

画面移動のできるプロセス・カラー・ディスプレイ プレイH-7846

H-7846 Process Color Display with Random Scrolling

日立製作所では、電力系統、交通、上下水、河川など広範囲にわたる制御対象を、少ない運転員で効率よく監視、制御するための制御卓として最適なディスプレイ装置を開発した。

広範な制御対象と多数の監視、制御項目を1個のCRT画面で取り扱えるよう仮想大画面の概念を提案し、これを構成する画面データの階層構成を明確にした。仮想大画面を効率的に運転員に提示するため、画面の移動、分割、拡大などの機能を設けている。特に画面移動については、スムーズな移動感を得るためのハードウェアとソフトウェアの機能分担を明確にした。

浜田長晴* Hamada Nagaharu
岩村将弘* Iwamura Masahiro
原利孝* Hara Toshitaka
村山典男** Murayama Norio
吉川光夫** Kikkawa Mitsuo

1 緒言

計算機制御システムが大規模、複雑になるに従って、制御対象を安全かつ効率的に運用するための運転監視制御システムの果たす役割の比重が高まりつつある。このようなシステムの中核として、中央操作室あるいはシステム運転室があり、ここでは計算機と運転員との情報交換の手段としてCathode Ray Tube(以下、CRTと略す)ディスプレイを中心とした制御卓(システム・コンソール)が多用されるようになってきている^{1)~3)}。特に電力系統、交通、上下水、河川など制御対象が物理的に広範囲に及び、しかも監視あるいは制御すべき項目が多い場合は、多くのディスプレイと運転員とが必要である^{4,5)}。このため、中央操作室の省設備、省力が望まれ、一人の運転員でシステム全体の運用を可能とする制御卓が要望されている⁶⁾。

本ディスプレイは、このような要請に応じて開発したもので、従来のプロセス・ディスプレイの特長であるきめ細かな図形表示機能⁷⁾に加えて、広大な監視制御領域を1台のディスプレイで監視制御できるよう1画面分の表示容量以上の仮想的な大画面を提案し、

- (1) 仮想大画面の任意の部分を表示させるための任意方向への画面移動機能
- (2) 表示画面上に、移動する部分と移動しない部分とを設定する分割画面管理機能
- (3) 表示画面の一部を拡大する拡大表示機能などの新しい機能を実現している。

2 装置の概要

2.1 ハードウェア構成

図1に高機能プロセス・カラー・ディスプレイ装置H-7846(以下、H-7846と略す)のハードウェア構成を示す。H-7846は、本質的には従来のリミテッド・グラフィック・ディスプレイの流れをくむもので^{2,7)}、画面上に固定されたマトリクス状の画素単位の表示位置をもち、種々の画素の組合せによって図形表示を行なうものである。すなわち、リフレッシュメモリに1画面分の表示データを記憶し、この表示データに基づ

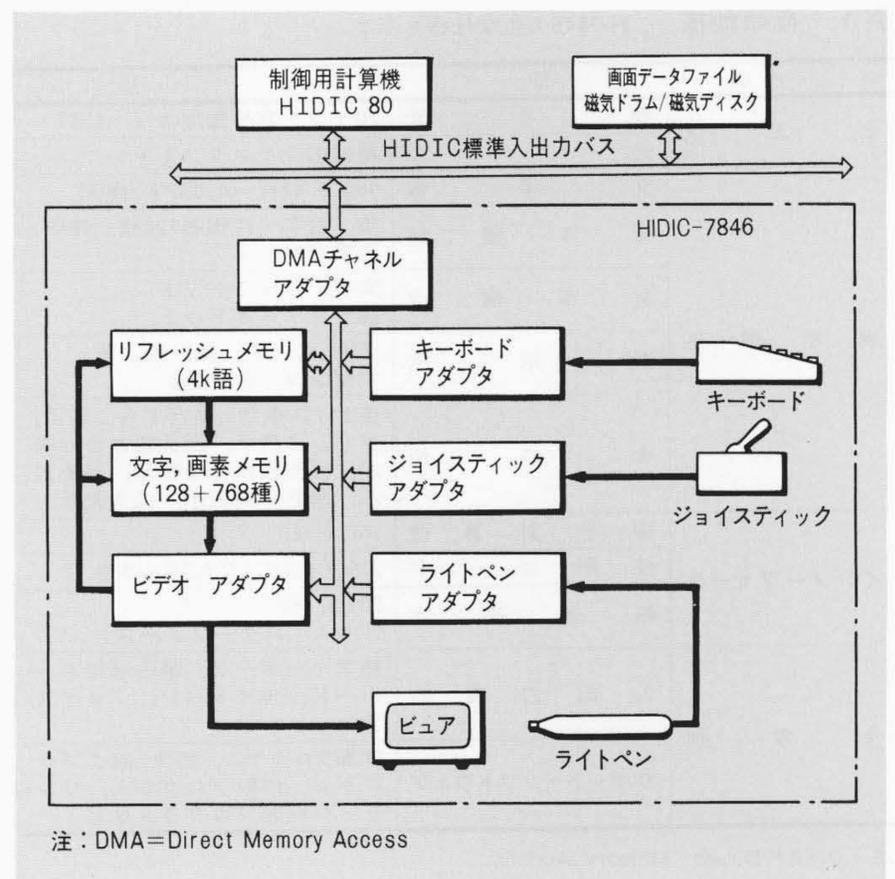


図1 ハードウェア構成 H-7846のハードウェアは、DMAチャンネルCEを介して制御用計算機の標準入出力バスに接続されている。

いて文字あるいは画素メモリから表示用のビデオパターンを読み出し、ビデオ・アダプタで色や点滅などの表示バリエーションの制御を行ない、ビューア上に可視像として映出する。また、キーボード、ジョイスティック、ライトペンなどの入力手段を制御する各アダプタをもち、これらの入力機器からのデータはすべてDirect Memory Access(DMA)チャンネルアダプタを介して制御用計算機に送られ、後述のプログラムによって処理される。

制御用計算機は、画面データのファイルとして磁気ドラムあるいは磁気ディスクをもち、ファイルの作成管理を行なう。

* 日立製作所日立研究所 ** 日立製作所大みか工場

特に、上述のファイル管理と共働するハードウェアとしてビデオ・アダプタ内に画面の移動、分割、拡大縮小などをサポートする機能が組み込まれており、H-7846の最大の特長となっている。

H-7846の概略仕様を表1に、装置の外観を図2に示す。

2.2 ソフトウェア構成

図3にH-7846のサポート・ソフトウェアの機能ブロックを示す。これらのプログラムは、制御用計算機の管理プログラム(Operating System)のもとでアプリケーション・タスクのひとつとして実行され、H-7846のハードウェア(図1のDMAチャンネルCE以下の部分)と、H-7846を使用するユーザー・プログラムとの間を結びつけるものである。すなわち、キーボードその他の入力機器及びリフレッシュ・メモリや各種制御レジスタへの入出力を制御するハードウェア制御プログラム、ユーザー・プログラムとの間で表示データや制御コマンドの受け渡しを制御するリンケージ制御プログラムの二組みの入出力制御プログラムを基本にして、両者の間に表示データのファイル(仮想大画面及び画素ファイル)があり、このフ

表1 概略仕様 H-7846の主な仕様を示す。

項	目	仕様
ビ ュ ア	表 示 管 走	20インチ高解像度カラーCRT 電磁偏向ラスタスキャン
	文 字 数	96字×42行=4,032字/画面
表 示 機 能	文 字 種 類	英・数字・片仮名128種, 特殊画素768種
	文 字 構 成	文字: 5×7ドット, 画素: 7×8ドット
	表 示 色	7色(白, 赤, 緑, 青, 黄, マゼンタ, シアン)
	そ の 他	倍サイズ表示, 半行ずらし表示, ブリンク表示, 画面重ね合せ表示, 画素重ね合せ表示, 移動表示, 画面分割表示, 拡大表示
インターフェース	接 続 計 算 機	HIDIC 80
	使 用 コ ー ド	JIS C6220及びASCII準拠
	転 送 速 度	30k語/秒 (DMAインターフェース)
そ の 他	入 出 力 機 器	標準キーボード, 割込専用キーボード, ライトペン, ジョイスティックなど
	サポ-ト・ソフトウェア	作画プログラム, 拡大/縮小プログラム, 移動プログラム, リンケージ制御プログラムなど

注: DMA=Direct Memory Access

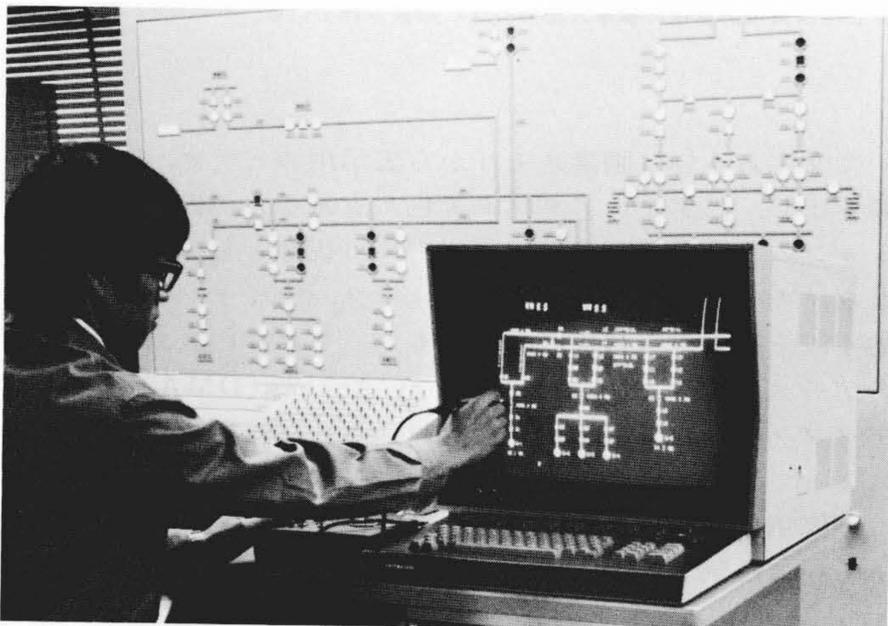


図2 H-7846の外観 ライトペンを用いて電力系統の操作指令を入力しているところを示す。

ファイルをオフラインで作成するとき使用する画面登録管理テーブルとオンラインで表示するとき使用する表示画面管理テーブルをもっている。更に、会話形式で画面データを作成する作画プログラム、画面の任意の部分を拡大あるいは縮小する拡大/縮小プログラム、画面を任意の位置で縦あるいは横に分割し、それぞれの表示領域を独立した画面のように制御する分割プログラム、ファイルに記憶されている仮想的な大画面の一部分を画面上に表示すると同時に、この表示画面をオペレータの指令に基づいて任意の方向に任意の速度で動かすための移動プログラムなどが開発されている。

3 装置の特長

3.1 画面の階層構成

H-7846では、画面管理の基本概念として図4に示すような画面の階層構造をとっている。すなわち、表示の最小単位として表示画面上で1画素エリアを占有する7×8ドットのドット・マトリクスで構成される画素があり、複数の画素の任意形状の集合として画ブロックが構成され、幾つかの画ブロックを1画面の大きさにつなぎ合わせて基本画面が構成され、更に基本画面を縦・横に任意の個数並べることによって、広大な監視制御対象を包括するに足る大画面が構成される。このようにして、ファイル上に構成された大画面を仮想大画面と呼んでいる。

上述の画素から仮想大画面に至る画面のデータを会話形式で効率よく作成する手段として作画プログラムが用意されており、ライトペンとキーボードを用いて自由に作画することができる。また、ユーザー・プログラムからのアクセスを容易にするための各種マクロ命令が整備されている。

3.2 画面の移動

仮想大画面上の任意の1画面相当エリアを表示画面と呼び、この部分がCRT管面上に表示される。オペレータはジョイスティックを用いて仮想大画面上の任意の場所を表示画面として指定できるので、CRT管面の映像は連続的に移動するように見える。すなわち、ジョイスティックの傾きの方向と大きさによって移動の方向と速度を制御することができる。また、後述のようにドット単位の移動機能をもっているのでスムーズな連続移動が可能である。

3.3 画面の分割

上述の表示画面(移動する部分)とは別に、画面上の任意の

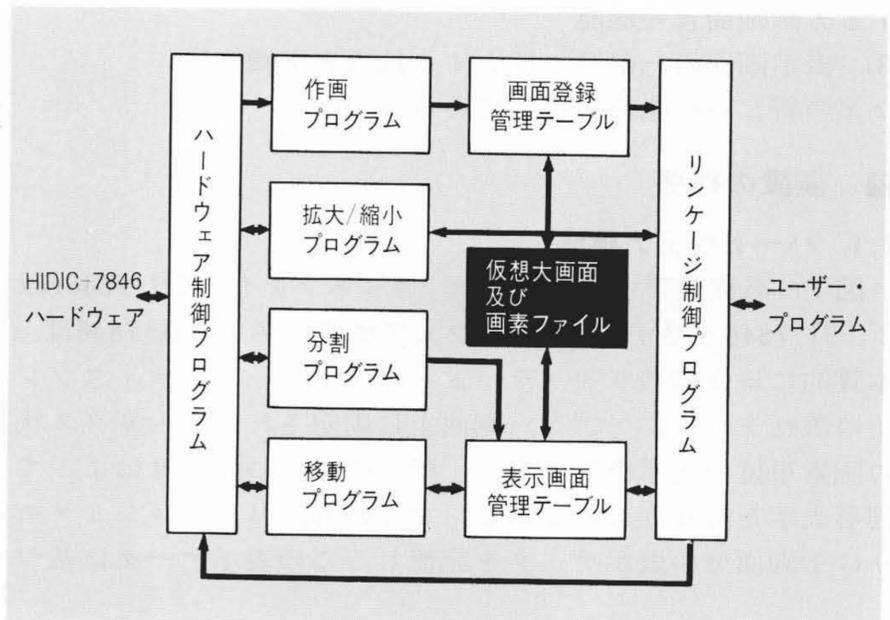


図3 ソフトウェア構成 仮想大画面及び画素のファイルを中心に各種のサポート・ソフトウェアが用意されている。

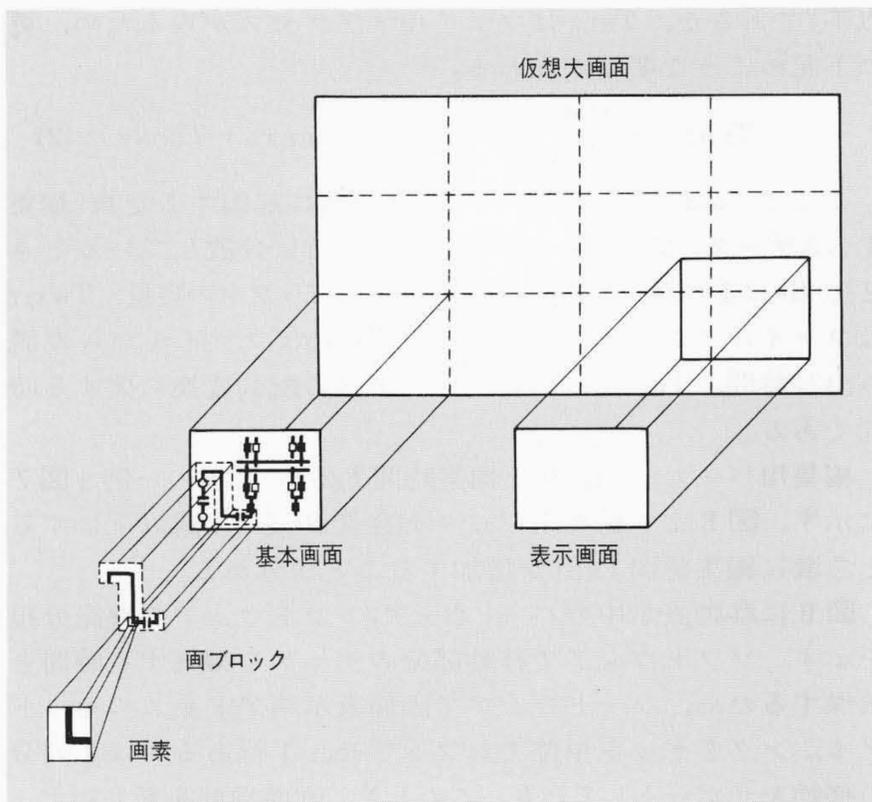


図4 画面の階層構成 画素から仮想的な大画面までを効率よく管理するため、4段階の階層を設けている。

領域にメッセージ交換用の移動しない画面を設定することができる。表示領域の設定は、図5に示すように任意の行あるいは列を指定することによって行なう。このほか、ライトペンによる作画やデータ入力をサポートするため、専用の制御ステータス表示/選択エリアを画面の最下部に2行分表示することができる。

3.4 画面の拡大

カーソルを中心にした1画面相当領域を全画面に拡大表示することができる。

この拡大機能によって、少し離れた距離からの視認性向上や、ライトペン操作時のポインティング誤差の減少が期待できる(図6)。

4 画面移動の方法

4.1 移動の原理

4.1.1 列あるいは行単位の移動

1画面分の表示データを記憶しているリフレッシュ・メモ

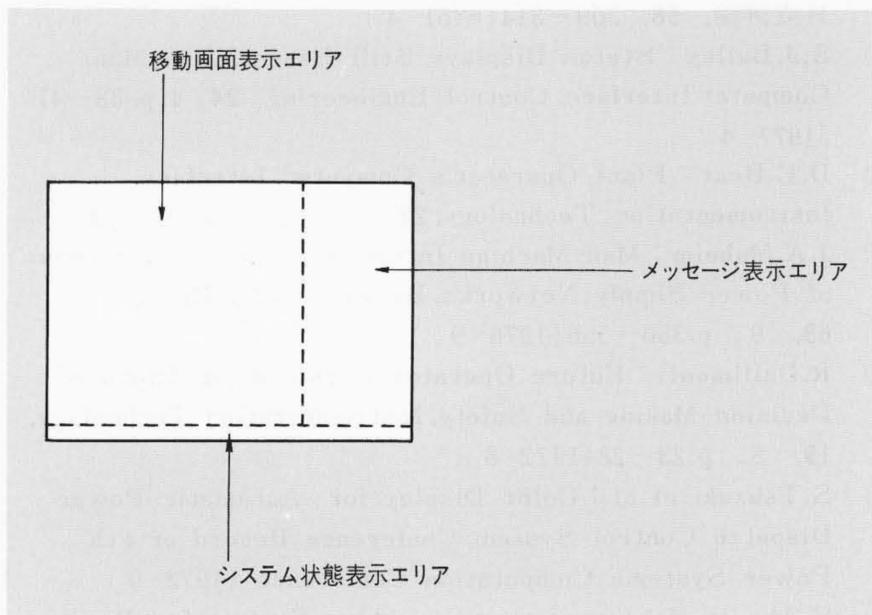


図5 分割画面表示例 3種の異なった表示エリアを同一画面上に設定した例を示す。

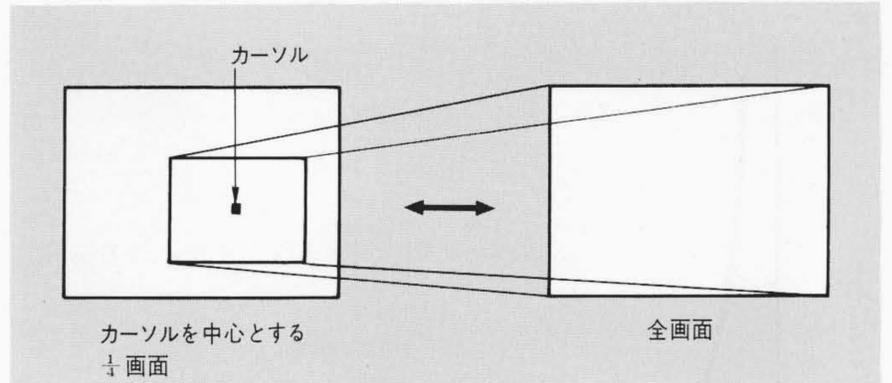


図6 画面の拡大/縮小 カーソルを中心にした1画面を全面的に拡大する。

りに、列方向及び行方向の表示アドレスを指定するX表示座標カウンタ及びY表示座標カウンタを設け、これらの表示座標カウンタを制御することによって、任意の数の列あるいは行単位の移動を行なうことができる。すなわち、それぞれの表示座標カウンタに行あるいは画面の表示開始直前に、それぞれのカウンタ開始値をプリセットする回路を設け、これらのプリセット値を移動量と方向に応じて加減する。このときプリセット値の変更を垂直帰線時間内に行なえば画面の乱れがなくなり、見やすい画面となる。しかし、移動量が大きい(最小でも1列あるいは1行単位)のでスムーズな移動感に乏しく、移動させながらの視認性に欠ける。

4.1.2 ドット単位の移動

H-7846では上述の列あるいは行単位の移動の欠点をなくし、見やすい移動画面を得る方法としてドット単位の移動を可能にしている。すなわち、リフレッシュ・メモリから表示データを読み出すための表示座標をドット単位の時間ずらして発生する制御回路を設け、これを適当なフレーム周期でずらすことによって画面を連続的にスムーズに移動させる。

このようなドット単位の移動を実現するもうひとつの方法として、リフレッシュ・メモリのアクセス・タイミングを固定にし画面上の表示エリアを規定する信号と同期信号とを同時にドット単位の時間ずらす方法も考えられるが、このようにすると1画面を移動する部分と移動しない部分に分割することが不可能になる。

4.2 ハードウェア/ソフトウェアの機能分担

筆者らの実験によると、画面が滑らかに移動し、しかも視認性が損なわれない移動速度は、1ドット/4フレームから2ドット/1フレームの間までである。

このようなドット単位の移動を制御用計算機のプログラムで実行させると、割込頻度が高くしかも最優先処理が要求されるため、計算機制御システム全体の性能に影響を及ぼすことになる。したがって、H-7846では、割込頻度を下げるため、ドット単位の移動をサポートするハードウェアを設け、1画素区画分の移動が完了した時点で計算機に新しい行あるいは列のデータを要求することとしている。

このデータ要求に対し、計算機が十分対応可能かどうかはファイルのデータ配列、アクセスの回数、編集用バッファエリアの容量などが重要な要因となる。すなわち、新しいデータを編集し、転送が終了するまでの移動応答時間 T_{ROL} は次式で与えられる。

$$T_{ROL} = T_{OVH} + T_{EDT} + T_{TRF} \dots \dots \dots (1)$$

ここで T_{OVH} はデータ要求割込処理のオーバーヘッド、 T_{EDT} は新しいデータの編集時間、 T_{TRF} は編集結果のリフレッシュメモリへの転送時間である。 T_{OVH} 、 T_{TRF} は比較的短時間(1ms

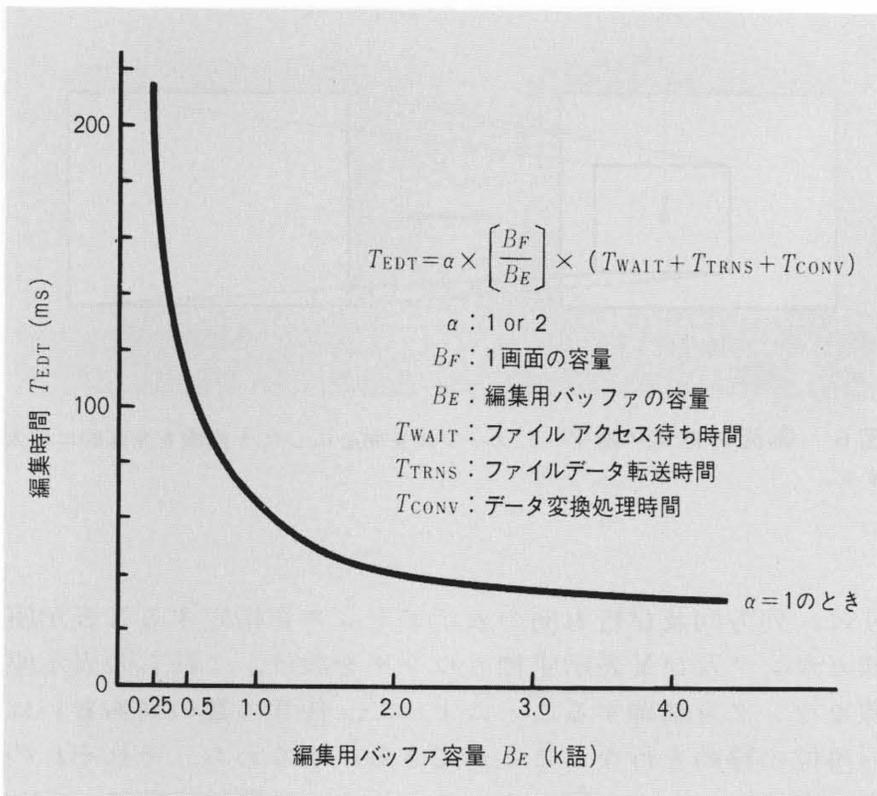


図7 移動画面の編集に要する時間の例 編集用のバッファ容量 B_E が1k語以下になると編集時間 T_{EDT} が急増する。

以下)であるが、 T_{EDT} はファイル・アクセスが入るため、更に下記のような要因が加わる。

$$T_{EDT} = \alpha \times \left[\frac{B_F}{B_E} \right] \times (T_{WAIT} + T_{READ} + T_{CONV}) \dots (2)$$

ここで α はファイル内のデータ配列に起因する定数(編集すべきデータ一箇所にあるとき1, 二箇所に分散しているとき2), B_F は1画面分の容量, B_E は編集用バッファの容量, T_{WAIT} はファイルアクセスの待ち時間, T_{READ} はファイルからの読み出し時間, T_{CONV} は新しいデータへの配列変換に要する時間である。

編集用バッファ容量 B_E と編集時間 T_{EDT} の関係の一例を図7に示す。図8より編集用バッファ容量 B_E を1k語以下にすると急激に編集時間 T_{EDT} が増加することが分かる。

図8に移動表示中のハードウェア/ソフトウェアの機能分担を示す。ソフトウェアで移動部分のデータを編集する時間を確保するため、ハードウェアで画面表示用アドレスのセットタイミングをドット単位でシフトさせ、1行あるいは1列分の移動をサポートしている。このとき、画面端部を新しいデータのためのバッファとして利用するため、端部の表示を一定時間サプレスする回路をもっている。このようなハードウェア・サポートによって比較的少ない物量で滑らかな移動感が得られるようになった。

5 結 言

以上、高機能プロセス・カラー・ディスプレイ装置H-7846について、画面移動機能を中心にその概要を述べた。本装置は、既に日立製作所の電力系統自動操作シミュレータのマン・マシン・コミュニケーション媒体として試用され、所期の効果をもっていることが確認されている⁸⁾。

今後、計算機制御はますます高度化し、その運用の中核としてディスプレイに対する要求もいっそう多様化すると同時に、オペレータやプログラマが真に使いやすい高度なインテリジェンシィが追求されるものと思われる。このような観点から、我々は今後も更にディスプレイの性能向上に努力を重ねてゆく考えである。

参考文献

- 1) N.ANDREIEV: Versatility in Color - A Look at Industrial Graphic CRT Display, Control Engineering, 22, p.30-32(1975-8)
- 2) 浜田ほか: 高密度プロセスカラー・ディスプレイ装置H-7836, 日立評論, 58, 309-314(昭51-4)
- 3) S.J.Bailey: Status Displays Still Essential in Man/Computer Interface, Control Engineering, 24, 4, p.38-41(1977-4)
- 4) D.E.Bear: Plant Operator's Computer Interface, Instrumentation Technology, 22, 9, p.29-34(1975-9)
- 5) J.A.Muheim: Man-Machine Interface for Control Rooms of Power Supply Networks, Brown Boveri Rev., 63, 9, p.550-559(1976-9)
- 6) R.Dallimonti: Future Operator Consoles for Improved Decision-Making and Safety, Instrumentation Technology, 19, 8, p.23-28(1972-8)
- 7) S.Tsuzuki et al: Color Display for Automatic Power Dispatch Control System, Conference Record of 4th Power Systems Computation Conference (1972-9)
- 8) S.Abe et al: Interactive Switching System for Power Networks, Conference Record of '77th IE³ Power Engineering Society Summer Meeting (1977-8)

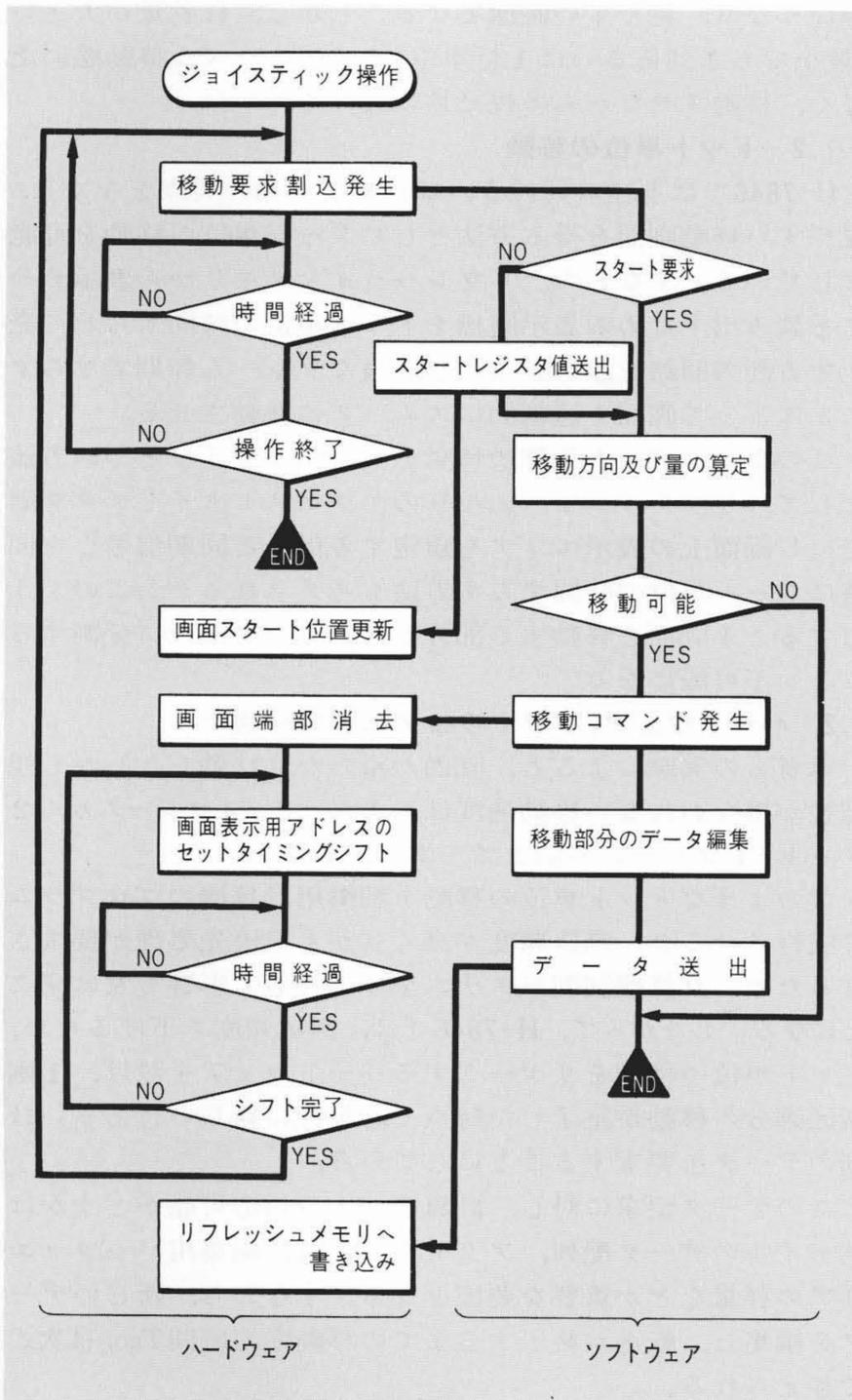


図8 移動表示機能のハードウェア/ソフトウェア分担 移動がスムーズに見えるためには、移動コマンド発生後、ハードウェアによるドット単位の移動が終了するまでの間に移動部分のデータを編集し、リフレッシュメモリに転送しなければならない。