

屋内外の温湿度と CO2 濃度を測定し空気環境の改善を提案するシステムの開発

北見工業大学地域未来デザイン工学科機械知能・生体工学コース ○國友悠暉、平林朋晋、上野巧人、川原壘、早川吉彦

要 旨

Covid-19 の流行により室内の空気環境を測定・改善する需要が極めて大きなものとなり、それに対応するべく Raspberry Pi と Android 端末を利用して屋内外の屋内外の温湿度と CO2 濃度を測定する簡便なシステムを開発した。また、設定した CO2 濃度を超過した場合はアラートを発するよう実装した。

1. はじめに

2020年にCovid-19の流行が開始し、それ以降効果的な感染対策として換気の必要性が喚起されている。

その中で換気がきちんとなされているかの指標として空気中のCO2濃度が使用されることは人の呼気中にCO2が存在することから極めて一般的である。

建築物環境衛生管理基準(厚生労働省による)では空気環境の基準として1000ppmという値が定められている[1]。また、気象庁のデータでは屋外のCO2濃度(綾里、南鳥島、与那国島)は概ね410~420ppm内外[2]であり、これらの値を参考にして換気を推奨していくことが理想的であると考えられる。

しかしながら、屋内外のCO2濃度の基準値を意識し、かつその濃度を意識的に注視している者は少ないのではないかと弊学の川原並びに上野は疑問を覚えた。

そこで、北見工業大学医療情報・医用画像工学研究室では大衆に普及しているAndroid OSを搭載したスマートフォンで空気環境をリアルタイムに確認したり、基準値を超えた場合に通知したりするシステムを開発した。

センサーによるデータ収集並びにそのデータをクライアントたるAndroid端末に送信する機材の開発を川原が、クライアントたるAndroidアプリケーションの開発を上野が行った。

2. システムを構成する機材類

1) Raspberry Pi4 Model B (図1)

シングルボードコンピュータの一つであり、センサーから得られるデータを集積する役割を担っている。

2台のRaspberry Piによって本システムは構成されており、そのうち1台はデータをクライアントたるAndroid端末に送信するサーバーとしての役割も担う。

2) SenseAir CO2 Engine K30(図2)

ガスに赤外線照射することでガス固有の吸収波長領域の吸収度合いを測るNDIR方式を利用するセンサーである。

2台両方のRaspberry PiにUARTで接続されている。

3) DHT11 (図3)

温湿度センサーモジュール。



図1. Raspberry Pi4 Model B



図2. SenseAir CO2 Engine K30

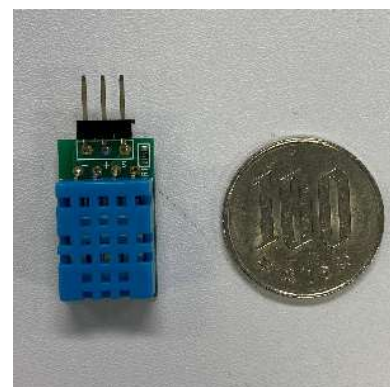


図3. 温湿度センサーモジュール DHT11

4) Android 端末

クライアント用アプリケーションを導入してクライアントとして振る舞う。Oppo A73 で動作確認済み。

3. 環境

Raspberry Pi の OS:Raspbian

Raspberry Pi の使用言語:Python(2.7.16)

4. システムの概要

サーバー機能を備えた Raspberry Pi(以下ラズパイ 1 とする)で Air_noticer_server_py を起動すると、クライアントからのソケット通信による入力を受け付け始める。

クライアントより「run mode:MEASUREMENT」並びに「run mode:UPPER LIMIT」を受信した場合、ラズパイ 1 はもう片方のラズパイ (屋外での使用を想定、以下ラズパイ 2) に測定を開始させる。

その後 MEASUREMENT においてはラズパイ 2 の測定結果とラズパイ 1 の測定結果をラズパイ 1 で受け取り、それをクライアントに転送する。

UPPERLIMIT においては待機状態に入り、CO2 濃度がテキストボックスに入力された値を超えた場合通知を発する。(図5) 結果はアプリを開くことで確認可能である。(図6)



(図4)



(図5)



(図6)

COMPARISON モードではラズパイ 2 とラズパイ 1 のデータの差をとり、その値がテキストボックスに入力された値を超えた場合通知を発する。結果はアプリを開くことで確認可能である。

全てのモードは FINISH を押すことで「run mode:FINISH」が送信され、終了可能である。

5. 結果

ラズパイ 1 をサーバーとし、ラズパイ 2 をクライアントとするソケット通信による空気環境のデータの送受信を行い、アンドロイドアプリケーションとのソケット通信により処理の開始命令と測定結果の送受信を行うシステムを作成することができた。

CO2 濃度データは、測定を行った環境を考えると CO2 濃度が高めを示していた。CO2 センサーには自動で定期的に校

正を行う機能が備わっていたが、屋内の高めの CO2 濃度の状態に長時間さらされていたためそちらに適合してしまっただと考えられる。またセンサーの近くで作業を行っており、そのせいで人の呼気がかかってしまったために高い CO2 濃度が測定された可能性も考えられる。

また、本システムを当研究室は度々行事で外部に公開しているが、その際 2 つのラズパイの IP アドレスを固定していない上にそれを直線コードに書き込んでいた欠陥が判明し、IP アドレスが DHCP より再割り当てされたことにより使用不能になることが分かった。

即興で IP アドレスを書き換えやすくする改修を行ってその場をしのいだが、今後抜本的な改修を予定している。

6. 考察、今後の展望

今後の展望としては、データを一定間隔で集計し長期的に結果を確認できるようにすること、接続するセンサー付き Raspberry Pi クライアント (ラズパイ 2 と同等) を 3 つ以上接続可能にし、屋内と屋外といった設置方法にこだわらない柔軟な運用を実現することが考えられる。

また、現在のところシステムを構成する全ての端末は同一 LAN 内に存在する必要があるが、上記の IP アドレスに関する問題を修正するついでに世界中どこにあらうと接続できるようにならないかと検討している。そしておそらくそれを実現する一番手間のかからない方法は VPN サーバーをこれまた Raspberry Pi で一つ用意し、システムに参加する端末を全てこの VPN に接続させることである。

そして VPN に接続させる際に端末固有の IP アドレスが払い出されるようにすれば良いのではないかと考える。

7. 参考文献

- [1] 厚生労働省 建築物環境衛生管理基準について
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/>
- [2] 気象庁 二酸化炭素濃度の観測結果
https://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/obs/co2_monthhave_ryo.html
- [3] 川原壘、屋内外の温度湿度と CO2 濃度を測定し空気環境の改善を提案するシステムの開発—シングルボードコンピュータを用いたセンサーデバイス—、北見工業大学地域未来デザイン工学科機械知能・生体工学コース卒業論文、2022 年 2 月。
- [4] 上野巧人、屋内外の温度湿度と CO2 濃度を測定し空気環境の改善を提案するシステムの開発—ソケット通信を行う Android アプリケーション—、北見工業大学地域未来デザイン工学科機械知能・生体工学コース卒業論文、2022 年 2 月。