

二重偏向型 CRT 表示装置*

中 摩 雅 年** 青 木 繁 人** 岡 部 輝 生**
 後 藤 明 也** 吉 本 悠 久** 竹 内 慶 光**
 椿 治 義**

Abstract

This paper discusses both hardware and software design concepts of a display system which can statically or dynamically display Japanese characters and graphic maps. Features for hardware and software are also described. The experiment shows that the pictures consist of about five hundred strokes are displayed flicker free. In conclusion, the equipment mentioned here has the feasibility of a multi-purpose display for Command and Control Systems.

1. ま え が き

電子計算機と人間の有効な対話の手段として、電子計算機で駆動される CRT ディスプレイ装置は、大別して CAD 用の図形表示を中心としたグラフィック・ディスプレイ装置と MIS などのデータ通信端末に利用されている文章表示を中心としたキャラクタ・ディスプレイ装置に分けられる。これらの装置についてはわが国でも理論的な解析や多くの研究^{1)~7)}が行なわれており、また装置についても 2~3^{8)~17)}の開発が行なわれている。

一方上述の中間に位置すると思われる CCS (Command and Control System) に必要な表示は人間の判断や意志決定の際のマン・マシン・コミュニケーションの高効率、高信頼性を目的としており、可能な限り直覚的に解りやすいことが必要で、このため表示は図形表示と文章表示の併用の形が望ましい。たとえば航空交通管制の自動システム¹⁸⁾では、レーダ情報やフライトの情報などが電子計算機で処理されて CRT 上にトラッキング・シンボルやタグとして英数字、記号などで表示され、また必要により細部情報がメッセージ・エリアに文章表示される。この際、CRT 上に地図やフライトプランなどの各種の図形を重畳して背景表示を行ないたいという要求は陸上における航空管制のみ

でなく、船舶、航空機上での管制にも要求され、管制用コンソールやインテグレートッド・ディスプレイ装置の要求が極めて強い。このため、通常の CRT 面の後方から別に光学的方法¹⁹⁾²⁰⁾で螢光面上に地図などを投影する方式が考案されたが、このような方式は精細なカラー表示が得られる利点がある反面、電子ビーム系の表示座標と光学系の表示座標を CRT 面全域にわたって合致させることは困難で、かつ信頼性にもとほしく、航空管制のごとく位置ずれが重大な結果を招来する危険性のあるシステムには採用できない。また背景地図を刻々移動させる必要のある場合にも光学的方法ではほとんど不可能である。本装置は、これらの欠点を改善する目的で開発した高速 2 重偏向の電子ビーム制御方式の CRT ディスプレイ装置であって、従来の CRT ディスプレイ装置に用いられていた線表示機能やデジタル・スイープ方式によるレーダ・ロウビデオ信号の表示機能²¹⁾²²⁾と両立できる方法で、新たに高速のデジタル式文字発生器を設けたものである。このため、表示のための複雑なストロークの大部分をデジタル式文字発生器に行なわせることにより、表示のために占有される CPU や I/O またこれに必要な制御プログラムの負担を軽減し、システムの効率化を図ろうとするものである。本文は、上述の高速デジタル式文字発生器として先に筆者らの発表²³⁾したマルチ・ステップ・ストローク方式の文字発生器を用いて、文章表示と図形表示の機能²⁴⁾を検討したものである。以下システムの構成、ハードウェア、基本ソフトウェアについて報告する。

* Dual Deflection Type CRT Display Equipment, by Masatoshi Nakama, Shigeto Aoki, Teruo Okabe, Akiya Gotoh, Haruhisa Yoshimoto, Yoshimitu Takeuchi and Haruyoshi Tsubaki (The 1st Research Center of TRDI, JDA.)

** 防衛庁技術研究本部第 1 研究所

2. 本装置の概要

2.1 設計方針

本装置は前述の方式による文字発生器と字画コード記憶部を内蔵させ、簡単な表示フォーマットで漢字、平仮名、片仮名、英数字、特殊記号などを含む文章の表示および背景地図、グラフなどの図形表示を行なうようにした。表示は通常の静表示のほかに対象表示要素が時々刻々移動する動表示が可能で、かつ CCS 用の表示装置として多目的に使用できることを目標とした。以下特に考慮した点について述べる。

(1) プログラム制御で行なう表示要素の位置決めには電磁偏向の主偏向系を、文字、記号および短ベクトルによる背景地図などの表示には、高速特性が比較的容易に得られる静電偏向系を用いた。

(2) 主偏向系の XY 座標は 1023×1023、文字発生用の副偏向系の xy 座標は 15×15 の格子状とし、xy 座標の 1 メッシュは XY 座標の 2 メッシュすなわち 2 点長となるようにした。また両座標の原点はいずれも格子面の中心におき負数は補数表示とした。

(3) 本表示装置を直接駆動するコンピュータとの結

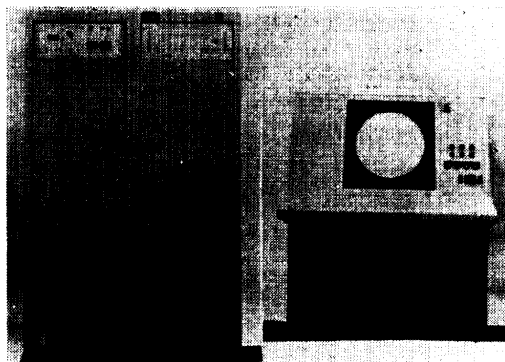


図 1 二重偏向型 CRT 表示装置外観図

Fig. 1 Display device using the dual deflection type CRT

合²⁵⁾は、DMA (Direct Memory Access) チャンネル²⁶⁾を使用し、リフレッシュ・メモリーはコンピュータのメイン・メモリーの一部を使用するメモリー・シェア方式²⁷⁾とした。

(4) 文字発生に必要な字画コード記憶部は、システムの要求に即応できるように自由に書き替え可能な高速メモリーを使用して、汎用性を持たせた。

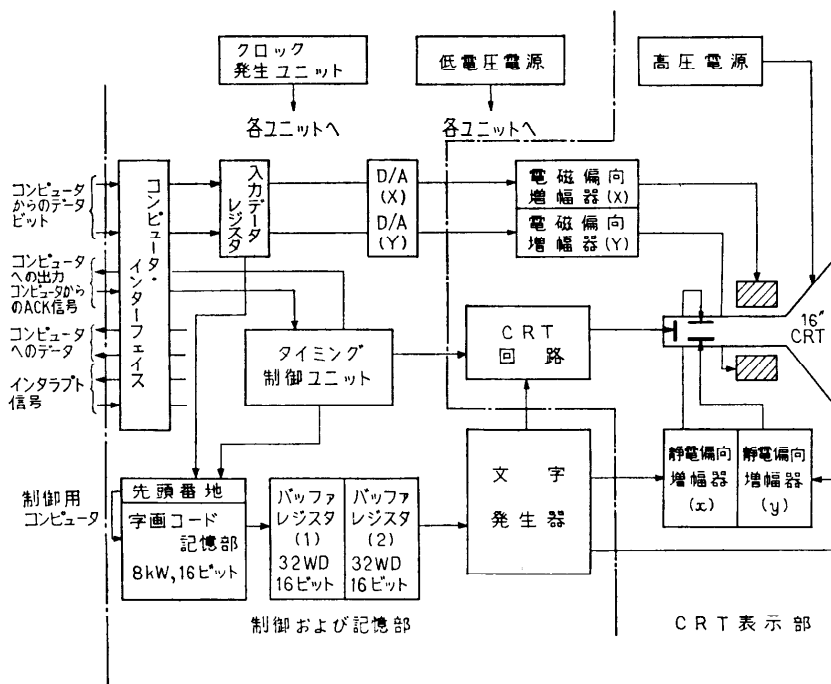


図 2 二重偏向型 CRT 表示装置のブロック図

Fig. 2 Block diagram of the dual deflection type CRT display

(5) CRT 表示ビームの休止時間を極力短縮するため、特殊のバッファ・レジスタを用いた先取り制御方式を採用した。

2.2 システム構成

本表示装置はコンピュータ (NEAC-3100), CRT 表示部, 制御部および字画コード記憶部とから成り, 外観写真を図1に, 機能ブロック図を図2に示す。

3. 本装置の特徴

3.1 ハードウェア

本システムの構成上の特質はディスプレイ・コマンドと一般のコンピュータの命令とのレベルを特に区別しない方式である。また, 1回の出力命令によって処理装置と独立して表示データの転送を継続するようにシステムを設計している。さらに, ソフトウェアの負担を軽減するために次のような機能を考慮してある。

3.1.1 ディスプレイ・ハードウェアの制御

これはディスプレイ語列の転送, 構成, 識別, およびオペレーション・プログラムとのコミュニケーションを制御するものである。したがって, ディスプレイ用のコマンドの一種と考えてよい。

(1) ディスプレイ・ワード構成

ディスプレイ・ワードのフォーマットは図3(a)に示すように, 単純な形でディスプレイ語列の転送および簡単な制御ができるようにした。なお, ID ビットに2ビット使用しているがその区分は次のとおりである。

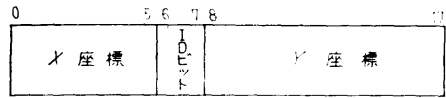
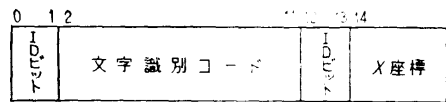
- | | | | |
|----|-----------|----|-------|
| 00 | チャンネル切離し用 | 10 | X座標値用 |
| 01 | 文字識別コード用 | 11 | Y座標値用 |

(2) 自動連続データ転送

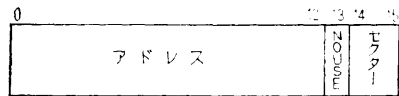
画面表示中, マルチ・モードでコンピュータを利用するため, 1度 CPU で出力命令を出すとリフレッシュ・ファイルのデータをフレームごとに繰返しメモリから直接自動転送する。

(3) プログラム・データによる I/O 制御

従来の I/O 制御では周辺装置からの割り込みすなわち I/O 動作終了などによってチャンネルの切り離しや占有の制御をしていたが, CRT ディスプレイ装置の場合は転送速度が早いので1フレームごとのデータ転送終了による割り込みでチャンネルを切り離さないうえ, ユーザーのプログラム・データの ID ビットでいつでもチャンネルの切り離しができるようにしてある。この利点は直接 I/O をプログラムでコントロールできる点である。



(a) ディスプレイ・ワードのフォーマット



(b) 先頭番地記憶部のワード・フォーマット

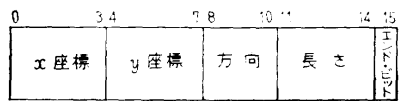


図3 ワード・フォーマット

Fig. 3 Words formats

3.1.2 各ユニットの特性

(1) 制御部

表示装置に表示する情報は表示データの転送時間や読み出し時間に負う所が大きい。このため, 本表示装置は制御部に次のような各種の機能を設け, 表示速度の高速化をはかった。

a. 先取り制御

字画コード記憶部と文字発生器との間には32語×16ビット/語の大容量バッファ・レジスタ (以後 BR と記す) を2個設け, BR1 と BR2 として利用する。BR2 は文字発生器の1文字表示動作に必要な字画コード・データを格納し, BR1 はこのような表示動作中に, 次の画く1文字分の字画コード・データを字画コード記憶部から先取りして順次読み出し, 記憶しておくためのものである。BR2 の内容が表示し終ると, BR1 の内容512ビット (32語×16ビット/語) を BR2 へ1クロック・タイムで瞬時に並列転送し, 次の1文字表示動作を開始する。

b. セクター制の採用

字画コード記憶部に格納する文字は4つのセクターに分類した。すなわち, 表示すべき文字の画数分布から文字画数を0~10画, 11~14画, 15~20画, 21~32画に分類し, 各セクターごとに BR1 への入口を設け, 転送時間のロスを少なくしている。

c. ディスプレイ・ワードの転送

本システムに用いたコンピュータは6ビット単位のキャラクタ転送方式のため、先に示したディスプレイ・ワードは、文字識別コード、座標コードの順に転送する。転送された文字識別コードを解読して先頭番地記憶部のアドレスと照合し、間接番地方式で字画コード記憶部から所定の字画コード・データをBR1に転送する。一方、X、Y座標データは入力データ・レジスタに保持されている。

(2) 字画コード記憶部

本記憶部はDRO型のワイヤー・メモリー(8k語、16ビット/語)を使用し、図3(b)、(c)に示すごとく、先頭番地記憶部(アドレス0~1777)および字画コード記憶部(アドレス2000~1777)の2つの部分で構成する。先頭番地記憶部はさきの文字識別コードと照合されたアドレスにおいて字画コード記憶部にある1文字分の字画コードの先頭番地を指定する。対応する字画コード記憶部には筆者などのデザインした字画コードを記憶させた。本記憶の内容は紙テープ入力から外部から自由に変更できる。現在格納してある文字の内訳は次のとおりである。

短ベクトル	64個	特殊記号	20個
漢字	約320字	英数字	約80字
平仮名、片仮名	約120字		

(3) CRT表示部

XY座標系は文章表示のみを考慮した場合は左下隅を原点とした方が望ましいが、地図や図形の移動およびレダ・ビデオを重畳する際便利のようにCRTの中心を原点とした。ポジショニングはランダム方式である。フレーム・レイトは、フリッカー・フリーで表示するため、基準フレーム・レイトを40Hzとした。しかし、表示量が増加して基準の1フレーム時間(約25ms)中に表示できなくなると、表示超過時間分だけフレーム時間を自動的に延長し、画き損じがないようにした。

3.2 ソフトウェア

3.2.1 基本ソフトウェア

(1) データ・ファイルの構成について

図形データ構造として、データ・ファイルをディスプレイ・ファイル、リフレッシュ・ファイルおよび登録ファイルの3つに区別し、静表示にはリフレッシュ・ファイルのみを、動表示には3つのファイルを利用した。また、プログラム・フェーズの異なる場合、メモリのオーバーレイ機能を使用することによって有効なメモ

リー・マッピングを行なっている。さらに、コモン・エリアを用いて各オペレーション・プログラム間のコミュニケーションができるよう考慮を払った。

(2) 図形表示用の標準サブプログラムについて

図形処理用の標準サービスは動表示を主体とし、ユーザズ・プログラムの受け渡しを行なう簡単なコントロール・プログラムを作成した。また、動表示には時間的な制約からも取れぬ早いライブラリ関数が必要であり、SIN、EXP等図形処理に必要なライブラリ関数はステップ数が最小になるように作成した。

(3) ファイル管理について

図形データはファイル単位とエレメント単位で取扱っているが、ファイルとは1つのまとまった語列を指すものであり、エレメントとはその中で1つの画素を構成するものである。文字そのものや記号およびショートベクトルはエレメントであり、それらの素子で構成する全体図のデータ・グループがファイルである。日本地図などの背景図のように処理されたファイルは現在磁気テープに適当なエントリー名のもとに登録している。ファイルのアクセス方法は現在シークエンシャルで行なっているがエレメントに対してはダイレクト・アクセスで任意個数何度でも呼出し可能である。また、新たにエレメントを発生する場合は、文字コード記憶部にそのコードを登録すればよい。割り込みによるオーバーヘッド時間はCRT側からの輝度利用率から考えて、1リフレッシュ・サイクル中に次のディスプレイファイルを編集し終ればよいのであるから、表示データ量とリフレッシュ時間との余剰時間の時分割を行なって、プログラムを実行させており、また、ディスプレイ中にもプログラムの並行処理ができるので障害にならない。

3.2.2 ディスプレイ・プログラム

(1) 静表示プログラム

このプログラムは処理プログラム部、サブルーチン部、リフレッシュ・ファイル、コモン・エリアから成る。リフレッシュファイルは実際に表示されるデータを格納するためのエリアである。処理プログラムはリフレッシュ・ファイルを作成するためのメイン・プログラムであり、初期値の付与、表示に必要な計算、データの読み込み、編集などを行なうものである。サブルーチン・サブプログラムはそれに必要な関数を発生させるものである。

(2) 動表示プログラム

動表示の場合はコントロール・プログラムが加わる

のみで個々のディスプレイ・プログラムの構成は静表示の場合と本質的にはさほど変わらない。切り換え用のコントロール・プログラムはタイム・スケジュールを採用し、プログラム・セットによるインターバル・タイマーの割り込みを利用している。フローとしては、処理プログラムによって図形処理に必要な関数によってポジショニングの計算を行ない、リフレッシュ・フェイル1にデータを編集し表示する。一方、フェイル1を表示している間に図形の移動分である X, Y 座標の新ポジショニングの計算を行ない、次の表示フェイルを編集して、ダイナミック・ディスプレイを行なう。切り換え用のコントロール・プログラムは約 150 ステップからなり、図5の場合のデータファイルの容量は約 600 語である。動表示の図7の犬のアニメーション・プログラムは約 250 ステップであり、データ・エリアとして約 250 語からなる。

点長である。1 フレーム (25 ms) 中に占める割合は次のように観測された。

イ) 文字 158 字に費やされる時間 : 9.4 ms

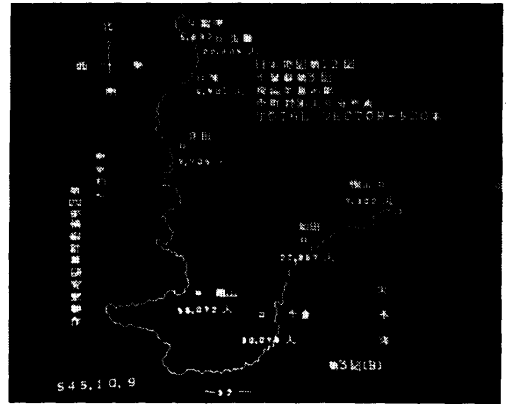


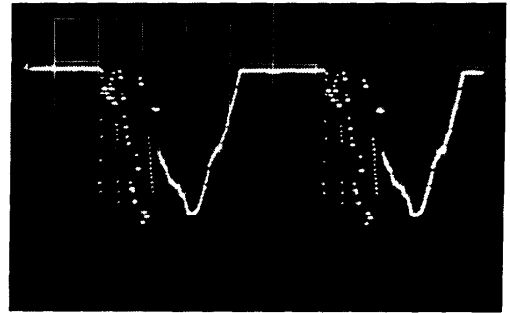
図 5 地図と文章の同時表示例

Fig. 5 Example of simulation display with map and characters

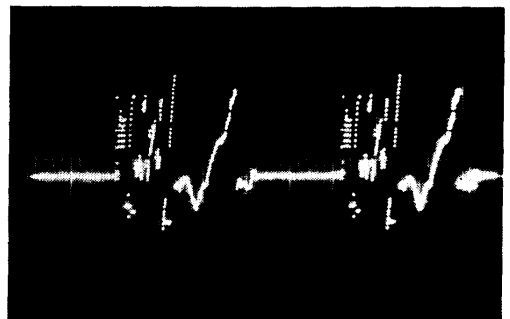
4. 実験結果

4.1 静表示

文章表示機能をテストするため、格納文字 600 字のうち、字面数 10 面の文字“英”を抽出し CRT 上に 500 字 (20×25) 表示したものを図4に示す。また、図5は地図と文章の併用表示機能をテストするため、房総半島に適当な文字を挿入して表示した例であるが、この程度の図形の精度であればコマンド・アンド・コントロール用のディスプレイ装置として十分である。地図を画くのに使用したベクトル数は 251 個であり、文字数は 158 文字である。図6にこの画面の XY 偏向アンプの入力波形を示す。158 文字の総画面数は 1271 画であり、ベクトル 251 個の総点長は X, Y 座標値で 2448



X 軸波形 5 msec/DIV



Y 軸波形 5 msec/DIV

図 6 電磁偏向アンプ入力波形 (房総半島)

Fig. 6 Input waveforms for the electromagnetic deflection amplifiers (in case of Fig. 6 display)

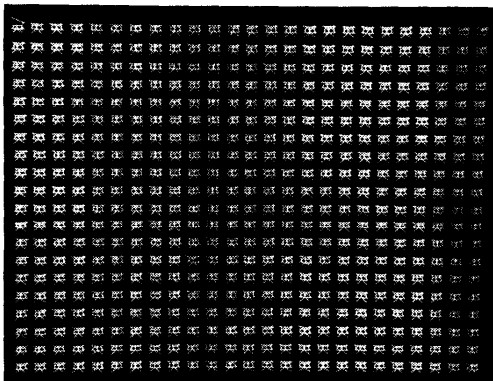


図 4 静表示例

Fig. 4 Example of static display

- ロ) ベクトル 251 個に費やされる時間: 12.4 ms
- ハ) 余裕空白部 : 3.2 ms

4.2 動表示

ソフトウェアの開発と合わせて、図形の移動、拡大、縮小、回転および文章、地図の移動など図形処理の動表示機能の実験を行なった。動表示に関しては紙面で報告できないので一例を図7の連続写真に示す。対象図形のドットは4画の小さな口字である。

5. 実験結果の検討

本装置は邦字などの複雑な文字を高速表示することが初期の設計理念に含まれていたもので、ここではCRT上での1文字表示速度や表示可能文字数について検討する。評価基準要素として1文字当りの実効表示時間および輝度利用率を考えた。これらは図8の表示タイ

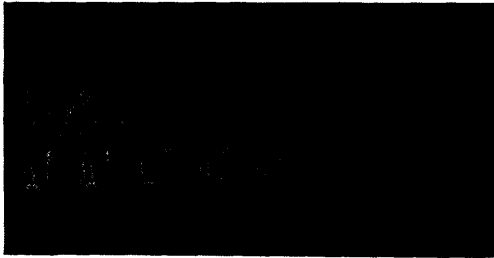


図7 動表示例

Fig. 7 Example of dynamic display

ムチャートにより次式のように表わせる。

$$T_{DR}^n = \max \{ T_1, T_2 \} \tag{1}$$

$$T_1 = t_{CH}^{n+1} + t_{BF}^{n+1}, \quad T_2 = t_{WT}^n + t_{PS}^{n+1}$$

$$Z^n = (t_{WT}^n / T_{DR}^n) \times 100 \quad (\%) \tag{2}$$

- T_{DR}^n : n 番目の1文字の実効表示時間。
- t_{CH}^{n+1} : コンピュータからの $n+1$ 番目のディスプレイワード (36ビット) 転送時間。
- t_{BF}^{n+1} : $n+1$ 番目の文字識別コードが識別され、該当する字面コード・データが BR 1 に順次読み出され貯えられる時間。
- t_{WT}^n : 実際に n 番目の文字の総点長を画く時間。これはクロック周波数 2MHz でストロークを画いているので副偏向系一点長 (主偏向系で2点長に相当) を画くのに $0.5 \mu s$ を要し、各ストローク間で $0.5 \mu s$ 休止する。
- t_{PS}^{n+1} : $n+1$ 番目の文字の X, Y 座標のポジショニングに要する時間。約 $12 \mu s$ でいずれの番地でも一定である。
- Z^n : 輝度利用率。

図8は文字列で $n-1$ 番目に12画の文字が、次の n 番目に7画の文字が、さらに $n+1$ 番目に1画のベクトルが、そして $n+2$ 番目に7画の文字が転送され、順次表示されている状態を示す。いま、 n 番目の文字に着目する。この場合、 $n-1$ 番目の文字が書き終わっている場合は問題ないが、本図のごとく書き終わって

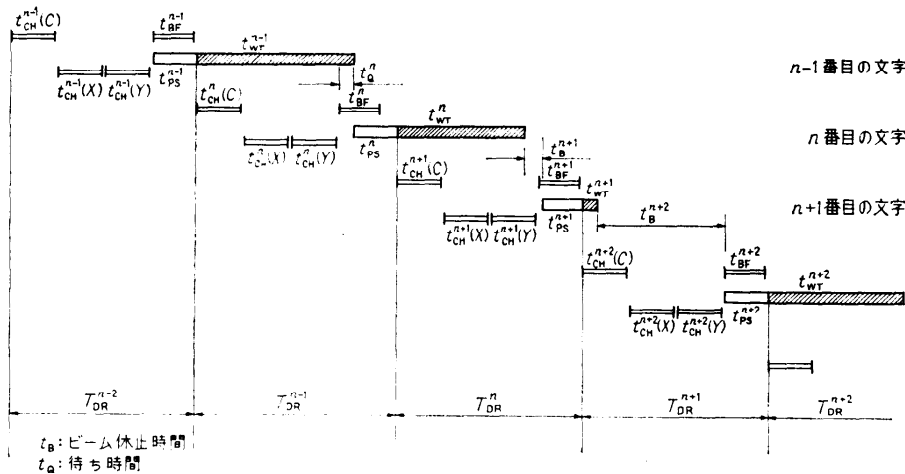


図8 表示動作のタイムチャート

Fig. 8 Time chart for display operation

ない場合は書き終る時間だけ待って、 n 番目の文字のポジショニングが開始される。次に $n+1$ 番目の文字の表示では前の n 番目の表示時間が $n+1$ 番目の文字の転送読み出し時間より短いため、ビームの休止時間 t_B^{n+1} を生ずる。したがって、ビームが休止するのは $t_{CH}^{n+1} + t_{BF}^{n+1} < t_{WT}^n + t_{PS}^{n+1}$ の時である。輝度利用率はこの実効表示時間 T_{DR} に占めるアンブランキング部 (斜線部 T_{WT}) の割合と考えてよい。実験によれば、ビーム休止時間 t_B は画数が平均10画以上の文字の場合はほとんど零になる。このことは2重のバッファ・レジスタを利用した先取り制御の効果を示し、輝度利用率 Z を高くしている。しかし、7~9画以下になると文字を書き終る方が早くなるため、ビーム休止時間 t_B は多くなる。実験によるとベクトルの連続表示の際の T_1 の最小値は約 $50 \mu s$ と観測されている。この値は理論推定値 $48 \mu s$ とほぼ一致する。図4より、100文字の1フレーム当りの表示に占める時間は約 $5.2 ms$ と実測された。したがって、1文字当りの実効表示時間 T_{DR} は約 $52 \mu s$ となり、1ストローク当り平均約 $5.2 \mu s$ となる。設計上では文字“英”の総画数を点長で示すと68点長であり、前述の t_{WT}^n の最小画き時間は理論上 $39 \mu s$ となるので、この場合の輝度利用率 Z は(2)式より75%である。一方、本システム構成では、特に画数の少ない文字の場合には文字表示の方が早く終了するため、ディスプレイ・ワードのデータ転送速度で表示能力が制限を受ける。現在転送速度は167字/秒で1ワードを $36 \mu s$ で転送しているが、多量のベクトル表示を行なおうとする場合にはチャンネルの転送速度を上げる必要がある。

図5に示す地図と文章の併用表示の場合では、文字158字で $9.4 ms$ であるから、1ストローク当り $7.1 \mu s$ と算定され、前述の $5.2 \mu s$ より若干増大した結果を得た。また、地図の1ベクトル当りの実効表示時間は $49.5 \mu s$ と求められた。したがって、現状では1フレーム $25 ms$ 内での表示可能総ベクトル数は約500となる。これを改善するためには、ディスプレイ・ワード1語36ビットを高速に転送できる制御用コンピュータを用いれば他の条件は同一でも転送時間を数 μs に減少でき、表示可能総ベクトル数は約1,500に増加できる。 t_{BF} の所要時間は字画数の小さい場合は約 $11 \mu s$ で、ポジショニング所要時間 $12 \mu s$ より小さいため表示時間に影響を及ぼさない。また、字面の大きい32画の場合は $23 \mu s$ を要するが、その直前に表示中の文字の画数が多ければ表示に無駄時間を生じない。

5. PPI との重畳表示

現用の CCS に用いられているレーダ PPI のデジタル・スイープ²⁾方式では、文字、記号、図形などの表示とデジタル・スイープの表示が独立に並行して行なわれ、電子ビームの占有優先権は文字、図形表示に与えられているため、文字図形の表示時間中はデジタル・スイープの一部がランダムに中断される。文字図形などの表示量が現行のように僅少の間は PPI 表示の画質の低下は無視できる程度であるが、表示量が増大すると現行の方式では画質の低下は避けられない。そこで現在の方式を改めて、デジタル・スイープのうち、無駄の多い中心部のスイープを間引く B. D. S. (Binary Decade Sweep) 方式を考案した。これによって生じた余剰時間を利用して文章図形などの表示を行なう。この際必要なことは、CPU で進行中の他の JOB の流れを阻害することなく決められた時間内に高速で表示動作が行なわれることであり、本方式では簡単な出力命令によって、リフレッシュ・フェイルをリフレッシュするのみで表示が可能であるので CPU の動作に悪影響を及ぼさない。

実際に B. D. S. 方式で1フレームにどの程度の表示時間が得られるかを計算すると、デジタル・スイープ長の $1/8$ までの B. D. S. を行なった場合、本方式では全スイープ長、すなわち、全スイープ時間に対し、32.8%の余剰時間を生じる。

本表示装置の CRT の蛍光面は P-31 であるがレーダ・ビデオの表示を併用する場合は残光性の長い P-19 蛍光面を使用するのでリフレッシュ・サイクルを20回/秒に低下でき、1フレームの表示時間は $50 ms$ となる。したがって、 $16.4 ms$ の表示時間がスイープ中でも理論上期待できる。また、実際のレーダ・システムではシステム・トリガー間で、10~15%の休止時間があるのでこの時間も上述の表示時間に加えると、ほぼ $23 ms$ の表示時間が期待できる。

7. む す び

以上、表示機能と表示能力の実験を行なったが、設計方針どおり邦字の高速表示、地図などの図形表示と文章表示の併用表示、ならびにこれら表示要素の動表示機能を確認した。このことは従来の CRT ディスプレイ装置ではみられなかった図形表示と文章表示能力を同時に満足させるものであり、CCS用コンソールや MIS 用の端末機器として十分利用できることがわか

った。しかし、今後さらに字画コード記憶部を共用するマルチ・コンソール化の問題や、ブランキング時間を僅少にする高速読み出し回路の研究、データ・ファイルの管理およびソフトウェア体系などについては今後の研究で確立したい。さらに、PPI との重畳表示の実験についてはレーダとの接続や CRT の蛍光面の問題もあり、本装置で直接実験評価を行なうことができなかったので次の機会にゆずりたい。

参考文献

- 1) 穂坂, 他: 凶形の発生, 記憶と処理について, 情報処理, Vol. 6, 3, pp. 129~139 (昭40.5).
- 2) 穂坂: 曲線曲面の合成および平滑化理論, 情報処理, Vol. 10, 3, pp. 121~131 (昭44.5).
- 3) 穂坂, 他: ディスプレイとその応用特集, 理論とソフトウェア, 信学誌, Vol. 53, 4 (昭45.4).
- 4) 古川: コンピュータグラフィクスにおけるデータ構造の問題, 情報処理, Vol. 11, 9 (昭45.9).
- 5) 鈴木, 他: コンパクトな文字発生方式について, 情報処理, Vol. 11, 9, pp. 517~522 (昭45.9).
- 6) 長井: 漢字入出力装置の動向と技術的問題点, 情報処理, Vol. 10, 5, pp. 320~332 (昭44.9).
- 7) 石田: 小型ディスプレイ装置とその応用, 情報処理, Vol. 10, 3, pp. 150~154 (昭44.5).
- 8) 大岡: ディスプレイ装置, 情報処理, Vol. 6, 6, pp. 323~328 (昭40.11).
- 9) 堀池: 東芝 DDS-140 ブラウン管入出力装置, 情報処理, Vol. 10, No. 3, pp. 155~157 (昭44.5).
- 10) 田, 他: MELCOM-313 グラフィックディスプレイ, 情報処理, Vol. 10, 3, pp. 162~164 (昭44.5).
- 11) 林原, 他: 漢字ディスプレイ装置, 沖電気時報-78, Vol. 36, 2, pp. 207~213 (昭44.6).
- 12) 安藤, 他: 日立グラフィック・システムの特徴, 情報処理, Vol. 10, 4, pp. 240~243 (昭44.7).
- 13) 安藤: 漢字ディスプレイ, 電信誌, Vol. 53, 4, pp. 488~490 (1970.4.25).
- 14) 関口, 他: グラフィックディスプレイ装置, 電信誌, Vol. 53, 4, pp. 491~496 (昭45.4).
- 15) 斎藤, 他: ベクトル式漢字ディスプレイ装置, 沖電気時報-84, Vol. 37, 2, pp. 46~52 (昭45.8).
- 16) 浜田, 他: H-7830 プロセスディスプレイ装置, 日立評論, Vol. 52, 8, pp. 675~678 (1970).
- 17) 西川, 他: スタアド・プログラム制御による遠隔端末用 CRT 文字ディスプレイ装置, 電信誌, Vol. 54-C, 5, pp. 353~361 (MAY 1971).
- 18) 河野, 他: 自動化 ATC Active Controller 表示方式, 電信誌宇宙航行エレクトロニクス研資 (1967.8).
- 19) Samuel Davis: Computer data displays, Prentice-Hall Inc. (1969).
- 20) Solomon Sherr: Fundamentals of display System Design, John Wiley & Sons, Inc. (1970).
- 21) 古橋, 他: レーダー情報総合表示装置, 電信誌, 宇宙航行エレクトロニクス研資 (1967.9).
- 22) 井上, 他: 防空組織用状況表示装置, 電信誌, Vol. 53, 4, pp. 553~558 (1970.4.25).
- 23) 中摩, 他: 漢字の陰極線管表示方式, 情報処理, Vol. 9, 6, pp. 310~316 (昭43.6).
- 24) 中摩, 他: 文字発生器を用いた文章表示および凶形表示, 情報処理 CL 研資 (1968.7.20).
- 25) T. H. Myer: On the design of display processors, Com. of Acm, Vol. II, 6, pp. 410~414 (June 1968).
- 26) Interface Manual: DDP-511 General purpose computer (Sep. 1966).
- 27) N. A. Ball, et al: A Shared Memory Computer display system, IEEE trans. EC. Vol. EC-15, No. 5, pp. 750~756 (Oct. 1966).
(昭和46年12月24日受付)
(昭和47年4月7日再受付)