

赤外線を使ったシリアル通信システムの検討

電子技術科 浦野 勉 吉田 慶一

1 研究目的

電子技術科において、何らかの作品製作を行うのにリモコンを使いたい場合が多い。その際の通信手段として、WiFiやBluetoothを検討することが多いが、技術面、電波関連法規制、セキュリティ関係、コスト面などで困難が生じやすい。一方、赤外線を使った通信は、テレビやエアコンなどの家電製品で単純なデータを送信する用途として普及しているが、法規制などは存在せず、単純な部品を使って構成できる。リモコンは数十種類のコマンドを一方向のみに送信するのみで機能するが、一般的なシリアル通信データを赤外線に乗せて通信することで、より複雑なデータを双方向で通信できるか実験・検証し、その活用について検討する。

2 無線機能付きデバイスについて

ここでは、比較的入手しやすい無線機能を持ったデバイスをいくつかあげ、比較検討する。

2.1 micro:bit

英国BBCが開発した、教育向けシングルボードコンピュータである。Bluetoothおよび独自の無線通信機能を持っている。この機能は、ライブラリが用意されており、初期化時に無線チャンネル番号を指定すれば、micro:bit同士の通信が非常に簡単に実現できる。また、1対多通信も可能であり、無線機能を持った小型装置の作成も容易である。電子技術科では、昨年度より1年生後期第3クォータにおいてこのマイコンを使用してリモコン制御できる小型走行ロボットを作成する実習に取り組んでいる。ものづくりを体験させるための実習で、週90分全8回とかなり短い時間であるので、無線の知識がほとんど不要なこのマイコンボードは非常に重宝している。

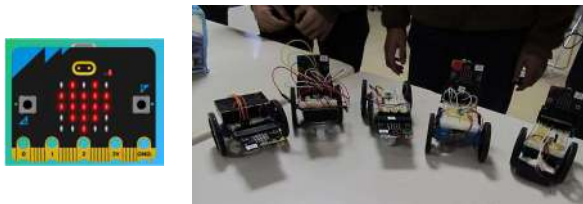


図1 micro:bit(左)と小型走行車(学生作品)

2.2 その他のマイコンボードとモジュール

RaspberryPiは、英国ラズベリーパイ財団が開発した教育用マイコンボードで、WiFiおよびBluetoothが備わっている。OSとしてLinuxが使用されているので、その知識が必要であ

る。プログラミングにおいてもTCP/IPの知識が必要で、敷居がかなり高い。

その他に中国のEspressif Systems社製ESP32-DevKitC-32Eにも、WiFiとBluetoothが搭載されている。開発には提供されているライブラリを使いこなす必要がある。

単体でBluetoothやZigBee通信を行えるモジュールも存在するが、扱いが難しく、モジュールと制御用マイコンを接続する際にシリアル通信が必要で、ハードウェアが複雑になる。

3 赤外線通信

赤外線は電波とは違い、法律による規制がなく、その発生に使用する部品は、赤外線LEDと抵抗器だけである。先に述べたマイコンボードやモジュールでは、原理を含めた深い部分に手を出した実験は難しいが、赤外線では、波形観測や実験が簡単にできる。

3.1 赤外線受信モジュール

赤外線リモコンは、信号に38kHz~40kHzの変調をかけて送信する。受信側では、その周波数のバンドパスフィルタを用い、外乱の影響を受けないようにし、波形を整形した上で、出力する。この機能を1つのパッケージにしたものが赤外線受信モジュールである。これを用いれば、赤外線通信を簡単に行うことができる。また、独自にバンドパスフィルタ回路を構成できれば、搬送周波数を例えば20kHzなど規定以外の周波数に設定できるため、周波数による多重化などの実験が出来るのではないかと考える。

3.2 赤外線送信信号の発生

赤外線の発生には、赤外線LEDを用いるが38kHz搬送波信号が別途必要となる。搬送波とデータ信号は、図2のような単純な回路で合成できる。搬送波の発生源は方形波発信する発振回路であればよく、トランジスタによるマルチバイブレータやタイマーIC NE555が使用できる。また、マイコンのGPIOによる信号も使用できる。この場合、ロジックICを使用せずにソフトウェア的に信号を発生させることが可能である。

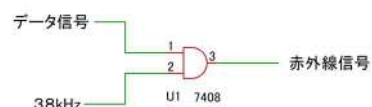


図2 赤外線信号発生回路

3. 3 送受信実験

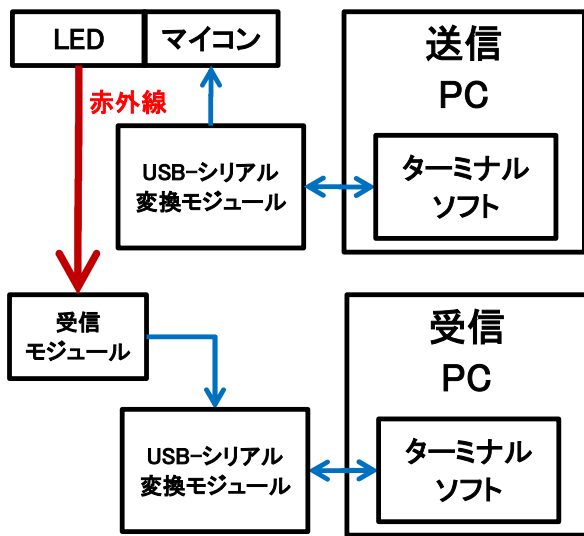


図3 送受信実験のブロック図

送受信の実験のため、図3のようなシステムを構成し動作の確認を行った。マイコンは Microchip 社 ATtiny2313 を使用した。ATtiny2313 は、内部で 38kHz の搬送波を発生させ、USB シリアル変換モジュールからの通信データ信号と搬送波を掛け合わせ、赤外線信号として出力する。図4 に通信データ波形と赤外線信号波形を示す。図5 は、38kHz 変調波を拡大したものである。

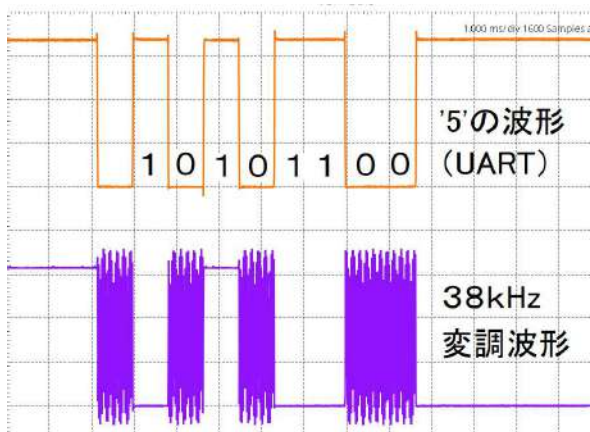


図4 データ信号波形と赤外線信号波形

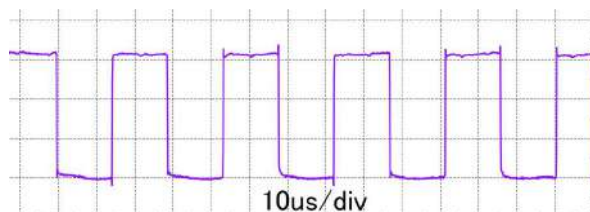


図5 赤外線信号波形(拡大)

図4下は、文字型データの'5'(ASCIIコード 0x35=00110101B)に変調をかけた結果である。通信速度は 1200bps である。また、図5から、搬送波の周波数の実測値は 35.7kHz であった。使用したマイコンは、8bit、クロック周波数 8MHz であり、38kHz の発生は能力的にぎりぎりであり、周波数を規定の 38kHz に近づけるにはクロック周波数を上げる必要がある。

通信結果は、ターミナルソフトの通信速度設定が 600~2400bps の範囲で通信が成功した。搬送波 38kHz と 2400bps の周期はそれぞれ 26.3μs、416μs である。つまり、データ 1 bit あたり 15 パルス以上で通信可能であることがわかった。

3. 4 双方向通信

3. 3 項の実験結果により片側方向の通信の確認ができたので、双方の端末に赤外線 LED と受信モジュールを増設し双方向の通信を行ったところ、600~2400bps の範囲で通信が確認できた。ただし、データ送信時に自分の受信モジュールが反応してしまうため、全 2 重通信は出来ず、半 2 重通信となる。

4 まとめ

シリアル通信データに変調をかけることにより赤外線通信できることが確認でき、通信可能速度は、600~2400bps であることが分かった。また、双方向で通信が可能であることを今回示すことが出来た。

Wifi、Bluetooth などの電波による無線通信に比べると、かなり低速ではあるが、その原理は非常に理解しやすく、オシロスコープでも波形観察ができるなど、実習をする上ではメリットも大きいと考えられる。

この方法の発展として、独自の通信フォーマットを学生が設計、実験することが考えられ、通信ヘッダに相手先 ID を付加することによる 1 対多通信が実現できる。また、外乱の影響を受けやすいシステムであるが、逆に通信エラーが発生したときの処理方法を検討させる教材として向いている。また、搬送周波数を変えることによる多重化や、通信距離を伸ばすためのリピータの作成など、通信システムを作る難しさや、楽しさを感じることが出来るのではないかと考えている。

参考文献等

- BBC micro:bit < <https://microbit.org/ja/> >
- Raspberry Pi Foundation
< <https://www.raspberrypi.org/> >
- ESP32-DevKitC
< <https://www.espressif.com/en/products/devkits/esp32-devkitc/overview> >