



CRT ディスプレイ用画面編集・表示管理システム*

今 井 眞 澄** 平 沢 宏 太 郎** 奥 田 健 三**
政 井 賢 二*** 平 井 浩 二***

Abstract

CRT display devices, which can display pictures in addition to characters, were widely used as a man-machine communication tool in recent computer control systems; and increasement of picture design works for these devices have greatly affected software production efficiency, because these works are very complicated.

Therefore, we have developed a CRT software system which has the following features. (1) Interactive screen editing, (2) picture library, (3) CRT display data base linkage between a screen editing system and on-line display management system, and so on.

In our examinations, the picture design efficiency of this system is about five times better than that of a usual system. Moreover, on-line display response time is less than 1 second; and it satisfies the requirement for computer control use.

1. ま え が き

プロセス計算機制御システムの規模の拡大に伴って、オペレータの監視する情報の増加とその多様化が進みつつある。このため、最近の計算機制御システムでは、従来の監視操作盤に換わる新しいマンマシンコミュニケーション手段として CRT ディスプレイ装置を多用する傾向が高まっている。

CRT ディスプレイは汎用計算機におけるオンライン会話型端末として数多く使用されているが、これらは一般に文字情報から構成されるメッセージの処理が中心となる^{1),2)}。一方、計算機制御では、文字情報に加えて、プラントの運転状況などを示す図形の表示を伴う場合が多いため、文字表示に加えて、図形表示の可能なセミグラフィック・カラーディスプレイ装置が主に使用される。

このように計算機制御では、文字に加えて図形を含んだ表示画面を多く使用するため、その画面設計、製

作、および、オンラインでの表示制御のためのソフトウェアの開発に多大なマンアワーを要し、計算機制御ソフトウェアの生産性に大きな影響を与えるようになってきている。

従来、この種のディスプレイ装置に関しては、画面データを数値化してカードなどによりバッチ的に作画する方法、図形画素をディスプレイ装置に Menu として表示し、ライトペンにてオペレータに選択させて画面を作成する作画サポート⁴⁾、オンラインにおける画面の表示管理用パッケージ⁵⁾などが報告されている。しかし、いずれも部分的なものであるため、作画効率、および、作画とオンライン表示管理との情報のリンクに問題を残している。

このため筆者らは、作画時における、図形および画面の再利用および作画システムとオンライン表示管理システムを CRT データベースで結合することを特徴とし、作画から表示管理まで一貫してサポートする CRT ソフトウェアシステムの開発を行った。

2. セミグラフィック CRT ディスプレイの概要

セミグラフィック CRT ディスプレイは、基本的には一般のキャラクタディスプレイとほぼ同様の表示制

* Screen Editing and Display Management System for CRT Display by Masumi IMAI, Kotaro HIRASAWA, Kenzo OKUDA (Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.), Kenji MASAI, and Koji HIRAI (Omika Works, Hitachi, Ltd.).

** (株)日立製作所日立研究所

*** (株)日立製作所大みか工場

御方式をとっており、縦7~10ドット、横5~7ドットから構成される画素を基本表示単位としているが、画素を構成するドットパターンを自由に変更できる点で一般のキャラクタディスプレイと区別される。

すなわち、画素は次の2種類に分けられる。

(1) 文字画素

文字あるいは記号を表示するための画素で、画素を構成するドットパターンはあらかじめ固定的に定められており、一般にROMを用いてパターンを記憶する。

(2) 任意画素

画素を構成するドットパターンを自由に定めることができ、RAMにパターンが記憶され、ダイナミックにパターンを書換えることができる。

この任意画素を1個、または複数組み合わせることにより図形を表示可能である。Fig. 1は文字画素と任意画素の使用例を示したものであり、また、Table 1はセミグラフィックCRTディスプレイ装置の仕様例である³⁾。

以上のように、セミグラフィックCRTディスプレイを用いることにより、図形を表示することが可能であり、オペレータが確認し易い多様な表示形式をとり得る反面、下記のような作画時の作業工程が増加し、表示画面の作成効率が大きな問題となってきている。

- (1) 画面レイアウトの設計
- (2) 画面を構成する図形の設計及び画面データの作成

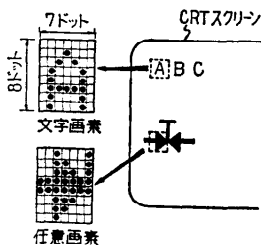


Fig. 1 Example of character element and picture element.

Table 1 Example of CRT display specifications.

		仕様例 1	仕様例 2
ビ	ユー	24インチカラー(7色)	24インチカラー(7色)
表示	文字数	1,920字(24行×80列)	4,032字(42行×96列)
	文字種類	英数字, 英記号, カナ, カナ記号	同左
	任意画素数	96	768
	文字構成	5×7ドット	5×7ドット
	画素構成	7×10ドット	7×8ドット

(3) 図形を構成する任意画素のドットパターンの作成

例えば、電力系統制御システムあるいは下水道処理システムでは、顧客納入システムごとに100~300枚の画面が用いられ、また、顧客ごとに表示仕様が異なるため、これらの画面作成作業が、ソフトウェア作成工数全体の数十%を占めるようになりつつあり、作画工程の省力化が切望されるようになった。

3. ソフトウェアシステムの概要

ここでは、ソフトウェアシステムの開発方針およびその概要について述べる。

3.1 開発方針

ソフトウェアシステムの開発方針を要約すると次のようになる。

(1) ブロック制御

キャラクタディスプレイを対象とし、メッセージのフィールド制御を基本機能とした画面制御プログラムは汎用計算機システムの分野で既に開発が行われている。しかし、先に述べたように、計算機制御の分野では図形の表示制御が重要な位置を占めており、フィールド制御のみでは不足で、方形のブロック単位での画面制御が可能でなければならない。

(2) 図形を含む作画機能の強化

文字のみで構成される画面の作成は比較的容易であり、従って、一般のキャラクタディスプレイのための画面制御プログラムでは、作画よりもオンラインでのメッセージ制御機能の比重が大きい。しかし、図形を含む画面の場合は、図形を構成する任意画素のドットパターンの作成を始めとして、作画に多くのマンアワーを要し、作画機能の強化が工数削減に大きく貢献する。

(3) 会話型による作画

従来は、画面表示情報を数値化してカードなどの媒体を用いてバッチ形式にて作画を行っていた。このため、媒体への変換作業の増加や、実際にディスプレイに表示して再度データを修正するまでのターン・アラウンド・タイムが長くなり、作画効率を低下させていた。画面が視覚に訴えるものである以上、ディスプレイを用いて会話的に作画できることが最も適切であり、図形を含む画面の場合は特に効果がある。

(4) 図形および画面の再利用

一般に電力システムと鉄鋼システムでは使用する図形や画面は異なる。しかし、例えば電力システムのみ

をとり挙げた場合、納入先が変わっても、共通に利用できるものあるいは部分的な修正で利用できる図形や画面が多い。従って、これらを保存できるライブラリ機能を持たせることにより、ライブラリが蓄積されるにつれて作画効率も向上する。

(5) 作画からオンライン表示管理までの統一サポート

オンライン制御では、プラント側の事象の変化に応じて、表示された画面の一部のカラーの変更、ブリンク、メッセージの入出力などのダイナミックな画面制御が必要である。これらのダイナミックに変化する部分の変化仕様を作画時に定義でき、定義された仕様に従って画面を管理する標準オンラインソフトウェアを用意する必要がある。

以上の方針に基づき、CRT ディスプレイ用画面編集・表示管理システム CRTS (CRT Display Support System) の開発を行った。

3.2 ソフトウェアシステム CRTS の構成

ソフトウェアシステムの概略構成を Fig. 2 に示す。作画サポートを中心とするオフラインシステムと、表示管理を中心とするオンラインシステムとに分離され、両者は CRT ディスプレイデータベース用オブジェクトを媒体として結合される。このような分離構成を採用した主な理由は、一般に計算機制御システムでは、顧客納入システムのソフトウェアの規模をできるだけコンパクトにまとめる必要があることから、作画作業はデバッグセンターで行い、顧客にはオンラインシステムのみを供給するためである。勿論、CRTS 全体を顧客システムに組み込むことが可能で、この時は Fig.

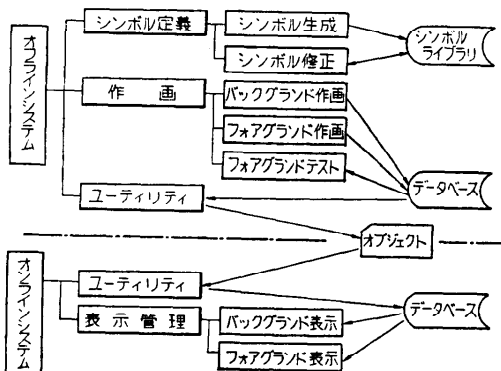


Fig. 2 Software structure of CRT display support system (CRTS).

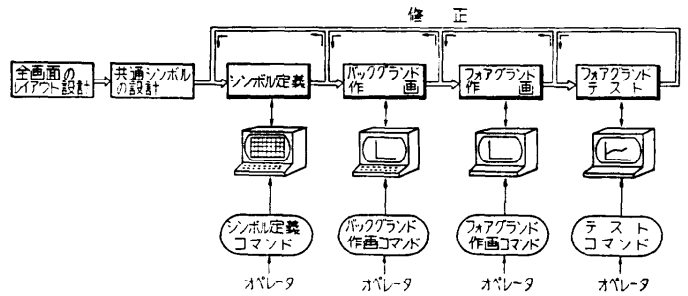


Fig. 3 Screen editing operational flow diagram.

2のオブジェクト入出力機能は不要である。本システムの主な特徴は次のとおりである。

(1) シンボル生成サポート

先にも述べたように、任意画素を構成するドットパターンの定義は、作画工程の中でも特に面倒な作業である。本システムでは、複数の画素より構成される表示上のまとまりをシンボルと定義し、シンボルを構成するドットパターンの定義を CRT ディスプレイと会話しながら簡単に行うことができる。

(2) シンボルライブラリ管理

作成したシンボルはシンボルライブラリに保存され同一画面あるいは異なる画面上にいつでも呼び出して表示することができ、このため作画効率が向上する。

(3) CRT ディスプレイデータベースの作成

1つの画面は、オンライン制御において変化しないバックグラウンド画面と、オンライン制御での事象の発生に応じてダイナミックに変化するフォアグラウンド画面に分けて作画でき、作画結果はそれぞれデータベースとしてオンライン表示管理ソフトウェアへ供給される。

(4) オンライン表示管理

オンラインシステムでは、(3)にて作成されたデータベースに基づき CRT ディスプレイの表示管理を行う。

以上のように CRTS は作画からオンライン制御まで一貫してサポートするため、ユーザは従来のような作画作業およびオンライン表示ソフトウェアの開発、といった面倒な作業から解放される。

4. オフラインシステムの機能

ここでは、作画作業工程の流れと、作画を中心としたオフラインシステムの機能を説明する。

4.1 作画作業工程

Fig. 3 に作画作業工程の流れを示す。設計者は、

まず、全画面についてのレイアウト設計と、全画面を通じて繰返し使用される図形などの共通シンボルの設計を行った後、CRTSを利用する。なお、一度シンボルライブラリに登録されたシンボルは再利用が可能のため、ライブラリが豊富になるにつれて共通シンボルの設計作業が軽減される。

また、Fig. 3 に示したように、各工程において修正の必要が生じた場合、他の工程へ自由に移動することが可能である。

4.2 シンボル定義

セミグラフィック CRT ディスプレイの作画工程において最も工数を有する作業の1つに、図形を表示するための任意画素のドットパターンの作成が挙げられ、従来はパターンを数値化してカードなどの媒体を介して計算機システムへ入力していた。

本システムでは、任意画素より構成されるシンボルの作成はすべて CRT ディスプレイを介した会話形式で行われ、これを Fig. 4 に示す。シンボルの番号、大きさ、色などを指定すると、1ドットを1文字分の大きさに拡大した格子状の拡大ドットパターン定義エリアが表示され、オペレータはライトペンを用いて各拡大ドットに対する“1”または“0”を指定してゆく。“1”と指定された拡大ドットは適当なカラーを用いて表示され、オペレータは目で確認しながらシンボルを作成できる。これによって、一般のキャラクタディスプレイでは困難な漢字の表示も、漢字パターンの定義により容易に可能となる。

4.3 バックグラウンド作画

(1) 画面の形態

本システムでは Fig. 5 に示すように、3種類の形

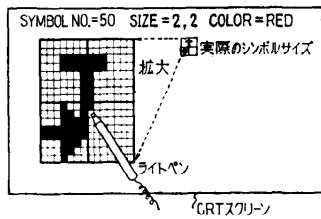


Fig. 4 Generation of symbolic pattern by light-pen.

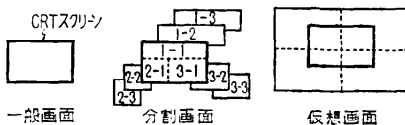


Fig. 5 Display size.

態の画面の作成が可能である。

一般画面……CRT スクリーンと同一サイズの画面
 分割画面……CRT スクリーンを複数のエリアに分割し、個々のエリアごとに画面を切替えることができる。

仮想画面……CRT スクリーンの整数倍の大きさの画面。画面内での CRT スクリーンの移動はジョイスティックなどにて行われる。

(2) 作画機能

Table 2 に、作画コマンドの例を示す。特に、Define Symbol コマンドにより、先に述べたシンボル定義と同様に、作画中の画面の1部をシンボルとしてライブラリに登録でき、この時のシンボルは文字画素と任意画素が混在していてもよい。これによって、一画面全体をシンボルとして登録することも可能で、既成画面の再利用を効果的に実施できる。

4.4 フォアグラウンド作画

フォアグラウンド画面は、オンライン制御においてプロセスの状況に応じてダイナミックに図形や文字の変更を行う部分の集合である。計算機制御における過去の CRT ディスプレイの利用形態を調査し、図形変化、メッセージ出力、グラフ表示機能を基本フォアグラウンド表示機能とした。

フォアグラウンド作画では、バックグラウンド画面を表示した形態において、まず、オンライン制御時に変化させる必要がある画面上の方形エリア（これを PU…Picture Unit と称している）を定義する。次に、各 PU に対し、Table 3 (次頁参照) に示すフォアグラウンド定義コマンドを用いて、どの機能を対応させるかを指定し、下記に示す各機能ごとのパラメータを設定する。

(1) 図形変化……変形を行う場合の交替図形の指

Table 2 Screen editing commands.

コマンド名	機能概要
Call Symbol	指定されたシンボルをシンボルライブラリより呼出し、作画中の画面の指定位置へ表示
Define Symbol	作画画面上の指定範囲（方形ブロック）をシンボルとしてライブラリへ登録
Keyboard Operation	CRT ディスプレイキーボードの機能を直接を用いて、オペレータが画面を作成する 例、文字の書込み、行挿入/削除、文字挿入/削除
Erase	作画画面上の指定範囲を消去する
Move	作画画面上の指定範囲を上下左右方向へ移動する
Copy	作画画面上の指定範囲を同一画面の別の位置へ複写する
Change Color	作画画面上の指定範囲を指定されたカラーに変更する

Table 3 Screen editing commands for foreground display.

コマンド	機能概要
Assign Picture Unit	オンラインシステムにおいてダイナミックに変化するエリア (方形ブロック) の割当てを指定
Define Picture Unit	図形変化仕様を定義 図形変化として下記が可能 1) カラー変化 2) プリンク 3) 消去 4) 交替図形の表示
Define Input Message	メッセージ入力用フォーマットの指定
Define Output Message	メッセージ出力用フォーマットの指定
Define Trend-graph	トレンドグラフの表示仕様を定義
Define Bargraph	バークラフの表示仕様を定義

定 (プリンク, 変色, 消去は, オンライン制御時のマクロパラメータとなる)

- (2) メッセージ入出力……入出力フォーマットの指定
- (3) テンドグラフ, バークラフ……X, Y 軸の大きさ, 分解能, スケーリングファクタなど

4.5 フォアグラウンドテスト

前節にて定義されたフォアグラウンド画面について, 実際にバックグラウンド画面と同時表示を行い, フォアグラウンド画面が設計者の意図した通りに変化するかどうか確認することができる。例えばグラフ関係は, 模擬データを与えることによりグラフ表示が行われる。

5. オンラインシステム

オンラインシステムの目的は, 従来, アプリケーションごとに作成されていた CRT 表示処理プログラムを標準化し, オフラインシステムで作成された CRT ディスプレイデータベースに基づいて CRT 画面をダ

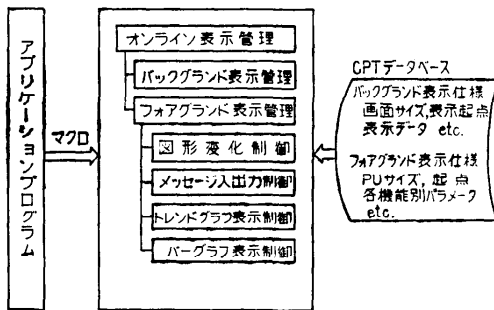


Fig. 6 Software structure of online display management system.

Table 4 On-line CRT display macro.

マクロ名	機能概要
CRTPE	任意画面用ドットパターンデータの CRT 画面メモリへの書込
CRTBD	指定された CRT に対し, 指定画面 No. のバックグラウンド画面を表示
CRTFD	指定された CRT に対し, 指定画面 No. のフォアグラウンド画面を表示 (Picture Unit 単位に表示制御可能)

イナミックに変更する機能を提供することであり, そのソフトウェア構成を Fig. 6 に, アプリケーションプログラムが使用するマクロを Table 4 に示す。

6. 考察

CRT システムの主な評価項目として, 作画効率とオンラインでの性能 (応答性) が挙げられる。

6.1 作画効率

従来の作画方法としては, 表示画面用数値データを作成しパッチ的に行っている場合が多く, 本システムを用いた場合との作画作業の比較を Table 5 に示す。CRTSでは, 数値データへの変換作業が全く不要となり, かつ, 画面の修正も容易なため, 従来に比較して約 5 倍以上の作画効率が得られることを実験により確認した。

6.2 オンラインの性能

オンラインシステムで問題となるのは, CRT 画面の表示切替に対する応答性である。従来, オンライン側のソフトウェアはアプリケーションごとに専用パッケージを開発している場合が多く, 応答性についても, アプリケーションごとの特殊性を含めたプログラムとすることにより要求仕様を達成していた。

一方, CRTSのような標準化されたシステムでは,

Table 5 Comparison of screen editing works.

作業項目	従来	CRTS
図形の設計	1 画面単位にドットパターンを作成	図形単位にドットパターンを作成
ドットパターンデータの作成	1 画面単位にドットパターンを数値化し, かつ, 各画面にコードを割当てる	不要
画面データの作成	画面の各文字位置に表示すべき画面コードを用いて, 数値化された画面データを作成する	不要
CRT 装置を用いての作業	ドットパターンデータおよび画面データを入力し, CRT に表示して確認する	1. 図形用ドットパターンを定義し, ライブラリへ登録 2. 画面の作成 i) 図形…ライブラリより呼出す ii) 文字…キーボードより書込
画面の修正	数値化された画面データを修正	上記画面作成時に直ちに修正できる

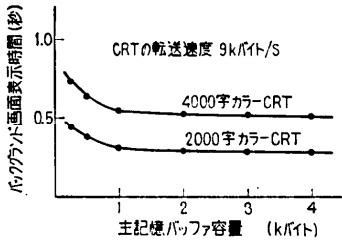


Fig. 7 Background display response of CRTS.

あらゆるアプリケーションに適用できることを考慮するため冗長性が増し、応答性が低下する危険性が多分にある。計算機制御システムでは、一般にプラントオペレータが画面変更要求を行ってから3秒程度で新画面に切替える必要があり、これにはアプリケーションの処理時間も含まれるため、CRTSとしては高々1秒以内で処理を終えねばならない。

この処理時間は、CRTディスプレイのハードウェアの性能およびオペレーティングシステムの性能などに影響されるが、その1例をFig. 7に示す(本データは、制御用計算機HIDIC 80、約9kバイト/秒の転送速度のカラーCRTディスプレイを用いた時のものである)。

本図は、CRTSのオンラインシステムがバックグラウンド画面を表示するに要する時間を、横軸にCRTSが使用できる主記憶バッファ容量を与えて示したものである。バッファとしては、必要なデータを一括して主記憶へロードできる容量を確保できれば問題ないが、計算機制御システムでは、応答性ととも、使用する主記憶容量についても制限が厳しい(一般に主記憶全体として32~128kバイト程度のシステムが多い)。従って、できるだけ少ないバッファ容量でしかも性能を高める必要があるが、Fig. 7から、バッファ1kバイトで0.5~0.6秒の応答性が得られることがわかる。これよりバッファ容量を大きくしても、CRTディスプレイの転送速度で押えられて、ファイルアクセス回数の減少による応答時間の短縮の効果は少なく、バッファが1kバイトより小さい場合は、ファイルアクセス回数の増加による応答性の劣化が顕著となる。

またFig. 8は、フォアグラウンド表示機能のうち図形変化を例として、1画面内の同時変化を行うべきPUの数と表示処理時間の関係を示したものである。従来のCRT画面例では、1画面内での変化対象として、多いもので50~70PU程度であり(例えば、電力系統図など)、0.1~0.2秒で表示可能であることがわかる。

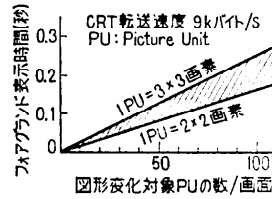


Fig. 8 Example of foreground display response.

以上から、オンラインシステムの性能として、1秒以内での画面切替は充分可能である。

7. むすび

以上、図形表示をも表示可能なセミグラフィックCRTディスプレイを対象として、主として計算機制御システムへの適用を重視した画面編集・表示管理ソフトウェアシステムについてのべた。

この種のシステムでは、

(1) 作画段階におけるマンマシンインタフェース、すなわち、CRTを介しての作画作業の容易さと作画効率

(2) オンラインにおける性能、すなわち、画面更新時の応答性が特に重要である。

作画効率については、シンボル生成機能、シンボライブラリ管理機能、会話型作画などにより、従来に比較して5倍以上の効率を得られることを確認した。また、オンラインにおける画面の切替時間は、アプリケーションプログラムの表示要求から本システムによる新画面表示まで1秒以内で処理できることを確認した。

終りに、本研究の遂行にあたり御指導御鞭達いただいた大みか工場伊沢工場長、宅間副工場長、北之園部長、桑原部長、高井副技師長に深謝します。

参考文献

- 1) IBM: Display Management System II General Information Manual.
- 2) 日立: VOS 1/VOS 2/VOS 3 MAP/9415 解説/文法書.
- 3) 桑原ほか: プロセスディスプレイ装置, 日立評論, Vol. 59, No. 2.
- 4) 浜田ほか: 高密度プロセスカラーディスプレイ装置, 日立評論, Vol. 58, No. 4.
- 5) 柿間ほか: POPS キャラクタ・ディスプレイ・サブルーチン・パッケージ, 富士時報, Vol. 48, No. 6.

(昭和52年10月6日受付)

(昭和53年1月17日再受付)