

マイコンセンサーを使った クールビズの効果測定について

SWIM研究会
2012/8/21
海野 史八 宇田川 佳久 宮西 洋太郎
東京工芸大学工学部
(株)アイエスイーエム

目次

1. はじめに
2. ハードウェアの製作
3. ソフトウェアの開発
4. 温度に関する予備実験の結果と考察
5. おわりに(今後の研究について)

はじめに

- クールビズは夏季の軽装活動の呼称
- 例えば、室温28°Cであっても湿度の違いによって体感および作業効率への影響が異なる
- マイコンを使った室温および湿度の測定は実用的な段階に至っている
- 最終目標は、マイコンによって室温と湿度を高い精度で測定し、クールビズによる作業効率や体感との関係を明らかにし、節電効果について評価すること
- 今日の発表は、予備実験の結果について報告する

目次

1. はじめに
2. ハードウェアの製作
3. ソフトウェアの開発
4. 温度・湿度測定マイコンによる予備実験
5. おわりに(今後の研究について)

マイコンについて

- PIC
 - マイクロチップ・テクノロジー社が製造しているマイコンの総称。1980年代後半から製造されており、アプリケーション例が豊富で、関連する書籍も多い。性能バリエーションが豊富で安価である。
- H8
 - ルネサステクノロジー社製のマイコンの総称であり、豊富なラインアップとアプリケーション例が特徴である。C言語の開発環境を無償でダウンロードでき、資料も日本語で書かれている。一般的に、性能はAVRやPICよりも高いが、パッケージも大型である。

- AVR
 - Atmel社製のATmegaシリーズのマイコンLSIを使用した製品群の総称である。30種類に及ぶマイコンLSIがあり、性能のバリエーションが非常に豊富である。C言語でのプログラミングを意識した統合開発環境が無償配布され安価に開発環境を構築できる。ただし、日本語の情報が他のマイコンに比べて少ない。

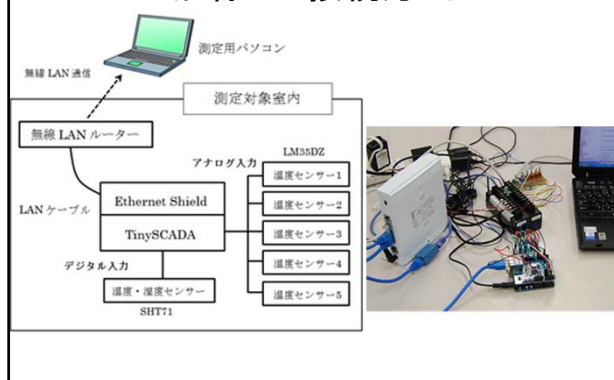
Arduino UNO

- AVRシリーズのマイコンの一つにArduino UNOがある
- Atmel社製のATmega328を使ったマイコン
- 14個のデジタルI/Oピンと6個のアナログ入力ピンがある
- USB接続機能があり電源はUSBケーブルから供給することができる

TinySCADA 無線LANタイプ

- TinySCADAは、温度・湿度測定用マイコンとしてArduino UNOをベースに開発されたもの
- 今回、クールビズに関する実験を行うため、汎用の無線LANを使った新たな構成で実装した
- Arduinoにはシールドと呼ばれるオプション基盤があり、イーサネットシールドと呼ばれるオプション基盤はLAN接続を可能にするものである

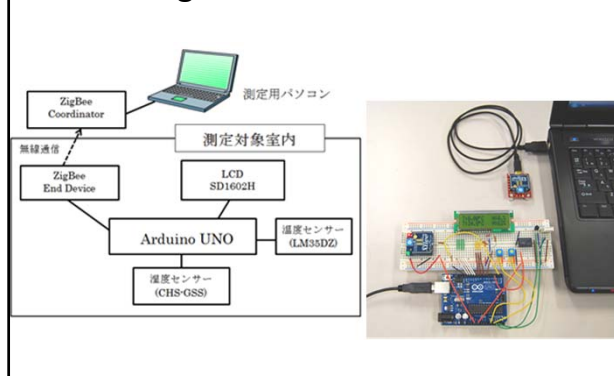
無線LAN接続方式



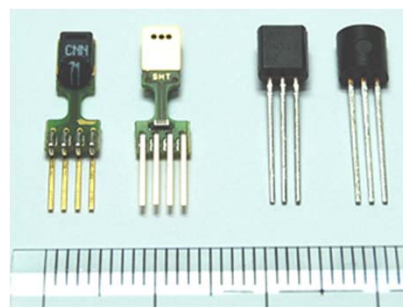
ZigBeeタイプ

- 無線LANルーターの設置ができない狭小なスペースに設置することを想定した
- 転送距離が短く、転送速度も低速(144Kbps)であるが安価で消費電力が少ない
- 送受信の頻度にもよるが、乾電池程度の電力で100日～数年は稼働できる
- 無線機能に指向性は無く、20m四方程度の範囲であれば通信は可能

ZigBee無線通信方式



SHT71 と LM35DZ の2つのセンサーを採用した



温度センサー SHT71 と LM35DZ の外観

温度データの取得

- Arduinoのアナログ入力電圧は0~5Vであり、この範囲の電圧を0~1023の1024段階の数値として取得する
- LM35DZは1°C当たり10mVの電圧を出力する、100°Cでは1000mV(1V)になる
- 従って、アナログセンサーからの取得値は100°C(1V)で、 $1023/5=204.6$ となる
- 1°C当たりのセンサー値は約2.046となり、アナログセンサーの値1は約0.4887°Cに相当する
- これによって、アナログセンサーの値をanvとすると、**温度への変換式**は、下記のとおり

$$\text{anv} * 0.4887$$

温度計測プログラムの例

```
#define AI4 6
#define AI3 5
#define AI2 4
#define AI1 3
#define AI0 2
int AIPin[5]={AI0,AI1,AI2,AI3,AI4};
int kmax=5;
int Aival[5];
int anv;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  aiScan();
  // パソコンへの通信処理は省略
}

void aiScan()
{
  for(k=0; k<kmax; k++){
    anv= analogRead(AIPin[k]);
    Aival[k]=(float)(anv)*(float)(0.4887);
  }
}
```

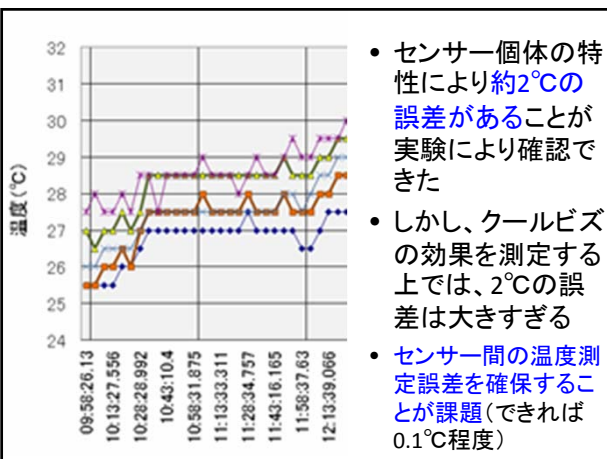
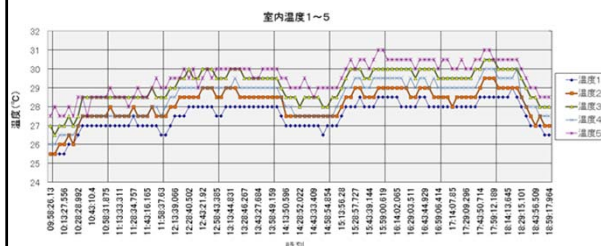
- 5個のアナログ温度センサーの値を温度データに変換する主要部分
- Setup()関数内のSerial.begin(9600)でシリアル通信速度を9600kbpsにする
- 各アナログセンサーの値はforループを使って配列に記録

目次

1. はじめに
2. ハードウェアの製作
3. ソフトウェアの開発
4. 温度に関する予備実験の結果と考察
5. おわりに(今後の研究について)

温度計測結果の例

LM35DZ 温度センサー5個をマイコンに接続し、同一の温度条件下で室温を15分ごとに測定



- センサー個体の特性により約2°Cの誤差があることが実験により確認できた
- しかし、クールビズの効果を測定する上では、2°Cの誤差は大きすぎる
- センサー間の温度測定誤差を確保することが課題(できれば0.1°C程度)

精度向上のための方法 についての考察

- 温度誤差を少なくする方法としては下記の方法が考えられる
 - (A) 物理的な特性に近い温度センサーを使用する
 - (B) 温度センサーからのデータをセンサーの特性に合わせて補正する
 - (C) アナログ入力の電圧を増幅する
 - (D) 精度の良い温度センサーを使う

(A) 物理的な特性が近い
温度センサーを使用する (H/W)

- 多数の温度センサーを準備すれば、物理的に近い特性を有するセンサーを選び出すことが可能
- ただし、選び出したセンサー全てが**正しい温度に対して高めあるいは低めのデータ**を出す可能性がある
=> 単独では抜本的解決案にならない。

(B) 温度センサーからのデータをセンサーの特性に合わせて補正する(S/W)

- アナログ入力ピンごとにデータを取得するので、温度センサーごとのデータ補正が可能(計算式で補正する)
- ただし、アナログ入力の測定精度そのものが約0.49°Cであることから測定誤差をそれ以下にするのは難しい
=> 単独では抜本的解決案にならない。

(C) アナログ入力の電圧を増幅する

- アナログ電圧増幅器を使って入力の電圧そのものを増幅することができる
- 5倍程度増幅すれば0.1°C程度の精度で室温測定することが可能になる

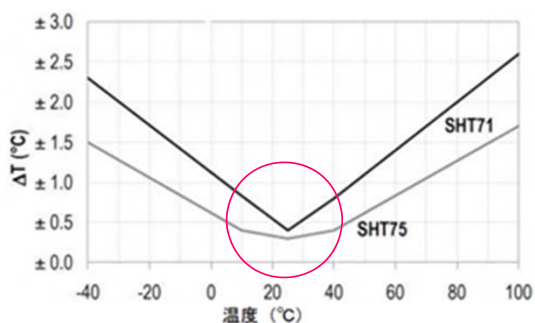
=> 解決案になり得る。
ただし、H/Wの追加が必要。

(D) 精度の良い温度センサーを使う

- **SHT71** を採用することで容易に精度を確保できるようになる
- ただし、データシートによれば温度公差(想定する室温の範囲で±0.8°C程度)がある

=> 単独では抜本的解決案にならない。

SHT71 センサーの温度公差



SHT71/SHT75データシートより引用

おわりに

- クールビズの効果を測定するには、室内の複数の場所での温度・湿度測定が不可欠である
- 今回の予備実験で温度測定**誤差が約2°C**あることが判明した
- 今回は2種類のセンサーについて考察したが、**他の温湿度センサー**についても検討しておく
- **湿度センサー**についてもメーカー提供のデータシートから誤差があることは判明しており、その程度について実測する必要がある

ご清聴ありがとうございました