

和歌山大学協働教育センター

2019年度クリエプロジェクト

ミッション成果報告書集

目次

はじめに	協働教育センター代表 中島 敦司	1
2019年度プロジェクト報告	西村 竜一	3
クリエゲーム制作プロジェクト		
	モーションキャプチャーを用いた写実表現研究	7
和歌山大学ソーラーカープロジェクト		
	電装ミッション	13
	車体ミッション	19
脳情報総合研究プロジェクト		
	脳波を用いたマインドワンダリング発生の検知	25
	視覚刺激を題材とした脳波研究方法の学習	31
	重さを錯覚させるためのVR技術の学習	37
レスキューロボットプロジェクト		
	レスキューロボットの製作	41
	マスタスレーブ方式を用いた遠隔救助機構の開発	47
	ロータリーエンコーダを用いた走行距離測定	53
わかやま社会教育プロジェクト		
	わかやま社会教育プロジェクト	57
Sound as a System		
	位相制御を用いた立体音響演出システムの開発	63

はじめに

和歌山大学協働教育センター「クリエ」は、自主的創造的科学研究の促進を目的として全国に先駆けて2001年に和歌山大学に設置され、継続して学生の主体的な学習を支援しています。それらの活動は「クリエプロジェクト」と「ミッション」に大別され、教員の指導を得ながら、平成31年度（令和元年度）も多くの優れた成果をあげることができました。この報告書にそれらの一部をまとめています。学生たちが熱心に活動する様子がよく現れていますので、どうぞご覧下さい。

近年は、義務教育学校から大学に至る教育の中でPBL（アクティブ・ラーニングやプロジェクト・ベースド・ラーニング）学習の必要性が指摘されるようになってきましたが、クリエの取り組みは時代の流れを先取りしたものです。与えられた何かを上手にこなしていくだけではなく、学生同士で議論をしながら困難にぶつかりながらも学生たちが自ら学び成長するという、大学教育の本来の姿があります。

なによりも、学生にとって大学は、教育を受ける立場から脱皮し、社会に出て自らの裁量で有形無形の成果を作り出すことができるようになるための最後の学習の場です。クリエで学生たちが取り組んだ活動が、仮に期待したほどの成果に結びつかなかったとしても、その過程で得たものが大きいことに疑いはありません。

ご寄付を下さった皆様、アドバイザリーボードの皆様、クリエサポーターの皆様、ご支援下さった皆様には、日頃からクリエの企画・運営・また学生の指導等にお力添えをいただき、感謝申し上げます。今後とも引き続いてご支援、御協力を賜りますようお願い申し上げます。

和歌山大学協働教育センター代表 中島敦司

2019 年度クリエプロジェクト報告

和歌山大学協働教育センター（クリエ）

担当教員 西村 竜一

和歌山大学協働教育センター（クリエ）の教育プログラム『クリエプロジェクト』にご理解とご協力を賜り誠にありがとうございます。

本学に所属する学生と教員がチームを作り、互いを理解しながら、また、学内外の社会とも協働しながら、PBL（プロジェクト型・課題解決型学習）による主体的で深い学びを実践する場が私たちの『クリエプロジェクト』です。本制度では、クリエは、学生の主体性を伸ばし、社会で活躍するのに必要な能力を育む教育の実践を心がけております。加えて、プロジェクト活動の学びをさらに深いものにするため、学生からの提案課題を審査し、活動資金を補助する『ミッション』の制度を展開しております。2019年度の『ミッション』では、7プロジェクト（学生団体）の12課題を採択しました。そのうち、5課題を『和歌山で学ぶ』をテーマとした重点課題としています。重点課題では、和歌山の地域に根付いた技術や科学、文化、生活等を題材とするICT（情報通信技術）の活用やモノづくり活動等を対象としています。学部1年生を含む比較的若い学年の学生がはじめる活動をサポートする『スタートアップ』の枠では3課題を支援しています。残りの4課題は、通常課題となります。

これまでに引き続き、『ミッション』の実施に必要な資金には、大学の運営経費の他、皆さまからのご寄付（和歌山大学基金）を充てさせていただいております。皆さまからの多大なるご支援に、学生及び教職員一同、感謝を申し上げます。

本報告書は、2019年度末までに学生から提出された『ミッション』の成果報告をまとめたものです。ご高覧いただき、和歌山大学の学生の魅力あふれる活動と成長をご確認いただけましたら幸いです。

毎年多くの感動を与えてくれるソーラーカープロジェクトは、今年も着実な成長を私たちに見せてくれました。世界に通用する新しい車を完成させ、鈴鹿サーキットの5時間耐久レースでは無事に完走を果たしています。次は、オーストラリアで開催される世界大会に進出！と意気込んでおり、指導する側の人間としては、嬉しいながらも、大学本部との調整が必要な難しい対応に迫られることが多くなっています。また、『ミッション』の対象にはなっておりませんが、クリエデザインプロジェクトやSSJ（スーパーサイエンティストジュニア）に参加する学生が2019年度学生表彰（和歌山大学学長表）を受賞いたしました。2019年度は、これまでも増して、多様な学生プロジェクトの学びの成果が注目された年だったと言えます。これは文系・理系分野を問わない学生の

活動を広く受け入れてきた『クリエ』という特徴的な環境が活かされた結果であると思います。個人的には、レスキューロボットプロジェクトで日々活動する学生を見ていて、夢の実現まであと一歩のように感じます。これからの発展が楽しみです。

皆さまもご存じのように、年度末が近づいた頃から、本学でも新型コロナウイルス感染予防対策が必要となっています。この影響は大きく、日々の活動にもさまざまな支障が生じております。3月に予定しておりました『ミッション成果発表会』は、中止とさせていただきます。毎年、多くの皆さまにご来場いただき、学生との意見交換にご協力いただいております。今年も皆さまとお会いできることを楽しみに、学生及び教職員一同、準備を進めておりましたので、残念でなりません。なお、本報告書には、成果発表会で掲示予定だった「ポスター発表資料」も掲載しておりますので、ご覧ください。

日々の活動でも、人が集まった「密な」状態を防ぐため、クリエ内講習会や集会等は、中止・延期をしております。言うまでもなく、学生の健康と安全が第一です。今後も、教職員は、世の中の状態を観察し、工夫を加えながら、学生の活動をサポートし続けたいと考えておりますので、皆さまからもご理解とご協力をいただけましたら幸いです。

状況が改善いたしましたら、学生とご交流いただけます機会を必ず設定させていただきたいと思っております。その際は、改めてご案内いたしますので、なにとぞよろしくお願い致します。また、「密な」を防いで、健康・安全を確保した活動は、学生及び教職員ともに、今も継続しておりますので、ご指導・ご支援などいただけることございましたら、ご連絡をいただけますと幸いです。

【2019年度学生表彰（和歌山大学学長賞）】



○ S S J（スーパーサイエンティストジュニア）

受賞者：須賀 弘樹、鳴神 一樹（大学院教育学研究科 M2）

受賞理由：クリエのスーパーサイエンティストジュニアプロジェクトに参加。その研究成果により、平成29年度和歌山おもしろ科学大賞、令和元年度日本理科教育学会近畿支部大会学生発表賞（口頭発表部門）を受賞

○ クリエデザインプロジェクト

受賞者：泉 瑠々子（システム工学部 B3）

受賞理由：オーグス総研主催 第10回焦らないソフトウェアコンテスト「OGIS-RI Software Challenge Award 2019」優勝

ご支援のお願い

和歌山大学協働教育センター（クリエ）の教育研究活動に対し、日頃より格別のご支援を賜り心から御礼申し上げます。クリエでは、これまでも多くの企業、団体、個人の皆さまからのご寄付を頂戴し、「クリエプロジェクト」をはじめとする学生教育に活用させていただいております。私たちは、これまでの感謝の気持ちを忘れることなく、皆様の期待に応えられるよう、魅力的な人材の育成に全力で努めてまいります。一方で、国からの交付金に依存しない独自財源の確保は、教育研究活動の質を維持するためにも必要なものとなっております。今後とも、引き続きご支援をいただけますよう、よろしくごお願い申し上げます。

なお、クリエには、ご寄付等以外にも、お持ちの技能や知識を活かして、ボランティアとして学生のご指導にご協力していただくクリエサポーター制度等がございます。クリエサポーターにご登録をいただけますと幸いです。お手数をおかけいたしますが、詳細は、下記までお問い合わせください。

<お問い合わせ先>

和歌山大学 協働教育センター（クリエ）

〒640-8510 和歌山市栄谷 930

TEL : 073-457-8504

FAX : 073-457-8502

e-mail : creainfo@ml.wakayama-u.ac.jp


<https://www.wakayama-u.ac.jp/crea/overview/donation.html>

「和歌山大学基金」のご案内

「和歌山大学基金」を通じたご寄付の方法については、下記のホームページをご覧ください。クレジットカード・銀行口座のお振込みに対応しております。金額については、1口5千円を目安とさせていただいておりますが、それより少額でも結構です。

クリエの学生活動に対してご寄付をいただける場合、「特定目的支援基金」をご選択いただき、「寄付使途」等の欄に「クリエ」とご記入いただきますようお願い申し上げます。

<https://www.wakayama-u.ac.jp/fund/application/>

2019 - 2020
 **モーション研究ミッション**
 クリエゲーム制作プロジェクト

◆ 研究内容

近年のゲームの高クオリティ化
 中でも「実在感のある動き」が注目される。
 ゲーム制作プロジェクト内に、モーションキャプチャを導入し、その運用技術を蓄積したい。

本ミッションの目的

ゲーム製作時と同じツール環境を用いて映像作品を作成する。


↓

次年度以降のゲーム制作につながる、モーションキャプチャーの技術を獲得する。

本ミッションでの製作物


ゲーム制作プロジェクトのプロモーションムービー。長さは60秒程度とし、実際のゲームと同様に、リアルタイムレンダリングで描画を行う。

◆ 使用した技術

 **モーションキャプチャ Perception Neuron 2.0**

全身につけたセンサーからモーションデータを取得し、それを任意の拡張子で出力する。



 **3D モデル作成 Blender**

シーン構成に必要な3Dモデル素材を作成する。テクスチャなど必要に応じて、他のペイントツールも併用した。



 **環境構築 Unity**

他3つのツールのデータを統合し、映像作品として出力するための環境として使用。本来はゲーム制作に用いられるツール。



 **エフェクト作成 Effekseer**

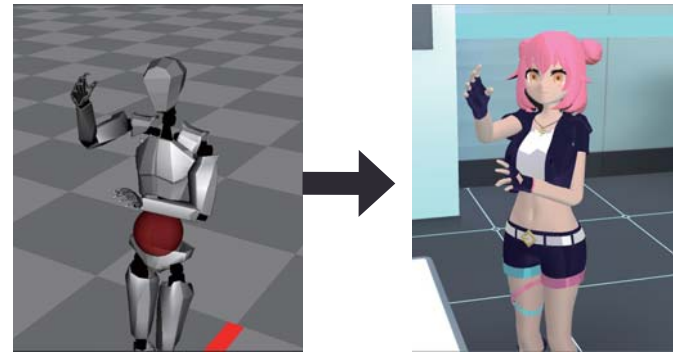
動画内のキャラの動きに合わせたエフェクトを作成するツール。



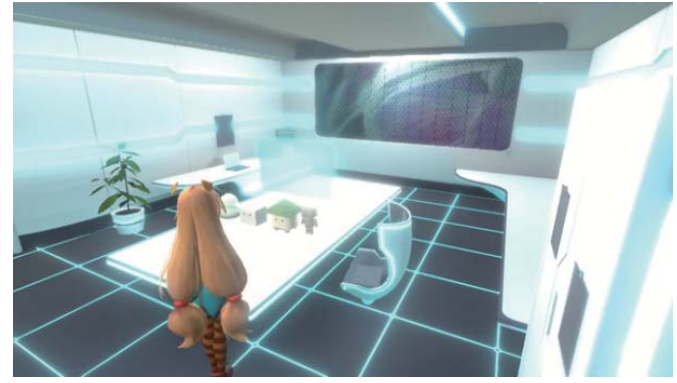
 **BGM / SE 作成 DAW ツール**

◆ 研究成果

- 以下の技術を獲得することができた。
- ✓ モーションを取得して、Unity上の任意のモデルにデータを適用する



- ✓ Unityでの見た目の改善
Post processingを用いた光効果（ブルーム）の表現



※ 上写真のキャラクターモデルは、代用として用いた「Unity-chan」モデル

UnitychanToonShader2.0を用いたセルルック表現



- ✓ 髪の毛の部分にある様に、描画ポリゴンのふちにアウトラインを生成
- ✓ シェードを二色で表現
- ✓ 瞳、白目部分のくぼみに影ができないよう、シェード設定をオフ

◆ 課題と展望

今回の研究で、モーションキャプチャを用いた本格的なモーション作成が行えるようになった。実際にゲーム制作プロジェクト内で、他の製作チームがモーションキャプチャを利用して製作を進めている。また、映像作品を作るにあたって、Unityにおける光効果やセルルックの描写表現についても研究できた。しかし、セルルック表現については「アウトラインが綺麗に入りきっていない」「二色で表現されたシェードが不自然な形をしている」といった問題があり、今後改善する必要がある。

今回得られた研究成果をもって、次年度以降のゲーム制作につなげていきたい。

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：クリエゲーム制作プロジェクト

ミッション名：モーションキャプチャーを用いた写実表現研究

ミッションメンバー： システム工学部2回生 津田哲志
システム工学部3回生 田中一浩
システム工学部2回生 石丸敬登
システム工学部2回生 上野友裕
システム工学部2回生 大森伊月
システム工学部2回生 北林悠河
システム工学部2回生 佐藤静香
システム工学部2回生 杉崎海斗
システム工学部2回生 高尾秀太
システム工学部2回生 多計琳太郎
システム工学部2回生 伊達幸希
システム工学部2回生 谷田実桜
システム工学部2回生 近澤幸郎
システム工学部2回生 中野裕介
システム工学部2回生 野戸彰大
システム工学部2回生 福田祐杜
システム工学部2回生 藤田伊織
システム工学部2回生 牧之瀬丈裕
システム工学部2回生 宮内悠渡
システム工学部2回生 山本創大

キーワード：3DCG・写実表現・モーションキャプチャー・映像作品・和歌山史

1. 背景と目的

近年、ゲーム業界ではゲーム機器の性能向上と共に、ゲームの内容に求められるクオリティも高まっている。そんな中、我々ゲーム制作プロジェクトでは「キャラクターがよりリアルに動く実在感のあるゲーム」の作成を目指すことにした。そしてプロジェクト内の新しい企画として、和歌山に伝わる妖怪や史実、伝記をもとにした体験型ゲームを作成することが挙げられた。これは、和歌山に伝わる伝記には興味深いものが多く、これをモーションキャプチャーを用いてゲームにすることで、リアルな体験ができると考えたためである。

このゲーム製作には技術的な調査が必要であるため、2019年度では技術的な基盤を固めるのが最良であると判断した。これには、今までに使用した事のないモーションキャプチャーを用いた製作技術が必要となる。また、リアルな動きに加えて「写実的な表現」という側面でも実在感を追求しようと考えた。これらを学ぶため、2019年度における本ミッションでは、ゲーム製作と同じソフトウェア環境を用いて映像作品を作ることを目的とし、その過程でモーションキャプチャーに関する技術を会得することを最終目標とした。

2. 活動内容

本ミッションで作成する映像作品の内容は、「プロジェクトのイメージキャラクターが登場する、60 秒程度のプロモーションムービー」とした。このキャラクターには、モーションキャプチャーで作成したデータを使用することで、より自然な動きになるようにした。また動画を作る際は、プロジェクト内で最も使用されているゲームエンジンである Unity を使用する。

モーションデータの作成については、以下のような作業を行った。今回必要な機材として、モーションキャプチャーの「Perception Neuron2.0」を使用した(図1)。これを採用した理由としては、従来の高性能モーションキャプチャーに対して比較的安価であり、大掛かりなスタジオやセットを必要としない事が主に挙げられる。中でも、スーツに配置されたセンサー



図1

出典：<https://neuronmocap.com/ja>

のみで完結するため、場所を選ばずにデータ計測を行えるというのが、今回において最大の利点である。これを用いて、学校内C棟の一階室内にて、動画内で使用するモーションデータを取得した。Perception Neuron2.0 は、磁気センサーを用いた方式であるため、電磁気に弱い特性がある。そのため、周囲には金属物や電子機器を近づけないよう配慮した。更に、より精度の高いデータ取得を行うために、キャリブレーションを何度も繰り返し行った。またモーションデータは、モーションキャプションソフトの Axis Neuron で取得した。このツールは Unity との互換性があり、細かな調整をせずに Unity 上にデータを実装できる利点がある。よってキャラクターの 3D モデルは、ボーンⁱⁱの構成を Unity 標準のヒューマノイド構成と同じものにした。そのようにして、データを Unity に実装し、カメラ機能を用いて動画の作成を行った。

また、写実表現を実現するためには、Unity において以下のような作業を行った。ゲームエンジンでは、基本的にリアルタイムで映像の書き出しを行うため、光や影の描写などの処理コストをできるだけ低減させる必要がある。これを実現するためライトベイクという方法で、キャラクターの周囲に配置された動かないオブジェクトに対しては、予め光源による陰影を焼き付けておくようにした(図2)。また、背景に使用するオブジェクトもリアルタイム描写に合わせ、ポリゴン数ⁱⁱⁱを削減している。背景家具のデザインに関しても、実在の家具を参考にしつつ、プロモーションムービーの世界観に合わせたものになっている。



図2

作業中の Unity の操作画面

さらに Unity 内で Post Processing というプラグインを実装し、カメラ機能にも工夫を行った。今回の映像作品のステージとなる場所は、ネオンライトやその他照明が目立ったデザインになってい

るため、ブルーム効果を設定し光源をより際立たせた。また、被写界深度を設定することで、メインキャラクターに焦点を当て、より写実的な描写を行った（図3）。

また、イメージキャラクターを映像作品内で表現するためにも様々な工夫を行った（図4）。Unity上において、キャラクターには UnitychanToonShader2 というシェーダー^{iv}を使用し、アニメチックながらも実在感のあるキャラクターの表現を試みた。描画ポリゴンの縁にアウトラインを生成し、3Dにおけるセルルックな描画を行った。さらに、陰影を二色に限定して描写し、目の部分のみ暗くならないように陰影の設定をオフにした。



図3

映像作品のシーン



図4

イメージキャラクター

3. 活動の成果や学んだこと

今回の制作を経て、本ミッションの最終目標である、モーションキャプチャーで取得したデータをUnityに実装するまでの技術を確立することができた（図5）。これまでプロジェクト内で触れたことのなかった技術に対して、知見を得られた事は大きな成果である。そして、本ミッションで使用したモーションキャプチャーは、磁気計測センサーを用いた方式により、長時間持続して使用した場合蓄電による影響を受けやすくなることも判明した。また、計32個の小型センサーをベルトで巻き付けるという特性上、服の種類によってはセンサー位置がずれ、モーションデータに誤差が出てしまうということも判明した。これらの点は、今後モーションキャプチャーを使用する際に参考になると考えられる。また、写実表現を行うにあたって使用した、UnityのPost Processingにおける「ブルーム効果」「被写界深度」などの設定方法に関する技術も会得することができた。

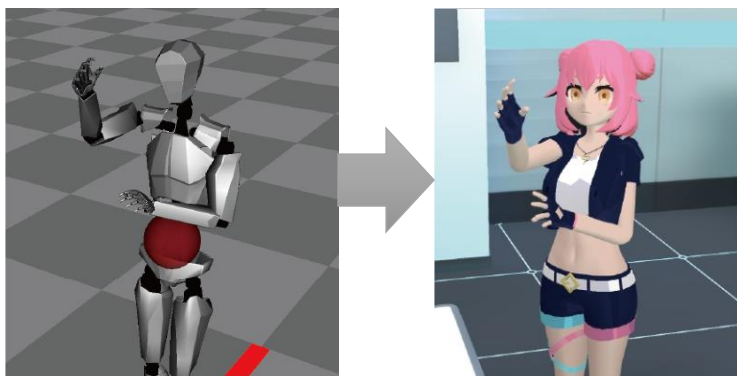


図5

4. 今後の展開

今回学んだモーションキャプチャーの技術は、今後よりリアルな動きを実装したゲームの作成が可能となった。併せて、写実表現のために調査、実装した Unity での技術も、よりクオリティの高いゲーム制作に活かせると考えている。それと同時に、問題点もいくつか判明した。3で前述したように、モーションキャプチャーには癖が多く、今回はそれらを完全に克服することはできなかった。更なる対策の考案が必要と考えられる。これら学んだことを活かし、今後は本ミッションを行った目的である「和歌山史を体験できるゲーム」の作成に取り組んでいく。

5. まとめ

高度な技術であるモーションキャプチャーをゲーム制作に取り入れ、よりクオリティアップしたゲーム制作を目指した本ミッションでの成果は、今後のゲーム制作プロジェクトの大きな進展と言える。モーションキャプチャーに関する知見は完璧とは言えないものの、ゲーム制作に支障がない程度まで会得することができた。実際に、このモーションキャプチャーを制作に用いた別のゲームタイトルも制作進行中である。また、今後制作予定の和歌山史を体験できるゲームは、学校内だけでなく外部にも積極的に発表し、和歌山の伝記の面白さについて知ってもらおうきっかけになって欲しいと考えている。

- i 実際の人の動きとモーションデータの間にも生まれる誤差を修正するための手順。
- ii 3D モデルをモーションデータで動作させる際に必要となる骨格。
- iii 3D モデルを構成する三角面の数の単位。多いほどデータ量も大きくなり描画負荷も増大する。
- iv 3D モデルに質感や陰影を付与する要素。



和歌山大学ソーラーカープロジェクト 電装ミッション

システム工学部 2回生 谷村太智

背景と目的

世界最高峰のソーラーカーレースであるBridgestoneWorldSolarChallenge(BWSC) に参戦する。また設計・製作の過程でプロジェクトメンバーの知識・技術の向上を図る。今年度は設計・製作の経験を得るために、BWSC用に設計したマシンのプロトタイプを製作した。

テレメトリ

バッテリーやソーラーパネルの電圧・電流を計測、GPSを用いた位置情報データの取得を行うテレメトリシステムの開発を行った。

製作内容

システムの制御には手軽にプログラムの書き換えができるマイコンであるArduinoを使用した。



図1 Arduino

電流電圧センサーとGPSモジュールからデータを受け取り、無線通信モジュールを介してネットサーバーに送信するプログラミングを作成した。



図2 GPSモジュール



図3 無線通信モジュール

ユニバーサル基板での実験に成功したので、回路設計ソフトを使用して実機用の基板を設計。それを基に太洋工業株式会社様にフレキシブル基盤を製作していただき、使用した。



図4 フレキシブル基盤



図5 完成した実機用基板

結果

実際に試走で使用し、データを取ることに成功した。しかし、約50分に一度のペースでArduinoの電源が落ちてしまうという問題が発生してしまった。

バッテリー

バッテリーはPanasonic製リチウムイオン電池のNCR18650GAを採用。リチウムイオン電池はスやBWSCで使用できるバッテリーの中でもトップクラスにエネルギー密度が高い。これによってマシンの軽量化を図った。



図6 NCR18650GA

製作内容

レースで実際に走行する速度を考慮した結果、並列数20、直列数21で使用することに決定。電池の電極を金属板にスポット溶接し、組電池にして使用した。



図6 組電池にしたバッテリー

バッテリーボックスは、内側を絶縁性に優れるガラス繊維で、外側を強度に優れるケブラーで積層したFRPで製作した。



図7 バッテリーボックス

結果

試走・レースで使用し、問題なく安全に運用することに成功した。

今後の製作

テレメトリシステムについては今回発生した問題を解決する必要がある。また、オーストラリアでは携帯回線が使用出来ないため、通信方法をBluetoothなどの他のものに変更する。バッテリーに関しては問題なく使用できたので、BWSCでもリチウムイオン電池を採用する。そして、その他の電気系のパーツについても今年度の製作経験を活かして設計を行っていく。

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：電装ミッション

ミッションメンバー：システム工学部2年生谷村太智、システム工学部2年生今川みのり、システム工学部2年生石村隆博

キーワード：テレメトリーシステム、BWSC、エネルギーマネジメント、マイコン

1. 背景と目的

昨年、当プロジェクトはオーストラリアの公道 3000km をダーウィンからアデレードまで縦断するレースである Bridgestoneworldsolarchallenge (以下 BWSC に略) に出場、上位入賞を果たすことを目標とし、そのプロトタイプとなるマシンを製作した。

この BWSC ではソーラーパネルから供給する電力のみで走行を行わなければならないため、どれだけエネルギーを効率よく使用し、走行できるかが求められる。走行ペースを上げるためにスピードを出し過ぎると、途中でエネルギーを全て使い切ってしまう、走行ペースを落とし、エネルギーを温存し過ぎようとすると、最終的にエネルギーが余ってしまう。レースではエネルギーを過不足無く消費するための速度調整、「エネルギーマネジメント」が重要になってくる。

本ミッションでは、このエネルギーマネジメントを正確に行うためにマシンに搭載するテレメトリーシステムの開発を行った。

テレメトリーシステムとは、マシンが消費している電力や速度などを計測し、無線で自動送信し、遠距離からでも確認できるようにするシステムのことである。

従来のマシンではこれらのデータをドライバーが無線を通して口頭伝達していた。しかし、この方法では複数のデータを伝えるためには時間がかかってしまうという問題があった。そこで、テレメトリーシステムを実装することによって、より多くのデータを高頻度で送信することが可能になる。これによって正確なエネルギーマネジメントが可能になる。また、このテレメトリーシステム自体は以前から製作を進めていたのだが、実際にマシンに搭載して運用するには至らなかった。そのため、今年度はその実用化を目指し、開発を進めた。以前のテレメトリーシステムはラズベリーパイというマイコンを使用して開発していたが、そのプログラミング言語が難解であったため、これ以上の発展が難しかった。そこで、今年度はシステム構成を根本から見直し、別のマイコンを用いての開発を行った。

2. 活動内容

・マイコン

システムを制御するマイクロコンピューターには Arduino を使用した。Arduino を使用するメリットとして一般的なプログラミング言語である C 言語に酷似した言語でプログラムすることができる。また、世界的に広く普及しているため、プログラムのサンプルが多く公開されている。よって、これらのメリットを活用することで容易にプログラムを作ることが可能になる。



図1 Arduino

・電流・電圧センサー

電流・電力の計測には INA226 というセンサーを使用した。このセンサーは、これのみで電流・電圧の両方を計測することが出来る。また、シャント抵抗の抵抗値を変更することで計測できる範囲を調節することが可能である。



図 2 INA226

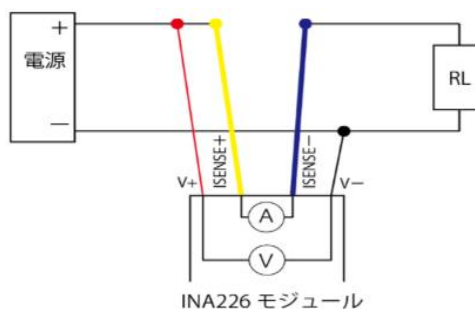


図 3 電流・電圧計回路

・GPS モジュール

位置情報の取得には秋月電子の GPS 受信機キットを使用した。このモジュール日本の準天頂衛星システム「みちびき」3機受信に対応している。また、Arduino との I2C 通信が可能である。



図 4 GPS 計測キット

・無線通信モジュール

さくらインターネット社が提供している、無線通信モジュールとサーバーを提供するサービスである sakura.io を利用した。このモジュールは Arduino で I2C 通信により制御することができる。また、取得したデータを LTE 通信でインターネットサーバーに送信することで、データの確認、保存が可能になる。



図 5 sakuraio のモジュール

・インターフェイス

インターネットサーバーに送信したデータを表示するインターフェイスはジャバスクリプトで自作した。

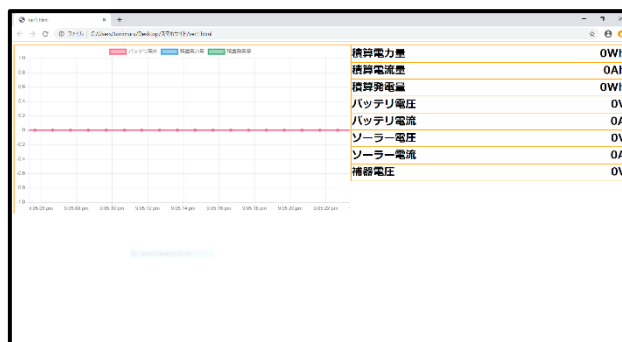


図 6 インターフェイス

・基板

実機用の基板には太洋工業株式会社様に協力していただき設計・製作したフレキシブル基盤を使用した。フレキシブル基盤は非常に軽量で、自在に折り曲げることが可能である。回路設計と基板設計の案はメンバーが考え、それを企業の基板設計者に評価してもらい、ノイズ対策などのアドバイスを受けた上で最終決定を行った。

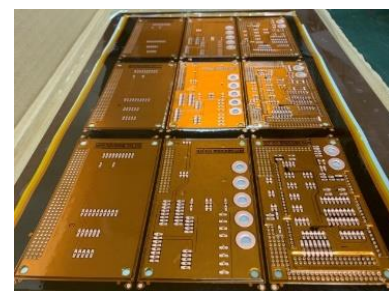


図7 フレキシブル基板

3. 活動の成果や学んだこと

直流電源装置を用いてマシン外での実験を繰り返し、正常に稼働することが確認できたのち、マシンに搭載する実機の作成を行った。そして、実際に試走で使用し、走行中のデータの取得を行うことに成功した。

センサーでのデータの取得や無線送信自体は広く普及している技術であるが、これをソーラーカーで運用するには、マシンから常に振動を受けていても稼働することが出来る耐久性と、高圧電流によって生じる強い電磁場の近くでも稼働することが出来るノイズ耐性が必要である。今年度のテレメトリーシステムの開発ではこれらを意識して設計を行うことが出来た。この過程で学んだことは現在成長が著しい電気自動車業界においてかなり重要な技術だと考える。

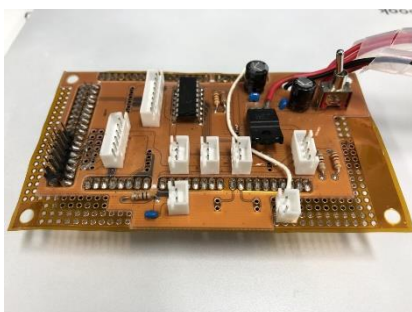


図8 フレキシブル基盤を使用した実機用基板



図9 実際の試走の様子

4. 今後の展開

今後のテレメトリーシステムへ行くべき変更として、通信方法の変更がある。今回のテレメトリーシステムでは無線通信の手段としてLTE回線を使用した。これはソーラーカーレース鈴鹿で使用することを想定したものであり、BWSCでは使用できない。それは、オーストラリアの一部では携帯回線が届かないからである。その代わりに、BWSCではエネルギー管理を行うメンバーを乗せた伴走車が常にマシンの後ろを走るため、Bluetoothなどのマイコンとパソコン間で直接通信を行うことが出来る。

よって、今後はオーストラリアの無線法で定められた周波数を満たしつつ、マシンと伴走車間での通信が可能な通信方法の確立を目指す。

5. まとめ

当プロジェクトが長期的に取り組んでいたテレメトリーシステムの開発において、今年度はマシンに搭載しての運用に成功という大きな進歩を遂げることが出来た。しかし、このテレメトリーシステムはソフト面、ハード面両方において非常に発展性のある分野である。今後も開発を続けることで自らの知識・技術を深めるとともに理想のシステムの構築を目指したい。



和歌山大学ソーラーカープロジェクト 車体ミッション

システム工学部2年 坂本 眞悟

背景と目的

世界最高峰のソーラーカーレースであるBridgestoneWorldSolarChallenge(BWSC)に参戦する。また設計・製作の過程でプロジェクトメンバーの知識・技術の向上を図る。

BWSCの概要

豪州南北3000kmの公道コースで行われる世界最高峰のソーラーカーレース
環境の変化、走行距離が大きくマシンへの負担が大きい

活動内容

新マシンコンセプト

- ①空気抵抗の削減
- ②高い耐久性能
- ③各パーツの軽量化



図1:BWSCマシンカウル形状

全長 [mm]	全幅 [mm]	全高 [mm]	トレッド [mm]	ホイールベース [mm]	車輪数	パネル面積	バッテリー
5000	1200	1000	F:610 R:610	1700	4輪	4㎡	リチウムイオン電池

表:新マシン形状

フレーム

昨年製作した梅☆号と同じカーボンモノコックフレームを採用。材料にはカーボンサンドイッチパネルを検討している。

BWSCレギュレーションに合わせ、寸法の決定・強度計算・剛性確保を行い、3D図面の作成した。

現在は、搭乗者空間、剛性の確認を行うため、フレームモックアップや車検時に使用する搭乗者空間確認のための治具製作を行っている。

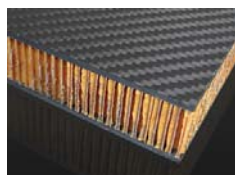


図2:サンドイッチパネル

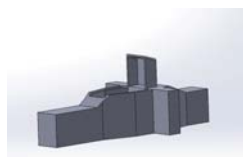


図2:フレーム3D図面

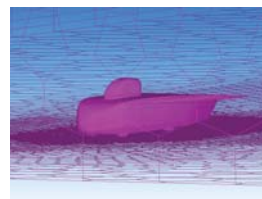


図4:治具の製作

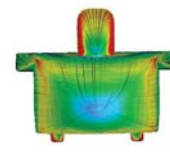
カウル

BWSCでは、強風・高温などの過酷な環境を走行する。そのためその材料にこれまで使用していたスチレンボードではなく、カーボンカウルを採用した。

現在はsolid worksによるカウル3Dモデルの作成、cradle社のscFLOWを使用し流体解析を行うことで、空気抵抗の一番少ないカウル形状の検討している。



メッシュの作成



乱流エネルギー



足回り

サスペンション構造は採用経験があり信用性の高いダブルウィッシュボーン式を採用。フロント、リア共にこの構造を採用し、走行効率の向上を図る。

アップライト
従来同様削り出しでの製作を行う。
また強度解析ソフト (INSPIRE) での解析を行い耐久性と軽量化を両立させる。



ダブルウィッシュボーンのイメージ

今後の展開

春休み中に大まかな設計の完成後流体解析を繰り返し最適形状の導出を行う。

6月のレギュレーション発表後設計の修正を行い、図面の最終決定を行う。

8月後半から製作に取り掛かり6月の完成を目指す。

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
〈2019年度ミッション成果報告書〉

プロジェクト名：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：車体ミッション

ミッションメンバー：システム工学部 2 回生森島滉貴、システム工学部 2 回生坂本眞悟、システム工学部 2 回生萬谷響

キーワード：BWSC2021、オーストラリア 3000km 縦断、公道走行、CFD

1. 背景と目的

昨年、当プロジェクトはオーストラリアの公道 3000km をダーウィンからアデレードまで縦断するレースである Bridgestoneworldsolarchallenge2021（以下 BWSC2021 に略）で上位入賞を果たすことを目標とし、そのプロトタイプとなるマシンを製作した。そしてレギュレーションの似ているソーラーカーレース鈴鹿 2018 に出場することでその性能評価を行った。

本ミッションでは、BWSC2021 出場・上位入賞に向け新たなマシンを製作することで車体設計や流体解析・部品加工の技術や知識の習得を図り以下の活動を行った。また、BWSC はソーラーカーが一般車と同じ公道を走行するレースである。新たなマシンを製作し大会に出場することで、ソーラーカーの実用化に貢献する。

2. 活動内容

BWSC はこれまで参加していたソーラーカーレース鈴鹿とは異なり、オーストラリアの公道を 100km/h も超える高速で 8:00 から 17:00 までの 9 時間走行する。加減速の多いサーキットでの走行にくらべ、直線を長時間高速で巡行することから走行抵抗の内の空気抵抗を占める割合が大きくなる。BWSC で上位入賞を果たすためには、その空気抵抗を極限まで小さくすることが最重要課題である。加えて、レースが開催される 10 月のオーストラリアは大変高温であることや、3000 km の長距離走行、強風によるマシン横転の危険性があることなどから、マシンの耐久性確保も必要になってくる。

そこで今回のマシンコンセプトを以下 3 つに設定した。

〈BWSC マシンコンセプト〉

- ① 空気抵抗の削減
- ② 高い耐久性
- ③ 各パーツの軽量化

これらを実現するべく行った活動についてカウル、フレーム、足回りの 3 つに分けて以下に記す。

〈カウル設計〉

ソーラーカーレースでは消費電力を少なくするために、いかにマシンの走行抵抗を小さくするかが重要である。その走行抵抗の中でも空気抵抗が占める割合は大きく、カウルの設計はソーラーカーの性能に大きく関わってくる。空気抵抗は以下の式で表される。

$$\text{空気抵抗[N]} = 1/2 \times \text{空気抵抗係数 } C_d \times \text{空気密度 } \rho [\text{kg/m}^3] \\ \times \text{前面投影面積 } A [\text{m}^2] \times (\text{速度 } V)^2 [\text{m/s}]$$

空気抵抗を小さくするためには上記の式のうちの前方投影面積及び空気抵抗係数を小さくしなければ

ばならず、これらの値はソーラーカーの形状により変化する。BWSCに参加しているソーラーカーの形状には大きく分けて単胴型(図1)と双胴型(図2)の2つがあり、どちらも前方投影面積を小さくするために採用されている形状である。マシン形状の決定に際し考慮することとして、使用するパネルの種類がある。今回我々が使用するシリコンのソーラーパネルはレギュレーションに定められているパネルの種類の中でも使用面積が最も大きく設定されている。そのため、双胴型のような横に広がった形状よりも単胴型のようにパネルを縦に配置するほうが前方投影面積を小さくすることが容易である。また梅☆号での製作経験もあることなどから、今回製作するマシン形状には単胴型を採用する。

空気抵抗係数に関してはその値を小さくするためには走行時のマシン前後での圧力差をいかに小さくするかが重要である。同じ前方投影面積のマシンでも、境界層の剥離を起こしやすいものは後方に大きな負圧を発生させてしまう。そのためマシンロアーカウル、アッパーカウルの肩部などに境界層剥離を起こしにくい翼断面形状を採用した(図3、図4)。



図1：Team Sonnenwagen Aachen



図2：Agoria Solar Team

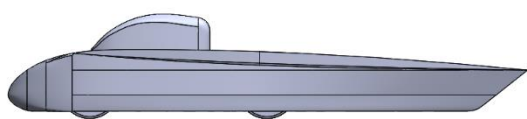


図3：カウル側面

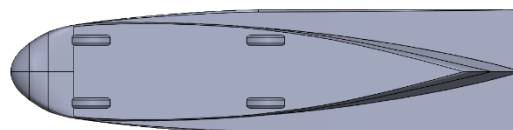


図4：カウル底面

加えてダウンフォースの発生も大きな抵抗となってしまうため、マシン上部とマシン下部の流速による上下圧力差を0に近づけられるノーズ形状の検討を行った。そしてこれらの影響を視覚的、数値的に判断するためにCradle社の流体解析ソフトであるscFLOWを使用し、最終的なカウル形状を決定する。

また、今回カウルの材料にカーボンを使用する。梅☆号に使用していたスチレンボードは製作が容易であることやコストがかからないことがメリットではあったが、単純な2次曲面しか再現することが出来ず、またオーストラリアの高温や強風に耐えることが出来ない。そのため自由曲面を再現でき、高剛性かつ耐熱性の高いカーボンを使用することで空力的、強度的にもより良いカウルを製作する。

〈フレーム設計〉

今回フレームの材料には、アルミフレームなどと比べて軽量かつ製作が容易なこと、短期間で製作可能なこと、また昨年製作した梅☆号での経験等からカーボンサンドイッチパネルを採用した。設計の面では、引っ張り、圧縮、ねじれなどの走行中にかかる様々な負荷を考慮に入れながら、高剛性かつ軽量でコンパクトなフレーム形状を目指した。さらにBWSCでは緊急脱出を15秒以内に行う必要があるため、搭乗者の乗り降りを行いやすくするため、フレーム前方部の傾斜を奥へと伸ば

し(図5)、足元の空間に余裕を持たせることで搭乗者の脱出を行いやすくした。

また一般車と同じ公道を走行するレースであることから、レギュレーションではマシンの安全確保が徹底されている。マシンが正面衝突、側面衝突、転覆をした際にその衝撃から搭乗者を守ることができるかどうかの安全証明をしなければならないため、今回より Altair 社の強度解析ソフトである hyperworks を使用し、フレームの 3D モデルの強度解析することで、上記のような衝撃に耐えうる強度を持つフレーム形状を検討している。

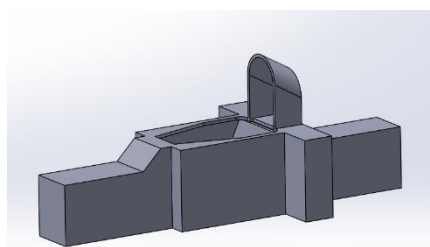


図5：フレーム 3D モデル

〈足回り設計〉

BWSC はオーストラリアのほとんど直線の公道を走行することから、ソーラーカーレース鈴鹿よりもコーナリング性能がそれほど求められない。そのため前方投影面積を縮小するべくトレッドを梅☆号のフロント 750 mm、リア 650 mm よりも小さいフロントリア共に 610 mm に設定した。これとは対照的にホイールベースは強風などの影響を考慮し、直進安定性を確保するべく 1,700 mm と比較的長く設定した。

サスペンション方式はアライメント調整の容易さ、キャンバー変化の少なさ、またその製作経験から梅☆号と同じフロントリア共にダブルウィッシュボーンを採用する。サスペンションジオメトリに関しては直進安定性を確保するべく、キャスター角はフロントとリア共に 5 度、キングピン角はフロント 12.21 度に設定しアップライト形状を決定した。アーム設計はバンプした際の設置点変化を抑えるべく走行時の A アームの動きを CAD 上でシミュレーションすることで最適な寸法を決定した。またオーストラリアを南下するレースであることからソーラーパネルはマシン後方に位置している方がより多く発電する。そのため後方により多くのパネルを配置するために搭乗者の位置をよりマシンの前方する必要がある。そこでアッパーA アームのフレーム側のロッドを短くし、取り付け位置をより搭乗者側に近づけることで、フロントタイヤ位置を後方に下げ、搭乗者が前に出るようにした。またマシン軽量化を図るべく、フレーム同様 Altair 社の hyperworks を使用し、走行時の負荷を踏まえアップライト等の足回り各パーツの最適な肉抜きを検討している。

3. 活動の成果や学んだこと

本ミッションより BWSC 参加に向けた新たなマシンの設計をするにあたり発生した問題点として、大きく①レース方法・環境②レギュレーション③製作方法の3つが挙げられる。

まず①に関して、公道走行によるマシンへの負荷や抵抗、オーストラリアの過酷な走行環境や路面状況など、マシンコンセプトを決定する段階からたくさんの知識、情報が必要だった。また梅☆号製作時での、設計、製作の遅れによる反省から、設計開始から大会出場までのスケジュール管理の徹底も行うべく、様々な有識者の方々や他チームとの意見交換、実際にレース見学に行き現地チームとの交流を行い様々な情報やデータ等を取得したうえで設計を開始した。

②レギュレーションについては公道を走行する BWSC ならではのもので、マシンや搭乗者の安全の確保、灯火類、ホーンなどの安全装備を一般車と同レベルまで徹底しなければならず、安全の証明方法や、一般車と同等の装備をいかにソーラーカーに搭載するかを試行錯誤しながらのマシン設計となった。

③ 製作方法で大きな問題になったことはカーボンカウルの製作である。今回新しくマシンを設計するにあたり、梅☆号での設計、製作経験を多く生かすことができたものの、カーボンカウルの製作に関しては初の試みであり、その知識や技術のみならず製作場所なども大きな問題となった。

これら問題は総じてBWSCという新たな大会に参加することの知識、情報不足によるものである。そのため今回の活動では先にも述べたように他チームや有識者の方々と積極的に交流を行った。また、クリエの先生方やソーラーカー製作を行っている他校の先生をお呼びし、デザインレビューという形で大学側とチームとの情報共有や、有識者のアドバイスをいただくことで自分たちの製作環境に合ったマシン設計を進めることができた。

4. 今後の展開

BWSC2021は来年の10月に開催される。今後のスケジュールは以下のように進めていく。

	春休み			1クォーター			2クォーター			夏休み			3クォーター			4クォーター			春休み			1クォーター			2クォーター			夏休み			3クォーター		
WSCスケジュール							WSC規則発表									ノーリツ試走			白浜試走			秋田試走			BS試走			輸送			WSC2020		
	設計期						製作期						マシン完成			新車発表																	
月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
カウル	CFD解析				型,キャノピー外注		雛型製作製品製作						カウル接着			試走・改良・申請書類・準備						現地入り			レース								
	リップ,分割位置設計			リップ設計		開閉設計			開閉,ハッチ製作																								
フレーム	形状決定		モックアップ		板注文			フレーム製作																									
	ジグ設計		展開図設計			ジグ製作																											
	電装パーツ配置		固定具設計			パーツ製作																											
サスペンション	3D設計			ジグ設計		パーツ外注			組み付け																								
ステアリング	3D設計						パーツ製作																										
ブレーキ	足回り側設計		ペダル側設計		パーツ発注																												
CAE解析	フレーム解析		バッテリーボックス解析			強度部品解析																											

これに伴い今後はレース戦略、大会参加メンバー、現地での動きなどの決定を行っていく。また今回、チーム運営においてチーム内の情報共有不足、タスク管理方法、チーム内意識の不統一などの問題が発生した。今後このスケジュールを遅らせることなく無事マシンを完成できるよう、チーム運営の面でも様々な改良を行っていく。

5. まとめ

BWSCはソーラーカーレースの中でも最も規模が大きく、またソーラーカーの実用化に一番近いレースである。この大会に参加することで、今までよりもさらにハイレベルな知識、技術を習得することができ、プロジェクトのレベルも大きく上がるだろう。今回の活動はその足掛かりとなる大変重要なものであったと考える。



色が人に与える効果を題材とした研究方法の学習



和歌山大学 システム工学部 中畔 彪雅 巽 柊馬 藤原 洋祐 佐々見 和也

はじめに

到達目標

脳波研究の基礎的な知識・技術を獲得する

実験の設計・実施, 解析までを体系的に行う

学習方法

先行研究

- 色を題材として被験者に視覚刺激を呈示する
- 測定した脳波の解析を行う
- 計測された脳波が色ごとにどのように異なるか調査

学習内容

脳波計

- 脳波計によって使用方法が異なる. 本ミッションでは OpenBCIを使用
- OpenBCIについて学習

OpenBCI

研究レベルの脳波, 筋電図, 心電図の記録が可能.



プログラム

- 実験環境の構築・解析に MATLABとそのToolboxである Psychtoolboxを使用
- ソフトの使用方法や基本構文, プログラムの構築方法について学習

MATLAB

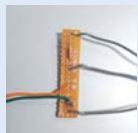
数値解析ソフト, 脳波の解析だけでなく Psychtoolboxを用いることによって実験の構築ができる.

フォトセンサ

- 実験にフォトセンサを使用
- フォトセンサの使用方法について学習

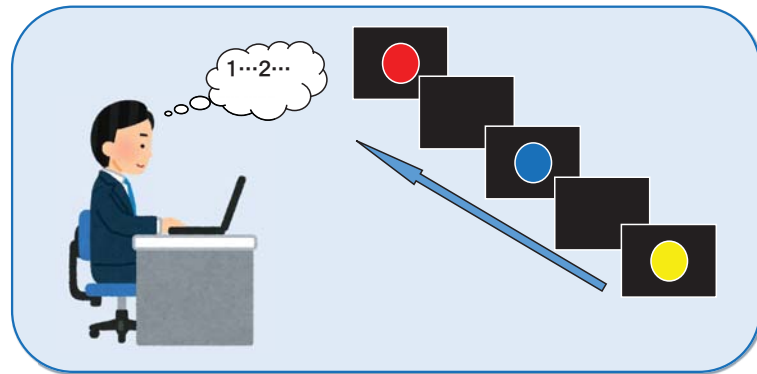
フォトセンサ

刺激が呈示された瞬間を記録し, 解析箇所の目安にする.



実験手順

- 約1秒おきに色のついた図形と何も表示されていない黒の画面を交互に表示する.
- 被験者は指定された色の図形が表示された回数を心の中でカウントする.



学習成果

実験環境構築の成果

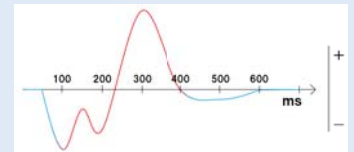
- OpenBCIでの脳波計測, 保存に成功
- フォトセンサの電子回路作成および OpenBCIとの接続に成功
- MATLABを使用し, 計測した脳波・フォトセンサのデータの解析を行うためのプログラミング技術を習得
- MATLABのToolboxである Psychtoolboxを使用し, 実験の際に視覚刺激を表示させるためのプログラミング技術を習得

実験成果

- OpenBCI, MATLABを用いて, 実験を行う環境を構築できた.
- 指定した色が表示されている間の脳波からは P300 が確認できた.
- 計測された脳波が色ごとにどのように異なるかの検討 → 被験者の数が少なく未検討

P300

被験者に特殊な課題を与えることで発生.



考察

- 脳波データの解析地点の特定が困難
- データの記録方法を改善する必要がある

今後の展望

- タイミングを記録するための新たな方法の実行
- 引き続き, 被験者の数を増やし計測実験
- 計測した脳波の解析

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：脳情報総合研究プロジェクト

ミッション名：脳波を用いたマインドワンダリング発生の検知

ミッションメンバー：システム工学部 2年北坂祥貴，横山洸樹

キーワード：EEG VR マインドワンダリング 自動車運転 シミュレータ

1. 背景と目的

近年、交通事故の件数は減りつつあるが、その数は決して少ないとは言えない。そこで我々は、交通事故の被害を減らせないかと考え、調査を進めた。調査を進めると、警察庁交通局の調べでは平成30年度上半期における自動車・オートバイによる交通死亡事故の原因の第1位が漫然運転であった[1]。漫然運転とは、「集中力・注意力が低下した状態での運転」のことであり、ぼんやりと運転する、他のことを考えながら運転する状態のことをいう[2]。我々は漫然運転の特に「他のことを考えながら運転する状態」とマインドワンダリングが関係していると考えた。マインドワンダリングとは現在遂行している課題以外のことへ思考が逸れてしまう現象のことである[3]。今回、運転という課題遂行の妨げとなっているマインドワンダリングを抑制することで、漫然運転を防ぐことができると考えた。さらに調査の中で脳波を用いてマインドワンダリングを検知した先行研究を発見したため[4]、脳波を用いてマインドワンダリングを検知、抑制することができると考え、我々は脳波を用いて、マインドワンダリングを抑制するシステムの構築を目的とした。また本ミッションでは、任意の交通状況を用意できることや被験者(運転者)の安全面を考え、脳波を用いてVR自動車シミュレータ中のマインドワンダリングを抑制することを目標とした。

2. 活動内容

2.1 先行研究の実験手法

前章で上述したように、脳波を用いてマインドワンダリングを検知した先行研究がある[4]。本研究はこの先行研究をベースにした応用実験である。ここでは、本研究のベースとなる先行研究の実験手順について紹介する。

まず、脳波計を装着した被験者に自身の呼吸の回数を1～10回数えるように指示した。次に、マインドワンダリングの発生に気づいたときに手元にあるボタンを押してもらった。ボタン押し後は数えていた呼吸の回数をリセットし、再度回数を数えてもらった。この流れを複数回繰り返した。

解析方法はボタンが押された時刻をオンセットとして、ボタン押し10秒前からボタン押し10秒後の計20秒のデータを対象とし、ノッチフィルタ、バンドパスフィルタなどのノイズ処理を行った後、連続ウェーブレット変換を行った。そして、実験データの考察にはボタン押し5秒前からボタン押し5秒後の計10秒のデータを用いた。

実験結果は、ボタン押し前後において δ 波帯域(3～4Hz)、 θ 波帯域(4～7Hz)に脳波の振幅の減少がみられた。このことから、マインドワンダリング発生時から課題集中時にかけて δ 波帯域、 θ 波帯域において脳波の振幅の減少がみられることが判明した。

2.2 先行研究の再現実験

2.1で紹介した先行研究の再現実験を3名の被験者(19～25歳の健康な成人男性)に行った。これは我々の実験環境が先行研究のものとは違うため、我々の実験環境でもマインドワンダリングを検知することができるかを確かめるためである。先行研究では128チャンネルの電極をもつ脳波計を

用いているが、この先行研究の結果からマインドワンダリングの検知に必要な電極は限定的であることが知られている[4].そこで我々は今回、OpenBCI Dry EEG Comb Electrodes と OpenBCI Cyton を用いて、国際 10-20 法における Cz の位置の脳波を計測できるカチューシャ型の簡易脳波計を製作し再現実験を行った(図 1).カチューシャ型の簡易脳波計を製作した理由として、後の本実験で扱う VRHMD(Virtual Reality Head Mounted Display)と従来の頭を覆う形の脳波計との同時着用は難しいと考えたからである.さらに、この脳波計にはアナログ入力用の汎用端子が取り付けられているだけであり、押しボタンスイッチなどの既製品のオプションが存在しない.そのため我々は、制作した簡易脳波計でも機能する押しボタンスイッチを製作し、これを先行研究の再現実験や VR 自動車運転シミュレータ中の押しボタンスイッチとして用いた(図 2).また、解析方法は先行研究と同様の方法で行った.



図 1 カチューシャ型の簡易脳波計

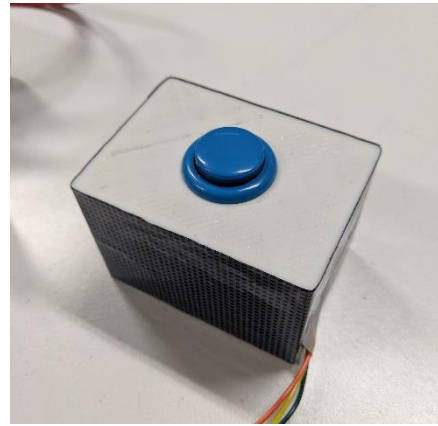


図 2 制作した押しボタンスイッチ

2.3 本研究

本研究の実験環境について説明する.脳波計には製作したカチューシャ型の簡易脳波計,VRHMDには Oculus Rift,VR ゲームには市販のソフトを用いて実験を行った.また、製作した押しボタンスイッチをハンドル横に設置し,VR 自動車運転シミュレータ中にも押すことができるようにした.ここからは、本研究の実験方法を説明する.

まず,VR 自動車運転シミュレータ中において、被験者(運転者)がマインドワンダリングが発生したと自覚したときにハンドル横に設置された押しボタンを押すように指示した.ボタン押し後は改めて運転に集中してもらい,再びマインドワンダリングが発生したと感じたときは押しボタンを押してもらった.この動作を繰り返し実験終了まで行ってもらった.

解析は先行研究と同様の方法で行った.なお、本実験は 3 名の被験者(19~22 歳の健康な成人男性)で行い、解析後の脳波データのボタン押し前後に δ 波帯域, θ 波帯域の脳波の振幅の減少を観測することができるか調査した.

3. 活動の成果や学んだこと

3.1 再現実験の結果と考察

先行研究の再現実験の結果データを以下に示す(図 3).図の中心部が押しボタンが押された時刻の脳波であり、色が黄色いほど脳波の振幅が大きいことを示している.また、 δ 波帯域, θ 波帯域の脳波の振幅に減少がみられたと考えられる部分を赤色の四角で示している.被験者 A,被験者 B はボタン押し前後において δ 波帯域, θ 波帯域の脳波の振幅の減少が確認できた.被験者 C は脳波の振幅

の減少はみられなかったため、ここでは結果データを示していない。

先行研究の再現実験の結果、2名の脳波データに δ 波帯域、 θ 波帯域の脳波の振幅の減少が確認でき、他の1名は多くのノイズが検出されたため解析から除外した。以上より、我々の実験環境でもマインドワンダリングを検知することは可能であると考えられる。

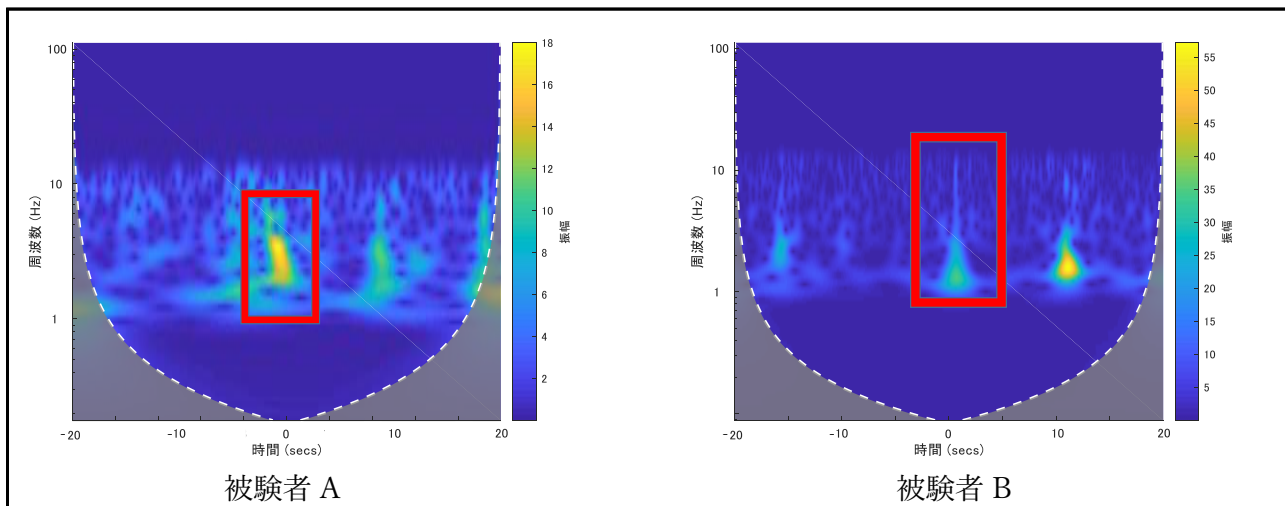


図3 先行研究の再現実験の結果

3.2 本実験の結果と考察

本実験の結果データを以下に示す(図4)。図は先行研究の再現実験の結果データと同様の方法で示している。被験者D、被験者Eはボタン押し前後において δ 波帯域、 θ 波帯域の脳波の振幅の減少が確認できた。被験者Fは脳波の振幅の減少はみられなかったため、ここでは結果データを示していない。

被験者Fの脳波データで δ 波帯域、 θ 波帯域の脳波の振幅の減少がみられなかった理由としては、VR自動車シミュレータで体を大きく動かしてしまったためノイズが発生してしまったことなどが考えられる。

本実験の結果、先行研究の再現実験と同様に2名の脳波データに δ 波帯域、 θ 波帯域の脳波の振幅の減少が確認できたことから、VR自動車シミュレータ中のマインドワンダリングを検知することは可能であると考えられる。

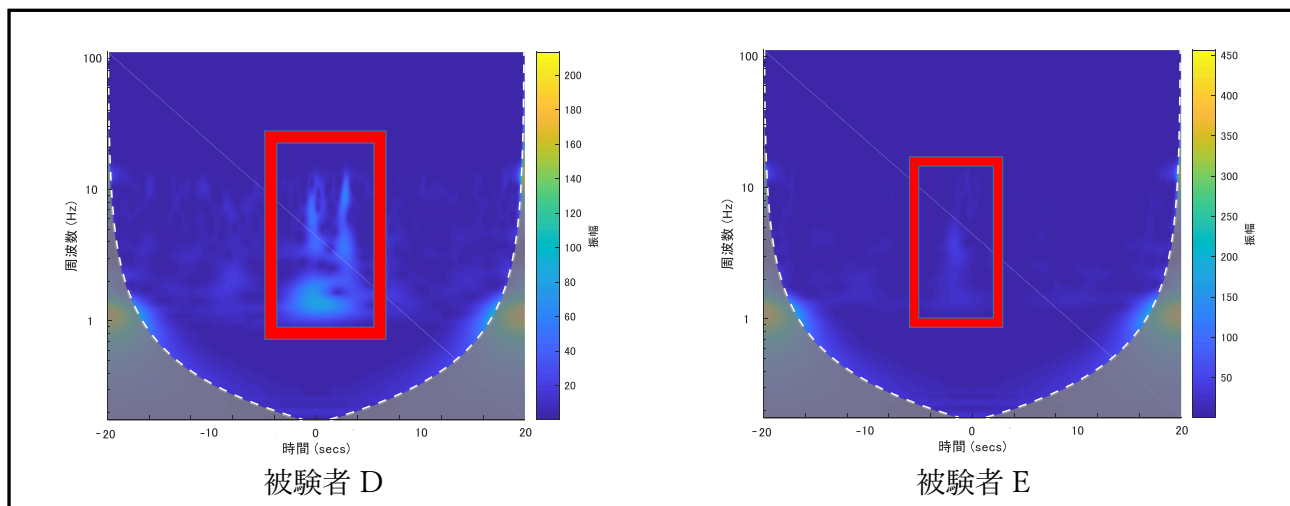


図4 本実験の結果

4. 今後の展開

今年度、脳波を用いて VR 自動車シミュレータ中のマインドワンダリングを検知することができた。しかし、検知したマインドワンダリングを抑制するシステムの構築はできなかった。そこで今後はマインドワンダリング抑制システムの構築に取り組む予定である。具体的には、マインドワンダリングが発生したときのある被験者の脳波をコンピュータに教師データとして学習させる。そして、マインドワンダリング発生時にコンピュータが先ほどの教師データを用いて、マインドワンダリング発生を認識し、被験者にそのことを指摘するプログラムを実装する。その結果、VR 自動車シミュレータ中の被験者のマインドワンダリングを抑制することができると考えられる。よって、コンピュータにマインドワンダリング発生時の脳波データを学習させるために機械学習についての学習を行う予定である。

本実験において、被験者とカチューシャ型の簡易脳波計のサイズが合わない事例があった。その被験者は電極が上手く頭皮に当たらず、脳波を正確に計測できなかった。その対策として、今後はカチューシャ型以外の新しい形の脳波計を模索し、製作する予定である。

5. まとめ

今年度の活動で、脳波を用いて VR 自動車運転シミュレータ中のマインドワンダリングを検知することができた。しかし、VR 自動車運転シミュレータ中に発生したマインドワンダリングを抑制するシステムの構築はできなかったため、今後はそのシステムの構築に取り組む予定である。

今年度の活動を通して、脳波計測や VR 自動車シミュレータの環境構築時にそれぞれの専門的な知識を獲得でき、脳波計測のプログラム作成時にプログラミング能力が向上した。また、今年度に出席した学会で多数の意見をもらい、知識を深めることができた。今年度学んだこと、身につけたことを糧にさらなる高みを目指して努力したい。

参考文献

- [1] 警察庁交通局, "平成 30 年上半期における交通死亡事故の発生状況及び道路交通法違反取締り状況について", (2018)
- [2] チューリッヒ保険会社, "漫然運転とは。前方不注意による事故の予防と対策", <<https://www.zurich.co.jp/car/useful/guide/cc-careless-driving/>>, (参照 2020-03-23)
- [3] 服部陽介, "学業場面における自己制御を阻害する要因に関する検討", 京都学院大学総合研究所所報 16, pp.28-33, (2015-03)
- [4] Claire Braboszcz, Arnaud Delorme, "Lost in thoughts: Neural markers of low alertness during mind wandering", NeuroImage 54, (2011)



脳波を用いたマインドワンダリング発生の検知

和歌山大学 システム工学部 北坂 祥貴 横山 洸樹



はじめに

マインドワンダリングとは

現在遂行中の課題から注意がそれてしまう現象
結果として課題遂行の妨げになる可能性がある

(例)
自動車の運転中に、運転とは別のことを無意識的に考えている状態
結果として、とっさの判断に遅れてしまう



目的

マインドワンダリングの発生を脳波で検知し
被験者に知らせることで抑制すること



身近なマインドワンダリングのケースとして
自動車運転中のマインドワンダリングに着目



目標

VR自動車運転シミュレータ中に発生したマインド
ワンダリングの抑制を支援するシステムの作成

今年度の活動

□ 先行研究の再現実験

脳波の計測手法

脳波計を装着して椅子に座る



呼吸の回数を数えてもらう



マインドワンダリング発生の自覚



手元のボタンを押してもらう



回数をリセットし再度数えてもらう

□ 実験環境

HMDを用いる研究を行うことを想定した簡易脳波計を製作

特徴

- ・ 頭部に巻く型
- ・ 電極が少ない
- ・ 比較的安価

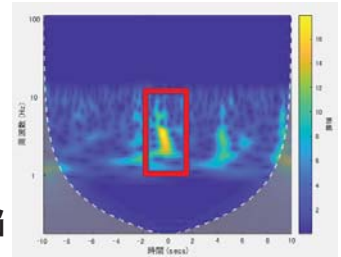


製作した簡易脳波計

□ 再現実験の結果と考察

結果

- ・ ボタン押し前後の δ 波帯域(3~4Hz), θ 波帯域(4~7Hz)の脳波に振幅の減少が見られた
- ・ 被験者5人のうち、2人の脳波に振幅の減少が見られた



再現実験を行った被験者の脳波

考察

一部の被験者の脳波に振幅の減少が見られた



被験者の個人差について調査する必要がある

今後の活動について

- ・ VR自動車運転シミュレータ中に発生したマインドワンダリングの計測実験
- ・ 計測した脳波の解析

対外成果

情報処理学会第82回全国大会
エントリー

情報処理学会関西支部大会
ジュニア会員特別賞 受賞

おもしろ科学まつり2019



ジュニア会員特別賞 賞状

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：脳情報総合研究プロジェクト

ミッション名：色が人に与える効果を題材とした研究方法の学習

ミッションメンバー：システム工学部1年中畔彪雅，システム工学部1年巽柊馬，システム工学部1年藤原洋祐，システム工学部4年佐々見和也

キーワード：色，視覚刺激，脳波，脳波計測実験，脳波解析法

1. 背景と目的

私達は脳波に興味を持ち，脳情報総合研究プロジェクトに入った．しかし，研究を進めるには文書作成やプレゼンテーションの能力，脳波や脳波計測についての専門知識が不足していると感じた．そこで，スタートアップという機会を活かし，1年生から十分な時間を使って研究活動や脳波に関する基礎的な学習を行うために本ミッションを立ち上げた．

本ミッションの到達目標は，簡単な脳波計測実験を作成し，実験を実施し，解析までを体系的に行うことで，脳波研究における基礎的な知識，技術を獲得することである．

2. 活動内容

まず，MATLAB(数値解析ソフト)とそのToolboxであるPsychtoolboxを用いて，実験に用いる視覚刺激を作成した．視覚刺激の構築後，実際に実験を行った．脳波計にはOpen BCIを用いた(図1)．そして，視覚刺激が呈示されている際の脳波を正確に計測するために，視覚刺激がディスプレイに呈示されたタイミングを光により記録して脳波計に送信するフォトセンサを用いた回路も作成した．

脳波の計測には先行研究[1]を参考にし，国際10-20法におけるCzの位置に設置した(図2)．基準電極を左耳A1右に耳A2の連結とした．また，実験は2種類あり，被験者ごとに実験1を1回，実験2を3回行った．以下に実験内容と解析手法を示す．

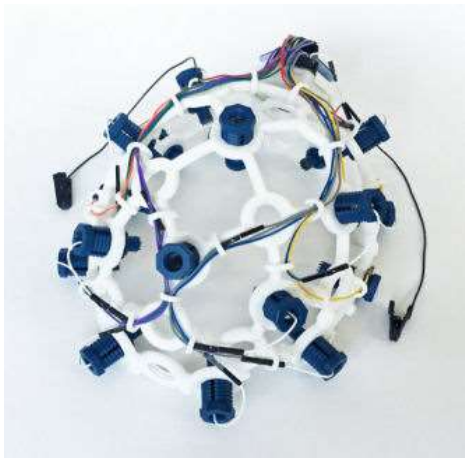


図1：脳波計 OpenBCI

電極の配置 (10-20法)

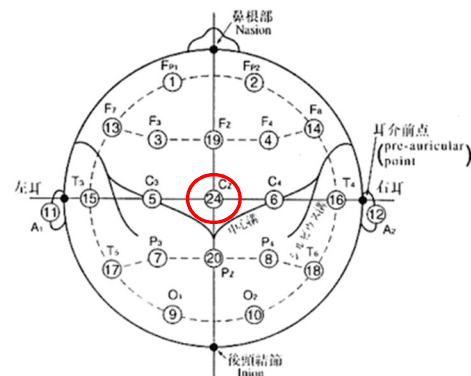


図2：国際10-20法 電極の配置

2.1 実験1

2.1.1 実験内容

被験者に視覚刺激を呈示するモニターから約1m離れた椅子に座り，脳波計を装着してもらった．被験者に呈示される色がついた円形を全て注視するように説明をした後，脳波の計測を行った．視覚刺激の内容は，色がついた円形を約1秒間呈示し，その後約1秒間黒い画面を呈示する．色は赤色，青色，緑色の3色があり，それぞれ15回呈示されるため計45回の視覚刺激が呈示された．

2.1.2 解析手法

計測した脳波を色ごとに分け、刺激が呈示されたタイミング後の 1 秒間の区間を対象としてそれぞれ計 15 回の脳波データを加算平均処理し、色ごとの脳波の違いを見た。

2.2 実験 2

2.2.1 実験内容

実験 1 と同様に被験者に視覚刺激を呈示するモニターから約 1m 離れた椅子に座り、脳波計を装着してもらった。被験者に光の三原色である赤色と青色と緑色の 3 色のうち 1 色を指定し、被験者が指定した色が呈示された際に心の中で呈示された回数をカウントするように説明をした後、脳波の計測を行った。視覚刺激の内容は実験 1 に黄色、赤紫色(マゼンダ)、空色(シアン)の 3 色を追加し、それぞれ 10 回ずつ呈示されるようにした。

上述の実験を赤色、青色、緑色それぞれで行った。

2.2.2 解析手法

指定した色が呈示されたタイミング後の 1 秒間の区間を対象として被験者ごとに各色 10 個の脳波データを加算平均処理し、P300 を観測することが可能か調査した(図 3)。

P300 とは被験者に高頻度刺激と低頻度刺激の 2 つをランダムに与え、低頻度刺激が呈示された際に特定のタスクを行わせるオドボール課題といわれる課題を課した際に観測されることが多い脳波である。P300 は加算平均法という処理で算出することができ、計算量が小さく、比較的扱いやすい脳波とされている。

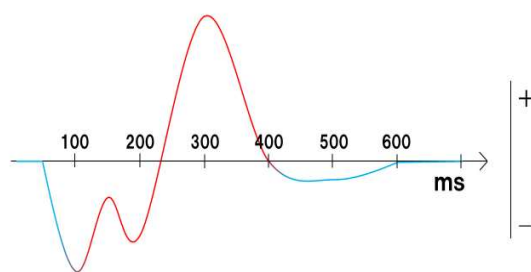


図 3 : P300 の例 (赤線)

上述の実験を 3 名の被験者(19~20 歳の健康な男性)で行った。

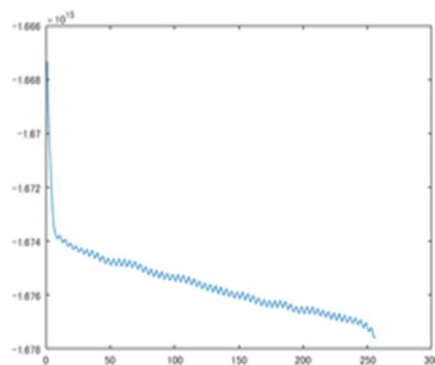
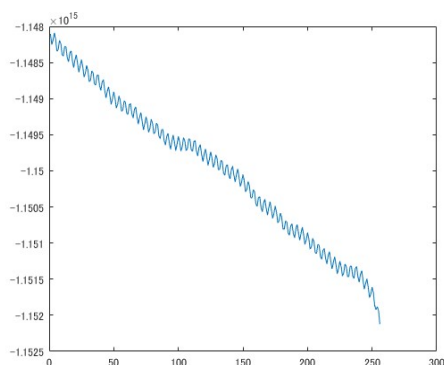
3. 活動の成果や学んだこと

3.1 学習の成果

実験の構築・脳波の解析に必要なプログラミング技術や脳波計測の方法、視覚刺激のタイミングを読み取るためのフォトセンサを用いた回路の作成方法を学習した。

3.2 実験 1 の成果

実験 1 では色ごと、被験者ごとのそれぞれで脳波の違いは見られなかった。考えられる原因として、計測した脳波に交流電流のものと思われる 60Hz のノイズが混じっていた点と被験者ごとに脳波の違いがあり、色ごとの違いを見られない点が挙げられる。



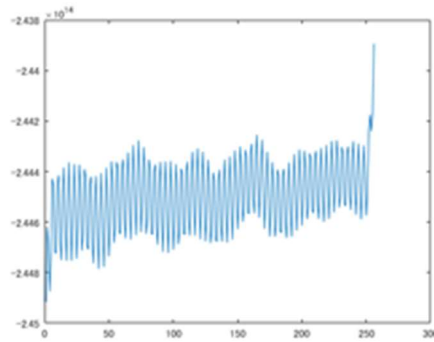


図 4：赤色を呈示した際の被験者 3 名の脳波データ

3.3 実験 2 の成果

実験 2 ではいくつかの加算平均処理を行った脳波データから指定した色に対する刺激後 0.4～0.7 秒の間に P300 とと思われる脳波を観測できた。しかし、解析した脳波には実験 1 と同様に交流電流によるものと考えられる 60Hz のノイズが混じっていたため、正確な解析には至らなかった。

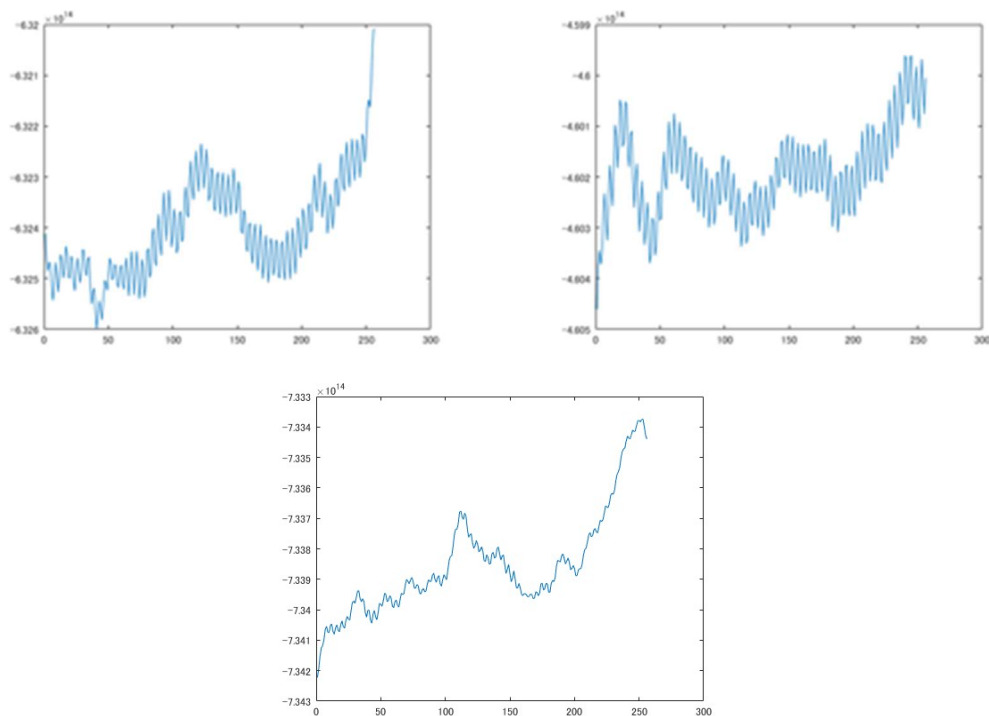


図 5：実験 2 を行った際の被験者 A の脳波データ

画像はそれぞれ、左上は青色、右上は緑色、下は赤色を指定した時のものである。

4. 今後の展開

来年度以降の活動では、今回のミッションで学んだ脳波に関する知識やプログラミング技術を活かして研究を行っていきたいと考えている。

また、今回のミッションでは実験 1 では成果は見られず、実験 2 では多少の成果が見られたが正確なものではないため、実験方法と解析手法の改善を行う必要がある。

実験 1, 実験 2 では得られた脳波データのノイズを除去せずに加算平均処理のみを行ったためノイズを消すことができなかつたと考えている. そのため, 実験 1 の解決策としては MATLAB によりノイズを消すことと, アンケートにより被験者が呈示された色に対しての印象を調査し, その印象と脳波との関連性を確認することを検討している. 実験 2 の解決策としては実験 1 と同様にノイズを消すことを検討している.

5. まとめ

本ミッションでは, 脳波や脳波計測についての学習を到達目標として行った. まず, 視覚刺激の作成と計測した脳波データを解析するための MATLAB に関するプログラミング技術の学習を行った. また, 学習したプログラミング技術を用いて脳波計測実験を作成, 実施, 解析を行った. 脳波計測実験を行う環境を構築でき, 実験も行うことができた. しかし, 解析した結果では脳波計測の際にノイズが混じっていた点により, 色が人に与える効果を正確に確認できなかつた. 実験では問題点の解決といった課題は残るものの, 本ミッションの到達目標である脳波や脳波計測についての学習については一定の成果が得られたのではないかと考える. さらに, 文章やポスターの作成技術なども学習することができた.

今後の活動は, 本ミッションで発見された問題点を解決し, 色が人に与える効果を確認する予定である. 来年度以降の活動は本ミッションで得た脳波に関する知識や実験を行うためのプログラミング技術を活かしていく予定である.

参考文献

[1] 池野望他, “P300 を用いた BCI における色・背景の効果”, 情報処理学会東北支部研究報告, 2010.



重さを錯覚させるためのVR技術の学習

和歌山大学 システム工学部1年 巽 柊馬 中畔 彪雅 藤原 洋祐



はじめに

☐ ミッションの目的

VR(Virtual Reality)に関する研究を行う過程で必要な技術を身に付けるための学習

☐ 学習方法

HMD(Head Mounted Display)を用いたVRの研究には錯覚を用いたものが多い



錯覚に関する研究として、重さの錯覚に関する先行研究の再現実験を行う過程でVR研究に必要な技術を身に付ける

☐ 圧力センサー

重さの錯覚を検知するために、実験時に持ち手部分に取り付ける圧力センサー

Tekscan社製
FlexiForce OEM Development Kit
指先にかかる圧力を測定することが可能



今年度の活動

☐ 活動内容

- 1.実験に使用する3Dモデルを、Blenderを用いて作成
- 2.作成したモデルを、コントローラーの操作によって動かせるように、Unityでプログラムを作成

☐ 活動の結果

実験に使う3Dモデルが完成し、そのモデルはUnityへ移行した。

また、VR空間上に表示させたモデルを、コントローラーで動かすためのプログラムを作成した。

☐ 課題点

作成したプログラムがUnityのバージョンの更新により、以前とは異なる動作をするようになった。

今後の予定

- . 課題点で述べたプログラムの修正
- . 圧力センサーとHMDを用いた重さの錯覚に関する先行研究の再現実験
- . 先行研究との結果の比較

その他の活動

「おもしろ科学まつり2019」の出展物のモニターに表示される映像をUnityで製作



出展した脳波お天気ゲーム実行時のモニター映像

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：脳情報総合研究プロジェクト

ミッション名：重さを錯覚させるための VR 技術の学習

ミッションメンバー：システム工学部 1 年 藤原 洋祐，システム工学部 1 年 中畔 彪雅，システム工学部 1 年 巽 柊馬

キーワード：VR(Virtual Reality) Unity 錯覚 物理演算 C#

1. 背景と目的

我々は、VR(Virtual Reality)コンテンツに触れる中で、仮想空間への没入感を高めるために錯覚を利用する先行研究[1]に興味を持った。また、VR の研究をするには我々の知識では不十分で、来年度以降の本格的な研究活動をするためにも VR 技術の学習をする必要があると考えた。そこで、本ミッションでは先行研究の再現をすることを通じて、VR 技術を用いた研究をする上で必要な技術を習得することを目的とした。

先行研究では、VR 空間上に配置されたバーチャル物体を被験者が持ち上げた際、実際のコントローラの移動量に対してバーチャル物体の移動量を制限することで、被験者に実際には存在しない重量を錯覚させることに成功していた。我々はその手法を参考にし、被験者が重量感覚を錯覚するような Unity プロジェクトを作成することを本ミッションの到達目標とした。

なお、本ミッションでは HMD(Head Mount Display)に HTC 社製 VIVE Headset(以下 HTC VIVE)を、VR コントローラに HTC 社製 VIVE Controller(以下 コントローラ)を使用した。

2. 活動内容

実験を再現するには、VR 空間上でバーチャル物体をコントローラで操作し持ち上げる必要がある。そのため、Unity の Asset store で配布されている Virtual Reality Toolkit 内の機能を用いてバーチャル物体をコントローラで操作することを試みた。しかし、Unity で HTC VIVE を用いた開発を行う際に必要な Steam VR Plugin とうまく適合せずエラーが発生したため、Virtual Reality Toolkit の使用を断念した。別にいくつかの方法を模索し、最終的には Unity2019.3 ベータ版で実装された XR Interaction Toolkit を用いてコントローラを制御し、バーチャル物体を操作することにした。その結果、VR 空間上でバーチャル物体を持ち上げ、投げることができるようになった(図1)。だが、コントローラの移動量に対して持ち上げたバーチャル物体の移動量を抑制する機能の実装にまでは至らなかった。そこで、空気抵抗の値を変え、バーチャル物体の落下速度を変化させることで重量感覚を提示することができるのではないかと考え、落下速度の異なるバーチャル物体を使った実験を行うことにした。

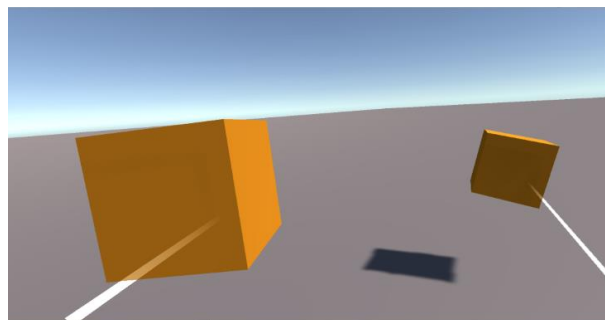


図 1 バーチャル物体を持ち上げている様子

以上の過程を経て、実験を行うための Unity プロジェクトを作成した。

以下に実験内容を示す。

VR 空間上に図2のように配置された、空気抵抗の設定値が異なる同体積のキューブ A, B, C, がある。それぞれの位置, 設定値, 重量感覚は表1の通りである。被験者にはあらかじめ「 $A>B>C$ 」, 若しくは「 $C>B>A$ 」の順に重量が大きいことを告げ、3つのキューブを持ち比べ、投げ、落下させるといった行動を5分間自由にしてもらった。5分後、AとC,どちらの方が重量を重く感じたかアンケートを行った。

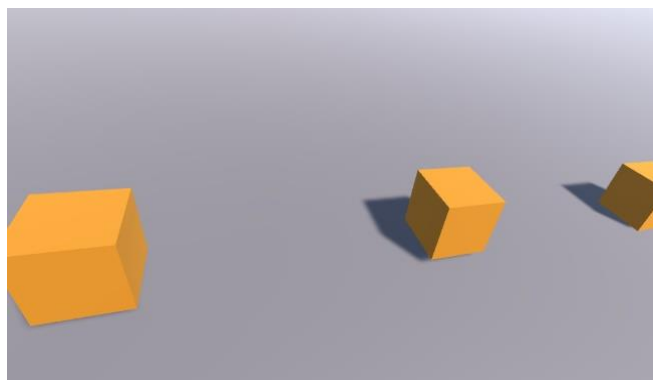


図2 実験画面

表1 キューブの設定

	A	B	C
初期位置	左	真ん中	右
Drag(空気抵抗)の値	20000	500	0
重量感覚	軽	AとCの中間	重

3. 活動の成果や学んだこと

3.1 実験結果

被験者から「Cが一番重たく、Aが一番軽いように感じた($C>B>A$)」との回答を得た。このことから、空気抵抗の値を変え、落下速度を遅くすることで通常よりも軽く錯覚させることができたと言える。

3.2 学習・実験の成果

本ミッションでは、Unity プロジェクトの作成を通じて C#のプログラミングや、物理演算について、3D オブジェクトの作成法など、VR 空間を実装するための広範な技術を習得することができた。また、実験を行ったことで被験者から「落下速度の違いが分かりにくかった」という指摘を受けるなど、我々自身では気付くことができなかった問題点を発見することができた。

4. 今後の展開

実験中、被験者から「落下速度の違いが分かりにくかった」という指摘を受けた。このことから、我々は VR 空間での重量感覚の提示には落下速度を変えるのではなく、先行研究のようにコントローラとバーチャル物体の移動距離に差をつけ、持ち上げた瞬間に重量感覚を錯覚するような手法の

方がより適切だと考えた。従って、今後は今回実装することができなかった、バーチャル物体の移動距離を抑制させるシステムの開発を継続して行っていきたい。また、先行研究では圧力センサを用いてコントローラを握る力を測定し、錯覚が発生していることを確認していた。来年度の課題として圧力センサのシステム開発に取り組みたいと考えている。

5. まとめ

本ミッションの目的は先行研究の再現をすることを通じて、VR技術を用いた研究をする上で必要な技術を習得することであった。まず、VR空間上に配置する3Dオブジェクトの作成の学習を行った。また、本ミッションメンバーで「2019 おもしろ科学まつり」に出展したゲーム画面の作成をし、Unityプロジェクトを作成する経験を積んだ。次に、バーチャル物体を持ち上げ移動させる方法を学習し、実験を行った。だが、先行研究の再現にまでは至らなかった。しかし、実験によって錯覚が発生していることを確認できたことや、「2019 おもしろ科学まつり」に出展したゲームと本ミッション、合わせて2つのUnityプロジェクトを作成したことによって、VR関連技術の習得という目的はある程度達成できたのではないかと考える。

来年度以降は、今回完成させることができなかった、コントローラの移動量に対してバーチャル物体の移動量を抑制させるシステムの開発や、センサ類を用いて錯覚が発生していることを確認できるシステムの開発を目指したい。

参考文献

[1] 平尾悠太郎, 三家礼子, 河合隆史: VR空間におけるクロスモーダルを用いた重さ感覚提示手法の提案と評価: TVRSJ Vol.23 No.4 pp.263-270, 2018



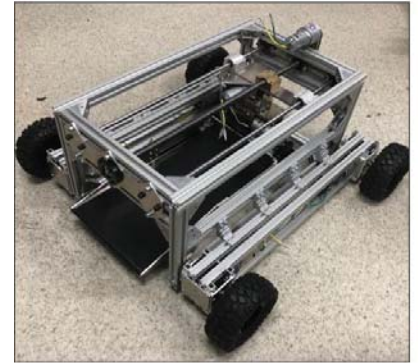
レスキューロボットプロジェクト

レスキューロボットの製作

予算金額 130,000円

ロボット製作の目的

製作したロボットは6月に行われるレスキューロボットコンテストに出場させる。前回製作したロボットでは收容機構にベルトコンベア方式を採用していたが、機構が大型化するため、1台に複数搭載することができず1人の要救助者しか救出できない。そのため今回搬送モジュールを搭載するロボットの收容機構を可能な限り簡素化することで複数人を收容するスペースを確保し、同時に救助を行える機体を開発することにした。以上から、このミッションでは複数人を收容でき、要救助者にやさしいロボットを製作することにした。



製作したロボット

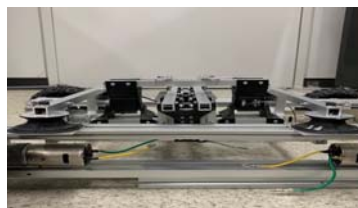
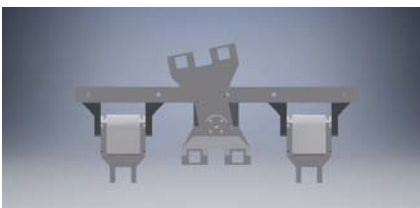
收容モジュール

- ・ポリカーボネート板を使用した耐火性が高い收容モジュール
 - ・ウレタンシートで囲まれた防音性の高い内部
 - ・前後機構に限定したベッド
- 省スペース化により二体の要救助者を收容



搬送モジュール

- ・サーボモータを使用した水平維持機構
- 收容モジュールが地面と可能な限り平行を保つ
- ・アルミフレームを使用した頑強なつくり
- 段差を乗り越えることが可能



反省と課題

- ・收容モジュールを大きく作りすぎたため、水平維持機構のトルクが足りない
- 收容モジュールの軽量化
- ・搬送モジュールの足回りが乗り越えることが可能な段差の高さが目標より低い
- タイヤ型だけでなくクローラー型を検討

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：レスキューロボットプロジェクト

ミッション名：レスキューロボットの製作

ミッションメンバー：システム工学部2年今中 新平 システム工学部2年柴田 康平
システム工学部2年小谷 拓未

キーワード：レスキューロボット 水平維持 搬送 複数人救助 ロボットの製作

1. 背景と目的

レスキューロボットプロジェクトでは、「ロボットに関する技術を習得し、レスキューロボットコンテストで入賞すること」を最終目標としている。ここ数年の結果も芳しくないため、今年度は出場を止めて1年かけて、来年度の大会に向けて準備をおこなうことにした。

レスキューロボットコンテストは、フィールド内に被災した人間を模擬した人形が設置されていて、それを遠隔操縦したロボットにより、安全な場所へと搬送する競技である。人形にはセンサが内蔵されていて振動などによって手荒な扱いを受けたかどうかを検知することができる。また要救助者の容体把握を想定し、発信音や発光などの人形毎の個体差が設定され、それを判別する必要がある。よって、救助の早さだけでなく人形に対する扱いのやさしさや容体判定の可否も重要な評価基準である。

来年度の大会には探索・救助・搬送の三機のロボットで出場することを目指し、本ミッションでは、搬送ロボットを製作するための収容モジュールと走行モジュールを製作することを目的とした。

2. 活動内容

2.1 2020年度レスキューロボットコンテストに向けたロボットの製作案

以前までの機体では一台のロボットに救助・搬送機構の両方を搭載していたが、そのために一台に要救助者を一体しか収容できなかった。そのため今回の機体は要救助者の搬送に特化させることで、要救助者を複数人収容できることを目指した。

また2019年度の大会から追加される最大100mmの段差瓦礫を乗り越えることが可能な機体を目指してクローラー型の走行モジュールを設計した。

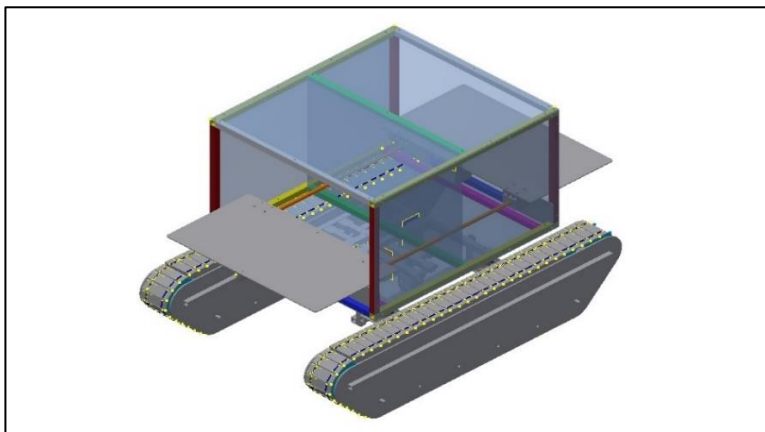


図1 設計した搬送ロボット

2.2 2019 年度レスキューロボットコンテストの観戦

今年度は大会には出場しないが、他チームがどういった取り組みを行っているか、前回大会で生じていた通信回線の圧迫の問題が生じていないかなどの分析を行うために観戦にむかった。

他チームは前年度の結果を踏まえて出場させる機体数を減らしているところが多く三機程度のチームが多かったため、来年度への大まかな方針を変更していく必要はないと判断した。

しかし前述した段差瓦礫が本チームの面々が予想していたほど、障害として機能をしていなかったために高い踏破性だがスピードや要救助者に与える振動が避けられないクローラー機構について、再考をおこなった。

2.3 レスキューロボットの製作

12月に来年度大会の規定等の発表があり、大きな変更等がなかったため、これまでの方針に従って進めていくことを決めた。そして今年度では障害となつてはいなかった段差瓦礫が来年度も同じく障害とならない形で配置されるとは限らないため、クローラー機構と機動性に優れた車輪型の機構と両方用意をして付け替えることが可能な設計にするべきであると考えて設計のやり直しを行なった。

3. 活動の成果や学んだこと

3.1 活動の成果

今年度の活動で出来た収容モジュールの仕様は要救助者を二体収容できるようにアルミパイプでフレームを作り、外側をポリカーボネート板で覆い内部を二つに仕切ることによって二つベッドを製作した。ベッド自体は DC モータを使用した前後機構のみにすることで前年度までの機体よりも内部に機構が少ないため収容モジュール自体の軽量化に成功した。収容モジュールの内壁にはウレタンのシートを貼り付け、内部に音声センサをつけることで、大会では会場の音声や人々の声によって要救助者の人形の発する音声聞き取りづらかった問題を物理的手段によって解決できた。

また内部にはカメラセンサーも搭載することで大会に必要な要救助者に対する容態把握をこのロボットの内部で外的影響を受けることなく、完結させることができるようになった。



図2 製作した収容モジュール

走行モジュールはアルミフレームを使用した頑強なつくりにして、段差瓦礫は踏破できなくとも 30m mの段差程度なら乗り越えられるようにタイヤを選定した。

段差を乗り越える場合に機体が斜めに傾くために中に収容している要救助者の人形が壁などにぶつかって乱雑な扱いを行っていると思われるので、それを解消するために収容モジュールの部分を水平に保ってくれるように水平維持機構を製作した。ジャイロセンサによって収容モジュールの傾き具合を検知し、サーボモーターを使用して 20 度までならば水平を維持できるように設計した。また走行モジュールに収容モジュールを取り付ける部分にはエアダンパーを使用することで収容モジュールに走行時の振動が伝わらないように設計した。

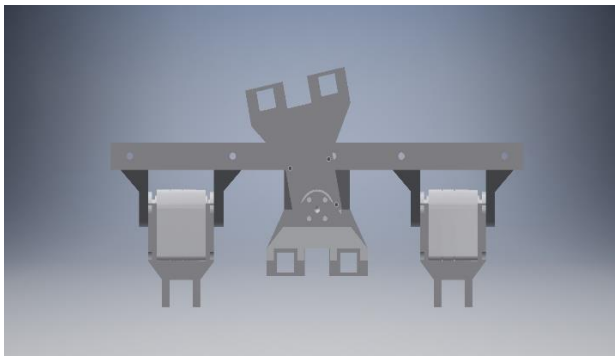


図3 水平維持機構



図4 走行モジュール

3.2 学んだこと

本ミッションの活動の中で設計時に金属素材を加工できるか組み立てが可能かどうかをしっかりと考えなければならぬということに改めて学習できた。ただ今年から 3D プリンタを使用できたためそれを使用することで問題を解消することができ、また金属素材と違い何度か試作を行い、積層方向による荷重のかかり方による耐久性など使用法を学ぶことができた。

また arduino やセンサ類の仕様やプログラムの書き方を学習でき、最低限のセンサ類のデータによる制御の仕方も学ぶことができた。

4. 今後の展開

今年度の成果報告までにはクローラー機構を製作できなかった。そのために来年度はまず設計は終わっているクローラー機構を製作したい。また現在は 4 輪車輪型の走行モジュールであるため DC モータを 4 つ取り付けておりそれを制御しているが、クローラー機構では片側のクローラーにつき 2 つの DC モータを使用すると回転の同期が難しいため片側に 1 つずつの 2 つの DC モータを使用する。これによりこれまで使っていたモータと変更する必要がでたためモータの制御基板も変更する必要が出てきた。こちらの設計も同時に進めていきたい。

前述した水平維持機構はサーボモータのトルクが足りなかったため、使用してみるとすぐに収容モジュールを支えることができずに傾いてしまった。不安定な動作は残っていたが制御としては望んだ挙動を行うことができていたのでトルクが大きいサーボモータを購入して再チャレンジを試みたいが、それでも不可能だった場合ダンパー等を使用した別の方法で水平維持機構を完成させていきたい。

5. まとめ

本ミッションで私たちは来年度のレスキューロボットコンテストに出場させる機体の救助モジュールと走行モジュールを製作することを目的に活動を行ってきた。水平維持機構をどの様に実装するかなどいくつか問題点は残ってしまったが、おおむね目的を達成することができた。ここから来年度の大会までにそれらの問題点を解消できるようにさらに活動を行っていききたい。

今回活動を行ってきて、プロジェクトのメンバーでアイデアを出し合い目的のものを作る「ものづくり」の楽しさと難しさを改めて感じ、そして活動に参加してくれる人数のありがたみも同時に感じる事ができた。来年度にも新たに仲間を増やして、ものづくりの楽しさを感じながら、ロボットに関する技術の習得をレスキューロボットというテーマを通して行っていききたい。



2020年 3月6日

レスキューロボットプロジェクト
システム工学部 一回生
石橋 東紗

スタートアップミッション

ロータリーエンコーダを用いた走行距離測定

予算額

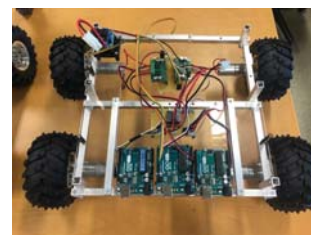
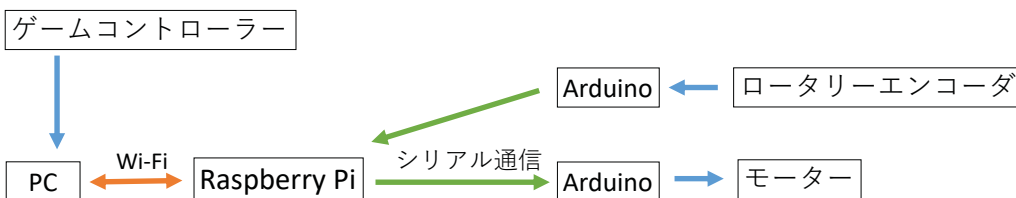
- 計 45,000円

ミッションの目的

走行させたロボットから移動情報を得るためにロータリーエンコーダを用いて走行距離を測定する
プログラム、及びそのプログラムを搭載するロボットを制作する。

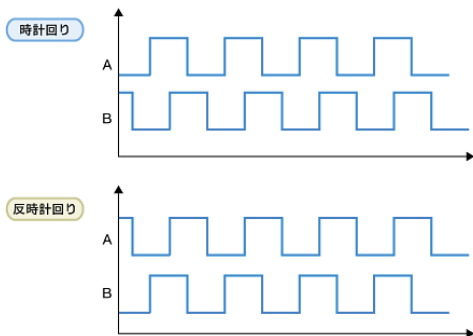
制作したロボット

◆ 通信構造



制作したロボット

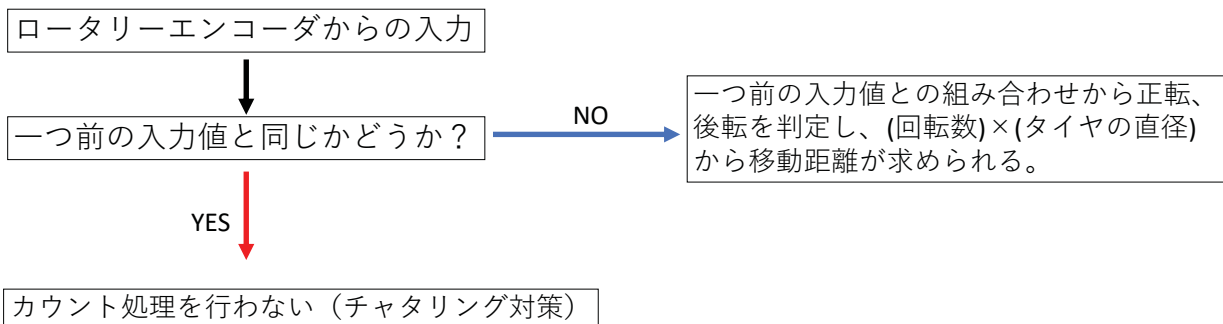
◆ ロータリーエンコーダの仕組み



ロータリーエンコーダは回線式の電子部品の一つで、モーターに取り付けられていて、回転するとA相とB相2つのパルス（電気信号の波）を発する。この二つパルスの状態から、モーターの回転方向を判定する。

引用元：https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/0709/19/news123_3.html

◆ 入力処理構造



チャタリングとは、スイッチがオンになるときに細かい機械振動を起こす現象のことである。この現象は、カウント処理の際の誤差の原因となるため、対策が必要である。

◆ 課題

- ロボットが移動した道筋を可視化するプログラムが出来ていない

今後の計画

- ロボットが移動した軌跡を可視化するプログラムを制作する
- レスキューロボットコンテストに出場させるためにアーム等を搭載する

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：レスキューロボットプロジェクト

ミッション名：マスタスレーブ方式を用いた遠隔救助機構の開発

ミッションメンバー：システム工学部3年 山本秋斗
システム工学部3年 原田裕人
システム工学部2年 岩井まり奈
システム工学部2年 唐津祐輝

キーワード：マスタスレーブ ROS シリアル通信 サーボモータ 双腕ロボット

1. 背景と目的

1.1 背景

日本では毎年のように地震や台風による自然災害の被害にあっている。自然災害により死者を出さないために早めの避難が定着してきている近年であるが、体が不自由な人や高齢者は避難が遅れるケースも少なくない。また、通常の人でも自分は大丈夫と思い込んでしまい避難せずに災害に巻き込まれるケースも存在する。災害に巻き込まれ救助が必要になった場合、特別高度救助隊の方々が災害地へ救助に向かい救助活動を行う。しかし同時に救助隊の方々が二次災害に巻き込まれ命を落としてしまうリスクもある。そこでレスキューロボットが人の代わりにレスキュー現場に出動し要救助者を救助することが求められており、レスキュー隊員が遠隔で操作して動かせることができるロボットを開発する必要がある。人と同じ動きをするロボットがあればレスキュー隊員の訓練で会得した救助技術をロボットに適用することができる。

レスキューロボットプロジェクトはレスキューロボットコンテスト実行委員会らが共催しているレスキューロボットコンテストへ出場するロボットを製作している。実際の災害現場を模した6分の1スケールのフィールドでレスキューダミー人形(通称:ダミヤン)を優しく助け出す競技である。詳しくはレスキューロボットコンテストの公式ホームページをご覧ください。

1.2 目的

このミッションの目的はレスキューロボットコンテストに出場する用のロボットとして、操縦者の動きと連動して動くマスタスレーブ方式を採用した遠隔救助ロボットを製作することである。レスキューロボットコンテストで開発したマスタスレーブ方式の遠隔救助機構を発表することでレスキューロボットのアイデアとしてロボット開発に貢献したい。

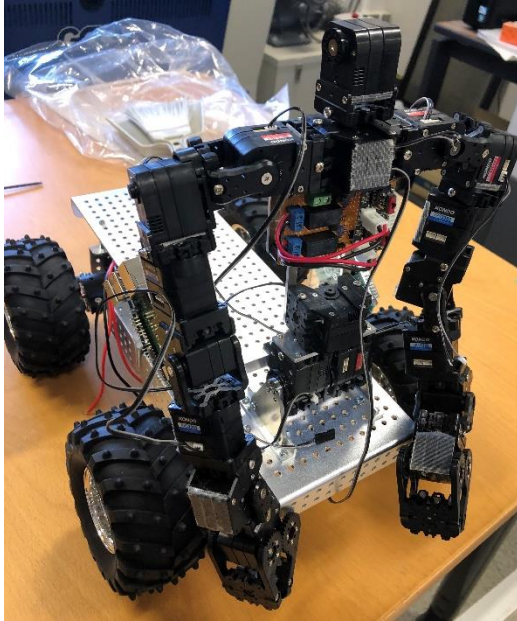
2. 活動内容

2.1 ロボットの組み立て

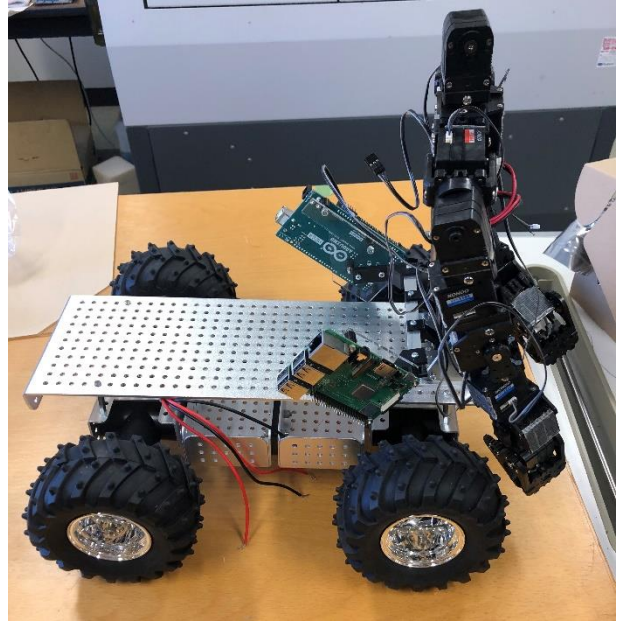
ロボットの上半身は(株)近藤科学が販売している KRS シリーズのサーボモータとフレームを使い製作した。腰や肩は動作するとき手先等よりも負荷がかかることから出力の大きい KRS3304R2 を選定、またその他は KRS3302 や KRS3301 の KRS3304R2 より出力の小さいモーターを選定した。肩に3つの関節、ひじに1つの関節、手首に2つの関節の計6自由度を有している。ヒトは手首に3自由度を有しているがロボットのバランスから今回は1自由度減らしている。

胴体フレームは A2017 のジュラルミンを CNC で切削し製作した。

下半身は Pololu 社製 6 輪駆動シャーシ Dagu Wild Thumper 6WD All-Terrain Chassis を 4 輪駆動にカスタムしたものを採用している。サスペンションが組み込まれているので段差等がある不整地の道でも突破することができる。製作したロボットを図 1 に示す。



(a)右斜め前方からの写真



(b)右からの写真

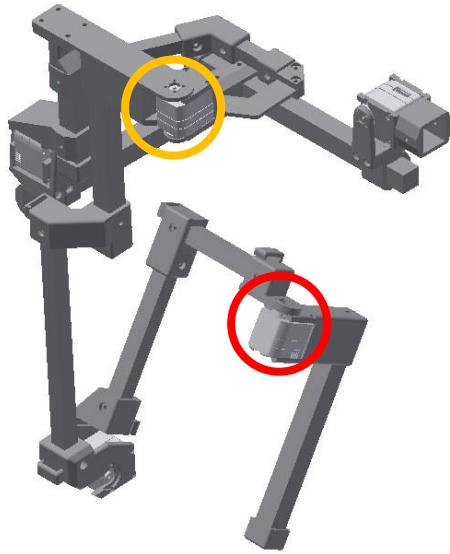
図 1 製作したロボット

腰についている二つの基板のうち(b)の奥に見えるのがサーボモータを制御するマイコン Arduino MEGA, 手前にあるのがロボットとコントローラ, マイコンと通信する Raspberry Pi である。

2.2 コントローラの製作

ヒトの腕と同じ動きをするコントローラに腕に沿わずアーム方式にした。腕の途中でマジックテープ等を用いて固定する必要はないが、腕と同じ動きをする必要があるためコントローラの関節の配置を考えた。使用する人に合わせてコントローラの長さを合わせられるように長さ約 200mm の 15mm 角アルミフレームを肩とひじに 1 本ずつ備えている。ジョイントパーツを 3D プリンタで製作してねじの緩めることでスライドを可能にしている。

肩とひじ、手首のサーボモータは腕の中に埋め込むわけにはいかないため外に配置する必要がある。問題となったのは腕や手首をひねる動作をするサーボモータを配置することである。解決策として肩の上に腕のひねりを検知するサーボモータを配置し、腕を伸ばしたときに手首をひねる動作が腕をひねる動作になることからひじの後方にサーボモータを配置し、ひじを曲げたときにのみサーボモータが回転するようにした。製作したコントローラを図 2 に示す。黄色の丸で囲われている部分が腕のひねりをするサーボモータ、赤色の丸で囲われている部分が手首のひねりをするサーボモータである。腰や首の動作は手元のジョイスティックを用いて操作する仕様だがグリップの設計に時間を要しており完成していない。



(a)3DCAD



(b)装着したコントローラ

図2 製作したコントローラ

2.3 システムの構築

通信システムを簡単に構築するため近藤科学が提供している Arduino ライブラリとオープンソースソフトウェアの Robot Operating System(ROS)を利用した、ロボットとコントローラの OS に Ubuntu を使用し ROS と Arduino を Node 化する `rosserial_Arduino` をインストールする。

Arduino とデジチェーンにより数珠繋ぎになったサーボモータとを ICS 変換基板を介してシリアル通信を行う。コントローラとサーボモータの関節ごとの ID を一致させておき、まずコントローラのサーボモータを脱力させ `getPos` コマンドにより角度を取得する。ID と番号が同じ配列を用意しそれぞれの角度を格納する。rosserial が提供する `ros_lib` をインクルードし Arduino から配列データを `/servo` トピックへ Publish する。コントローラとロボットの Raspberry Pi をローカルネットワークで接続し `/servo` トピックを介してロボットの Arduino へ配列データを Subscribe する。サーボ ID と配列データの番号は一致しているので配列に格納されている角度を `setPos` コマンドにより各サーボモータへシリアル通信を用いて与える。これによりサーボモータを同期させるシステムを構築できた。腰や首の動作はジョイスティックの倒した角度から左右に一定の角度で動くように Arduino 内で処理をしている。通信構造の概要図を図3に示す。

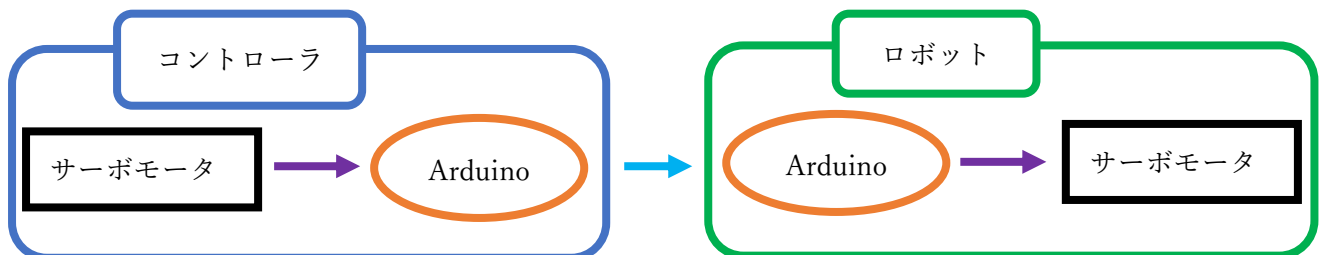


図3 通信構造

紫の矢印がシリアル通信，水色の矢印が Wi-Fi による無線通信である．シリアル通信とコントローラーとロボットの無線通信はそれぞれの Raspberry Pi で実行されている ROS により管理される．

3. 活動の成果や学んだこと

簡単な動作から複雑な動作をするロボットまで，ロボットの開発プラットフォームに利用させる ROS について学んだ．特に Node 間の通信が非常に理解しやすく機能を拡張していくときもパッケージに Node を追加すれば簡単にシステムを変更できる．

コントローラに関しても人の腕の動きがどうなっているのかを人間工学で学び，腕の軸と合うように設計を行った．コントローラの関節の随所に 3D プリンタで製作したパーツを使用した．3D プリンタの使い方を学んだことはもちろん，印刷後熱膨張により寸法が+0.2 ほど誤差が出ることが分かった．特にアルミフレームとのスライド部分はその寸法誤差に動作が左右されるので設計する際は寸法の設定に注意が必要である．

4. 今後の展開

和歌山大学クリエスキューロボットは 2020 年 6 月 29 日に開催されるレスキューロボットコンテストの予選へチーム名「プリエ」としての出場することが決まっている．現在は重要なシステムであるマスタスレーブシステムの完成までとなっているがレスキューロボットコンテストではガレキを除去して救助することまでが目標となっているのでコントローラーとロボットの関節パラメータを調整し動作を完璧なものにしたい．また，ロボットに外装を取り付けカメラで映像を送信する ROS のパッケージ開発を行っていく予定である．

5. まとめ

マスタスレーブ方式の遠隔救助機構は ROS や Arduino ライブラリを利用することで比較的短時間でシステムの開発を行うことができた．コントローラはパーツが 3D プリンタ製ということもあり動作させていたら壊れることも多々あった．レスキューロボットコンテストで正常に動作するように，強度が必要なパーツはジュラルミンに置き換えるなど対策が必要である．



通常ミッション

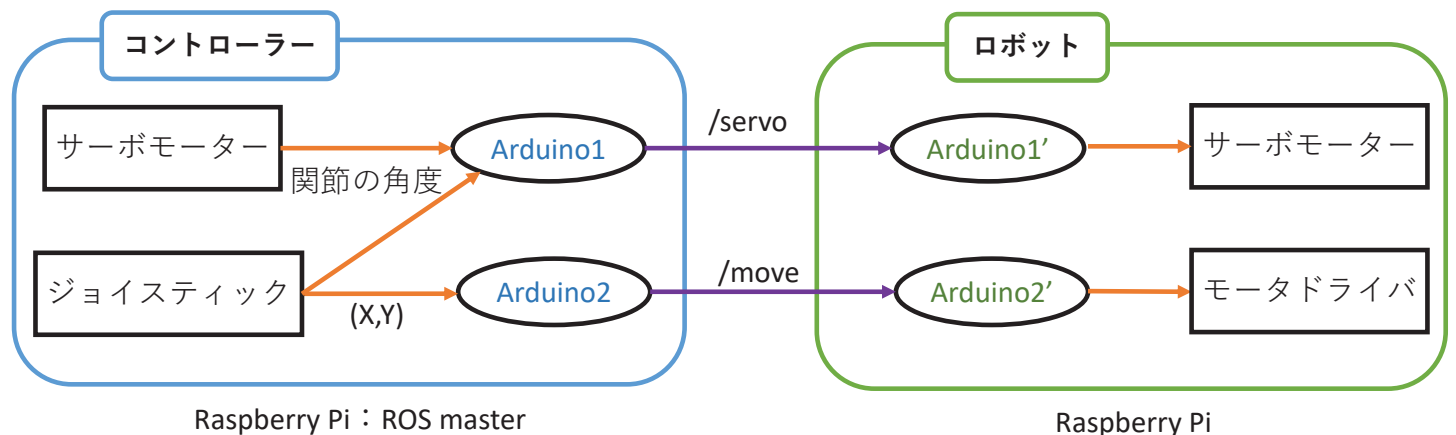
マスタスレーブ方式を用いた遠隔救助機構の開発

クリエレスキューロボットプロジェクト
システム工学部 3回 山本秋斗

ミッションの目的

ロボットアームが操縦者の腕の動きと同調した動作をするシステムの開発

マスタスレーブシステム



通信システムを簡単に構築するため近藤科学(株)が提供しているArduinoライブラリとオープンソースソフトウェアのRobot Operating System(ROS)を利用した。まず人の腕に追従するように肩に3つ、ひじに2つ、手首に1つサーボモータを搭載した6自由度のアーム型コントローラーを製作した(図1)。各サーボモータを脱力状態にしてシリアル通信を用いてArduino1で角度を取得して配列に格納される(角度データ)。次にROSのrosserial_arduinoというパッケージ(プログラムの集合)を利用して/servoトピックを介してロボットのArduino1'へ角度データが送信される。コントローラーとは逆にロボットのArduino2'の関節のサーボモータへ角度を与えることでロボットのアームが操縦者の腕と同じ動きをするシステムを構築した。



図1 コントローラー

また手元のジョイスティックから縦と横の傾きをArduinoで読み込むことで腰の曲げや回転を実現した。これは操縦者が実際に腰を曲げたりする動作は負担がかかるのでジョイスティックの傾きを角度データとして配列に格納している。ジョイスティックはセンターで押すことでモード切替を可能にした。モードが切り替えられるとジョイスティックのX軸とY軸の傾きをArduino2が検出し2次元配列に格納する。この2次元配列を/moveトピックを介してロボットの移動を制御するArduino2'に送信される。受け取った2次元配列からロボットの移動方向を判別しモータドライバへ信号を送る。

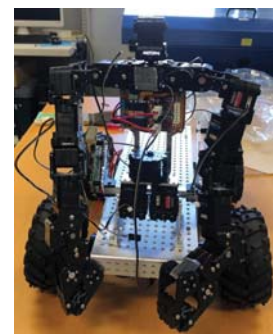


図2 ロボット

まとめ

- ROSを用いて通信システムの構築をすることができた。
- コントローラー形状の設計に時間がかかりグリップ部分ができなかった。

今後の計画

- ロボットからコントローラーに映像を送信するプログラムをROSで実装する。
- コントローラの操作性の向上。

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト

<2019 年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名:レスキューロボットプロジェクト

ミッション名 :スタートアップミッション ロータリーエンコーダを用いた走行距離測定

ミッションメンバー:

システム工学部 1 年 上岡 留巳

システム工学部 1 年 小森 日和

システム工学部 1 年 田羅鋤 裕果

システム工学部 1 年 仲 研太

キーワード :位置把握, ロータリーエンコーダ, Arduino, Raspberry Pi, ROS

1. 背景と目的

このミッションの目的は、走行型ロボットを移動させたときにロボットが移動した距離と方向を計測することでロボットの位置情報を得ることである。レスキューロボットは災害現場で2次災害を引き起こさないため人間の代わりにレスキュー活動を行う。レスキュー活動を自動化できれば操縦者の熟練度によらず要救助者を救うことができる。また、自律制御で動くレスキューロボットは操縦者を必要とせず人員のリソースに関係なく大規模な遠隔レスキューを可能にすることができる。今回は、ロボットの自律制御の実現に向けたスタートアップとしてこのミッションを設定した。

2. 活動内容

ロボットの製作ではソフトウェアとハードウェアに担当を分けて作業を進めた。ソフトウェアの開発は、Wi-Fi を利用した無線通信システムの構築から着手した。最初に通信テスト用のプログラムを作成し、これを用いて各種の環境設定を調整した。

ハードウェア担当は、一辺 10mm のアルミ角パイプを用いて基礎フレームを構成し、アクリル板をレーザーカッターで切断して回路を搭載する部品を製作しロボットを完成させた。予算の都合上、前2輪は通常の DC モーターを使用し後ろ2輪にエンコーダ付きの DC モーターを搭載している。製作したロボットの写真を図 1 に示す

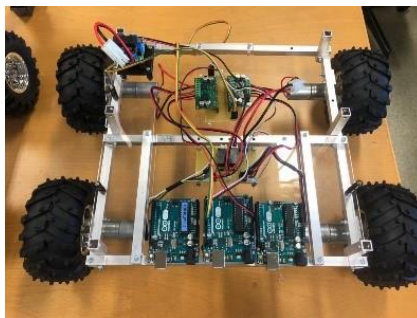


図 1 製作したロボット

3. 活動の成果や学んだこと

まず、制御に必要なマイコンについて学んだ。マイコンとはCPU、メモリ、その他周辺回路によって構成されている。今回はプログラミングが比較的簡単なArduinoを使用してモーターを制御し、ロータリーエンコーダから回転数を検知することをを行った。

このミッションの要であるロータリーエンコーダについて説明する。ロータリーエンコーダは回転式の電子部品の一つで、モーターの回転部に取り付けられている。回転するとA相とB相二つのパルス(電気信号の波)を発生し、回転方向によってA相がHIGHのときにB相がHIGHになる、またはA相がLOWのときにB相がHIGHになる2パターンが存在する。図2にロータリーエンコーダのパルスパターンを示す。B相のパルスをArduinoにタイマー割込みを発生させてタイマー割込みの回数をカウントすることでタイヤの回転数がわかる仕組みである。しかし、ロータリーエンコーダはチャタリングと呼ばれる機械的振動によるカウントミスが発生することがある。正確にカウントするために一つ前の入力値と値を比較し、同じであればそれ以上の処理を行わないという条件を加えた。値の比較のためにはビットシフトの処理をしている。これは、最新の入力値と一つ前の入力値をまとめて一つの値とし、入力がある度に更新していく処理である。このようにしてArduinoで処理したロータリーエンコーダのパルスをシリアル通信でロボットに搭載したコンピュータ(Raspberry Pi)へ送信し、Raspberry PiからWi-Fiで操作用PCへ送られフィードバックを得ることができる。

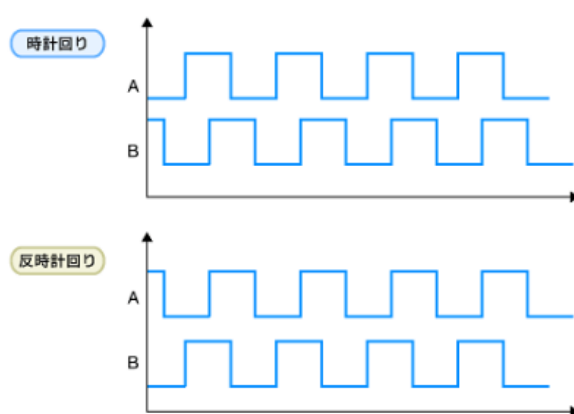


図2 インクリメンタル型のロータリーエンコーダのパルス¹

Wi-Fiにはローカルネットワークとグローバルネットワークがあり、今回のような閉じたネットワークでしようするシステムの場合、ローカルネットワークを使用する必要がある。また、OSによってファイヤーウォールがデフォルトで設定されているため、ポートの開放設定とアクセス権限の設定変更を行った。

また、オブジェクト指向プログラミングについて学んだ。実装する機器ごとにクラスを作成し、処理の種類でインスタンス化を行った。例えば、Raspberry Pi に実装しているプログラムでは無線でロボットに対する操作コマンドを PC から受け取るメソッド、Arduino にシリアル通信でロボットに対する操作コマンドを送信するメソッド、Arduino からのフィードバックを受け取るメソッドを作成した。このプログラミング方法は、今後他の機体を制作する際にも同じような処理があれば転用しやすいということ、作業の分割が容易であるため複数人での開発が容易であることがあげられる。

4. 今後の展開

ロボットが移動した道筋を可視化するプログラムを制作する。また、この機体はレスキューロボットコンテストに出場させるためロボアームや支援物資の提供機構を搭載する。将来的には、カメラ画像からロボットの周りの瓦礫などの状況を解析し、ロータリーエンコーダと画像解析の結果からロボットが自動で経路を探索、その経路を他のロボットに送信、共有して複数台のロボットを同時操縦するといったロボットの自動化を進めていく。

5. まとめ

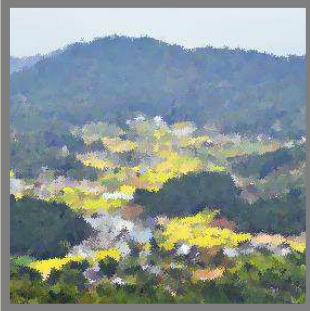
この活動を通じて、ロータリーエンコーダに関するだけでなく、プログラミングに関する知識を学ぶことができた。複数人でシステム開発する技法を学び、実践できたことは今後の活動でも活かせる場面が多いと思われる。反省点としては、スケジュールの崩れが大きかったことが挙げられる。通信機能の開発が大幅に遅れたため、その後の活動に影響が生じた。最も大きな原因は、開発対象に関する基本的知識が不足していたことだと考えられる。今後は、今回制作したロボットの機能を拡張することに尽力していきたい。

参考文献

- ⁱ 宮崎雅史. スイッチとロータリーエンコーダの入力を処理する. MONOist, https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/0709/19/news123_3.html (参照 2020-3-19)

わかやま社会教育プロジェクト

わかまなび



背景と目的

「わかまなび」では、和歌山大学・信愛大学の合同で、かつて小学校統廃合問題に直面していたかつらぎ町天野地域をフィールドに、地域の人々と深く関わり合うことで学びを得ることを目的としている。



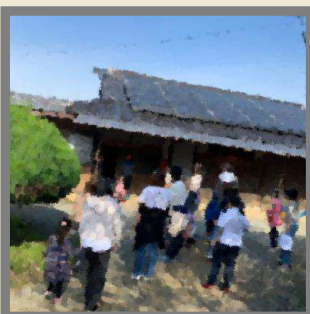
活動内容

天野地域の恒例行事であったホタル観賞会に参加して既存のイベントの活気づけ、新たに夏祭りやハロウィン企画を実施し地域の子供たちを楽しませることに成功した。年度末には地域の人々を集めて一年の活動報告会を開催した。



結果

イベント企画はおおむね成功に終わったが、子どもたちを楽しませることと教育指導を行うことの線引きが困難であった。また、組織としての役割分担に課題が残った。



今後の展望

全てのメンバーがイベントの事前学習と振り返りに多くの時間を割き、各活動における自分の目的・学びを確認することを意識づける。また、活動にあたってのルールを明確にする。

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
<2019 年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名：天野地域活性化プロジェクト

ミッション名：天野地域活性化プロジェクト

ミッションメンバー：経済学部 2 年生 松崎一統志

経済学部 2 年生 新山将平

経済学部 2 年生 西岡陽

他 36 名

キーワード：他大学連携・かつらぎ町天野・地域活性化・社会教育・生涯学習

1. 背景と目的

背景と経緯は、教育学部で社会教育、生涯学習を学んでいた学生がその考えを多くの学生で実践的に学び、考えていきたいという思いから団体を設立し、かかわりのあったかつらぎ町天野地域をフィールドに活動を始めた。天野地域では、当時小学校統廃合問題を経て廃校になった天野小学校をどうにか地域内外の交流の場として残していこうと地域全体で運動していた。そのような地域の団結力や課題解決に向かう家庭から学生が学び、地域とともに新しい価値を見出せると考えていた。天野地域は自然豊かで深い歴史もあるが、生産人口に対する高齢者・年少者の割合が70%を超えており、超の付くほどの高齢化地域となっていた。そんな中で当初は地域活性化を掲げ学生が天野地域に入っていく。

目的としては地域で活動する意味を考えながら継続的活動を実施する中で地域と学生にどのような考えや関係性が生まれ、それが活動にどう生かされるのかを検証する。また、地域外から地域に入っていくものとして地域をどのようにとらえ、地域に何をフィードバックできるかも考えていく。さらに和歌山大学の4学部の学生だけでなく、信愛女子短期大学や和歌山県立医科大学の学生とも活動を共にすることで様々な側面から地域をとらえ、活動に生かしていけると考えている。

今年度は主に地域の子どもたちとの交流とのコミュニケーションを糸口に、地域全体の交流に生かしていくことに注力した。

2. 活動内容

かつらぎ町かつらぎ町の天野地域に訪れて、蛍鑑賞や秋祭りなどのイベントへ参加するだけでなく、子どもたちや保護者の方々協力の下、肝試しやハロウィン仮装、落ち葉を用いた焼き芋作り、宝探しゲームといったフィールドワークなどを企画し、地域全体を巻き込んだ活動を展開する。また、地域活動を深く知るため活動範囲を和歌山全域に広げ、新宮市でユネスコの「平和について考える会」に参加、

串本市ではエルトゥール号事件を調査する中で日土関係の友好の歴史とその趨勢を学んだ。

以下は今年度の年間歴である。

- 3月 串本市の歴史を学ぶ会に参加
- 5月 合宿研究の準備（イベント企画・日程調整・天野地域についての事前学習）
- 6月 天野地域でのホテル観賞会に参加
合宿研究の準備（イベント企画・日程調整・制作）
- 7月 天野子供会との夏キャンプ合宿
- 8月 新宮市の平和について考える会に参加
- 10月 合宿研究の準備（イベント企画・日程調整・制作）
- 11月 天野秋祭り合宿
- 1月 2019年度活動報告会



あ



↑天野地域の子どもたちとの交流の様子

3. 活動の成果や学んだこと

今年度は和歌山県に新設された和歌山信愛大学の学生 20 名程度が参加し、より多くの子どもたちが学生とかかわることができ、子供たちの興味のあることやしてみたいことをより多く実現することができるようになった。学生からの「ハロウィーンにちなん

だイベントやりたい」という声から天野地域の住民の方々に協力してもらい天野をフィールドにしたハロウィーンが企画された。学生たちがハロウィーンの準備において住民と関わるにつれて天野地域の歴史や魅力を発見していった。また、「流しそうめんがしたい!」という子どもたちの声に学生が働きかけ、住民の方々に協力してもらい流しそうめんを天野の竹をつかっておこなった。また、天野の竹が竹パウダーとしてぬか床に使われているという話をはじめ聞いて、その商品をもっとPRしたいと思う学生もあらわれたのである。

このように学生が主体的に活動し、天野地域に関わっていくなかで学生たちが興味をもったことを実現できるというのが、活動の醍醐味である。また、各イベントに必ず振り返りをおこなっており、「周りになじめていない子供がいる…」や「天野地域の良さを知ってもらうにはどうすればいいのか…」などの声にみんなで考え活動を楽しかったというだけにとどまらずに次の活動にもつなげていけるような取り組みを行っている。

4. 今後の展開

4年目の活動ともなると、地域と学生間でのマンネリ化が起こりかねない。2020年度の活動では翌年以降を見据えた活動サイクルを確立し、「恒例のイベント」と「新しいイベント」の2種類の活動を実行していきたい。また恒例のイベントを企画する場合も、毎年実施するアンケートをもとにより良いイベントにするために尽力したい。

また地域の既存の行事に多く参加し、設営や企画に参加ことによって高齢の方・子供たちとの結び付きをさらに強めていきたい。

以下は2020年度の活動計画である。

- 4月 わかまなび総会（年間歴発表・意思統一・役職発表）
- 5月 活動の準備（合宿研究の準備（イベント企画・日程調整・制作）
- 6月 天野地域でのホテル観賞会（一泊二日）
- 7月 活動の準備（イベント企画・日程調整・制作）
- 8月 夏祭りイベント
- 9月 活動の準備（イベント企画・日程調整・制作）
- 10月 天野地域運動会に参加
活動の準備（イベント企画・日程調整・制作）
- 11月 秋祭りイベント
活動の準備（イベント企画・日程調整・制作）
- 12月 天野地域クリスマス会に参加
- 1月 天野地域にて年間研究報告会

5. まとめ

今年度のおかまなびは所属学生数が爆発的に増え、大きく成長した。子どもたちとのコミュニケーションを通して学びを深めていくことを意識した今年度の活動においては、天野地域を訪れて蛍鑑賞や秋祭りなどのイベントへ参加するだけでなく、子どもたちの保護者の方々協力の下、「子どもたちがしてみたいこと」を地域全体で実行できたと言えるだろう。また、教育学を専攻する学生が増加したため、活動中のレクリエーションの質や子どもたちの安全に対する意識が飛躍的に向上した。他にも、活動後の地域の方々へのアンケートや学生自身の振り返りを徹底したことにより、自分たちの活動をより客観的に見返し、時点での活動に生かすことができたということも来年度につながる好材料であろう。

来年度ではより円滑に活動を進めるために、2年目にあたる学生たちに対し、より中核的な役割（地域へのアポイントメント・ミーティングでの司会進行等）を任せる方針である。おかまなびの所属学生全員が地域の人々に認知してもらい、各々にとって実りのある活動ができる年にしていきたい。

※天野地域の方々のプライバシー保護の観点から、一部画像を加工しています。

位相制御を用いた立体音響システムの開発

背景・目的

既存のシステム

- ・専用の音源に依存する
- ・特殊な環境が必要
- コストがかかる

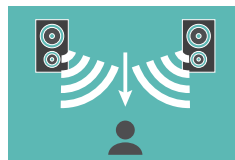
本ミッション

音源の形式に依存せず
立体音響空間の演出を
インタラクティブかつ
低コストで実現

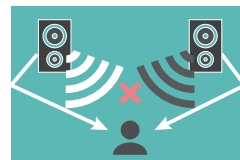
手法

- 位相の性質を利用
- ・ 正位相により正面から音が聞こえるように制御
 - ・ 逆位相により周りから音が聞こえるように制御

正位相

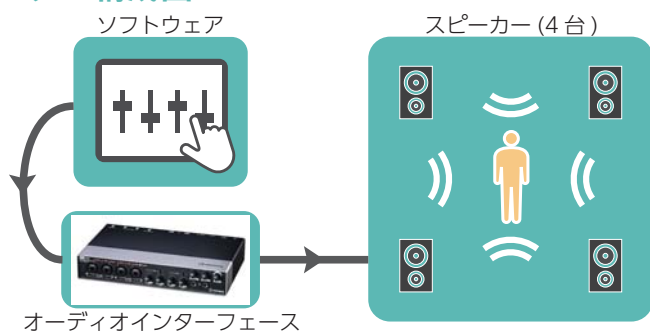


逆位相



提案システム

システム構成図



ソフトウェア

出力位置と任意の音源を指定し
位相などのパラメータを動的に制御

※ 選択できる出力位置をここでは**チャンネル**と呼ぶ

オーディオ インターフェース

ソフトウェアから入力された音源を
4つのスピーカーへ出力

スピーカー

作成したソフトウェアで制御された
音を出力

実施内容

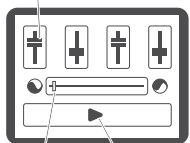
ソフトウェア Ver.1

内部処理

- 正位相と逆位相の
シームレスな切り替え処理
- ・ GUIによるリアルタイム処理
 - ・ チャンネルごと独立に処理

GUI

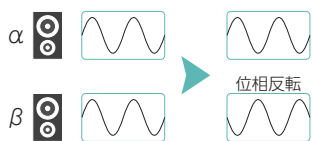
直感的に位相を操作
ボリュームフェーダー



位相スライダー 再生ボタン

```
# data_o : 入力された音声信号
# data_e : 加工後、出力される信号データ
# np : python のモジュールである numpy
# param : GUI から入力された値

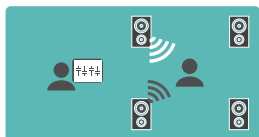
data_phase = np.copy(data_o) * (1 - param * 2)
data_delay = np.roll(data_o, 1) * (param * 2)
if param < 0.5 else 2 - param * 2)
data_e = data_phase + data_delay
```



おもしろ科学まつりにて実験

体験内容

- ・ 2つのスピーカーで正位相と逆位相の違いを体験
- ・ 4つのスピーカーを用いた8方向立体音響の体験



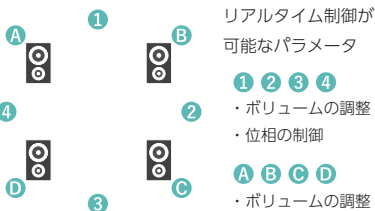
結果

多くの方々に音の変化、立体音響を実感していただいた。

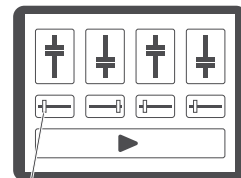
ソフトウェア Ver.2

内部処理

Ver.1 よりも自由度の高い
制御が可能に



GUI



位相スライダーをそれぞれのチャンネルに対応させている

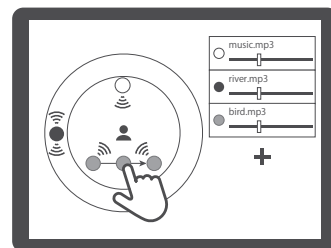
今後のアップデート予定

GUI のアップデート

音源ごとに音の位置を
空間的・直感的に指定

内部処理のアップデート

GUIからの入力に合わせ
チャンネル・位相などのパラメータを
自動で最適化
→空間的に指定した位置から
音が聞こえるように設定



今後の展望

上記の通りソフトウェア・システムのアップデートを行うとともに、実際の演出・展示に用いる音源も充実させ、**パッケージ化**を目指す。

さらに、庭園に本システムを組み込むことによる**空間演出**・**サウンドスケープ**の実現や

親和性が高いと考えられる**メディアアート**作品などへの利用など、様々な場での**展示活動**・**応用**を検討する。

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：Sound as a System プロジェクト

ミッション名：位相制御を用いた立体音響演出システムの開発

ミッションメンバー：システム工学部2年山本創大、システム工学部4年近藤伊佐直、システム工学部3年奥本佑哉、システム工学部2年北林悠河、システム工学部2年大森伊月、システム工学部2年中野裕介、システム工学部2年近澤幸郎

キーワード：立体音響・ソフトウェア開発・スピーカーシステム・GUI・信号処理・空間演出

1. 背景と目的

近年、映画やゲームなど、様々なデジタルコンテンツにおいて、立体音響が応用されており、臨場感のある演出には必要不可欠なものとなりつつある。例えば、映画における飛行機の飛行シーンでは、飛行機が後方から前方に飛行すれば、それに伴って音も追従するといった演出が体験できる。

このような演出は、映画館にある数多くのスピーカーから、それぞれあらかじめ緻密に計算された音源を再生することで実現している。そのため、音源の制作から再生機器に至るまで、大掛かりな設備や特殊な機材が必要となる。このように、現状では立体音響演出を体験するには、非常に大きなコストがかかってしまう。

そこで、本ミッションでは、より多くの方に様々な場面で立体音響演出を楽しんでもらえるよう、専用の音源を必要とせず、かつ設備も小規模にすることで、低コストで体験できる立体音響演出システムの実現を目指す。なお、より多くの方に立体音響演出の魅力を知ってほしいという願いから、最終目標は、システムの開発にとどまらず、実際に展示をし、多くの方に体験してもらうこととした。

2. 活動 内容

前節で述べた通り、提案するシステムは、音源の形式に依存せず、立体音響演出をインタラクティブかつ低コストで実現させるシステムである。

提案システムでは、立体音響演出の実現に、位相制御技術を採用した。これは、2基のスピーカーに対し、音源を正位相で再生すると中央から音が聞こえるように、逆位相で再生すると周囲から音が聞こえるようになる現象を利用している。位相制御のイメージを図1に示した。これを、4基のスピーカーで組み合わせて行うことで実現した。

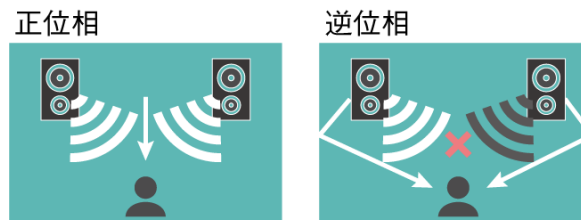


図1；位相制御のイメージ

提案システムの全体構成を図2に示した。システムの動作の流れは、次の通りである。まず、ソフトウェアにより出力位置（チャンネル）と音源を指定し、位相などのパラメータを制御する。次に、ソフトウェアから入力された音をオーディオインターフェースにより4つのスピーカーに分配

する。最後に、4つのスピーカーから、制御された音を出力する。なお、インタラクティブな演出を実現するため、パラメータの制御は、実時間処理が可能ないように実装した。

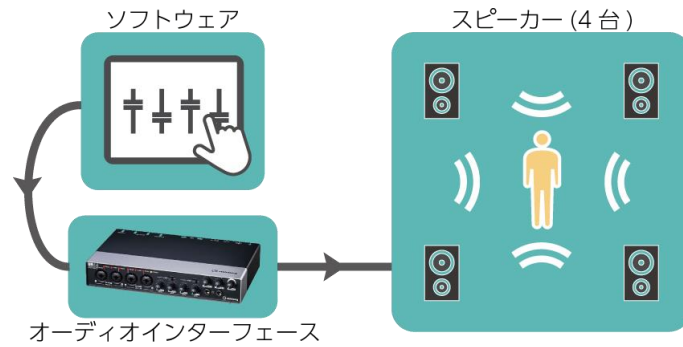


図2；システムの全体構成

2-1. ソフトウェア開発

ソフトウェアは、Python とその各種ライブラリを用いて開発した。ライブラリは、音声の出力部の制御に PyAudio を、GUI の実装に Kivy をそれぞれ用いた。なお、ソフトウェアの実装内容の詳細は第3節の活動の成果で述べる。

2-2. おもしろ科学まつりでの展示

開発したシステムのプロトタイプを用い、未就学児から大人までのイベント来場者を対象に、立体音響演出の体験型展示を行った。

具体的な展示内容は、まず、2つのスピーカーを用いて正位相と逆位相の違いを体験し、次に、4つのスピーカーを用いて8方向の立体音響演出を体験するというものである。実際の展示の様子を図3に示した。

展示の結果、多くの来場者から、提案システムによるインタラクティブな音の聞こえ方の変化、立体音響演出を体感できたとの声が多かった。



図3：体験型展示の様子

3. 活動の成果や学んだこと

3-1. システムとソフトウェア

開発したソフトウェアは主に、内部処理部と GUI 部に大別される。内部処理部では、チャンネルごと独立に正位相・逆位相のシームレスな切り替え処理を実現し、GUI 部では、直感的に位相制御が可能なインタフェースを実現している。この際、GUI 部での変更をリアルタイムに反映できるよう、内部処理部のプログラムを設計・実装した。

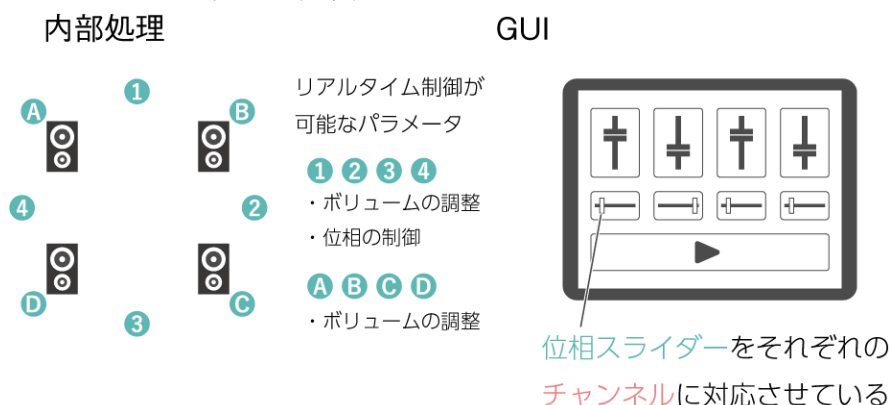


図4：各部の特徴

内部処理部の実装において最も重視したことは、各チャンネルのパラメータをリアルタイムかつシームレスに変化させることである。また、位相制御は、音声信号に1から-1までの値を乗算することで実現されるが、この際、音量を一定に保つ目的で、入力音声信号にディレイ（遅延）をかけたものを適宜加算して調整している。

内部処理・GUI 各部の特徴を図4に示した。本システムのアピールポイントとしては、図4の①～④に表されたチャンネルごとに別の音源を選択し、GUI 部によって独立した位相制御をリアルタイムかつシームレスに行える点である。これにより、複数の音源を使用した、直感的な立体音響演出が可能となった。

3-2. 考察

おもしろ科学まつりでの体験型展示により、多くの方々が、提案システムによる音の聞こえ方の変化を実感できることが分かった。

本システムをさらに改良することで、多くの方がより手軽に、そしてより直観的に立体音響演出を楽しめるシステムが実現できると考えられる。

また、本システムは教材としての応用も考えられる。具体的には、小学校から学ぶ「音波」について、音が空気の振動による波であることや干渉することを実際に体感して学ぶ教材となり得る。

さらには、庭園に本システムを組み込み、自然界の音をリアルに再現する空間演出やサウンドスケープとしての応用、親和性が高いメディアアート作品への応用といった、様々な場面への応用が可能であると考えられる。

自然界の音によるヒーリング効果やデジタルエンターテインメント作品における各種演出効果など、音が人に与える影響は広く認められている。本システムの実現により、これらの応用をはじめとする、音の側面からの空間演出の多角化に幅広く貢献すると考えられる。

3-3. 学んだこと

Python を用いたソフトウェア開発を通して、オブジェクト指向プログラミングに対する理解や、情報工学の知識を学ぶことができた。また、バージョン管理システムである Git を用いて開発を行い、チーム開発への理解を深めることができた。さらに、位相制御の実装に用いた信号処理・音響工学に関する知識も習得することができた。

4. 今後の展開

今後も、提案システムの改良を続けていく予定である。具体的には、GUI 部を改善し、より直観的に空間内での音源の配置を指定できるようにする。それに伴って内部処理部も改良し、チャンネル・位相などのパラメータを自動で最適化し、空間内の指定した位置から音が聞こえるように設定するアルゴリズムを検討中である。図 5 に提案システムの将来像を示した。

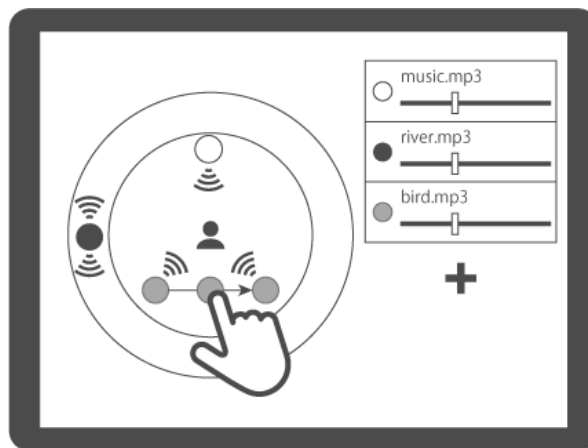


図 5：提案システムの将来像

また、システムの改良のみならず、提案システムの応用も検討している。3.2 で述べたように、様々なものに本システムを融合し、新たな演出の可能性を模索したいと考えている。

5. まとめ

本ミッションでは、デジタルコンテンツの「音」の部分に着目して、音の位相を利用するという新しいアプローチによる立体音響演出を行うシステムを開発した。提案システムでは、スピーカーを 4 基使用し、各スピーカーが適切な音声を出力できるよう制御する、専用のソフトウェアを開発した。

本ミッションで開発したソフトウェアは、Python と、そのライブラリである PyAudio、Kivy を使用して実装した。本ソフトウェアは、GUI の操作に合わせてインタラクティブに出力チャンネルと音源を割り当て、シームレスな位相制御を各チャンネル独立して行うことができる。

実装にあたっては、再生中も各パラメータをリアルタイムに変化させることに注力した。これら開発時の試行錯誤を通して、ミッションメンバーのソフトウェア工学に対する理解を深めること、システムの開発能力を養うことができた。

今後も、第 4 節で述べたように、提案システムのさらなる改良と、本システムを応用した立体音響による新たな空間演出の可能性の模索を続け、さらには音の魅力を多くの方に伝えるための展示活動にも励んでいきたい。