

証明書発行機用USB接続ICカードリーダーの製作

総合技術センター

計測・制御技術分野 飯田 仁 (Hitoshi Iida)

1. はじめに

授業出席管理システムの導入時にいろいろとお世話になった、学務部・教務情報係長からの「証明書発行機の更新を支援して欲しい」との相談によりタイトルの業務が発生した。

この業務実施の結果、従来磁気カードリーダーのみであった証明書発行機用にUSB接続ICカードリーダーを製作・設置することができたので報告する。

2. 本学の学生証について

本学で使用している学生証はMifare規格で、ICチップが内蔵されている磁気ストライプ付ICカードである。これらのICチップと磁気ストライプには学生番号等の情報が記憶されており、それぞれICカードリーダーと磁気カードリーダーにて情報を読み出すことができる。

3. 証明書発行機について

学生証を用いて、本人の学生・生徒旅客運賃割引証（JR学割証）や成績証明書などが自動的に発行される装置である。この証明書発行機の内部にはPCが設置されており、ネットワークにて教務情報システムと接続している。今回このPCの更新に合わせ、外部の筐体をはじめ、印刷用のプリンター等を一新することになった。図1に従来の証明書発行機の外観を示す。

今回の更新作業では筐体部分は将来の更新に対応可能なように汎用性を持たすことが重要で、PCやプリンターの更新が必要になった場合でも、筐体などは流用できるように様々なアイデアを盛り込んだが、紙面の関係で筐体に関することはここでは割愛する。図2に新証明書発行機の外観を示す。

従来の証明書発行機には学生証から学生番号等の情報を読み取るための入力装置として、磁気カードリーダーのみが設置されていた（タッチパネル式の入力装置もあるが、

学生番号を手入力すると、入力間違いや成りすましによる他人の証明書を手に入れることができるため利用しない）。



図1 従来の証明書発行機外観



図2 新証明書発行機外観

今回、磁気カードリーダーには市販の製品を利用し、ICカードリーダーを作製、外箱(ケース)を加工し同一のケースに組み込むことでハイブリッド式カードリーダーを製作した。図3に製作したハイブリッド式カードリーダーの外観を示す。図3左側にICカードリーダー、右側に磁気カードリーダーを内蔵している。製作したICカードリーダーは、授業出席管理システムの学生証読み取り用カードリーダーを改良し、PCに直接接続可能なUSB接続としたものである。また、将来のPC更新にも対応可能なように、数あるUSBデバイ

スの中からキーボードと同じ仕様（HIDデバイス）として製作した。



図3 カードリーダー外観

4. 回路の設計・製作

手始めにユニバーサル基板上にマイコンとカードリーダーモジュールとUSBコネクタを実装した回路を試作し、動作確認とプログラムの開発を行った。

実機への搭載基板は基板CADソフトEAGLEを利用して作製し、外部業者であるP板.comに製造を発注した。必要数が4台だったので、予備として1台分の合計5台分の基板を作製した。

基板への部品の実装は自身で行ったが、抵抗やコンデンサは小型(1608)の表面実装部品を用いたため苦労した。結果論ではあるが、基板価格は上昇するが基板の製造時に実装も追加で依頼すれば良かったと反省した。

5. プログラム

学生証から取得する情報で、証明書発行機が要求する情報は、授業出席管理システムで作製したICカードリーダーで全て取得していたので、カードリーダー部のプログラムは基本的に流用した。ただし、証明書発行機の用途には不要なデータは取得しないこととした。また、接続するPCへの送信データは、磁気カードリーダーを参考に不要なスペースに関しては送信しないこととし、証明書発行機が正常に動作することを確認した。

USB通信部分はUSBプロトコルアナライザを使用し、USBキーボードの通信内容を確認し、参考とした。USB規格についても調査し、データに問題が無いことを確認した。

USBプロトコルアナライザはUSB ChiefとWindows XPのPCを使用した（図4）。



図4 USB Chief外観

本カードリーダーをPCに接続してから利用可能な状態になるまでの処理(初期化処理)はマイクロチップのライブラリをそのまま利用し、ICカードリーダーが読み取ったデータを、証明書発行機が処理可能なデータ列に変更して送信する部分のプログラムを新規作成した。ライブラリを利用することで複雑な初期化処理の開発を回避することができ、短期間で製作することができた。図5に単純化したUSB接続時のモード遷移を示す。図5のような処理がライブラリを用いることにより実現できる（実際はもっと複雑である）。

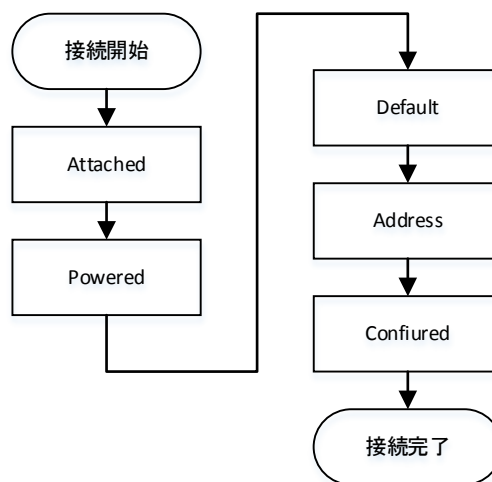


図5 USB接続時のモード遷移

通常のPICでの開発環境(MPLAB IDE+Cコンパイラ)に加えて、開発用のライブラリ(Microchip-Application-Libraries)をダウンロードしてインストールする。今回利用したライブラリのバージョンはv2012-10-15である。よくあることだが、ライブラリ等のバージョンが変わるとコンパイル時にエラーとなる場

合があるが、このようなときはコンパイラのエラーメッセージを注意深く確認すると原因を見つけることができる時もあるので、あわてずに確認して欲しい。

以下に必要なファイルを示す。インストールされたライブラリから、現在のPICプロジェクトフォルダーにコピーして利用する。

表1 ライブラリファイル一覧

./Compiler.h
./GenericTypeDefs.h
./HardwareProfile.h
./Keyboard.c → ./main.cに改名
./usb_config.h
./usb_descriptors.c
./usb_device.c
./usb_function_hid.c
./USB/usb.h
./USB/usb_ch9.h
./USB/usb_common.h
./USB/usb_device.h
./USB/usb_device_local.h
./USB/usb_function_hid.h
./USB/usb_hal.h
./USB/usb_hal_local.h
./USB/usb_hal_pic24.h

表1中の斜体で示したファイルは修正が必要で、主な変更箇所はファイルへのパスである。ただし、HardwareProfile.hはデモボードのI/Oポート設定になっているため、製作した基板のI/Oポート設定に変更した。

開発手順は

1. デモプログラムの確認
2. タイマー割り込み実装
3. PC-PIC間のRS232C通信確認
4. ICカードリーダー機能実装(RS232C)
5. USBでのデータ送信
6. USB通信の妥当性確認

以上のように実施した。ICカードリーダーとして利用するためライブラリ内のファイルへの変更はmain.cの一部のみとした。今回は、ICカードリーダー機能実現のため、表2に示すファイルを前述のとおり出席管理システム

用のファイルから利用した。

表2 追加ファイル一覧

./DELAY.c	待ち時間用
./NFC.c	ICカードリーダー用
./RS232.c	RS232通信用
./user_app.c	ユーザーアプリ用

表2のファイルはICカードリーダーとして動作させるために必要なファイルに加え、製作中にデバッグを実施するために必要なファイルである。

6. USBの通信データ (HIDの場合)

USBキーボードとして動作するデバイスはキーが押されると「該当するコード」をPCに送信し、放されると「放されたことを示すコード」が送信される。図6にプロトコルアナライザの画面を示す。押した、放したという一連の動作が対となりデータが送信されている。

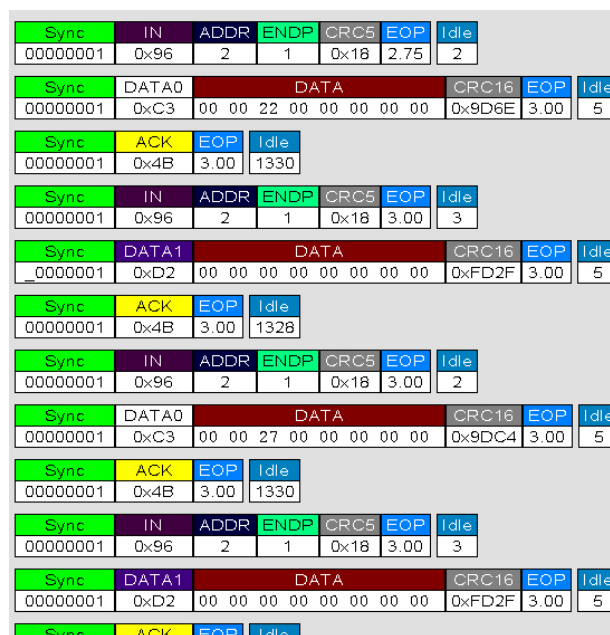


図6 プロトコルアナライザの画面

図6では送信データとして「5012010528」という学生番号をUSBキーボードより入力した際の送信データで、「5のコード」、「放したコード」、「0のコード」、「放したコード」という具合に「0x22,0x00,0x27,0x00,・・・」とデータが送信されていることがわかる。今回製作した非接触式ICカードリーダーでも同様のデータとなっていることを確認し、動作確認を実施した。

なお、実際に送信されるデータは、1回(1

文字) あたり8バイトとなっており、前述のように対となるため16バイトのデータにて1文字の入力を表すことになる。送信されるデータを表3に示す。実際のプログラム時は送信バッファに値を設定すれば、ライブラリが勝手に送信処理を実施してくれるので、特別意識して送信データを作成する必要はない。

表3 USB送信データ例

キー	送信データ (16進数)
1	00 00 1E 00 00 00 00 00
2	00 00 1F 00 00 00 00 00
3	00 00 20 00 00 00 00 00
4	00 00 21 00 00 00 00 00
5	00 00 22 00 00 00 00 00
6	00 00 23 00 00 00 00 00
7	00 00 24 00 00 00 00 00
8	00 00 25 00 00 00 00 00
9	00 00 26 00 00 00 00 00
0	00 00 27 00 00 00 00 00

7. まとめ

今回は証明書発行機の更新に合わせ非接触式ICカードリーダーの増設を行ったが、更新作業はシステムを運用するうえで避けては通れない問題である。PCを利用しているシステムではOSを更新するごとに周辺装置のドライバーも更新しなければならず、入力装置では専用ドライバーの不要なHIDデバイスのようなUSB装置とすることで更新作業の負担も軽減できると感じた。今後は製作した非接触ICカードリーダーが安定して動作するか検証を行いたいと思う。

最後になったが図7に回路図を示す。

参考文献：

- [1] 生理学実験研究データベース。PIC24FJ64GB002 の USB 機能をテストする回路。 <http://www.nips.ac.jp/tech/>
- [2] PICで楽しむUSB機器自作のすすめ 後閑哲也 著 技術評論社

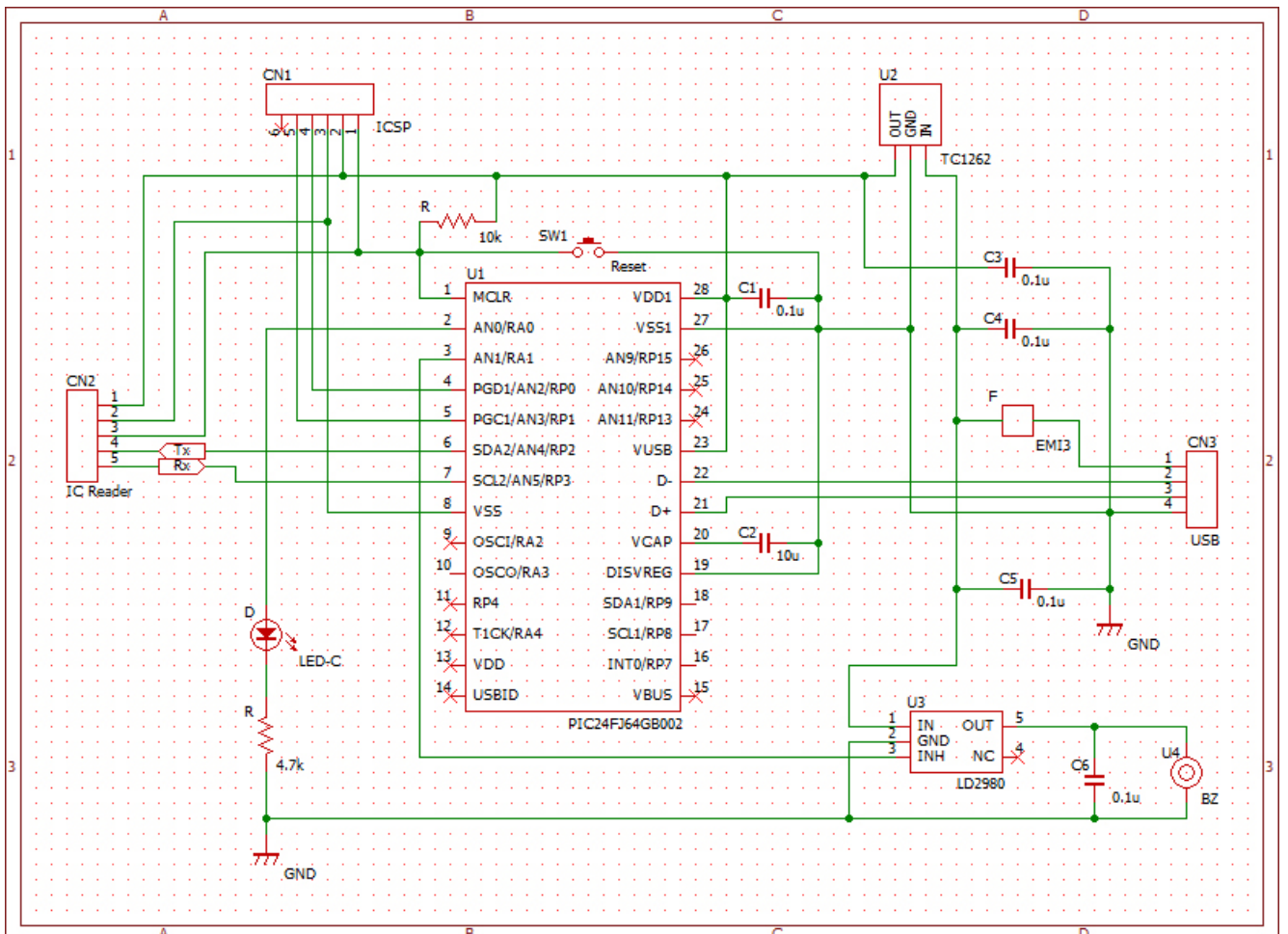


図7 作成した非接触式ICカードリーダーの回路図