２０２４年度　長野県南信工科短期大学校
電気システム学科　卒業研究発表会

日　　時：2025年２月１８日（火）　１０：２５～１６：１５
会　　場：南信工科短期大学校　学生ホール
講演時間：発表１０分、質疑応答５分

１０:２５-１０:３０　【挨拶】松原学科長

１０:３０- １１:１５　　松原研究室　（進行・タイムキーパー：柳沢研）

1.「アスパラガス収穫機を夜間運用するためのコード識別についての研究」　木下 想
2.「マトリックスセンサを用いた物体位置検出についての研究」　舘野 太輝
3.「AI 物体検出と画像処理を用いた車の速度測定の研究」　山中桜太郎

１１:１５-１２:００　　倉澤研究室　（進行・タイムキーパー：松原研）

4.「TWELITE を用いたデータ表示・保存 IoT システムの開発」　伊藤 晴希
5.「画像・テキストファイル対応マトリックス LED 点灯プログラムの開発」　伊藤 由太
6.「スイッチング電源回路に関する 実習の 開発」　加藤 悠晟

＜昼休み ６０分＞

１３:００-１３:３０　工藤研究室　（進行・タイムキーパー：倉澤研）

7.「高周波センシングデバイスの開発とその応用」　伊藤 拓斗
8.「IoT デバイス向け Wi-Fi エネルギーハーベスティングにおけるレクテナの開発」　永原 颯人

１３:３０-１４:１５　　木下研究室　（進行・タイムキーパー：工藤研＋南澤研１名）

9.「6 軸垂直多関節ロボットを活用した組立てシステムの構築」　北澤 治宜
10.「AI を用いた画像認識による製品の仕分けについての研究」　竹澤 名
11.「力覚センサを使用したロボットのワーク把持についての研究」　堀内 そら

＜休憩 １０分＞

１４:２５-１５:２５　　南澤研究室　（進行・タイムキーパー：木下研）

12.「筋電位を使用したオーディオコントローラ」　牧内 蒼空
13.「既存の筋電位測定用アンプの複製と改良」　池上 航基
14.「マイコン上で動作する軽量な SVM を用いた手の状態判別に関する研究」　古畑 聖也
15.「直感的な操作を目指したグローブ型マウスの開発」　吉澤 優真

１５:２５-１６:１０　　柳沢研究室　（進行・タイムキーパー：南澤研）

16.「IoT による PLC データの自動収集・Excel 可視化プログラムの開発」　大藏 孝明
17.「BLEBeacon を用いた人物の捜索システムの開発」　椙島 龍基
18.「顔認証を用いた出席管理システムの確立」　宮下 歩

１６:１０-１６:１５　　全体講評

備考：

- 座長,計時,マイク係は直前の研究室が担当しますので，各１名づつ選出して下さい。
- テーマの変更および研究室内の発表順番が変更となる場合があります。
- 参加者：電気システム学科２年生，電気システム学科１年生，就職内定先企業様，南信工科短大振興会企業様　（企業様向けにはオンライン配信を行います）

アスパラガス収穫機を夜間運用するためのコード識別についての研究

電気システム学科　23E08 木下 想

1. 研究の背景・目的

昨年度の研究[1)]から引き継ぎ，伊那市のアスパラガス収穫機の夜間利用を確立するために，夜間でも使用できる3Dコードの開発を目標とする．

従来のハウスの入口・出口・収穫終了などの識別にはカラーカメラを用いて QR コードを読み取っているが，実際のアスパラガス収穫にも用いている赤外線によって立体を検出し，距離を色で表す深度カメラを応用することで，昼夜の明るさ関係なく， 3D コードの識別を可能にする．実際のカラー画像と深度画像を図１に示す．

本研究では，深度カメラで認識させるための自作の立体図形を学習させ，3D コードとして識別させるシステムを構築する．

2. 事前調査 や 先行研究

昨年度は，深度カメラでの撮影，その後の YOLOv5 という画像認識 AI を用いた学習はされていたが，肝心の立体コードとしての識別がうまくできていなかった．立体図形の認識ができなかった理由として，学習に用いた画像データの色が固定されておらず，様々な色の画像を同時に学習したことが原因だと考えた．

そこで今年度の研究では，深度カメラでの設定から，距離ごとの色を固定することで学習用データの安定化を図った．

3. システム概要

深度カメラを用いて，立体図形を認識することで，認識した図形の数に応じてハウスの入口・出口・収穫終了などの数種類のコードを識別する．

認識させる図形は実験により誤検知の少ない，四角柱，円柱を用いることとした．

立体図形の認識には実際にアスパラガス認識にも使用している YOLOv5 を用いることとした．

システムとしてはハウスの壁に設置した立体コードを深度カメラで認識させ，四角柱が一つと円柱が二つなら入口，四角柱が二つと円柱が一つなら出口，四角柱と円柱がそれぞれ二つずつなら収穫終了のように識別する．

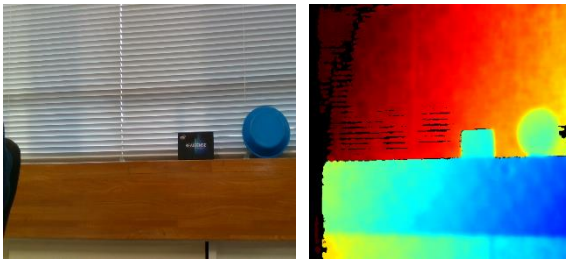


図 1 左:カラー画像　右:深度画像

4. 研究結果

- 深度カメラでの距離ごとの色の設定を行い実際に円柱，四角柱を用いて 0.1mごとに 0 度，10 度，20 度の角度をつけ撮影を行った．
- LabelImg というアノテーションツールを Python で実行し，撮影した画像に AI で認識させるための矩形をつけるラベリングを行った．
- 学習のために Anaconda の仮想環境に YOLOv5 の環境を構築し，深度カメラで撮影したカラー画像 100 枚で学習を行った．
- 学習結果から認識した立体図形の数に応じて入口・出口・収穫終了などの識別が行えるように，YOLOv5 に標準実装されている物体検出プログラムに修正を加えた．
- 一つの立体図形に対しての多重誤検知防止のため，一つの図形に別の認識が重なった場合は，より信頼度が高い方のみを残すプログラムを作成した．

5. まとめ

これまでに行った研究をもとに，実際に深度カメラを接続し，リアルタイムでの立体図形の認識とコードとしての識別を可能にした．

学習後に新たにランダムに角度，距離を変えた深度画像 50 枚で検証した結果 3D コードとしては 96%の認識精度となった

参考文献

1) 木村圭史:”アスパラガス収穫機を夜間運営するためのコード認識についての研究”， 長野県南信工科短期大学校電機システム学科卒業論文集(第 7 期生) (22E06)

指導教官： 松原 洋一

マトリックスセンサを用いた物体位置検出についての研究

電気システム学科　23E11 舘野 太輝

1.　研究の背景・目的

現在伊那市で開発を進めているアスパラガス自動収穫機では, 深度カメラを用いた画像処理によりアスパラガスを認識している. しかし, アスパラガスの認識精度には数 10mm 程度の誤差が生じることがある. より正確な位置に補正する装置が必要であると考え, マトリックス距離センサを用いた補正装置の開発を行う.

2.　先行研究

昨年度研究 [1]においては, 距離センサを搭載したサーボモータを回転させて支柱の検知を行っていたが回転に時間がかかるため, そのままアスパラガスの検知には使用できないと考えた. そこで, マトリックス距離センサを用いて二次元座標から物体検知を行う方法を考えた.

回転機構などを省くことで小型にすることができるため収穫機のアームに搭載し, アスパラガスの位置精度の向上に使用できると考えた.

3.　システム概要

今回のシステム構成を図 1 に示す.本研究では, アスパラガスの距離とセンサ中心からの左右のずれを求め,収穫機に送信しアームの位置を補正する.

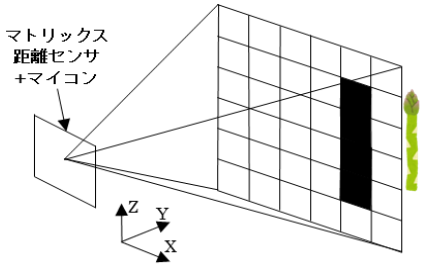


図 1. システム構成

マトリックス距離センサとマイコンは収穫機のアーム先端に取り付けるため小型なもの,また取得するデータ量が多いのでメモリの大きいマイコンを選定した.

4.　評価結果

4.1.　測定モードと距離・明るさの関係について

次の 2 種類の測定モードがある.[2]

・近距離優先 ： 最も近い物体の距離を返す.

・信号強度優先 ： 最も強い信号の時の距離を返す.

明るさを変えて測定をした結果,暗い時はどちらのモードも測定距離の精度は良いが,明るい時は近距離優先モードの測定精度が高いことが分かった.

4.2.　外乱光の対策

アスパラガス畑で測定を行ったが,太陽光の影響で測定が上手くできなかったため,狭帯域赤外線透過フィルタを取り付けた.結果として,屋外での測定では近距離での精度が向上したが遠距離での精度の改善はできなかった.

4.3.　アスパラガス抽出フィルタの作成

センサの出力データには複数の項目 [2]があり, そのうち,対象物の有無・シグマ値・反射率・データの妥当性という項目を用い,アスパラガス部分を抽出し,距離を求めるようにした.結果として太陽光を当てながらでも 50mm～200mm までは±5mm 程度の誤差で測定を行えるようになった.

4.4.　基板への取り付け

マトリックス距離センサとマイコンを基板に取り付け,アスパラガス自動収穫機のアーム先端に搭載した写真を図 2 に示す.

図 2. 実際に取り付けたセンサユニット

5.　まとめ

本研究の目的である,マトリックス距離センサを用いた物体位置検出をすることができ,屋外での測定では 50mm～200mm 程度の位置にある物体の距離を±5mm 程度の誤差で測定し,アスパラガスを検知できた.

参考文献

1)　酒井幸志朗：“アスパラ収穫機に搭載可能な支柱検知レーダの研究”,　長野県南信工科短期大学校電気システム学科卒業論文集(第 7 期生)(22E09)

2)　“VL53L5CX　ユーザマニュアル　UM2884”“STMicroelectronics”　2024/8/28

指導教官：松原　洋一

AI 物体検出と画像処理を用いた車の速度測定の研究

電気システム学科　23E18 山中 桜太郎

1. 研究の背景・目的

従来の車の速度測定装置は数万円ほどのコストがかかるが，ドライブレコーダや監視カメラの映像だけで，速度測定や物体検出ができるようになれば，コストを抑え様々な場所で導入ができると考えた．

本研究では画像認識と AI を用いた効率的かつ低コストな速度測定と通過台数の計測を目指す．小型のカメラを設置し，さまざまな場所で速度測定と台数計測を可能にすることを目標とする．

2. システム概要

本研究では，動画内で通過した車を認識し，車の台数の番号と，速度を表示させる．さらに，通過した車の台数の合計を表示するソフトウェアを開発した．
通過した車の台数は，奥側の車線のみでカウントする．今回撮影した映像では，手前の車線だと電柱が邪魔をして 1 台を重複してカウントしてしまうことがあるためである．

速度測定は，各車に ID を振りその車の動く距離から測定をした．物体検出と物体追跡には yoloV8 を使用し，独自に撮影した画像を用いてモデルを学習した．

3. 研究内容

・Anaconda の仮想環境に，yoloV8 の環境を構築し，学習モデルを作成した．

・GitHub の yolov8_tracking というプログラムに，参考文献 1)のプログラム(track_file.py)を参考にして物体追跡ができるように改善を行った．

・プログラムを変えて，以下の 2 点ができるように改善をした．第一に，ROI 範囲指定関数を使って，検出範囲の設定．第二に，車両の移動量(ΔX, ΔY)と，フレーム間の時間や補正値を用いて，実際の速度に近い値を算出する．

4. 実験結果

車両の検出と追跡は上手く出来たが，車両の速度が，補正値等をかけない場合，図 1 のように車が奥から手前で速度が段々と上がるようになった．これは遠くの場所と近い場所で画像上の移動量が違うからである．そこで総移動量とプログラムの速度値をグラフにして，その近似直線を取りその数式から補正

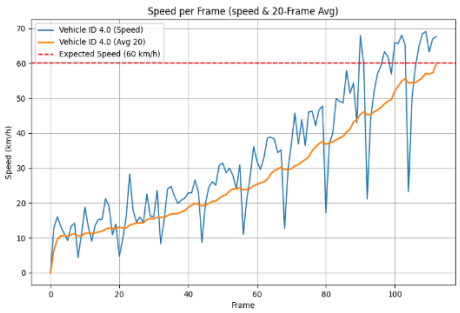


図 1. 移動量のみの速度

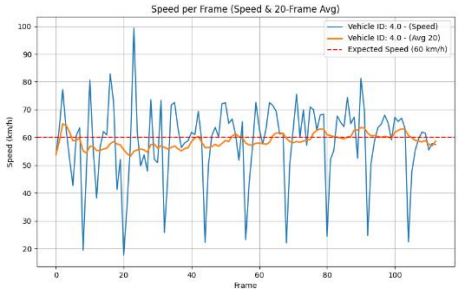


図 2. 補正値の速度

図 3. 実際の画像

値を計算し，速度計算を補正した．その結果のグラフが図 2 である．そして図 3 のようにきちんとした理想の速度を出力することができた．

5. まとめ

本研究では,カメラの映像から車の検出追跡と速度の表示が出るようにし,車が完全に止まっても同一の車と判定するようにした．

参考文献
1)ある/Aru:”YOLOv8 で物体追跡を実践|サンプルコードで学ぶ追跡手法”< https://tech.aru-zakki.com/object-tracking-with-yolov8/>
[2025/01/29 参照]

指導教員：松原　洋一

TWELITE を用いたデータ表示・保存 IoT システムの開発

電気システム学科　23E03　伊藤晴希

1.　研究の背景・目的

現在、企業ではクラウドに接続したクラウドサーバでのデータ管理が主流である。しかし、自社の情報やノウハウを漏らさないため、クラウドに接続したくないという企業もある。そういった企業への IoT システムの提案用、または展示会などでのデモ用にローカルでのデータ収集を行う IoT オンプレサーバシステムの開発を西山先生の依頼のもと開始した。

本研究では、TWELITE と Raspberry Pi(以下ラズパイ)を用いて、インターネットに非接続でのデータ収集を行い、受信データのリアルタイム表示、受信データをログデータとして保存するシステムの構築を行う。

2. 研究概要

TWELITE モジュールを用いて、IoT センサからのデータをラズパイにて収集する。IoT センサは西山先生が提供してくださったセンサを使用する。収集したデータは、Python で気温・湿度・気圧などの各データ項目に分割・抽出する。時刻情報と合わせた受信データをブラウザから見ることができるようにする。また、受信データを CSV 形式で保存し、USB メモリでデータを取り出せるようにする。

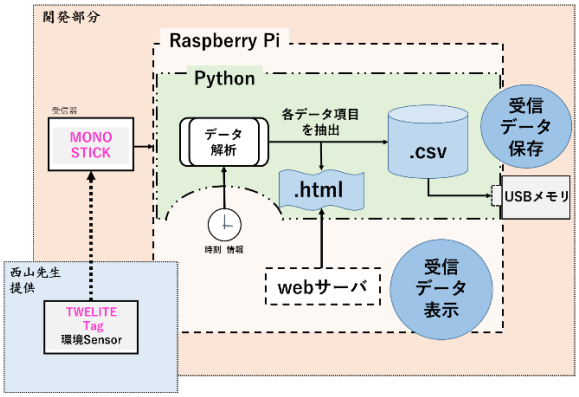


図 1　IoT システム全体像

3. 成果

①　データ保存機能

ラズパイのローカルディレクトリ・USB メモリに、受信データを CSV ファイルとして保存できるようにした。また、ファイル名を日時とすることで、ファイルを一日ごとに分割して保存するようにした。

②　データ表示機能

各データ項目を抽出した値を、HTML に組み込み、CSS や JavaScript を用いて、表示画面のデザインを行った。複数のセンサ表示に対応させており、4 つまでのセンサの受信データを表示させることができる。1 つあたりのセンサから[1]温度・湿度・気圧、[2]電波通信品質(LQI)・子機の電源電圧、[3]RAW データ、[4]受信時間・センサ名を表示するようにしている。

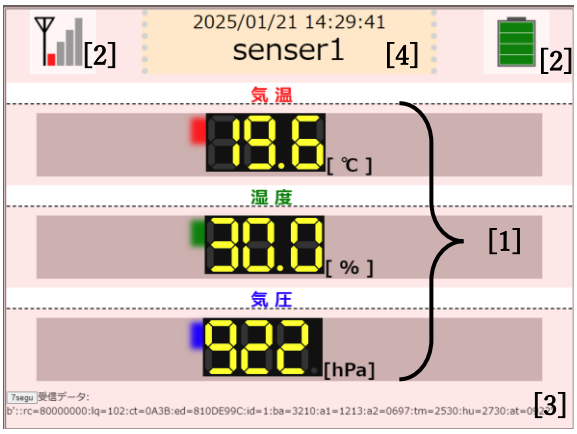


図 2　データ表示画面一部

[1]値が見やすいように 7 セグ風のデザインとした。

[2]電波通信品質(LQI)は 0~255 までの数値で表されるため、4 つの段階で評価して、図形として表示した。なお、目安として以下の計算式(1)を適用した。

電界強度[dBm] = (7 * LQI - 1970) / 20 [1]・・・(1)

子機の電源電圧は、TWELITE モジュールの始動電圧 2.3[V]から、単三乾電池 2 本(3.3[V]程度)までを 100[%]としたときの割合を、4 つの段階で図形として表示している。

[3]各センサから送られてくる生データを表示している。

[4]子機のデバイス ID ごとに設定したセンサ名と、データを受信した時刻を表示している。

4. まとめ

TWELITE とラズパイを用いて、インターネットに非接続でのデータ収集を行い、受信データの表示、保存するシステムの構築を行った。研究目標である、データの保存機能と表示機能を実装することができた。

5. 引用文献

1)　モノワイヤレス, “LQI 値から電界強度[dBm]の推定,” 2025.

指導教官：倉澤 勝美

画像・テキストファイル対応
マトリックス LED 点灯プログラムの開発

電気システム学科　23E04 伊藤 由太

1. 研究の背景・目的

昨年度登内の LED 表示機の開発では、ハード面中心で開発が行われており、ソフト面での開発に時間をかけられていなかった。具体的な問題点として表示する文字やイラストを変更する際、LED の状態をプログラム内で 1 つ 1 つ変更する必要があった。

本研究は、SD カードに保存した画像データ (BMP) やテキストデータ (TXT) を LED 表示機に表示するプログラムを作成し表示機の実用性を向上させる。

2. システム概要

最終的なシステム全体のブロック図を示す。

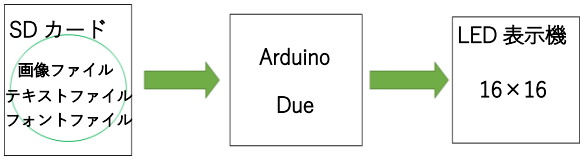


図 1. システムのブロック線図

本研究では、SD カードシールドを搭載した Arduino Due によって記録した画像ファイルやテキストファイルをテープ LED 用のデータに変換してマトリックス LED に表示する。

3. 研究成果

(1) BMP 点灯プログラムの作成

SD カードから 8x8 の画像ファイルを読み込み、読み込んだデータを LED に映し出すプログラムを作成した。データの読み込み、データ変換のプロセスで関数を作成した。

(2) LED ライブラリの作成

Arduino Uno でプログラムを作成するにあたり、割込みタイマの数が足りず SD ライブラリと Adafruit のライブラリが併用できない問題があった。このため LED 制御用のライブラリを自作した。その際、高級言語では制御に必要な周波数のパルスを出力できなかったため、インラインアセンブラを使用した。

(3) マイコンの変更

当初 24x24 での実装を目標としていた。しかし自作したライブラリの点灯可能数を確認した時、メモリが足らず 256 個しか点灯させられなかった。そのため、Arduino Uno での実装を予定していたがメモリの多い Arduino Due への変更を行った。

アセンブラの命令セットが変更されたため作成した LED ライブラリが使用できなくなった。しかし Arduino の割り込みタイマの個数が増えたことにより Adafruit のライブラリが使用できるようになった。

(4) BMP クラスの作成

SD カードから画像ファイルの読み込み、データ変換、LED の制御を行うクラスを作成した。また、アニメーションを映し出すメソッドを作成した。

当初の 8x8 以上の画像ファイルに対応させるようプログラムを作成していた。その際、画像ファイルの横のラインデータ数が 4 の倍数に揃うようパディングが施され画像データのカラーパレットの情報が変化してしまった。そのため、データ変換のメソッドでは、パディングの対策と LED の並びに合わせデータを並び替えるプロセスを実装した。

(5) TXT クラスの作成

SD カードからテキストファイル・フォントファイルの読み込み、データ変換、LED の制御を行うクラスを作成した。テキストファイルは JIS 形式で保存したものを使用しフォントファイルはモノクロビットマップ形式で保存されたものを使用した。読み取ったテキストファイルから対応したアドレスを求めることで必要なデータだけを読み出すよう設計した。

テキストファイルに入力したテキストを盤の右から左に移動させながら表示するメソッドを作成した。この時、全角文字と半角文字で間隔が開かないよう二次元配列に各文字のサイズを格納するように実装した。

移動の始点と終点を設定できるメソッドや表示方法の違うメソッドを作成したかったがクラスの構成が複雑になると考え作成には至らなかった。

4. まとめ

画像データでは 16x16 以下のサイズの点灯とアニメーションへの対応ができた。しかし 24x24 のマトリックス LED 基板が調達出来なかったことや、登内が作成した LED 基板では電流の関係で再設計が必要であったため 16x16 より大きいサイズへの対応には至らなかった。

テキストデータでは JIS の 1 バイトコード、2 バイトコードに対応させることができた。また、テキストのスクロールに対応させることができた。

指導教官：倉澤先生

スイッチング電源回路に関する実習の開発

電気システム学科　23E06　加藤悠晟

1. 研究の背景・目的

就職先の企業様から頂いた書籍を教材としてスイッチング電源回路に関する研究を進めたいと考えた。電源回路の理解を深め、基礎的なことを学び設計・部品選定し、スイッチング電源回路を設計・製作する。現在、パワーエレクトロニクスの実習では、既存の整流回路とチョッパ回路の実習を行っている。それに加え AC100[V]から直流電圧が出力できる、スイッチング電源全体の実習を本校在校生に残すことを目的とする。

この研究を基に、回路設計や実験を進めることで、部品ごとの特性や各回路の役割などを理解し、知識と技能の両面からスイッチング電源の理解を深めていくことができるのではないかと考える。

2. システム概要

スイッチング電源回路の全体図を記載する。

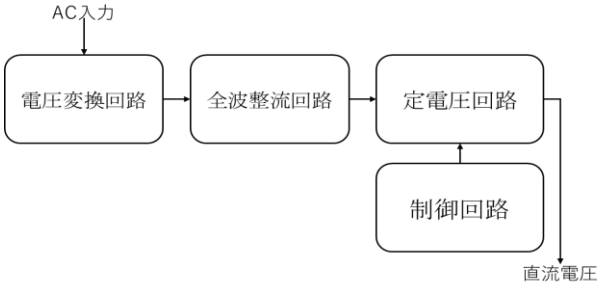


図１．　スイッチング電源回路ブロック線図

スイッチング電源では、AC 入力から入ってきた交流電圧を電圧変換回路で、全波整流回路に必要な電圧まで下げる。全波整流回路で交流を直流に変換する。出力された直流を定電圧回路で出力したい直流電圧まで下げる。制御回路では、定電圧回路の電圧値が常に一定になるように制御する。

3. 研究内容

本研究では、回路に使用する部品選定、設計を行う。自作した回路で実験を行い、使用部品の種類や値を変えて実験を行うことで、各部品が回路に与える影響を確かめる。実験結果から使用部品や回路の特性などを理解し、スイッチング電源の内容を理解する。

前期ではスイッチング電源回路の書籍を用いて、電源回路を構成する整流、平滑化、レギュレーションなどの基礎的な知識を習得した。

また、全波整流回路用いて負荷とコンデンサの値を変えての実験を行った。抵抗の値を固定しコンデンサの値を変化させた。その結果、コンデンサの容量を増加させると、多くの電荷を蓄えることができ、波形の変動が小さくなり、安定した直流電圧が出力された。

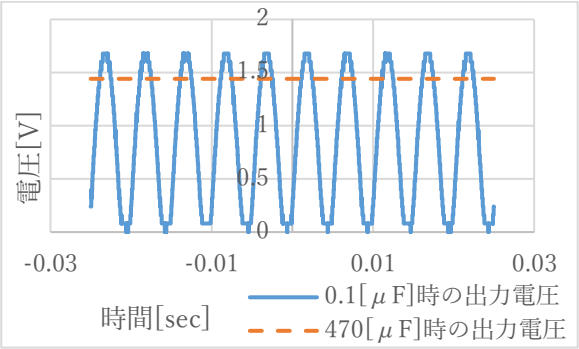


図 2.　コンデンサの変化による出力波形の違い

後期では、定電圧回路と制御回路を用いて固定電圧を出力する実験を行った。

直流電圧を自作した降圧チョッパ回路で制御するため、自作の制御回路と組み合わせた。出力電圧を基にスイッチング動作を調整することで、安定した出力電圧が得られた。

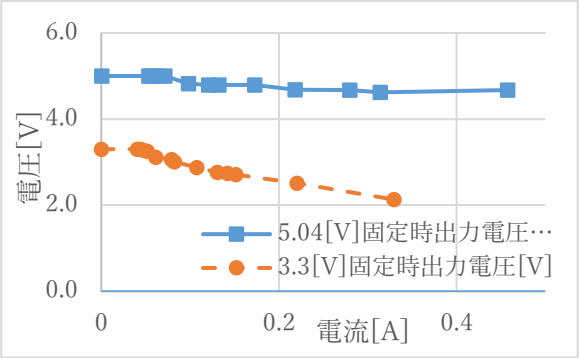


図 3. 出力電流による出力電圧の変化

5. まとめ

本研究では、前期と後期にわたるスイッチング電源回路の実験を通じて、電源回路に関する基礎的な知識を深め、実際の設計と実験を通して回路の理解を深めることができた。当初の目標であるスイッチング電源全体の実習の制作を達成することができなかった。

また、参考にした文献の制御回路の部品を本校にある部品で代用した。作成する際、部品の値や種類を変更する必要があったので、回路に必要な部品や抵抗値を選定したが始めはうまく動作しなかった。その原因を追究しながら動作原理を理解し実験を進めることができ、回路設計における理解が深まった。

指導教官：倉澤勝美

高周波センシングデバイスの開発

電気システム学科　23E02 伊藤拓斗

1.　研究の背景・目的

次世代の 5G や IoT において無線通信は大きな役割を果たし、高周波技術は非常に重要な位置付けになっている。高周波技術について学習していく中で、高周波を検出できるセンシングデバイスを作製しようと考え、研究に取り組む。

本研究では、実験や測定を通して高周波の特性を理解するとともに、高周波を知覚的に認識できるようになるデバイスを開発することを目的とする。

2.　実験方法

Fig. 1 に試作したレクテナの外観と回路図を示す。また、Table1 にレクテナに実装したダイオードのサンプル名と型番、LED 点灯有無を示す。

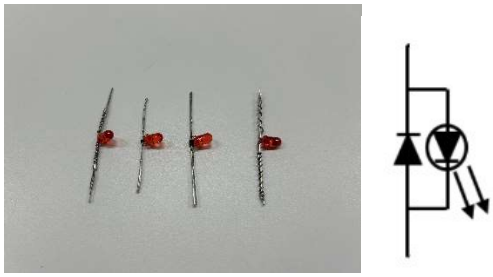


Fig. 1　試作したレクテナの外観と回路図

Table1　サンプル表

サンプル名	型番	LED点灯有無	備考
D1	1N5231B	×	ツェナーダイオード
D2	11EQS06	×	ショットキーバリアダイオード
D3	1SS178	×	汎用小信号高速スイッチングダイオード
D4	1SS154	○	ショットキーバリアダイオード

(1) ダイオードのインピーダンス特性の評価

ダイオードの違いによる LED 点灯有無の要因を調べるため、ベクトルネットワークアナライザを用いて最大 8GHz までの S パラメータ(S11)を測定し、ダイオードのインピーダンス特性を評価した。

(2) ダイオードの電圧波形の測定

レクテナが無線LANアクセスポイントのWi-Fi信号(2.4GHz 帯、出力 10dBm（推定値））を受信した際、ダイオードの端子間に現れる電圧波形をオシロスコープで測定した。

3.　実験結果

(1) ダイオードのインピーダンス特性の評価

Fig. 2 に、ダイオードのインピーダンス特性を測定した結果を示す。

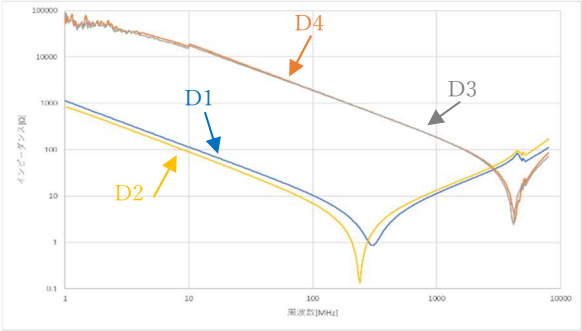


Fig. 2　ダイオードのインピーダンス特性

周波数が高くなるにしたがって、ダイオードの端子間容量によってインピーダンスが低下するとともに、寄生インダクタンスによる共振が見られた。D1～D4 の種類によって端子間容量や共振周波数の違いは明らかとなったが、LED 点灯に及ぼす影響は不明であった。

(2) ダイオードの電圧波形の観察

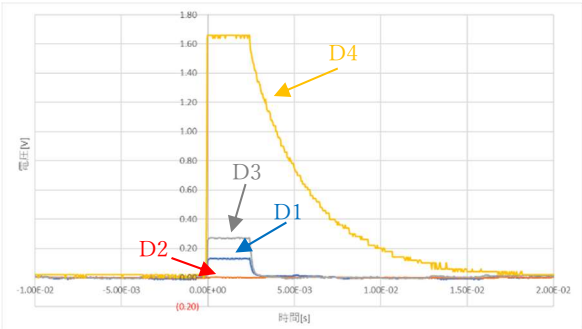


Fig. 3　ダイオードの端子間の電圧波形

Fig. 3 に、ダイオードの電圧波形を測定した結果を示す。LED が点灯した D4 は、振幅約 1.6V の矩形波が観察された。一方、D1～D3 は 0.25V 以下の振幅であって、LED のフォワード電圧 2V には全く及ばなかった。定量的評価はできていないが、D1～D3 と比較して D1 の逆回復時間が短いため、Wi-Fi 信号が整流されたと推測される。

4.　結論

ダイオードのインピーダンス特性の違いが LED 点灯に及ぼす影響は不明であったが、ダイオードの両端子に現れる電圧波形を比較した結果、ダイオードの逆回復特性が影響を及ぼしていると考えられる。

指導教員：工藤賢一

IoT デバイス向け Wi-Fi エネルギーハーベスティングにおけるレクテナの開発

電気システム学科　23E13 永原　颯人

1.　研究の背景・目的

IoT デバイスの普及に伴い、低消費電力で長寿命を持つ電源技術の需要が急速に高まっている。しかし、従来の電池を用いた電源供給では、定期的な交換や廃棄が必要であり、運用コストや環境負荷の観点から問題が生じている。

本研究では、Wi-Fi 信号の電磁波エネルギーを回収するレクテナ（整流回路付きアンテナ）を設計・試作し、IoT デバイス(Bluetooth 通信機能付きエネルギーハーベスト IC。以降はハーベスト IC)への実装を行って、レクテナとしての動作を検証する。

2.　システム概要

Fig.1 に示すとおり、試作したパッチアンテナと整流回路を用いて、無線 LAN アクセスポイントの Wi-Fi 信号(2.45GHz 帯、出力 10dB（推定値))からの微弱な電磁波エネルギーを回収して、ハーベスト IC の電源に活用するシステムとする。

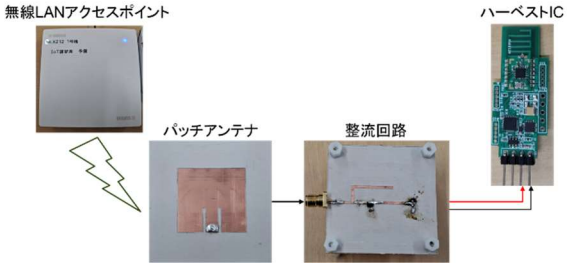


Fig.1　システム概要

3.　実験結果

Fig.2 に設計したパッチアンテナのリターンロスのシミュレーションと実測の結果を示す。中間発表時から基板材料を変更し、パッチアンテナの形状を最適化した。最終的なシミュレーション結果と実測値の共振周波数は異なったが、共に 2.4GHz 帯域(IEEE802.11g の場合は 2.412～2.472GHz)に入った。また、アンテナ動作の目安となる-10dB 以下の周波数も、この帯域の一部をカバーした。これにより、2.4GHz 帯域においてアンテナからの放射効率が高く、反射損失が少ないことが確認できた。

また、高周波回路シミュレータを用いて、高周波において一般的なシングルシャント型整流回路を設計した。ショットキーバリアダイオード(1SS154)やコンデンサ(100pF、2pF)を基板に実装して、高周波整流回路を試作した。

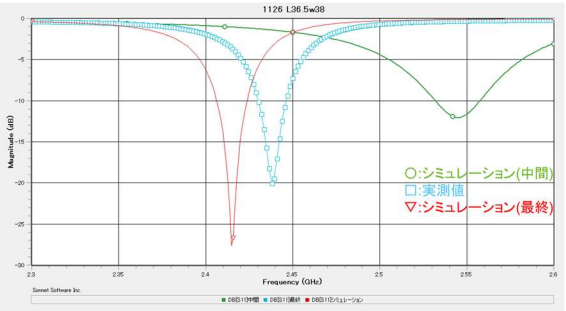


Fig.2　パッチアンテナのリターンロスのシミュレーションと実測結果

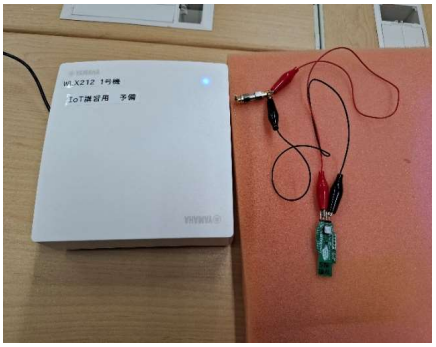


Fig.3　ダイポールアンテナの IC 実験

次に、パッチアンテナのレクテナと、LED 点灯実験で実績のあるダイポールアンテナのレクテナを用いて、電磁波エネルギーの回収実験を行った。Fig.3 に示したダイポールアンテナのレクテナでは、ハーベスト IC を断続的に動作(Bluetooth 通信)させることができた。しかし、パッチアンテナでは確認することができなかった。パッチアンテナのレクテナでは整流回路のはんだ付けが十分に出来ていなかったことや銅箔パターンの一部がはがれてしまった等、回路試作の困難さにより、十分な回路特性が実現できなかったと考えられる。

4.　まとめ

無線 LAN アクセスポイントの Wi-Fi 信号から電磁波エネルギーをダイポールアンテナで回収して、断続的ではあるがハーベスト IC を動作させることができた。一方、パッチアンテナでは特性の良い整流回路が実現できなかったため、動作させることができなかった。

指導教員：工藤賢一

6 軸垂直多関節ロボットを活用した組立てシステムの構築

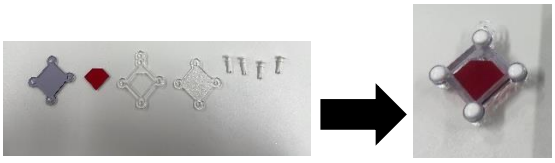
電気システム科　22E05　北澤　治宜

1.　研究の背景・目的

6 軸垂直多関節ロボット（以下，ロボット）を使用したスポンジボールを掴むクレーンゲームのプログラムを作成して，科学ふれあいフェアに出展した．

あるお客様から「ロボットが組立てる様子を見てみたかった.」と言われた．ロボットによる自動組立てに興味があり,以前科学ふれあいフェアで人の手で組立てていたペンダント（図 1）をロボットに組立てさせたら面白いと思った．

オープンキャンパス,科学ふれあいフェアなどのイベントで活用できる事を目標として本研究に取り組んでいく．



各パーツ　　完成品

図 1　ペンダント

2.　システム概要

全体の構成を図 2 に示す．ロボット，PLC，ステーションでシステム構築を行う．

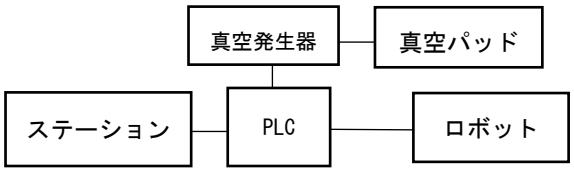


図 2　システムの構成

ペンダントの各パーツを組立て治具にセットして,最後にプッシュリベットを圧入し組立て終了とする．画像処理，力覚センサなどのセンシング技術を使用しないシステムで，ロボットの動作精度（位置繰り返し精度±0.02mm）のみでどの程度対応できるか試みる．

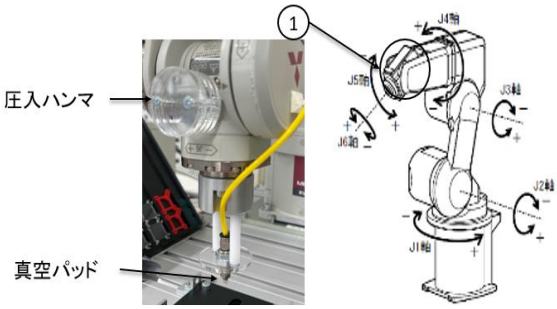


図 3　ロボットの外観と可動軸

3. 実験・測定

3-1 吸着実験

真空発生器は日本ピスコの VGH05F-44-DC24L-NW を使用した．真空パッドは日本ピスコの VPC4-3RS-4J を使用した．ペンダント完成品が約 5g なので，これを搬送するに十分なパッド直径が 4mm である事が実験で分かった．

3-2 組立て実験

パーツストッカーから各プレートを組立て治具にセットする．設定された位置情報と実際の位置情報とは約 1mm の誤差があったが微調整を繰り返し，80%の精度でセットする事ができた．

3-3 プッシュリベッド挿入実験

3 枚のプレートを重ねた時のリベッド挿入穴のずれの最大値が 0.5mm あった.上下プレートのリベッド挿入の穴形状を変更して,挿入時のひっかかりを抑えた.(図 4)

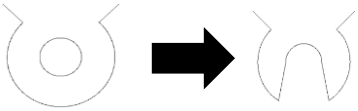


図 4　プレートの変更

更にリベッド挿入動作(Z 軸下降)における C 軸回転(リベッドを回転して挿入)を加えて挿入成功率を 90%まで上げる事ができた．

3-4 圧入実験

ロボットの J5 軸(図 3 の①)にアクリルで作成したハンマを取付け，その面をペンダントと水平にした状態で垂直に下降して圧入を行った．

4. 考察

組立て治具などの位置が僅かでも変われば,位置決めをやり直さなければならない事が大きな課題である．

組立て時ロボットを固定しているステーションの幅が狭いため Y 軸方向に移動の際に大きく揺れてしまうので，台形速度制御で揺れを抑えた．

5. まとめ

センシング技術を使わずにロボットの動作精度のみで約 80%の組立て成功率を得る事ができた．しかし実際の自動組立て作業では，限りなく 100%に近い精度が求められる．これを補う方法のひとつにセンサ技術がある事が理解できた．

指導教官：木下昌信

AI を用いた画像認識による製品の仕分けについての研究

電気システム学科　23E10　竹澤　名

1. 研究の背景・目的

製造現場では製品の不良を仕分ける工程は必須である. 従来の目視検査に画像認識による外観検査を組み合わせた検査工程が主流になりつつある.

本研究は卒業研究前半に勉強した 6 軸多関節ロボット(以下，ロボット)の操作及びプログラミングと, 画像認識を組み合わせた外観検査システムの構築を目的とするものである.

目標は判別率 100%の判別結果に基づいたロボットによる仕分け，整列システムの構築である.

2. システム概要

今回考案したシステムの構成を図 1 に示す.

キャラクターのイラストが描かれたブロックを無作為に検査台に置いて画像認識し, ロボットを用いて仕分け，整列させる.

イラストの描かれた面を正面, ブロックの結合部凸面を上面として, あらかじめ画像を学習させておく. 検査位置のブロックをカメラで撮影し，コンピュータでブロックの向きを判定する（図 2）.

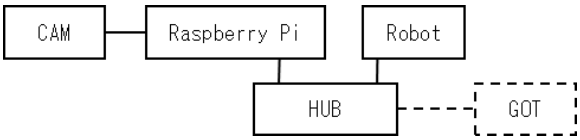


図 1 システムの構成

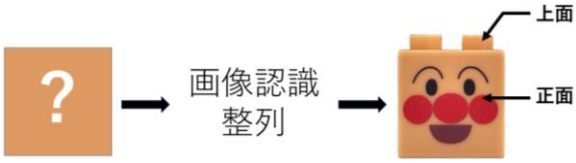


図 2 システムの流れ

ブロックの認識はカメラ一台と鏡を使用して一度に五面を検知する方法を試みた(図 3).

先ずは Yolov5 を用いた画像認識で検査台のひとつのブロックの判別を目指す.

Yolov5 とは画像や映像から指定した情報を持つ範囲を検出することのできる認識速度を重視した物体検出アルゴリズムである.

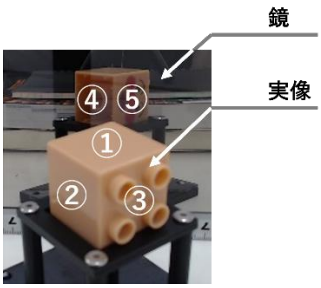


図 3 イラストの検知方法

3. 実験・測定

ラベリング済み学習用画像を 1050 枚用意し, Googlecolaboratory にて 10 回学習, 50 回学習を行い精度と確度の違いを表 1，表 2 にまとめた.

学習回数 100 回を試みたが, Googlecolaboratory の使用制限(12.68GB，12 時間)達したため断念した.

表 1 学習回数の違いによる精度の違い

学習回数	正常認識 [回]	誤 認 識 [回]	認識なし [枚]
10 回学習	521 (49.62%)	245 (23.33%)	529
50 回学習	1050 (100%)	0 (0%)	0

表 2 学習回数による確度の違い

	10 回学習		50 回学習	
	正常認識	誤認識	正常認識	誤認識
Max [%]	89	70	93	なし
Min [%]	25	25	83	なし

4. 考察

五面同時検知や凸面イラスト凹面の判別は成功させることが出来た．しかし，学習用画像を 1050 枚用意しても学習回数が 10 回ではどれも思い通りの精度を発揮しなかった.

精度を得られなかった原因として学習回数が少ないことで認識に必要な情報量を満たしていないことが考えられる.

改善策として学習用画像の総量を減らして学習回数を増やすことで精度を向上させることができると考える.

認識の結果から，正面及び上面の位置(図 3 にある面に付与した番号) をロボットに送信し，その番号に応じた移動処理をロボット側で行い整列させることを想定していた.

5. まとめ

想定以上に画像認識に時間を要してしまいロボットと画像認識を融合させるに至らなかった．最終的には，バラ積み(位置や向きが完全に無作為の状態でばらまかれた)状態のブロックを 6 軸多関節ロボットで整列させるまでをしてみたかった.

しかし，今回の研究を通して授業では学ばない領域のプログラミングを行うことで画像認識への理解と意欲がさらに深まった.

指導教官：木下昌信

力覚センサを使用したロボットのワーク把持についての研究

電気システム学科　23E15 堀内 そら

1. 研究の背景・目的

科学ふれあいフェアで出展する6軸垂直多関節ロボットを使用したクレーンゲーム（来場者がロボットを操作してEVA樹脂材質のボールを掴む）のプログラム作成中に，何度かアクリル材質のスティックを折ってしまった．フェア当日はソフトスポンジ材質のボールに変更して行った．

その後，近年力覚センサと呼ばれる，触れた感触や，抵抗感などを感じる能力を再現するセンシング技術が発達し，これを使用すれば，スティックを折らないでボールを掴むことができることを知った．

そこで本研究ではひずみゲージを使用しスティックを折らずにボール（以下ワーク）を把持して，操作ミスで事故が起きるのを防ぎたい．

2. システム概要

システム構成を図1に示す．

ひずみゲージは KYOWA のプラスチック用箔ひずみゲージ(KFP-5-120-C1-65N1M2)を使用した．

ひずみを測定するためにホイートストンブリッジ回路(1ゲージ法)を使用し，ブリッジ回路の出力電圧を増幅するために差動増幅回路を使用した．オペアンプにはLM358Nを使用した．

回路からの出力電圧をA/D変換してPLCに取り込む.スティックが当たる位置によって変化する測定値を基に，ロボットの動きを補正し，ワークを掴める位置まで移動させる．

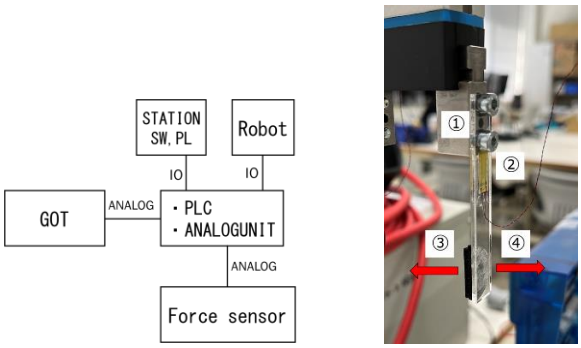


図1. システム構成

3. 実験・測定・結果

初めにひずみゲージを貼り付ける位置によって測定値にどの様な変化が出るか調べた．貼り付ける位置は，スティックの固定場所(図1の①)に近いほうが値を大きく測定することができた(図1の②)．曲がる向きによる変化は，ひずみゲージを貼り付けた面側(図1の③)に曲がると値が減少し，貼り付けた面から反対方向(図1の④)に曲がると値が上昇した(表1).

表1. 曲がる向きによる値の範囲

状態	左曲(③)	曲無	右曲(④)
出力電圧[V]	2.1	0.58	0.045

次にスティックを一定の高さからワークまで下降させ，ワークにスティックが接触し測定値が変化するまでの時間を頂点から一定間隔移動させながら調べた(表2).

表2. 接触位置による時間の変化(1mm間隔で測定)

頂点からの距離[mm]	0	5	10	15	20	25
検知時間[ms]	40	39	42	46	52	68

この結果からワーク中心からの距離 y[mm]と反応時間 x[ms]の関係を式(1)にまとめた．

$$y = 0.93x + 34 \quad \cdots (1)$$

4. 考察

曲がる向きにより上昇・減少が変化する理由は，ひずみゲージの表面積の変化だと考える．

スティックがワークの頂点から離れるにつれて値の変化量が大きくなった理由は，頂点だと力がスティックに対して垂直に加わり，ひずみが発生する前にワークが先に変形するため測定値が変化しにくいからだと考える．

出力される電圧が不安定な時があった．これは回路に使用した抵抗が精密ではなかったり，その時のひずみゲージや室内の温度，ゲージの電線取付不良と考える．

5. まとめ

卒業研究を通して6軸垂直多関節ロボットの操作方法，制御プログラミング，システム構築などを学ぶことができた．

指導教官：木下昌信

筋電位を使用したオーディオコントローラ

電気システム学科　22E14 牧内 蒼空

1. 研究の背景・目的

近年,歩きスマホや運転中のスマホ使用は安全面で深刻な課題を引き起こしている.警視庁の調査では運転中のスマホ使用による事故は令和 2 年から令和 5 年にかけて約 67.5%の増加となっている.[1)]

そこで本研究では,スマホ使用による事故を減らすことを目的にする.スマホ使用の中でもオーディオの操作に注目し,画面を注視することなく操作可能なものを目指す.本研究ではこのようなものをオーディオコントローラと呼称する.

これによりユーザーが歩行や運転中も安全にデバイスを利用できる新しい環境を提供する.

2. 事前調査

近年,Bluetooth 接続が可能な機器が普及しているため,画面を注視することなく操作できるものがないか調査した.その結果操作のみに注目したものはなかった.

そこで本研究では個人で入手可能なマイコンを利用したオーディオコントローラの開発を目指す.さらに,スマートフォンの画面を注視せずに直感的な操作を可能にするため、シンプルなインターフェースが重要であると考えた.

3. システム概要

本研究で提案するシステム構成を Fig.1 に示す.

Fig.1　システム構成

Bluetooth 通信機能を有し個人でプログラム可能なマイコンをスマートフォンと接続し， マイコンをキーボードとして認識させる.そしてキーボードに割り当てられている音楽の再生やスキップ機能を通じてオーディオ操作が可能となる.マイコンは,ユーザーのボタン入力を受付け,対応するオーディオ操作が Bluetooth 通信によってスマートフォンに送信される.

実装するオーディオ操作は,再生/停止/選曲/ボリューム調整/の 4 種類で,iOS/windows/Android で動作可能とする.

4. 開発の経過

4.1 試作

マイコンとして ESP-32 を用いシステムの試作を行った.ESP-32 とは,Bluetooth/Wi-fi 機能が標準で搭載されている手のひらサイズのマイコンであり,2000 円程度で入手可能である.

スマートフォンと ESP-32 を Bluetooth 接続し,ESP-32 をキーボードとして認識させることに成功した.そしてボタン入力によってオーディオ操作可能かテストする目的でタクトスイッチを設けた.

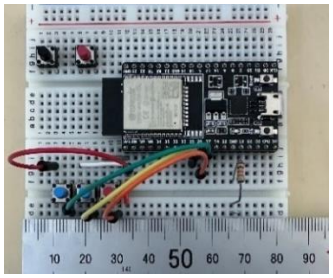


Fig.2　試作機

試作機を通じて,前述の 4 種類のオーディオ操作が全て可能であることを確認した.

4.2 改良

続いて ESP-32 にバッテリー/液晶/ボタンが一体となった M5StickC-Plus を用いてシステムの改良を行った.これによって外部電源が不要となり液晶によって視覚的なユーザーインターフェースを提供できるようになった.

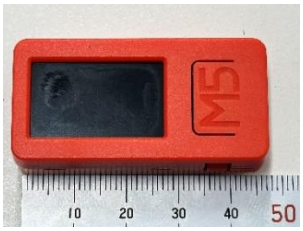


Fig.3. M5StickC-Plus

試作したものと同様の操作を iOS/windows /Android 全てで動作させることができた.

5. 今後の展望

- M5StickC-Plus の液晶へ曲タイトルやメタデータの表示
- 筋電位による操作の実行

6. 参考文献

1)警察庁,“やめよう！運転中のスマートフォン・携帯電話等使用”,
https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/keitai/info.html
, 2025/02/14 参照

指導教官：南澤先生

既存の筋電位測定用アンプの複製と改良

電気システム学科　23E01 池上 航基

1. 研究の背景・目的

昨今，医療福祉の分野にて筋電位を用いてマシンの制御を行う研究が注目されている．筋電位とは，筋肉を動かす際に発生する電圧である．研究レベルではあるが，筋電義手や臨床での病態時運動解析のようなものがあげられる．しかし，皮膚表面より取得できる筋電位は微弱であるため，筋電位測定用アンプ（筋電アンプ）によって増幅してから記録する必要がある．

前年度の筋電位に関する研究では，BioAmp-EXG-pill という小型の筋電アンプを購入し使用していた．しかしこのアンプは現在生産が行われておらず，研究室に 2 個あるのみである．同様に，現在購入できる他の筋電アンプも将来に渡って調達できる保証はない．

本研究では BioAmp-EXG-pill の回路が公開されていることから，供給が安定している部品から筋電アンプの複製をする．さらに，回路構成の見直し，シミュレーションをして改良を行い，製作したアンプと BioAmp-EXG-pill の性能比較を行う．

2. 研究内容

本研究で複製するのは図 1 の BioAmp-EXG-pill という製品名の筋電アンプである（以下既存アンプ）．これは 3 つの役割を持った回路から構成され，1000 倍の計装アンプ回路と能動バンドパスフィルタ回路と正負電源回路である．能動素子としてオペアンプを 4 つ使用しているが，4 つ入りのパッケージ IC を使用することでコンパクトにまとまっている．

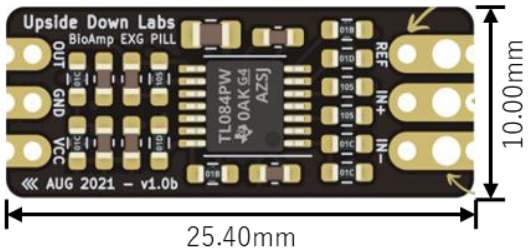


図 1．BioAmp-EXG-pill の外観

基板データは公開されていないので本研究でオリジナルに設計した．コンパクトにするために多層基板として設計し，製造は基板製造業者に依頼した．

3. 実験

本研究で設計したアンプ（以下自作アンプ）と既存アンプの性能を比較する実験を行った．性能を評価する指標として，ゲイン周波数特性，同相信号除去比（CMRR），電源電圧変動除去比（PSRR）を用いた．これらの指標はオペアンプなどの一般的な増幅器でも使用される指標である．

以下にゲイン周波数特性の実験結果を示す．

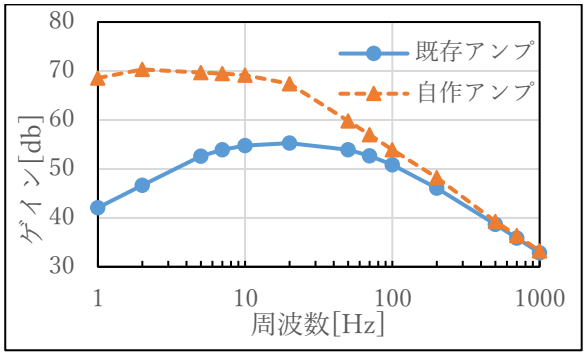


図 2．ゲイン−周波数特性グラフ

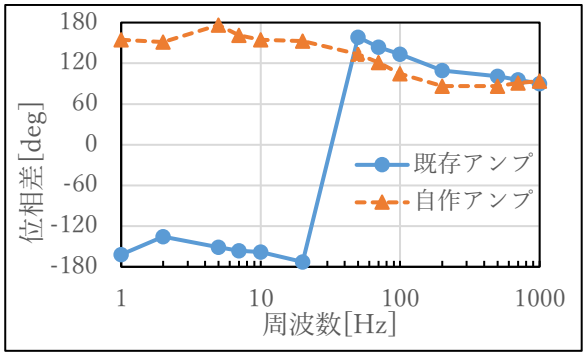


図 3．位相差−周波数特性グラフ

図 2 より，自作アンプは筋電位が分布する低周波においてゲインの変動が少なくフラットな特性を実現していることが読みとれる．

CMRR，PSRR については発表にて説明する．

4. 今後の予定と将来の展望

自作アンプ完成後十分な時間がなく，実施できなかった試験がある．ノイズへの耐性を評価する雑音電力密度などはその一つである．卒業までにそれらを行う予定である．

サイズは既存アンプと同程度にできなかったため，更なる小型化を今後の課題としたい．

指導教官：南澤

マイコン上で動作する軽量な SVM を用いた手の状態判別に関する研究

電気システム学科　23E14 古畑 聖也

1. 研究の背景・目的

現在,医療・リハビリテーション分野では筋電位を用いた体の状態識別が注目されている.しかしモニターやスピーカーなどの複数の機器が必要であるという点 [1]と,消費電力が大きいという問題があり,応用面での課題となっている.

そこで本研究では,マイコン単独で筋電位による手の状態識別を行えるツールの開発を目的とする.

2. 研究内容

本研究では皮膚表面の筋電波形より得られる筋電位を用い手の状態をリアルタイムに判別することを目標とする.判別のためのアルゴリズムは計算能力に著しい制約の下,リアルタイムに動作可能という条件を満足する必要がある.事前調査により,複数の候補から選定した結果,サポートベクタマシーンベースの SEFR[2]を用いることとした.このアルゴリズムは一般的な判別問題に適用可能だが,本研究では特にグー,チョキ,パー,脱力状態の 4 つに注目し,これらを判別できることを目標とする.

判別を行うためのマイコンは Arduino UNO R4 を用い,マイコン単独での判別を可能とした.

3. システム概要

判別は図 1 のシステム構成で行う. 筋電アンプにより増幅された筋電位を Arduino に取り込み,手の状態を判別させる.筋電位情報は 200[ms]ごとに更新されリアルタイムでの判別が可能である.

SEFR の実装は学習,推論の二段階に分かれるが,学習は Python 上で行い,学習の結果得られたモデルをマイコン上にアップロードすることでマイコン単独での判別が可能となっている.

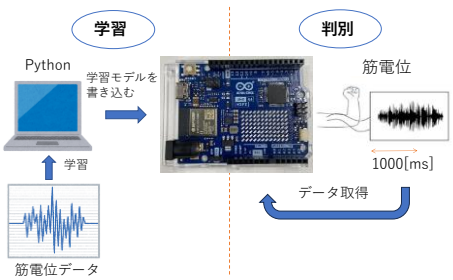


図 1. システム構成

4. 実験

4.1 波形確認

予備実験として筋電位データの取得を行った.電極は腕部の手をグーに握ったとき手の甲側で一番伸縮する筋肉部(尺側手根伸筋)に差動電極を 1 つ,その隣り合う手首側にもう一つ張り付ける.基準電極は手首の尺骨頭の下部に張り付けることで筋電位データを取得する.図 2 に 2 名のチョキ筋電データを示す.

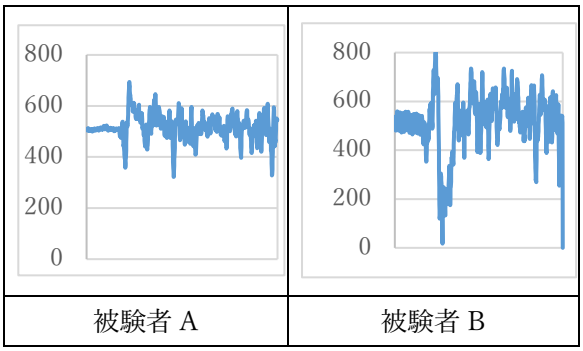


図 2. 被験者 2 名の 1 秒間のチョキ筋電データ,

縦：A/D 変換値　横：時間

他の手の波形と比較したが,有意な差が確認できた.一方で,個人差があることがわかった.

4.2 特徴量選定

特徴量を個人差に影響されないものにするため,どのような特徴量が適切か確認するための実験を Python 上で行った.筋電位データに前処理をした信号から様々な特徴量を抽出し,被験者三人に対して判別実験を行った.表 1 に用いた特徴量とその正答率を示す.

表 1. 判別実験の正答率[%]

特徴量 / 被験者	A	B	C
平均・標準偏差・規格化した金電位	72	85	45
最大値・最小値	65	85	45
周波数特性	66	65	20

表 1 より平均,標準偏差,規格化した筋電位を特徴量とした時が最も正答率が高いことが分かった.

4.3 Arduino 上での判別実験

4.2 で選定した特徴量を学習に用い,得られたモデルを Arduino 上で動作させたところ,正答率は 83%となった.

5. 引用文献

(1)正門由久,”筋電図検査に必要な ME 基礎知識”, 臨床神経生理学 41 巻 3 号,2013.

(2) Hamidreza Keshavarz et al.,”A Fast Linear-Time Classifier for Ultra-Low Power Devices”arXiv,2020. [2025/2/14 参照]

指導教員：南澤 壮和

直感的な操作を目指したグローブ型マウスの開発

電気システム学科　23E19 吉澤 優真

1. 研究の背景・目的

近年では，スマートウォッチやワイヤレスイヤホンなどといったウェアラブルデバイスが注目されている．その用途は様々であり，健康管理，通話，音楽，医療などに応用が進んでおり，私たちの生活において必要不可欠なものとなりつつある．そのような流れから，本研究室ではグローブ型デバイスに注目し，研究を進めてきた．グローブ型デバイスには，直感的な操作を行えたり，5 本の指に対応させた多彩な操作が可能になるという利点がある．昨年度の研究では，マウスとして基本的な機能は実装できたものの，ウェアラブルデバイスとして不十分な点がいくつかあった．

そこで本研究では昨年度の研究である，グローブ型デバイスの改良を行う．

2. 研究内容

昨年度実装できた機能は，カーソル移動(縦横のみ)，左右クリック，ドラッグ操作である．また，USB ケーブルによる電源供給を必要としていた．

今年度はこれらに加えて，カーソルの斜め移動，ホイール操作といった機能の拡張や，マイコン・センサの取り付け方の改善，バッテリー駆動化といった使用感の向上などを目標とする．

それらを実現する手段として，まずソフトウェアでは六軸センサが内蔵された小型マイコンを用い，傾いた時の加速度を利用することにより自由なマウスの移動を実現できるようにする．ハードウェアでは曲げセンサをテープで固定するのではなく，手袋にスリーブを取り付けそこに通すようにする．さらに，使用するマイコンが外部給電できるのかを確認し，外部電源なしで動作できるようにバッテリーをはんだで取り付ける．

3. システム概要

本研究では図 1 のようなシステム構成で，PC のような他のデバイスを遠隔操作することを目標とする．市販のグローブに小型マイコンと曲げセンサを通すためのスリーブを取り付ける．スリーブとは，両端があいている筒状のものであり，ここにセンサを通すことで指への固定が可能になる．マイコンは Seeed Studio XIAO nrf52840 sense を使用する． これは bluetooth 通信機能を標準で搭載し，個人でプログラム可能なマイコンである．システムと操作対象デバイスとの接続には bluetooth 接続を用いる．カーソル操作はマイコンに搭載された 6 軸ジャイロセンサを用い，システムを傾けることによって可能である．曲げセンサはクリック操作と対応させている．

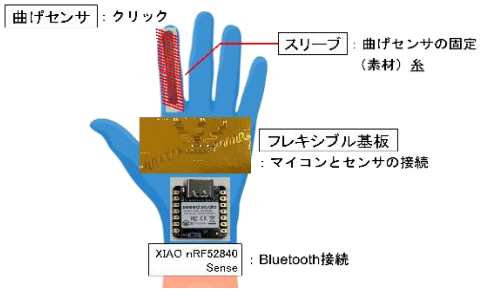


図 1. システム構成

4. 性能評価

本研究デバイスの性能を評価するため，以下の実験を行った．

4.1 クリック精度比較実験

デバイスのクリック精度を確認するため，右クリック・左クリックともに 100 回づつ実行する．そのうち，正しくクリックされた回数を記録した．

表 1. 左右クリックの精度

	右クリック	左クリック
被験者 A	100 / 100	100 / 100
被験者 B	100 / 100	100 / 100
被験者 C	100 / 100	100 / 100

表 1 より左右クリックは 100%の精度で実行できることがわかる．

4.2 マウス性能比較実験

本研究デバイスと市販のマウスの操作性を比較するため，インターネット上にある果物収穫ゲームを行い，4 種類の果物をそれぞれ 3 個収穫するまでの時間を記録した．

表 2. 課題達成までの時間

	測定時間[s]
本研究デバイス	132.5
通常マウス	10.4

5. まとめ

研究を通してカーソルの自由操作や，基板の製作によりかなりマウスに近い操作性を可能とし，本研究の目的の大部分は達成することができた．

今後の課題としては，グローブ型キーボードの製作をし，連絡ツールとしても使えるようにすること．さらに，本研究デバイスと同期させ PC ゲームができるようにすることに挑戦していきたい．

指導教員：南澤 壮和

IoT による PLC データの自動収集・Excel 可視化プログラム

電気システム学科　23E05 大藏 孝明

1. 研究の背景・目的

IoT に関する技術を学び，会社に戻った際に現場でも運用できるような事を行いたいと考えた．実際に仕事では生産記録を紙に手書きし，終業前にその記録を Excel へ打ち込んでいた．そこで PLC のデータを PC などの外部機器に送信し，送ったデータを Excel でグラフにして随時更新し，情報がすぐ見られるようなシステムを作りたいと考えた．

2. システム概要

今回のシステム構成を図 1 に示す．今回は，PLC と Raspberry Pi を接続し，Raspberry Pi 側で生産データを自動的に記録し，生産データを PC から閲覧できるといったシステムを考えた．PLC は自社で使われている KEYENCE 製の PLC(KV-N40AR)を使用することにした．

PLC と Raspberry Pi は Ethernet 接続とし，通信には KEYENCE 製 PLC に合わせて，上位リンク通信を用いた．生産データの代わりに本研究では温度センサ(mcp7000A)の測定データとした。Raspberry Pi で，取得したデータをグラフにして随時更新していくように表示させ，グラフを閉じたら蓄積されたデータを Excel ファイルへ保存する．Excel ファイルは日付が変わると新しくファイルを作成しその Excel ファイルに記録および保存を行う．それらのデータは VNC により Ethernet 経由で，PC から閲覧できるようにする．

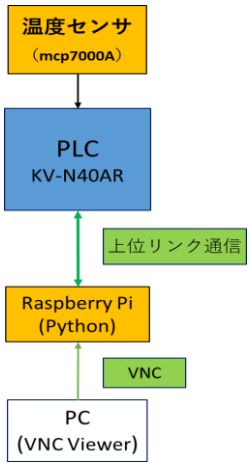


図 1. システム構成

3. 研究内容

通信環境を確認するために各機器の通信方法を，スタンドアローン方式を用いて行った．

PLC 側には温度センサから取得した温度データと PLC に設定した日時を転送させるラダープログラムを作成した．Raspberry Pi 側では Python にて socket 通信を用いて PLC と Raspberry Pi の上位リンク通信を行った．取得したデータは openpyxl を用いて日付毎の Excel ファイルに記録および保存するようにした．グラフ描画では matplotlib を用いて温度データを一定時間で随時更新する散布図を表示させた．

4. 研究結果

PC から Raspberry Pi に VNC Viewer でリモートログインを行い，図 2 に示すように 10 分毎に読み込んだ温度を更新させる散布図を閲覧する事が確認でき，リアルタイム監視する事が可能となった．また，蓄積したデータが Excel ファイルに日付毎で保存される事も確認ができた．

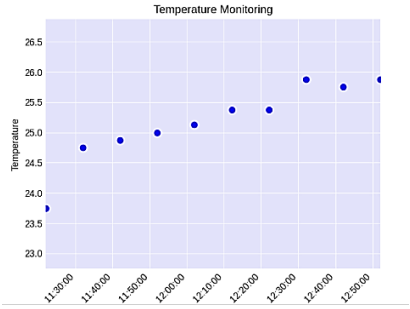


図 2. リアルタイム監視画面

5. まとめ

本システムでは PLC の持つ生産データを自動収集，可視化することができた．しかし，グラフ描画をかなりシンプルな状態に仕上げたため，上下限値やアラーム表示等を組み込むことで実用性がさらに高められると考えられる．

本研究で IoT 技術を活用し PLC の持つ生産データの集積および可視化させることができた．また，IoT に使われる様々な技術を学ぶことができた．

指導教官：　柳沢裕二

BLEBeacon を用いた人物の捜索システムの開発

電気システム学科　23E09 椙島 龍基

１．研究の背景・目的

探している先生が見つからず、学校内を探し回った経験がある。そこで先生の居場所を屋内で把握できるシステムを開発し、この問題を解消したいと考えた。

しかし、スマホアプリの導入やタッチ認証は手間がかかり、顔認証は導入時にかかる初期準備やコストが高い。そのため、本研究では、低コストかつ手軽に導入可能な BLEBeacon(一定間隔で電波を発信する小型デバイス)を活用し、人物の増減に簡単に対応できるわかりやすいプログラムを意識した人物捜索システムの開発に取り組むことにした。

２．システム概要

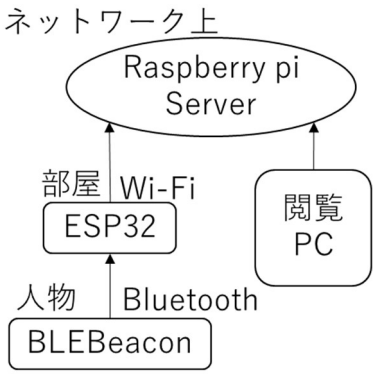


図 1.システム構成図

システムの構成図を図 1 に示す。

人物には BLEBeacon を携帯してもらい、各部屋の出入り口付近に ESP32 を設置しておく。人物の識別には BLEBeacon 固有の UID という機能を用いる。

ESP32 設置場所に BLEBeacon を持っている人物が近づくと BLEBeacon と ESP32 の Bluetooth を介して通信し、どの人物がこの部屋にいるかを検知し、JSON 形式でメモリに格納する。この情報を Wi-Fi 経由で Raspberry pi に送信する。Raspberry pi は来た情報を展開・整理し、GUI 上で表示する。

閲覧用 PC から Raspberry pi にアクセスして GUI を表示させることによって、人物の場所を見ることができる。

３．実験

試作したシステムの性能を確認するために、受信範囲および複数受信の実験を行った。

受信範囲の実験では、ESP32 を原点として約 6m の範囲まで届くことを確認した。また、部屋 A に ESP32、部屋 B に BLEBeacon を設置して信号の受信を確認したところ、時々受信されてしまう問題が発生した。この問題はどれだけ受信範囲を制限しても、周囲環境や周波数の影響で 6m を超えて受信することもあるため、完全に対策することは現状では難しいが、電波強度は取得できるので一定の基準を超えたら表示しないなどの対処はできる。

複数受信に関する実験では、2 つの ESP32(A1, A2)を用意し、BLEBeacon がどちらの ESP32 に受信されるかを確認したところ、最初に繋がった A2 の ESP32 が BLEBeacon を受信しているとき、2 番目に受信した A1 の ESP32 は受信していなかった。逆のケースでも同様であった。このことから、必ずしも近いほうを受信しているわけではなく、先に接続した ESP32 が受信することが分かった。この挙動は Bluetooth のプロトコルにおける特性によるもので、プログラミングで対処することはできなかった。

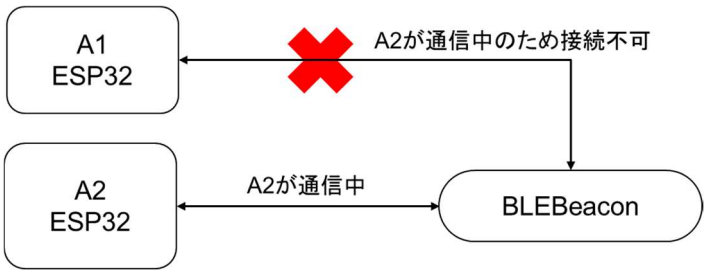


図 2. 複数受信の説明

GUI には Node-Red を使用し、人ごとに枠を設けて部屋と信号強度を表示するようにし、ウェブブラウザ上で閲覧することが出来た。

４．まとめ

BLEBeacon、ESP32、Raspberry pi を使用し、人物の位置と信号強度を特定できるシステムを完成させた。しかし、ESP32 と BLEBeacon が複数ある環境では Bluetooth の特性もあり必ずしも正確な位置を特定するには至らなかった。また、受信範囲の制限をしても受信されてしまう課題も残った。

指導教官：柳沢 裕二

顔認証を用いた出席管理システムの確立

電気システム学科　23E16 宮下　歩

1. 研究の背景・目的

普段,放課後にレポート作成などの居残りをする際に口頭で居残りや帰宅を先生に伝えているが,伝達忘れなどがあり学生も教員も不便がある.そこで自動で入室,退室のチェックできるようなシステムがあれば居残りや遅刻などの確認が容易にできると考えた.

当初は、カードや RFID タグを用いた至近距離通信により,出席管理システムを考えた.RFID は既に十分普及しているが,マイコンを用いて自分で制御できるモジュールは限られている.その中で市販されている RC522 などは電波法の基準を満たしていないので,研究テーマとしては適していない.

そこで,別案として顔認証システムを考えた.顔認証はカメラと Raspberry Pi により構築可能なので,顔認証システムを活用することにした.

2. システム概要

今回のシステム構成を図 1 示す.出入口付近にカメラ付き Raspberry Pi を設置し,部屋に出入りする人物の顔認証を行う．顔認証には，OpenCV の face_recognition ライブラリを用いる.

顔認証により、登録済みのどの人物なのか、もしくは登録されていない部外者なのか判断する.判断結果とその時刻を Excel に保存し、さらに閲覧用の RaspberryPi に MQTT を用いて送信する. 送られてきたデータをもとに Raspberry Pi にて,HTML と Javascript により GUI を作成する.校内の PC から閲覧用 RaspberryPi にアクセスすることで,いつ誰が来たかが GUI で分かるようになる.

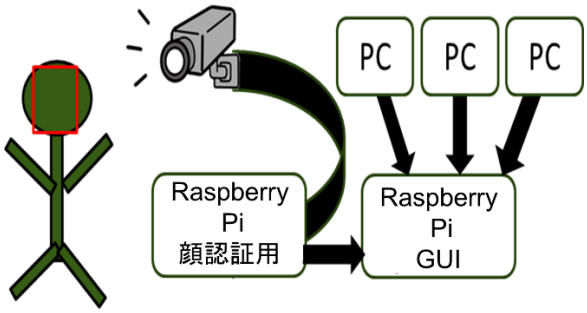


図 1 システム構成

3. 研究結果

はじめは PC 上で JupitarLab にて試作した.クラスメイト数名から提供してもらった画像およびインターネット上の画像を用い、1 名につき 10 枚ずつ 10 名分のデータで学習した.登録されている人を認識した場合は.時間と名簿番号（フォルダー名）,名前（画像名）を保存する.登録されていない人を認識した場合は、部外者とみなしその旨を画像とともに保存する.出力画面は図 2 示す.

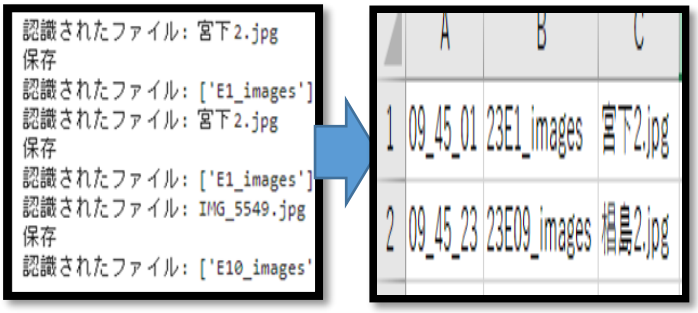


図 2 研究結果

次に, Raspberry Pi 4 に環境を移して実行したところ, 顔認証自体はできるものの,遅延が約 3 秒,フレームレート 2 程度という問題が発生してしまった.プログラムを軽くするために,For 文を減らす,ヒートシンクをつけるなどの工夫をしたが,遅延は解消しなかった.

４．まとめ・反省

Raspberry Pi にかなり負荷がかかってしまい,実用的な速度での認証はできなかった.Raspberry Pi は比較的安価で汎用性が高く授業でも使ったという理由で選んでしまったが，よりメモリの多い機種や Raspberry Pi 5,さらに言えば,機械学習向けの NPU が搭載されている NVIDIA Jetson シリーズを活用するべきであった. 今回は, USB カメラを活用したが，Raspberry Pi のカメラモジュールの導入も検討すべきであった.

Raspberry Pi の負荷を軽くすることに時間をかけすぎてしまい GUI の構築が終了しなかった.

指導教官：　柳沢　裕二