

日立グラフィック・システムの特徴*

安藤文雄** 遠藤 誠** 小川健夫** 吉竹昌嗣***

1. はじめに

グラフィック・ディスプレイ装置の発達に CAD (Computer Aided Design) と Command and Control の 2 本の幹に支えられてきているが、最近では IR (広義) のシステムの端末としても脚光をあびている。しかし、後者の装置は機能としては図形表示を主とする比較的簡単なものであって、図形入力機能は単純なものが多く、いわゆる、グラフィック・ディスプレイ装置は前者のアプリケーションを目的としたものが多い。日立グラフィック・システムも前者を目的として開発されたもので、ブラウン管 (CRT) とライト・ペンを有し、高度の図形処理を行なおうとするものである。

以下に、グラフィック・システムの方式を論じるとともに、日立システムの特徴を述べ、ハードウェアの特徴、ソフトウェアのうち、特に、図形処理に関するルーチンの紹介をする。

2. グラフィック・システムの構成

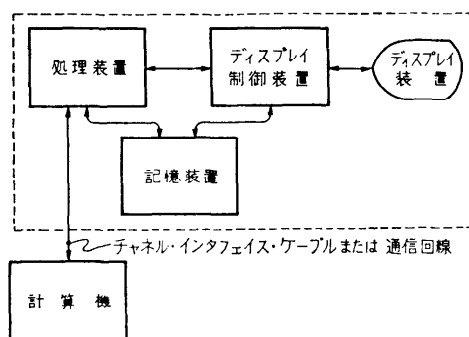
日立グラフィック・ディスプレイは、いわゆる、Small-Computer-Buffered Display である。ディスプレイの方式は大別して、Buffer-Memory 方式と上述の小型計算機を含む方式とがある。

現在、最も一般的であるのは、ディスプレイ・コマンドと一般の計算機の命令とのレベルを分けた方式である。これは、入出力命令が実行されると、ディスプレイ制御装置が動作を開始し始め、処理装置と独立にコマンドを実行し、画面に図形を表示する。この場合、コマンドを格納する記憶装置として、計算機の主記憶装置を共用して用いる方式と別に、バッファ記憶装置を持つ場合がある。

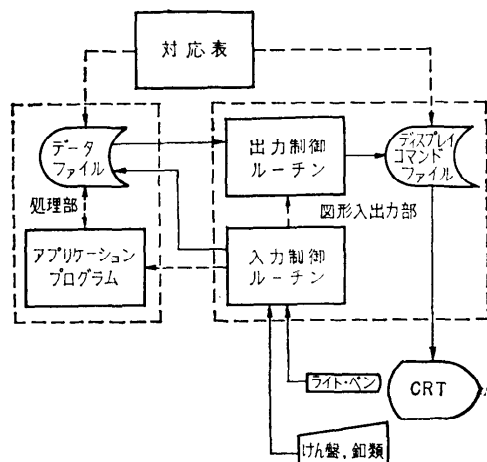
本システムの形式は第 1 図に示めされ、必要に応じて、他の大形機と接続することも可能である。

グラフィック・ディスプレイ装置の目的は、人と計算機が図形を媒介として対話できることにある。

このような人間—機械系システムの構成はハードウェア、ソフトウェアを含めて第 2 図のようはなる。システムは大きく 2 つの部分——図形入出力部と処理部——とから構成される。前者はさらに、人がライトペン、ボタンあるいは鍵盤を介して入力するデータや



第1図 グラフィック・システムの構成



第2図 グラフィック・システムの内部構成

* Hitachi Small Computer Buffered Display, by Fumio Ando, Makoto Endo, Takeo Ogawa (Kanagawa Works Hitachi, Ltd.) and Masatsugu Yoshitake (Hitachi Electronics Engineering, Ltd.)

** 株式会社日立製作所神奈川工場

*** 日立電子エンジニアリング株式会社

指示を分析し、必要なルーチンに指令を与える入力制御ルーチンの指示などにもとづき、後述のデータ・ファイルから表示しようとするデータを抜き取り、スケール、輝度などを定め、ディスプレイ・コマンドを作成する出力制御ルーチン、ならびにディスプレイ・コマンドのファイルから構成される。このコマンドはディスプレイ制御装置によって読み出され、CRT 上に表示される。処理部はデータ・ファイルとアプリケーション・プログラムから成る。このデータ・ファイルの内容は、自動設計システムでは、設計対象物のモデル(例、自動車車体、論理回路)、情報検索システムでは、対象の情報(例、設計資料、経営資料)などであって、バッチ・システムと異なり、このファイルは時々刻々変化し、また、モデルによっては記憶方法がめんどろであるなど、種々の問題点を含む。このデータ構造をいかにするかは、グラフィック・システムの重要な問題点の一つである。このように、コマンド・ファイルは処理対象のデータ・ファイルとは異なるものであり、処理対象モデルの特性は、すべてデータ・ファイル内に蓄積される。一方、コマンド・ファイルは画面上のビームの制御を行なって図形を表示する機能のほかに、ライト・ペンなどの入力装置による人と機械の対話の媒介物ともなっている。たとえば、ペンで指示した図形を機械が識別する場合にコマンドが利用される。これは、ある種のコマンドによって図形に名称を付けることができる機能で、ライト・ペンがその図形をひろったときに、その名称がレジスタにはいり、これを調べることで、ペンの指示した図形を機械が識別することができる。この図形の名称とデータ・ファイル内のモデルの名称とは異なることが多く、このため、両者の対応表が必要となる。

このような構成において、簡単なアプリケーションを除いて、処理は一般には大形計算機を必要とする傾向が強い。これはデータ・ファイルの大型化がそれに伴うファイル管理ルーチンの大型化、アプリケーション・プログラムの大型化をまねく。一方、図形入出力部は人と機械の対話をつかさどり、これを大型機に受けもたせることは、オーバー・ヘッドが大きくなり、好ましくない。たとえば、ペン位置を機械が追跡する、いわゆるトラッキングにおいて、機械はフルに動いているにもかかわらず、大型機ではスーパーバイザなどのオーバーヘッドが大きく、トラッキング速度の低下がみられる。このため、トラッキングをハードウェアで行なう方式もあるが、このようにディスプレイ制御

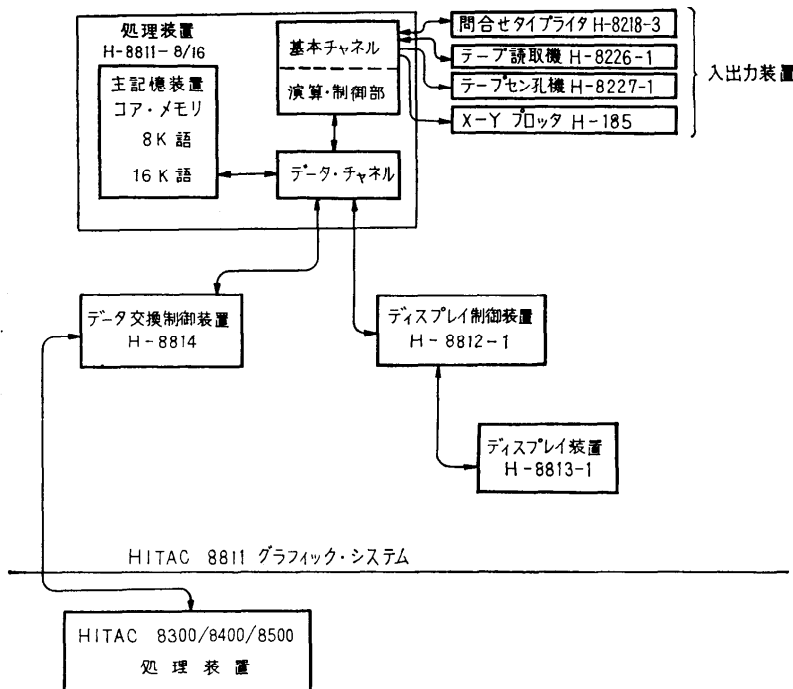
装置のハードウェアを増加するにも限度がある。Small-Computer-Buffered Display は Buffer 方式のこれらの欠点を補うものである。すなわち、小形機を有するため、アプリケーションの規模が小さい場合には、そのみでの stand-alone のシステムとして用いることができ、アプリケーションが大型の場合には、大型機にデータ・ファイルの収容、ファイル管理、アプリケーション・プログラムの実行をまかせ、小型機は図形入出力、およびデータ・ファイルの一部の収容・管理を行なう。また、大形機とディスプレイ装置が近くにある場合には、通常の入出力ケーブルで接続し、遠方にある場合には通信回線で結合されることとなる。後者の場合、回線制御を小形機に受けもたせることもできる。特に、バッファ方式で回線接続を行なうことは、大型機と人とが図形情報で会話する場合に、通信容量の制限から無理が生じる。このように自動設計システムなど、高度の図形処理を行なうシステムとしては、Small-Computer-Buffered Display 方式が有利である。

これに対して問合せシステム、情報検索システムなどのように、図形表示を主体とするシステムでは Buffer 方式、または、それに近い方式が採用される。日立グラフィック・システムを含め、現在ある多くの装置は高度の図形処理を目的としたものが多いが、端末としての簡易なディスプレイ装置も、今後急速に発展するものと考えられる。

3. ハードウェア

本システムの構成は第3図に示される。すなわち、各種プログラムとディスプレイ・コマンド群を格納する記憶装置があり、前者は演算・制御部によって読み出され実行される。後者のコマンド群はディスプレイ制御装置によって読み出され、かつ、実行されてディスプレイ装置の CRT 上に図形が表示される。

処理装置は66種の命令を有し、1語16ビット、サイクルタイム 1.6 μ s、16K語のコアメモリーと3個のデータチャネル、8個の基本チャネルとにより構成され、通常の汎用計算機と同等の能力と、図形処理を高速に、かつ小容量メモリで実行させるため、微分解析器(DDA)方式の命令を組み込んである¹⁾。この DDA 命令は微分方程式を解くのに適しているだけでなく、これを第2図に示す出力制御ルーチン内で使用することにより、効率の良いグラフィック・プログラムを作成しうる。たとえば、円の方程式の差分をとり、次の



第3図 HITAC 8811 グラフィック・システム機器構成図

て、これらのファイルに対して次の操作ができる。

- (1) ファイルのデータをブラウン管に表示する。
- (2) ファイルに図形データを追加する。
- (3) ファイルの点の座標値を修正する。
- (4) 指定した要素をファイルから消去する。
- (5) 指定した位置に平行移動するようにファイルを更新する。
- (6) 指定した点を中心とし指定した角度だけ指定した要素を回転するようにファイルを更新する。
- (7) ブラウン管上の図形と同じ図形（文字を除く）を X-Y プ

式を

$$\begin{cases} \Delta x = -y \cdot \Delta \theta \\ \Delta y = x \cdot \Delta \theta \end{cases}$$

初期値から出発させ、次々と増分を加えて点の位置を求めれば、簡単に円弧を表示できる。このように DDA を図形処理に応用した例については、文献 (2) を参照されたい。

4. ソフトウェア

システム・プログラムはコントロール・プログラムのもとに、アセンブラ、ユーティリティ、デバッグ・ルーチン、2次元図形処理ルーチンなどで構成されている。

2次元図形処理ルーチンはライト・ペン、ファンクション・キーを用いて、ブラウン管上に任意の2次元図形を描き、かつ、その図形を構成する基礎データを、簡単なデータ構造でファイルするものである。

図形は、直線（線分）、円、円弧、手描き曲線の4要素から成り、各要素はそれを規定するに最小限の点の座標値、要素の種類を表すコード、および要素に与えられる固有番号でファイルに記憶される。そし

ロッタに複写する。

このルーチンはコントロール・プログラムの制御のもとで働き、人間の機械に対する交渉は、すべてライト・ペンまたはファンクション・キーの割込みによって行なわれる。すなわち、各ルーチンはライト・ペンの割込みの固有番号、またはファンクション・キーの番号に応じて呼び出される割込み処理ルーチンの集合体であって、個々のルーチンの終わりに制御はすべてコントロール・プログラムに渡される。

(イ) 割込み処理ルーチン

- ① リスト・プロセッサ：ファイルの書き込み、読み出し更新、消去をつかさどる各種のルーチン。
- ② テスト・ルーチン：拡大表示のとき、ファイルから読み出した要素がその一部でも視野の中に入れるかどうかをテストし、はいるものだけをブラウン管上に表示するためのルーチン。
- ③ 演算ルーチン：ファイルから読み出したデータによって、所定の図形を作るためのルーチン。
- ④ 図形表示命令発生ルーチン：演算ルーチンの結果から、図形表示命令を作り出すルーチン。
- ⑤ その他ルーチン：原点、文字表示などのルーチン。

ン。

(ロ) ファイル類

- ① ファイル: A, B の 2 種類があり, 図形に関するデータを記憶するリスト群である。A は図形要素ごとに, 必ず 1 つ使用される主リスト群で 250 個分用意されている。B は座標と参照される回数を記憶するリスト群であって, 直線 (線分), 円のアイテムとして 6 ワード, 円弧では 9 ワード (手書き曲線では点の接続関係を示す情報はない) 用意され総計 1,700 個のエレメント (5.1 kW) 記憶できる。
- ② ピック・リスト: 点用と図形用とがあり, 前者はブラウン管上でピックアップされ, もしくはファイルから読み出された点の座標が一時的に記憶される。後者はブラウン管上でピックアップされた図形の固有番号および命令のアドレスを記憶される。
- ③ 図形表示命令群: 図形表示制御装置がこれを読んで直ちに図形を表示できるようになった命令群で 3 kW の大きさが用意されている。



第 4 図 H-8813-1 形ディスプレイ装置

ライト・ペンファンクション・キーによって次の機能が遂行される。

- ① ライト・ペン: ポインティングとトラッキング。
- ② ファンクション・キー: 3 個のオーバー・レーと 32 個のキーとによって 256 個のプログラムを人間が呼び出すのに使用される。

第 4 図は画面の例である。

5. おわりに

グラフィック・ディスプレイの応用はきわめて, 広範囲にわたり, しかも, アプリケーションごとにデータ構造, 図形入出力ルーチンの形式に異なるところが多いため, メーカーはすべてのユーザの希望を満足させることができないのが現状である。そのため, アプリケーション・プログラムはユーザ, メーカーの共同またはユーザ単独で開発される例が多く (例, DAC システム……GM 社開発による), 本システムを使用しての各種のアプリケーションもその例にもれない。

終わりにご指導いただいた東京大学宇宙航空研究所穂坂教授, ならびに同研究室の方々に感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 穂坂, 谷, 松原: 試作数値式微分解析器について, 第 3 回全国大会予稿, 情報処理学会 (昭 37)。
- 2) 穂坂, 村田: DDA による関数と図形の発生, 計測と制御, 4, 7 (昭 40)。
- 3) 穂坂, 遠藤: 図形の発生と制御, 第 5 回全国大会予稿, 情報処理学会 (昭 39)。
- 4) 穂坂, 村田: 同上。
- 5) 穂坂, 遠藤: 図形の発生, 記憶と処理について, 情報処理, 6, 3 (昭 40)。
- 6) 穂坂, 遠藤: 設計の自動化と機械工業への応用, 第 7 回大会, 情報処理学会 (昭 41)。

(昭和 44 年 4 月 1 日受付)