

## ストレージ型グラフィックディスプレイをTSS端末として利用するためのインタフェースの開発

若林真一 菊野 亨 吉田典可 堀川英弥  
(広島大学 工学部)

### 1. まえがき

最近、図形あるいは画像処理分野の急速な発展に伴って、CRTディスプレイ装置がエンドユーザとシステム間のマンマシンインタフェースとして注目されている(2), (3), (4)。CRTディスプレイ装置は、表示方式に基づいて、リフレッシュ型とストレージ型に大別される<sup>1)</sup>。その内、比較的安価なストレージ型が広く利用されてきている。

筆者らは、ストレージ型グラフィックディスプレイ装置TEKTRONIX 4012をプリント基板設計のためのTSS端末として使用している。一般に、CAD用のTSS端末が備えるべき機能としては、次の4つがあげられる。

- (1) 多様な表示機能
- (2) 高度な会話機能
- (3) 精密な作画機能
- (4) ハード・コピーを出力する機能

これらの内、ストレージ型グラフィックディスプレイ装置は、通常、(3)と(4)の機能だけを提供している。先ず、(1)については、カラー表示、あるいは、線分の輝度、太さを変更した表示機能がないことがあげられる。次に、(2)については、画面の一部を修正する機能がないことがあげられる。したがって、画面の修正を行うには、画面全体を消去した後に、修正済みの画面を表示する必要がある。このことは会話性を低下させる原因ともなっている。

本稿では、ストレージ型グラフィックディスプレイ装置に関する上述の問題を解決するために開発した、画面データ管理ユニットGDMU(Graphic Data Management Unit)<sup>7)</sup>について報告する。GDMUの画面データ管理に関する豊富な機能を利用することによって、ストレージ型グラフィックディスプレイ装置の高機能化が実現され

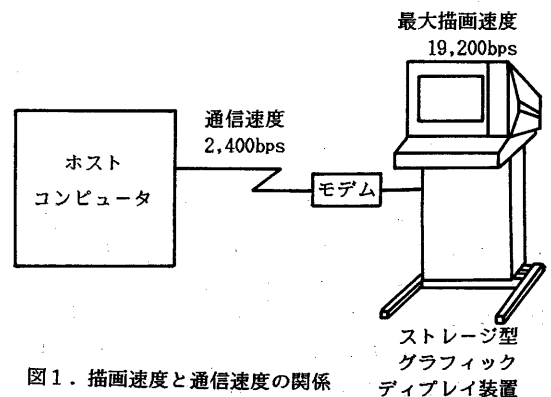
た。更に、GDMUをストレージ型グラフィックディスプレイ装置とホストコンピュータの間に置くことによって、ホストコンピュータの負担の軽減、及びTSS回線の有効利用が可能となった。

### 2. 開発の背景

ここでは、GDMUの開発を行った背景として、ストレージ型グラフィックディスプレイ装置のCAD用のTSS端末としての使用環境、ならびに、その場合の問題点について簡単に説明する。以下では、特に断らない限り、ディスプレイ装置と書けばストレージ型グラフィックディスプレイ装置を指すものとする。

#### 2.1. 使用環境(TSS端末)

図1にモデムを介したディスプレイ装置TEKTRONIX 4012とホストコンピュータHITAC M-200Hの接続状況を示している。ディスプレイ装置の描画速度は19,200bpsである。一方、通信回線の通信速度は2,400bpsとなっている。このため、ディスプレイ装置の描画速度も、2,400bpsに制限されてしまう。更に、画面表示に関する機能はすべてホストコンピュータの側から与える必要がある。



## 2.2. 問題点

2.1.での議論，及び，1.での説明より，ディスプレイ装置をCAD用のTSS端末として使用する場合の問題点をまとめると次のようになる。

- (1) ディスプレイ装置の表示機能が低い  
ため，画面出力に関するホストコンピュータの負担が大きい。
- (2) 画面の更新(一部分の修正も含む)に  
かなりの時間がかかる。
- (3) TSS回線の通信速度が遅いため，  
ホストコンピュータとディスプレイ  
装置の間でのデータ転送に時間がか  
かる。
- (4) 表示画面のハード・コピーをとるた  
めの専用装置がオプションで用意さ  
れてはいるが，精度はあまり高くない。

なお，問題点(4)に関しては，X-YプロッタHP9872AをTSS回線にモデムを介して接続することを検討した。しかし，インタフェース規格がモデム側ではRS-232-Cであるのに対し，X-Yプロッタ側ではIEEE-488(GPIB)であるため，直接の接続はできない。仮に同一規格のインタフェースで接続したとしても，X-Yプロッタでの描画速度は遅いので，TSS回線の利用効率を下げることになる。

以上の(1)～(4)の問題点を解決するため画面データ管理ユニットGDMUを開発した。

## 3. GDMUの概要

開発したGDMUでは，端末装置を高機能化することで，ホストコンピュータとディスプレイ装置との間で転送されるデータ量を極力減らしている。以下，3.1.で開発方針を述べた後，3.2.，3.3.でシステム構成と主な機能について説明する。

### 3.1. 開発方針

GDMU開発の基本方針としては，「GDMU上で画面に関するデータを保持し，ホストコンピュータの側からは，簡単なコマンドだけを送ることで，ディスプレイ装置として必要な機能を実現すること」を採用した。具体的には，先に述べた問題点に対応して，次のようにまとめられる。

- (1) ディスプレイ装置の高機能化により，ホストコンピュータの負荷を軽減する。
- (2) GDMU上に画面データを記憶することで，画面更新に要する時間を短縮する。
- (3) 表示画面のハード・コピーをとる機能を提供する。更に，異なるインタフェース規格をもつ各種の入出力装置にも対処できるようにする。
- (4) GDMUに内蔵のリフレッシュメモリの有効利用を図る。

### 3.2. システム構成

図2にGDMUを含む全体のシステム構成を示す。

### 3.3. 主な機能

GDMUの画面データ管理に関する主な機能をまとめると次の(1)～(6)である。以下，その詳細について順次説明する。

#### (1) 画面の記憶

GDMUでは，画面データを線分と文字に分けて記憶している。

先ず，線分データについて説明する。線分データに対しては端点の座標の他に，以下に示す4つの指定を許している。

a. 線分の種類 …… 実線の他に，破線，一点鎖線，二点鎖線で表示することができる(図3(a))。

b. 線分の端点 …… 線分の端点に'×'や'□'等の記号をつけて出力することができる(図3(b))。

c. 線分の色 …… 4色までの色指定ができる。

d. 線分の属性・・・線分の集合に対し名前をつけ、同じ名前をもつ線分に対し、一括して削除、再出力、移動、ハード・コピー、等を行うことができる。

例えば、図3(c)に示すように、Aという名前を持つ線分だけを出力させることができる。この場合、ホストコンピュータからは、再出力の命令と出力させたい線分の名前を送るだけでよい。また、図3(d)に示すように、Aという名前を持つ線分だけを移動させることもできる。

次に、文字データについて説明する。GDMUでは、文字データはすべて'文字'という属性を持つと判断されるので、文字表示とグラフィック表示を別々に扱うことができる。また、文字列単位での色指定も行える。

### (2) 画面の削除

GDMU内蔵のリフレッシュメモリ上に記憶している画面データを用いて画面の削

除を効率よく実行する。ホストコンピュータからは、削除したい線分の端点の座標、あるいは、削除したい文字の座標を送るだけで表示画面の削除ができる。

### (3) 画面のハード・コピー

リフレッシュメモリの内容を利用して、画面データのハード・コピーをX-Yプロッタ上に出力する。ハード・コピーをとる際の倍率の指定は、0.5-2.5倍までの範囲で、0.25刻みで可能である。

### (4) 画面の再出力

リフレッシュメモリの内容を利用して、ディスプレイ装置に出力する。この場合、属性単位での再出力も可能である。

### (5) 画面の拡大

クロスヘア・カーソルを用いて画面上にウィンドウを設定し、その中のデータだけを拡大して表示する(図4)。

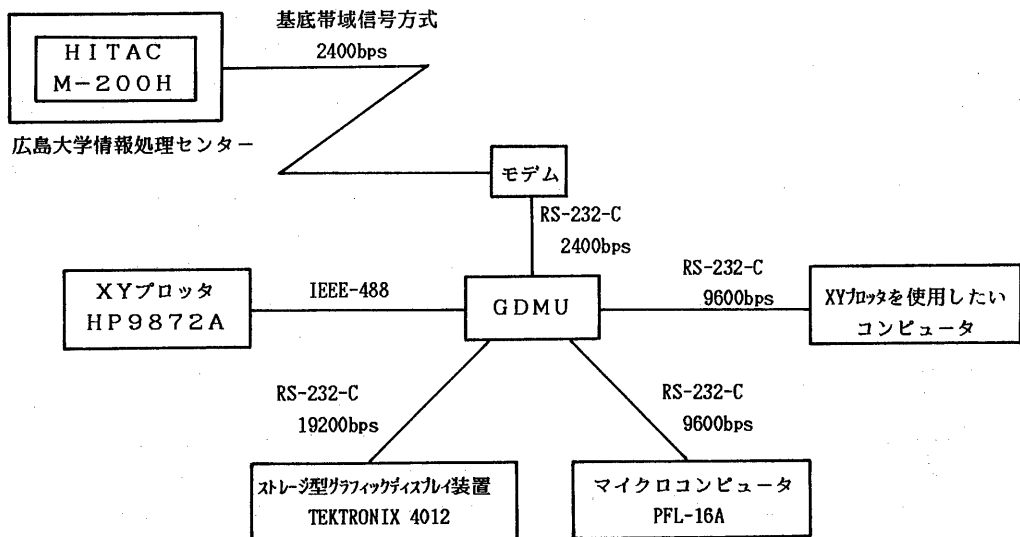
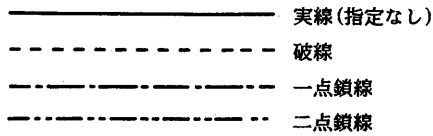
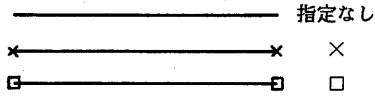


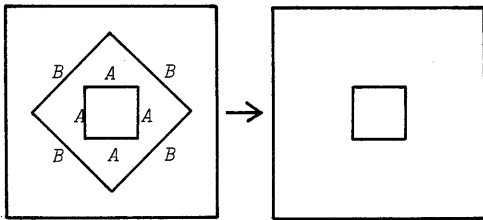
図2. システム構成



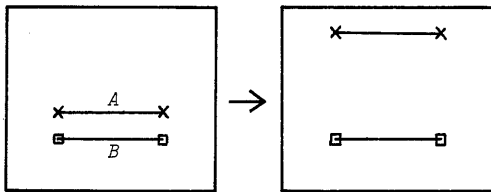
(a) 線分の種類



(b) 端点の指定



(c) 属性(再出力)



(d) 属性(移動)

図3. 線分に関する指定

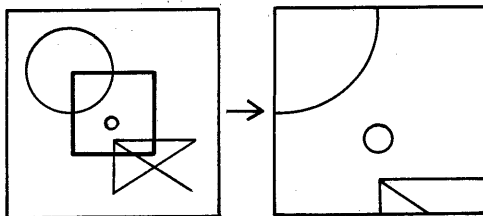


図4. ウィンドウ内の拡大表示

### (6) 画面の移動

リフレッシュメモリ上のデータの一部または全部に対し、その座標を変更することで画面の移動を実行する。この場合、属性単位での移動も可能である。

### 4. GDMUのハードウェア構成

GDMUのハードウェア構成を図5に示す。主な構成要素としては、CPU、外部機器との接続のためのインタフェース、画面データ記憶のためのリフレッシュメモリとシステム用のRAM、ROMがある。それらの詳細な仕様を表1に示す。

表1. GDMUの主な仕様

CPU	Z-80A (動作クロック4.000MHz) 割り込み SIO→SIO2の順に接続
メモリ	ROM: 2764×1 8Kバイト RAM: 4164×8 64Kバイト システム使用領域 12Kバイト リフレッシュメモリ 52Kバイト
シリアル インタフェース	Z-80A SIO/O ×2 ポート: SIO1 Aチャネル 2400bps, 9600bps SIO1 Bチャネル 2400bps, 9600bps SIO2 Aチャネル 19200bps, 9600bps SIO2 Bチャネル 19200bps, 9600bps ポートはチップ・スイッチにより切り換え
パラレル インタフェース	TMS9914A ×1 IEEE-488規格 8bit 入出力

CPUにはマイクロプロセッサZ-80A(4MHz)を使用している。4個のシリアルポート(RS-232-C)の管理にはZ-80A SIO/Oを用いている。1個のパラレルポートの管理にはGP-IBコントローラTMS9914Aを用いている。リフレッシュメモリ(52Kバイト)には、約5,000本の線分が保持できる。

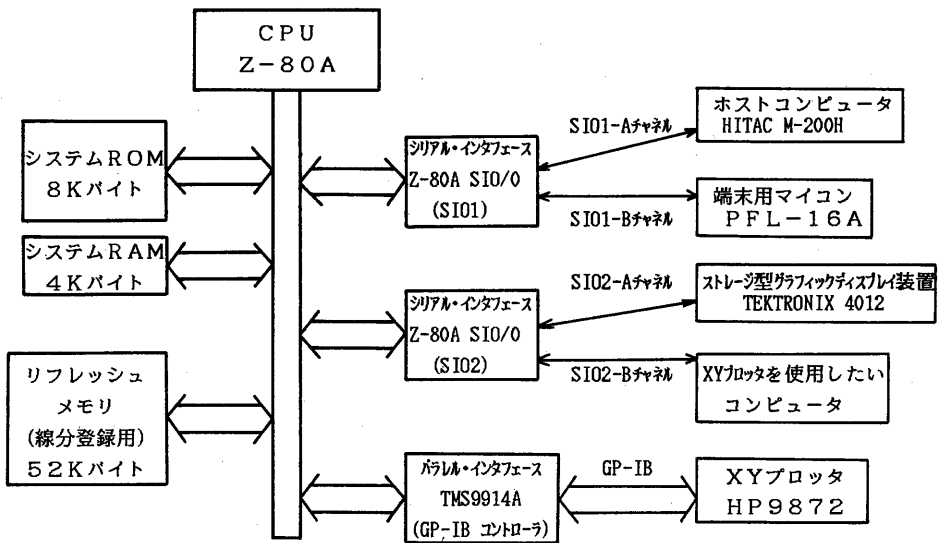


図5. ハードウェア構成

5. リフレッシュメモリのデータ構造

GDMUにおけるデータの管理について説明する。リフレッシュメモリ内では、図6に示す形でデータの管理が行われている。各データは、水平線分インデックス(Y座標)あるいは垂直線分インデックス(X座標)に登録された後、リスト構造として記憶されている。このことより、画面データの更新等が高速に行える<sup>1)</sup>。また、使用されていないメモリ領域についてはガーベジ・コレクションを行っているため、メモリの有効利用も実現されている。

線分データは水平線分、垂直線分、斜め線分に分けて管理されている。文字データは、ASCII 128種類のを許している。それぞれについて、以下、説明する。

5.1. 線分の記憶

まず、水平線分は、Y座標をインデックスとして、始点のX座標の小さいものから順にポインタでつながれる(図7(a))。線

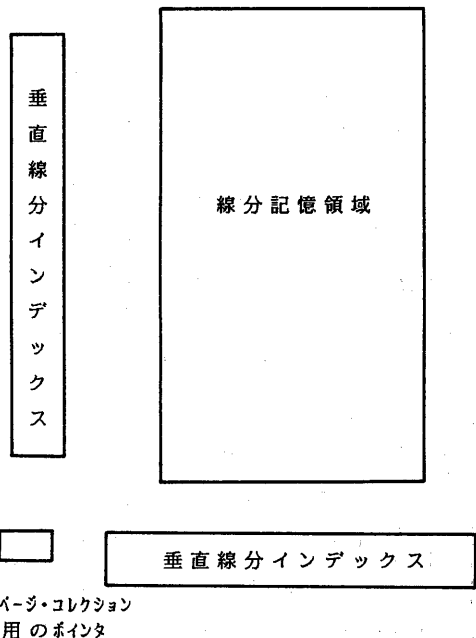
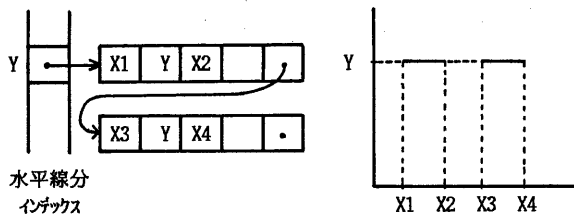


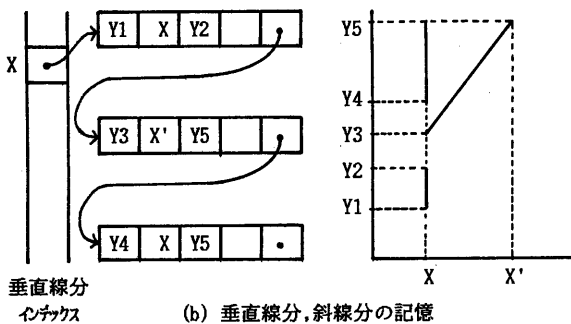
図6. リフレッシュメモリの構造

分1本を記憶するためのデータ記憶形式をレコードといい、1レコードごとに2バイトを単位として計10バイトのメモリが使用される。第1バイトと第2バイトの対に始点のX座標、第3バイトと第4バイトの対にY座標、第5バイトと第6バイトの対に終点のX座標が格納される。第7バイトと第8バイトの対(図中の空白部)はユーザの指定を記憶するのに用いる。第9バイトと第10バイトは、次の線分へのポインタが入る。

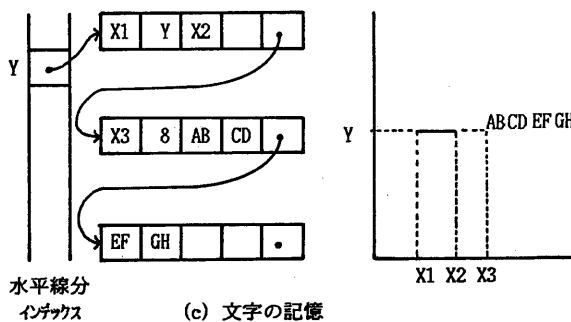
次に、垂直線分、斜め線分も同様に記憶される(図7(b))。水平線分との違いは、



(a) 水平線分の記憶



(b) 垂直線分, 斜線分の記憶



(c) 文字の記憶

図7. 線分, 文字の記憶

共にX座標をインデックスとする点である。

## 5.2. 文字の記憶

文字データは、先頭文字の左下のY座標をインデックスとして記憶される(図7(c))。なお、一度に記憶可能な文字列の長さは127文字である。それを越える長さの文字列については、改めてインデックスに登録する必要がある。

## 6. 結び

本稿では、ストレージ型グラフィックディスプレイ装置をTSS端末として利用するためのマンマシンインタフェースとして開発した、画面データ管理ユニットGDMUについて述べた。GDMUは、現在、製作を完了し、プリント基板用CADシステムHI-CARP<sup>6)</sup>のインタフェースとして使用している。

GDMUの性能について若干の考察を行う。図8の出力例は線分の数約1,000本の回路図である。このデータをホストコンピュータからストレージ型グラフィックディスプレイ装置に送るのに、TSS回線が比較的空いていると思われる時間帯で約13分15秒かかった。このデータをGDMUからストレージ型グラフィックディスプレイ装置に再描画するのに要した時間は、約18秒であった。更に、原図の約1/4の大きさのウィンドウを設けて、それを拡大再描画するのに(GDMUを利用すると)約10秒かかった。これらの実験結果より、開発したGDMUは2.2.で述べた問題点を一応解決したものと考えられる。

最後に、今後の課題として、

- (1) 曲線に対する効率よい記憶方法の検討
- (2) リフレッシュ型グラフィックディスプレイ装置への応用
- (3) CAD用高機能端末への拡張などが考えられる。

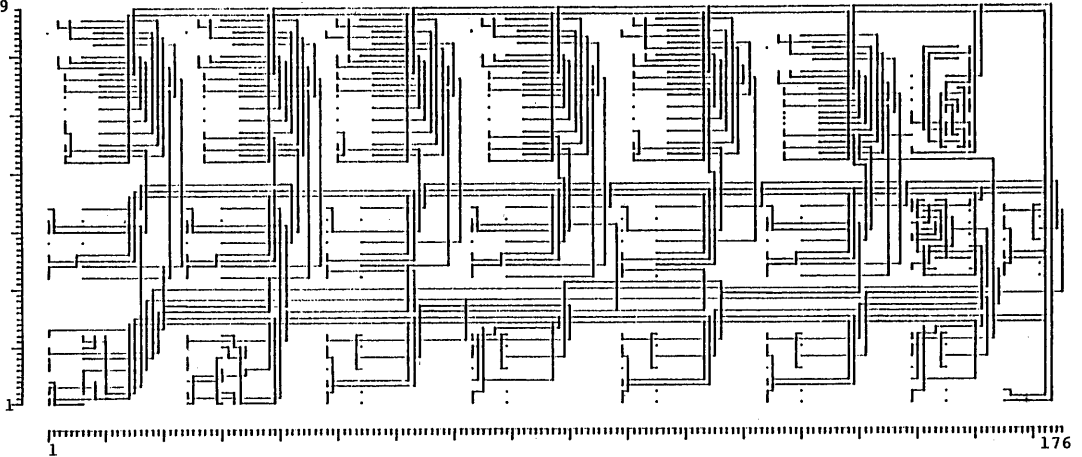


図8. 出力例(プリントパターン)

#### 参考文献

- 1) Giloi, W.K.: Interactive Computer Graphics, Prentice-Hall, Inc. (1978).
- 2) 堀川勇壮: マンマシンインタフェースにおける一考察, 情報処理, Vol.24, No.6, pp.699-706 (1983).
- 3) 石田晴久: 高機能型端末のヒューマンインタフェース, 情報処理, Vol.24, No.6, pp.744-749 (1983).
- 4) 香園一郎: 文字グラフィック制御用LSIの技術動向, 情報処理, Vol.24, No.7, pp.870-749 (1983).
- 5) 岡村勉夫: 標準デジタルバス (IEEE-488) とその応用, CQ出版社 (1981).
- 6) 内田, 安原: プリント基板自動設計システムHI-CARPの開発, 昭和58年度広島大学卒業論文(1984).
- 7) 若林, 他: ストレージ型グラフィックディスプレイのための画面データ管理ユニットの開発, 昭和58年度電気四学会中国支部連合大会, 52206, p.96 (1983).