

三井建設(株) 正会員 梅園 輝彦

〇正会員 中川 良文

1. はじめに

現在、図形処理のための機器は種々開発されている(ディスプレイ、CRT、プロッター、ドラフター、グラフペン、ディジグラマー、その他)が、これらは単に図形を描く、あるいは図形データを読み込むという単一の作業にとどまったものが多く、真に電算機の入出力機器(例えばカードリーダー-ライターのような)として十分活用されていない。図形データの処理は電算機分野で大きく取り残されている問題である。

筆者らはこの問題に取り組み、大型電子計算機とオンラインで結ばれたミニコンにより、ドラフター、CRT、グラフペンを制御する、総合的な図形処理システム(Graphic Operation System)を開発した。ここにそのシステムの概要を報告する次第である。

2. 図形処理システム-GOS-

(1) 概要

図形処理システム-GOS-は電算機における図形の入出力を可能にし、各入出力機器をミニコンをとって大型電算機と連結する事により、電算機の対話型の利用を可能にするものである。

現在の電算機はその多くがディジタル型であるため、図形(アナログ)の入出力には多くの問題を含んでいる。本システムでは、この問題を入力に対してはグラフペンを用い図形データをディジタル化し、出力に対してはドラフター、CRTをオンライン制御することにより解決している。さらに、すべての機器は相互にミニコンにより連結されているため、あらゆるデータの流が考えられ、入力データや計算結果のチェックなど、図形を主体とした視覚判断資料の提供を可能とした。また、データを蓄積するファイルの機能を有し、グラフペンの操作により自在にその内容を変更でき、対話形式による、計画・設計の立案、比較、シミュレーションなどに有効であり、電算機における新たな利用分野を開拓したといえる。

(2) ハードウェア

本システムの機器構成を図-1に示す。各機器の用途、概要を以下に述べる。

a) ホストコンピュータ (UNIVAC 1106)

メモリー 196Kワード
ディスク容量 10320Kワード×6台

本機器はグラフペンにてサンプルされ、ミニコンから送られてくるデータをユーザのアプリケーションプログラムに従って処理し各種計算作業を行うものである。

(b) ミニコンピュータ (MELCOM70)

メモリー 24Kワード
ディスク容量 2490Kワード

各種端末装置の制御、およびグラフペンにてサンプルされたデータの蓄積、ホストコンピュータとのデータ送受の制御を行う。これはシステムの中核部分に当り、その機種性能により、

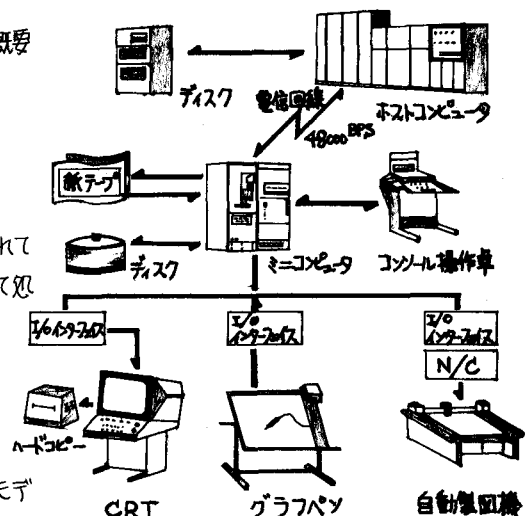


図-1 機器構成図

システム全体の機能が大きく影響される。機種の設定にあたっては、高速のデータ伝送機能、高速のサイクルタイム、容易な入出力機能のものが要求される。

(c) 座標読み取り機 (グラフペン MODEL GP-2)

テーブルサイズ 40"×40", 読み取り速度 MAX 75点/秒, 絶対精度 0.248"

本機器は与えられた図形のX-Y座標を読み取り、ミニコンに出力するものであり、その処理と応用は後述のソフトウェアおよびアプリケーションにより様々な用途が考えられる。その場合読み取られたデータなどの程度信頼できる精度を持っているかによりその用途は限定される。読み取りの基本原理には空気中を伝播する音波を利用している。万針筆を少し大きくした型のペン先に超音波を発生する装置が付いており、ペン先を軽くテーブルに押し付ける事によりスパークを起こし、超音波が発生する。これをテーブルのX軸、Y軸に取り付けられたマイクroフォンが受信し、その到達時間によりX、Y座標を知る。空気の流れ、温度が一定の場合、ハード的な精度は、(マイクroフォンの長さ)/(音速×ビット数)で表わされ、本システムの場合0.248"であるが実際には微量の温度変化や空気流を避けることはできず、またペンの操作法によっても影響を受け0.4〜0.7"の誤差は禁じ得ない。読み取りのモードには、ペンを押すたびに一点づつ読み取るシングルショットと一定時間に複数読み取るフリーランと呼ばれるものがある。

d) ディスプレイ表示機、複写機 (SONY TEKTRONIX 4010 CRT, HARDCOPY)

ディスプレイ面積 19"×14", 映像速度 2.6ms, 線分の太さ 0.43", コピー時間 8秒

計算結果を直接自動製図機に出力することはコスト的に、時間的に大きな無駄を生じ、特に紙テープ、磁気テープを介するオフライン方式においてはホストコンピュータの負担は大きくなり、その影響には無視できないものがある。またグラフペンにて座標を読み取る場合、オペレーションミス或いはハードエラーによるエラーの発見を即時に行うことができないのは図形処理システムとしての効能は半減してしまうといえる。本システムではCRTを導入することによりこれらの問題の解決を図った。CRTは各種計算結果、および入出力データのチェック等モニター用として使用される。本CRTはストレージ型ディスプレイのためデータ修正、或いは各種指示による機械との対話は困難であるが、これらはグラフペンにて十分代用できるものであり、実務上何ら差しつかえることはない。またハードコピー装置をCRTに取り付け、入出力データのチェックを一層容易にするように図った。

e) 自動製図機 (ヌメリコン RZ)

テーブルサイズ 1200"×1000", 作図速度 9.6%/分, ペン装備 3本

仕上げ図面の作図を行う。

(3) ソフトウェア

1) 機能

本システムには大きく分けて次の5つの機能が備わっている。これらは処理機能ごとにモジュール化されており、システムの拡張は容易である。

- ① 図形入力プログラム : グラフペンによる図形データの読み込み
- ② CRT表示プログラム : グラフペン読み取りデータ或いはホストコンピュータにて計算した図形データをCRT表示する
- ③ ディマンド処理プログラム: ホストコンピュータからCRT, グラフペンを稼働させる
- ④ 自動製図プログラム : オンライン制御による製図機の稼働
- ⑤ バックアッププログラム : 各プログラムの制御、データ入出力、データファイリング、およびミニコンとホストとのデータ伝送を行う。

これら5つの機能は並行処理が可能であり他の処理に全く関係なく稼働することのできる。さらに図形データ

のサンプル→チェックに対しては①→②, 図形データの入力→処理→出力に対しては①→②→⑤→②, ③, ④等その用途に応じてさまざまなデータの流れが考えられ使用者は意のままにシステムを操作することができる。

b) 図形入力プログラム

このプログラムはグラフペンからX-Y座標データを読み取り,それを加工処理して図形データとしてミニコンのディスクに記憶する。或いはグラフペンからのデータがシステムへの命令を意味する場合(CRT表示,コピー等)は適当なプログラムにその制御を渡すものである。データを読み取る場合にはタブレットと呼ばれる操作表が使用される(表-1,2)。タブレットにはミニコンに各種の命令を与えるコマンドが配置されている。コマンドの配置が正しければタブレットは任意の大きさでよく,テーブルのどの位置にセットしてもよい。

グラフペンのオペレーション開始と同時にタブレットをテーブル上に貼り,タブレットの角の3点の座標をペンでサンプリしミニコンにタブレットの位置を知らせる。以後,グラフペンにて入力された点がタブレットのどのコマンドに属するか,あるいは

はタブレット以外のX,Y座標であるかを知ることができる。これを利用し図形データのサンプル,修正,CRTへの表示等が可能となる。こうしたタブレットの機能は固定されたものでなく,用途にあった種々のコマンドを追加し,その処理プログラムを組み込むことにより,本システムを土木工学に限らず,より広範囲の分野に適用することも可能である。

c) CRT表示プログラム

表示され得る図形は点,直線,円弧,文字の4種であり,このプログラムに制御が渡されると,CRTに表示すべきデータが何であるかが判断され,各々の表示プログラムにて座標変換,ビット変換等のデータ処理を行なう。処理されたデータはCRTとのタイミングをとりながら1ビットづつ出力され,CRT上に図形を描く。また本プログラムにおいては以下の機能を持たせ,使用者への便宜を図った。

① 拡大

グラフペン全体,製図機全体をCRTに表示する場合画面の大きさの違いにより本来のモニター用としての役目を果たさない恐れがある。本プログラムではグラフペンからの入力データに対しては表示したい部分を指示することにより,CRT画面と1:1に対応する機能を持たせ,製図データについても縮尺原点を入力することにより任意の縮尺の図形表示を可能とした。

② ミザリング

図形を拡大した場合,拡大した図形がCRT画面からはみ出す場合がある。はみ出したデータをそのままCRTに出力した場合画面が見にくくなったり,ハードエラーによりプログラムがストップすることが起こる。その為にはみ出し部分を除去するミザリング機能が必要となる。

表-1 タブレット

COMMAND END			1	2	3	+	/	*
BLOCK START	CONTOER	整 数	4	5	6	7	(	)
			7	8	9	#	%	
点	面 積	実 数	0	.	~	@	A	B
			C	D	E	F	G	H
直 線 (通 線)	三 角 形	円 弧 (始点, 中点, 終点)	I	J	K	L	M	N
			O	P	Q	R	S	T
直 線 (不 通 線)	四 角 形	円 弧 (始点, 中点, 終点)	U	V	W	X	Y	Z
			G/P START	G/P END	BLOCK ADD			
BLOCK DISPLAY	DISPLAY	CONSOLE OUT	SECTOR	COMMENT	TABLET RESET			
PARAMETER DISPLAY	CRT SCALE	COMMAND OUT	座 標 軸	原 点	縮 尺			
CRT COPY	CRT ERASE	BLOCK CANCEL	COMMAND CANCEL	HELP	FILE DELETE			

表-2 コマンドの説明

コマン ド	機 能	コマン ド	機 能
COMMAND END	コマンドの終了	SECTOR	ファイルの大きさを空欄する
BLOCK START	ブロックの始まり,ブロックとは,CRTへの表示,グラフ修正の単位	COMMENT	タブレットから英数字を入力する
CONTOER	等高線の高さを入力し,フリーハンド等高線をサンプリする	TABLET RESET	タブレット,オペレーション中に,タブレットの位置に移動する
整 数	タブレットから整数を入力する	COMMAND OUT	直前に入力されたコマンドをコンソールに出力する
実 数	タブレットから実数を入力する	座 標 軸	テーブル上の X 軸の方向を空欄する
点	点のサンプリ,何点サンプリしてもよく最後に COMMAND END を入力する	原 点	テーブル上の原点座標を空欄する
面 積	面積のサンプリ,時計回りにサンプリし,CRTには閉多角形が表示される	縮 尺	テーブル上の縮尺を空欄する
直 線(通 線)	連続直線のサンプリ	BLOCK CANCEL	サンプリしたデータをブロック単位に消去する
直線(不通線)	不通直線のサンプリ	COMMAND CANCEL	実行中のコマンド,または直前のコマンドをキャンセルする
三 角 形	三角形のサンプリ	HELP	実行中のコマンドが何であるか,入力の許されるコマンドは何かをコンソールに出力する
四 角 形	四角形のサンプリ,最後の一点を省略すると平行四辺形になる	FILE DELETE	実行中のファイルを消去する
円 弧	円の始点,中心,終点をサンプリする,CRTには円弧の短弧が表示される	BLOCK DISPLAY	CRTに図形データをブロック単位に表示する
G/P START	グラフペン,オペレーションの開始を意味し,ファイル名を入力する	DISPLAY	CRTに実行中ファイルのすべてを表示する
G/P END	グラフペン,オペレーションの終了を意味し,ファイルをクローズする	PARAMETER DISPLAY	CRTに実行中ファイルの図形データ以外のデータを表示する
BLOCK ADD	データ修正のとき用いられ,修正すべきブロック番号を入力する	CRT SCALE	テーブル上の,どの位置を CRT に表示するかを空欄する
CONSOLE OUT	タブレットから入力した英数字をコンソールに出力する	CRT COPY	CRT のハードコピーをとる
		CRT ERASE	CRT 画面を消去する

③ ハードコピー、表示ブザー

CRTに表示されたままでは書き込み、測定確認ができず検討を行う場合不便ことが多い。そこでCRT画面のコピー機能を持たせ、チェック検討、画面保存の便宜を図った。また、CRT表示の開始時、終了時にブザーを鳴らしオペレーションのスムーズな進行を図った。

d) デイマンド処理プログラム

本システムの使用法にはバッチ処理とデイマンド処理の2つの方法がある。バッチ処理とはグラフパンを単独に移動し、ミニコンのディスクにデータを保存し、以後ホストからの要求によりデータをファイル単位に伝送し、アプリケーションで利用する方法である。この方法はグラフパンを従来のカード入力の代替とみなし、単に図形データの入力を目的とする場合は有効であるが、計算機との対話中、すなわちデータ要求に対し、即時に回答し、また誤り等をその都度訂正しながら進めてゆく作業に対しては余り有効でない。ホストから直接CRT、グラフパンを操作できるデイマンド機能によりシステムの応用分野の拡大を図った。表-3に主なルーチンとその機能を挙げる。

表-3 デイマンド一覧	
名前	機能
CRTON	CRTのオン。
CRTOFF	CRTのオフ。
CRTPL	CRTの現在値の5桁表示機能、現在のペンモードで移動する。
CRTL1	CRTに直線を描く。
CRTL2	CRTに点を描く。
CRTIN	CRTに円を描く。
CRTIN	CRTに整数データを表示する。
CRTRE	CRTに実数データを表示する。
CRTCH	CRTに最大60桁の整数、記号を描く。
CRTCH	CRT画面を消去する。
CRTCP	CRT画面をコピーする。
HESGAP	衛星軌道計算機、操作機、又はCRTにメッセージを送る。
GPINT	グラフパンよりCRTより整数データを入力する。
GPREA	グラフパンよりCRTより実数データを入力する。
GPCHR	グラフパンよりCRTより英数字、記号を入力する。
GPPLT	グラフパンより点を入力する。(何處でも可)
GPLIN	グラフパンより直線を入力する。
GPCEN	グラフパンより円(半径、半直径、中心)を入力する。
GPPIEN	グラフパンより円(半径、半直径、半径)を入力する。

e) 自動製図プログラム

作図用のデータはミニコンのディスクに記憶され、使用者はテープの収納管理という煩雑な作業から解放された。また自動製図機の移動は、操作卓から描画するファイルのナンバーを入力するのみで始動し、テープのセットも取りはがし等の作業が不用となり、製図作業の迅速化と効率向上が図れた。作図処理には種々の解析用、作図用プログラムが用意されている。

f) バックアッププログラム

本システムの特長の1つとしてデータのファイリング機能がある。ファイルには次の2種がある。

① グラフパンから入力される未処理のデータファイル

② ホストコンピュータで処理され、特定のフォーマットに加工された処理データファイル

前者をグラフパンファイル、後者をドラフターファイルと呼ぶ。グラフパンファイルは入力ファイル、ドラフターファイルは出力ファイルに相当する。グラフパンファイルは次の単位で構成されている。

ファイル : ブロックの集まり

ブロック : コマンドの集まりであり、CRTへの表示、データ修正の最小単位

コマンド : コントロールワード、ワードカウント、サンプルデータの数語で構成されるそれぞれ意味を持つ最小単位

コントロールワードとは次に来るデータの性質(直線、点、円、その他)を示すインデックスである。以上のように構成されたファイルはグラフパンの操作によりブロック単位に修正、追加、削除が可能である。

3. おわりに

座標読み取り機、CRT、自動製図機等個々のハードの性能とが向上しても文字読み取り装置のようなパターン認識に関する機械化が図面に關して行なわれない限り、図形データの出入力法は本システムと変わらないと考える。しかしながら図形処理システムとしてはその構成いかんによりシステムの機能性、経済性、あるいはユーザへの便宜において大きな差を生じることは明らかである。筆者らは本システムを地産地消計画、ゴルフ場計画、路線計画、積算業務等に適用し、その効果を確かめた。今後、より有効なシステムへの移行を目指しているが、本システムに対して皆様の活発な意見が頂ければ幸いである。