

資料

TSS 端末における会話型図形表示用
ソフトウェア・システム*

平山正治** 津田孝夫***

Abstract

In usual TSS terminal, there may be special I/O devices which operate at the terminal without monitor supports of the host computer. In order to use such devices in interactive mode, it is necessary to develop a software system that controls those devices.

A mini-computer with a graphic display unit was installed at the Engineering Department of Hokkaido University. It was connected to Hokkaido University Computing Center as a TSS terminal. We have developed Interactive Graphic Display Software System that realizes the man-machine system using a host machine and a display unit at a TSS terminal.

In this paper, we describe its implementation, facilities, and how to use it.

1. ま え が き

TSS 端末の増加に伴い、主機のモニタ(OS)がサポートしない特殊な入出力装置を端末で動作させるケースが考えられる。このような場合、主機のモニタの機能を一般ユーザが修正することは困難であり、モニタの機能の範囲内でデータ転送と処理を独立に行い、その装置をオフ・ライン的に使用せざるを得ない。しかし主機側に端末装置アクセス用の処理プログラムを開発しておけば、あたかも主機のモニタがその装置をサポートしているかのごとく、端末装置をインタラクティブに利用することが可能である。

北海道大学工学部において図形表示装置(Graphic Display) 付きのミニコン PDP 11/10 が設置され、これを同大大型計算機センタ**** (以下センタと略称する) の TSS 端末として利用することになった。この

TSS 端末においては、リモート・バッチ・ジョブとセンタ側で用意されている会話型言語が利用できるだけであり、利用可能な入出力装置も限られている。従って図形表示装置のような特殊装置はモニタでサポートされていないため、そのままでは図形表示すらも行えない。

我々は端末ディスプレイ装置をアクセスするための処理プログラムとして、会話型図形表示システム(Interactive Graphic Display System: IGDS)を開発し、大型計算機と TSS 端末のディスプレイ装置を利用したマン・マシン・システムを実現した。

2. システム設計と構成

2.1 システム設計

TSS 端末において利用される会話型図形表示システムとしても計算機とディスプレイ装置が直結したシステムと同等の機能をもつことが望ましい。すなわち以下に示す機能により、端末ディスプレイ装置に図形を表示し、それに対して端末ユーザがライトペンやキーボードを使って応答することができる。

〔機能1〕 文字列、数値の入出力

〔機能2〕 ディスプレイ・ファイルの生成*****

〔機能3〕 ライトペンの制御

〔機能4〕 その他ディスプレイ装置の制御

一方、主機モニタのもつ TSS 関係の機能でユーザ

* Interactive Graphic Display Software System at a TSS Terminal by Masaharu HIRAYAMA (Central Research Laboratory, Mitsubishi Electric Corporation) and Takao TSUDA (Faculty of Engineering, Hokkaido University)

** 三菱電機(株)中央研究所

*** 北海道大学工学部電気工学科

**** 現在、北大大型計算機センタは FACOM 230-75 とモニタ VII が使用されているが、この論文のシステムは同センタが FACOM 230-60 とモニタ V を使用している当時に開発されたもので、そのままの形で述べてある。

***** ディスプレイ制御装置が実行するディスプレイ命令の集合で、図形を表示するためには端末主記憶内にこれを作らなければならない。

に開放されているものは以下に示すとおりである。

- (1) 主機と端末との間で文字列を送受する機能
- (2) 端末の出力装置を指定する機能
- (3) センタのファイルに格納されている実行形式プログラムを端末から会話型ジョブとして起動する機能

上記(3)は単にジョブを起動する機能であるから、(機能1~4)をインプリメントするのに使えるモニタの機能は(1),(2)だけである。

実際にシステムをインプリメントするにあたっては(1)システム記述言語、(2)ロード・シェアリングが問題になる。

(1) このシステムでは親言語方式をとっている。親言語は、図形表示においても数値計算が重要な手法となることから、工学部で広く普及しているFORTRANを使用している。このためシステム自体がFORTRANの拡張と考えられ、サブルーチンの機能と引数を理解するだけで会話型入出力機能や端末ディスプレイ装置を利用できる。またシステム記述言語としてもFORTRANを使用し、そのプログラミングの容易さによりシステム開発の労力の軽減をはかっている。

(2) 一般に資源が分散しているシステムで1つの処理を行おうとすると以下の(i),(ii)に関して検討したうえ機能を適切に分担させる必要がある。

- (i) 各計算機的能力(ハードウェア、ソフトウェア、補助記憶装置の容量等)
- (ii) 情報伝送の形式、速度、データ量

今回対象としている計算機は、一方は大型計算機であり、他方は記憶容量8k語、入出力装置タイプライタ1台の最小機器構成のミニコンである。このように能力が格段に違い、特に端末側の記憶容量が小さい場合は端末側の負担をできるだけ軽くすることが望ましい。そこで我々のシステムは、本来端末で行うべき処理でも可能なかぎりセンタ側で処理するとともに、センタ側でシステム全体を管理する「センタ主導型」の構成を採った。しかし、端末の制御がミニコンによりソフト的に行われるソフト端末の特徴が十分に活かされていることは以下に述べるとおりである。

2.2 システム構成

2.1 の設計方針に基づき IGDS は Fig. 1 に示す

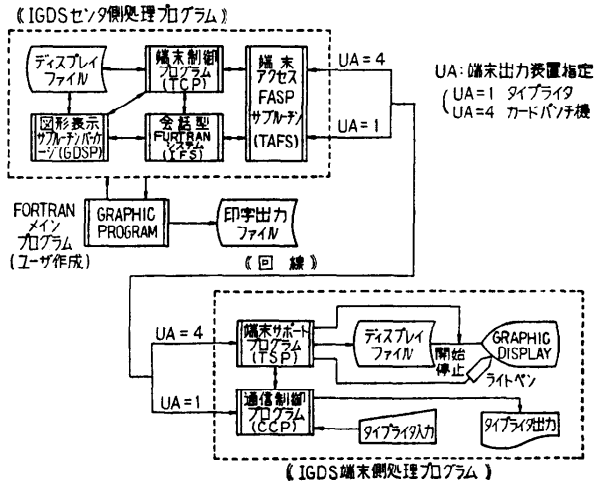


Fig. 1 Configuration of IGDS.

構成を採った。システムはセンタ側処理プログラムと端末側処理プログラムに分けられる。これらを構成する各サブプログラムの機能を Table 1 に示す。ここでは端末側処理プログラムについて説明し、センタ側処理プログラムについては以下の章で記述する。

通信制御プログラム(CCP)は主機のモニタの伝送制御手順に従って、センタのTSS端末として動作するための機能をもつ。従って通常はリモート・パッチ・ジョブの入出力や、会話型言語の実行に使われる。このときはディスプレイ装置をキャラクタ・ディスプレイとして利用し、送受されるメッセージが表示される。

IGDSは前述のモニタの機能(3)により、一種の会話型言語として起動、実行される。この実行時には、会話型FORTRANシステム(IFS)から送られてくる通常のメッセージ*はCCPが処理し、端末制御プログラム(TCP)から送られてくるディスプレイ関係の情報は端末サポート・プログラム(TSP)が処理

Table 1 Function of subprogram in IGDS.

	名称	略称	機能
センタ側処理プログラム	会話型FORTRANシステム	IFS	センタ端末間での数値・文字列の入出力(READ文、WRITE文の代用)
	図形表示サブルーチンパッケージ	GDSP	ディスプレイ・ファイルの生成
	端末制御プログラム	TCP	ディスプレイ・ファイルの転送、端末処理の指令(端末制御コマンド)の送信
端末側処理プログラム	端末アクセスFASPサブルーチン	TAFS	端末に対するアクセス
	通信制御プログラム	CCP	伝送制御文字列の入出力
	端末サポートプログラム	TSP	ディスプレイ・ファイルの格納TCPの指令による端末処理

* 文として意味をもつ文字列、および数値データ。

している。ここでいうディスプレイ関係の情報としては、後述するディスプレイ・ファイルと端末制御コマンドがある。TSP はこれらを分離したうえ、ディスプレイ・ファイルの場合はこれを端末主記憶内に格納し、端末制御コマンドの場合はその種類に応じて適当な処理をし、必要に応じてセンタに応答を返す。この点がリモート・バッチや普通の会話型言語の実行と大きく相違している。

3. 会話型 FORTRAN システム (IFS)

通常のバッチ処理用 FORTRAN がそうであるように、北大センタにおけるモニタ V・FORTRAN も READ 文、WRITE 文によって端末に対するアクセスを記述できない。しかし前述したように主機モニタには、端末に対して文字列を入力する機能、および端末の出力装置を指定する機能がある。これらは FASP* の通信制御マクロ命令と呼ばれるものの機能であり、Table 2 に示す 5 種類のマクロ命令がある。これらのマクロ命令を FORTRAN のプログラムからリンクできる形式のアセンブラ・サブルーチンとしてまとめたのが端末アクセス FASP サブルーチン (TAFS) である。

これらのマクロ命令では伝送する対象として JIS 文字コードしか許していないため、内部コードである EBCDIC コードとのコード変換を行わねばならない。また数値を入力する場合には数値-文字列の変換、すなわち FORTRAN における FORMAT 指定による変換と同じことを行う必要がある。これらの変換を行い、ユーザが端末装置に対する入出力を記述できるようにしたのが会話型 FORTRAN システム (IFS) である。

IFS は Table 3 に示す 7 個の FORTRAN サブルーチンで構成され、これらを CALL することによりユーザは通常の READ 文、WRITE 文と同様に、端末に対して文字列 (A 変換)、数値 (I, E, F 変換) の入出力を記述できる。さらにユーザ・プログラムであらかじめ決められた数値のいずれかを端末から指示するように促し、その指示された値によりプログラムの流れを制御することができる。

* FACOM Automatic Symbolic Program の略称で、富士通(株)が開発したアセンブリ言語。

** Set Graphic Mode, Jump, No-operation, Load Status Register A, Load Status Register B の 5 命令。Character, Short Vector, Long Vector, Point, Graphplot X, Graphplot Y, Relative Point の 7 データ・モード。この論文ではこれらをまとめてディスプレイ命令と略す。

Table 2 Communication control macro-instruction.

マクロ名	機能
TSPEC マクロ命令 (Request Terminal Specification)	このダイヤモンド・ジョブを開設した端末装置に関する情報をプログラムに通知する。
UASIGN マクロ命令 (Unit Assign)	WTU, WTUR マクロ命令が実行されたときに送信文が出力される端末出力装置を指定する。
WTU マクロ命令 (Write to User)	指定された端末装置に指定した送信文を書き出す。
WTUR マクロ命令 (Write to User with Reply)	指定された端末装置に指定した送信文を書き出し、引き続き、その端末装置から送信文を受け取り、指定された領域に格納する。
RFU マクロ命令 (Read from User)	指定された端末装置から送信文を受け取り指定された領域に格納する。

* RFU マクロ命令は端末の紙テープ・リーダー、カード・リーダー等から連続的に送信するときに使い、相手が人間のときはこのマクロ命令を使用しない。

Table 3 List of IFS subroutines and their functions

サブルーチン名	サブルーチンの呼び方	機能
BGNIFS	Begin IFS	IFS の開始の宣言。
READN	Read Number	端末から数値を入力する。
READC	Read Character	端末から文字列を入力する。
WRITEN	Write Number	端末に数値を出力する。
WRITEC	Write Character	端末に文字列を出力する。
WRITEK	Write New Line	端末に復帰改行を出力する。
FUNKEY	Function Key	Function Key 番号を端末から入力し、プログラムに渡す。

IFS は端末ディスプレイ装置とは直接関係のない機能である。従ってディスプレイ装置のない TSS 端末でも IFS を利用して会話型 FORTRAN が実行できるように、IGDS とは独立して self-contained な処理系を構成している。

4. ディスプレイ・ファイルの生成と転送

4.1 ディスプレイ・ファイルの生成

ディスプレイ・ファイルは 5 種のディスプレイ命令と 7 種のディスプレイ・データ**で構成され、図形を表示するときには端末主記憶内に格納されていなければならない。IGDS ではユーザ・プログラムから図形表示サブルーチン・パッケージ (GDSP) を CALL することにより、センタ主記憶内にディスプレイ・ファイルが生成される。GDSP は Table 4 (次頁参照) に示すように、7 グループ、37 個のサブルーチンで構成される。これらで作られるディスプレイ・ファイルは単に端末に伝送されるだけでよいものではあるが、IGDS ではインタラクションを反映して一度作られたものに対して追加、修正を行うため、システム自体がディスプレイ・ファイルの内容についての情報をもっておく必要がある。このため端末主記憶と同容量の領域 (5.5 k 語) をセンタ主記憶に確保し、ここに端末の

Table 4 List of GDSP subroutines and their function

グループ名	機能	サブルーチン名
開始及び終了サブルーチン	IGDS, ディスプレイ・エレメント (表示の単位) の開始, 終了の指示	BGIGDF, ENIGDF, BGELM, ENDES
グループ化サブルーチン	ディスプレイ・シーケンス (複合図形, イメージ・サブルーチンの開始, 終了の指示とリンク)	BGSEQ, ENSEQ, BGSUB, ENDES, GDCALL
条件定義サブルーチン	スクリーンの使用領域, ユーザー座標系, 表示の明るさ等の指示	GDUSA, GDATA, GSCIS, GSETM, RESET
図形生成サブルーチン	点, 線, 文字等基本的図形の表示	VECTR, PVECT, POINT, RELTV, GCHAR, GCRLF
補助サブルーチン	グラフ, 点プロット, 円, 座標軸, 数値の表示	GPLOT, GRAPHX, GRAPHY, CIRCLE, GGRID, NUMBER
図形制御サブルーチン	表示の停止, ディスプレイ命令の追加, 変更等の指示	EXEC, GDSTOP, BGAPE, BGAPS, ENAPES, CHANGE, CHANGS, ALLCLR
ライトペンサブルーチン	トラッキング・マークの表示, ヒッピング・トラッキングの実行の指示	SETTRX, PICING, TRACK1, TRACK2

ディスプレイ・ファイルと同じものを作っている。さらに端末ディスプレイ装置の状態をセンタ側で把握することにより、センタ側処理プログラムによるシステム全体の管理、およびセンタ端末間の不要な応答を無くして処理の高速化を図っている。

4.2 ディスプレイ・ファイルの転送

GDSPによって生成されるディスプレイ命令はPDP 11の機械語 (1語 16ビット) であり、伝送系で使用されているのが JIS 文字コード (64種, 各6ビットの情報) であるため、ディスプレイ命令をそのままの形で転送することはできない。この条件下で最も効率よく転送する方法として3命令を8文字に変換することが考えられる。すなわち3語のディスプレイ命令 (48ビット) を6ビットずつ8個に分解し、各6ビットを1文字に対応させて変換する方法である。

IGDS では1回の転送におけるディスプレイ命令の最大数を24語とし、この前に転送する命令のバイト数と格納先頭アドレスの2語を付加している*。これは命令の追加、変更の場合に任意のアドレスから任意の語数だけ命令を転送する必要が生じるためである。このようすを Fig. 2 に示す。以下、ディスプレイ・ファイルが端末主記憶内に生成されるまでの過程をまとめておく。

- (i) GDSP により 24 語の命令が生成されたときに端末制御プログラム (TCP) に制御を移す。
- (ii) TCP ではこの命令に格納先頭アドレスとバイト数を付加し、これを3語8文字変換により文字列に変換する。

* 1回に転送できる文字数は端末タイプライタの印字幅72文字/行より最大72文字 (27語) である。

** 通常はタイプライタが端末出力装置として指定されている。

1 フロック

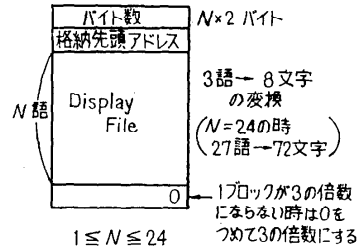


Fig. 2 Transmission format of display file.

- (iii) TCPはこの文字列をTAFSに渡し、端末に転送する。(端末側がこの文字列をIFSからのメッセージと区別するようにUASIGNマクロ命令により端末出力装置をカードパンチ機に指定して出力している**。)
- (iv) TSPは出力装置指定により受け取った文字列がディスプレイ・ファイルであることを判別し、文字列を分解して本来のディスプレイ命令を復元する。
- (v) これを端末主記憶内に格納することによりディスプレイ・ファイルが生成される。

5. 端末制御コマンド

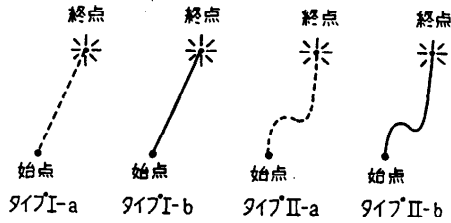
IGDSが「センタ主導型」であることは前に記したが、端末側での特殊な動作を行わせるためにTCPがTSPに対して端末制御コマンドを送り、その動作を促がしている。この動作としては次のものがある。

(1) IGDSの開始・終了

前述のようにIGDSが開始されるまでは端末ディスプレイ装置をキャラクタ・ディスプレイとして使用している。従ってIGDSが開始されるときはこの機能を停止するとともに、IGDSのディスプレイ・ファイルを格納するために端末主記憶を解放しなければならない。またIGDSが終了したときは元の機能に戻す必要がある。

(2) 表示の開始・停止

端末主記憶のディスプレイ・ファイルに起動をかけ、表示を開始するためにはその先頭番地をディスプレイ・プログラム・カウンタにセットしなければならない。しかし端末側処理プログラムはディスプレイ・ファイルの内容に関する情報をもっていないため、この値をセンタ側から指示し、表示の開始を促がす必要がある。



* タイプI-a, II-aでは始点,途中の軌跡(-----)は表示されない

Fig. 3 Types of tracking.

(3) ライトペンによるピッキング

ピッキングはライトペンにより表示中の図形を指示し、センタ側のユーザ・プログラムと連絡をとる機能である。IGDSでは割り込み機能を設けなかったため、任意の時点でこれを行うことができず、センタ側からピッキング実行の許可を指示する。

(4) ライトペンによるトラッキング

トラッキングはライトペンによりトラッキング・マークを移動させ、終点の座標または途中の軌跡をユーザ・プログラムに伝える機能である。これには Fig. 3に示す2タイプ(4種)がある。トラッキングもピッキングと同様にセンタ側から実行の許可を指示する。

以上の動作を促すために Table 5 に示す端末制御コマンドが端末に伝送される。コマンドとしては1桁の整数(0~7)を使用し、この場合もディスプレイ関係の情報として識別できるように、端末出力装置をカードパンチ機に指定して出力している。

上記(3),(4)においては、それぞれの実行後に結果をセンタ側処理プログラムに回答する必要がある。すなわち、ピッキングにおいてはピックアップされた図形要素のディスプレイ命令が格納されている主記憶アドレスを、トラッキング・タイプIにおいてはトラッキング・マークの終点のスクリーン座標*を回答する。トラッキング・タイプIIの場合はトラッキング・マークが移動した軌跡を小線分で近似し、その小線分のスクリーン座標を何回かに分割して回答する。

6. 応用プログラムの適用例

IGDSを利用した極大値探索プログラム(Maximum Point Search Program: MPSP)を紹介する。MPSPは2変数関数 $z=f(x,y)$ の極大値を計算機と対話しながら求めるもので、その補助手段として関数の等高

* ディスプレイ装置のスクリーンには左下点を原点として $x=1023, y=767$ までの絶対的な座標が決まっている。

Table 5 Terminal control commands

コマンド機能	コマンド	追加情報	応答
IGDSの開始	0	なし	なし
IGDSの終了	1	なし	なし
表示開始	2	Display Fileの先頭アドレス	なし
表示停止	3	なし	なし
ピッキング	4	なし	あり
トラッキング(タイプI)	5	タイプ, トラッキング・マークのアドレス	あり
トラッキング(タイプII)	6	タイプ, トラッキング・マークのアドレス, 線分の最大数, 線分の長さ	あり
No. Effect	7	なし	あり

線図を利用する。この等高線図は端末ユーザの指示によって任意の領域を拡大でき、この過程で極大値の存在が判別されたときに端末ユーザの指示によって極値探索を実行する。

ここでは以下の関数の極大値を探索した例を、端末タイプライタのリスティング(Fig. 4~5)(次頁参照)と写真(Fig. 6~9)(次頁参照)で示す。

$$f(x,y) = -(x+6)(x+2)x(x-6) - (y+3)y(y-1)(y-6)$$

Fig. 4は端末からリモート・バッチ・ジョブによって、探索しようとする関数とMPSPを結合し、実行形式プログラムをセンタのファイル中に作成したときのリスティングである。

- ① リモート・バッチ・ジョブの開始を宣言する。
 - ② 探索を行う関数を関数副プログラム FUNCTとしてコンパイルする
 - ③ MPSPの原始プログラムをコンパイルする。(EX 5.281は原始プログラムが格納されているファイル)
 - ④ ②, ③の相対形式目的プログラムを結合して、実行形式目的プログラムを作成する。
 - ⑤ 実行形式目的プログラムをセンタのファイルに格納する(EB 4.000は格納されるファイル)。
- Fig. 5はセンタのファイル中にある実行形式プログラムを起動し、極値探索を実行したときのリスティングの一部である。
- ⑥ 会話型言語のセッションを開設する。
 - ⑦ ⑤で作られた実行形式プログラムを会話型言語として起動する。
 - ⑧ IGDSの実行が開始される。
 - ⑨ いくつかのパラメータを入力した結果、等高線図が表示される(Fig. 6)。
 - ⑩ 次に実行するルーチンを端末ユーザが番号で指示する(この場合1と50)。

```

① ***BATCH
   NO R00000
   SYSIN KAISI. ZIKOKU 13:05
   **CENTER JOB-NO=R03522 FROM TERMINAL JOB R00000
   #HJOB 1001FD0350, HIRAYAMA, R, FE.08
② #FORTCOMP C
   FUNCTION FUNCT (X, Y)
   FUNCT = -(X+6.)* (X+2.)* X*(X-6.)
   *
   -(Y+3.)* Y*(Y-1.)* (Y-6.)
   RETURN
   END
③ #FORTLIB C, PRVLIB=EX5.281, VOL=C00005
④ #LIED PRVLIB=FA5.313, VOL=C00000
⑤ #PUBEDIT PNAME=EB4.000, PVOL=C00004, DA=ON
   EDIT DDNEW0, DDOLD0
   FIN
   #JEND
   #END
   SYSIN OWARI. ZIKOKU 13:09
   ZIKOKU 13:09 NI OFF-LINE NI NATTA. SIYOOZIKAN 00:03:41

```

Fig. 4 Listing (1)

```

⑥ ***DEMAND
   **YOUR JOB-NO TOOROKU-NO, NAME=T00000, 1001FD0350, HIRAYAMA
   **CENTER JOB-NO=T02532 FROM TERMINAL JOB T00000
   MACRO BUN NYUURYOKU
⑦ **CPS PROGEXQT, EB4.000. C00004
   JOB KAISI.
⑧ INTERACTIVE G-D FORTRAN SYSTEM KAISHI
   MAXIMUM POINT SEARCH PROGRAM FOR F(X, Y) HAZIMARI
   DISPLAY CONTOUR LINE OF GLOBAL FIGURE
   PLEASE, TYPE IN DATA (4 KO)
⑨ XMIN, YMIN, XMAX YMAX -10, -10, 10, 10
   XMIN-0.10000E 2 YMIN-0.10000E 2 XMAX 0.10000E 2 YMAX 0.10000E 2
   PLEASE, FUNCTION KEY, 1, 50
⑩ *1
   }
   DISPLAY COUNTOUR LINE OF DETAIL FIGURE
⑪ PLEASE, TRACKING TYPE 1, 2...OK
   PLEASE, TRACKING TYPE 1, 2...OK
   }

```

Fig. 5 Listing (2)

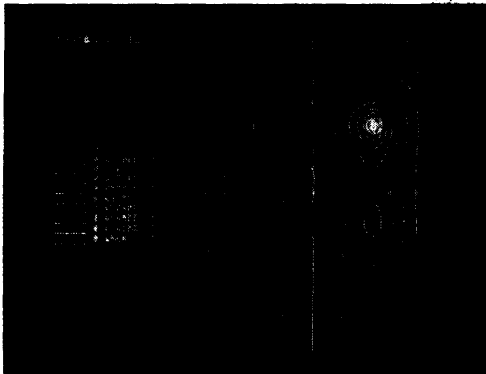


Fig. 6 MPSP example step 1.

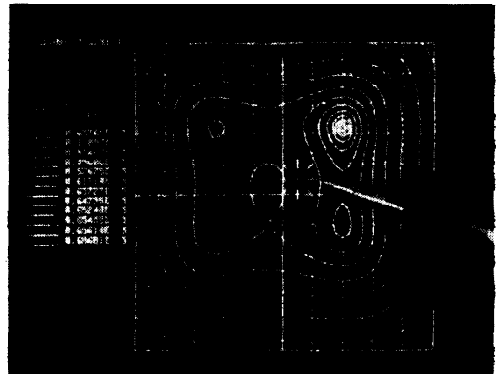


Fig. 7 MPSP example step 2.

⑪ トラッキングによって2点を指示し、拡大領域を定義する (Fig. 7).

Fig. 8 は第3象限を拡大した等高線図で、Fig. 6, 8程度の複雑さの図形であれば約3kバイトのディスク

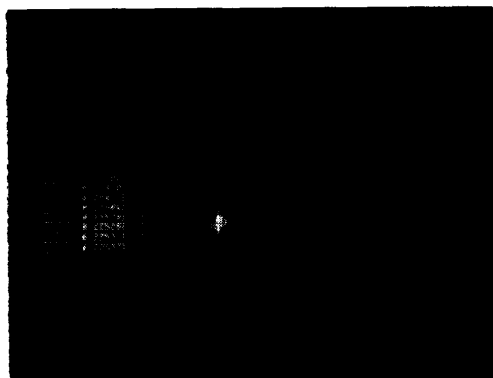


Fig. 8 MPSP example step 3.

プレイ・ファイルが作られ、この転送には約1分程度必要である。Fig. 9は極値探索を実行したときの様子で、探索領域が次第に縮小し、極値が収束しつつある。

7. あとがき

我々は主機側、端末側の両方に適当な処理プログラムを開発することにより、大型計算機とTSS端末のディスプレイ装置を利用したマン・マシン・システムを実現した。この場合、次のような利点がある。

- (1) 大型計算機の処理能力を活用できる。
- (2) センタの大容量ファイルが利用できる。
- (3) 上の(1)、(2)の結果として端末の処理の負担を軽減し、記憶装置の容量不足を補なえる。

一方、伝送回線で結ばれた端末として利用するため、計算機と直結したディスプレイ装置とは異なる次のような制約を受ける。

- (1) 伝送速度が遅い(1,200 bps)。
- (2) 主機モニタの機能に種々の制限がある。

このため現在インプリメントされているシステムは機能的に十分とはいえないが、前章の応用プログラムのように有効な利用形態も多く、我々が採った方法でも十分実用になると考えられる。すなわち我々のシステムは、端末として計算機が利用ができれば、単なるリモート・バッチや会話型言語以上のことを主機と端末の計算機の協同で行い得るといふ具体的な実例であると考えられる。

現在インプリメントされているシステムの大きさは次のとおりである。センタ側処理プログラムは68個のFORTRAN サブルーチン*と4個のFASP サブ

* ユーザはこのうちの44個だけを使用できる。

** 命令領域17k語、共通データ領域6k語。

*** 現在、苫小牧工業高等専門学校勤務。

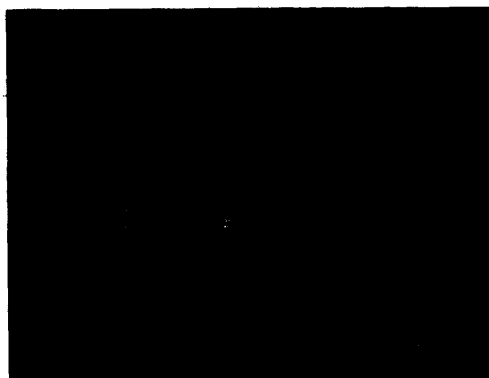


Fig. 9 MPSP example step 4.

ルーチンで構成され、全体で1,700ステップ、主記憶使用量23k語である** 一方、端末側処理プログラムはPDP-11のアセンブリ言語で記述され、1,700ステップ、主記憶使用量2k語である。

おわりに、システム設計に関して御検討していただいた小樽商科大学戸島助教授、稲田助手、有益な御助言をいただいた富士通(株)土岐田氏、ならびに本稿をまとめるにあたって適切な御指示をいただいた北大工学部宮本助教授、林助手***に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 廣田、川端、砂川：データ伝送システム、工学図書、東京(1971)
- 2) 戸島、稲田：小樽商科大学データ・ステーションの通信制御プログラム、北大大型計算機センタ・ニュース、Vol. 6, No. 4, pp. 18~32 (1974)。
- 3) 松林、山田：X-Yプロッタ・グラフ作図システム、北大大型計算機センタ・ニュース、Vol. 6, No. 2, pp. 52~64 (1974)。
- 4) 穂坂：コンピュータ・グラフィックス、工学図書、東京(1974)。
- 5) 森：曲線と曲面、pp. 70~77、教育出版、東京(1974)。
- 6) 津田、佐藤：多峰性多変数関数の最大・最小、情報処理、Vol. 16, No. 4, pp. 2~6 (1975)。
- 7) 津田、平山：北海道大学工学研究科情報工学専攻データ・ステーションについて、北大大型計算機センタ・ニュース、Vol. 6, No. 4, pp. 8~17 (1974)。
- 8) 平山、津田：会話型図形表示システム、北大大型計算機センタ・ニュース、Vol. 7, No. 6, pp. 25~53 (1975)。

(昭和50年6月28日受付)

(昭和51年7月22日再受付)