこで実際にデバイスを使用してもらい、いくつかのアドバイスを受けた結果、適切な通知方法や、必要とする支援が想定と異なり、開発の方針を大きく変更しなければいけないことがわかった。しかし、活動時間は限られていたため、検知する音を「救急車のサイレン」に絞り、その方向を振動とディスプレイ表示によって通知するデバイスの開発を進めた。そして、プロジェクト交流会を経て、成果発表会を行った。

(※文責: 塚本拓実)

3.1 防災マルシェ

9月25日に函館市地域交流まちづくりセンターで行われた「防災マルシェ」というイベントに参加した。このイベントの実施目的は、「誰ひとり取り残さないまち函館」をコンセプトに、函館市民の防災・減災意識向上を推進するため、市民がテーマパークを巡るように楽しみながら防災に触れ、学ぶことができるイベントを開催することである。そして、イベントの開催を通じ、函館の防災に関わる多様な主体が“顔と顔のわかる関係”を構築し、まさかの災害の時に連携して種々の対応が行える関係性を醸成することである。本プロジェクトは、視力障害センターと函館高専と共同でブースを出展することとなった。本グループの制作物は、防災に直接的に関わる物ではないように思われるが、「災害時の避難生活における心理的な負担の大きい障がい者をサポートすることができる技術」という視点を持つことで、防災時における障がい者のサポートについて考えるきっかけをつくることのできるのではないかと考え、制作物の紹介を行った。本イベントには多くの人が参加し、片耳難聴の方が本ブースに訪れ、制作物についての意見を聞くことができた。意見を聞く前は両方の二の腕に装着するデバイスの制作を予定していたが、片耳難聴者向けであれば片腕で十分な機能を保持できると気づくことができた。さらに、函館新聞の記者の方に取材を受け、その様子が翌日の函館新聞に掲載された [13]。

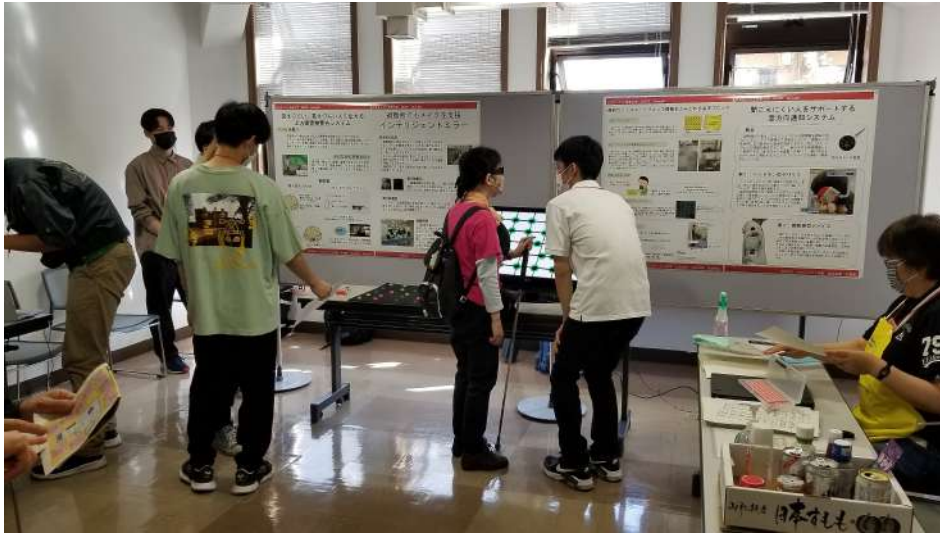


図 3.1 防災マルシェの活動の様子

(※文責: 塚本拓実)

3.2 聴覚障がい者の方へのインタビュー

11月には、前期で課題となっていた聴覚障がい者の方へのインタビューの実現をすることができた。インタビューをしたのは、片耳難聴者の方と両耳難聴者の方の二人である。インタビューでは、日常生活で困る点やどのような支援があると良いかなどを伺った。そこでは、日常生活で困ることとして、新たに知ることがあり、聴覚障がい者が求める支援が本グループで想定していたものと大きく異なることがわかった。さらに、前期活動で制作したプロトタイプ(図 3.3)を使用して頂き、使用感に対する意見やアドバイスを頂いた。開発の方針を変更しなければいけないことがわかった。

(※文責: 塚本拓実)

3.2.1 インタビューに向けた事前準備

ここでは、前期活動において通知手段を検討したあとに作成した「特定の周波数成分を検知したときに通知するプロトタイプデバイス」の紹介をする。インタビューを行うに際してサーボモータの押し当ての有用性を調べるため、その時点で作成できたプログラムを利用したデバイスを作成し、実際に聴覚障がい者の方に装着していただいた上で使用感を述べてもらった。このデバイスはデジタルマイクで集音した音信号を 44.1kHz でサンプリングし、FFT 解析により 256 段階の周波数別に分解、取得した帯域を強さ順に並び替える。その上で上位 5 帯域以内に指定した周波数帯が存在した場合、サーボモータの押し当てによってユーザーに通知を行う。また、FFT 解析を M5StickCPlus 上で実践するために、arduinoFFT[9] というライブラリを用いた。マイコンモジュールとして M5StickCPlus を使用し、サーボモータは FS0307 を採用した。ユーザーに装着するための筐体は 3D プリンタで作成し、ゴムバンドで二の腕に装着する形をとった。

(※文責: 対馬青)

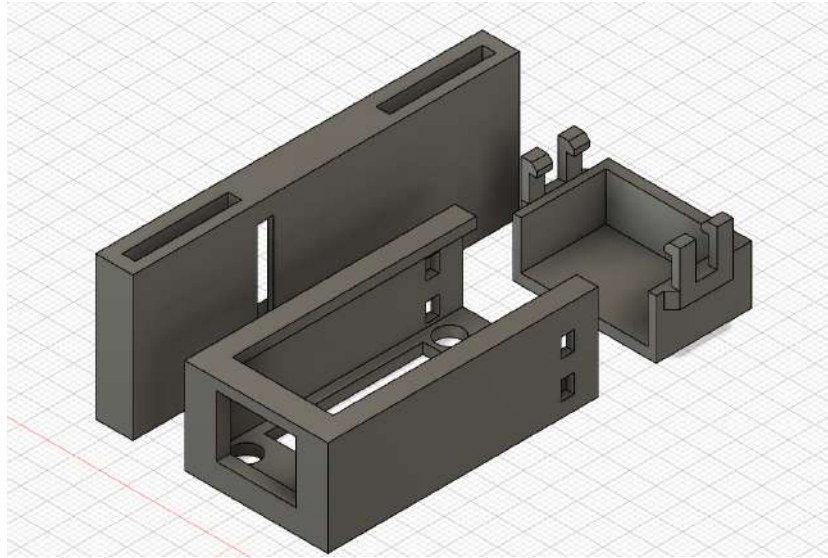


図 3.2 Fusion360 で設計した筐体



図 3.3 サーボモータによる通知を採用したプロトタイプ

3.2.2 片耳が聞こえない方へのインタビュー

11月上旬に、片耳が全く聞こえないという難聴の方へのインタビューを行った。はじめに、日常生活で片耳が聞こえないことにより困ることを伺った。そこで特に困ることとして、接客のアルバイトをしている際などに言葉の話し始めが聞き取れないことがあること、静音性の高い自動車や自転車の接近に気づくことができず、危険に晒される場面があるということが挙げられた。次に、実際にサーボモータによる通知を採用したプロトタイプ（図 3.3）を使用してもらい、その使用感を伺うと、通知には十分に気づくことができるという意見を頂いた。しかし、デバイスのデザインに関して、小型化している点は良いが、色はなるべく目立たず、自然に着用できる方が良いというアドバイスを頂くことができた。

(※文責: 塚本拓実)

3.2.3 両耳難聴の方へのインタビュー

11 中旬には、両耳が聞こえにくいという難聴者の方へのインタビューを行った。はじめに、日常生活で両耳が聞こえにくいことにより困ることを伺った。そこで特に困ることとして、居酒屋などの多くの言葉が飛び交う騒々しい場所で、自分への呼びかけに気づくことができないことが挙げられた。また、自分を呼んでいるのが誰なのかわからないということも挙げられた。そのため、求める支援として、騒々しい場所で「自分への呼びかけ」の判断、誰による呼びかけなのかの判断の補助が挙げられた。ここで、本グループで検討していた「方向の通知」は重要であるか尋ねると、あったほうが良いが、「自分が呼ばれているか」ということと比較すると優先度は低いという意見を頂いた。

次に、実際にサーボモータによる通知を採用したプロトタイプ (図 3.3) を使用してもらい、その使用感を伺うと、通知に気づくことができないという意見を頂いた。そこで、どのような通知方法が良いか尋ねると、振動による通知がわかりやすいという意見を頂いた。

そして、特定の音が鳴っている方向を通知できるとしたら、どのような音を通知してほしいかを伺った。すると、日常的に触れることのある「救急車のサイレン」は、どの方向から鳴っているのかわかりにくいいため、方向を通知されると便利であるという意見を頂いた。

(※文責: 塚本拓実)

3.3 腕装着型デバイスの開発

前述のインタビューを受けて、開発目標を「救急車のサイレンを検知することに特化した腕装着型デバイス」に方向転換した。また、サーボモータによる通知だけで音の方向を伝えることに無理があるとわかったため、振動で救急車の接近を伝えた上で、サイレンの方向をディスプレイに表示し、ユーザがそれを見ることで方向を認知するという仕組みのデバイスを制作した。また、振動機能を実現するために、小型のブラシレス振動モータを搭載している。

特定の音を検知したデバイスが、振動でユーザに通知するだけで機能としては十分という考えもあったが、周りを見渡して発生源を探すという動作を挟むことで、認知するまでのタイムラグが生じる。そのため 22.5 度刻みで方向を検知できる音方位センサ基盤を搭載し、ディスプレイで正確な方向を通知するデバイスの作成へと向かった。

そこで、受け取った音を、FFT 解析を用いて周波数成分ごとに並べ、大きい振幅のものを調べるプログラムを作成し、救急車のサイレンの主成分である 960Hz 帯の音と 770Hz 帯の音が交互に鳴っていることを検知した場合、ユーザに通知する機能の開発を行った。

前期活動時点の計画では、Seeeduno Xiao とアナログマイクを用いることで FFT 解析を実現する予定でいた。しかし、アナログマイクで受け取った信号のサンプリングを Seeeduno Xiao 上で実現するのが難しく、期限内にデバイスを完成させるのには無理があると判断したため、M5StickCPlus を軸とした開発に舵を取った。M5StickCPlus にはデジタルマイクが搭載されており、追加ユニットなしで音データの FFT 解析を行うことができた。

(※文責: 対馬青)



図 3.4 プロトタイプ (表)



図 3.5 プロトタイプ (裏)

3.4 成果物

3.3で述べた通り、腕装着型の音方向通知デバイスを作成した。機能としては、救急車のサイレンを検知した場合にユーザに振動で接近を伝える。そして、それに気がついたユーザが、デバイスのディスプレイ表示を見ることで音の発生方向を認知することができる。筐体については2.3.2で述べた通り、3Dプリンタを用いて制作した。工夫した点として、デバイスを小型化するためにM5StickCPlusの外装を外した上で、内部の基板とディスプレイのみを格納できる3Dモデルを作成し、使用したことが挙げられる。

サイレンといった特定の音を検知する方法として、3.2.1で紹介したFFT解析を用いた。マイクで集音した音データをFFT解析すると、音の周波数成分ごとの強さを出力することができる。救急車のサイレンが鳴っている状態であれば、960Hz帯と770Hz帯の成分が強いということがわかるため、この情報を元にサイレンの検知の実現を目指した。音方向の検知には、前期活動に引き続き2.2のものと同じ音方位センサ基盤を使用した。

工夫した点として3.3に引き続き、FFT解析で得られる一瞬の音の中でどの周波数成分が強かったかという情報をそのまま利用するのではなく、救急車のサイレンが一定時間ごとに960Hz帯と770Hz帯の2つの波長を繰り返すという性質を利用し、周波数が切り替わったことを認識することで誤検知を抑制し、正確な検知の実現を目指したことが挙げられる。周波数の切り替えの検知は、FFT解析で得た過去16回分のデータを保持し、サイレンの音と思われる周波数成分を検知したあとに過去データと照らし合わせることでサイレンと認定することで行った。

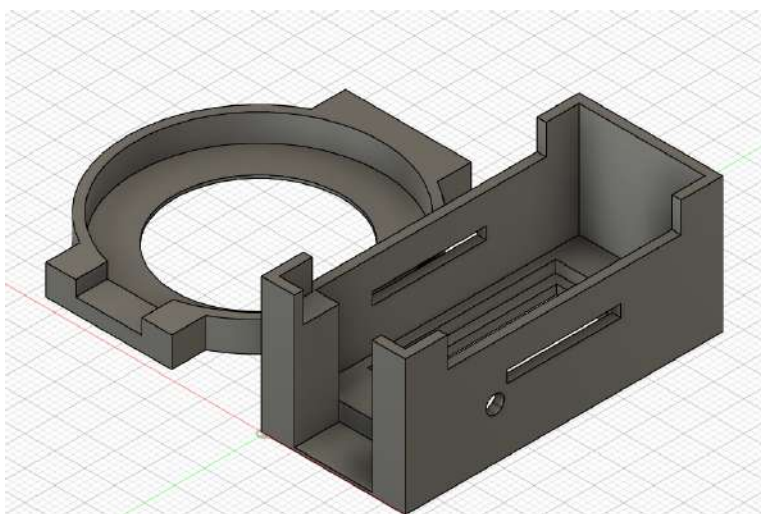


図 3.6 腕装着型デバイスのモデリングデータ



図 3.7 作成した腕装着型デバイス

(※文責: 対馬青)

3.5 意見交流会

2022年11月30日に、プロジェクト No.13 ロボット型ユーザインタラクション - これから必要とされる技術である店員/案内ロボットを未来大で作り育てる -との交流会を行った。この交流会では、成果発表会の予行演習を兼ねた発表をプレゼンテーション形式で行い、発表内容に対する質問や意見を出し合った。本グループに対しては、「デバイスが救急車の音をどの程度の距離から検知できるのか」、「救急車のサイレンは何種類があるが、全てに対応しているのか」といった質問が挙げられた。検知できる距離は検証しておらず、新たに検証を行う必要があった。また、救急車のサイレンの種類は1種類のみを検知であった。複数の種類のサイレンを検知する機能は残りの活動時間から実装することは難しいため、今後の展望とした。さらに、FFT 変換の処理についての説明と記述が大きく異なっているという指摘があったため、修正を行った。



図 3.8 交流会の様子

(※文責: 塚本拓実)

3.6 成果発表会

12月9日に、全プロジェクトが参加する成果発表会が、大学構内で行われた。成果発表の目的は、これまでの学習の成果を学内外の関係者に発表し、評価を受け、評価結果を今後の作業および最終報告書に反映させることである。さらに、プロジェクト学習で習得すべき重要な要素である発表技術を、自分たちのプロジェクトの発表や他のプロジェクトの発表の評価を通じて習得することである。発表の対象は、他のプロジェクトの学生だけでなく、学外からの来客、教員、及び他の学年の学生とした。成果発表を行った後には、アンケートフォームを用いて、プロジェクト間で相互評価を行った。

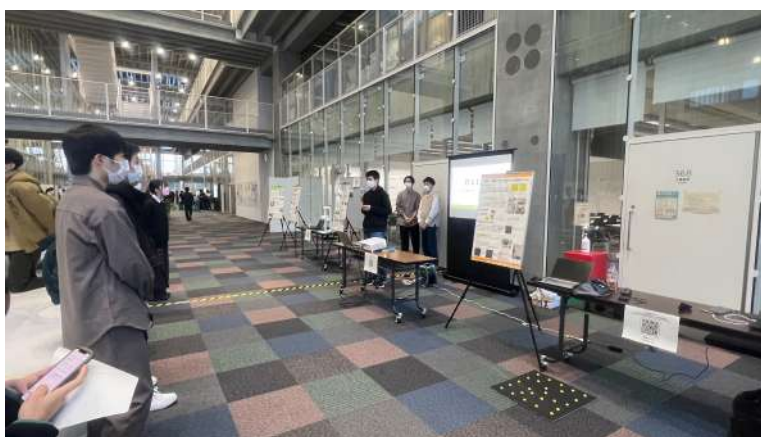


図 3.9 成果発表会の様子

(※文責: 塚本拓実)

3.6.1 評価

本プロジェクトは成果発表会において、35件の評価を受けることができた。その内訳は図3.8に示すように、学生91.4%で、教員が5.7%、一般の方が2.9%であった。

評価者の種別 / Status
35件の回答

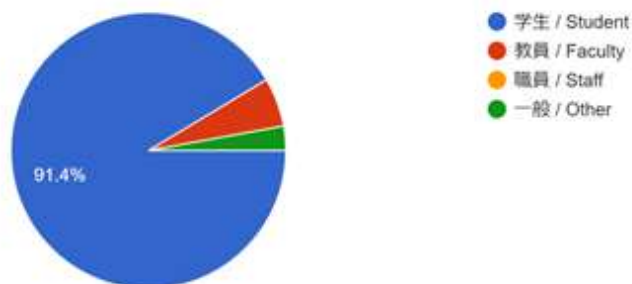


図 3.10 評価者の種別

評価フォームには、「発表技術についての評価」と、「発表内容についての評価」をそれぞれ 10 段階での評価とコメントを記入する項目が設けられた。それぞれの評価の基準は、「プロジェクトの内容を伝えるために、効果的な発表が行われているか」と、「プロジェクトの目標設定と計画は十分なものであるか」であった。

「発表技術についての評価」の 10 段階評価の結果は図 3.9 のようになり、平均は、7.66 であった。

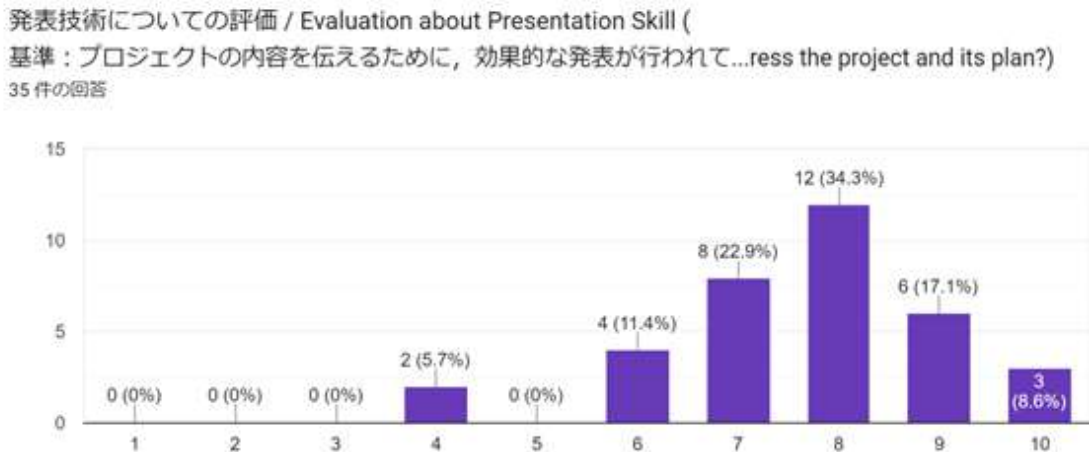


図 3.11 発表技術についての評価

主な評価として、以下のような意見やコメントが寄せられた。

発表者について

- ハキハキと大きな声で話しており、発表が伝わりやすかった。
- 声が聞き取りにくい場面がいくつかあった
- スライドの方向を向いているために聞こえにくい場面があった
- もっと聴衆に近付いてもらった方がよかったのではないか
- グループが多い分話す量が多いので早口にはなっていたが、聞き取れていたのが良いと思う。
- D グループは早口で若干聞き取りやすいつらかった

スライドについて

- スライドの構成や流れが、認知的に楽なものだった。
- 動画媒体でプロダクト紹介をしていたので、わかりやすかった
- ややスライド枚数が多く、内容を完全に把握する前に遷移してしまうことがある。
- 1 スライド 1 メッセージが成立しているので非常に内容が分かりやすかった。
- 画面が少し明るく、直視しにくかった
- 発表スライドの前に人がいたのでスライドが見づらかった
- スライド内に動画を入れていたが、その音が聞き取りにくかったのが勿体なかった。

その他

- ひとつひとつのグループの発表の流れもよく、全体の流れとしてもよかった。スライドも分かりやすかった。
- 4グループ全ての発表を1箇所ですること全グループの話を聞くことができ良かったが、ある程度聞いたら興味のあるグループの話を聞けるようになってくれるともっと良かった
- せっかく実物を飾ってあったので、発表中にそれに触れるか簡単に紹介してもよかったと思う。

次に、「発表内容についての評価」の10段階評価の結果は図3.10のようになり、平均は、8.6であった。

発表内容についての評価 / Evaluation about Presentation Plan (基準：プロジェクトの目標設定と計画十分なものであるか / Were the specified plans satisfied?)
35件の回答

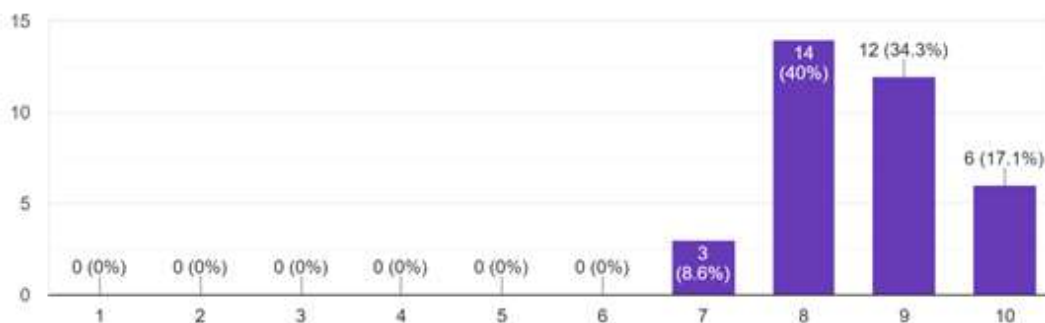


図 3.12 発表内容についての評価

- 障害者の方や企業の方と接することで、ニーズの確認が確実であることがわかり、成果物を作成した理由などがはっきりしていて良かった。
- 開発したものの説明が分かりやすく、またその開発に至った経緯、ヒアリングして得た結果などを簡単に説明していたので、全体的な内容が分かりやすかった。
- 非常に良い点に着目されていると感じました。デジタルを使い人間の相互理解促進やハンディキャップの克服をすることは将来の情報通信におけるメインのトピックであると思います。
- それぞれのグループが問題に対してしっかりと解決法を考えられており、需要がありそうだなと強く感じました。
- それぞれの班がきちんと稼働する成果を作っていて凄いと思いました。
- 班によって、成果物の内容に差があるのが気になりました。
- 障がい者にヒアリングをしたり、実際に障がい者になったつもりで使ってみたりしているようなので、発表の時にその辺をアピールしてもらえれば、「当事者目線に立って活動した」がわかってよかったと思いました。
- 当事者者目線とは？ (何をした？どのような目線？なにを考慮した?)

- グループ D の音方向検知は救急車の音に特化した工夫は何かあるか（他の音との区別は？）

（※文責: 塚本拓実）

3.6.2 評価を踏まえた反省

発表技術については、発表者の声が聞き取りやすいという意見と、聞き取りにくいという意見の両方が見られた。声量に関しては、メンバーによって差があったように思える。また、改善すべき点として聴衆にもっと近づいてもらったほうが良かったという意見やスライドを向いているため聞こえにくい場面があったという意見が挙げられた。そして、話す速度に関して、早くて聞き取りにくいという意見が多く見られた。4グループの発表を10分に収めるために、内容を短くするように努めたが、それでも時間配分は難しかった。そして、中間発表で指摘されていた、「原稿を見すぎている」という点は、発表内容を暗記することで改善された。

次に、スライドに関しては、スライドの構成や流れが、認知的に楽であったという意見が多かった。しかし、ややスライド枚数が多く、内容を完全に把握する前に遷移してしまうことがあるという意見もあった。また、画面が少し明るく、直視しにくかったという意見や、発表スライドの前に人がいたのでスライドが見づらかったという意見が挙げられた。

そして、全グループが発表して、質疑応答でブースに分かれるという全体の流れは良かったという意見が多かったが、改善点として、実物があるのにも関わらず、発表中に紹介しなかったのもったいないという意見が挙げられた。

次に、発表内容については、研究の着目点、開発に至った経緯の説明や、障がい者の方へのインタビューからニーズの確認が行えていたことなどについて肯定的な意見が多かった。

しかし、班によって成果物の内容に差があると感じるという意見もあった。自分たちのグループは、途中で開発の目標を変えたことから、成果が他のグループと比較して劣っている部分もある。このことから、プロジェクトの進行を計画的に行うことができなかったことが反省点として挙げられる。そして、障がい者の方へのインタビューと、当事者目線での開発についての詳細と、音の区別に関する工夫など、聴衆に求められている部分の説明が不足していたことから、聴衆が必要とする情報がどのようなものなのかをよく検討することが重要であると感じた。

（※文責: 塚本拓実）

第 4 章 今後の課題と展望

今回の開発に立ちはだかる障壁は思いの外多い。解決しなければいけないこと、そして解決の方向性など、現在考えていることを以降に記す。

(※文責: 対馬青)

4.1 誤検知の抑制

本デバイスでは FFT 解析を用いて周波数解析を行い、サイレンを検知するという手法を実践した。対象が救急車のため実験回数は少ないが、正確に検知することができたと感じている。しかしながら誤検知が多く、複数人が会話しているような環境だと 10 分に一回程度、一瞬サイレンを検知してしまうという状況に陥った。今回は、認識精度の向上に注力した結果、誤検知率を下げるための開発にまでに至らなかった。

(※文責: 対馬青)

4.2 環境・地域による音変化への対応

今回実験することはできなかったが、環境音により正確な検知が困難になる場合も考えられる。本デバイスは波長ごとの音を相対評価し、上位に救急車と思われる波長が存在した場合検知するため、救急車より大きい振幅を持つ波長の音が存在する状況下では検知が困難になる。風切り音やクラクション、自動車の音などによって検知が阻害されるといったシチュエーションへの対策が今後の課題である。他にも、近年では住宅街モードを持つ救急車が増えているという問題もある。住宅街での不快感を軽減するために波長をずらしたサイレンへの対応も課題として挙げられる。

(※文責: 対馬青)

4.3 音方向の検知手段の再検討

サイレンの検知は単一のデジタルマイクで完結しているが、音の方向を検知するために 4 つの MEMS マイクを搭載した音方位センサ基盤を使用した。しかしこれは基盤の上部に物体があると音の到達時間がずれるため、ウェアラブルデバイスに組み込むといった使い方に難があることがわかった。そのため別の手法で音方向を検知する必要があるが、確実性のある案は未だに挙がっていない。自前でマイクを搭載し上部に物体があっても動作する音方位センサを作るか、単一のマイクを使用し受け取った音が直進してきた音か、回折してきた音かを判断するといった方法が思い浮かぶ。音データを解析するための知識が不足したまま開発に取り組んでいたため、今後は音データの解析や信号処理などの基盤となる理論や技術を学び、開発に取り組んでいくことが課題として挙げられる。

4.4 スマートウォッチのアプリ化

究極的な目的として、スマートウォッチのアプリ化がある。音方位センサ基盤に依存している現状では夢のまた夢ではあるが、実際に使用してもらうことを考えると、オリジナルのデバイスであるよりすでに普及しているデバイスで使用できる形態にすると、より裾野が広がる。サイレン検知は単一のマイクさえあれば実現可能であり、Apple watch を始めとした一般的なスマートウォッチであれば要件を満たしているので一考の余地があるだろう。

ただし、特定の音を検知するアプリ [12] はすでに存在しているため、音方向を伝えるという機能を実装し、付加価値を追加する必要がある。複数のマイクを搭載していないスマートウォッチにおいて音方向の検知を実現するためには、受け取った音が身体を回析して受け取ったものか、直接受け取ったものなのかを判断したり、ジャイロセンサなどによってスマートウォッチに搭載されたマイクの向きを算出するといった要素から、音方向の推定を実現しなければならない。

第5章 まとめ

本グループでは、聴覚障がい者の抱える問題の解決のために、音の情報を音以外の手段で伝達するデバイスの開発を行ってきた。前期活動では先行研究などの調査から、人の声やクラクションといった音の方向を通知するウェアラブルデバイスの開発を目標として設定し、通知手段や検知範囲といった構想を練りながら、いくつかのプロトタイプを制作し、その有用性を検討した。後期活動では、聴覚障がい者の方へのインタビューを行うことができた。そこで実際にデバイスを使用してもらい、いくつかのアドバイスを受けた結果、適切な通知方法や、必要とする支援が想定と異なり、開発の方針を大きく変更しなければいけないことがわかった。だが、インタビュー後の活動時間は限られていたため、検知する音を「救急車のサイレン」に絞り、その方向を振動とディスプレイ表示によって通知するデバイスの開発を進めた。結果として、時間が限られたことで最終的な成果物には多くの課題が残ることとなったが、プロジェクトのコンセプトにもある「当事者目線の開発」ということの重要性を学ぶことができた。

(※文責: 塚本拓実)

付録 A 中間発表ポスター

DLITE

Daily Life Technologies for all

～デジタル技術で境界なく人々の生活を支援する～
 Helping People Without Boundaries with Digital Technology



担当教員 Coaches

協力機関
両眼視力障害センター
HAKUJI VISUAL CHALLENGE INSTITUTE



Group A

須田由太 Masuda Yuta
千原聡 Chiwara Satoshi
赤石佳也 Akashi Yoshihiro

Group B

山田真希子 Yamada Makiko
三上山秀 Mitsuyama Hideo
伊藤裕美 Ito Yumi

Group C

山本通記 Yamamoto Tsuneki
新田夢以 Niitani Yumei
氏家伸純 Ushikawa Nobuhito

Group D

村原青 Murahara Aoi
塚本拓実 Tsukamoto Takumitsu

助言 Advisor

登生堂ジャパン(株) Tsurenouchi-do Japan Co., Ltd.
 薬油研究所ワイフオクリイ保護グループ Wakuyuu Kenkyukai Wifukokuri-i Hogosho Gurupu

↑評価フォーム↓
Evaluation Form

5月15日
Daily Study

1. 研究の意義
2. 研究の目的
3. 研究の手法
4. 研究の結果

5月22日
Lab Meeting

1. 研究の意義
2. 研究の目的
3. 研究の手法
4. 研究の結果

6月5日
Daily Study

1. 研究の意義
2. 研究の目的
3. 研究の手法
4. 研究の結果

6月12日
Lab Meeting

1. 研究の意義
2. 研究の目的
3. 研究の手法
4. 研究の結果

背景 Background

本プロジェクトでは、「視覚や聴覚に頼れない状況でみんなが役に立つ装置の開発」をコンセプトとし、視覚障がい者や聴覚障がい者が抱える問題を当事者目線で検討し、実用的な装置の開発に取り組んできた。頼れない感覚を別の手段で補うことで、不便を解消すること、日常的に使うことのできたものを使い易くすること、危険を伝達して安全な生活の支援をすることなどを目的としている。

Based on the concept of "developing devices that are useful for everyone in situations where they cannot rely on sight or hearing," this project has examined the problems faced by the visually and hearing impaired from the perspective of the people concerned and has worked to develop practical devices for them. The project aims to eliminate inconvenience by supplementing unreliable senses with other means, to enable people to use things they could not use on a daily basis, and to support safe living by communicating danger.



Group A 白杖の死角を補完する視覚障がい者用歩行支援デバイス Complementing the blind spots of a white cane Walking assistance device for the visually impaired

視覚障がい者は白杖を用いて足元の障害物を認識することは可能である。しかし、木の枝や看板、階段の裏側など上半身に当たる障害物を認識するのは難しい。そこで、手杖に装着でき上半身に当たる危険を検知できるデバイスの制作を目的とした。

Visually impaired persons can recognize obstacles at their feet using a white cane. However, it is difficult for the visually impaired to recognize obstacles that strike the upper body, such as tree branches, signboards, and the backs of stairs. Therefore, we aimed to create a device that can be easily worn and can detect hazards approaching the upper body.



Group B 視覚障がい者向けの鏡型化粧支援デバイス Mirror-type makeup assist device for the visually impaired

視覚障がい者が自身で化粧を楽しむために、ガイドメイクやブラインドメイクなどの方法が知られている。しかし、視覚障がいによって化粧がしづらかったり、ほみ出ているかの確認ができないなどの問題がある。これらの問題を、モニター表示や化粧のほみ出しを検知することで、視覚障がい者の方でもストレスなく一人で化粧が出来るようにする。

Guided make-up and blind make-up are known methods for the visually impaired to enjoy applying their own make-up. However, there are problems such as difficulty applying makeup due to visual impairment and inability to check if it is sticking out. The new system will address these problems by enabling the visually impaired to apply makeup alone without stress by using a monitor display and detecting if the makeup is sticking out.



Group C 情報を付加した拡張点字ブロックによる音声道案内デバイス Audio wayfinding system with Braille blocks in an expanded version with additional information

ほとりので場所を訪れた視覚障がい者にとって、部屋や設備などの位置と名前を知ることが、行先がどの方向にあるかを知ることは難しい。そこでデジタルペンなどに使われているドットの位置をずらすコード化を従って点字タイلに情報を埋め込む方法を考案し、画像認識して利用者に音声化して伝えるデバイスを作成する。

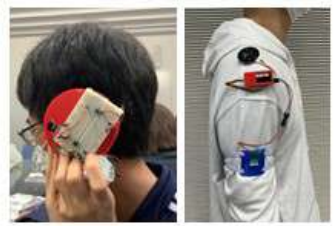
For visually impaired people visiting a place for the first time, it is difficult to know the location and names of rooms and facilities, and to know in which direction they are going. Therefore, we have devised a method of embedding information in Braille tiles using coding that displaces the position of dots used in digital pens and other devices to create a device that recognizes images and conveys them audibly to the user.



Group D 聴覚障がい者向け音方位通知デバイス Acoustic Directional Notification Device for the Hearing Impaired

聴覚障がい者や加齢性耳障害は、クラクションなどの音の情報を察知することができない。また、マスク着用の生活様式において、複数人での会話時に口の動きで話者を特定できない。本グループでは、これらの問題を解決可能な、音の方位で伝達するウェアラブルデバイスの開発を目的としている。これまで、LEDで伝達する帽子型デバイス、風で伝達するヘッドホン型デバイス、アームモーターで伝達する眼鏡型を試作した。

People with hearing impaired are unable to detect sound information such as horns. In addition, they cannot identify the speaker by mouth movements when talking with multiple people in a mask-wearing lifestyle. The purpose of this group is to develop a wearable device that transmits sound direction, which can solve these problems. So far, we have developed a prototype of a hat-type device that transmits sound by LED, a head-phone-type device that transmits sound by wind, and an arm-mounted device that transmits sound by a servo motor.



付録 B 最終発表ポスター

公立はこだて未来大学 DLITE GroupD

聞こえにくい人をサポートする 音方向通知システム

背景

聴覚障がい者は、クラクションなどの「音」から危険を察知できないことや、視野外の呼びかけに気づくことができないといった問題を抱えている。これらは、イヤホンを使用しながら歩く人にも同様のことがいえる。私たちは、このような聴覚に頼れない状況での問題を解決するために、特定の音を検知し、その方向をユーザに通知するウェアラブルデバイスの開発を行った。

デバイスの構想

・マイコンモジュール: M5StickC Plus

ESP32をCPUとして採用し、様々な機能を搭載した小型開発モジュール。



M5StickC Plus



音方位センサ基盤

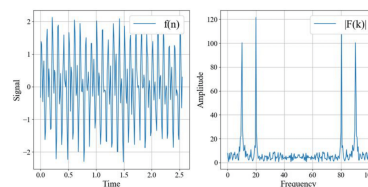
・音の検知と方向の推定: 音方位センサ

4つのマイクを搭載し、受け取った音の時間差を計算することで、音が鳴っている方向を出力する。

・特定の音の検出: 周波数解析

FFT(高速フーリエ変換)を用いて、音データを周波数成分ごとの強さに分解する。

各周波数帯の強さがわかることで、「男性の声は300Hz帯が強い」といった音の特徴を利用し、特定の音の検出が可能になる。



FFT(高速フーリエ変換)

成果物: 腕時計型通知デバイス

・機能: 救急車の接近と方向を通知

- ①救急車の接近を音で検知し、振動により通知
- ②ユーザはデバイスの水平を保ちながら画面を見る
- ③画面に矢印を表示して救急車の方向を通知



・今後の展望

- サイレンの認識精度の向上
- 救急車の「住宅モード」サイレンへの対応
- 音源分離により検出できる音の種類の多様化
- スマートウォッチのアプリとしてリリース



学部3年 プロジェクト学習 塚本拓実 対馬青

参考文献

- [1] FUJITSU(2022). <https://ontenna.jp/> (2023/01/19 アクセス)
- [2] 金子 佳裕, 鄭 仁豪, 鈴木 健嗣. "音源方向を示す光提示機器による聴覚障害者の複数人対話支援". ライフサポート 26 巻 (2014) 3 号, 2014.
- [3] 大塚紳一郎, 原 寛徳, 小沢 慎治. "車載マイクrophonによる緊急車両の存在と方向検知システム". 電学論 D, 124 巻 4 号, 2004 年, 2004.
- [4] 宮崎 拓也, 島川 学, 北園 優希. "dsPIC マイコンを用いた救急車のサイレン音の検出". 産業応用工学論文誌, Vol. 2, No. 1, pp. 11- 15(Mar. 2014), 2014.
- [5] 安田 康晴, 山本 弘二, 岸 誠司, 友安 陽子, 坂口 英児, 藤原ウエイン翔. "救急車サイレン音は自動車運転者に聴こえているか?". Journal of Japanese Society for Emergency Medicine, 2019.
- [6] 川口 貴之, 河本 満, 伊藤 智尋, 松田 元男, 車谷 浩一. "住宅周辺における非日常音検知技術の適用と評価". 第 10 回情報科学技術フォーラム, 2011.
- [7] 鈴木敬, 金田豊. "サブバンドピークホールド処理を用いた音源方向推定法". 日本音響学会誌 65 巻 10 号, 2009.
- [8] 山本 華帆, 荻原 昭夫, 村田 晴美. "サラウンド音響における MUSIC 法を用いた仮想音源位置の方向推定に関する検討". (第 18 回情報科学技術フォーラム, 2019.
- [9] kosme(2022). "kosme/arduinoFFT". <https://github.com/kosme/arduinoFFT> (2023/01/19 アクセス)
- [10] 秋月電子通商 (2023). "秋月電子通商 トップページ-電子部品・半導体【通販・販売】". <https://akizukidenshi.com/catalog/> (2023/01/19 アクセス)
- [11] kesokeso621(2022). "meerstern/Sound_Direction_Sensor". https://github.com/meerstern/Sound_Direction_Sensor (2023/01/19 アクセス)
- [12] Google Play(2022). "音声文字変換&音検知通知". <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.audio.hearing.visualization.accessibility.scribe> (2023/01/19 アクセス)
- [13] 函館新聞 (2022). "地震津波防災考える フェスタ、マルシェ開催". <https://digital.hakoshin.jp/news/national/93772> (2023/01/19 アクセス)