

イーサネットによる非接触形ICカード リーダー/ライタの設計とその応用

名古屋 達央¹⁾・外山 貴子²⁾・淡野 公一³⁾・石塚 興彦⁴⁾

Design of a Contactless IC Card Reader/Writer with Ethernet and its Applications

Tatsuo NAGOYA, Takako TOYAMA, Koichi TANNO and Okihiko ISHIZUKA

Abstract

Although magnetic cards, such as a cash card and a credit card, have so far spread widely, the trend of exchanging to the IC card has come out. An IC card can memorize more information than that of a magnetic card with high security. Especially, the contactless IC card has been developed for the sake of convenience. The reader/writer is composed of a radio-tag reader/writer module, an FPGA and an Ethernet conversion module built in a printed electronic board. The FPGA is designed with Verilog-HDL. The most important feature of the reader/writer is use of Ethernet, which leads easy access and easy treatment to the personal computer. We examine contactless IC cards made by "T" company to attendance management on the lectures, "Pulse-Digital Circuits" and "Electronic Circuits". In the future, the applied reader/writer with Ethernet will be applied to the attendance management.

key Word : IC card, reader/writer, Ethernet, FPGA

1. 序論

プラスチックカードの中にマイクロプロセッサとICメモリを埋設したICカードは、大きな情報の記憶容量と、高いセキュリティ機能を持っており、磁気カードに代わる次世代カードとして普及しつつある。ICカードはデータの読み書きの方式によって接触形と非接触形の2種類がある。接触形ICカードは、カードの端子を経由してリーダーライタと呼ばれる端末とデータのやり取りを行う。これに対して、非接触形ICカードにはアンテナコイルが内蔵されており、微弱な電波を利用してリーダーライタとデータの交信を行なう。また、非接触形ICカードはデータの読み書きのできる距離によって、密着型(通信距離 ~2mm, データ速度 9.6kbit/s ~, 使用周波数 4.91MHz), 近接型(通信距離 ~10cm, データ速度 106kbit/s ~, 使用周波数 13.56Mhz), 近傍型(通信距離 ~70cm, データ速度 ~26kbit/s, 使用周波数 13.56Mhz)の3つのタイプに分けられる。接触する部分の端子がない非接触形ICカードは、接触不良などの心配が無く、様々な環境下での利用拡大が期待されている。[1]

本論文では非接触形ICカードに対応したイーサネットによるICカードリーダーライタシステムの設計・製作を行った。本システムの特徴として近接型の非接触形ICカードに対応していること、FPGA(Field Programmable Gate Array)を用いた内部回路の設計をVerilog-HDLで行い、設計の簡単化と容易に仕様変更を行えるようにしたこと、イーサネット変換モジュールを組み込んだことで、専用回線を必要としない既存のネットワーク環境を利用した通信が可能になったことが挙げられる。

端末機の製作では、アンテナ、R/W(Reader/Writer)ボードとしてオムロンの無線タグR/Wモジュール(形V720-HMC73T)、イーサネット変換モジュールとしてアルファプロジェクトのEZL-50、内部回路としてアルテラのFPGA(FLEX7128SLC84-15)を組み合わせ、ICカードリーダーライタ端末機をユニバーサル基板上に試験的に構築し、動作確認を行った。さらに、高精度化、小型化のために、プリント基板CAD PCBEを用いてオリジナルのプリント基板を作成し、その基板上にICカードリーダーライタ端末機を製作した。一方、ハンディタイプICカードリーダーライタ端末機を用いた授業の出欠管理をするためにシステムを構築した。これは作製した非接触形ICカードリーダーライタ端末機を運用するための実験として行ったものである。

出欠管理の方法として、まず、授業が始まる前に端

1) 電気電子工学専攻大学院生

2) 教育研究支援技術センター技官

3) 電気電子工学科助教授

4) 電気電子工学科教授

末機の電源を入れて教室の入り口に置く。学生には、自分の IC カードを端末機にかざし、ディスプレイに自分のタグ番号の表示が出て、ピッと音が出るのを確認してから教室に入るように指導しておく。全ての学生がカードをかざし終えたのを確認したら、講師は端末機を回収し、端末機に保存されたデータを自分の PC に転送する。取得したデータは、ファイルとして出力することが可能で、EXCEL で読み込み可能である。また、この実験の結果をもとにして、将来行う予定である非接触形 IC カードリーダー/ライタによるネットワークを用いた出欠管理システムについて考察を行った。

2. IC カードの種類

IC カードは IC カード-リーダー/ライタ間のインターフェースの違いから、金属端子を接触させて電力と信号をやりとりする接触形と、IC カードと IC カードリーダー/ライタにアンテナを内蔵させて電波で電力と信号をやりとりする非接触形に分けることができる。

2.1 接触形 IC カード

接触形 IC カードは表面に金属製の端子を搭載しており、IC カードをリーダー/ライタに差し込むことで、その端子を通し電力の供給とデータのやりとりを行う方式で、日本を含め最も多く利用されているタイプである(図1)。接触形 IC カードは、カードの表面に8つの接触電極を持ち、カードをリーダーに挿入するたびに、リーダーの接触端子とカードの電極がこすりあって接続される。そのために磨耗や汚れによって接点の接触不良が故障の原因になることがあり、接触不良が発生しないように定期的に保守点検が必要となる。また、カード表面にある接点から内部の IC に、数千ボルトにおよぶ静電気の放電によって回路を破壊する恐れもあることや、接触形 IC カードの接点はカードの中心に対して偏った位置にあるため、挿入するとき前後、左右、裏表の方向を確認して挿入しなければならないといった問題がある。

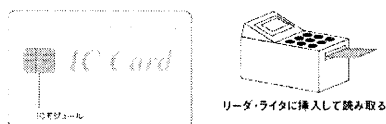


図1 接触形 IC カード

2.2 非接触形 IC カード

接触形 IC カードが持つ問題を解決する方法として、接点に代わって電磁界を用いることが考えられた。この場合、カードをリーダーが発生する磁界内に近づける

だけで動作する。薄いカードには電池の搭載は難しいので、電力も電磁界から直流電圧に変換して IC に供給して動作させる。これが非接触形 IC カードの原理である。非接触で接続することは、接点で直接接続するの比べて、交流磁界の発生・変調・復調などの回路が追加されて複雑になるが、それを超えて接続するメリットがある。第一に、接点がないため磨耗がなく、カードを搬送する機構も必要がないこと。さらに、方向性も位置あわせも気にしなくてよいので取り扱いが非常に便利になる(図2)。また、非接触形 IC カードは通信距離の違いによって密着型、近接型、近傍方の3種類に分類される。作成を行った IC カードリーダー/ライタでは、通信距離が10cm程度と比較的短い距離で、高速伝送と複数のカードが同時にアクセス可能な、近接型の IC カードを用いている。

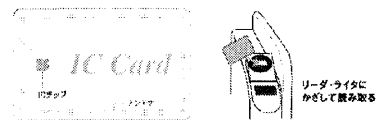


図2 非接触形 IC カード

3. IC カードリーダー/ライタ端末機的设计

本論文では非接触形 IC カードに対応したイーサネットによる IC カードリーダー/ライタシステム的设计・製作を行った。本システムの特徴は、非接触形 IC カードに対応していること。PC と IC カードリーダー/ライタ端末機を LAN で接続するため、従来のネットワーク環境を利用することができ新たな専用回線が不要であること。内部回路に FPGA を用いて設計の簡単化と省電力化を行っていることが挙げられる。

3.1 端末機の構成

本節では IC カードリーダー/ライタ端末機の構成と、使用している部品の役割について述べる。図3に端末機のブロック図を示す。アンテナ、R/W ボードとしてオムロンの無線タグ R/W モジュール(形 V720-HMC73T)、イーサネット変換モジュールとしてアルファプロジェクトの EZL-50、内部回路としてアルテラの FPGA(FLEX7128SLC84-15)を組み合わせ、リーダー/ライタを構築する。

FPGA では R/W モジュールからのシリアルデータ受信線として RXD-RW、そのシリアルデータをコントロールユニットである PC へとつなげるシリアルデータ送信線として TXD、PC からのシリアルデータを受信するシリアルデータ受信線として RXD、そのシリアルデータを R/W モジュールへと送信するシリア

ルデータ送信線としてTXD-RWをそれぞれ配置する。FPGAのクロックは、水晶発信機(EXO-3)の周波数18.432MHzを用いる。また、出力波形に対するノイズ、出力論理が反転するトラブルを防ぐために、一つのバイパス(Vcc-GND間)に対して、一つのバイパスコンデンサをデバイスの近くに取り付ける。バイパスコンデンサには0.1 μ Fの積層セラミックコンデンサを用いる。さらに、PCからFPGAの回路データを受信するダウンロードケーブルを接続するために必要なソケットを取り付ける。

FPGAからの送信シリアルデータ(TXD)は、イーサネット変換アダプタ(EZL-50)へ送信されるが、FPGA~EZL-50間のシリアルポートではシリアルケーブルの中を流れる電圧は-10Vから+10Vで+5Vと大きな差を生ずる。その問題を解決するために、+5V単一電源で動作するように、チャージポンプ電圧コンバータを内蔵したSIPEXのSP202ECPをFPGA~EZL-50間に用いた。

EZL-50はマイコンや既存機器のシリアルポートをTCP/IPポートに変換するインテリジェントプロトコルコンバータであり、端末機とPCがLAN通信を行うために必要な装置である。ここでFPGAから送信された送信シリアルデータ(TXD)をSP202ECPを通して受信シリアルデータ(RXD)で受信する。その受信シリアルデータを、EZL-50でTCP/IPデータに変換し、その変換データ(TCP/IPデータ)をLANケーブルよりPCへ送信する。また、PCが処理したTCP/IPデータをTPINで受信し、そのTCP/IPデータをEZL-50でシリアルデータに変換し、TXDでSP202ECPを通してFPGAへ送信する。そして、FPGAはR/WモジュールへとTXD-RWを通してデータを送信する。また、電源はACアダプタを用いて+5Vを供給する。図4は、動作確認のためにユニバーサル基板上に試験的に製作したICカードリーダー/ライタ端末機である。[2]-[6]

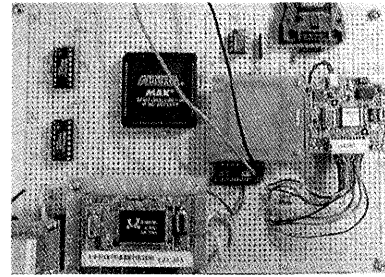


図4 ユニバーサル基板上に製作したICカードリーダー/ライタ端末機

3.2 FPGAの設計

製作を行ったICカードリーダー/ライタ端末機は、書き換え可能な内部回路としてFPGAを用いている。本節ではそのFPGAの回路設計について述べる。本論文ではFPGAの設計ツールとしてアルテラのMAX+plus IIを用いてVerilog-HDLの記述、論理合成、シミュレーション、FPGAへの書き込みを行った。回路は、TOPモジュール、CLKBUNモジュール、REVモジュール、LEDモジュールの4つのモジュールから成る。TOPモジュールのブロック図を図5に示す。TOPモジュールでは、各モジュールの入出力端子、変数の宣言、各モジュールの呼び出し、接続を行う。また、R/Wモジュールからの入力TXD-RWをTXDとしてPC側へ、PC側からの入力RXDをRXD-RWとしてR/Wモジュールへ出力する。システム全体の入力はTXD-RW, RXD, SCLK, 出力はRXD-RW, TXDである。CLKBUNモジュールでは、FPGAのシステム・クロックSCLK(18.432MHz)を分周し、R/Wモジュールの上位側制御ユニットとの通信速度TXCLK(9600bps)RXCLK(38400bps)を作成する。RXCLKはSCLKを479分周、TXCLKはそれをさらに4分周して作成する。カウンタを用い、CRY(桁上げ信号)を分周出力とする。

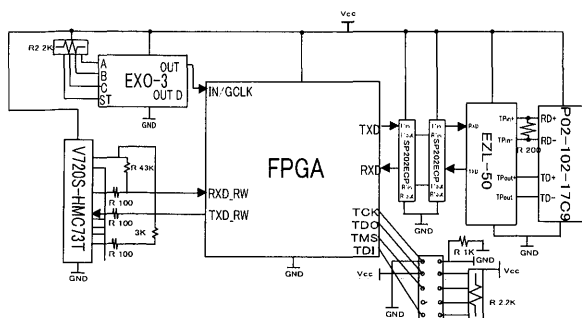


図3 ブロック図

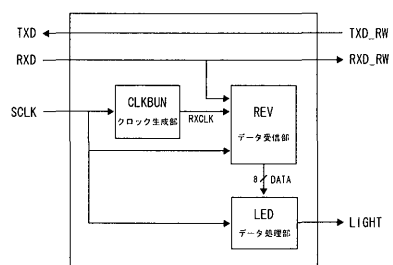


図5 TOPモジュールブロック図

次に、分周器の具体的な動作について説明する。入力をSCLK、出力をTXCLK, RXCLKとする。TXCLK, CNTRX, CNTTX, CRYRXはレジスタである。CRYRXが1のときCNTRXを0、それ以外のときCNTRXをCNTRX +1とする。また、CNTRXが

478 のとき CRYRX を 1, それ以外のとき CRYRX を 0 とすると, このときの CRYRX は RXCLK と等しい. つまり, CRYRX を上位ビット, CNTRX を下位ビット とすると, 下位ビットが 0, 1, 2, ..., 477 とカウント されて 478 になったとき桁上がりが起こり, 上位ビット が 1, 下位ビットが 0 となって 479 分周される. さらに, CRYRX が 1 のとき, CNTTX が 11 ならば CNTTX を 00, そうでなければ CNTTX を CNTTX+1 とすると, CNTTX が 11 かつ CRYRX が 1 のとき, つまり, RXCLK をさらに 4 分周したとき, これが TXCLK と 等しい. 各クロックのタイミングチャートを図 6 に示 す.

REV モジュールのブロック図を図 7 に示す. REV モジュールでは, ステート・マシンで制御信号を作成し, その遷移によって動作状態を制御する. 各々の制御により, シリアルで送られてくる信号 RXD を 8 ビットの平行 の信号 DATA に変換する. 入力を RXD, RXCLK, SCLK, 出力を DATA とする. state, FD, RXDFD, CNT はレジスタである. まず, RXDFD latch で, ラッチを用いて RXD の値を RXDFD に保持する. 次に, STATE MACHINE でステート・マシンを動かすための制御信号の作成を行う. state[5] が 0 かつ RXDFD が 0 のとき state[0] に 1 を代入する. もしくは, state[5] が 1 のとき state[0] に 0 を代入する. また, CNT が 11 がかつ RXCLK が入ったとき state[4:0] を state[5:1] に シフトする. 制御信号 state の遷移は以下になる. 000000 000001 000011 000111 ... 111111 111110 111100 ... CNT についても同様である. state 000000 を CNT 00 として, RXCLK の立ち上がりと共に CNT を 00 01 11 10 00 とカウントする. Serial to Parallel では, state[1] または state[4] が 1, CNT が 11 かつ RXCLK が入ったとき RXD を {RXDFD, FD[7:1]} と し, これを FD とする. これにより, シリアルで送ら れてくる信号を 8 ビットの平行の信号に変換する. さらに, DATA OUT で, state[5] が 1 かつ state[4] が 0 のとき FD を DATA とする.

図 8 は, LED モジュールの状態遷移を示した図で ある. 入力を DATA, SCLK, 出力を LIGHT とする. Flag はレジスタである. DATA が入ると, 状態変数 flag が 1 となる. それ以外は flag は 0 である. LIGHT の状態にかかわらず, flag が 1 のとき door が 1 とな り, LED を点灯させるための信号を出力する. [7]-[9]

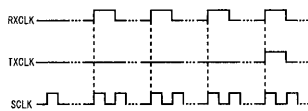


図 6 タイミングチャート

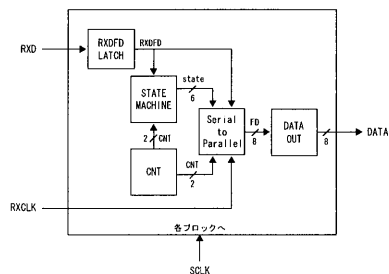


図 7 REV モジュールブロック図

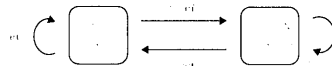


図 8 LED モジュールブロック図

4. IC カードリーダー/ライタ端末機の製作

前節で述べた, ユニバーサル基板上に試験的に製作 した非接触形 IC カードリーダー/ライタ端末機を, プリ ント基板上に製作することで, 高精度化, 小型化を行っ た. 本論文ではフリーのプリント基板 CAD, PCBE を使っ てパターンの作画を行い, それをもとにオリジ ナルのプリント基板を作成し, その基板上に IC カー ドリーダー/ライタ端末機を製作した.

最初に PCBE で基板外形の作画を行う. 今回使用し た基板のサイズは 150 × 100mm なので, この大きさに したがって外形を作画する. 次に, 基板に取り付け る部品を配線ルートが複雑にならないように, 回路の 配線の流れにあわせて配置する. 部品配置が完了した ら次は配線を行う. 市販のプリント基板 CAD とは異 なり, PCBE にはラッツ・ネストと呼ばれる回路図と対 応した部品同士を結ぶ線がないため, 回路図を見なが ら見落としや間違いが無いよう注意ながら自分で配線 を行う. 線幅は通常 1mm で配線を行ったが, IC のピ ン間を通す際には, 少し細い 0.8mm もしくは 0.7mm で配線を行った. また, パターンの空いている部分は ベタ・パターンで塗りつぶしを行った. そうすること で, ノイズの低減や, エッチング液の節約を行うこと ができる. 完成したプリントパターンを図 9 に示す. 作画が完了したら, インクジェットプリンタを使い インクジェット用 OHP フィルムにプリントパターンを 印刷する. 今回は両面基板を用いているため, 表用, 裏用の 2 枚のフィルムを印刷した.

次に, プリントパターンを感光基板に焼き付けるた め, プリントパターンを印刷したフィルムを感光基板に 直接露光する. 感光基板はサンハヤトの 150 × 100mm ガラスエポキシ両面感光基板を用いた. 感光基板の露 光は, 感光基板とフィルムを露光用のホルダセットで

挟んで固定し、正確なパターンを露光するために、フィルムはパターン図の印刷面が基板の銅箔面と密着させて屋外で太陽光を当てて露光を行う。露光が終わったら感光基板を現像液に浸し感光剤が溶けるまで現像を行う。時間を空けすぎると銅は工面が酸化するため、現像が終わったら時間を空けないでエッチングに移る。エッチングが終了したら基板に残った感光剤を除去してアルコールで表面の汚れを取り、全体にフラックスを塗布して仕上げる。フラックスを塗布しておくとも銅箔面が酸化せずいつまでもきれいな状態を保つことができる。基板が完成したらドリルを使って部品を差し込む穴を開ける。穴が開いたら部品を差込み、はんだ付けを行う。完成したICカードリーダー/ライタ端末機を図10、端末機の仕様を表1に示す。

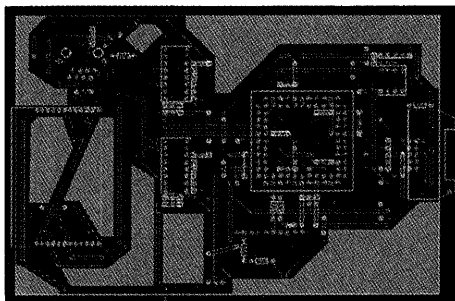


図9 PCBEで作成したプリントパターン

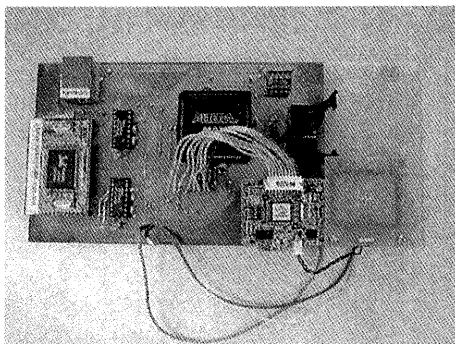


図10 完成したICカードリーダー/ライタ端末機

表1 ICカードリーダー/ライタ端末機仕様

項目	内容
電源電圧	DC5V
最大定格電流	約 300mA
対応 IC カード	近接型非接触形 IC カード
使用周囲温度	-10 ~ +55 °C
使用周囲湿度	25 % RH ~ 85 % RH 以下
外形寸法	110mm × 220mm × 45mm
重量	0.38kg

5. ハンディタイプICカードリーダーによる出欠管理試行システム

作製を行った非接触形ICカードリーダー/ライタ端末機の将来的な展開のために、ICカードリーダーの基本的な機能を試行運用することで、利便性や問題点などを明らかにすることを目的として、教室に凸版社のハンディタイプICカードリーダー端末機(図11)を用いて、講義への出席確認を自動化するシステムを試験的に構築，“パルスデジタル回路”，“電子回路”の2つの授業で実地テストを行った。

5.1 準備

出席管理システムを運用するにあたって、専用のソフトウェアをPCにインストールする必要がある。インストールの方法は、まず最初に、適当なディレクトリを作成し、配布メディアから出席者確認.xls, 変換表.xls, datainp.exe の3つのファイルをコピーする。次に、MSVBVM60.DLL, MSCOMM32.OCX の2つのファイルをOSのシステムディレクトリにコピーする。既にファイルが存在している場合はコピーする必要はない。以上でシステムのインストールは完了となる。システムがインストールできたら、変換表.xlsにICカードの番号と学生の情報(学籍番号, 氏名)の対応付けを記述し(図12), その対応付けどおりに学生にICカードを配布しておく。

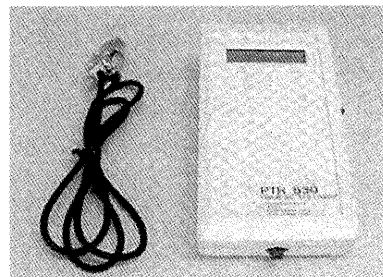


図11 凸版社ハンディタイプICカードリーダー端末機

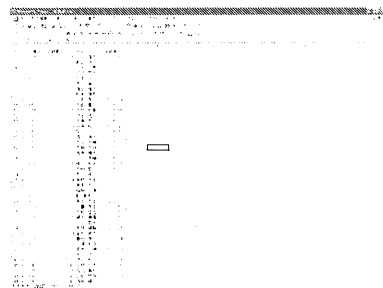


図12 変換表.xls

5.2 出欠管理

本節では実際の出欠管理の方法について述べる。まず、授業が始まる前に、ICカードリーダー端末機の電源を入れてディスプレイの表示が”RDY”となっていること、すなわち、カード読み込み待機状態になっていることを確認して教室の入り口においておく。学生には、自分のICカードを端末機にかざし、ディスプレイに”自分のタグ番号 OK データ数”の表示が出て、ピッと音が出るのを確認してから教室に入るように指導しておく。また、端末機に3分間読み込みが無かった場合、ディスプレイに”POW”と表示されて待機状態になり読み込みができなくなるため、一度電源をオフにして、再度オンにしてから読み込みを行う必要があるため、学生に注意するよう指導しておく。

今回の出欠管理では、出席者と遅刻者を分けるため、授業がはじまってから10分以上遅れて教室に入室したものは遅刻扱いとし、30分以上遅れた者は欠席とした。講師は授業開始から10分後に、出席者のデータをPCに読み込むために端末機を回収する。回収した端末機は専用のRS-232Cケーブルを使用してPCポートはCOM1に接続する。次に、インストールしていただいた出席者確認.xlsを用いてデータの取り込みを行う。まず、PCで出席者確認.xlsを起動して、データ取り込みボタンを押す。データ取り込み設定のダイアログ(図13)が表示されるので、時限、講義名の各欄を設定して出席ボタンを押す。すると、画面右の待ちが処理中に変化するので、端末機の電源をオンする。この状態でデータ取り込み用のカードを端末機にかざすと、EXCEL上でデータの処理が行われ、画面右の処理中が終了に変わったら読み込み終了となる。データ読み込みの操作を行うと、ワークシート上に出席者の学籍番号と氏名が表示されたエクセルのファイルが出席者確認.xlsをインストールしたディレクトリに自動的に作成される(図14)。自動保存される際のファイル名は”授業名.xls”という形式になる。

次に、遅刻者の管理について述べる。凸版社のハンディタイプICカードリーダー端末機には時計機能がないため、学生がいつ教室に入室したかを知ることができなかった。よって、今回行った出欠管理では、遅刻者のデータを取るために、講師は出席者のデータを取り込んだ後、データクリア用のカードを用いて一旦データをクリアし、端末機を元の場所に設置し直して再びデータを取るという方法をとった。講師は授業開始から30分後に、遅刻者のデータをPCに読み込むために再び端末機を回収し、出席者のデータを取り込んだときと同様にデータ取り込み設定のダイアログを表示させて、ダイアログの集計ボタンを押す。する

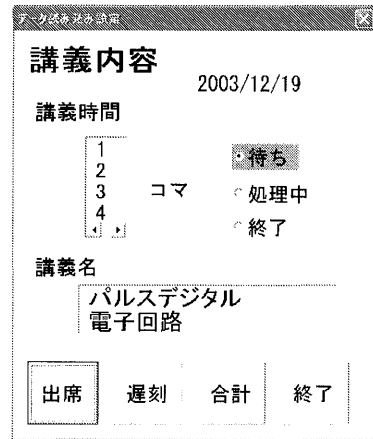


図13 データ読み込みダイアログ

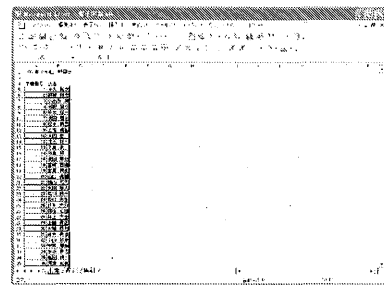


図14 出席者のデータ取り込み画面

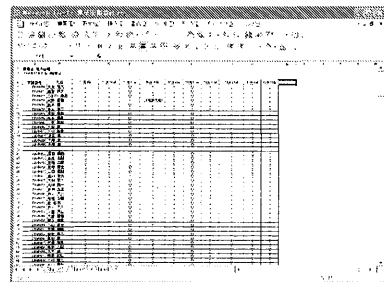


図15 合計後のデータ取り込み画面

と、出席番号、名前の後に、その日の授業を欠席した者は○、遅刻した者は△、欠席した者は×を記述したエクセルのファイルが自動的に作成、保存される。自動保存される際のファイル名は”授業名+集計.xls”となる。

また、データ取り込み設定のダイアログで合計ボタンを押すと、図15のように集計ファイルのデータをまとめて編集できるようにした。このファイルは”授業名+合計.xls”という名前で保存される。以上の出席管理試行システムの概要図を図16に示す。[10]-[16]

6. 非接触形ICカードリーダー/ライターによるネットワークを用いた出欠管理システム

本節では凸版社のハンディタイプICカードリーダーによる出欠管理の実地テストの結果から得られたデー

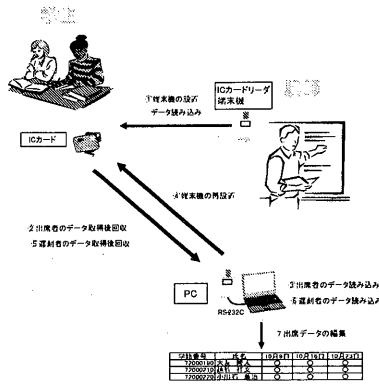


図 16 出席管理 試行システムの概要図

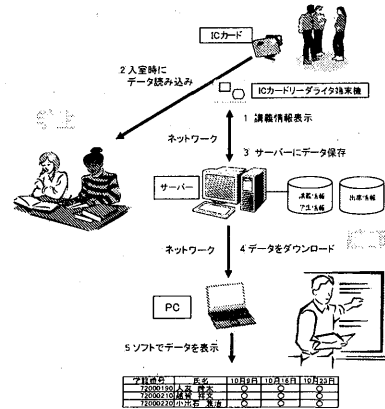


図 17 非接触形 IC カードリーダー/ライタによるネットワークを用いた出欠管理システムの概要図

タを参考にして、どのように非接触形 IC カードリーダーによるネットワークを用いた出欠管理システムを構築していくべきか考察を行う。

まず、出欠管理の実地テストの結果から得られた、IC カードリーダーによる出欠管理の利点について述べる。ひとつは、IC カードを使用した出欠管理では学生が IC カードを端末機にかざすだけで出席を取ることができるので、講師は授業のたびに学生の点呼をとる必要が無く、授業の時間を無駄にせずに授業を行えたこと。また、PC によるデータ管理によって、学生の授業の出席状況を容易に把握することができたことが挙げられる。問題点としては、学生に IC カードを配布する時点での配布間違いや、学生による IC カードの紛失といった、IC カードの管理に関することが問題点として見られた。また、凸版社のハンディタイプ IC カード端末機には時計機能がなかったため、誰が何時何分に IC カードを通したのかを判別することが難しく、遅刻者の判別方法に煩わしさがあつた。

以上の結果を踏まえた上で、来年度より開始する予定である非接触形 IC カードリーダー/ライタによるネットワークを用いた出欠管理システムの構築について考察を行う。出席管理システムの構成は、データ保管、端末機制御用のサーバーとしての PC を 1 台、教室に設置する IC カードリーダー/ライタ端末機を用いて構築し、それらを LAN でネットワーク化する。出欠管理の方法は、出欠管理の実地テスト同様に、教室に端末機を設置しておき、学生が教室に入室する際に端末機に自分の IC カードをかざすことで出欠管理を行う。講師は各自の PC を利用してサーバーにアクセスし、データをダウンロードすることで、学生の出席情報を得ることができる。図 17 に非接触形 IC カードリーダー/ライタによるネットワークを用いた出欠管理システムの概要図を示す。

次に、出欠管理の実地テストで見られた問題点の対応策の検討を行う、IC カードの管理に関する問題で

は、学生証を IC カード化してあらかじめ個人認証のための情報を書き込んでおくなど、IC カードの管理の一元化を行う方法が考えられる。また、遅刻者の判別方法は、システムのネットワーク化を行えば、データがサーバーにリアルタイムで保存されるので、保存された時間をログとして保存しておくことでその学生が教室に入室した時間を知ることができ、遅刻者の判別を容易に行うことができる。このように、システムのネットワーク化を行うことには様々な利点がある。上記の利点以外にも 1 台のサーバーで複数台の IC カードリーダー/ライタを同時に制御することができること、端末機はサーバー上の講義情報を参照して、時間が来ると自動的に受付を開始するようにすることができること、サーバーにデータを一元管理することで出席情報の統計等を容易にとることができることが挙げられる。

7. 結論

本研究は 2 年にわたって行い、初年度には非接触形 IC カードに対応した IC カードリーダー/ライタの設計・製作として、IC カードリーダー/ライタ端末機の構成と動作確認のためのユニバーサル基盤上への製作を行った。この端末機の特徴として、非接触形 IC カードに対応していること、イーサネット変換モジュールを内蔵させたことで、専用回線を必要とせず既存の LAN 回線を用いてネットワーク化することができること、内部回路として使用した FPGA の回路設計を Verilog-HDL を用いて行い、設計の簡単化と省電力化を行っていることが挙げられる。さらに、2 年目には回路の高精度化、小型化のために、プリント基板 CAD を用いてオリジナルのプリント基板を作り、その基板上に IC カードリーダー/ライタ端末機を製作した。完成した IC カードリーダー/ライタ端末機は、電源電圧として AC100V の AC アダプタを用い、最大定格電流 300mA、非接触形

IC カードに対応しており，使用可能な温度範囲は-10～+55℃，湿度範囲は 25 % RH～85 % RH，外形寸法は 110mm × 220mm × 45mm，重量は 0.38kg である。

次に，作製を行った非接触形 IC カードリーダーライター端末機のために，IC カードリーダーの基本的な機能を試行運用を行い，その利便性や問題点などを明らかにすることを目的として，凸版社のハンディタイプ IC カードリーダーを用い，講義への出席確認を自動化するシステムを試験的に構築，実地テストを行った。その結果，IC カードリーダーを用いた出席管理の利便性として，授業のたびに学生の点呼をとる必要が無く時間を無駄にせずに授業を行えたこと，PC によるデータ管理によって学生の授業の出席状況を容易に把握することができたことなどが挙げられる。また，学生の IC カードの紛失や配布間違いといった，IC カードの管理に関することが問題点として見られた。これらの問題点を解消するためには，学生証を IC カード化して，あらかじめ個人認証のための情報を書き込んでおくなど，IC カードの管理を一元化することが必要となる。

最後に，これらの結果をもとにして将来行う予定である非接触形 IC カードリーダーライター端末機を用いた出席管理について考察を行った。出欠管理の方法は，教室に IC カードリーダー端末機を設置しておき，端末機はサーバー上の講義情報を見て，時間が来ると自動的に受付を開始するようにする。学生は受付が開始されたら各自の IC カードを端末機にかざし教室に入室する。授業に出席した学生の情報は，端末機から LAN を通してサーバーにリアルタイムで保存し，講師は各自の PC を利用してサーバーにアクセスすることで，保存されている出席情報のデータをダウンロードできるようにする。このようにシステムをネットワーク化する利点として，1 台のサーバーで複数台の端末機を同時に制御することができること，時間が来ると自動的に受付を開始することができること，学生の出席情報をリアルタイムで得ることができるため，遅刻者の判別を容易に行えること，サーバーにデータを一元管理することで出席情報の統計等を容易にとれることが挙げられる。

今後は，作成した IC カードリーダーライター端末機を用いて出席管理を行うシステムを構築し，実際に出席管理を行うこと。内部回路に FPGA では無くマイクロプロセッサを用いること。さらに，出席管理以外の方法についての研究開発を行いたい。

謝辞

本研究を行うにあたり，リーダー/ライターの製作，並びに出席管理について，御協力頂いた本学学部生中野敏幸，水永卓真両君に深く感謝いたします。

又，本研究は，企業からの卒業研究テーマの提案から生み出されたものである。提案を頂き，又資料の提供や内容の検討を頂いた(株)デンサンの開発部長松下勝氏，企画部長水口満夫氏，特命推進部長石山和弘氏に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 玉田丈夫，穂山晴臣，桑原正幸，“IC カード しゅくと広がる世界”，電気書院。
- [2] HUMANDATA，“FLEX10K10 プレットボード CSP-004FLEXSTART ユーザーズマニュアル”。
- [3] ALPHAPROJECT，“ezTCP/EthernetseriesEZL-50EVA ボードマニュアル”。
- [4] OMRON，“電磁誘導方式 RFID システム形 720 シリーズユーザーズマニュアル”。
- [5] KSS，“EXO-3 CMOS 水晶発信機/COMS Crystal Oscillator 仕様書”。
- [6] Sipex，“SP202E High-Peformance RS-232 Line Drivers/racivers 仕様書”。
- [7] 並木秀明，前田智美，宮尾正広，“実用入門 デジタル回路と Verilog-HDL”，技術評論社。
- [8] 小林優，“入門 Verilog-HDL 記述”，CQ 出版社。
- [9] 首藤真，“Verilog-HDL を用いたデジタル回路設計”，宮崎大学工学部電気電子工学科集積技術研究室。
- [10] 浜辺隆二，“論理回路入門”，森北出版。
- [11] 大村あつし，牧村あきこ，“簡単プログラミング Excel VBA 基礎編”，技術評論社，2002 年。
- [12] 大村あつし，牧村あきこ，“簡単プログラミング Excel VBA 演習編”，技術評論社，2002 年。
- [13] 林晴比古，“新 VisualC++6.0 入門 ビギナー編”，ソフトバンクパブリッシング，1999 年。
- [14] 林晴比古，“新 VisualC++6.0 入門 シニア編”，ソフトバンクパブリッシング，1999 年。
- [15] 山池秀美，“はじめての VisuaC++6.0”，技術評論社，1999 年。
- [16] 柴田望洋，“新装版プログラミング講義 C++”，ソフトバンクパブリッシング，2000 年。
- [17] 高橋美有，“イーサネットによる非接触 IC カードリーダー - FPGA の設計 -”，平成 14 年度宮崎大学工学部電気電子工学科卒業論文，2003 年 2 月。
- [18] 薄田大輔，“イーサネットによる非接触 IC カードリーダー - 端末機の製作 -”，平成 14 年度宮崎大学工学部電気電子工学科卒業論文，2003 年 2 月。