

11 ESP32 による相互通信を用いた天気再現ミニチュアの作成

白鳥 悠， 平山 奈槻

指導教員 佐々木 建

1. 背景と目的

現在 COVID-19 の影響で在宅ワークなどが推奨され、「おうち時間」が増えている。

そこで、我々は「おうち時間」を少しでも楽しめるように、部屋の中に、ある風景のミニチュアを置き、それを ESP32 の通信技術を用いて、外の天気の様子(温度及び湿度、雨、照度、風)を各センサで計測させ、その結果をミニチュア側で再現できるよう、部屋の中で外の天気がわかるよう、一種のインテリアとして楽しめるモノとして作成することと、また、ESP32 の通信技術にも興味があったので、研究を通して理解を深めることを目的として取り組んだ。

2. 研究概要

2.1 開発環境

開発環境は表1のとおりである。

表1. 開発環境

OS	Windows10 Pro
言語	Arduino 言語
使用機材(センサ側)	ESP32 温湿度センサ(DHT11) 雨センサ(HiLetgo) 照度センサ(DFR0026) 風センサ(自作)
使用機材(ミニチュア側)	LCD(情報表示) ファン(送風) ポンプ(水の組み上げ) LED テープライト(光の再現)

2.2 ESP32 とは

ESP32 は Wi-Fi と Bluetooth を内蔵する低コス

ト、低消費電力な SoC(System on a Chip)のマイクロコントローラである。Arduino 言語を使用することができ、安価に購入することができる。また、Web 上のデータ取得や、Web サーバとして動作させることも可能である。

2.3 Bluetoothについて

Bluetooth とは無線通信技術のひとつで 10m 程度の短距離の通信規格であり、今回使用する ESP32 では Bluetooth Classic と Bluetooth Low Energy(BLE)と Mesh と呼ばれる 3 つの Bluetooth が使用可能である。今回は Bluetooth Classic を使用した。

2.4 Bluetooth Classicについて

Bluetooth Classic は昔からある Bluetooth で、現在でもワイヤレススピーカーやヘッドホンなどに使用されている。多数の機器との通信よりも 1 対 1 の通信を主とする。今回は ESP32 の相互通信として研究を行うので、1 対 1 の通信が主である Bluetooth Classic を使用した。

2.5 システム構成

システムに実装した機能は、動作の流れ順に説明すると次のとおりである。

- (1) センサユニット(温度センサ、雨センサ、照度センサ、風センサ)で屋外の気象情報を取得し、ESP32 で屋内のミニチュア側へ測定データを送信する。
- (2) 屋内に設置したミニチュア側の ESP32 で測定データを受信する。
- (3) ミニチュアに搭載したポンプ(雨)、LED(明るさ)、ファン(風)でセンサユニットから受けた情報により気象を再現する。
- (4) LCD に温度などの情報を表示する。

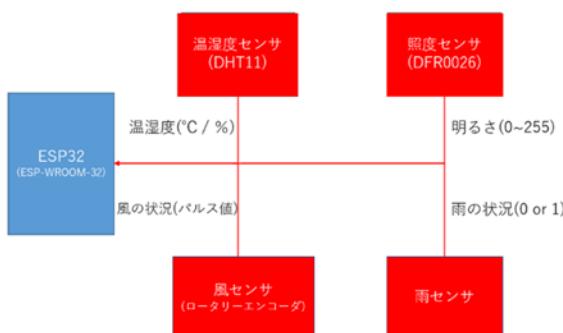


図1. センサ側データフロー

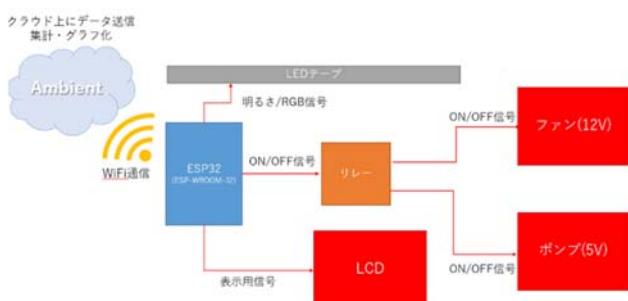


図2. ミニチュア側データフロー

3. 作品について(センサ側)

3.1 センサ側全体図

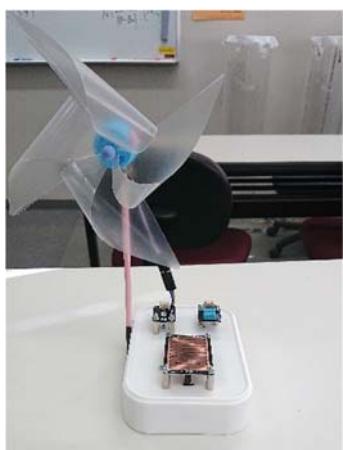


図3. センサ側全体図

3.2 各種センサについて

各種センサについては次に示す。

3.2.1 温湿度センサ

温湿度センサは、気温と湿度を測定することができる。また、気温湿度の計測した2つの値から不快指数という人間が不快と感じる状態を数値で表したものを探れるようにした。

3.2.2 雨センサ

雨センサは水滴が基盤の上に落ちたら電気が流れれる仕組み。

3.2.3 照度センサ

照度センサは光が照らされることで伝わる電力が大きくなりそれにより数値が増加する。影ができると伝わる電力が小さくなりそれにより数値が減少する。

3.2.4 自作「風センサ」

自作「風センサ」にはロータリーエンコーダを使用した。

ロータリーエンコーダでは、黒と白をLEDで0と1に判定することで、回転量などを検出することができる仕組みである。このセンサで、風量を測定し、ミニチュア側のファンに測定データを送る。

また、実際に動作させる際に付属のプロペラだけだと回転しているか、判断しにくいと思い、風車の形状で実装した。

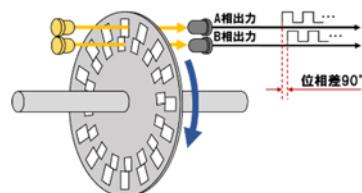


図4. ロータリーエンコーダの内部構造

3.2.5 各種センサ固定

実際にESP32を用いて動作実験を行った際に、センサが複数のため、個々に台座を作成すると、乱雑な景観になると感じたため、図3のように各種センサとESP32をねじで固定し、ひとつの台座に集約をし、置き場所をコンパクトにした。

4. 作品について(ミニチュア側)

4.1 ミニチュア側全体図



図5. ミニチュア側ユニット

4.2 ミニチュア側の内部の作成について

ミニチュア内部で水を循環させるための水を1ヵ所に集めるため、プラスティックシートを斜めに敷き、水を片方に寄せることにした。そこで発泡スチロールを4つ同じサイズに切り、四隅に置き接着した。片方の2つの発泡スチロールの上にプラスティックシートを敷きグルーガンを使用し、接着をした。反対側のプラスティックシートはケースの底に接着をした。

接着した4つの発泡スチロールの上にミニチュアのケースと同サイズの人工芝を上に置き、いつでも取り出せるように実装した。

風を反映させるためのファンの設置については、設置する際に、ケースの中に設置すると、降ってくる水が直接かかるてしまうため、ファンが壊れてしまう可能性が考えられた。そのため、ケースの壁にファンの形の穴をあけ、外側から固定して中に風を送れるようにした。その際、風が吹いたかどうかわかりにくいのでビニール紐を貼り、風が吹いた様子がわかるように工夫した。



図6. ミニチュアの内部



図7. ミニチュアの内部

4.3 ミニチュア側の配線について

ミニチュア側の動作実験を行った際に、配線が煩雑になり整理されていないと感じた。そのため、ポンプやLCDなどのジャンパー線をコンパクトにするために、Dsubコネクタを使用した。また、Dsubコネクタを使用する際にミニチュア側のESP32には機器等をまとめるケースを用意していたが、ポンプやLCDなどの実際に動作させる機器側にはジ

ヤンパー線をまとめるケースを用意していなかつたため、3Dプリンターで作成することにした。

4.4 Dsubコネクタの使用について

ESP32とポンプ、LEDテープ、ファン、LCDを接続するピン数は15ピンである。映像入力端子として一般的に使用されているVGA端子(Dsub-15)も15ピンなので、これを使用することにより配線を一箇所に整理をし、まとめることができた。



図8. Dsub-15端子(VGA)

4.5 データの表示について

4.5.1 LCDディスプレイの使用

データの表示にはLCDを使用した。LCDは液晶ディスプレイのことで文字や数字を表示させることができ、今回は温度と湿度および不快指数の3つを表示した。



図9. LCD表示例

4.5.2 不快指数について

不快指数とは、人間が不快と感じる空気の状態を数値であらわしたもの。温度をT(°C)、湿度をH(%)とし、次の計算式で求めることができる。

$$\text{不快指数} = 0.81T + 0.01H \times (0.99T - 14.3) + 46.3$$

5. Ambient を使用しての出力

Ambient は IoT データを可視化できるサービスでマイコンなどから送られるセンサの計測データを簡単にグラフ化できる。これ利用し、自分のスマートフォンやタブレットなどで閲覧できるようにし、センサの値をわかりやすくした。また、自分のスマートフォンやタブレットなどで閲覧できるようにするために QR コードを作成した。その QR コードは次に示す。

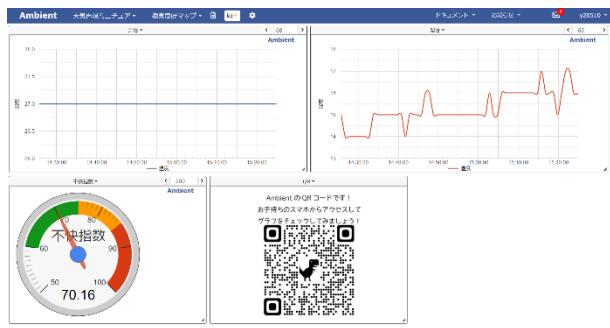


図 10. Ambient 出力例



図 11. Ambient QR コード

6. 終わりに

本研究を通して ESP32 の Bluetooth を用いての相互通信について学ぶことができた。また、Arduino 言語も研究前よりも理解を深めることができたが、まだわかっていない部分が多いのでこれからも勉強していきたい。

本研究で難しかったことはロータリーエンコーダを風センサとして使用した際、最初は回転が逆回転になったときに値が増減しないという現象が発生したが、割り込み関数を使用することで値を取得することができ解決した。

ミニチュア作成で苦労したことは、雨に使⽤する水を 1 カ所に集めるためにプラスティックシートを斜めに接着する際、接着した部分から水が漏れてきてしまうため何度もやり直しながら接着することで、なんとか水が漏れずに接着することができた。

しかし、実際に動作させて見ると思っていた以上に LED などがきれいに見えたのでインテリアとしても十分なものができたのではないかと思う。今回の研究を通しての経験は、これからエンジニアとして就職する上で大いに活かしていきたいと思う。

3. 参考文献

ロータリーエンコーダー概要・技術解説 - 多摩川精機株式会社

<https://www.tamagawa-seiki.co.jp/products/rotaryencoder/rotaryencoder-about.html>

【ESP32】TFT 液晶モジュール ILI9341 の動作確認

<https://mobile.k05.biz/e/2019/03/esp32-ili9341-spi.html>

ESP32 の GPIO 研究

<https://langship.com/blog/work/esp32-gpio/>