

# 課題情報シート

|          |                     |        |         |      |              |
|----------|---------------------|--------|---------|------|--------------|
| テーマ名 :   | PCによる無線化家電制御システムの開発 |        |         |      |              |
| 担当指導員名 : | 三浦 雅嗣               | 実施年度 : | 26 年度   |      |              |
| 施設名 :    | 関東職業能力開発大学校         |        |         |      |              |
| 課程名 :    | 専門課程                | 訓練科名 : | 電子情報技術科 |      |              |
| 課題の区分 :  | 総合制作実習              | 学生数 :  | 1       | 時間 : | 18 単位 (324h) |

## 課題制作・開発のポイント

### 【開発（制作）のポイント】

現在、赤外線リモコンを使う機器は多く存在し、テレビ、レコーダー、エアコン、照明、オーディオ機器などが挙げられる。パソコン(以下PC)での作業中に、これらのリモコンで機器を自由に操作すると、手元に多くのリモコンが存在し、机上のリモコンスペースが必要で机上が乱雑になり、作業効率が落ちてしまいます。

本課題では、PCアプリケーションソフトの操作で、家電をリモコン操作することができれば、机上のリモコンスペースが不要になり、机上が広くなり作業効率を向上させることが可能です。また、動作条件を与えることで、家電を自動制御することが可能です。この課題の完成により、机上でPCを操作しながら仕事・作業を行う全てのユーザに対する貢献を考えて開発しました。

また、本課題は、PCアプリケーションとマイコン部とを無線化通信を行い、マイコン部から赤外線リモコンの制御コードを送信することで実現可能です。上記を無線化通信することで、赤外線を送信するマイコン部は設置場所を自由に設定できて、接続ケーブルが邪魔になること防ぎます。

### 【訓練（指導）のポイント】

本課題では、技術が多方面に亘るため、初期の技術習得に段階を設けました。

- ① 技術基盤の習得・システム構築技術の習得
- ② 資料の解読・イメージづくり
- ③ 独力での新規技術の導入

また、自由に作業ができる環境を用意し、空き時間を効率よく利用できるようにしました。

更に、各自のモチベーションを上げるため、研究室内で競争意識を持たせました。これらを実施後、学生が自ら実施可能なテーマを考え、計画を立てて、実施しました。

# PCによる無線化家電制御システムの開発

～ 通信フォーマット：(財)家電製品協会 ～

電子情報技術科 2年

## 1 はじめに

現在、赤外線リモコンを使う機器は多く存在している。それぞれのリモコンは大きさも違えばデザインも異なり、管理と使い分けが面倒になる。

パソコン(以下PC)での作業中に、それらの機器を自由に操作すると、手元に多くのリモコンが存在し作業効率が落ちてしまう。

机上のリモコンスペースを空きスペースとして、作業効率を向上させるには、PCアプリケーションソフトの操作で、リモコン操作する家電を制御することができればこの課題を解決できる。

これには、PCアプリケーションとマイコン部と無線通信を行い、マイコン部から赤外線リモコンの制御コードを送信することで実現可能である。また、無線化することによって装置の置き場所が限定されなくなる。

以下の項目を習得し、上記課題を解決することを目的とする。

- ・赤外線リモコンの制御コードの解析と出力
- ・I<sup>2</sup>C<sup>®</sup>通信規格によるデバイス間通信による
  - ① シリアルEEPROMへの制御コードの保存
  - ② 温湿度センサのデータ収集
  - ③ LCD表示器の表示制御
- ・ハードウェアのプリント基板化
- ・Visual C#<sup>®</sup>によるマイコンとの無線シリアル通信

## 2 システム構成

図1にシステム構成図を示す。赤外線受信部から赤外線リモコンの制御コードをマイコンに取り込み、バイナリデータに解析する。受信した波形をそのま

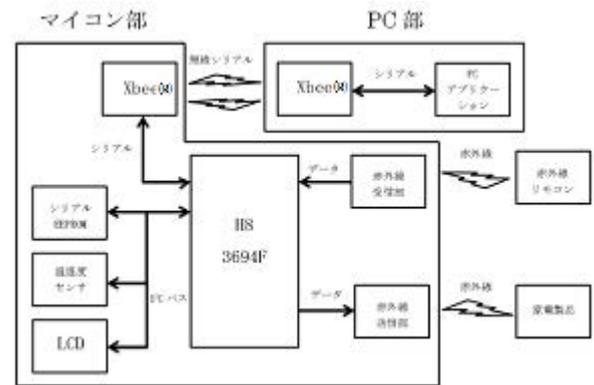


図1：システム構成図

ま記憶しようとするメモリ容量が大量に必要になってしまう。フォーマットを判別して解析することによってデータの容量を小さくすることができる。

電源を切断後、データが紛失しないように、シリアルEEPROMに保存する。

Visual C#<sup>®</sup>で作成したアプリケーションのボタンから操作する。この送信には無線シリアル通信モジュールであるXbee<sup>®</sup>を利用する。これにより、PCからマイコンに制御コマンドを送信する。

制御コマンドを受けたマイコンは、対応した赤外線リモコンの制御コードを、赤外線送信部から送信する。

また、温湿度センサから収集したデータから家電を自動的に制御する機能と、PCの時間を読み取り、タイマー設定時間になると自動的に制御する機能を持たせる。

温湿度センサのデータ、PC側の時刻データを用いてしきい値、設定時間を超えたら家電の電源のON, OFFをするなどの家電自動制御の機能を持たせる。

この自動制御機能により、市販の学習リモコンとの差別化を図る。

### 3 赤外線リモコン

赤外線リモコンコードの方式には家電製品協会フォーマット、NECフォーマットなどがある。赤外線リモコン技術が登場し始めた頃、乱立した独自仕様を統一する為に規格化されたものが家電製品協会フォーマットである。NECフォーマットは統一以前にも使用されていた。[1]

家電製品協会フォーマットはエアコンや照明器具など、家電品に広く使用されており、NECフォーマットは映像音響機器に広く使用されている。

赤外線リモコンに用いられるパルス位置変調方式を図2に示す。[2] データが“1”の場合は、ON期間の後にOFF期間がON期間の約3倍続く。これに対してデータが“0”の場合は、ON期間の後のOFF期間はほぼ同じ長さになる。

つまり受信側は、ON期間の後にOFF期間がどれだけあるかでデータの“1”、“0”を判断する。

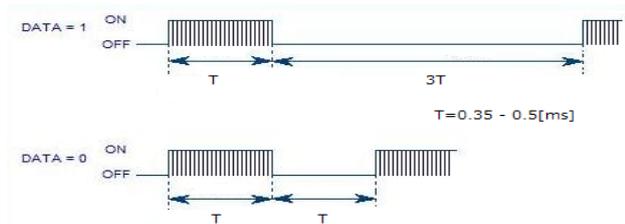


図2：パルス位置変調方式

図2の方式を用いて、受信時はデータをマイコンに取り込み、図3、図4に示すカスタムコード部からデータ部までをEEPROMに保存する。

送信時はEEPROMに保存されたデータを読み込み、パルス位置変調方式により家電に送信する。

図3に家電製品協会フォーマット[3]、図4にNECフォーマット[4]を示す。

また、NECフォーマットと家電製品協会フォーマットの比較表を表1に示す。

家電製品協会フォーマット

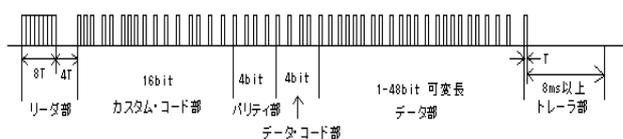


図3：家電製品協会フォーマット

NECフォーマット

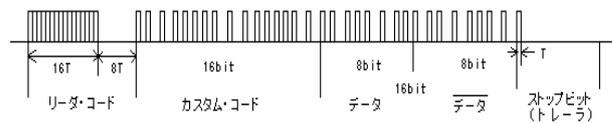


図4：NECフォーマット

表1：フォーマット比較表

| 種類           | リーダー                 | カスタムコード                        | パリティ   | 単位時間 T[ms] |
|--------------|----------------------|--------------------------------|--|------------|
| 説明           | 信号の始端を示す             | メーカーによって異なり、どこ<br>のメーカーのものかを示す | カスタムコードを4bit単位で<br>EXORをとったもの                  | 単位時間       |
| 家電製品協会フォーマット | ON期間 8T<br>OFF期間 4T  | 16bit                          | 4bit   | 0.35-0.50  |
| NECフォーマット    | ON期間 16T<br>OFF期間 8T | 16bit                          |  | 0.56       |
| 種類           | データコード               | データ                            | トレイラ   |            |
| 説明           | どのようなデータな<br>のかを示す   | 実際のデータ                         | 信号の終端を示す                                       |            |
| 家電製品協会フォーマット | 4bit                 | 可変長<br>1-48bit                 | ON期間 1T<br>OFF期間 8ms以上                         |            |
| NECフォーマット    |                      | 8bitのデータとその反転<br>16bit         | ON期間 1T<br>OFF期間 リーダ部から全体の<br>時間の合計が108msとなるまで |            |

### 4 開発経過

#### 4.1 調査

受信回路を製作し、家電リモコンからの通信コードを受信回路経由で確認した。図5に受信回路を含む本体の回路図を示す。

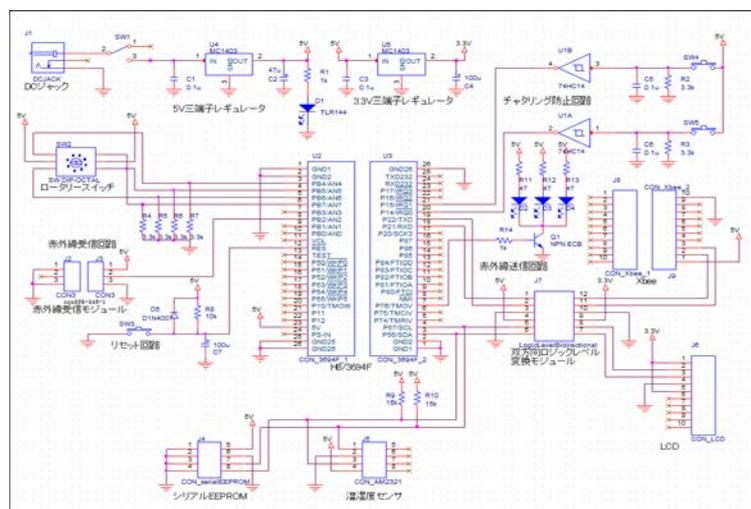


図5：回路図

#### 4.2 設計

ブレットボードによる回路設計を行い、内部モジュールのタイマーVを利用した赤外線受信プログラムを作成した。

リモコンの制御コードは、I<sup>2</sup>C<sup>®</sup>通信のシリアルEEPROMに保存し、自由に呼び出せるようにした。制作したフローチャートを図6に示す。

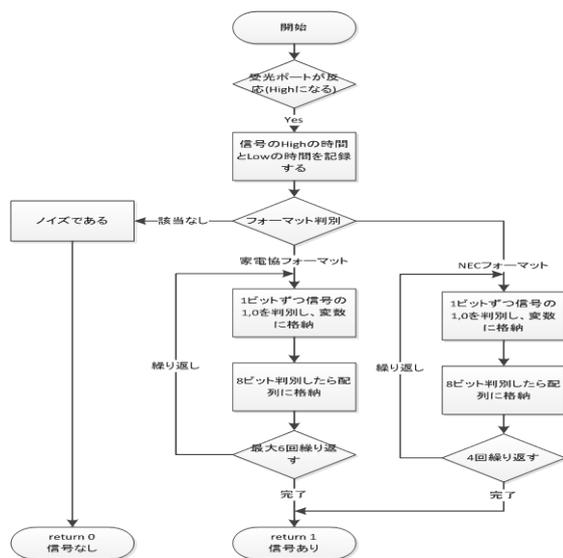


図6：赤外線受信のフローチャート

### (1) Visual C#®のアプリケーション

家電の自動制御機能について、使いやすさについて考えた結果、要求にもれなく答えるようなものづくりをすることとした。ユーザの様々な要求を想定して Visual C#®のプログラムを工夫した。

室内の温湿度計測、時間設定による自動制御でユーザの要求を満たすような設計を心がけた。

自動制御による設定を固定しまつては、ユーザ側としては使いづらいものになってしまうので、ユーザが温度湿度などの設定値、送信条件、送信信号（操作）、送信回数を選択可能になるように制作した。

制作した設定画面を図7に示す。



図7：製作した設定画面

送信条件については、温度・湿度の各設定値と各計測値を、温湿度の両方、又は片方の測定値が設定値を上回った時や下回った時などの多くの選択可能にした。

上記の指定した条件を満たしたら一度だけ送信する、又は何度でも送信するなどのユーザ要求が予想される。これらの要求にも対応できるように条件を選択可能にした。

また、ユーザ操作に対する対策機能についても考えた。エラーの元となるユーザのアプリケーションに対する操作を考え、操作エラーの対策とした。

例えば、数値を入力する部分には文字や、あまりにも大きな数値や、マイナス値などを入力出来ないようにするプログラムを組んだり、設定が未完了のままでは自動制御を開始出来ないように警告を出すようにしたりと、操作エラーの対策を行った。

### (2) I<sup>2</sup>C® 通信規格の LCD

苦労した点は、I<sup>2</sup>C® 通信モジュールの LCD の仕様である。当初使用していた LCD は XiamenZettler Electronics 社製「ACM1602NI-FLW-FBW®」である。これは表示サイズが大きく、バックライト付きという利点があり採用した。しかし LCD にデータを送信しても、応答としての ACK 信号が帰ってこなかった。断定はできないが原因として、H8/3694F の I<sup>2</sup>C 通信におけるデータ通信速度が LCD の仕様に対して速すぎたからだと思われる。

LCD のデータシートでは通信速度は 100kHz 以内と記載されていたが、インターネットで動作情報を調査すると 50kHz まで下げなければ動かなかったという情報を見つけた。しかし、使用している H8/3694F における最低通信速度は 78.1kHz であり、それ以下に下げられないため、検証は出来なかった。

対応策は I<sup>2</sup>C® 通信規格の通信速度 400kHz 以内で対応する ストロベリー・リナックス社製「SB1602B」を用いることで解決したが、原因を探るのに開発期間を取られてしまった。

### (3) 基板加工

基板製作については、ブレッドボード上で組んだ回路を回路製作ソフトウェアに入力し、ドリル加工機用のデータを作るソフトウェアへとデータを移し基板加工を行った。

製作期間が限られていることで、加工機用のデータを作る際に心がけたことは、部品同士の外観干渉に注意することと、限られたフットプリントを使いまわすことで自分の使いたいパターンを作ることである。

自分が使用できるフットプリントのパターンの数は多くはなく、自分の使いたいものがライブラリに無い場合もある。その場合はライブラリにあるものをうまく工夫して組み合わせて、自分の使いたいものに近づけるようにした。

データ上での部品間の距離を、実際の部品の大きさを測って部品同士の干渉を起こさないようにホール位置を調節した。LCD は他の部品に比べ特に大きいので一番注意したところであった。また、部品の幅にあった穴の距離を実際の部品のピンとピンの距離を測りながらデータ上で調節し、実際の部品がピッタリと入るようにするのも注意したところであった。製作した基板を図8に示す。

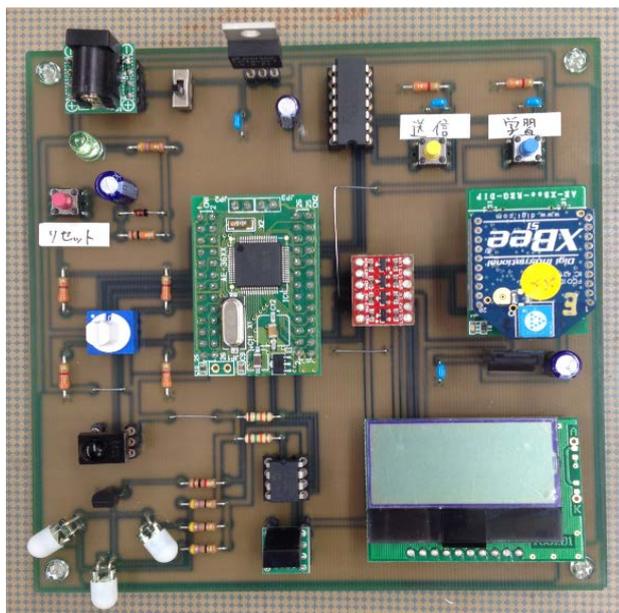


図8：製作した基板

赤外線 LED には指向性があり、今回使用した「OSI5LA5113A」の半減角は  $15(\pm 7.5)$  度である。指向角を図9に示す。指向性が強いため、赤外線 LED を異なる向きに3つ実装し、光拡散キャップをつけた。装置と家電の距離が近い場合には指向性の問題は目立たないが、距離が遠い場合には赤外線 LED を家電に向けないと信号が届かなかった。向きを合わせれば3mほどの距離から制御できた。

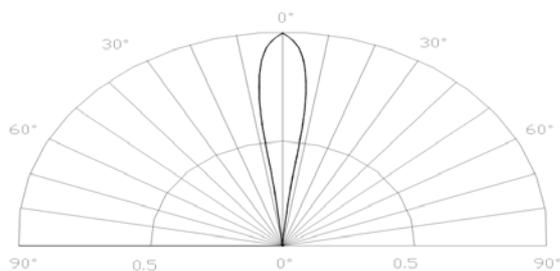


図9：「OSI5LA5113A」の指向角

### 4.3 評価

製作目標と動作確認項目を下記に示す。

- ・赤外線リモコンの制御コードの解析と出力
- ・I<sup>2</sup>C<sup>®</sup> 通信規格によるデバイス間通信
- ・Visual C#<sup>®</sup>によるマイコンとの無線シリアル通信
- ・ハードウェアのプリント基板化

以上の4項目の技術習得と動作確認を達成した。

### 5 おわりに

システムを完成させ、技術習得することができた。本システムの開発を通して、自ら調査し製作することの難しさを学んだ。特に、動作が正常に行われない部分を特定し解析、修正することが大変であった。

また、ユーザーの意見を取り入れ、ユーザーインターフェースの改良がまだ必要だと考える。

### 参考文献

- [1] Remocon2 page NEC 赤外線信号の分類
  - [3] Remocon2 page 家電製品協会フォーマット
  - [4] Remocon2 page NEC フォーマット
- <http://einstlab.web.fc2.com/Remocon2/Remocon2.html>
- [2] フォーマット 赤外線リモコンのフォーマット
- [http://www.asahi-net.or.jp/~gt3n-tnk/IR\\_TX1.html](http://www.asahi-net.or.jp/~gt3n-tnk/IR_TX1.html)

# 課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 9月 19日

科名：電子情報技術科

| 教科の科目   |   | 実習テーマ名              |  |
|---|---|---------------------|--|
| 総合制作実習  |   | PCによる無線化家電制御システムの開発 |  |
| 担当教員  |   | 担当学生                |  |
| 電子情報技術科 三浦雅嗣  |   |                     |  |
|   |   |                     |  |
|   |   |                     |  |
| 課題実習の技能・技術習得目標  |   |                     |  |
| <p>赤外線リモコンによる家電制御を通して、赤外線受信部からのコードの取込みと解析、赤外線によるコード送信により家電制御技術を習得します。<br/>シリアルEEPROMへのリモコンデータの保存、I<sup>2</sup>C通信対応温湿度センサによる家電の制御を通して、I<sup>2</sup>C通信規格の技術を習得します。<br/>温湿度センサからのデータや、PC側の時刻データから家電の自動制御機能を持たせます。<br/>Visual C#を用いることで、PCとマイコン間のシリアル無線通信アプリケーションを開発します。<br/>ハードウェアのプリント基板化を行い、ハードウェア設計技術を身に付けます。<br/>これらのシステムを開発することによって、C言語プログラミング技術をマスターすることを目標とします。</p> |   |                     |  |
| 実習テーマの設定背景・取組目標   |   |                     |  |
| 実習テーマの設定背景  |   |                     |  |
| <p>赤外線リモコンを使う機器は多く、テレビ、エアコン、照明などが挙げられ、リモコンを一つにまとめることで、管理と制御を簡単化できます。<br/>リモコンを一つにまとめて、PCのアプリケーション上から操作することで、PCでの作業中の手元に余計なものをなくし、作業効率を向上させます。<br/>また、温湿度センサやタイマーから取得したデータにより家電の自動制御機能を持たせることも目標とします。</p>  |   |                     |  |
| 実習テーマの特徴・概要   |   |                     |  |
| <p>家電のリモコン制御による、赤外線データの送受信技術、制御コードのROM化技術を身に付けます。<br/>PCとマイコン間の無線シリアル通信のVisual C#アプリケーションの開発を行います。<br/>I<sup>2</sup>C通信技術による、外部メモリとの通信と温湿度センサからのデータを利用した家電制御を行います。<br/>ハードウェアのプリント基板化を行い、ハードウェアの設計・製作技術を身に付けます。<br/>システム製作を通じて、C言語によるプログラミング技術を取得することができます。</p>   |   |                     |  |
| No  | 取組目標  |                     |  |
| ①   | C言語、C#言語を用いてソフトウェア開発技術を習得します。                       |                     |  |
| ②   | Visual C#によるシリアル通信技術とXBeeを用いた無線化を習得します。             |                     |  |
| ③   | 赤外線リモコンにおける通信フォーマット及び制御コードの解析と、制御コードの出力およびROM化をします。 |                     |  |
| ④   | I <sup>2</sup> C通信規格による温度・湿度センサを利用した家電制御を行います。      |                     |  |
| ⑤   | ハードウェアのプリント基板化を行います。                                |                     |  |
| ⑥   | 実習は常に5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）意識して安全衛生作業を遂行します。             |                     |  |
| ⑦   | 報告書の作成、展示・発表会を開催しプレゼン能力を身に付けます。                     |                     |  |
| ⑧   | 課題を通してプログラミング能力、システム開発能力の向上を目指します。                  |                     |  |
| ⑨   | 課題を通して独自で技術習得が可能であることを目指します。                        |                     |  |
| ⑩   | 報告・連絡・相談を怠らず、スケジュール管理をします。                          |                     |  |