

令和 7 年度

静岡県立科学技術高等学校  
情報システム科

# 課題研究発表会

## 日程

開催日時 令和 8 年 1 月 22 日 (木) 6・7 時限

会場 教室棟 パソコン室

## 次第

1. 開会
2. 諸注意
3. 発表 各テーマ 9 分 (準備・片付け・質疑応答を含む)
4. 質疑応答 (全体)
5. 講評
6. 閉会

# 発表テーマ

	研究題目	生徒数	指導教員
1	MISSION : POSSIBLE AVOID LASER	6名	鈴木
2	自作スマートロック	1名	鈴木
3	フォトインタラプタを使った バスケゲーム	6名	平岡
4	AI を利用したアンケートアプリの開発	4名	水上
5	視線計測による 発光キーボード入力補助システムの開発	4名	池田
6	Unity を用いた文房具格闘ゲームの制作	5名	池田
7	近距離通信を用いた デジタルスタンプラリーシステムの制作	5名	増田
8	没入感のある XR ライブシステムの制作	4名	増田
9	ハンドジェスチャーインターフェースの研究	3名	秋山

# MISSION : POSSIBLE AVOID LASER

静岡県立科学技術高等学校

情報システム科 生徒：6名

## 1. はじめに

私たちは文化祭で幅広い年齢層の方々にハードウェアに触れながら楽しんでもらえるゲームを作りたいと考え、レーザーを使った脱出ゲームを企画した。自分たちの作れる範囲でお客さんが楽しめるものを考えたときに実際に体を動かして楽しめる脱出ゲームを作成することに決めた。また自分たちは先生の協力のもと、なるべくデジタルなものではなくアナログなものを活用して現代の便利なものに頼らずに作成した。

## 2. 使用材料

品名	個数
レーザーモジュール	5
メッキパイプ	30
直行・自在	50
プラダン	10
スモークマシーン	1
CDS セル	4
マイコン	2
スピーカー	1
アクリル板	適量



図 1



図 2



図 3

## 3. システムの紹介

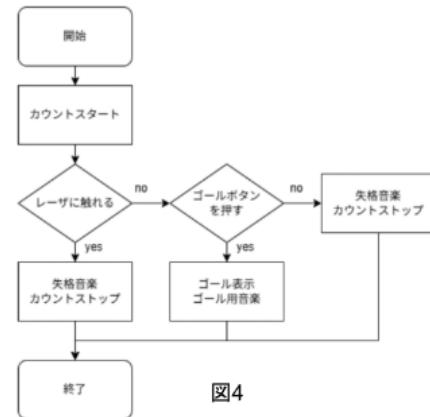
このゲームはレーザーの張られた真っ暗な部屋の奥にある宝物を制限時間内に回収して戻ってくるというゲーム。常にCDSセルがレーザーの光を感知できるよう配置し、周りの明るさを管理しており人間などの障害物が光を遮り、値の変化によって当たったかどうか判断するシステムになっている。さらに、失敗してしまうとスピーカーからGAMEOVERの音楽が鳴り、成功できればゴールの音がなるシステムにもなっている。またレーザーは視認できないのでスモークマシーンを活用して実際にレーザーが見えるようにした。

## 4. 作業内容

### ・プログラミング班

プログラミング班では、レーザーの受光部、スピーカ、タイマーの3つの要素に分けプログラムを作成した。レーザーの受光部では、Cdsセルを用いて、抵抗値の変化を測定し、得られた値を基に範囲を設定することで、障害物による光信号の遮断有無を判定できるように構成した。スピーカでは、再生するBGMの各音階に対応する周波数を調べ、それぞれの音を生成した。さらに増幅回路を作成し、音量を大きくすることで、プレイヤーだけでなく周囲にもBGMが聞こえるように工夫をした。タイマーではプレイヤーがスタートボタンを押すと、30秒間カウントダウンしていく仕組みにするため、`mills`関数を用いて経過時間を取り得し、秒単位に変換することでカウントダウンを実現させた。また、カウントダウン中の時間を7セグメントLEDに表示し可視化させる工夫をした。1つのArduinoでは、使用したいピン数が不足したため、2つのArduinoを用いてシステムを構成した。

そのため、Arduino間で通信を行い信号を送受信することで、図4のように3つの要素を連動させるようにした。



### ・建築班

建築班ではメッキパイプ（直径2m）やプラダン、自在・直交を活用してレーザーが張り巡らされている図1のような直径4mのプラダンハウスを作成した。図5のようにプラダンを使用してきれいな四角形の建物を作る作業はとても難しかった。特に大変だった点はプラダンをメッキパイプで作成した四角形の骨組みに貼り付ける作業だった。プラダンは柔らかい素材でできているので、単に両面テープでつけるだけではプラダンが撓んでしまい強度が低い部屋になってしまふ。この課題を改善するために屋根に木材を使用しネジを固定できるようにしたり、アクリル板を加工してプラダンとメッキパイプを固定する部品を作り、強度のあるプラダンハウスを作成できた。



図5

## 5. 評価と今後の課題

文化祭ではたくさんの方々に脱出ゲームで遊んでいただき、目標であるたくさんの年齢層の方々に楽しんでもらうことは達成できたと思う。ですが文化祭直前にトラブルが発生して自分たちの目指していた制御を行うことはできなかったのでもっと余裕を持って完成させるべきだった。今後の課題としては文化祭直前に動かすことができなかつた制御をもっと正確に行うために試行錯誤を繰り返し、完璧な制御を完成させていきたいです。

# 自作スマートロック

静岡県立科学技術高等学校

情報システム科 生徒：1名

## 1. はじめに

鍵穴に鍵を挿して回す。たったそれだけのことも、毎日繰り返していると煩わしい。購入しようにも市販品は高価である。そこで、かざすだけですぐに開くスマートロックを自分で作成すればコストを抑えることができるのではないかと思い立ち、この研究を開始するに至った。

## 2. 使用機材・開発環境

### ● 使用機材

- アクリル板, Arduino互換機(Miuzei), RC522(カードリーダ・ICカードセット), SG-90(サーボモータ)

### ● 開発環境

- ArduinoIDE

## 3. 研究内容

ArduinoIDEを用いて、ICカードの固有IDを判別するプログラムとかんぬきの開閉プログラムを作成した。カードリーダはRFID(Radio Frequency Identification, 無線周波数識別)と呼ばれる技術を使用しており、別途ヘッダファイルが必要となる。電波の届く範囲も確認し、それをふまえて箱内部の機材配置を考えた。カードをかざすと、マイコン内部に登録されている固有IDとかざされているカードのIDを比較し、完全に一致している場合のみ、かんぬきが動作するプログラムを組み込んでいる。

ロッカーに見立てた箱本体は、大きなアクリル板をレーザ加工機で細かく200mm四方に切り出している。レーザの精密さを活かして誤差を0.1mm以下に抑え接着剤なしで強度を保てるよう工夫しており、またモータとかんぬきの位置をそろえるために、2DCADを使用してオリジナルの部品を作成している。

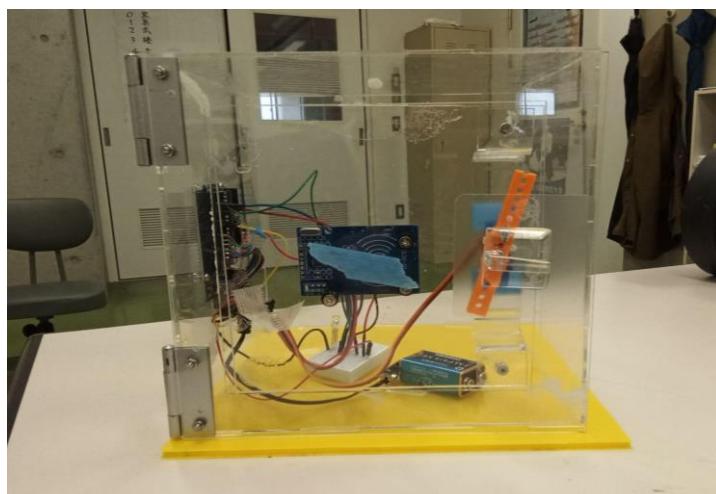


写真1：スマートロック本体の全体写真

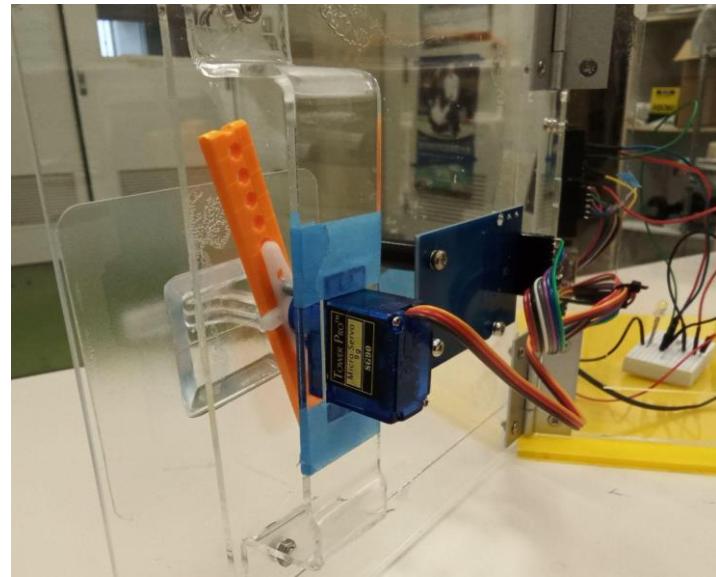


写真2：2DCADを使用したオリジナル部品

#### 4. 評価と課題

文化祭において多くの方にこのスマートロックを体験していただいた中で、セキュリティ面やカード認証時の動作における可視性が課題として挙げられた。具体的には、かざした鍵の整合判定の結果をLED等で確認できるようにする、鍵をかざしたままにしておくと開閉の動作を繰り返し続けてしまう、等であった。整合判定のLEDや動作を繰り返し続ける点に関しては文化祭終了後に修正済みである。

#### 5. 参考文献

- ちゃんとく. "非接触ICタグで遊ぼう！ArduinoでRFIDリーダRC522を使う方法". ドットスタジオ. 2018-05-09. <https://dotstud.io/blog/arduino-use-rfid-reader/>, (参照 : 2025-11-13)
- ポニ丸. “スマートロックを予算5,000円で自作してみた【設計編】”. Loose Life Hack. 2021-06-18. <https://poniyagi.net/smart-poni-house-lock-01/>, (参照 : 2025-11-13)

# フォトインタラプタを使ったバスケゲーム

静岡県立科学技術高等学校  
情報システム科 生徒： 6名

## 1. はじめに

私たちの課題研究では、これまでの実習で学んだマイコン制御を発展させ、文化祭に来場した子どもから大人まで、幅広い世代の人々に楽しんでもらうことを目的として、バスケのシューティングゲームを製作した。遊びながら得点を競える仕組みを作り、誰でも気軽に参加できる作品を目指した。

## 2. 使用機器・材料

フォトインタラプタ / Arduino / python / html / イレクターパイプ / ネット  
ワイヤーネット / かご / プラダン / PC / プロジェクター

## 3. 研究内容

### <ソフトウェア>

最初に Arduino を使い、センサからの信号を入力として値が加算される仕組みを作った。その後、その値を Arduino から Python へシリアル通信で送り、さらに Python の HTTP サーバーを介して HTML に受け渡すことで、(図 1)のようにブラウザ上でリアルタイムに値を表示できるようにした。

### <ハードウェア>

フォトインタラプタ(図 2) をスコア検出用のセンサーとして使用した。

また、装置の枠組みにはイレクターパイプを使用し、外側をワイヤーネットやプラダンで囲むことで、安全にボールを検知できるようにした。

ゴール部分には市販のかごを使用し、コストを抑えながら実際のバスケットゴールの形状を再現した。



図 1 スコアの表示



図2 フォトインタラプタ



図3 文化祭当日

#### 4. 苦労した点

##### ①センシング面

はじめは得点の加算が不安定で、センサが反応しなかったり、1回の通過で複数回カウントしてしまうことがあった。そこで、チャタリング対策の delay 関数を組み込んだり、フォトインタラプタをセンサ部品が必ず通る位置に調整したり、センシング部分を竹串で固定するなどの工夫を繰り返した。その結果、誤作動を最小限に抑え、安定して得点をカウントできるようになった。

##### ②構造・工作面

イレクターパイプを使用した骨組みの構造の設計と組み立てや、ゲーム装置として安全性と安定性を確保できるように設計することに苦労した。また、装置を持ち運びすることも考慮し、パイプの接合部が取れないようにねじで固定した。実際にボールを投げてみて耐久性の確認も行った。特に、シュートの衝撃でゴールやセンサがズレてしまう問題が発生しないように衝撃によって本体が揺れるのを防ぐためにビスを増やしたり、補強したりするなど工夫をした。

#### 5. 今後の課題

- ・フォトインタラプタを用いたセンシング部分において、ボールがセンサを通らず壁に当たってしまい得点が加算されないことがあった。このため、センサの固定方法を見直し、どの方向からボールが当たっても安定して検知できるように改良したい。
- ・現在はリセットボタンを押さないと前回の得点が残ってしまう仕様であり、リセットを忘れるときプレイヤーを待たせてしまうことがあった。これを自動でリセットされるようにプログラムを修正することで、操作性を向上させたい。
- ・HTML 上のスタートボタンを誤って 2 回押すとカウントが 2 倍速で進む問題も見つかった。これについては、一度スタートボタンを押したら非表示にするなど、誤操作を防ぐ仕組みを追加したいと考えている。

# AIを利用したアンケートアプリの開発

静岡県立科学技術高等学校  
情報システム科 生徒：4名

## 1. はじめに

生活の中には様々なアンケートが存在している。しかし、アンケートには「回答が面倒で回答率が低い」「集計・分析に手間がかかる」「途中退出でデータが欠損する」など様々な課題がある。そこで、私たちはAIを活用してアンケートをDXし、既存の媒体にある課題を解決しようと考えた。

## 2. 環境

言語	TypeScript, Python, Go
フレームワーク	Next.js, Gin, Hugging Face
サービス	Supabase, Gemini
OS	Ubuntu Server 24.04.2 LTS
ストレージ	TrueNAS Community
実行基盤	Kubernetes 1.33.1 (以下:K8s)

## 3. 研究内容

フロントエンド班、AI・統計班、バックエンド班に分かれて開発を行った。

The screenshot shows a mobile-style survey application. It includes a navigation bar at the top with a progress bar (1/5) and a battery icon (20%). Below this is a section titled "文化祭のアンケート" (Culture Festival Survey) with the subtitle "質問 1/5". The first question asks "文化祭は楽しむことができましたか？" (Did you enjoy the culture festival?) and has a 5-star rating scale with "4/5" highlighted. The next section contains three text input fields with placeholder text: "すごく楽しかった" (Very fun), "非常に創造性あふれる展示物が多く見て飽きませんでした" (Many creative exhibits I enjoyed), and "たのしかった" (Enjoyed it). The final section is a pie chart titled "どの出店団体の展示が面白かったですか？ (複数回答)" (Which booth's exhibition was most interesting? Multiple answers allowed). The chart categories are: 情報システム科展 (Information Systems Department Booth) in blue, ニュートラル (Neutral) in orange, ネガティブ (Negative) in red, and 生活会 (Life Association) in green. At the bottom, there is a question "来年の文化祭は来場したいですか？" (Do you want to attend the culture festival next year?) with a progress bar (1/5).

On the right side, there is a code snippet for sentiment analysis:

```
def predict_sentiment(text):
    inputs = tokenizer(text, return_tensors="pt", padding=True)
    inputs = {k: v.to(device) for k, v in inputs.items()}
    with torch.no_grad():
        logits = model(**inputs).logits
    predicted_class = torch.argmax(logits).item()
    return ["ネガティブ", "ニュートラル", "ポジティブ"][predicted_class]

# --- 使用例 ---
review = [
    "このホテルは最高だった！また来たい！", "朝食がおいしかった",
    "スタッフが親切で感動した",
    "部屋が汚くて最悪だった",
    "部屋が汚い",
    "うーん、なんか印象に残らんかった。",
    "特に印象なし",
]

print("\n--- 感情分析の結果 ---")
for review in reviews:
    print(f"レビュー: {review} → {predict_sentiment(review)}")

--- 感情分析の結果 ---
レビュー: このホテルは最高だった！また来たい！ → ポジティブ
レビュー: 朝食がおいしかった → ポジティブ
レビュー: スタッフが親切で感動した → ポジティブ
レビュー: 部屋が汚くて最悪だった → ネガティブ
レビュー: 部屋が汚い → ネガティブ
レビュー: うーん、なんか印象に残らんかった。 → ニュートラル
レビュー: 特に印象なし → ニュートラル
```

### 〈フロントエンド班〉

Next.jsとMUIを活用して、回答者がより簡単に回答できるUIデザインを設計した。また、Supabase Realtimeを活用して質問ごとにリアルタイムで回答を集計・送信する仕組みを構築した。これにより、既存の媒体では最後まで回答を完了しなければ集計ができなかったデータが、途中で退出した場合でも集計できるようになり、「途中退出でデータが集計されない」という無駄を解消することに成功した。

### 〈AI・統計班〉

Pythonを用いて機械学習による感情分析機能を実装した。事前学習済みの日本語BERTモデルをHugging Faceのライブラリを用いてファインチューニングし、アンケート回答文の感情を「ポジティブ」「ネガティブ」「ニュートラル」の3分類で判定できる

ようにした。

このモデルを導入することで、アンケートの自由記述回答の感情の傾向を可視化できるようになった。

#### 〈バックエンド・インフラ班〉

このアプリは数十のマイクロサービスで構成されており、すべてをOS上に直接インストールして運用するのは困難である。そのため、K8sを用いてコンテナ管理と自動デプロイを行っている。あらかじめ登録した設計図に基づき自動でデプロイを行うため、Node.jsがすべて故障した際にも迅速な復旧が可能となった。

フロントエンドの仕様上、データベース操作にはバックエンドを経由する必要があった。

SupabaseをK8s上に構築し用いることで自作APIを省略しつつ、認証やアクセス制御を柔軟に行うことができ、開発効率を大幅に向上させた。



## 4. 工夫した点

- ・回答者・製作者のどちらも使用しやすいUIを実装した。
- ・不正アクセスを防止するためRLSのポリシーやJWT認証などを実装した。
- ・表記ゆれや誤字を含む実際の回答にも対応できる柔軟な分析を実現した。

## 5. 制作を終えて

- ・Next.jsを利用してフロントエンドに関する知識を学ぶことができた。
- ・バックエンドやインフラ部分において効率の良いデータの処理方法を学ぶことができた。
- ・開発を通じて機械学習についての知識や技術を深めることができた。

## 6. 今後の課題

- ・全問必答なので、必須回答と自由回答の区別を追加する。
- ・リアルタイム機能がうまく作動しないことが多いのでその調節をする。
- ・負荷分散を自動で行うことができるようになる。
- ・WAFによるアクセス制御ができるようになる。
- ・誤判定が存在するため、感情判定AIモデルの更なる精度の向上を図る。

## 7. 参考文献

- ・テキストを8つの感情で表現してみる (Qiita)  
<https://qiita.com/hima2b4/items/7694e2922707b456ecd1>
- ・kubeadmを使ってubuntu22.04にKubernetes環境を構築する (Qiita)  
<https://qiita.com/ohtsuka-shota/items/7618cd98a12c8b2e4e07>
- ・FingerPrintJS+React+FastAPIで異なる環境からのアクセス検出 (Qiita)  
[https://qiita.com/nw\\_engineer/items/bb00aa4cae90cd30dd16](https://qiita.com/nw_engineer/items/bb00aa4cae90cd30dd16)
- ・Next.jsの考え方 (Zenn)  
<https://zenn.dev/akfm/books/nextjs-basic-principle>

# 視線計測による発光キーボード入力補助システムの開発

静岡県科学技術高等学校

情報システム科 生徒：4名

## 1. あらまし

ネットなどで調べてみると、タッチタイピングができない人の割合が4割ほどいるということが分かった。この課題に対して、キーを光らせる「サポートキーボード」を作成して、タッチタイピングができる人を増やそうと試みた。

## 2. はじめに

次のものを制作することで、タッチタイピングの上達のサポートを行う。

- ①押すべきキーが光るキーボードを作成し、制作したキーボードでタイピングを行うことで、キーの配置を覚えることをサポートする。
- ②視線計測によって、キーボードを見ている時間を測定して、タッチタイピングの習得度を測る。

## 3. 研究内容

### ・光るキーボード本体について

キーボード本体は市販の自作キットを購入し、自分達で基板にダイオード、キースイッチをはんだ付けし、Pro Micro というマイコンにファームウェアを書き込み使用できるようにした。キーボード下のLEDはWS2812BというフルカラーシリアルLEDを用い、タイピングソフト側でLEDと接続しArduinoとシリアル通信をして制御できるようにした。タイピングソフト上で次に打つべきキーを取得し、通信しているArduinoからLEDへ信号を送り、そのキーに合わせたLEDが点灯するようにした。

### ・タイピングソフトについて

タイピングソフトは、VisualStudio2022を用い、C#でタイピング支援ソフトを開発した。目的は、タイピングが苦手な人や初心者に対し、楽しみながら正しいキー入力を身につけられる学習支援を行うことである。制作過程では、打つべき文字を提示し、対応するキー位置を視覚的に示すシステムの構築に重点を置いた。さらに、正誤判定やスコア表示機能を実装することで、利用者が上達を実感できるよう工夫した。

### ・視線計測について

Webカメラから取得した映像を用い、PythonのMediaPipeライブラリを基盤とした視線計測システムを実装した。処理の主な流れは、顔の検出、瞳孔の認識、初期値の設定、そしてリアルタイムでの視線計測である。暗所における瞳孔検出の精度低

下や、初期値設定時の顔のブレといった問題に対しては、明るさの閾値調整および Kalman フィルタによる平滑化処理を導入して安定した視線追跡を実現した。さらに、取得した視線情報をもとに画面内への視線滞在時間を計測し、その結果を注視率として UDP 通信を介して外部プログラムへ送信する機能を実装した。

#### 4. 使用方法

- ①キャリブレーションをして、現在の目の位置を測定する

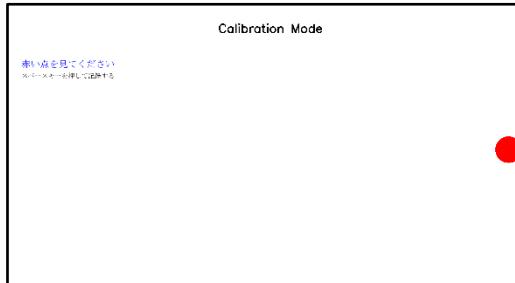


図 1 : キャリブレーション

- ②難易度を選んで、タイピング練習を行う



図 2 : 難易度選択画面



図 3 : タイピング練習中

- ③結果を確認する。



図 4 : 結果画面



図 5 : 連動するキーボード

#### 5. 今後の課題

- ・タイピングする文字のバリエーションを増やす。  
例：し→[si]と[shi]
- ・アプリを 30 分ほど動かしていると、フリーズしてしまった。  
→通信のポートやデータの転送などを見直す

#### 6. 参考文献

- <https://qiita.com/sassa4771/items/fbfb0012744350cf4d93>
- <https://github.com/nsssayom/OpenGaze>
- <https://mikami3345.cloudfree.jp/EyeTracker/index.html>

# Unity を用いた文房具格闘ゲームの制作

静岡県立科学技術高等学校  
情報システム科 生徒：5名

## 1 はじめに

本校の文化祭において多くの来場者に楽しんでもらえるオリジナルゲームを制作することを目的に研究を始めた。ゲームの題材として「文房具」を選定した理由は、文房具がだれにとっても身近で親しみやすく、かつキャラクター化が容易である点にある。また、ゲームジャンルとして格闘ゲームを採用したのは、勝敗が明確で直感的な操作が可能であり、短時間で十分に楽しめるという利点があるためである。さらに、勝敗が一目でわかるという点から、実際にプレイしていない観客にとっても楽しめる点も重視した。開発体制としては、プログラミング班とデザイン班にわかれ、それぞれの専門分野を生かして共同で制作を進めた。

## 2 開発環境・言語・使用機器

開発環境	Unity(ゲームエンジン), Visual Studio(統合開発環境) Blender(3D モデリング)
OS、使用機器	Windows10、DUALSHOCK4(ps4 コントローラー)
言語	C#

## 3 研究内容

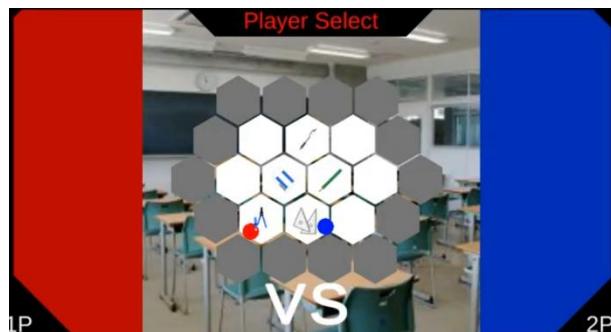
### ・デザイン班

Blender を用いてキャラクターおよびゲームステージの 3D モデルを制作した。各キャラクターには攻撃をはじめとする複数のアニメーションを付与し、Unity においてそれらを統合・制御することで、自然で一貫性のあるモーション表現を実現した。また、アニメーションのタイミングや当たり判定の挙動についても、ゲームプレイ上の操作感を損なわないよう検証と調整を繰り返した。

さらに、ゲームステージおよびキャラクターセレクト画面など、プレイヤーが直接目にする UI も制作し、全体として明るくポップなトーンのゲームの世界観を作るようにして、遊ぶ人に対して視覚的な魅力と良いゲーム体験を提供することを目指した。



実際のゲーム画面



キャラクターセレクト画面

## ・プログラミング班

Unity と Visual Studio を用いて、キャラクターの操作・攻撃判定、HP 管理など、ゲームプレイに必要となる主要な機能を実装した。キャラクターの挙動制御においては、入力処理とアニメーション制御を密接に連携させることで、プレイヤーの操作に対して自然な反応が得られるよう設計した。

さらに、体力ゲージ(HP スライダー)や勝敗表示、リスタート機能、ヒット数のカウント表示など、ゲームとして必要な基本システムを整備した。

加えて、シーン遷移の管理やタイトル画面、対戦画面などの UI 構築を行い、良いゲーム体験を提供できるよう工夫した。

```
void Start()
{
    rb = GetComponent<Rigidbody>();
    animator = GetComponent<Animator>();
}

public void OnMove(InputAction.CallbackContext context)
{
    moveInput = context.ReadValue<Vector2>();
}

public void OnJump(InputAction.CallbackContext context)
{
    if (context.performed && isGrounded && isTouchingDesk)
    {
        rb.AddForce(Vector3.up * jumpForce, ForceMode.Impulse);
    }
}

public void OnKougeki(InputAction.CallbackContext context)
{
    if (context.started)
    {
        animator.SetBool("kkougeki", true);
        StartCoroutine(ResetBool("kkougeki", 0.5f));
    }
}

public void OnTKougeki(InputAction.CallbackContext context)
{
    if (context.started)
    {
        animator.SetBool("tkougeki", true);
        StartCoroutine(ResetBool("tkougeki", 0.5f));
    }
}

public void OnJKougeki(InputAction.CallbackContext context)
{
    if (context.started)
    {
        animator.SetBool("jkougeki", true);
        StartCoroutine(ResetBool("jkougeki", 0.5f));
    }
}
```

ソースコード

## 4 成果

文化祭で多くの方に体験していただいて、バトル中や勝敗が決った時の反応を見て、楽しんでいただくことができたと感じた。しかし、同じキャラクターを選んだとき、自分の選んだキャラクターがどちらなのか、混在してしまい分かりにくいという意見があった。このことから、プレイヤー識別や視認性の向上といった、ユーザーインターフェース面での改良の必要性を認識することができた。実際に多くの人にプレイしてもらうことで、開発段階では気づかなかった問題点や改善点を具体的に把握できた点は大きな成果であるといえる。

また、本制作を通して、チームの開発の重要性やデザインとプログラムの連携による完成度の向上を実感した。特に、限られた製作期間の中で企画・デザインなどの各工程を分担しながら協力して進めることで、開発プロセス全体の流れや課題解決の方法を実践的に学ぶことができた。

## 5 今後の課題

現時点では、実装されている文房具キャラクターの数が限られており、ゲームバランスもまだ調整段階である。今後の改良として、より多くの文房具キャラクターを追加し、それぞれに特徴的な技や性能を持たせる予定である。

また、アーケードコントローラなどの様々なデバイスで操作できるように対応範囲を広げることを検討している。

また、攻撃判定の修正やガード機能の追加といったゲーム性の向上できるものを実装していきたい。最終的には、技術面だけでなく、デザイン、SE、BGM、ゲームステージといった演出面でも完成度を高め、ゲームに対する没入感の向上も行っていきたい。

# 近距離通信を用いたディジタルスタンプラリーシステムの制作

静岡県立科学技術高等学校  
情報システム科 生徒：5名

## 1 はじめに

スタンプラリーの実施においては、大量の紙やインクを消費することが環境負荷の要因となる。また、紙媒体では提供できる情報量に限りがある。そこで、スタンプラリーをWebシステム化することで、環境への配慮と情報提供の拡充を両立させた。実際の運用としては、文化祭において各班の展示作品を対象として本システムを試行した。

## 2 関係知識

### (1) 使用したマイコン・ソフトウェア・統合開発環境・言語

- ESP32-DevKitC-32E ESP32-WROOM-32E 開発ボード
- VMware Workstation • Debian12
- ArduinoIDE • Visual Studio Code
- HTML • CSS • JavaScript • PHP

## 3 システム構成

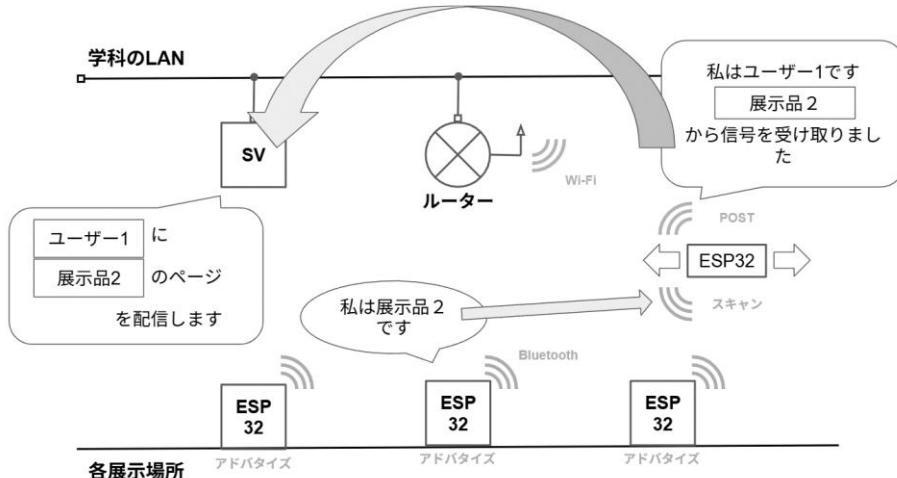


図 a システム構成図

## 4 制作過程

制作を進めるにあたり、分担を (1) ESP32 のコーディング、(2) HTML ページの制作、(3) WEB サーバの構築 の 3 つに設定した。

### (1) ESP32 のコーディング

Arduino IDE を用いてプログラミングを行い、各 ESP(\*1) に送受信の機能を実装した。

開発初期には、複数の展示が近距離にある場合に誤検知や重複検出が度々発生してしまう問題があった。解決策として、RSSI 値(受信信号強度)を利用し、一定以上の強度でのみ接近と判断する閾値を設定した。また、スキャンの間隔とアドバタイズの送信時間を調整し、通信負荷を軽減した。

\*1 ESP32 : Wi-Fi と Bluetooth を標準搭載しているマイコン。

## (2) HTML ページの制作

### ・作業概要

二種類の HTML ページを作成した。一つは研究概要を表示するページ、もう一つは研究で利用した機材・技術を紹介するページである。

### ・ページファイルについて

紹介ページの項目：研究名/研究班員名/利用技術、機材/概要

技術ページの項目：技術・機材名/技術の説明(二もしくは三行)/研究内での使用方法  
其々の項目は、五十音順もしくは A-Z の順番で記されている。(図 b)

進捗確認ボタンを押すと右図のページに遷移



図 b 作成したページの一例

## (3) WEB サーバの構築

VMware Workstation で Debian12 の仮想マシンをつくり、WEB サーバ制作を行った。  
HTML や CSS、JavaScript、PHP、json 等を用い、ユーザごとの現在位置に対応したページを表示させるシステムを構築した。

### 今回使用した仮想マシン(ホスト型)の構成

アプリケーション(Apache)	ファイル公開をするためのアプリケーション 使用モジュール : http_module (static)※1 status_module (shared)※2 php_module (shared)※3 等
ゲストOS(Debian12)	今回の仮想マシンに導入したOS
仮想マシン (VM ware Workstation Pro)	PC内に仮想環境を実現するためのソフトウェア PCの中に仮想のサーバを作成している
ホストOS(Windows OS)	
ハードウェア(PC)	

※1 HTTPリクエストの処理などを行い、基本的な Web サーバ機能の提供をしている

※2 現在のアクセス数やリクエスト処理状態を確認する

※3 Apache が.phpファイルを処理できるようにし、PHP の実行環境を組み込む

## 5 今後の展望

制作した WEB ページが対応する言語は日本語のみであったが、英語版のインターフェース開発も視野に入れている。スタンプラリーというみんなが楽しめるイベントに、海外の人々も巻き込むことができればと考えている。また、携帯性を向上させるため、スマホでも利用できるように開発を進めていきたい。

# 没入感のあるXRライブシステムの制作

静岡県立科学技術高等学校  
情報システム科 生徒：4名

## 1. 動機

昨今、仮想空間上に展開されたキャラクターを用いたライブイベント、いわゆるXRライブイベントが複数開催されている。こうしたイベントにより没入感を与える方法としてパラメトリックスピーカーが有効ではないかと考えた。また、こうしたイベントをより作りやすくするために既存のライブイベントの仕組みを踏襲したシステム、特に仮想空間の映像を現実世界と同様に撮影できるデバイスがあることで、より没入感を持ってイベントを作ることができると考えた。そこで、観客も創り手もどちらも没入感を感じるXRライブシステムを開発することを決定した。

## 2. 研究内容

### ◆システム班

Unreal Engineを用いて、既存のライブイベントに即した機能をもつライブシステムを制作した。例えば、空間内の効果照明を現実世界でも使用される効果照明制御用プロトコル「DMX」及びそれをネットワーク上で制御できるプロトコル「Art-Net」を用いて制御できるようにした。また、後述するカメラデバイスのデータを映像に反映するためのプログラム（Blueprint[Unreal Engineのノードベースのビジュアルスクリプティング機能]）や「VRM4U」を用いた VRMモデルのインポート機能やアニメーションプログラムも制作した。

### ◆カメラ班

創り手に臨場感を与えるために、仮想空間を物理デバイスで映し出すことができる「カメラ」のようなデバイスが必要であると考え、制作した。より手軽にカメラデバイスの姿勢検知を行うためにWiiリモコンを用いた。また、パン・ズーム機能を構築するために無線マウスのホイールを用いた。カメラとして使うWiiリモコンを水平に固定できる安定した箱を用意し、ズーム機能を実装するためにマウス基盤とホイールを組み込むスペースを確保した。ホイールの回転方向や力の加え方、滑り止め用テープの素材も検討して制作を行った。

### ◆パラメトリックスピーカー班

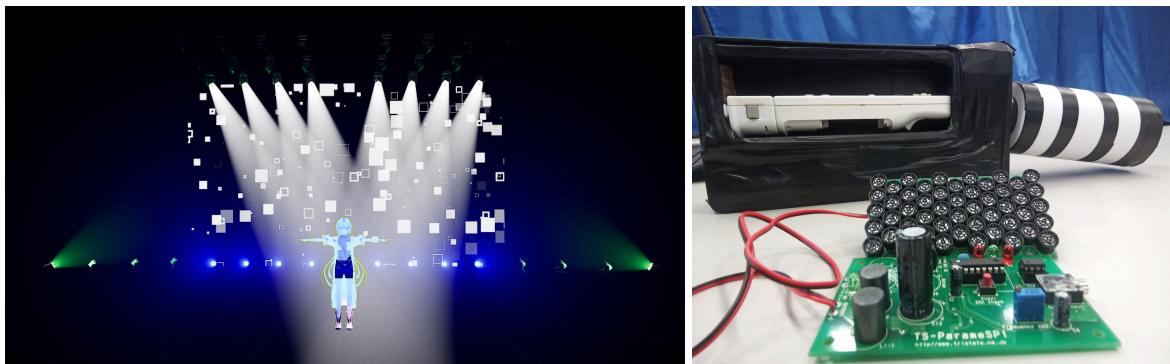
パラメトリックスピーカーとは、音波の直進性と超音波トランステューサを複数個並べることで生じるパラメトリック効果により高い指向性を示し、耳元から音が聞こえてくるように感じさせる特性を持つスピーカーである。一定の周波数を持つ超音波と周波数変調（FM）をかけた音波を同時に発生させ、音波が交差する空間で可聴域の音を再生する仕組みである。壁や物に向けると反射し、その場所から音が鳴っているように聞こえるため、このライブシステムと相性が良いと考えた。キャラクターの映像を再生したモニターに向けてパラメトリックスピーカーを合わせることで、そのキャラクターがあたかも歌っているかのように聞か

することができ、より臨場感を与えることにつながる。

今回の制作ではキットを組み立て周波数特性等を測定し、理想的な周波数特性を調べて調整を行った。

#### ◆3Dモデル班

カメラ用の被写体として、既存モデルではなくアニメーション時にモデルの動きが自然に、そして親しみやすいビジュアルにするためにキャラクターを「VRoid Studio」で制作した。また制作したVRMモデルを「XR Animator」および「Virtual Motion Capture Protocol」でシステム上で動作するようにした。



図左：制作したライブシステム及びキャラクター

図右：制作したカメラデバイス（上）及びパラメトリックスピーカー（下）

### 3. 研究結果

カメラデバイスの3次元回転をネットワークを経由してライブシステムに反映することに成功した。また、パラメトリックスピーカーを用いた超指向性をもつ音源の再生にも成功した。

#### ◆文化祭での出展

ミニライブ会場を構築し、パラメトリックスピーカー及びカメラデバイスを用いた来場者体験型展示を出展した。



図：文化祭での展示様子

### 4. 展望

- ・Wi-Fiリモコンによる値取得の精度向上及び三次元座標軸への対応
- ・パラメトリックスピーカーの音質及び機能性の向上

### 5. 参考文献

「3Dスタジオ配信を支える新カメラデバイス」（カバー株式会社）

<https://coveredge.cover-corp.com/list/870> – 2024/11/18

# ハンドジェスチャーインターフェースの研究

静岡県立科学技術高等学校  
情報システム科 生徒：3名

## あらまし

カメラに向かって手で特定の動作を行うと、それに応じたアプリの操作が可能になるユーザインターフェース（UI）について研究した。

### 1はじめに

情報化社会がますます発展していく中で、スキルの格差を埋め、だれでも平等に情報システムを利用できることを目指した。そこで、ICT機器に不慣れな方でも、デバイスを持たずに手ぶらで操作できるハンドジェスチャーインターフェース（以下 HGI と記す）を開発した。より直感的に操作が可能になることで、ユーザの意図と動作感覚が一致するハンドジェスチャーによる操作の実現を目指した。

### 2開発環境（使用した機器、開発ソフト、ライブラリ等）

カメラ	Logicool c922proHD 解像度：640×480
開発環境	Spyder(統合開発環境) Anaconda(ライブラリ用プラットフォーム)
ライブラリ	OpenCV(画像処理ライブラリ) MediaPipe(機械学習用ライブラリ) numpy(数値計算用ライブラリ)
言語	Python

#### 〈HGI 搭載のアプリ〉

HGI でプレイする福笑いゲームを作成した。私達の作った福笑いは、カメラに向かって手を動かすことでパーツの操作ができるゲームである。

#### 福笑いのプレイ方法

- (1) カメラに向かって、手の平を見せ、手の形を変えたり移動させたりする。
- (2) 各パーツを掴む、移動する、配置するといったジェスチャーを行う。
- (3) パーツを移動させキャラクターを完成する。お手本と比較した評価が表示される。
  - ・ パーツの掴み方: 手を“パー”から“グー”の形にする
  - ・ パーツの回転の仕方: 親指と人差し指を“L字”にしたまま手を回転させる
  - ・ その他、パーツの拡大・縮小など



図1 開発したシステムの利用場面

### 3 開発手順

#### (1)仕様決定と設計

##### ・ハンドジェスチャーの種類の定義と認識処理の流れ

カメラから手の形や動きを読み取り、「掴む」、「離す」などのジェスチャーを識別。処理の流れは次の通りとなる。

①カメラ画像 → ②手のランドマーク取得 → ③手形判定

→ ④動作検出 → ⑤パーツ操作反映

##### ・UML の作成

システム全体の流れや構造を明確化するため、クラス図・アクティビティ図・ユースケース図を用いて UML による図式化を行った。これにより、各クラスの役割を整理し、拡張性や保守性の高い設計を実現した。

#### (2) HGI の構築

##### ・手の形の判定（グー、チョキ、パー、親指と人差し指で L 字形）

OpenCV を用いてカメラの画像を取得し、MediaPipe によって画像内の手の認識、ランドマークの取得を行った。ランドマークの位置関係から、指の屈曲状態を検出し、あらかじめ定義した手の形に対応する指の屈曲パターンと照合することにより、手の形を判定した。

##### ・手の動きを認識

毎フレームごとに手の形と位置を取得し、一つ前のフレームと比較することにより、手の形状変化と位置の変位を検出した。

##### ・動作の反映

取得した手の情報をもとに手を握って「掴んだ」、「横に移動した」、手を開いて「離した」などの特定の動作を検出し、その結果に応じて画面上に動作を反映させる。福笑いのパーツの移動などをリアルタイムで表示することで、直感的に操作可能なインターフェースを構築した。

### 4 評価と課題

文化祭で多くの方に HGI を使った福笑いゲームをプレイしていただき、「手で画面上のパーツを操作する」感覚を体験してもらうことができた。その一方で、カメラ解像度を低くしたにもかかわらず、手を速く動かした際のスピードに画像認識が追いつくことができず、時々認識が途切れてしまうことや、様々な角度からの手の認識がうまくいかないという改善点が見受けられた。ユーザの使用感の向上を踏まえ、俊敏な手の動きや多様なハンドジェスチャーの認識に対応することにより、利便性や汎用性が高いインターフェースについて研究を重ねていきたい。

### 5 参考文献

#### 手の検出

<https://qiita.com/h-ueno2/items/844e9713ffee97b5c5c2>

#### 半透明スプライト

<https://qiita.com/mo256man/items/5dbad10308a7d2698400>

#### 画像処理

<https://www.codevace.com/py-opencv-rotation/>

<https://www.codevace.com/py-opencv-resize/>