PC 9801 を用いた放電波形高速表示 プログラムとJIPP T-II U オンライン実験データ 処理プログラム

谷口能之, 野田信明, 笹尾真実子, 佐藤征宏

(名古屋大学プラズマ研究所)

(1985年12月10日受理)

High Speed Graphic Program on a Personal Computer and Its Utilization in JIPP T-IIU Online Data-Processing System

Yoshiyuki Taniguchi, Nobuaki Noda, Mamiko Sasao
and Masahiro Sato

(Received December 10, 1985)

Abstract

A high speed graphic program was developed on a personal computer PC 9801. Using this program, one can draw a waveform of successive 16 bit-integer data, such as obtained by analog-to-digital convertor. The program is written by the machine language and has a form of a subroutine program which can be called from main programs under N₈₈ BASIC. The time for drawing one waveform is 4ms, which is two orders faster than the time with standard graphic routines of BASIC interpreter. This program is very convenient for the real-time display of plasma-monitoring raw data, such as plasma current, loop voltage, rf power etc. in tokamak experiments. This program has been utilized in JIPP T-IIU experiments and enables to display data of 8 channel ADC within a few seconds before the system transmits the data from CAMAC to the computer center of the institute. The program and its utilization are presented.

1. はじめに

JIPP T-IIU のデータ処理システムの第1の目的は、実験遂行上有益な情報を実時間処理によって実験現場で得ること、そしてデータを確実に保存し、後日の詳細な解析に備えることにある。そのため、実験データは一度全部当研究所附属計算機センターのM-200に転送されたのち、TSS等で見られるようになっ

ている¹⁾。このシステムは1978年に完成し、稼動をはじめている。当初のデータ量は60KB/Shot程度であったが、その後の測定チャンネルの増加とともにデータ量は増大し、現在の実験データ量は1ショットあたり700KBにのぼっている。この実験データ収集・転送・処理・表示までに現状では約4分が必要とされ、データの表示はすべてのデータの転送後に開始される手順となっているため、放電波形をはじめ放電直後の実験データの確認が困難となっている。データを放電直後に確認することは実験の能率向上にもつながるが、そのためには転送前に表示するシステムがあれば良い。

JIPP T-IIUでは、最近普及しているパーソナルコンピュータのPC9801を導入し上記の問題点の解決をはかった。実験データが、画面にオシロスコープのようにリアルタイムで表示されるのが最良であるが、表示に数秒必要としても実用上問題はない。しかし、N₈₈-BASICシステム²⁾のもとでのグラフィック機能をそのまま用いると表示に時間がかかりすぎるので高速化が必要である。そこでひとつの方法として機械語による放電波形高速表示プログラムを作成し、N₈₈-BASICからCALLする方式を開発した。このプログラムは汎用型であるので必要な引数を与え、単にN₈₈-BASICのCALL文で呼び出せばよい。この報告では、このプログラムを使用したオンライン実験データ処理プログラムと、この放電波形高速表示プログラムについての機能、使用法の説明を行う。

2. 放電波形高速表示プログラム

2-1 機能

N₈₈-BASICより必要な引数を与えCALLすることにより、640×400ドットの画面に、8ビット、10ビット、12ビットのいずれかのデータを、緑、赤、青のいずれかの色で表示する。各々の表示面は、たて128ドット、よこ256ドットである。画面表示場所として、上下左右4ヶ所の選択が可能である。重ね書きも可能であり、1画面に12チャンネル分の波形の表示を数秒以内で表示できる。

2-2 画面構成

図1に示すように1画面の4ヶ所にグラフの表示が可能である。ひとつのグラフの枠はたて144ドット、よこ256ドットの幅をもち、目盛付きで表示されるが、データは、たて128ドット、よこ256ドットで表示される。これは、横軸がデータと重ならないようにするためである。グラフの枠外には、N₈₈-BASICのテキスト表示コマンドによりタイトル等の表示ができる。

2-3 呼び出し形式

N₈₈-BASICプログラムの呼び出し形式は次のようになる。

CALL DISPXR(NB, NC, NS, NY, DT(NDIM))

2-4 引数の説明

引数について説明する。

NB: 表示データのビット数の指定をする。

図1. 画面構成

図2. 引数 NY と表示データの原点との関係

図3. 引数 NC と表示データの色と表示場所の関係

0 8 ビット

1 10 ビット

2 12 ビット

NY: 表示データの原点を指定する(図2参照)。

0 たて軸目盛の中央(A)が原点

1 たて軸目盛の左上(B)が原点

2 たて軸目盛の左下(C)が原点

NS: 表示データの横軸は256 ドットなので配列に入れられたデータを適当な数ずつ間引く必要がある。

この引数はその間引きの間隔である。例えば4096Wのデータの全体を表示するためにはNS=16とする。

NC：表示データの色と表示場所を指定する（図3参照）。

1・2・3・4は緑色でそれぞれの場所に表示する。

5・6・7・8は赤色でそれぞれの場所に表示する。

9・10・11・12は青色でそれぞれの場所に表示する。

DT(NDIM)：BASIC上の配列に並べられたデータで、グラフに表示するデータの先頭を指定する。

2-4 フローチャートとメモリーマップ

このプログラムはBASICのCLEAR文で指定した機械語領域の中に書かれている。プログラムは0番地から53F番地の間に書かれ、パラメータ等の退避は9A0番地から9BF番地、グラフ出力用データ格納領域はA00番地よりC00番地となっている。

メインプログラムは、引数の設定を行い、4ヶ所の各グラフの左下の番地を求めたあと、BASICの配列領域に置かれたデータを取りだし、グラフ出力用データ格納領域に格納する。データの格納では、ビット数、表示データの原点を判別し、それぞれの表示データ型式に変換して、NS置きに領域Bに256個格納する。指定された表示データの色と表示場所を判別し、それぞれの表示場所に軸を書いてデータを表示する。以上に述べた手順及びメモリーマップを図4に示す。

データの表示は、2バイトの整数のデータからたて軸画面を構成する128ビットのうちのONビットを決め、よこ軸8ビット単位でVRAM(Video RAM)領域に直接書きこむことによって実行される。

2-5 作図に要する時間比較

1画面に4個のグラフを表示するためのプログラムを異った言語で作成し、1画面を表示する時間の言語別比較を行った。BASICインタプリタとMS-DOS BASICコンパイラについては10回繰り返しの平均時間、機械語については100回繰り返しの平均時間である。結果は表1に示されている。機械語使用により作画の基本的な速度は、BASICインタプリタにくらべて約60倍速くなっていることが分る。実際の使用時にはBASICプログラムよりCALLするため実効的速度は後述するように、表に示された値よりは遅くなる。

図4. 放電波形高速表示プログラムのフローチャートとメモリーマップ³⁾

2-6 BASICプログラムの中での使用例

これまでに説明してきた放電波形高速表示プログラムをN₈₈-BASICで使用する例を掲げる。この例では8ビット, 10ビット, 12ビットのいずれかで, 1024個のデータをランダムに与えるものとし, 表示は緑色と赤色のグラフを重ねるものとする。プログラムを図5に示し, 表示例を図6に示す。

表1 作図に要する時間比較

言語	BASIC INTERPRETER	MS-DOS BASIC COMPILER	機械語
時間	18秒	6秒	0.3秒
作図回数	10回	10回	100回

```

10 SCREEN 3,0,0,1:CONSOLE 0,25,0,1:CLS 3
20 WIDTH 80,25
30 CLEAR :M3A00
40 DEF SEG=M3A00
50 BLOAD "DISPR"
60 DEFINT N,D
70 DISPR=M3H0
80 DIM DT(1024,7)
90 INPUT "ADC bit? Bbit=0,10bit=1,12bit=2";NB
100 IF NB=0 THEN DN=256:GOTO XLOOP10
110 IF NB=1 THEN DN=1024:GOTO XLOOP10
120 DN=4096:GOTO XLOOP10
130 XLOOP10:
140 INPUT "+ = 0, - = 1, + = 2 ";NY
150 NS=4
160 NDIM=0
170 XMIN=0
180 XMAX=1024
190 XLOOP1:
200 GOSUB MDATA
210 REM
220 CLS 3
230 NC=0
240 NI=0
250 FOR NK=0 TO 3
260 NC=NC+1
270 CALL DISPR(NB,NC,NS,NY,DT(NDIM,NI))
280 NI=NI+1
290 NEXT NK
300 GOSUB MTITLE1
310 COLOR 4
320 GOSUB MTITLE2
330 COLOR 7
340 NC=4
350 NI=4
360 FOR NK=0 TO 3
370 NC=NC+1
380 CALL DISPR(NB,NC,NS,NY,DT(NDIM,NI))
390 NI=NI+1
400 NEXT NK
410 COLOR 2
420 GOSUB MTITLE3
430 COLOR 7
440 REM
450 LOCATE 0,24:PRINT "next = space key"
460 XLOOP2:
470 ID#=INKEY#
480 IF ID#=" " THEN XLOOP1
490 GOTO XLOOP2
500 XTITLE1:
510 LOCATE 27,0:PRINT "***** DEMO *****"
520 LOCATE 2,23:PRINT XMIN:LOCATE 36,23:PRINT XMIN
530 LOCATE 31,23:PRINT XMAX:LOCATE 65,23:PRINT XMAX
540 LOCATE 25,23:PRINT " " :LOCATE 59,23:PRINT " "
550 RETURN
560 XTITLE2:
570 LOCATE 14,2:PRINT "ch = 1 "
580 LOCATE 50,2:PRINT "ch = 2 "
590 LOCATE 14,13:PRINT "ch = 3 "
600 LOCATE 50,13:PRINT "ch = 4 "
610 RETURN
620 XTITLE3:
630 LOCATE 22,2:PRINT "ch = 5 "
640 LOCATE 58,2:PRINT "ch = 6 "
650 LOCATE 22,13:PRINT "ch = 7 "
660 LOCATE 58,13:PRINT "ch = 8 "
670 RETURN
680 MDATA:
690 CLS:PRINT "データ生成プログラム"
700 FOR NI=0 TO 7
710 FOR NT=0 TO 1024
720 RANDOMIZE (VAL (RIGHT$(TIME$,2)))
730 DT(NT,NI)=INT(RND*DN)
740 NEXT NT
750 NEXT NI
760 RETURN

```

機械語領域、ベースアドレスの設定
機械語プログラムのロード
機械語プログラムの先頭番地の指定
表示データのbit数の指定
グラフを表示するときの原点の指定
順引数の指定
表示データの配列の指定
LOOP 10
ランダムデータを作成し配列に格納する
DISPLAY
1画面に4画面書くための繰り返し
グラフを表示するときの色と場所の指定
グラフィック表示プログラムのコール
引数の値の指定
タイトルの表示
色を変えて重ね書き
MENU
インプット待ち
LOOP2
TITLE 1
TITLE 2
TITLE 3
MDATA

図5. BASICプログラムの中での使用例

図6. 図5のプログラム実行により得られる表示画面

3. PC9801を用いた JIPP T-IIU 実験用オンラインシステム

3-1 システムの概略

本システムはPC9801 F 2 (384 KB) と CAMAC システムを用い、軟X線または中性子の波高分析、PIN ダイオード信号及び、放電波形のデータ収集、表示、ホストシステムである FACOM M-200 大型計算機への転送を行う。この中で先に説明した放電波形高速表示プログラムを PIN ダイオード信号及び、放電波形の表示に使用している。図7にシステムのハードウェア構成を示す。ホストシステムへの転送は、HITAC 10-II, U-1500 を通じて行われる。HITAC への転送には CAMAC の 24 ビットデジタル入出力モジュール (SE-DIO-612) が用いられている。転送は 16 ビット並列非同期方式により 4 KW 単位で行われる。PC-HITAC 間の転送速度は 20 KW/s 以上であるが、M-200 及び U-1500 のディスクにデータを書き込むところで全体の転送速度は制限され、総合的な転送速度は 4 KW/s となっている。PC 9801 のプログラムはまず、CAMAC モジュールよりデータの 1 部を収集し、ホストシステムへの転送前に画面に表示する。CAMAC のハンドリングには東陽テクニカ(株)作製のルーチンが使用されている。ホストシステムに転送されたデータは後日の詳細な解析に使用される。

3-2 システムの構成

図8に CAMAC クレートの中の構成を示す。クレートコントローラには東陽テクニカ(株)の CC/7000、軟X線と中性子の波高分析 (Pulse Height Analysis, PHA) には、Le Croy 社の 3512 ADC, 3587 データ

図7. JIPP T-II U 実験用オンラインシステムのハードウェア構成概略図

図8. PC9801を用いた実験用オンライン
システムのハードウェア構成図

ルータ, 3588ヒストグラムメモリを使用し, PINダイオード信号及び, 放電波形の収集には8210ADC, 8800メモリーを各2台使用している。HITACへの転送ではSE社のI/O-612のDIOが用いられ16ビット並列転送が行われている。

3-3 フロチャートの説明

システムのスタート後, ショット番号等必要なパラメータを入力し計測トリガー待ちとなる。計測トリガーが入ると, 2台の8210のデータ(PINダイオード, 放電波形)の収集を開始し, 約5秒で画面に表示する。図9にこのとき表示される画面を示す。その後これらのデータをHITACに転送した後PHAデータの収集に移る。このデータをHITACへ転送する。転送終了後PHAのデータ処理を行い波高分布表示, 統計数値の時間変化と一部放電波形表示を行う。図10にこのとき表示される画面を示す。この表示画面は自動的にハードコピー可能である。ハードコピーが終わり, 一応の処理が終わるとキーイン待ちとなる。キーイン

図9. 放電直後の表示画面

- 左上: ループ電圧と $r = -12$ cm における PIN ダイオードによるソフト X 線信号
- 右上: プラズマ電流と $r = -8$ cm における PIN ダイオードによるソフト X 線信号
- 左下: ICRF パワーと $r = -4$ cm における PIN ダイオードによるソフト X 線信号
- 右下: 線平均電子密度と $r = 0$ cm における PIN ダイオードによるソフト X 線信号

図10. 転送終了後の表示画面

左欄数値及び上側: 5 ms ごとの計数値

下側: ループ電圧,

プラズマ電流及び ICRF パワー

により 8210 収集データの再表示が可能となる。放電 5 秒前信号を RS-232-C により受取る構成となっており、この信号を受けるといかなる状態においても割り込みがかかりシステムは初期化されて計測トリガー待ちとなる。キーインによる 8210 収集データの表示、ハードコピー等が途中のときでも作業を中断しシステムは強制的に初期化される。この処理の流れを図 11 に示す。

図11. PC9801を用いた実験用オンライン
システムプログラムのフローチャート

4. まとめ

従来の JIPP T-II U オンライン実験データ処理システムでは、実験データの波形表示までに 4 分以上かかっていたものが、このシステムは約 5 秒で表示できるようになった。これではぼオシロスコープと同様に放電直後のデータ確認が可能となった。さらにデータ処理、処理結果の表示、ホストシステムへのデータ転送をショット間に行い得ることも確かめられた。このことにより、パーソナルコンピュータと CAMAC のコンビネーションを分散型データ処理ネットワークシステムのユニットとして活用する展望を広げることができた。放電波形高速表示プログラムそのものは機械語で書かれ、1 画面あたり約 0.5 秒以内での表示が可能

である。JIPP T-II U実験用システムで実際に用いる場合には、その前処理やタイトルを表示するために N₈₈-BASIC インタプリタを用いており、8チャンネル分表示するのに約5秒かかる。現状ではこれで実用上問題はないが、いっそうの高速化をはかるためにはMS-DOS BASIC コンパイラを用いるのが適当と考えられる。

謝 辞

このオンライン実験データ処理システム開発にあたり広倉覚技官にはPINダイオード計測において多大な協力をいただいたので感謝いたします。また、この稿を書くにあたり、ご指導、ご援助をいただいた東井和夫助教授、棚橋秀伍助教授に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 野田信明, 藤田順治: JIPP T-II 実験用オンラインデータ処理システムとその運用
IPPJ-DT-63 (名古屋大学プラズマ研究所報告, 1979年)
- 2) NEC PC9801F リファレンスマニュアル
- 3) NEC PC9801F ユーザーズマニュアル