

気象文化大賞 第9回高校・高専気象観測機器コンテスト

コンテスト二次審査報告書

「Hi-Ce」

暑さ指数算出による熱中症予防システム

香川高等専門学校

学生

| | | |
|---------|----|-------|
| 電気情報工学科 | 5年 | 小川 将広 |
| 電気情報工学科 | 5年 | 二川 健太 |
| 電気情報工学科 | 4年 | 村田 佳斗 |
| 機械電子工学科 | 4年 | 谷本 大航 |
| 機械電子工学科 | 4年 | 入谷 啓介 |

指導教員

電気情報工学科 准教授 村上 幸一

1.初めに

今回は新型コロナウイルスの感染拡大防止として 10 月まで部活動を自粛していたため、観測機器の開発及びデータの取得・観測ができなかった。現状をレポートとしてまとめ、報告する。

1.1 目的

今回、暑さ指数(WBGT(湿球黒球温度):Wet Bulb Globe Temperature)を測定し、それをもとに熱中症防止につながるデータを計算によって出力することを目指す。また、出力されたデータは簡便さの観点から Android 端末に送信されるものとする。

暑さ指数とは、人体と外気との熱のやりとり(熱収支)に着目し、これに与える影響の大きい 1.湿度、2.日射・輻射(ふくしゃ)など周辺の熱環境、3.気温の 3 つを考慮することで、熱中症を予防することを目的として提案された指針である。

また、その指針では日常生活における熱中症対策への判断基準として、1.危険(31℃以上)、2.嚴重警戒(28~31℃)、3.警戒(25~28℃)、4.注意(25℃未満)の4つが挙げられている。

ここで、例として5大都市における暑さ指数と熱中症患者発生率の関係を表したものを図 1 に示す。

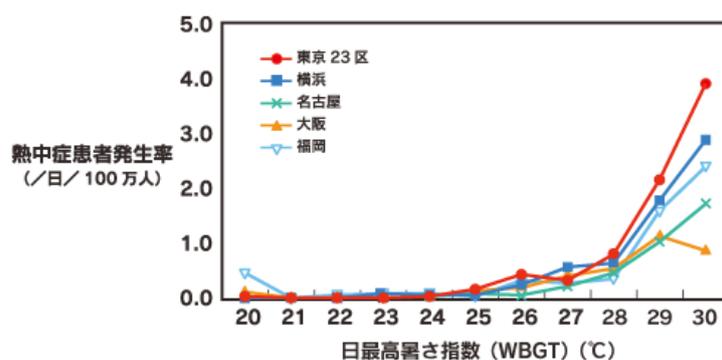


図 1 暑さ指数と熱中症患者の関係

上記のグラフより、嚴重警戒とされる 28℃～では熱中症患者発生率が急激に増加することが読み取れる。

2. 機器概要

今回制作する機器の概要について説明する。

今回の機器は気温と湿度を測ることができるセンサである BME280,RaspberryPi Zero WH,Android 端末の 3 つで構成されている。

まず、BME280 を接続した RaspberryPi が温湿度を測定し、暑さ指数(WBGT)を計算する。

そして,現在熱中症になるリスクがあれば Android 端末へ注意喚起のメッセージを送信する。RaspberryPi Zero WH と Android 端末間の通信には,BLE (Bluetooth Low Energy)通信と呼ばれる低消費電力の無線 PAN を使用する。

3. 使用機器

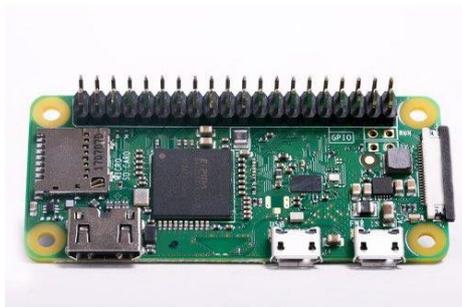


図 3.1 RaspberryPi Zero WH

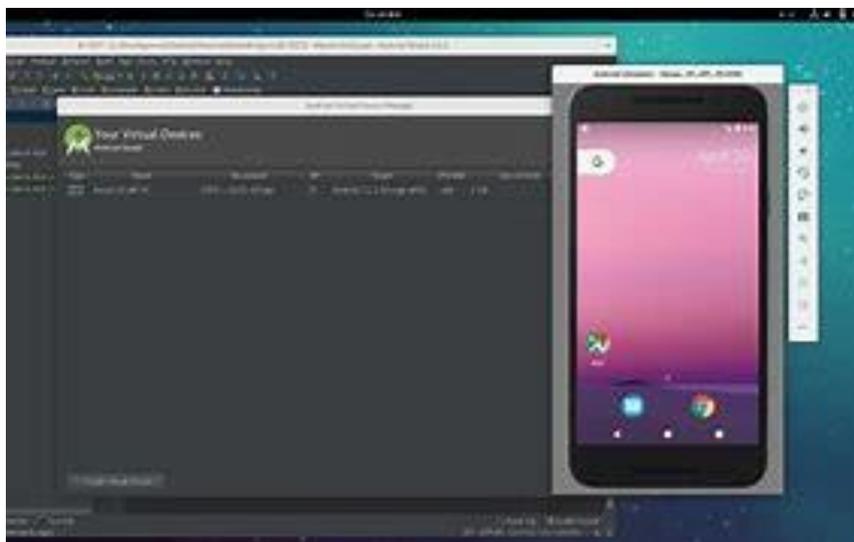


図 3.2 AndroidStudio

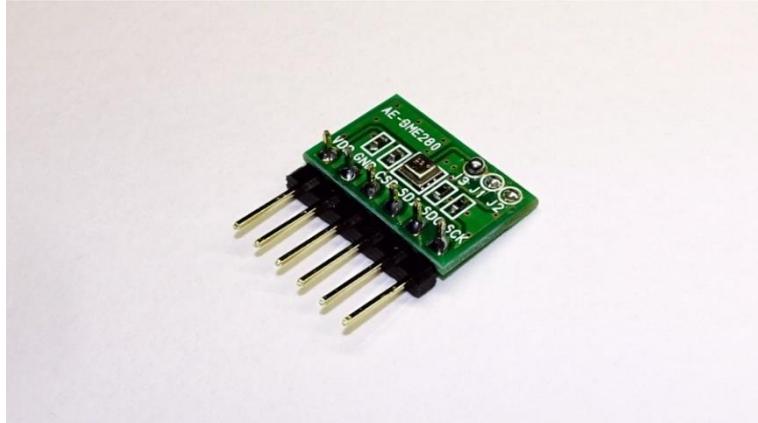


図 3.3 BME280

4.データの導出方法

今回、測定したデータから湿球温度・暑さ指数を導出した。これらは全て Raspberry Pi 内で行っている。

本来は、以下の式を用いて導出する。

屋外の場合：

$$0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度} \quad (1)$$

屋内及び日照していない場合：

$$0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度} \quad (2)$$

今回は、気温と湿度を測定したためそれらの値より近似し、式(3)のように導出した。

暑さ指数は暑さ指数を $T_{\text{WBGT}}[\text{°C}]$ 、乾球温度を $T_{\text{Dry}}[\text{°C}]$ 、湿度を $\text{Humi} [\text{hPa}]$ とすると式(3)で導出できる。

$$T_{\text{WBGT}} = (\text{Humi} - 20) \times \left((T_{\text{Dry}} - 40)^2 \times (-0.00025) + 0.185 \right) + \frac{11}{15} \times (T_{\text{Dry}} - 25) + 17.8 \quad (3)$$

5.開発環境

今回の開発環境を記載する。

表 5.1 Raspberry P の開発環境

| | |
|-------|-------------------------|
| 使用言語 | Python |
| 使用OS | Raspberri Pi OS Desktop |
| 使用IDE | Visual Studio Code |

表 5.2 Android の開発環境

| | |
|-------|----------------------|
| 使用言語 | Kotlin |
| 使用IDE | Android Studio |
| 使用API | Android API27 (Oreo) |

6.考察

データの導出方法で示した、暑さ指数 T_{WBGT} の近似式について考察する。

式(3)に過去の気象データを代入し、暑さ指数を求める。代入するデータと暑さ指数を以下に示す。

表 6.1 過去の気象データと暑さ指数

| 日時 | 最高気温[°C] | 平均湿度[%] | 暑さ指数 |
|-----------|----------|---------|------|
| 2020/8/5 | 33.5 | 71 | 32.9 |
| 2020/8/15 | 37.9 | 58 | 34.2 |
| 2020/8/25 | 36.0 | 69 | 34.7 |

表より、8月の暑さ指数を上旬、中旬、下旬通して、暑さ指数の危険帯域となる31°C以上を示している。

式(3)の近似式より得られる暑さ指数は的確なものといえる。

7.評価

本プロジェクトは手軽に熱中症の危険性を知らせることをメインミッションとしている。

前回作製した Hi-Ce は RaspberryPi 3 B+ と Arduino の 2 台を用いたこと、それぞれの電源を賄うために家庭用電源を使用しなければいけなかったこと、サーバー上に測定データをアップロードするため Wifi 使用ができるエリアでなければいけなかった。また、機器自体も大きくなり、設置場所も限られた。

しかし今回は RaspberryPi Zero WH の 1 台のみにしたことで大幅な小型化をすることができた。また、消費電力も小さいためモバイルバッテリーで電源を代用できるようになった。Bluetooth 接続を使用したことで Wifi 環境下のみでの使用可能という制限が無くなった。スマートフォンをはじめ、各種携帯端末や PC でも見られるようになり、仕様できる幅がかなり広がったといえる。

そのため、家や職場で設置し置くだけでなくビーコンのように持ち歩くことができるようになり、外出先でも熱中症の危険があれば知らせることができるようになった。

本機器は、発症するまでわかりにくい熱中症を防ぐことができ、前回の課題であったあらゆる状況下での使用もクリアすることができている。よって本機器は高度に有意であるといえる。

8.参考資料

暑さ指数

<http://www.wbgt.env.go.jp/wbgt.php>

http://www.wbgt.env.go.jp/wbgt_lp.php

WBGT 近似

<http://sorax.air-nifty.com/sora/2015/09/wbgt-3b8b.html>