

面画グラフィックシステム

岡田勝男, 三井正己, 津江則夫 (以上 機高岳製作所)
川本卓郎 (株)グラフィカ)

1. はじめに

当社では、数々の電カシステムを経験してきたが、これまでのマンマシン装置は、すべてセミグラフィック(図形ブロック)で行われてきた。しかし、電カシステムにおいても、フルグラフィックによるマンマシン機能の必要性が高まり、面画を中心とする図形処理技術の蓄積が必須となってきた。

特に現在、電力会社などでは配電線系統を街路地図、配電線、開閉器等の図形で表示し、フルグラフィックによる監視制御をする事が検討されている。

この様なオンラインシステムに用いられる図形処理システム用として、図形データの入力、蓄積、検索、管理、操作方法、処理速度に焦点をあて、スーパーミニコンピュータと特殊仕様グラフィックディスプレイを用いた面画グラフィックシステムを試作した。

2. 概要

この面画グラフィックシステムは、ホストマシとして32ビットアーキテクチャのスーパーミニコン、グラフィックディスプレイとして512×512ピクセル、4096色を持つディスプレイを用い、面画の作成、修正等の2次元図形データを扱うシステムである。

キーボードからコマンド・数値、タブレットから図形の座標を入力し、計算機内で座標変換(入力座標変換、出力座標変換)を行い、ファイルへのプリント及びグラフィックディスプレイへの表示を行う。また、各機能を個々の共通サブルーチンで実現しているため、この共通サブルーチンをコールするアプリケーションを作成すれば、このシステムで作られた画面・セグメントの表示・消去・フリック・拡大等をオペレータを介さずに実行することができる。

設計・製作にあたっては、ACMのコアシステムの考え方を多くとり入れている。

2-1. システム構成

面画グラフィックシステムのシステム構成を図2-1に示す。

CPUは、32ビットアーキテクチャのVAX-11/750で、1MBのMOSメモリ、カセットテープ、オペレータコンソールを有している。ディスクは、28MBカートリッジディスク2台で、1台をシステムディスクとし、もう一台を兼用ディスクとして使用している。その他、磁気テープ、ラインプリンタ、TSS端末としてCRT1台を有する。

グラフィック端末としては、図形・画像表示用グラフィックディスプレイ(20インチ)、タブレット(11×11インチ)、キーボード、ライトペンを有す

る。

キーボード、ライトペン、タブレットは、グラフィックディスプレイ装置内のマイクロプロセッサにより制御されている。ホストマシンとグラフィックディスプレイ間のインターフェースは、コマンド転送用の共用I/Oインターフェース、画像データ転送用のDMAインターフェースで構成されている。

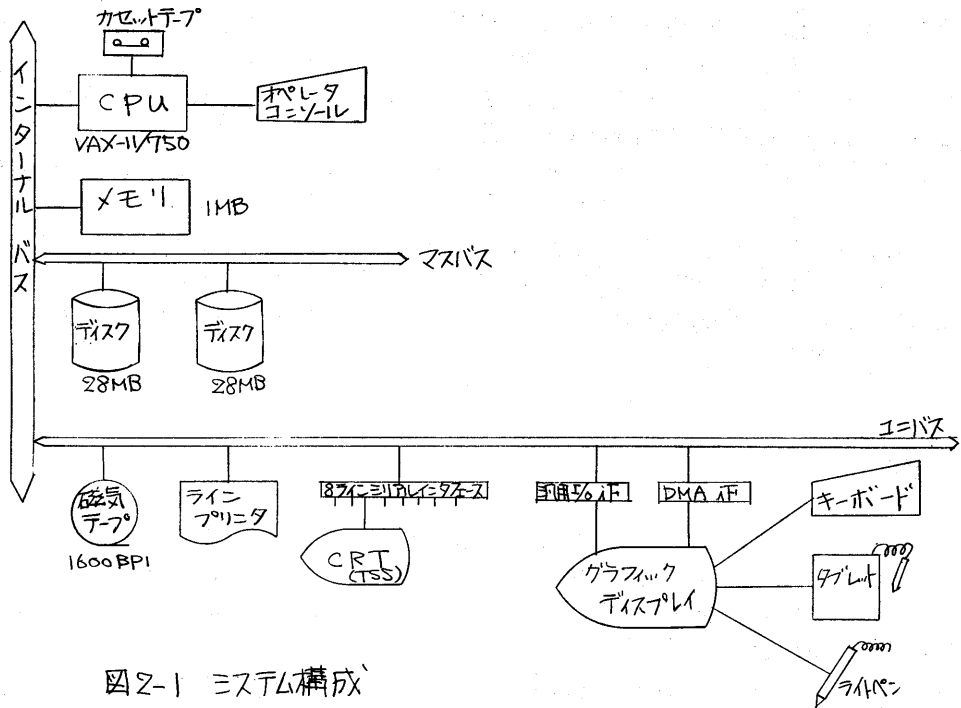


図2-1 システム構成

2-2 ソフトウェア環境

OSはVAX/VMSのVZ. 3を、言語はフォートラン、ファイルマネジメントはRMS (Record Management System) を使用している。

VMSはページング、スワッピング機能を持っているので、プログラム容量を意識しないで製作できる。

RMSはシーケンシャル、レタイプ、インデックス構造を許している。図形データについては、画面、セグメント、サブセグメント、図形要素という4階層から構成しているのでインデックス(トリー)構造を、ヌメーションデータはレタイプ構造をとった。

3. VAX-11/750システム

3-1. 概要

VAX-11/750は、VAXファミリーのアーキテクチャを踏まえた高

性能スーパーミニコンピュータである。巨大プログラムのためのアドレススペース、多くのデータタイプが扱える拡張命令セット、高いスループットを持つ32ビットアーキテクチャを採用しており、オペレーティングシステム VAX/VMS (仮想記憶方式) によって、さらに性能向上が計られている。また VAX-11ファミリーと PDP-11ファミリー間の互換性保証のため、コンパティビリティモードを有している。

図3-1に VAX-11/750 プロセッサのブロック図を示す。

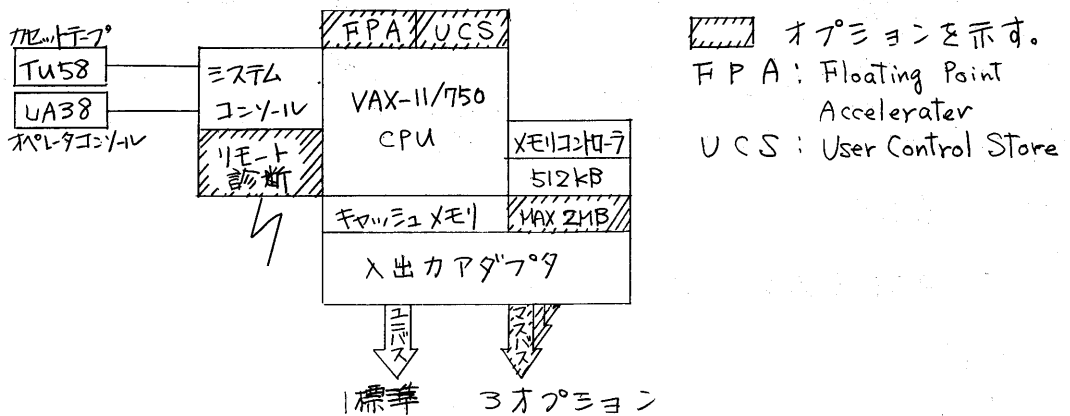


図3-1 VAX-11/750 プロセッサブロック図

3-2. 主な特色

- (1) 4.3GBの仮想アドレス空間を持つ32ビットアーキテクチャにより、オーバーレイせずに巨大プログラムの処理が可能
- (2) 240以上の基本命令、9アドレスリングモード、6データタイプ、PDP-11互換モード命令セットを採用
- (3) 16個の32ビット汎用レジスタを有している。
- (4) 高度なRAMP (Reliability, Availability, Maintainability, Performance) 機能の中には、自動エラーチェック、VAX/VMSオンライン診断、自動再スタート等を含む。
- (5) ECC付MOSメモリは、最大で2MBまで拡張可能
- (6) キャッシュメモリシステムは、メインメモリキャッシュ、アドレス変換バッファ及び命令バッファから構成されており、パフォーマンス向上に寄与している。
- (7) 入出カサプシステムは、バッファ付ユニバス及びマスバスアダプタを介して、各種周辺装置を接続して構成する。接続が容易で拡張性に富む。
- (8) UCSは、10KB (80ビット、マイクロコード1KB) のユーザー書き込み可能な領域で、カスタム仕様の各種マイクロコードを記述できる。

4. ラスタースキャン型グラフィックディスプレイ

4-1. 概要

図形処理用グラフィックディスプレイには、ランダム・スキャン・リフレッシュタイプやストレージタイプのものであるが、今回のラスタースキャンタイプは、自然色に近い表示が可能という点に注目して採用した。

本グラフィックディスプレイの主な特徴は、次のとおりである。

- (1) 縦・横へのスクロールが可能
- (2) 表示用画面として9画面分を有しているが、各画面は切れることなくスクロールが可能
- (3) コマンド転送は専用デジタルI/Oとし、画像データはDMA (Direct Memory Access) 方式とし高速データ転送が可能
- (4) 表示画面とガイダンス画面を有している。

4-2 装置構成

本装置の構成図を図4-1に示す。

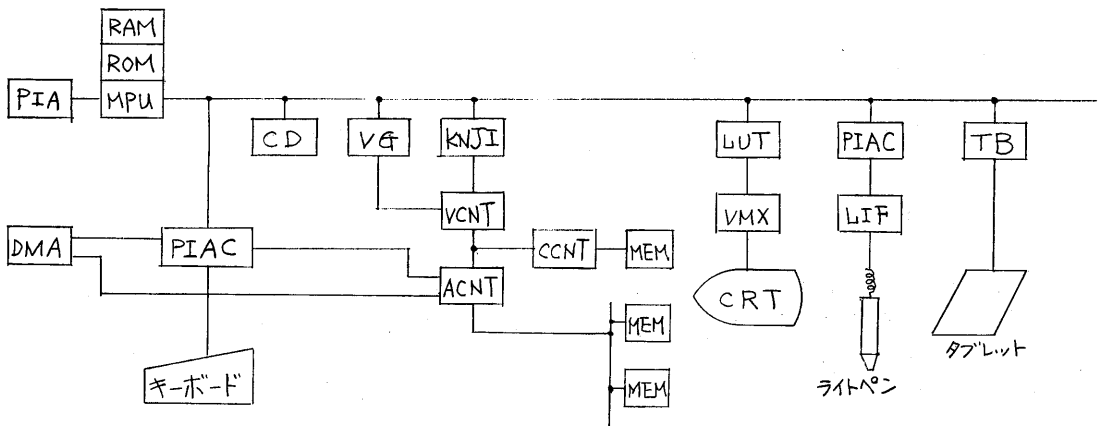


図4-1 装置構成図

4-3. 装置仕様

(1) マイクロコンピュータ部

- ① MPU: 6800
- ② ROM: 20KB RAM: 12KB

(2) ホストインタフェース部

① 接続形態

DMA: DR11-B DI/O: DR11-C

② 転送速度

DMA: 最小125KB/S (ズーム率1/1)
 最大1MB/S (カラーモード)

DI/O: 20KB/S

(3) リフレッシュメモリ

① メモリA (3MB)

グレースケール時(2MB使用)

キャラクタベクトル用として、 $2048 \times 2048 \times 3 \text{BIT}$

キャラクタベクトル画像用として、 $2048 \times 2048 \times 1 \text{BIT}$

カラーモード時

キャラクタベクトル・画像用として、 $2048 \times 1024 \times 4 \text{BIT}$
 $\times 3 \text{ (RGB)}$

② メモリB (144KB) ガイダンス画面

$512 \times 768 \times 3 \text{BIT (RGB)}$

(4) ベクトル発生部

① 方式: 2点向直線補間(ハードウェア)

② 補間速度: 970NS/ドット

(5) 漢字発生部

① 字種: JISオ1水準 2,965字 JIS非漢字 453字

② 発生速度: $300 \mu\text{S/字}$

③ 文字構成: 16×15 ドットマトリクス

(6) DMA制御部

① 転送単位: グレースケール 256×256 ドット
カラーモード フリー

② 転送表示位置: グレースケール ブロック指定による固定フォーマット
カラーモード エリア指定方式

③ アドレス発生: ハードウェアによる自動割付

④ データの向引(ズーム率)

1/1: 1バイトを8ドットに割付

1/2: 1バイトを4ドットに割付

1/4: 1バイトを2ドットに割付

1/8: 1バイトを1ドットに割付

(7) ルックアップテーブル

① 表示可能色: 64色

② 同時表示色: 16色最大

③ 容量: 6ビット \times 16ワード

(8) ライトペン

① 入力方式: タッチ及びプッシュ式

② 読取精度: ± 2 ドット以内

(9) スクロール制御部

① 方向: X, Y両方向

② 単位: X方向 32 ドット Y方向 1 ドット

(10) タブレット

① 読取エリア: 11 インチ \times 11 インチ

② 読取精度: 0.1mm

③ 読取モード: ストリームモード

4-4. 表示系仕様

(1) 表示色

グレーモード： LUTの指定により64色中16色

カラーモード： 4096色

ガイダンス画面： 8色（白，赤，青，緑，紫，黄，空，無色）

(2) 表示分解能

縦512×横768ドット

(3) 表示寸法

220×330mm

(4) CRT

大きさ： 20インチ

方式： シャドーマスクデルタガン方式

フィールド： 54フィールド ノンインタレース

色ずれ： 1ドット以内

4-5. ソフトウェア構成

ホスト側を含めた基本ソフトウェアは、次のもので構成されている。

ディスプレイ側： GITOS

ホスト側： GLSP, BMCIO (プログラムエ/オドライバ), IM
GIO (DMAドライバ)

ソフトウェア構成図を図4-2に示す。

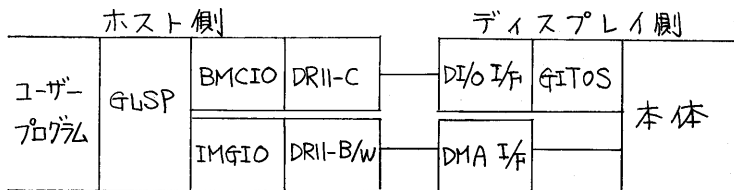


図4-2 基本ソフトウェア構成図

4-6. 基本ソフトウェア機能概略

(1) グラフィック機能

画面の初期化，画面の選択，選択画面の初期化，ベクトル色の指定，折れ線表示（絶対，相対），折れ線消去（絶対，相対），円表示・円消去（絶対，相対），矩形塗りつぶし表示・消去，円弧表示・消去（絶対）

(2) 文字制御機能

キャラクタ列表示（7×9サイズ），乗算列表示

(3) グラフ表示機能

座標軸表示（2次元，3次元），目盛表示（2次元，3次元），補助目盛付目盛表示（2次元），XYZ軸の目盛表示，補助目盛付XY軸の目盛表示，マーク付折れ線表示（2次元，3次元），棒グラフ表示（ランダム位

置表示可能), 散布図表示, 極座標折線表示, メッシュ表示, 多角形の塗りつぶし表示・消去

5. ユーティリティプログラム

5-1. 図形データ

図形データは、画面、セグメント、サブセグメント、図形要素の4階層で構成され、各々は以下の包含関係に従っている。

<システム> = <画面> : <画面> : ----- : <画面>

<画面> = <セグメント> : <セグメント> : ----- : <セグメント>

<セグメント> = <サブセグメント> : <サブセグメント> : ----- : <サブセグメント> 又は

= <図形要素> : <図形要素> : ----- : <図形要素>

<サブセグメント> = <図形要素> : <図形要素> : ----- : <図形要素>

5-2. 機能と属性

各階層での機能と属性を表5-1に示す。

| | 機 能 | 属 性 |
|-------------------|--|---|
| 画 面 | 作成, 修正, 表示, 消去, コピー, 抹消, 名称変更, ウィンドウ, ビューポート, マッピング | マップ値, ウィンド値, ビューポート値 |
| セグメント, サブセグメント | 作成, 修正, 表示, 消去, コピー, 抹消, フリック, 移動, 拡大, 縮小, 回転, 表示ON/OFF, 表示レベル, 色かえ(単一色のみ), 名称変更 | サブセグメント有/無, 表示ON/OFF, 表示レベル, 重心, 移動量, 拡大率, 縮小率, 回転角, 単一色/多色 |
| 図形要素 | 点, 直線, 折線, 正多角形, 円, 円弧, 曲線, 面, 英数カナ, 漢字の追加/削除及び表示/消去 | 色, 線幅, 文字の縦/横 |

表5-1 機能と属性

5-3. ユーティリティ画面

画面に関する処理はキーボードからのコマンドで行うが、セグメント・図形要素に関する処理はユーティリティ画面を用いて行う。

ユーティリティ画面の一般的なフォーマットを図5-1に示す。

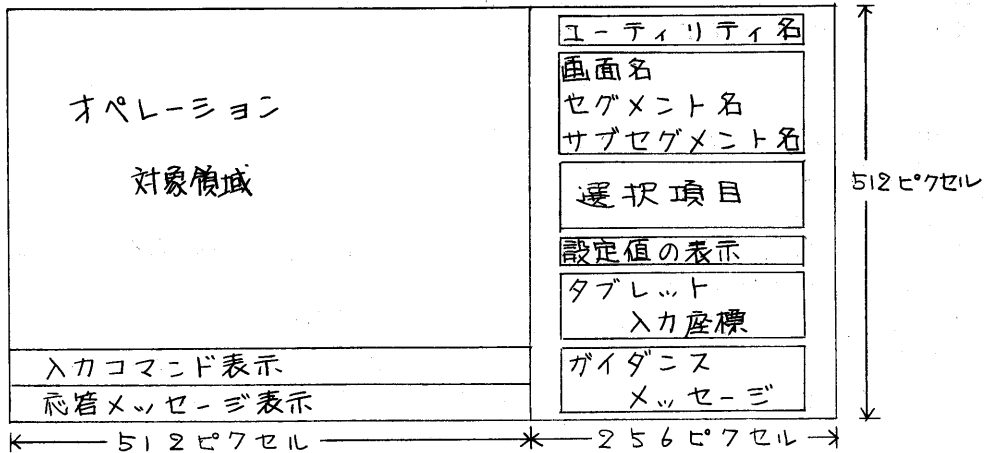


図5-1 ユーティリティ画面フォーマット

5-4. ユーティリティ

オペレータからのユーティリティ呼び出しコマンドをコマンド解析モジュールで解析し、該当ユーティリティに実行を受け渡す。ユーティリティは必要により、キーボードからコマンド入力、タブレットから座標入力、インデックスファイル、画面属性ファイル、セグメント属性ファイル、図形データファイルへのPUT・GETを行い、共通サブルーチンを使い画面の表示/消去、セグメントの表示/消去、セグメントの操作、図形要素の表示/消去を行う。又、ガイダンスファイル、エラーメッセージファイルからメッセージをリードし、オペレータにガイダンス表示、エラー表示を行う。関連図を図5-2に示す。

(1) 作画・修正 (EDIT画面名)

インデックスファイル、画面属性ファイル、セグメント属性ファイル、サブセグメント属性ファイル、図形データファイルを作成、修正する。図形データファイルの作成・修正を行うのは、このユーティリティだけである。又セグメント、サブセグメントの抹消を行う。

(2) セグメント変更 (MODF画面名)

表示レベル、表示ON/OFF、名称について、セグメント属性ファイルサブセグメント属性ファイルの変更を行う。

(3) セグメント操作 (OPER画面名)

セグメント、サブセグメントの移動、拡大、縮小、回転について、セグメント属性ファイル、サブセグメント属性ファイルの属性変更を行う。移動、拡大、縮小、回転は、セグメントの重心を中心として行う。

(4) セグメントコピー (COPY画面名)

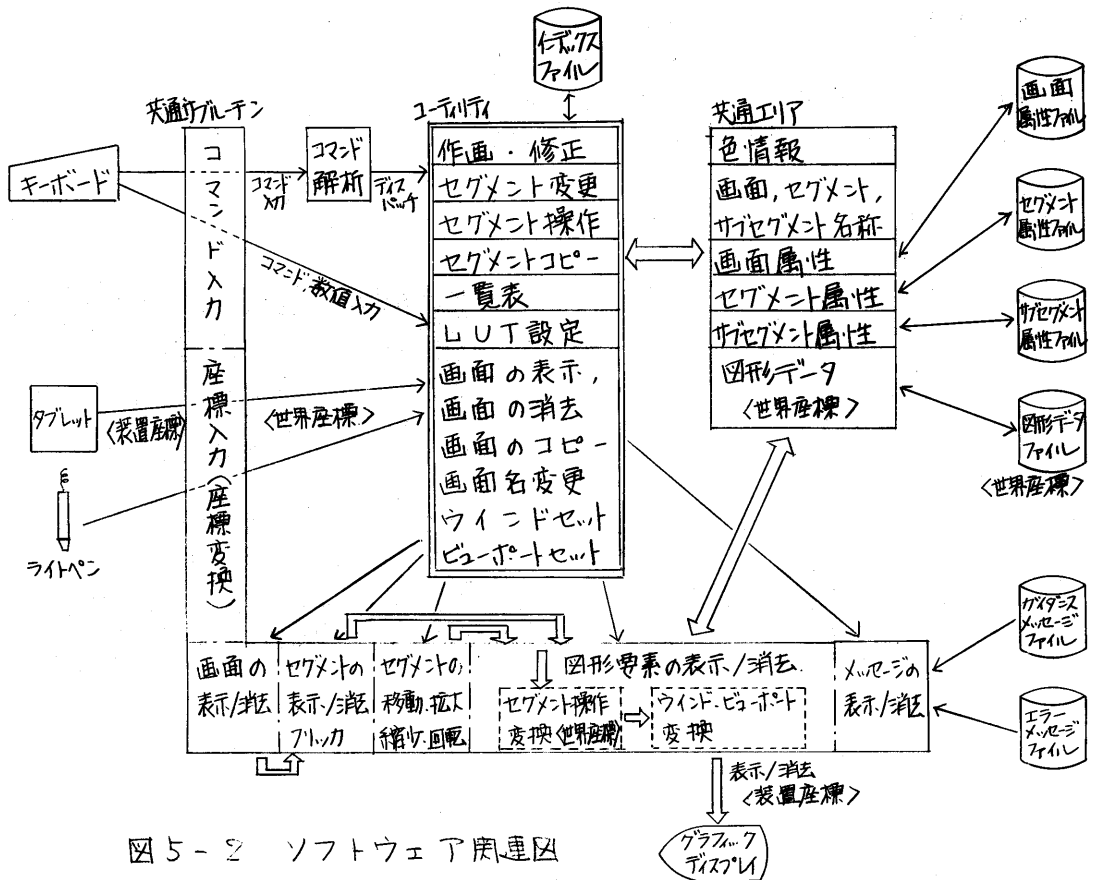


図5-2 ソフトウェア関連図

自画面内又は、他画面からのセグメント、サブセグメントのコピーを行う。

(5) 一覧表

システムに登録されている画面名すべてを表示する画面一覧表 (SUMG)、指定画面の画面属性を表示する画面属性一覧表 (SUMG、画面名)、指定画面内のすべてのセグメント名、サブセグメント名とその表示レベル、表示 ON/OFF を表示するセグメント一覧表 (SUMS、画面名) がある。

(6) LUT設定 (LUT) (Look Up Table)

グラフィックディスプレイの機能として RGB 各4ビット、計4096色の色を持っているが、RGB を各々指定しながら図形を作成することは非常にやっかいであるので、16色を選択し、0~15までの色NOにより色の指定を行っている。LUT設定では、16色の選択を行う。

(7) 画面操作ユーティリティ

- ① 画面表示 DSPG、画面名
- ② 画面消去 ERSG
- ③ 画面コピー CPGG、画面名(1)、画面名(2)

- | | | |
|------------|------|--|
| ④ 画面名変更 | RENG | 画面名(1), 画面名(2) |
| ⑤ 画面抹消 | DELG | 画面名 |
| ⑥ ウィンド設定 | WND | 画面名, X_{min} , X_{max} , Y_{min} , Y_{max} , R |
| ⑦ ビューポート設定 | VPT | 画面名, X_{min} , X_{max} , Y_{min} , Y_{max} |

装置概観図を図5-3に、作画、修正ユーティリティを図5-4に示す。

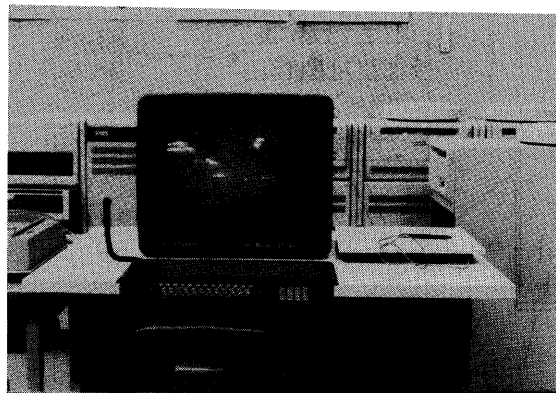


図5-3 装置概観図

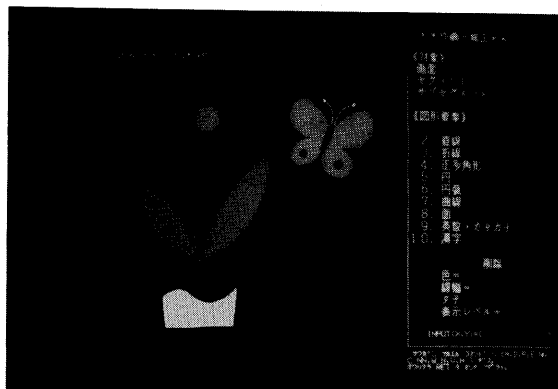


図5-4 作画、修正ユーティリティ

6. 評価

- (1) 現在使用しているグラフィックディスプレイは、セグメントバッファが小さく、インテリジェント機能が低い。そのため、ホストでセグメントバッファを持ち、ウィンド、ビューポート、セグメントの移動・拡大・縮小・回転、表示ON/OFF等はすべてソフトウェアで行っている。そのため、線画の表示・操作であれば速いが、面画の表示・操作速度は面の塗りつぶし時間も合わせ、ややリアルタイム性にかける。
- (2) 曲線補向を放物線擬せ右せ法で行ったが、非常に精度が悪い。
- (3) 処理速度が速く、仮想記憶のためプログラム容量を意識しなくて済み、操作性が良く、ファイルマネージメントも完備している等、図形処理用コンピュータとしてVAX-11/750は非常に扱いやすい。
- (4) 今回の試作で2次元図形のハンドリングができるようになったため、今後3次元を含めたCAD/CAM, etc. 応用を考えていきたい。