

光と CO₂ 変化に着目した脳を活性化させるためのスマートシステム

新 佳幸, 小林 秀星, 石川 優菜, 武藤 我空, 望月 友晶, 東田 繁洸

(芝浦工業大学附属高等学校)

山岡 佳代, 横山 浩司 (芝浦工業大学附属中学高等学校) 佐々木 毅 (芝浦工業大学)

目次

1.はじめに

1. 1. 開発背景

1. 2. 概要

1. 3. 開発環境

1. 4. システムの概要

1. 4. 1. スマートカーテンシステム

1. 4. 2. CO₂濃度警告機

2.コンポーネント

2.1. Voice

2.2. Light

2.3. Judgment

2.4. send

2.5. CO₂

2.6. Base-Value-Judgment

2.7. LED

3.ハードウェアの説明

3. 1. 部品

3. 2. 配線

4.参考文献

1.はじめに

1.開発背景

財団法人の日本青少年研究の調査[1]で、日本の高校生の 45.1%が授業中居眠りをしていることが分かりました。この課題は学力の向上のために解決すべき課題です。私たちは、この課題を解決するために照度と CO₂ 濃度に着目して、スマートシステムを開発することといたしました。

2.概要

居眠りを防止する策として、室内の採光量を増加させることや CO₂濃度を低下させることが挙げられます。そこで、我々はカーテンの開閉を自動で行える IoT デバイスである SwitchBot カーテン[2]を用いて、照度センサーや音声認識によるカーテンの開閉を行い、光量の調節をします。また、CO₂ 濃度を計測し、その結果をもとに警告を行います。これにより室内を適切な光量にでき、また生徒が部屋の換気の間機会を得ることで、脳の活性化につながります。

3.開発環境

本コンポーネント群の開発環境を以下に示します。

OS	Windows11
RT ミドルウェア	OpenRTM-aist
Python	3.9.2

4.システムの概要

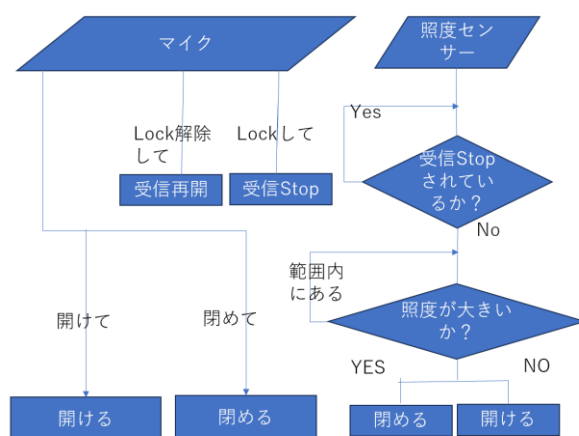
4.1.スマートカーテンシステム

このシステムは、照度センサーを用いて照度を測定し、その値に応じてカーテンを開閉し、また、マイクを用いて、音声認識をして開閉もできるものです。

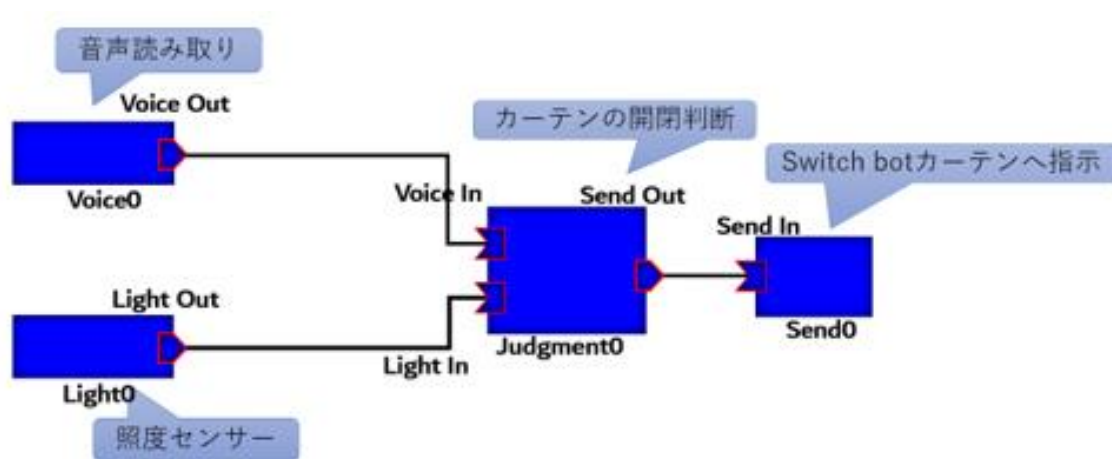
受信が Stop されていなかったら照度を測定し、我々が定めた 5 段階の基準にその値の大

マイクが音声で「開けて」と認識したらカーテンを開き、「閉めて」と認識したらカーテンを閉める指示を送ります。「Lock」とマイクが認識したら照度の読み取り、マイクの音声認識がともに停止します。

以下がカーテンシステムについてのフローチャートです。



以下がカーテンシステムのコンポーネント図です。



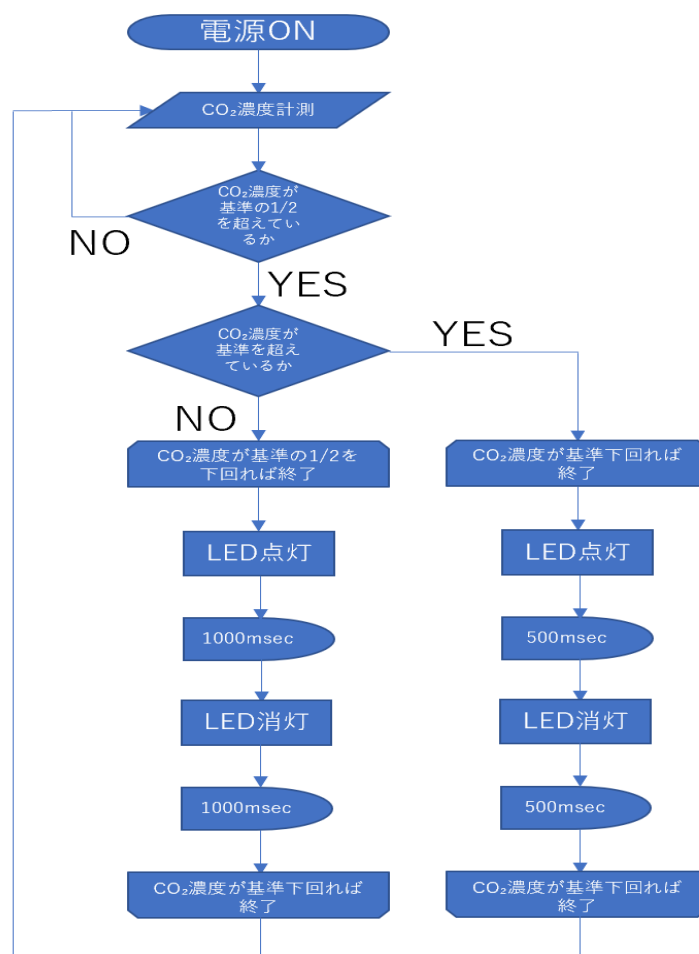
Voice コンポーネントで音声を認識し、Light コンポーネントで照度を測定します。その値をもとに Judgment コンポーネントでカーテンの開閉を判断し、Send コンポーネントで Switchbot カーテンへ指示します。

4.2.CO2 濃度警告機

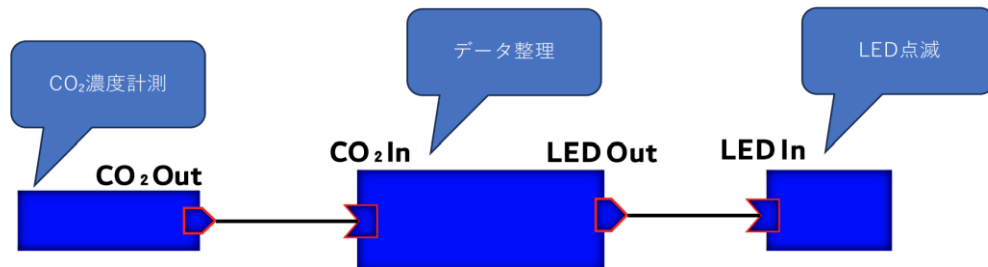
このシステムは、CO2 濃度センサーを用いて CO2 濃度を計測し、その値が高かった場合ライトがつくというものです。

CO2 濃度を計測し、受け取ったデータが基準値の 1/2 を超過すると、LED へと信号が出力され、信号を受け取った赤色 LED はゆっくりと点滅をします。また、受け取ったデータが基準値を超過した場合、新たな信号が出力され、信号を受け取った赤色 LED が高速点滅します。利用者が警告を確認した後、利用者の手によって換気が行われ、計測されたデータが基準値または基準値の 1/2 を下回ると、信号出力が変更・停止され、赤色 LED の点滅段階が変化します。

以下が CO₂警告機についてのフローチャートです。



以下が CO2 濃度警告機のコンポーネントです。



CO2 コンポーネントで CO2 濃度センサーからの値を認識します。その値をもとに Base-value-judgment コンポーネントで基準値または基準値の 1/2 を超過しているか判断し、その結果を LED コンポーネントに送り、LED を点滅・消灯させます。

2. コンポーネント

2.1 Voice

Voice は、マイクが検知した音声を文字に起こすコンポーネントです。本コンポーネントは、アクティブ化するとマイクからの信号を受け取るようになり、Google Speech recognition API を用いて音声信号を文字に起こします。

また、このコンポーネントを使用するのに Python に SpeechRecognition をインストールする必要があります。

	名称	データ型	説明
OutPort	Voice Out	TimedWString	マイクが検知した音声を文字おこしたもの

2.2 Light

照度センサー（KKHMF の BH1750[3]）が計測した値を出力するコンポーネントです。照度センサーは 3.2 の配線通りに繋がります。

また、このコンポーネントを使用するためには Python に adafruit-circuitpython-bh1750 をインストールする必要があります。

	名称	データ型	説明
OutPort	Light Out	TimedFloat	照度センサーで認識した照度（lux）

2.3 Judgment

Judgment はカーテンの開閉を開閉率 0%（全開）、25%、50%、75%、100%の 5 段階で判断するコンポーネントです。

照度の場合は照度が 500 より小さいと 0%,500 以上 650 未満だと 25%、650 以上 800 未満だと 50%、800 以上 1050 未満だと 75%、1050 以上だと 100%になります。

Voice の場合は“(カーテン?を)?(全部|すべて)?開(い|け)て”を認識したら 0%、を認識したら“(カーテン?を)?(少し|ちょっと)?開(い|け)て”25%、“(カーテン?を)?(少し|ちょっと)?閉(め|じ)て”を認識したら 75%、“(カーテン?を)?(全部|すべて)?開(い|け)て”を認識したら 100%になります。

	名称	データ型	説明
InPort	Voice In	TimedWString	マイクが検知した音声を文字おこしたものの
	Light In	TimedFloat	照度センサーで認識した照度
OutPort	Send Out	TimedShort	カーテンの開閉判断

2.4 Send

Send は Switchbot カーテンに開閉命令を送信するコンポーネントです。

また、このコンポーネントを使用するためには Python に json、time、hashlib、hmac、base64、uuid、requests をインストールする必要があります。

	名称	データ型	説明
InPort	Send In	TimedShort	カーテンの開閉判断

2.5 CO₂

CO₂ は CO₂ 濃度センサー(MH-Z19[4])を用いて室内の CO₂ 濃度を計測するコンポーネントです。CO₂ 濃度センサーは 3.2 の配線通りに繋がります。

また、このコンポーネントを使用するためには Python に mh-z19 をインストールする必要があります。

	名称	データ型	説明
OutPort	CO2 Out	TimedFloat	CO2 センサーが検知した CO2 濃度 (ppm)

2.6 Base-value-judgment

Base-value-judgment は設定した基準値(2500ppm)またはその二分の一を超過しているか判断するコンポーネントです。

	名称	データ型	説明
InPort	CO2 In	TimedFloat	CO2 センサーが検知した CO2 濃度
OutPort	LED Out	TimedShort	LED の点滅判断

2.7 LED

LED は LED を点灯、点滅、高速点滅させるコンポーネントです。

また、このコンポーネントを利用するのに Python に RPi.GPIO をインストールする必要があります。

基準値の二分の一を超過すると LED はゆっくりと点滅をし、基準値を超過した場合 LED が高速点滅します。また、基準値の二分の一を下回ると、LED からの信号出力が停止され、LED が消灯します。

	名称	データ型	説明
InPort	LED In	TimedShort	LED の点滅判断

3.ハードウェアの説明

3.1 部品

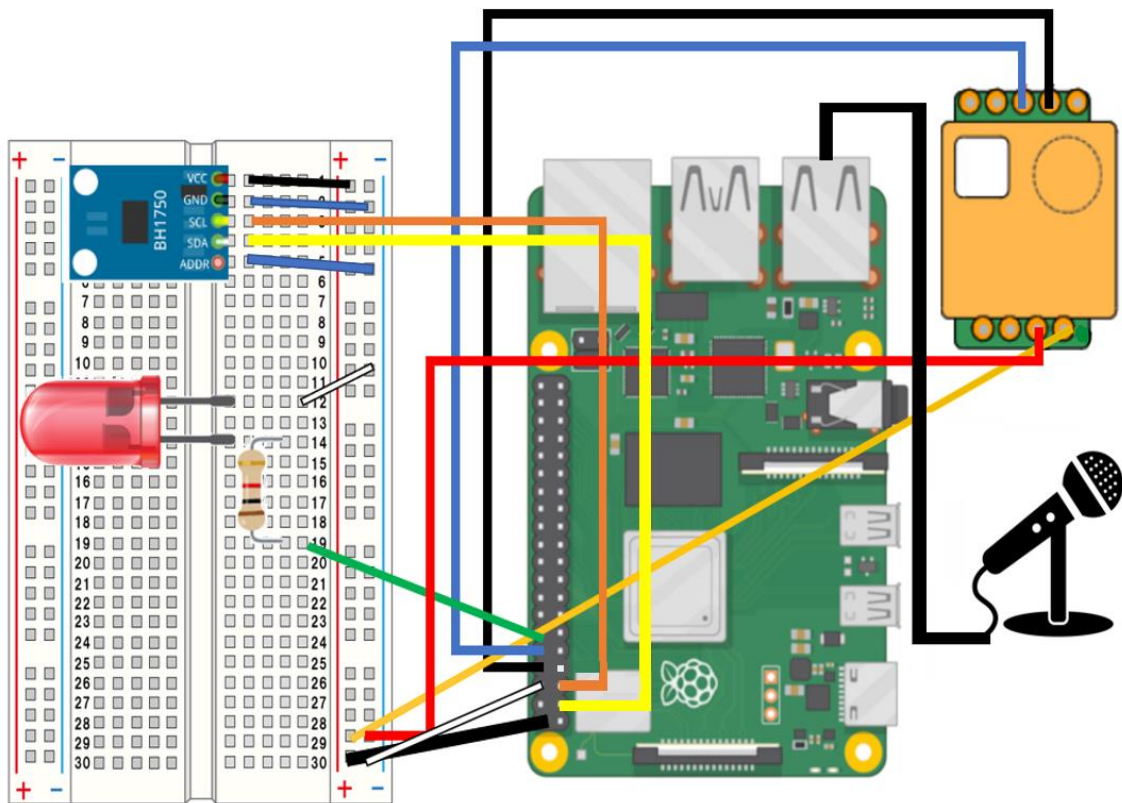
品目	個数
*SwitchBot カーテン	1 個
SwitchBot ハブミニ	1 個
CO2 濃度警告機 (MH-Z19)	1 個
照度センサー (BH1750)	1 個
マイク (USB マイクロホン)	1 個
Raspberry Pi	1 個

*SwitchBot カーテン

…設定は SwitchBot カーテン取扱説明書通りになります。

3.2 配線

Raspberry Pi OS、照度センサー、CO2 濃度警告機、マイクの配線は以下のとおりです。



4.参考文献

-
- [1] https://www.nikkei.com/article/DGXNASDG0704E_X00C10A4000000/
 - [2] [スマートフォンでコントロールできる SwitchBot スマートカーテン -SwitchBot \(スイッチボット\)](#)
 - [3] <https://ja.aliexpress.com/item/1005004709607316.html>
 - [4] <https://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-16142/>