



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

		相対湿度(%)																
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
気温(°C)(乾球温度)	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;
```

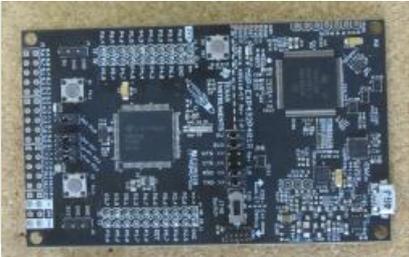
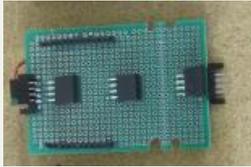
```
double YX_i = -0.003665, aveall = 27.77;
```

```
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</p> <p>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

