

学生証 IC カードを利用した出席管理システムの試作

Prototype of Attendance Management System Using the Student IC Card

高尾 哲 康

Takao Tetsuyasu

セキュリティ対策の強化および電子マネー機能を実現する IC チップが内蔵された交通系・金融系カードや運転免許証、住基（住民基本台帳）カード、マイナンバーカードなど、IC カードの利用が広まりつつある。また、社員証や会員証にも IC カードが導入され、出退勤管理や厚生施設利用などに利用することも多くなってきた。本学においても昨年度から学生証 IC カードが導入されたことにより、授業の出席管理や図書館入退室管理、印刷管理システムなどに利用できる環境が整ってきた。本稿では、学生証 IC カードを利用した出席管理システムの試作および教務システムとの連携について解説する。

キーワード：IC カード、IC タグ、NFC、FeliCa、出席管理、教務システム

1. はじめに

NFC(Near Field Communication)は13.56MHzの周波数を利用した通信距離10cm程度の近距離無線通信技術であり、非接触 IC カードや IC タグを機器に近づけることにより相互通信を可能とする[1]。この通信技術は2003年にISO/IEC 18092(NFCIP-1)で定められた国際標準規格をもとに、NXP セミコンダクターズ社（旧フィリップス社）・ノキア社・ソニーの3社による業界標準団体「NFC フォーラム」において実装仕様・実装技術が策定された。NFC フォーラムでは、国内やアジア地域で普及している FeliCa、欧米を中心とした Mifare などの上位互換性を維持する仕様策定・技術開発を行なっている。

NFC はかざすだけで接続できるが通信速度は低速（106～424kbps）なので、大容量データ交換には適していない。他の無線通信技術である Bluetooth や Wi-Fi では高速大容量通信が可能で通信到達距離も長い。接続するためには設定が必要となる。そのため、Bluetooth のペアリングや Wi-Fi の設定情報の交換に NFC を利用することにより、接続したい機器を相手側にかざすだけで電源投入と接続設定が行なわれ、Bluetooth 接続や Wi-Fi 接続が完了する。切断したい場合は機器をもう一度かざすことで接続解除となる。最近の製品では、スマートフォンや AV 機器、ワイヤ

レスヘッドフォン・イヤホン、スピーカーなどがあり、ワンタッチで接続し、音楽・画像・動画などが転送できるようになっている。

本学の学生証 IC カードはソニーが開発した FeliCa(JIS X 6319-4, ISO/IEC 18092)に基づいている。セキュリティ確保のために暗号化を必要とする部分以外は NFC で公開されている規格だけで開発することができる。これまでは FeliCa を利用したアプリケーションの開発には専用の開発環境が必要であったが、NFC が公開しているコマンドを利用することで開発が容易となった。実例としては、カード利用履歴表示やカード残額表示などのアプリが提供されている。

大学などの講義においては、学生の出席を管理するために学生証 IC カードを利用することで教員側の負担を減らすことができる可能性がある。また、大学で運営している教務システムなどで出席状況を管理しているため、教務システムとの連携をとることができればさらなる省力化がはかれる。本稿では、学生証 IC カードを利用した出席管理システムの試作および教務システムとの連携などについて解説する。

2. 学生証 IC カードについて

NFC フォーラムにて定められた仕様によれば、NFC デバイスが備えるべき機能として次の 3 つのモードがある[2]。

● Reader/Writer モード

NFC タグを読み書きするモードであり、スマートフォンやハンディリーダーなどで、非接触 IC カードや IC タグを読み書きすることで商品情報、クーポン情報、キャンペーン情報、地図情報などへのアクセスに必要な操作負担の軽減がはかれる。学生証 IC カードを利用した出席管理システムは IC カードリーダーにてこのモードを使用する。

● Peer-to-Peer(P2P)モード

2 つの機器間でのデータ通信に使われるモードであり、NFC 機能搭載の機器どうしをかざすだけで認証機能や電話帳、アドレス帳、スケジュールなどのデータ交換やファイル交換が可能となる。これまでの携帯端末どうしの赤外線通信の代替となる。

● Card Emulation モード

NFC デバイスが他の NFC デバイスに対して、FeliCa や Mifare などの非接触 IC カードと同じ動作を可能とするモードである。おサイフケータイやモバイル Suica などのように、スマートフォン自体が IC カード相当となる。

本学の学生証 IC カードは FeliCa 準拠 (Type 3 Tag) であり、暗号化されていない部分については NFC 準拠のコマンドでアクセス可能である。サンプルの学生証 IC カードを FelicaRawViewer[3]にて非保護領域を読み出して解析してみたところ、IDm (製造 ID、8 バイト) と PMm (製造パラメータ、8 バイト) とともに、システムコード FE00、サービスコード 1A88 の領域に学籍番号、性別、都道府県コード、学校コード、大学コード、カード有効期限年月日のデータが格納されて

いることがわかった。これは本学の学生証 IC カードの仕様書のとおりである。IDm は IC カードごとに一意となっており、IDm を利用することで Suica、Passca、ICOCA、Edy など一般の IC カードを利用した出席管理システム[4]もある。IDm を利用する方法では学籍番号との対応をとるための管理が煩雑になること、カードの再発行で IDm が変わってしまうこともあり、本システムでは IDm の利用はしないことにした。

3. 学生証 IC カードを利用した出席管理システム

本システムはソフトウェア開発環境 Visual Studio 2010 にて C# 言語で開発した。講師が PowerPoint など、プレゼンテーションで使用する Windows PC 上で同時に動作させることを想定している(図1)。基本は授業開始時に出席をとるが、遅刻学生にも対応できるように、授業中のプレゼンテーション動作(スライドショー)の妨げとならない常駐型プログラムとした。IC カードの読み取り結果は、PC 画面上に学籍番号(男性:青色、女性:赤色表示)と読み取り時刻を最大2秒間表示して消去する。同時に効果音を鳴らし、学籍番号と読み取り時刻を CSV 形式にてファイルに追加する。このファイルは後述の教務システムとの連携に使用される。IC カードの高速連続読み取り(2~3枚/秒)にも対応しており、その場合は PC 画面表示が頻繁に書き換わることになる。これを実現するためにプログラムはマルチスレッド型となっている。そのため、使用する PC の CPU はマルチコアが望ましい。IC カード読み取り時のポーリング(定期的に IC カードリーダーに問い合わせをする)と読み込み処理のスレッドと画面表示処理の2つのスレッドで構成されている。また、利便性向上のためにバーコード読み取りにも対応させた。さらに、カードサイズの携帯型 PC から Wi-Fi 経由でプレゼンテーション用 PC に読み取りデータを表示するシステムも開発した。



図1. 学生証 IC カードによる出席管理システム (PowerPoint スライド画面)

システム要件は下記のとおりである。

- ① OS : Windows7 以降。32 ビット、64 ビットいずれにも対応。
- ② SONY 製の PaSoRi RC-S380, RC-S330 など (消費電流最大約 200mA)、USB 接続の FeliCa 対応 IC カードリーダーとデバイスドライバのインストール。

カードサイズ携帯型 PC には、開発の容易性 (オンサイト、すなわち携帯型 PC 自身でビルドできることや Perl 言語インタプリタを含め、UNIX 系ソフトウェアツールが標準で用意されているなど) と CPU、入出力インタフェース性能などから安価なカードサイズの小型マイコンである Raspberry Pi 2 B を利用した。Raspberry Pi (ラズベリーパイ) [5]は、英国の慈善団体であるラズベリーパイ財団が開発・販売を行なっている、主に教育用の小型ボード型マイコンである。このマイコンには USB 端子と LAN 端子はあるが Wi-Fi 機能はないので、USB 接続の Wi-Fi 子機アダプタ (Wi-Fi ドングル) を取り付ける (消費電流 500~1,300mA)。IC カードリーダーは前述のプレゼンテーション用 PC で使用する USB 接続の IC カードリーダーをそのまま使うことができる。Android スマートフォンを IC カードリーダーとして利用することを検討した結果、スマホアプリでは 1 枚の IC カード読み取りに 2~3 秒程度の時間がかかり、IC カードを短時間に連続して読み取ることが難しいことがわかった。最新機種スマートフォンでは改良されていると考えられるが、スマホアプリでの利用は今後の課題である。また、USB 接続を無線化する機器 (要 AC アダプタ) も市販されているが、携帯型にして実際に使えるかどうかについても今後の課題である。

通信方式に Bluetooth を利用する方法もあるが、Bluetooth では通信距離が 10m 程度 (Class1 対応機器では通信距離約 100mだが、多くのデバイスは Class2 対応の通信距離約 10m となっている) であり、大講義室では通信不能となることが予想される。また、Wi-Fi 経由で TCP/IP ネットワークを利用するほうがプログラムを開発しやすいことも Wi-Fi を選択した理由である。

このカードサイズ携帯型 PC では図 2 のように 3 層構造となっており、下から順に、Raspberry Pi 2B 本体、Raspberry Pi 2B 駆動用のカード型リチウムイオンバッテリー Mocreco LAVO-2500 Power Bank(2,500mAh)[6]、USB 接続 IC カードリーダーになっている。なお、Raspberry Pi 2B 本体の消費電流は 600~1,200mA (<https://www.raspberrypi.org/help/faqs/#power>)となっている。

操作は下記のように行なう。

- ① プレゼンテーション用 PC 側で IC カードを読み取ったデータを表示するプログラムを起動しておく。このプログラムは前述の出席管理システムとほぼ同様な動作を行なうが、IC カードを読み取ったデータは USB 接続 IC カードリーダーからではなく Wi-Fi 経由の TCP/IP ネットワークからであることが異なる点である。このプログラムはサーバ・クライアントシステムのサーバとして動作する。初回起動時には Windows ファイアウォールから警告が出る場合がある。その場合は通信許可を与えておく必要がある。なお、このプレゼンテーション用 PC でサーバプログラムを動作させるが、IP アドレスは固定である必要はなく、DHCP にて自動で割り当てられる IP アドレスで構わない。②のクライアントプログラムがサーバプログラムを動作させている PC に自動で IP 接続するようにしている

ためである。

- ② カードサイズ携帯型 PC では、IC カードリーダーから読み取ったデータを TCP/IP ネットワーク経由で①のサーバと通信を行なうクライアントプログラムを起動する。このプログラムは Perl 言語で作られており、①のサーバとして動作している PC のネットワークインタフェースのハードウェアアドレス (MAC アドレス) から IP アドレスを得て TCP または UDP にて通信する。ブロードキャスト通信を利用して MAC アドレスから IP アドレスを得るため、サーバ PC とカードサイズ携帯型 PC とともに同じ LAN セグメント内である必要がある。このシステムは授業で使用することを想定しているため、基本的に同じ教室内で使用することになり、サーバ PC とクライアント PC が Wi-Fi でそれぞれ異なる SSID で異なる VLAN に接続する場合などをのぞけば LAN セグメントが異なることはほとんどないといえる。なお、①のサーバ PC の OS が Windows10 以降であれば、標準でサポートされている mDNS(Multicast DNS)を有効にしておけば、上記の MAC アドレスから IP アドレスを得るなどの必要はなく、「PC 名.local」でそのままアクセスできる。Windows8.1 以前であれば、iTunes か Bonjour for Windows をインストールすれば mDNS の機能が使える。
- ③ ②のクライアントプログラムの終了で①のサーバプログラムも自動終了する。

主な利用法は、出席管理だけでなく、授業中の学生からの質問応答や良回答に応じてボーナスポイントを与えることが目的である。そのため、講義室内で学生が着席している位置やホワイトボード、黒板などの位置で IC カードを読み取ることができるようになっている。ボーナスポイントの一例として、IC カードのワンタッチで良ポイント、ダブルタッチで優ポイントが付けられるようになっている (図3)。



図2. カードサイズ携帯型 PC

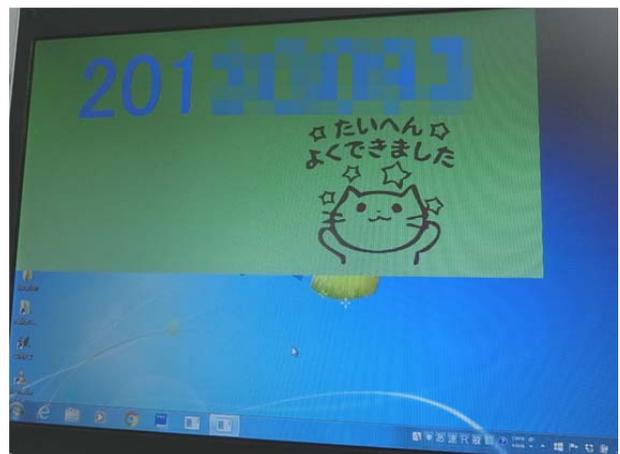


図3. 優ポイント時の画面表示例

4. 教務システムとの連携

本学では、授業の出席状況を SystemD が販売している CampusPlan システム[7]を教務システムとして利用している。講師が自分の担当する授業科目について、履修手続きを行なった学生について毎回の出欠入力を Web 上で行なうようになっている。前述の出席管理システムから得られた CSV 形式の出席データをもとに出欠入力の Web ページを上書きすることで実現している。操作手順は以下の通りである。

- ① 教務システムにアクセスし、出欠を入力する Web ページをブラウザに表示する。
- ② 表示した Web ページについて、メニューから「名前を付けて保存」を選択して HTML 形式のファイルとして保存する。ファイル名は任意であるが、図4の例では7月28日の授業なので、0728.html などとした。HTML ファイルの文字コードは UTF-8 である。なお、ブラウザで表示した Web ページはなるべく表示させたままにしておいたほうがよい。理由は後述するセッション識別用のトークンのためである。
- ③ Windows OS 上で動作する Attendance プログラムを起動し、出席管理システムから得られた CSV ファイルと②の Web ページファイル、結果を出力する Web ページファイル、例えば、0728new.html などと指定する（図4）。その後、開始ボタンをクリックすることで実行される。Attendance プログラム自体は他のプログラム（ここでは attend.exe、後述）への仲介役となるスタブプログラムとなっている。
- ④ ③で出力した Web ページファイルをダブルクリックする、またはブラウザウィンドウ内にドラッグ&ドロップするか、ブラウザにてファイルとして読み込む。これにより IC カードによる出欠結果がページ上に反映される。その後、学生証 IC カード忘れや公欠、病欠などの場合について確認してから保存ボタンをクリックする。なお、同じ IC カードを複数回タッチした場合は CSV ファイルにはそれぞれ別のものとして書き込まれるが、出欠処理としては最初に読み込んだものを有効としている。

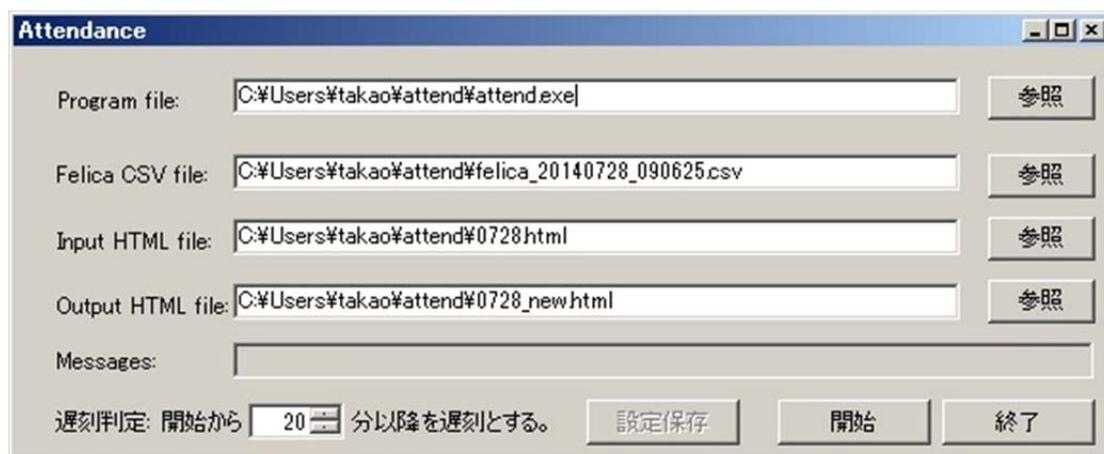


図4. Attendance プログラムの実行例

このような操作手順にする理由は、教務システムのデータベースを直接アクセスできる権限を持つ PC が教務システム用のファイアウォールにて限定されていること、なるべくブラウザ操作のみで完結したほうが操作ミスが少なくなると考えられること、出欠を入力する Web ページにはセッション識別用のトークンが書き込まれており、このトークンが教務システムで保持している

トークンと一致していないと教務システムのデータベースを更新できないようになっているためである。

このプログラムはもともと Linux 上で Perl 言語にて開発したプログラム(プログラム名 attend.pl) がベースとなっている。これを Windows で実行可能プログラム (EXE 形式) に変換 (プログラム名 attend.exe) することで Windows PC に Perl システムがインストールされていなくても実行できるようにした。

Perl スクリプトを Windows で実行可能なプログラムに EXE 化するには、Windows PC にインストールした Perl システムにて行なう。今回は、ActivePerl-5.16.3.1603-MSWin32 を利用した[8]。32 ビット版、64 ビット版のいずれでもよい。64 ビット版の ActivePerl を利用して EXE 化した場合は 64 ビットアプリとなるので、32 ビット版の Windows OS 上では動作しないことに注意する。Windows の管理者権限で ActivePerl をインストールした後、いくつかの Perl パッケージを PPM(Perl Package Manager)にてインターネット上の CPAN(Comprehensive Perl Archive Network)[9]からダウンロード・インストールする。Perl スクリプト attend.pl を EXE 化するのに必要最低限のパッケージとして、DateTime パッケージと PAR::Packer パッケージをインストールする。PAR::Packer パッケージのインストール時には、パッケージ間の依存関係により Win32::Exe パッケージもインストールされる。

```
C:¥Users¥...¥attend> ppm install DateTime
```

```
C:¥Users¥...¥attend> ppm install PAR::Packer
```

その後、Perl スクリプト (ここでは attend.pl) があるディレクトリにて、

```
C:¥Users¥...¥attend> pp -o attend.exe attend.pl
```

とすることで Windows 実行可能ファイル (attend.exe) が作成される。ただし、Linux 用 Perl スクリプトと Windows 用 Perl スクリプトで文字コードの違いに気をつける必要がある。さもないと attend.exe プログラムを単体で実行した場合、標準出力、標準エラー出力などで文字化けが発生することがある。Perl スクリプト内で、Win32::Exe パッケージを利用する際に、

```
use utf8;
use Win32::Console::ANSI;
binmode STDOUT => "encoding(cp932)";
binmode STDERR => "encoding(cp932)";
```

としておけばよい。Perl スクリプト自身は UTF-8 コードによる記述とし、実行時の標準出力、標準エラー出力は CP932(Shift_JIS コードの拡張版)となる。

5. まとめ

学生証 IC カードを利用した出席管理システムの試作および教務システムとの連携について解説した。現在、一部の授業科目で活用されており、図書館入退出管理、オリエンテーション時の出欠管理などにも利用されている。また、バーコード読み取りにも対応できるようにした。バーコード読み取りにおいては、Amazon Web Service(AWS)[10]とも連携し、書籍・雑誌の ISBN のバーコードを読み取ることで書籍の詳細情報を表示することができる。また商品の包装紙などに印刷されているバーコードを読み取ることで商品の説明表示などにも利用できる（図5）。

今後は、学生の顔写真を表示するなど、より利便性を高める方法や、スマートフォンの活用などを検討していく。

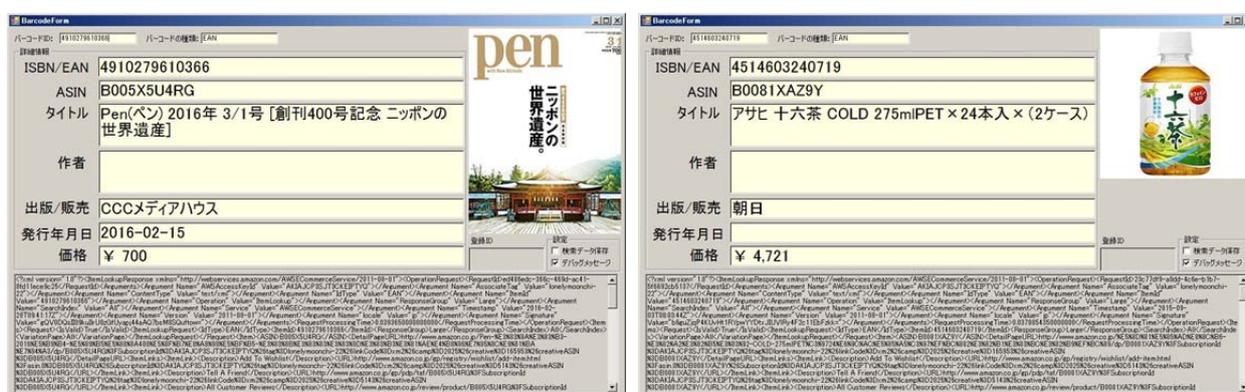


図5. Amazon Web Service を利用したバーコードによる商品検索例

参考文献

- [1]SONY 非接触 IC カード技術”FeliCa” : <http://www.sony.co.jp/Products/felica/>
- [2]『NFC Hacks - プロが教えるテクニック&ツール』, 株式会社ブリリアントサービス, オンラインジャパン, ISBN 978-4-87311-624-2, (2013)
- [3]FeliCa Raw Viewer for Windows : <http://oasis.halfmoon.jp/mw/index.php?title=Soft-FelicaRawViewer>
- [4]市村 匠、鎌田 真、NFC(Near Field Communication)を用いた Android スマートフォンによる授業出席管理システムの開発、第 28 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集、(2012)
- [5]Raspberry Pi : <https://www.raspberrypi.org/>
- [6]Mocreo : <http://mocreo.com/>
- [7]CampusPlan : <https://www.systemd.co.jp/solution/solution-1/campusplan/>
- [8]ActivePerl : <http://www.activestate.com/activeperl>
- [9]CPAN : <http://www.cpan.org/>
- [10]Amazon Web Service : <https://aws.amazon.com/jp/>