



MSP432+Energia 紹介(その2)

熱中症指数(wbgt)を表示

●発表主旨

“楽しく、安く、早く”電子工作を心がけています。

- 1)LCDに温度と湿度と気圧を表示するガジェット(前回)
- 2)LCDにWGBT(熱中症指数)表示を追加

低消費電流マイコンMSP432の評価基板 MSP432P401R(cortex-m4f) launchPad(秋月:2,100円9/2~)にBME280(I2C: 温度、湿度、気圧センサ)をつなぎ、開発環境:Energia(arduino ide相当:ライブラリがそのまま使える)で、熱中症指数(wbgt)を表示することができたので報告します。

皆さんのお役にたてれば嬉しいです。

●熱中症指数とは

・暑さ指数

(WBGT: Wet Bulb Globe Temperature)とは

WBGT(湿球黒球温度)とは、
 人体の熱収支に影響の大きい湿度、輻射熱、気温の3つを取り入れた指標で、乾球温度、湿球温度、黒球温度の値を使って計算します。

表4・WBGT値と気温、相対湿度との関係

気温(°C)(乾球温度)	相対湿度(%)																
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
40	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
39	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43
38	28	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42
37	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41
36	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	39
35	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	38
34	25	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	37
33	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36
32	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	34	35
31	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	30	31	32	33	33	34
30	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33
29	21	21	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32
28	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31
27	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30
26	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29
25	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28
24	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27
23	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26
22	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25
21	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24

WBGT値	注意 25°C未満	警戒 25°C~28°C	嚴重警戒 28°C~31°C	危険 31°C以上
-------	--------------	-----------------	-------------------	--------------

(ここで、28°C~31°Cは、28°C以上31°C未満の意味)

(日本生気象学会「日常生活における熱中症予防指針」Ver.1 2008.4 から)

※WBGT(湿球黒球温度)の算出方法

屋外: $WBGT = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$

屋内: $WBGT = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$

室内に限れば、気温と湿度から、右の図のように求められます

●熱中症指数(wbgt)の求め方

Tableから求める方法は2種類考えられます。

1)tableをデータベースとして扱い、検索する方法

2次元配列にして、温度、湿度を整数化(コード化)すれば・・・

2)近似式を求め、計算で求める方法

excelで何とか実用レベルの近似式を求めました。

(多変量の測定データに対して重回帰分析)

excelのソルバーではよい結果が得られず、品質工学専門家にやってもらいました。

$Y_i * \text{気温} + X_i * \text{湿度} + YX_i * \text{気温} * \text{湿度}$

```
double wbgt = 0.0;
```

```
double temp_i = 30.5, humi = 60.0;
```

```
double Y_i = 0.90739, X_i = 0.14775;
```




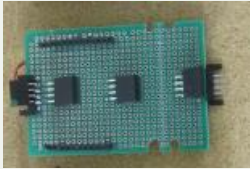

```
double YX_i = -0.003665, aveall = 27.77;
```

```
wbgt = (temp_act - temp_i) * Y_i;
```

```
wbgt = wbgt + (hum_act - humi) * X_i;
```

```
wbgt = wbgt + (temp_act - temp_i) * (hum_act - humi) * YX_i + aveall;
```

●用意するもの(HW) 部品代:4千円程度

No.	品名	概要	価格	画像
1	MSP432P401R(cortex-m4f) launchPad	<p>– ARM® 32-Bit Cortex® -M4F、48MHz、Flash256KB</p> <p>http://www.digikey.jp/product-detail/ja/MSP-EXP432P401R/296-39653-ND/5170609</p>	1792	
2	BME280使用 温湿度・気圧センサモジュールキット	<p>I2C 温度、湿度、気圧 分解能</p> <p>温度: 0.01°C 湿度: 0.008% 気圧: 0.18Pa</p> <p>http://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-09421/</p>	1080	
3	I2C接続小型キャラクタLCDモジュール AE-AQM1602A	<p>16文字×2行のキャラクタ 液晶モジュール 電源電圧は3.1~5.5V</p> <p>http://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-08896/</p>	550	
4	Arduino用ユニバーサルプロトシールド基板	<p>I2Cの4本の信号線を2.54mmピン・ソケットで接続</p> <p>http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-07555/</p>	200+α	
5	プラスチックケース XD-9	<p>W65H38D100 ケース加工済み</p> <p>http://www.maroon.dti.ne.jp/satodenki/etc.html</p>	200	

●用意するもの(SW)

No.	品名	概要	Url他
1	開発環境 Energia	Arduino ide 同等機能 のTIのオープンソース	MSP432P401R LaunchPad http://energia.nu/
2	BME280使用 温湿 度・気圧センサ用 Arduinoライブラリ	Arduinoライブラリを実装	http://trac.switch-science.com/wiki/BME280
3	I2C接続小型キャラクタL CDモジュール AE-AQM1602A用 Arduinoライブラリ	Arduinoライブラリを実装	http://www.geocities.jp/zattouka/GarageHouse/micon/Arduino/LCD/I2CLCD.htm
4	スケッチを少し修正	・ライブラリをインクルード ・スケッチを修正	<pre>#include "skI2CLCDlib.h" #define BME280_ADDRESS 0x76</pre>

ソフト: arduinoスケッチ

```
#include <Wire.h>
#include <stdio.h>
#include "skI2CLCDlib.h"

#define BME280_ADDRESS 0x76

void loop()
{
  double temp_act = 0.0, press_act = 0.0, hum_act=0.0;
  signed long int temp_cal;
  unsigned long int press_cal, hum_cal;
  readData();
  temp_cal = calibration_T(temp_raw);
  press_cal = calibration_P(pres_raw);
  hum_cal = calibration_H(hum_raw);
  temp_act = (double)temp_cal / 100.0;
  press_act = (double)press_cal / 100.0;
  hum_act = (double)hum_cal / 1024.0;
  Serial.print("TEMP : ");
  Serial.print(temp_act);
  Serial.print(" DegC PRESS : ");
  Serial.print(press_act);
  Serial.print(" hPa HUM : ");
  Serial.print(hum_act);
  Serial.println(" %");
  // 0ページ目、1ページ目に書き込む(0ページのみ表示される)
  LCD.SetCursor(0,0); // 表示位置を1行目1列[00H]に設定
  LCD.Puts("T="); // [00H]から書込まれる(表示する)
  sprintf(StrBuf, "%3.2f", temp_act);
  LCD.Puts(StrBuf);
  LCD.Puts("C h="); // [00H]から書込まれる(表示する)
  sprintf(StrBuf, "%3.2f", hum_act);
  LCD.Puts(StrBuf);
  LCD.Puts("% ");
  LCD.SetCursor(0,1); // 表示位置を2行目1列[40H]に設定
  LCD.Puts("p="); // [00H]から書込まれる(表示する)
  sprintf(StrBuf, "%4.3f", press_act);
  LCD.Puts(StrBuf);
  LCD.Puts("hPa ");
  delay(1000);
}
```

出来上がったもの

・早く

ハード加工:数H

ソフト設計:

基本部:数H

wbgt計算方法:たくさん

・安く

部品代:4千円程度

・楽しく

実用的な、高い性能のもの

分解能: 温度:0.01°C

湿度:0.008%

気圧:0.18Pa

熱中症指数(wbgt)を表示できるので、嚴重警戒の時、エアコンをリモコンでONする等、役立つものに応用できます

(かってにONすると困るので、人感センサと組み合わせかな?)

“楽しく、安く、早く”電子工作が出来ました、
参考にしてもらえると嬉しいです

