

## 解説

## ディジタイザ, プロッタ\*

落合正保\*\* 金谷保彦\*\*

## 1. まえがき

ほとんどの入出力機器は、文字、数字が主体で開発されてきているが、我々の扱う情報には、どうしてもグラフ、図表、図面等の図形要素が不可欠であることはいうまでもない。これらの図形要素を、コンピュータシステム内で自由に扱いたいという要望に対して、これを実現するための入出力装置が、ここ数年急速に充実してきている。

この入出力装置としては、図形要素を簡単に入力でき、さらに我々が扱い易く、要求通りの大きさ、品質、精度をもち、かつ要求する媒体上に出力されることが条件となる。これらの要求にこたえるものとして、ディジタイザおよびプロッタを紹介する。

## 2. ディジタイザ

## 2.1 概要

1968年ペンディックス社がタブレット形ディジタイザを発表した時、それまで最も入手を要した各種パターンおよび図面の入力装置として、非常に注目をあびた。

しかし、このディジタイザは精度的には良いものであったが、高価であり、しかもタブレット面よりカーソルを離すとデータが無効になる欠点があるため利用範囲が限定されていた。

その後、各種ディジタイザが発表されてきたが、近年価格も安くなり、性能も安定したものが出現し、かつグラフィックディスプレイ装置との結合、ソフト面を含めた利用技術が充実し、使用範囲が広がってきた。

## 2.2 原理および仕様

ディジタイザとは、指示された平面の座標値を読みとることを目的とした装置をいう。しかし、一般的に

は、コンピュータ入力装置として使用する小形のディジタイザを単に「タブレット」と呼び、製図用やNC装置等の位置検出に使用される大形のを「ディジタイザ」と区別して呼ぶ場合がある。

動作原理としては、二つに分類できる。一つはペン（或はフリーカーソル）が何らかの信号を発して、これをディジタイザの周囲または平面上で検出して座標を求めるもの、他はディジタイザの周囲または平面上の各部に、その部分の座標を表わす信号があり、ペンがこれを検出するものである。方法としては、機械的方式、音または光を利用した方式、磁歪方式、静電結合方式、電磁誘導方式等がある。これらの方式のうち、外的要因による影響が少なく高精度が得られることから、応用範囲の広い電磁誘導方式を簡単に紹介する。

この方式は、ディジタイザ本体の平面内にX、Y方向ともある一定ピッチ（たとえば5mmピッチ）に電線が埋め込まれている。このディジタイザ面上に、交番磁界を発生するコイル（普通は、ペンあるいはカーソル形状のもの）が近づくと電磁誘導により、電線内に電流が発生する。この発生場所を、一定ピッチの電線により領域判定を判定し、かつ電流値からさらに詳しい位置を検出する。この検出には、各社独自の方法を採用し、精度と安定性を高めている。

この原理からわかるように、機械的可動部分がなく、ペンまたはカーソルによって位置を指示するだけで、X、Y座標情報が簡単にとりだせる手軽さが、入力装置として使用される利点である。

ディジタイザの大きさは、有効面積で280×280mmから1000×1500mm位までである。精度的には、分解能が0.02から0.25mmまでが一般的であり、総合精度は±0.1から±1.0mmのものまでである。これらは、システムの要求にあわせて選択することになる。オペレーションモード例は、表-1（次頁参照）に示す。

\* Digitizer & X-Y Plotter by Masayasu OCHIAI and Yasuhiko KANAYA (Precision Machine Design Department, Hitachi Seiko Ltd.)

\*\* 日立精工(株)

表-1 オペレーションモード例

【オペレーションモード】	
① REMT	外部からのトリガ信号によってデータを出 (Remote) 力する。
② PINT	スタイラスのスイッチが働いた時、1点の (Point) みのデータを出力する。
③ RUM	タブレットがスタイラスからの信号を検出 (RUN) している間、連続してデータを出力する。
④ TRCK	スタイラスのスイッチが働いているとき、 (Track) 連続してデータを出力する。
⑤ CONT	タブレットがスタイラスからの信号を検出 (Continue) している間、連続して表示し、スイッチが 働いたとき、データを出力する。

2.3 応用例

日立製作所が S52.10 データショーに発表したシステムをもとに、主な利用方法を説明する。

このシステムは、人が図形を見ながら直接図形のままの情報を入出力できる、ミニコン H-20 を利用した対話形図形処理システムである。システム構成は、図-1 に示す。ステーションのタイプは、3種類ありその構成を図-2 に示す。

(1) デザインコンソルタイプは、タブレット上から操作ペンにより図形を入力し、グラフィックディスプレイ上に出し、この図形をタブレットのメニュー

を利用して、ディスク上にファイルされた図形情報とにより、創成、修正、移動、縮少、拡大、回転等をさせながら、オペレータが望む図形を創造することを目的としている。

ここに使用されるタブレットの大きさは、ディスプレイ面との1対1の対応をもたせるため、300×420mm またはメニュー領域を大きく取りたい場合は、560×560mm のいずれかが使用される。精度的には、ディスプレイ上での確認、ソフト上でのメッシュ機能、数値入力多用等の関係から ±0.7 mm あれば十分である。

読み取り速度は、手の移動に追従することから毎分10m以上は必要である。入力方法は、操作性に重点をおくため、ペンが使用される。

(2) データ入力タイプは、すでに作画されている図形、図面をデータ入力する場合に多く使用する。内容によっては、ディスプレイによる確認が不要となる。ここに使用されるのは、ディジタイザであり、大きさはA0用(1200×900mm)、A1用(900×600mm)が多く使用される。この場合は、ある程度精度が必要となるが、作画されているものの精度およびある程度

の速さで人間が目であわせてゆくことから分解能は0.02mm、総合精度は±0.25mmあれば良いと考える。ソフト上ではメッシュ機能等のバックアップは必要である。

読み取り速度は、ほとんど問題にならず、精度の点からカーソルが使用される。

(3) フレキシブルタイプは、これらを複合したもので、並列処理を可能にしたものである。

以上がタブレット、ディジタイザの基本的な使い方の例であるが、これらの最終出力はXYプロッタにより、作図している。具体的利用分野の例を表-2(次頁参照)に示す。

2.4 今後の動向

(1) タブレットに関しては、グラフィック・ディスプレイとの結合が主体となるため、安価で安定性および操作性の良いものが主流となる。また図形入力以外に、データエントリ的手段として注目されつつある。この方式は、位置情報を実コードに変換するための後方処理を必要とするが、用途によっては、操作性にすぐれた、いわゆる

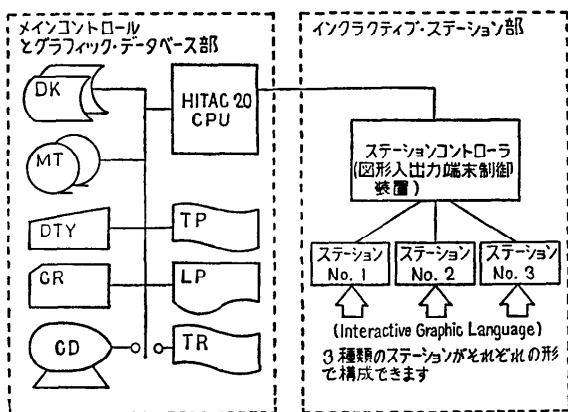


図-1 システム構成

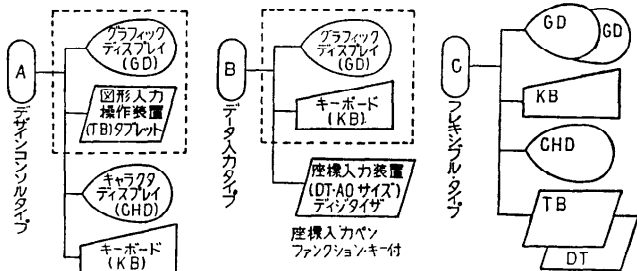


図-2 ステーション構成

表-2 利用分野, 例

● 電気回路の論理設計, 基板設計
● 一般機械設計と組立図, 説明図の作成
● 化学プロセス設計処理
● 建築関係の設計業務
● 服飾デザインと裁断業務
● 一般加工工程のチェック
● 一般統計分析の仕上げ処理
● 測量計算の仕上げ修正業務

るコードレスインプット方式として活用できる。

(2) ディジタイザに関しては, 用途によって異なってくるが高精度化の要求, 大形化, 操作性のよいペンとカーソルの切換え形等が考えられる。

いずれにしても, システムに組み込まれることから, 要求の多様化と入力装置としての, 手軽さ, 使い易さの追求が必要となってくる。

### 3. XY プロッタ

#### 3.1 概要

XY プロッタが実用化されたのは, 米国では1950年末頃, 日本では1960年中頃である。当初の目的は, 多くの人手を要していた航空機の機体線図の作画に効力を発揮し, 引きつづき自動車, 造船の分野へと広がっていった。これは与えられた3次元点列データをなめらかに結び自由曲面を描くことを自動化し, 効力を発揮した。一方生産活動とは別に, コンピュータの普及に伴い, その数値情報を人間が即座に判断しやすい図形化情報に変えることを目的とした分野, たとえば経営資料のグラフ化, 技術計算の図表化, 設計製図等へと応用範囲が広がってきている。

XY プロッタとしては, 前者にはフラット型, 後者にはドラム型が主に使用されている。簡単に説明するとフラット型は, 平らなテーブル (大きさはA0用で, 1.2×1.9m) に用紙をセットして作図する方式である。ペンヘッドがX, Y方向(ストローク0.9×1.2m)に動き, 作画する。据付面積は大きい, 高い精度が得られやすい。ドラム型は, 用紙をドラムに巻きつけて作図する方式である。ペンヘッドがY方向(横方向最大, 約0.9m)に動き, 用紙は巻取紙を使用しX方向(縦方向30mまで任意)に動くことで作図する。このため無人化と連続作図ができた据付面積も小さい。基本的には, このような分類になるが最近この両者の長を生かした中間機種が登場と仕様の多様化が生まれてきているので, 最近の動向に絞って紹介する。

#### 3.2 最近の動向

XYプロッタに要求される重要な項目として, 高速で美しい作画, システムへの組込容易性, 安価, 精密性, 筆記具の多様化等があげられる。これらについて述べる前に, 概要で述べた中間機種を紹介する。

##### (1) 多様化するXYプロッタ

従来は, 概要で述べたフラット型とドラム型に分類されていた。しかしカルコンプ社(米国)より, 1975年ベルトフラット型が発表された。これは, フラット型で用紙が固定という概念を打ち破り, 移動するベルト(X軸)上に用紙を貼り, ペンヘッドを左右(Y軸)に移動させて, 作画する方法である。これによりフラット型の欠点であった据付面積が小さくなった。

また, 1978年日立精工(株)では, シート作画が可能なドラム型を発表した。これはドラム型の特長である連続作画を可能にしたまま, 高精度のベースシートの交換だけでシート(1枚ごと)図面を貼って作図することも可能にしたものである。これにより据付面積も小さく, 作図量に応じた作図方法の選択を可能にした。また同社で対話性を重視した立て型のXYプロッタも発表している。ユーザの仕事量および内容に応じて, 選択できるようにその多様化がすすんでいる。

##### (2) 高速化, 流麗な作画

高速化については, 作図速度(m/分), 加速度( $G=980\text{cm/s}^2$ )が重要となる。作図速度とは, その装置の最高移動速度であり, XY方向の軸方向速度で示す(なお, XY軸の合成速度で示す場合もある)。加速度とは, 最高移動速度に達するまでの速度勾配を示し, プロッタのように小さな線分およびスタート・ストップの多いものでは, 全作図時間の短縮に非常に効果がある。

フラット型では, ザイネティックス社(米国)60m/分×2G, 武藤工業(株)75m/分×1.2Gがあり, 主に移動速度に重点がおかれている。この点, トータルの作画時間を短縮するためカルコンプ社が発表したベルトフラット型は45m/分×4Gが目される。ドラム型については, ガーバ社(米国)36m/分×1.7Gが最高であったが, 昨年電電公社・電気通信研究所, 日立製作所, 日立精工が共同開発した50m/分×5G(図-3)は, 現在世界最高水準である。このドラム型では, ペンヘッドにムービングコイル方式を採用し, ペン上下の応答性を5ms/回とし, あわせて作画時間短縮をはかっている。

流麗な作図については, パルスモータ駆動方式より

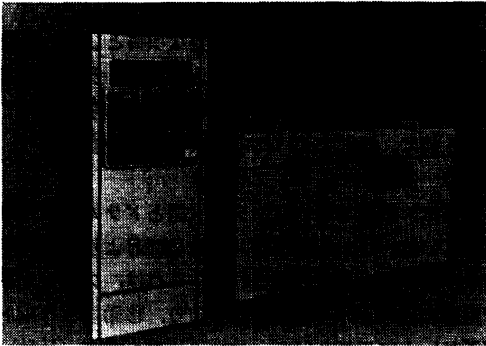


図-3 50m/分, 5Gドラム形プロッタ

直流モータ方式に移行することにより、ほぼ達成されてきている。特に流麗さが問題となる印刷の原稿作成にもプロッタが使用され効果をあげている。

#### (3) システムへの組み込み容易性

製図機を組み込むシステムとしては、大きく分類して

- a) オンライン形
- b) オンライン・リモートバッチ形
- c) オンライン・インタラクティブ形
- d) オフライン・バッチ処理形
- e) スタンドアローン, インタラクティブ形
- f) スタンドアローン・バッチ処理形

等が考えられる。

従来の使用方法は、a), b)がほとんどであった。しかし今後通信回線の利用拡大により、モデムでXYプロッタ側の磁気テープ装置にデータを転送し、それを一括作図する等のb)方式、大型CPUとの対話性をもたせたc)方式、ミニコンの機能拡張、マイコン利用により、対話性に最重点をおいたe)方式、大型CPUを使用しないf)方式などが多くなってゆくと考える。この場合ユーザのシステムに簡単に組み込めるようなインタフェースの標準化、製図用ソフトのパッケージ化が必要であり、準備が進んでいる。またユーザとしては、システム導入当初データ量が少ないため安価なものを購入し、利用率が高くなると上位機種

に置き換える場合が多かった。しかし、日立精工で、オプション追加でバージョンアップ可能なXYプロッタシステムを発表している。

#### (4) その他

価格については、100万円前後から5000万円位と非常に巾が広く、筆記具についてもボールペン、インク、鉛筆、スクライブ、フォトリソイングなど多様性に富み、用途に応じて選択できる。

### 4. むすび

(1) タブレット、ディジタイザは、ここ数年急速に利用され始めたものであり、国産製品で発表されたのも第二精工舎、日立精工の2社だけであり、他はすべて輸入である。今後入力装置としての手軽さから多方面に使用されてゆくと考えられる。これに伴いシステムの効率向上、ユーザの開発負担軽減という3点から、マイコンを利用した機能分担が進んでゆくことになろう。

(2) XYプロッタは、ユーザの目的に応じて選択できるような機種の拡張、充実が進み、メカ側と開発分担も明確化してゆくと考える。またディジタイザ、グラフィックディスプレイ装置を含めた入力装置と一体になった対話型システムが多くなってゆく。これと同時に、複合されたシステムとなるため、信頼性、保守性が重要となり自己診断機能の充実も必要となってゆく。いずれにしても、ハード部の充実によりコンピュータを駆使した図形処理分野は、その利用分野が非常に広がってゆくと考える。

### 参考文献

- 1) 西村国俊, 上田 繁, 金谷保彦: 高速XYプロッタの実用化, 電子通信学会前刷 (1976, 11).
- 2) 田嶋太郎: ミニコンの設計製図分野への進出, 機械と工具, pp. 45~54 (1974, 8).
- 3) 日本電子工業振興協会: 周辺端末装置ガイドブック (1977, 9).

(昭和53年1月13日受付)

(昭和53年2月22日再受付)