

IchigoJamで



温度湿度表示

2022年2月

ノア工房

大澤 正志

IchigoJamを使った温湿度表示器

1. 概要

温湿度センサーモジュール (AM2301B) のI2C信号をIchigoJamで受信およびデータ処理を行い、7セグメントLEDに表示する

2. きっかけ、目的

寒い冬がやってきた。エアコン暖房をつけているのだがとにかく寒い。どの程度部屋が寒いのか知りたかったので温度計を作ることとした。

また、体感的には足元が特に冷たいため、移動可能な温度計を作ることとする。

3. 仕様検討

温度センサーの検討

以下の条件でセンサーを探してみたところ、AM2301Bが候補にあがったため、このセンサーを使うこととした。AM2301Bは湿度も検出可能であるため、製作するものは「**温湿度表示器**」に変更する。

- IchigoJamと接続可能であること
- 3.3~5.0Vで動作すること
- 十分な強度があること
- 固定が可能であること
- 安いこと

表示方式の検討

プログラムを行う際に使っているモニタに温湿度を表示しようと思ったが、消費電力が大きいことと、IchigoJamと電圧が違うなど、移動可能な温度計としてマイナス面が多い。

そのため、以前作った7セグメントLED表示器を使用することとした。この表示器はPWM信号により0~2000まで表示できるため、制御が容易であることと、USB電源やIchigoJamで使用している5V電源で動作することも選定理由である。

接続方法の検討

センサーや表示器を接続するにあたり、配線が複雑になる。配線が複雑になると、接続誤りや不具合の原因にもなりやすい。また、電源配線は分岐が多いため、IchigoJam本体の端子では不足する。

これらの問題を解決するため、周辺機器はコネクタで接続したい。そこでIchigoJamのIN/OUT端子をそれぞれ個別のコネクタにする基板を製作し、それを使うこととした。

IchigoJamを使った温湿度表示器

4. 部品選定

温湿度センサー AM2301B

販売店: 秋月電子通商

価格: 600円×1個



コンピューター IchigoJam S 組み立て済み

販売店: PCN

価格: 2,420円×1個



7セグメント表示器 PSEG (自作)

販売店: ノア工房

価格: 880円×2個



コネクタベースボード IJEX-BB (自作)

販売店: ノア工房

価格: 1,430円×1個



その他 PAP-04V-S (PAコネクタハウジング)

販売店: 秋月電子通商

価格: 10円×2個



その他 SPHD-002T-P0.5 (PAコネクタコンタクト) 10個入り

販売店: 秋月電子通商

価格: 30円×1パック



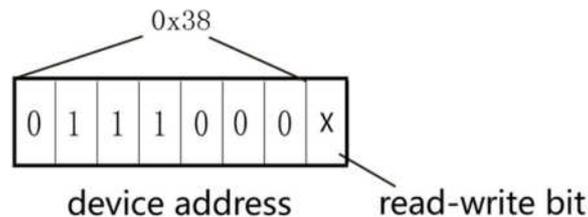
5. 温湿度を取得する

通信方法

温湿度センサーとIchigoJamの通信にはI2Cを使用する。センサーのデータシートを参照するとアドレスは#38であることが分かる。「read-write bit」はI2CR/I2CW命令により自動的に変化するため、設定は不要である。

7.3 Send Command

After the transmission is started, the first byte of I²C that is subsequently transmitted includes the 7-bit I²C device address 0x38 and a SDA direction bit x (read R: '1', write W: '0'). After the 8th falling edge of the SCL clock, pull down the SDA pin (ACK bit) to indicate that the sensor data is received normally. After sending the measurement command 0xAC, the MCU must wait until the measurement is completed.



IchigoJamを使った温湿度表示器

センサー初期化

センサーを利用するにあたり、いくつか条件がある。

電源を入れてから100ms以上過ぎてから#71 (状態要求) を送信して、応答が#18以外だったら初期化命令を出さなければならない。詳細はオフィシャルサイトを参考にするよう書いてあったが、見つからなかった。

さらに10ms経ったら#AC (計測開始) コマンドに続いて、#33、#00のデータを送信する。コマンドを送ってから80ms後には計測が完了しているようだ。

7.4 Sensor Reading Process

1. After power-on, wait for $\geq 100\text{ms}$. Before reading the temperature and humidity value, get a byte of status word by sending 0x71. If the status word and 0x18 are not equal to 0x18, initialize the 0x1B, 0x1C, 0x1E registers, details Please refer to our official website routine for the initialization process; if they are equal, proceed to the next step.
2. Wait 10ms to send the 0xAC command (trigger measurement). This command parameter has two bytes, the first byte is 0x33, and the second byte is 0x00.
3. Wait 80ms for the measurement to be completed, if the read status word Bit [7] is 0, it means the measurement is completed, and then six bytes can be read continuously; otherwise, continue to wait.

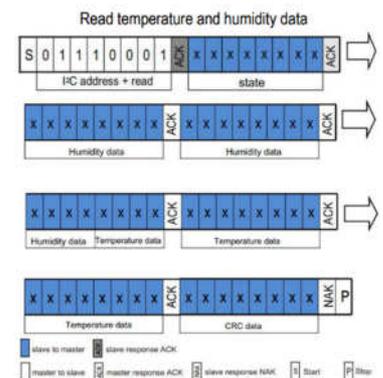
計測値の読み込み

読み込み時にはコマンドは無いらしい。

最初の8ビットにセンサー状態が入っているので、その7ビット目を見ることより、正常に動作しているか確認できる。

その後、湿度→温度→CRCの順にデータがやってくる。全体で7バイトになるのでIchigoJamで7バイトの容量確保と、I2CR命令で7バイトのデータ受信指定が必要になる。

※今回はCRCについての処理は行わない。



IchigoJamを使った温湿度表示器

データビットの変換

データシートによると温度も湿度も20ビットデータであることが分かる。この20ビットは以下の数式で温度や湿度の値として返還される。

8.1 Relative Humidity Conversion

The relative humidity RH can be calculated according to the relative humidity signal S_{RH} output by SDA through the following formula (the result is expressed in %RH):

$$RH[\%] = \left(\frac{S_{RH}}{2^{20}}\right) * 100\%$$

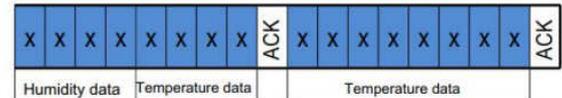
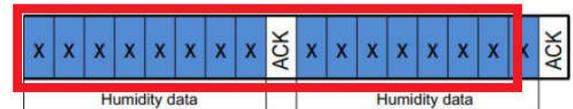
8.2 Temperature Conversion

The temperature T can be calculated by substituting the temperature output signal S_T into the following formula: (The result is expressed in temperature $^{\circ}C$):

$$T[^{\circ}C] = \left(\frac{S_T}{2^{20}}\right) * 200 - 50$$

IchigoJamで一度に扱えるビット数は16ビットであり、数値で考えると-32768~+32767である。単純に考えてビット数が足りないこと、小数が扱えない問題を解決する必要がある。そのために20ビットのデータを符号ビットも考慮し、15ビットに減らして処理することとした。まずは、数式の変更を考えてみる。

上記にある湿度の数式を簡単に考えると、 $\frac{S_{RH}}{2^{20}}$ が1の時、湿度は最大になる。つまり S_{RH} が 2^{20} であれば最大であるため、15ビットデータであれば $\frac{S_{RH}}{2^{15}}$ とすれば良い。実際の使い方としては、右図の赤枠部分のデータを使用することにより解決する。



ここで、「20ビットのデータから5ビット減らしても問題ないのか?」という疑問が生じるため、20ビットデータと15ビットデータを比較してみる

20ビット表現できる最低の湿度は、 $\frac{1}{2^{20}} \times 100$ である。値としては 9.54×10^{-5}

15ビット表現できる最低の湿度は、 $\frac{1}{2^{15}} \times 100$ である。値としては 3.05×10^{-3}

一般的に湿度の最小値は0.1%RHなので、それと比べるとはるかに小さいため、今回の利用用途において影響ないと考える。また、以上の理由により、温度においても同様の処理を行っても問題ないと考える。

6. その他

部品選定にIchigoJam Sを挙げているが、ファームウェアが1.4.3であれば旧製品でも構わない。今回の製作にはIchigoJam Uを使用した。

7. 参考文献

温湿度センサ モジュール AM2301Bデータシート

<https://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/AM2301B.pdf>

IchigoJam Ver1.4 リファレンスマニュアル

<https://ichigojam.net/IchigoJam-1.4.html>

ノア工房オンラインショップ

<https://shop.noakobo.net/>