

実践報告・資料

コンピュータ通信実験教材の開発

富山職業訓練短期大学校 平野 昭男

Development of Computer Communication Trainer

Akio Hirano

要 約 コンピュータと周辺機器とのデータ伝送に用いる直列データ通信は、情報通信の分野ばかりでなく、遠隔計測や各種生産機器の遠隔制御の通信手段として多用されている。このため、電気、情報系は勿論、制御を志す機械系の訓練生にとってもRS-232Cを中心とする直列データ伝送の技術は不可欠の技術要素となっている。

このような状況を踏まえ、当短大の電子・情報技術科でもコンピュータ通信に関する訓練教科を設け、ソフトウェア、ハードウェアの知識、技術について訓練を行っている。しかし、直列データ伝送ICは内部構造や動作が複雑で訓練の初期の段階でこれ等の事項の理解の助けとなる実験教材の必要性を感じていた。

今回、これ等の訓練を目的として、直列データ伝送IC i8251の動作確認回路、各種データ伝送インターフェース及び、簡易LAN実験回路を備え、訓練の初期の段階から応用に関する訓練まで対応できる訓練教材を開発した。

ここでは、開発した実験教材の中で主としてi8251の動作確認回路、簡易LAN回路を中心とした実験教材の構成、並びに訓練への適用について報告する。

I はじめに

コンピュータデータ通信に用いられる直列データ伝送技術はコンピュータ周辺機器との通信は勿論、最近では、例えばホームセキュリティシステムやメカトロニクス機器の遠隔制御、目新しい所では自動車内の制御回線にも用いられる等、その利用範囲は多岐にわたっている。

このため、直列データ伝送技術は情報関係技術者は勿論電気、機械系技術者にとっても不可欠な技術要素となっている。このような状況に基づいて、今回、シリアル伝送ICの制御やシリアルデータ伝送実験、簡易LAN実験等が行える実験教材を開発し、この教材による訓練を試行した。

種々改善の余地があるがここに開発した実験教材について報告したい。

II 教材開発の目的とその機能

i8251に代表される直列データ伝送ICはコマンドやモー

ド等の初期設定項目が多く、また、動作中はステータスレジスタの読み取りが必要である等、一般にその取扱が複雑である。このため、これ等のICの内部レジスタの設定状況や動作状況が確認できればICの取り扱い方法や動作原理の理解の手助けとなる。

また、最近では制御信号やA/D変換データ等を通信回線で伝送し、機械の遠隔制御や遠隔計測を行う事例が多い。

これ等の事項を考慮し、主として次の機能を有する実験教材を開発することとした。

1. 直列データ伝送IC、i8251の各種内部レジスタの状態をパネル面に表示し、ICの初期設定状況、動的動作状態等が確認できるようにする。
2. パネルスイッチや並列入出力ポートを入出力とした8bitパラレルデータの直列伝送実験、A/D、D/A等のデータアクイジション結果の直列伝送実験等、具体的な直列データ伝送実験ができる。
3. 2チャンネルのRS-232Cポートを設け、実験装置を中継ターミナルとしても使用できる等、バリエーションのある伝送路が構成できる。

4. 簡単なLAN (ローカル、エリア、ネットワーク) 通信実験ができる。

III 実験装置の構成

この実験装置は図1に示すようにマイクロプロセッサにZ80を用いた一種の通信ターミナルであり、次の部分から構成されている。

1. マイクロコンピュータ本体CPU Z80A、クロック 2.457MHz ROM 8Kバイト、RAM 32Kバイト その他、テンキーマトリックス、液晶表示回路を含む。
2. 直列データ通信ポート
 - ・RS-232Cポート 2チャンネル、
 - ・簡易LAN通信ポート 1チャンネル、
3. コミュニケーションIC、i8251の状態表示回路
4. データ入出力ポート
 - ・並列入力ポート 2チャンネル、
 - ・並列出力ポート 1チャンネル、
 - ・データアキュイジション (A/D、D/A) 1組

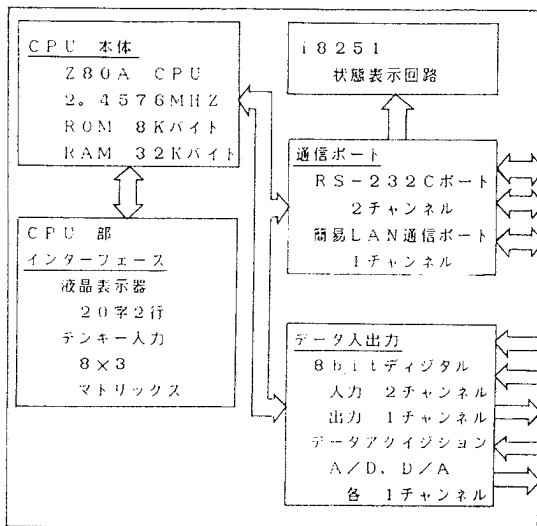


図1 実験教材の構成図

IV 実験装置の回路動作

1. i8251の状態表示回路

i8251の動作状態を確認するためにコマンドレジスタ、モードレジスタ、ステータスレジスタ、データレジスタ

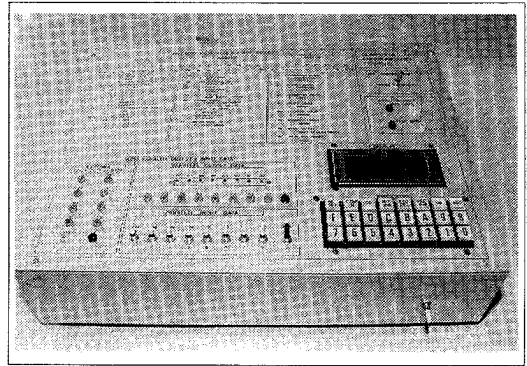


図2 実験教材の外観写真

の内容をパネル上に表示する。レジスタの読み出し方法として、例えば、CP/MやMASM等のアセンブラに組み込まれているエグザミンコマンド、Rコマンドのようにソフトウェア的に読み出す方法がある。しかし、ICの動的な状態でこの方法によりレジスタ読みだしを行うと、レジスタ読み出しのための余分なプログラムが介在することになる。これは訓練目的には不向きである。

このため、ここではこの機能をハードウェア的に実現する。この回路を図3に示す。

その動作は、CPUが8251をアクセスする時のリード、ライト等のコントロール信号をデコードし、CPUと8251でやり取りされるデータを同時に74LS373にラッチする。このラッチデータをLED (発光ダイオード) で表示する。パネル面のLEDはそれぞれのレジスタの各ビットに対応しているのでコマンド、モードレジスタの設定状態、データレジスタ、ステータスレジスタの状態を視覚的に直接読み取ることができる。

また、パネル面には各ビットの意味付けを図4のように表記してあるので、LEDのON、OFFに対応してi8251の動作状態を確認できる。

なお、回路図中の74LS92はコマンドレジスタ、モードレジスタをシーケンシャルにアクセスするためのカウンタである。

2. 通信ポート

図5にRS-232C及び簡易LAN通信ポートの回路を示す。8251の一つは、図のように必要に応じてRS-232Cと簡易LANに切り替えて使用する。

また、図中のZ80CTCは割り込みコントローラとして使い、デージーチェン方式の割り込み回路を構成する。

3. データ入出力インターフェース

具体的なデータ伝送実験は、例えば、アスキーコード

MODE																COMMAND															
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0																
0.1	0.0	1.0	1.1	0.0	0.1	1.0	1.1	0.0	0.1	1.0	1.1	0.0	0.1	1.0	1.1																
BAND RATE								TX ENABLE								DISABLER															
CHARACTER LONG								DATA TERMINAL READY								READY DTR															
PARITY ENABLE								TX ENABLE								TX ENABLE															
DISABLER								ERROR RESET								ERROR FLAG RESET															
PARITY GENERATION CHECK								RESEST TO SEND								INTERMEDIATE RESET															
DSD								ENTER HUNT MODE								HUNT MODE															
EVEN																															
STOP BIT																															
1 BIT																															
1.0																															
1.1																															

図4 パネル面の8251状態表示状況

の伝送、リレ等のスイッチング回路の制御信号の伝送、A/D、D/A変換データの伝送実験等を行う。

このためにトグルスイッチでビットセットを行う8ビット入出力回路、及び、8ビットデジタル外部入出力回路を設ける。これ等の回路は並列I/O i8255に接続され、これから得られたデータを8251で直列データに変換して伝送する。また、アナログデータの伝送実験のためにA/

D、D/A回路を設ける。

4. 簡易LAN回路の構成及び回線制御

簡易LANの一端末はパーソナルコンピュータとここで製作するターミナルで構成され、この端末が複数台伝送ラインに接続されLANを構成する。

伝送ラインは実験距離が短いので簡単なツイストペア線を用いる。また、線路上の信号形態はFA等で用いるマルチドロップ方式を用いる。なお、伝送ラインの線間電圧はDC5V程度で十分動作する。

ターミナル中の8251の一つは図5のようにスイッチングトランジスタを經由して伝送ラインに接続される。

もう一方の8251はパーソナルコンピュータとの通信に用い、RS-232Cラインに接続される。

なお、2つの8251はZ80CTCと組み合わせられてCPUに対してモード2の割り込みを発生させる。

また、ターミナル中のRAMは伝送ラインからの受信データ、パーソナルコンピュータからの送信データのバッファリングに用いる。

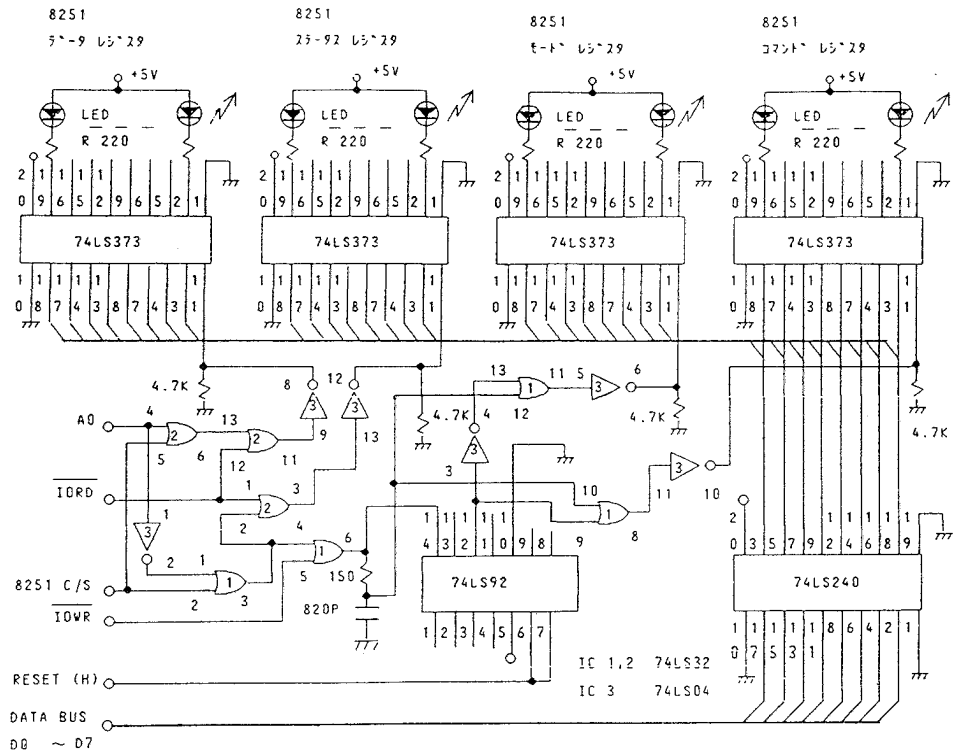


図3 8251状態表示回路

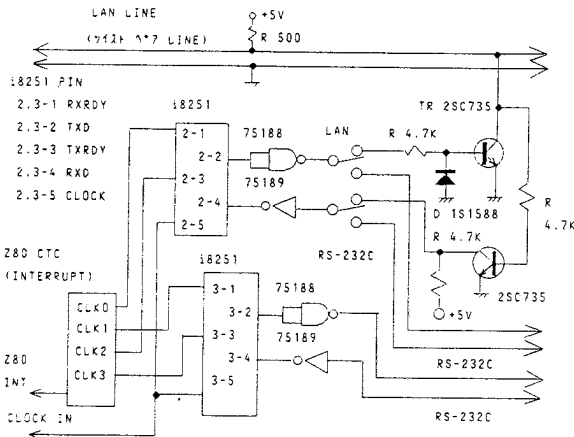


図5 通信ポートの構成図

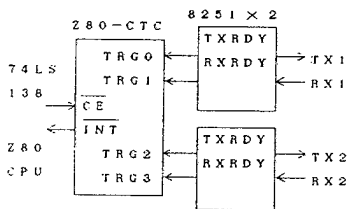


図6 Z80モード2割り込み回路

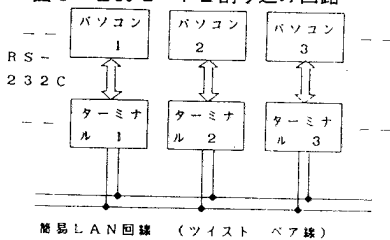


図7 簡易LAN概要

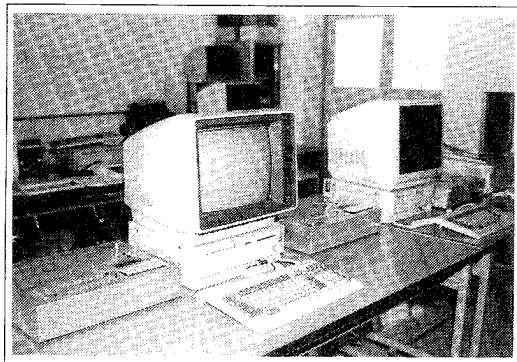


図8 簡易LAN構成写真

V 簡易LANの伝送制御

伝送路とターミナル間の伝送制御手順はCSMA/CD方

式に近い制御を行う。すなわち、データの送信はまず伝送ラインが使用されていないかキャリアセンスを行い、回線が空きの状態であればデータ伝送を開始する。

データの形式は図9のようにヘッダ、宛先局名、自局名、伝送データの種別等のデータを送信後、本文データ、終了符号、サムチェックデータを順次送信する。

送信中は伝送ライン上の衝突検出のため一文字送信後ただちに8251を受信に切り替え、ライン上のデータを受信する。⁽¹⁾受信データと送信データを比較し、これが異なれば正常な伝送が行われなかったことになるので送信を中断し、データを再送する。

伝送ラインからのデータの受信は最優先されるので割り込みにより受信を行う。受信データが自局宛であるか判別し、自局宛データであればそのデータをRAMにバッファリングする。受信データはすべて足し込んでいき、最後に相手局から送られてきたサムチェックデータと比較する。

その結果にもとずいてACKまたはNAK符号を送信し、送信元へ受信結果を通報する。

このように、ターミナルは伝送ラインの主要な通信制御を受け持つ。このためパーソナルコンピュータ側の通信制御はターミナルとのデータの受渡し程度の単純なものとなる。すなわち、パソコン上では宛先局、データの種別等を設定し、伝送データからサムチェックデータを生成して送信データと共にこれ等のデータをターミナルに送信する。

ターミナルとのデータの受渡しはACK、NAKによりハンドシェイクによって行う。このため、ターミナル、パソコンがBUSYの状態でも伝送データの欠落は生じない。

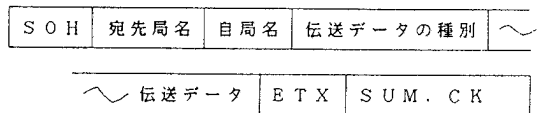


図9 伝送データの形式

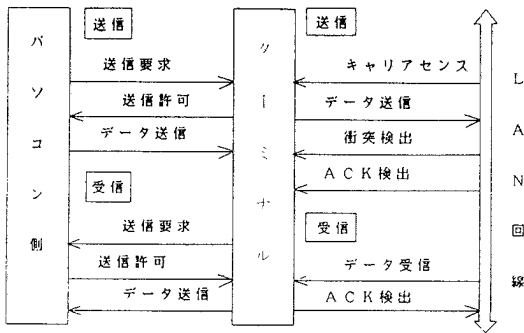


図10 簡易LAN通信手順

VI 通信ソフトウェアの開発

パソコン対ターミナル、ターミナル対ターミナル等のように一対一の対向通信のプログラムは比較的に簡単であるので、これ等のプログラムは実験者にすべて作成させる。

しかし、ターミナルを簡易LANシステムとして動作させる場合は、複雑な回線制御プログラムが必要である。

このため、この部分のプログラムは予めターミナルに組み込んでおく。組み込む簡易LANターミナルプログラムは図11~14までのフローチャートに示すように、伝送ラインの受信のみ割り込みプログラムで処理し、その他はすべてメインプログラムで処理する。

なお、プログラムの記述言語はアセンブラを使っているので、細かい記述が可能であるが、プログラムが長く、見透の悪いプログラムとなってしまった。

簡易LANのパソコン側の通信プログラムは、対向通信と同様比較的容易に製作できるので、この部分は実験者に製作させる。

なお、パソコン側のプログラムは、通信割り込みが簡便に利用できるBASIC言語を用いて作成している。

また、ターミナル側の通信プログラムの作成は、ホストのパソコン上でCP/M、XMACRO80で行い、これをHEXファイルとしてターミナルのRAMエリアに転送し、GOコマンドで実行させる。従って、ターミナル中のZ80モニタにはHEXファイル受信プログラムを組み込んでおく。

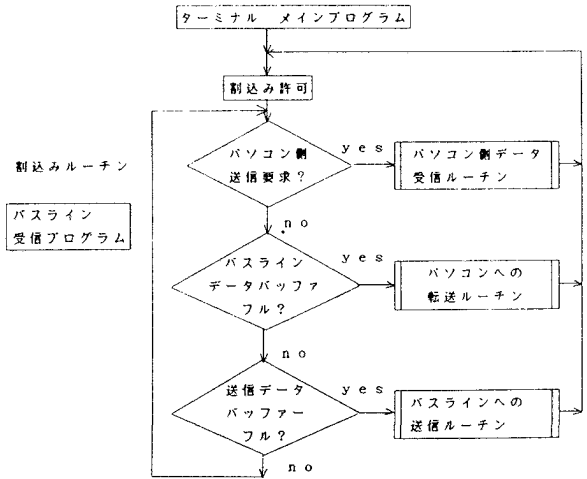


図11 LANメインルーチン

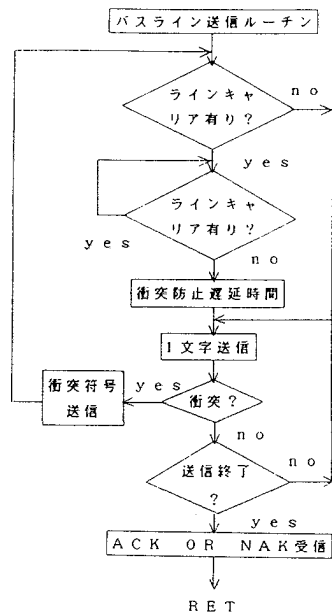


図12 LANバスライン送信ルーチン

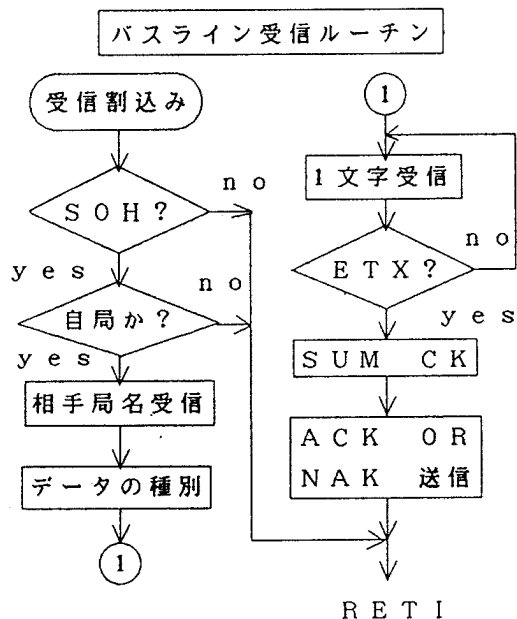


図13 LANバスライン受信ルーチン

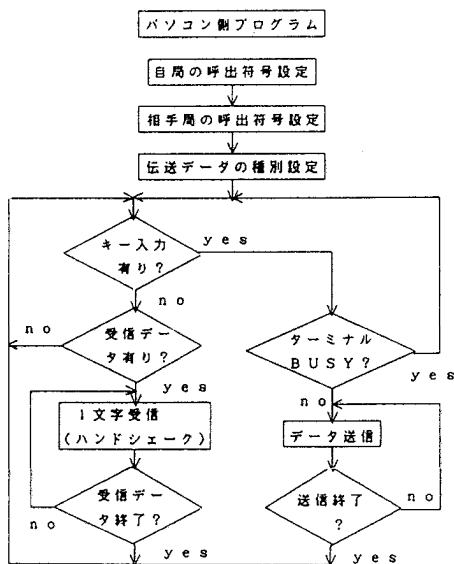


図14 LANパソコン側プログラム

VII 実験教材の製作と訓練への適用

数回の試作を経て一応システムとしての動作が確認出来たので、2名の学生に卒業製作課題として提示し、ハードウェア、ソフトウェアの製作実習を試みた。

ハードウェアは規模が結構大きいので、製作に当たってはCPU部、通信回線部、8251状態表示部と一つ一つ配

線が終わる毎に動作チェックをさせ、各部の動作を確認しつつ作業を進めさせた。出来上がった装置は配線量が多いためか、若干ノイズに弱点があるが一応正常に動作するものが得られた。

ハードウェアの製作に多くの時間を費やしたため、通信ソフトの製作はターミナルとパソコン間の対向通信ソフトの製作が精一杯でLANソフトの製作を行うまでは至らなかった。

通信ソフトの製作課題としては、ターミナルとパソコン間で基本的な送受信プログラムの製作を行い、コマンドレジスタ、モードレジスタの設定状態、特に送受信時のステータスレジスタの動きを観測させた。

また、対向通信の例題として、A/D変換器から取り入れたデータをRS-232Cラインでパソコンに転送し、パソコン上でそのデータの値をグラフィック表示させるプログラムをアセンブラ及びC言語を用いて製作させた。

なお、製作したこの実験教材は、卒業研究等に於けるコンピュータ通信実験の基礎実験教材として利用している。

VIII おわりに

数年前に卒業製作課題として、8251を用いた5単位6単位符号変換器を製作させたことがある。このとき8251が動作せずハードウェアの異常かソフトウェアの誤りか判別がつかず、対策に多くの時間を費やした。

これが今回の実験教材開発のきっかけとなった。製作した実験教材はハードウェア、ソフトウェア共、手作りであるが、ハードウェアについては64180やTMPZ80C15等の集積度の高いCPUを用いて製作労力の低減と信頼性の向上を計りたい。

また、簡易LANのターミナルソフトは非常に見透しの悪いプログラムで、プログラムの異常な動きや、ハングアップの心配がある。今後、LSIC80等のクロスC言語等によるプログラムの開発を試みたい。

この様に種々の改良点があるが通信用IC i8251の理解から応用までの実験実習が可能であるので、コンピュータ通信のハードウェア、ソフトウェアを本格的に学ぼうとする場合の実験教材として有効であると考えている。

終わりに、この実験教材の製作に積極的に取り組んでくれた岩坪 真美君、高柴 宏之君に本稿を借りて謝意を表したい。

参考文献

- (1) 阿江忠 ローカル・ネットワーク技術の基礎と実
際 CQ出版 昭和58年
- (2) 横山直隆 割り込み技術入門 技術評論社 昭和
63年
- (3) 伊東久雄 シリアル伝送技術入門 技術評論社
昭和62年
- (4) 平野昭男 教育訓練を目的としたLANシステムの
開発 実践教育研究発表会予稿集 平成元年