

グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムの開発 (プロット・ルーチン, ハード・コピー)

(昭和54年5月31日 原稿受付)

情報処理施設	中	村	為	雄
富士通株式会社	青	山	典	史
日本電気株式会社	松	原	隆	徳
情報処理教育センター	矢	鳴	虎	夫
情報処理教育センター	磯		泰	行

Development of Graphic Display Control System (Plot Routine and Hard-Copy)

by Tameo NAKAMURA
Norifumi AOYAMA
Takanori MATSUBARA
Torao YANARU
Yasuyuki ISO

ABSTRACT

We, Information Processing Center of Kyushu Institute of Technology, are successful in developing the graphic display control system.

The development is as follows.

- (1) Production of the micro computer with INTEL-8085 named of NCC-85 to connect the computer display terminal 4104 with OKITAC-4300 CPU.
- (2) Improvement of Plotter-control-routine of OKITAC-4500 CPU, which transmits the address data for graphic to OKITAC-4300.
- (3) Addition of the function; OKITAC-4300 transmits the data from OKITAC-4500 to NCC-85 and memorizes it in the disk for hard copy and outputs into Printer-plotter by the command if necessary.
- (4) Addition of the function; NCC-85 converts the data from OKITAC-4300 and outputs the data on the graphic display by 9600 B/S speed.

1. はじめに

九州工業大学情報処理施設では、昭和52年度より画像処理システムの開発を行なっている。画像入出力装置としてプリンタ/プロッタ (バーサティック)、グラフィック・コンピュータ・ターミナル (ソニー・テクトロニクス)、画像入力機構を持った簡易カラー・グラフィック・ターミナル (情報処理施設で設計製作) が、また漢字情報処理システムとして漢字タブレット (日本電気)、

漢字パターン・ファイル (筑波大学) が設置され、ハードウェア、ソフトウェアの開発を行なっている。

今回はグラフィック・コンピュータ・ターミナルをマイクロプロセッサを経由してOKITAC-4300 CPUに接続し、XYプロッタ・コントロール・ルーチンを改良してグラフィック表示を行ない、その出力結果をプリンタ/プロッタに出力 (ハードコピー) するシステムを開発したので報告する。

2. グラフィック・コンピュータ・ターミナル

接続したグラフィック・コンピュータ・ターミナルはソニーエレクトロニクス社製4014型である。以下に主な仕様を説明する。詳しくはインストラクション・マニュアルを参照されたい。

2.1. キーボード

キーボードは英字（大文字、小文字）、数字、記号、コントロール・キーがあり、ASCII に適合している。

2.2. ディスプレイ・ユニット

ディスプレイ・ユニットに使われている CRT (Cathode Ray Tube) はバイステーブル・ストレージ型で、表示するデータは、一度書き込めばテレビ方式の CRT の様に繰り返し書き込みの必要がない。しかし、表示されたデータを一部だけ消去することはできず、一度に全部のデータを消去しなければならない。ディスプレイ・ビームのアドレッシングは図-1に示す様に 780(Y) × 1024(X) の任意の点がディスプレイの可視範囲である。なお、3120(Y) × 4096(X) のアドレスとして表示する機能も持っている。

キャラクタ表示は、英大英小数字を4種類のサイズで

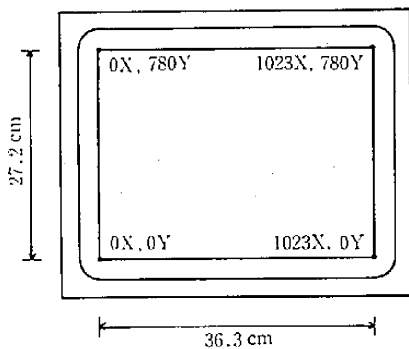


図-1 ディスプレイ画面のアドレス

表-2 キャラクタ・スペーシング

文字/行	スペース・サイズ		ライン・フィード・サイズ	
	TEKポイント	％	TEKポイント	％
74	14.0	5.0	22.0	8.0
81	12.75	4.5	20.75	7.3
121	8.5	3.0	13.25	4.7
133	7.75	2.7	12.0	4.3

表示できる。キャラクタ・サイズは表1、スペーシングは表2参照。

2.3. ターミナル・コントロールとキャラクタ・ジェネレータ

この回路は、インタフェースやキーボードからデータを受け取り、適切なシーケンスに合わせるために同期を取る。データはコントロールやデータ・ソースでコントロールは文字表示やベクター表示のためのデータ発生、特別な機能（バック・スペース、ベル等）の実行、モード・コントロール等である。また、ターミナルの状態を示すデータや任意の XY 軸の交点の座標データをコンピュータに送る。キャラクタ・ジェネレータは、ディスプレイ・ユニットに表示する文字のパターンも発生する。

2.4. インタフェース

数種類のインタフェースが用意されていてコミュニケーションの複雑さの度合によって決めることができる。

送受信データの転送速度は150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 BPS (ビット/秒) のいずれか一つが、送受信別々にユーザ・レベルで選択できる。今回作成したシステムは、送受信とも9600 BPS に設定した。

データの転送方式はフル・デュプレックスでデータ・フォーマットは図-2に示すようにシリアル、非同期方式(ASCII)である。

表-1 キャラクタ・サイズとフォーマット

文字/行	サイズ(％)	行/ページ	文字/画面	撰 訳 法
74	4.1×4.9	35	2590	イニシャライゼーション、リセット
81	3.7×4.4	38	3078	ESC 9
121	2.4×2.9	58	7018	ESC :
133	2.3×2.8	64	8512	ESC ;

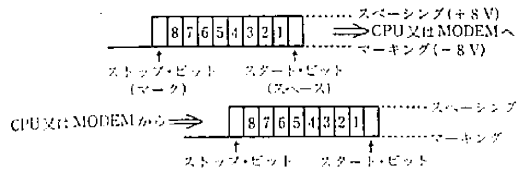


図-2 送受信データ・フォーマット

3. グラフィック・ディスプレイコントロール・システム・ハードウェアの構成

今回開発したシステムのハードウェアは図-3に示す装置を使用する。なお、グラフィック・ディスプレイ装置は OKITAC-4300 CPU の送受信装置 (TRC) に接続の予定であったが、データの送受信方式が、TRC は文字同期式であるのに対し、グラフィック・ディスプレイ装置は非同期式であるため接続できなかった。そこで、SDT-85 (情報処理施設で開発した画像入力機構を持った簡易カラー・グラフィック・ターミナル) を OKITAC-4300 に接続されるために作成中であったマイクロプロセッサ NCC-85 (Network Communication Controller) に接続し、送受信の制御を行なわせることにした。以下に各装置の機能を説明する。

3.1. NCC-85

マイクロプロセッサ INTEL-8085 を使用しており、ROM 4 Kbyte, RAM 9 Kbyte を実装している。また次に示す 3 つのインターフェースを備えている。

- (1) グラフィック・ディスプレイ用インターフェース
グラフィック・ディスプレイとシリアル非同期方式でデータの送受信を行なうことができる。
- (2) OKITAC-4300 CPU 用インターフェース
OKITAC-4300 CPU とプログラムモード・バス (8 ビット、パラレル) でデータの送受信を行なうことができる。
- (3) SDT-85 用インターフェース
SDT-85 と 8 ビット・パラレルにデータの送受信を行なうことができる。

3.2. OKITAC-4300 CPU

メモリ 16 Kword のミニコンピュータで、グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムでは、OKITAC-4500 CPU よりアダプタ経由で転送されたデータを受け取り NCC-85 へ転送する。またハード・コピー処理では座標データを磁気ディスク装置に記憶させ、座標

データの終了を待って、ドット・データに計算処理で変換し、プリンタ/プロッタに出力する。

3.3. OKITAC-4300 磁気ディスク装置

記憶容量 4.8 Mbyte の磁気ディスク装置でシステムプログラム、漢字パターン・データ、ハード・コピー用作業エリア等を登録してある。

3.4. アダプタ

OKITAC-4500 CPU と OKITAC-4300 CPU をバスモードで接続する入出力装置である。

3.5. OKITAC-4500

メモリ 32 kword のミニコンピュータで、FORTRAN, COBOL, アセンブラ等の言語処理をバッチ・モードで行なっている。

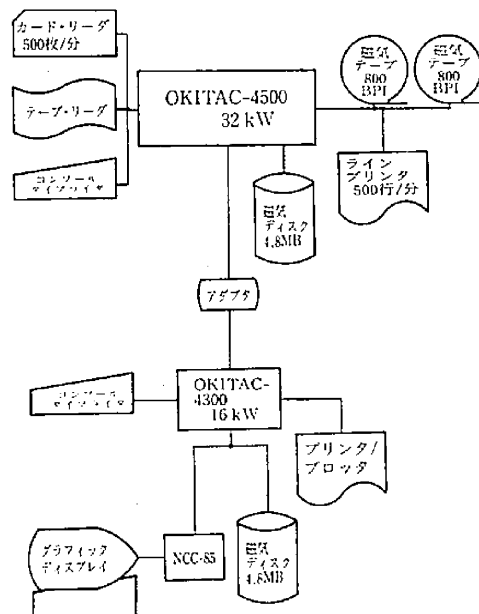


図-3 グラフィック・ディスプレイ・システム
機器構成図

4. グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムのソフトウェアの構成

グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムのソフトウェアは 3 台の計算機のプログラムで構成されている。OKITAC-4500 CPU にはグラフィック・ディスプレイに表示する XY 座標のアドレス・データを計算し OKITAC-4300 CPU に転送するプログラム。

OKITAC-4300 CPU には OKITAC-4500 CPU から受け取ったアドレス・データを NCC-85 に転送するとともに、OKITAC-4300 磁気ディスク装置に格納する。

グラフィック・ディスプレイの表示が終ると、磁気ディスク装置に格納されているアドレス・データを計算処理してプリンタ/プロッタにハード・コピーを出力する。NCC-85 には OKITAC-4300 CPU から受け取ったアドレスデータ (バイナリ形式) をグラフィック・ディスプレイ装置に出力できる形式 (キャラクタ形式) に変換して出力し、グラフィック・ディスプレイに表示させる。

グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムのデータの流れを図-4に示す。

4.1. OKITAC-4500 用ソフトウェア

OKITAC-4500 用ソフトウェアの開発について述べる。

4.1.1. プロッタ・コントロール・システム・サブルーチン CONECT の解析

グラフィック・ディスプレイ・システムの作成にあたり、XY プロッタのコントロール・システムを参考にした。そこで文献(2)に示したプロッタ・コントロール・シ

ステム解説書を調べた結果、XY プロッタを実際に動作させているのは CONECT サブルーチンであることがわかった。しかし CONECT サブルーチンはメーカーよりオブジェクト・モジュールで提供されているため、昭和51年度の卒論 (文献(3)) により完成している、逆アセンブラでリストを作り解析した。その結果次の事がわかった。

- (1) CONECT サブルーチンは PSTART, PEND, PLOT, PENDWN, PENUP, WHERE サブルーチンの補助サブルーチンである。
- (2) XY プロッタを動作させているのは CONECT サブルーチンの PLOT, PENDWN, PENUP 部分である。
- (3) XY プロッタの移動方向は8方向で0.1mm格子上を移動する。
- (4) 1つの動作コードは1バイトで形成され、動作コードがスタックに100個たまるとXYプロッタに出力命令が出される。スタックにためずに1個ずつ出力命令を出すと動作速度が遅くなるためである。
- (5) XYプロッタの座標 (x, y) を (a, b) に移動する場合には、まずプログラム上において座標 (a, b) に移動され、続いて動作コードが生成されてスタックにためられ、100個たまるとXYプロッタに出力命令が出され、XYプロッタの座標 (a, b) に移動する。したがって、移動命令とXYプロッタの移動は同期してない。
- (6) CONECT サブルーチンのPLOT部がXY座標の相対変位を与えられると(5)の処理を行なう。
- (7) CONECT サブルーチンのPENDWN, PENUP部はそれぞれPen Downコード, Pen Upコードを生成する。

CONECT サブルーチンの解析により、PLOT, PENDWN, PENUP 部を変更、追加すればプロッタ・コントロール・システムにグラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムを追加することが可能となった。なお、グラフィック・ディスプレイは始点と終点のXY座標を与えるだけで直線を引くのでXYプロッタのように動作コードを生成する必要がない。

以上で CONECT サブルーチンの解析は終わったが、変更、追加が自由に行なえるように CONECT サブルーチンをカードで作成した。CONECT サブルーチンの解析に

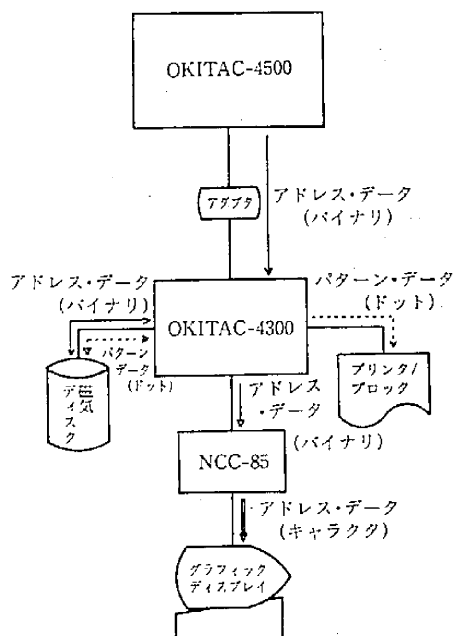


図-4 グラフィック・ディスプレイ・コントロールシステム・データ・フロー

については文献(4)の XYプロットのペン位置自動初期設定を行なうための改良を参照。

4.1.2. CONECT サブルーチンの改良

XYプロット・コントロール・システム用の CONECT サブルーチンをグラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムと兼用にするため、どちらのシステムが動作しているかを識別するためのフラグを CONECT サブルーチン中に設ける。フラグは PSTART サブルーチン（プロット・コントロール・システムをイニシャライズする）か GSTART サブルーチン（グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムをイニシャライズする）がコールされたときにセットされる。以下に項目を上げて述べることはすべてグラフィックにフラグがセットされているときの処理である。

(1) PLOT 部の改良

XY座標の相対位置変位 (1/100 cm 単位) を現絶対座標に加えて得られた新絶対座標を現絶対座標として記憶する。

グラフィック・ディスプレイに作図できる XY 座標の範囲を 3072(Y) × 4096(X) として、現絶対座標 (1/100 cm 単位) をグラフィック・ディスプレイのアドレス・データに変換する。グラフィック・ディスプレイの1点間の距離は 0.009 cm となる。変換式は、

アドレス・データ = 現絶対座標 (1/100 cm 単位) ÷ 0.009 (cm)

となりアドレス・データの変換誤差を小さくするために四捨五入を行なう。

このようにして得られたアドレス・データにペンの状態 (Pen Up か Pen Down か) を付加する。アドレス・データのフォーマットを図-5に示す。

このアドレス・データはスタックに格納され、128座標分のデータがたまると OKITAC-4300 CPU に PRD-LDB サブルーチンで転送する。128座標のスタックは 256ワード (512バイト) であり、これは磁気ディスク装置の1セクタ分に相当する。アドレス・データはグラ

N番地		N+1番地	
00000000000000	00000000000000	00000000000000	00000000000000
PEN	Y座標		X座標
の状態 (0~4095)			(0~3119)
(0 = PEN UP)			
(1 = PEN DOWN)			

図-5 アドレス・データ・フォーマット

N番地	Y(1)
N+1番地	X(1)
N+2番地	Y(2)
N+3番地	X(2)
	⋮
	⋮
	⋮
N+254番地	Y(128)
N+255番地	X(128)

図-6 アドレス・データ用スタック (データ・フルの場合)

フィック・ディスプレイに表示するとともにハード・コピーを取るために磁気ディスクに格納しておく必要があるのでスタックの大きさを256ワード (磁気ディスク装置の1セクタ分) とした。図-6参照。

4.1.3. PENUP, PENDWN 部の改良

現絶対座標のアドレス・データに新ペン状態を付加したアドレス・データをスタックに格納する。スタックがフルになった場合の処理は PLOT 部と同じ処理をする。

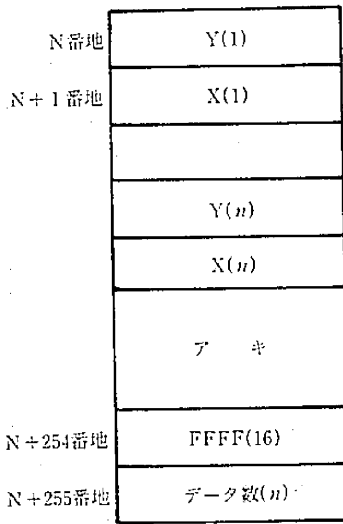
4.1.4. GSTART 部の追加

グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムのイニシャライズを行なうとともに、フラグをセットする。

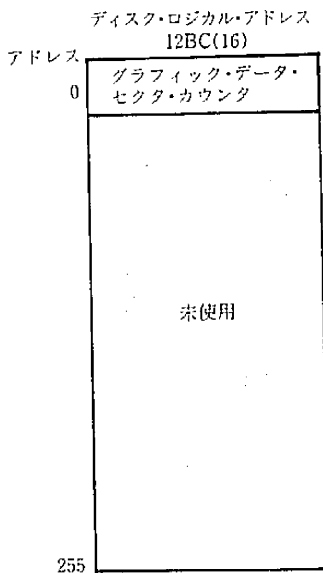
4.1.5. GEND 部の追加

アドレス・データ用スタックにデータが格納されて残っていれば、スタックの最後の2ワードにデータがフルでないというコントロールとして 'FFFF' とアドレス・データの個数を格納し、OKITAC-4300 CPU に転送する。図-7参照。

OKITAC-4300 磁気ディスク装置にアドレス・データを何セクタ・セットしたかをコミュニケーション・エリアにセットする。コミュニケーション・エリアは1セクタでロジカル・アドレス '12BC' に設定する。図-8参照。



図一七 アドレス・データ用スタック
(データが最後の場合)



図一八 コミュニケーション・エリア
(OKITAC-4300 ディスク)

GEND サブルーチンのパラメータにより、ハード・コピーの要求があれば、OKITAC-4300 CPU にハード・コピーの司令をだす。またグラフィック・ディスプレイのあと始末をする。

4.1.6. PRPLDB サブルーチンの説明

PRPLDB サブルーチンは OKITAC-4300 CPU とア

ダプタ経由でデータの送受を行なうための OKITAC-4500 側のサブルーチンであり、昭和52年度に開発された漢字画像情報処理システムの一部である。PRPLDB サブルーチンの動作は次の3つがある。

- (1) OKITAC-4300 にデータを転送するだけで動作を終了する。非同期転送。
- (2) OKITAC-4300 にデータを転送してウエイとし、OKITAC-4300 よりコントロールが送られてきたら動作を終了する。同期転送。
- (3) OKITAC-4300 にデータを転送してウエイとし、OKITAC-4300 よりコントロールが送られてきたら OKITAC-4300 より出力されるデータを読み込み、もう一度コントロールが送られてきたら動作を終了する。同期転送読み込み。

以上が PRPLDB サブルーチンの概要であるが、詳細については文献(5)の漢字情報処理システムのソフトウェアの開発を参照されたい。

OKITAC-4500 と OKITAC-4300 とのデータ転送は PRPLDB を使用する。

4.1.7. GSTART サブルーチン

CONNECT サブルーチンを XY プロット・コントロール・システムとグラフィック・ディスプレイ・コントロールシステムの兼用サブルーチンとするために、その切り換えを行なうサブルーチンが必要となった。XY プロットを使用する場合は PSTART サブルーチンをコールし、グラフィック・ディスプレイを使用する場合は GSTART をコールするように GSTART サブルーチンを作成した。

4.1.8. GEND サブルーチン

XY プロット・コントロール・システムにおいては、PSTART に対し PEND が対応しているので GSTART に対して GEND サブルーチンを作成した。

GEND サブルーチンは、グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムのと始末をするものである。

4.2. OKITAC-4300 用ソフトウェア

OKITAC-4300 用ソフトウェアの開発について述べる。

4.2.1. OKITAC-4300 漢字情報処理システムの概要

漢字情報処理システムは昭和52年度の卒論により作成されたものである。このシステムの中に OKITAC-

4500 とデータの送受を行なうアダプタ・トラップ・ルーチンがある。なお詳細は文献(5)の“漢字情報処理システムのソフトウェアの開発”, “プリンタ/プロッタ・コントロール・システムの開発 (OKITAC-4300)”を参照されたい。

グラフィック・ディスプレイ・コントロールシステムの OKITAC-4300 用ソフトウェアはこの漢字画像情報処理システムに組み込むことになる。

4.2.2. I/O 処理ルーチン

OKITAC-4500 の PRPLDB サブルーチンにより送られてくるコントロール・コードに従って, OKITAC-4300 の I/O 処理を行なう。I/O 処理ルーチンは, PRPL タスクに属し, セグメント IO 4500 として組み込んだ。OKITAC-4500 から受け取ったデータを NCC-85 に転送するのは, この I/O 処理ルーチンである。以下に追加したコントロール・コードとその処理について簡単に説明する。

コントロール コード	処 理
12	: ET の紙テープ・パンチ。
13	: アドレス・データの NCC-85 への転送及びディスクへの格納。
14	: ユーティリティ・プログラムをディスクからロードし, 実行する。
15	: ディスク固定パックへの WRITE。
16	: NCC-85 へのデータ転送。
23	: ディスク固定パックからの READ。

4.2.3. NCC-85 用 I/O 処理のマクロの組み込み

OKITAC-4300 システムには, I/O 処理を行なうサブルーチン形式のマクロが作成されている。この I/O マクロはプリンタ/プロッタと NCC-85 以外の入出力装置を動作させることができ, プリンタ/プロッタは, 漢字画像情報処理システムに組み込まれている。従って今回開発された NCC-85 の I/O 処理だけがシステムに組み込まれていないので I/O マクロとして新しく組み込んだ。なお NCC-85 用 I/O マクロを組み込むためにセグメント SEG1 の UCB (ユニット・コントロール・ブロック) に定義し, プログラムモード・バスの I/O 処理ルーチンに追加を行なった。(NCC-85 用の I/O 命令の種数が一部分一般的でなかったためである。

4.2.4. ハード・コピー処理

グラフィック・ディスプレイに表示された図形のハー

ド・コピーをとるためのハードウェアおよびソフトウェアについて述べる。

4.2.4.1. プリンタ/プロッタ

プリンタ/プロッタ (XEROX 社製 VERSATEC-1200A) は CPU からの命令により, ラインプリンクとして英数記号を印字し, またドットプリンクとしてバイナリ・データを印刷することができる。現在漢字情報処理システムの出力装置として使用されている。このプリンタ/プロッタにグラフィック・ディスプレイのハード・コピーを出力させることにした。プリンタ/プロッタのプロット機能を以下に示す。

プロット幅	: 268.244 mm
1行ドット数	: 2112個
ドット間隔	: 0.127 mm
紙送り間隔	: 0.127 mm
ドット直径	: 0.1524 mm

プリンタ/プロッタの機能の詳細については文献(5)の“漢字情報処理システムの開発”および文献(7)の“漢字情報処理システムの開発 I”を参照されたい。

4.2.4.2. ハード・コピー用ドット・マトリックス

プリンタ/プロッタの1行ドット数は2112個であり, グラフィック・ディスプレイのアドレス・データは

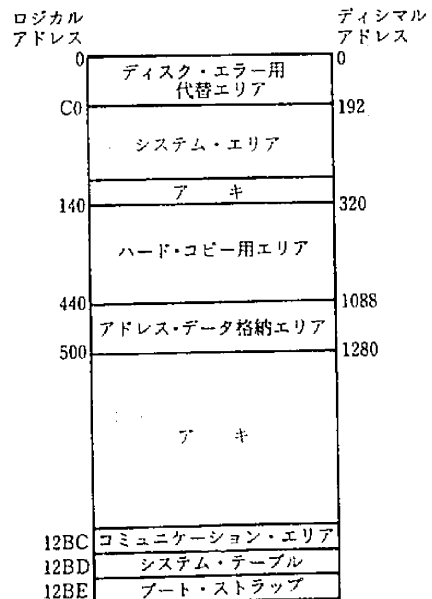


図-9 OKITAC-4300
ディスク・フィックスドバック

3072(Y)×4096(X)であるので、プリンタ/プロッタの行方行にはX軸もY軸も対応させることができない。そこでグラフィック・ディスプレイのX軸Y軸をそれぞれ2等分して、1536(Y)×2048(X)の座標としてX軸をプリンタ/プロッタの行方行に対応させた。プリンタ/プロッタのハード・コピー用ドット・マトリックスを図-10に示す。1ドットのON, OFFを1ビットに記憶させれば、ドット・マトリックスは1536(Y)×2048(X)であるから3,145,728ビット=196,608ワード必要となる。しかしOKITAC-4300 CPUはメモリが16Kワードしかないため、このエリアを磁気ディスク装置の固定パック上に768セクタとった。OKITAC-4300 磁気ディスク装置固定パックのMAPを図-9に示す。

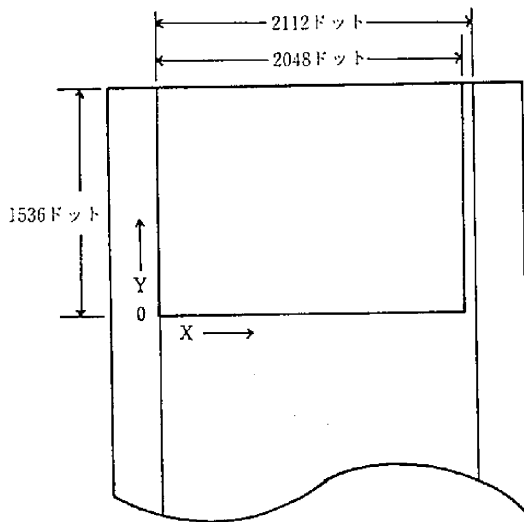


図-10 ハード・コピー用プリンタ/プロッタ
ドット・マトリックス

4.2.4.3. プリンタ/プロッタのドット・マトリックスとディスクのハード・コピー用エリアの対応

プリンタ/プロッタのドット・マトリックスとディスクのハード・コピー用エリアの対応は、図-10のようにX軸, Y軸を定めたので図-11に示すようにした。

4.2.4.4. OKITAC-4300 CPU メモリのハード・コピー用エリア

ハード・コピー用ディスク・エリアの一部をメモリに

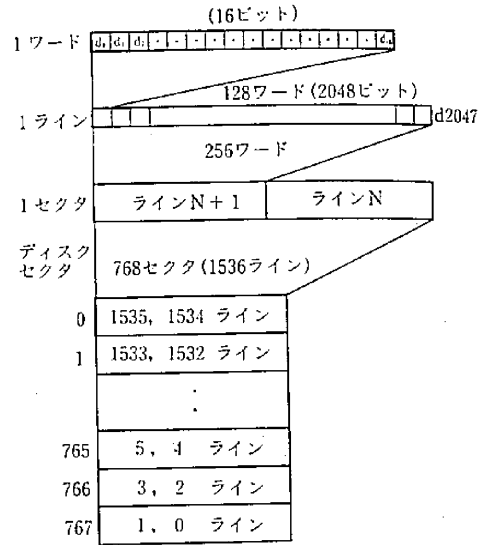


図-11 ハード・コピー用ディスク・エリアの構成

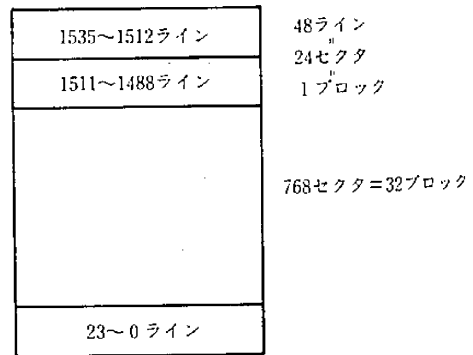


図-12 ハード・コピー用
ディスク・エリアのブロック

ロードしたり、ストアしたりするためのワーク・エリアを設ける必要がある。また、ハード・コピーの計算処理もここで行なわれる。CPUの演算時間に比べ、ディスクのロード・ストアの時間は遅いので、回数を最小限にとどめるために、CPU内のハード・コピー用ワーク・エリアは、最大限にとった方がよい。そこで基本システム中に確保できるエリアを検討した結果、24ページ(24×256ワード)をハード・コピー用ワーク・エリアとして使用することにした。このことによって、ハード・コピー用ディスク・エリアは24セクタ(24×256ワード)を1ブロックと考え、32ブロックに分けた。図-12参照。

4.2.4.5. ハード・コピー処理ルーチン

ハード・コピー処理ルーチンは、ハード・コピー・エリアという仮想平面上に、XY ブロックと同じく、動作コードを発生させながらプロットしていき、図形パターンができあがったらプリンタ/ブロックに出力するものである。動作コード発生ルーチンは、OKITAC-4500のブロック・コントロール・システムの CONECT サブルーチンを参考にし、OKITAC-4300のアセンブラに書き換えた。

ハード・コピー処理ルーチンは2つの方法を試みたので以下に説明する。

(1) 各々の直線を順序どおりに描いていく方法

ペン・ダウンで動作する直線の始点と終点をアドレスデータ中から見出し、プロットする点の属するハード・コピー・エリアをブロック毎にロードし、図形パターンを作成していく。

この方法はアドレス・データ・エリアの走査は1回で図形パターンは完成するが、ハード・コピー・エリアをランダムにロード・ストアしなければならないので、図形パターンを作成する時間は、ほとんどがハード・コピー・エリアのロード・ストアの時間となった。

(2) ハード・コピー・エリアのブロック毎に図形パターンを完成させていく方法

図形パターンを作成するブロックに関するアドレス・データをアドレス・データ・エリアから走査してきてプロットする。

プロット方法について説明する。図-13参照。

①：始点も終点もプロット・エリア・ブロック内にある場合、始点から終点まで直線を引く。

②、③：始点か終点のどちらかだけがプロット・エリア・ブロック内にある場合、プロット・エリア・ブロック内にある点から外にある点に向かって直線を引く。②はcからdまで、③はgからfまで。

④、⑤：直線がプロット・エリア・ブロックを横切る場合（始点も終点もプロット・エリア・ブロック内でない）、プロット・エリア・ブロックに近い方の点から直線を引く。④はkからiまで、⑤はoからmまで。

⑥、⑦：始点もプロット・エリア・ブロック外であり、プロット・エリア・ブロックを直線で横切らない場合は何もしない。

この方法は1プロット・エリア・ブロックの図形パターンを作成するのにアドレス・データ・エリアを1回

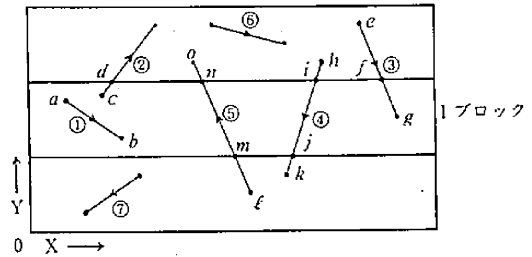


図-13 直線例

走査しなければならないので、全図形パターンを作成するには32回アドレス・データ・エリアを走査しなくてはならない。しかしハード・コピー・エリアにシーケンシャルに図形パターンを格納できるので、一般図形（アドレス・データが多い）の場合には(1)の方法より処理速度が速くなる。実測では平均10倍程度処理速度が速かった。

4.3. NCC-85 ソフトウェア

NCC-85のソフトウェアには、OKITAC-4300とのデータの送受、SDT-85とのデータの送受を行なうソフトウェアも含まれているが、ここではグラフィック・ディスプレイ・コントロールシステムのために作成したアドレス・データ出力ルーチン、コントロール・データ出力ルーチン、キャラクタ・データ出力ルーチンを説明する。

アドレス・データ出力ルーチンはOKITAC-4300より受け取ったアドレス・データをグラフィック・コンピュータ・ターミナル用のアドレス・データに変換しグラフィック・モードで出力を行なうものである。

図-5のアドレス・データのYアドレスをペンの状態と座標に分ける。アドレス・データはOKITAC-4500で3072(Y)×4096(X)として計算されているが、グラフィック・ディスプレイで表示してみると、768(Y)×1024(X)の表現と差が見られないので、768(Y)×1024(X)でグラフィック・ディスプレイに出力することにした。アドレス・データの変換は表3を参照。

ペンの状態は、ペンUPの場合だけGSコード（グラフィック・ディスプレイをグラフィック・モードにするコントロール・コード）をアドレス・データを出力する前に出力する。図-16参照。

コントロール・データ出力ルーチンは、OKITAC-4300より送られてきたコントロール・データをコント

表-3 ベクタ・アドレス・データ・ストリング

バイト名	7ビットASCIIキャラクタ					
	TAGビット		アドレス・ビット			
	7	6	5	4	3	2
High Order Y (HIY)	0	1	Yアドレスの5MSB			
Low Order Y (LOY)	1	1	Yアドレスの5インタメディアイト・ビット			
High Order X (HIX)	0	1	Xアドレスの5MSB			
Low Order X (LOX)	1	0	Xアドレスの5インタメディアイト・ビット			

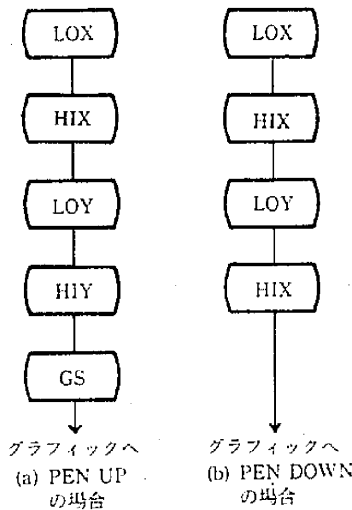


図-14 グラフィック・モード時のベクタ・アドレス・データ・ストリング

ロール・キャラクタとして、グラフィック・ディスプレイに出力する。

キャラクタ・データ出力ルーチンは、OKITAC-4300より送られてきたキャラクタ・データをアルファ・モードでグラフィック・ディスプレイに出力して英数記号を画面に表示する。

5. グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムの使用方法

本システムはプロット・コントロール・システムとの互換性を考慮して設計製作してある。すなわち、XYプロットを動作させるために作られているプログラムのサブルーチン・コール“PSTART”、“PEND”を“G-START”、“GEND”に書き換えるだけでグラフィック・ディスプレイに表示され、ハード・コピーが取れる。

また、画面に合わない図形(大きすぎる、小さすぎる)の為に図形全体の座標を変える“FACTOR”も作成してある。従って、図形処理の結果を表示する出力装置の指定をグラフィック・ディスプレイとXYプロットに簡単に変更できる。但し、次の点に注意して使用されたい。

- (1) 1つのジョブでは、XYプロットかグラフィックディスプレイのどちらか1つしか使用できない。
- (2) 図形の表示範囲が、XYプロットは25cm(Y)×50cm(X)であるのに対し、グラフィック・ディスプレイは27.6cm(Y)×36.8cm(X)である。
- (3) グラフィック・ディスプレイに表示された図形のハード・コピーをとることができるのは、“GEND”サブルーチンがCALLされた時である。したがってプログラムが“GEND”サブルーチンをCALLする前に異状終了した場合ハード・コピーはとれない。
- (4) ハード・コピーの表示範囲は、グラフィック・ディスプレイの表示範囲のXY軸の長さを約0.7倍した19.4cm(Y)×26.0cm(X)である。

したがって、ハード・コピーを実寸で出力したい場合は、各座標を約1.421倍したものをプロットさせれば良い。これは“FACTOR”ルーチンにより簡単に行なえる。

例: CALL GSTART
CALL FACTOR (1.421)
プログラム

6. おわりに

本開発により、グラフィック・ディスプレイ・システムがXYプロットと同じく図形処理用の出力装置として使用できるようになり、XYプロットに比べて約10倍のス

ビードで表示できるようになった。今後はインタラクティブに会話処理できるシステムの開発を行なう予定である。

謝 辞

本システムの開発にあたり、御協力いただいたソニーテクトロニクス株式会社福岡営業所の高原澄雄氏に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) "インストラクション・マニュアル・グラフィック・コンピュータ・ターミナル4014型" ソニー・テクトロニクス株式会社。
- 2) "OKITAC-4500 ブロック・コントロール・システム解説書" 沖電気工業株式会社。
- 3) 青野、渡辺 "情報処理完設システムの改良" 九工大卒論昭和52年2月。
- 4) 青山、松原、中村 "XYブロックのペン位置自動初期設定を行なうための改良" 昭和53年度電気学会九州支部連合大会(第31回連合大会) 講演論文集 p. 345。
- 5) 竹中 "漢字情報処理システムのソフトウェアの開発" 九工大卒論昭和53年2月25日。

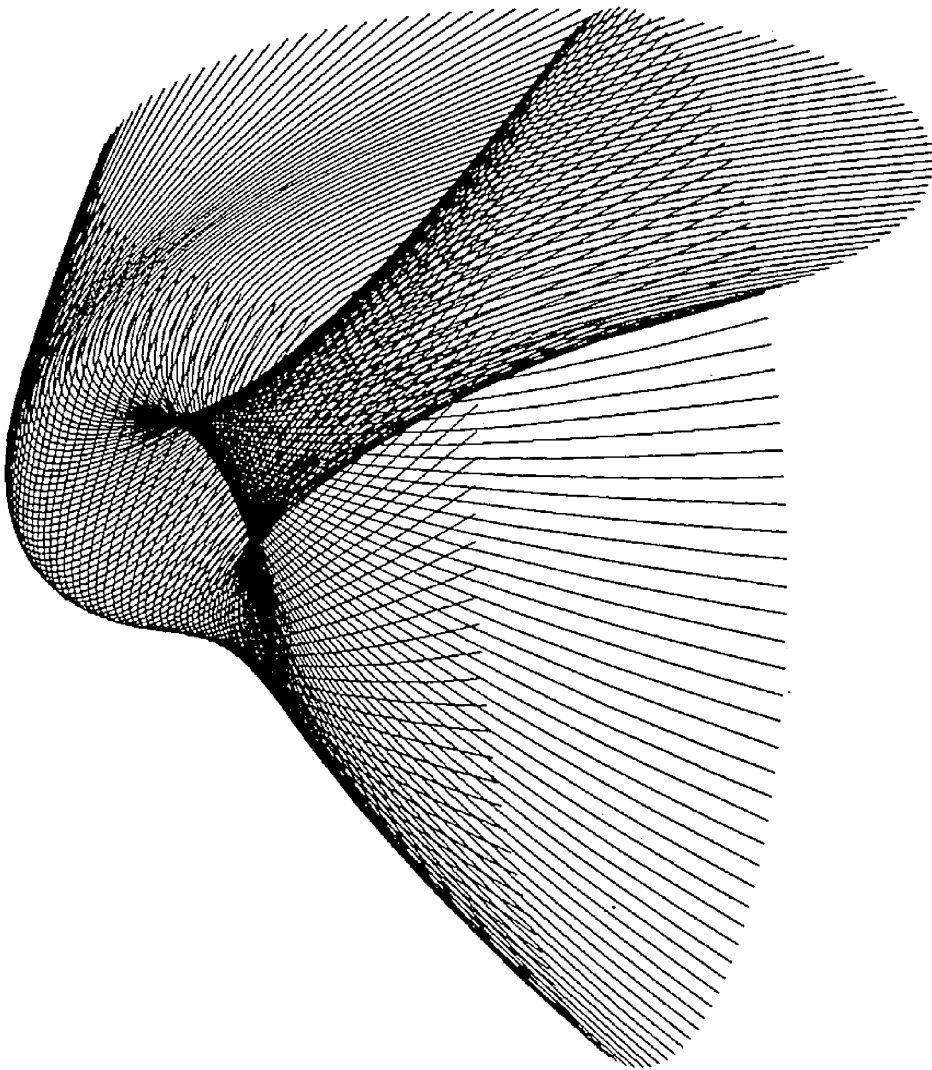


図-15 ハードコピー出力例 (実物大)

- 6) 中村, 竹中, 矢嶋, 磯, 吉田 "プリンタ/ブロック・コントロール・システムの開発 (OKITAC-4300)" 九工大研究報告 (工学) No. 37 1978年9月.
- 7) 中村, 安永, 竹中, 磯, 矢嶋, 中山, 深川, 野田, 吉田 "漢字情報処理システムの開発 I" 九工大研究報告 (工学) No. 36 1978年3月.

付 録

1. OKITAC-4300 のNCC-85 に対するデバイスアドレス及びシステム入出力マクロのパラメータ

DVA	P	P ₀ =0	P ₀ =1
5 E	P ₃	BREAK FLAG SENSE	/
	P ₂	BREAK FLAG CLEAR	
	P ₁	BUFFER READ	READ IN BUFFER
5 F	P ₃	END FLAG SENCE	ALARM FLAG SENCE
	P ₂	END FLAG CLEAR	ALARM FLAG CLEAR
	P ₁	COMAND WRITE	DATA WRITE

図-16 NCC-85 プログラムバス・コントローラ

2. グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システム・サブルーチンの仕様

2. 1. GSTART

(I) 目的

グラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムをイニシャライズする。

グラフィック・ディスプレイ画面の左下すみを原始座標系および現在標系の原点とする。

(II) FORTRANコーディング・シーケンス

(i) CALL GSTART (PLABEL)

(ii) CALL GSTART (0)

(iii) CALL GSTART

(iv) CALL GSTART (1)

(i)(ii)(iii)はすべて同じ意味であり, PPOPEN サブルーチンを CALL する。

(iv)は PPOPEN サブルーチンを CALL しない。従って, このステートメント以前に PPOPEN サブルーチンが CALLされていないとキャンセルされる。

(III) アーギュメント

PLABEL: PSTART サブルーチンと互換性をもたせるためのパラメータであり, 倍精度実数型で0.0を指定する。

(IV) 補助ルーチン

CONNECT, PLOT, PRPLDB, NOCALL

IOB PM1				IOB PM2	IOB PM3
X1	X2	X3	X4		
2又は1 WRITE READ	UCBの LDVAと 対応6 NCC-85	0 COMAND WRITE	0 STOP	DATA AREA ADDRESS 注1	STOP CODE
			1 文字数		入出力 文字数
		1 DATA WRITE	0 STOP		STOP CODE
			1 文字数		入出力 文字数
		Q F DATA READ	0 BINARY STOP		STOP CODE
			1 BINARY 文字数		入出力 文字数

注1 READ系のみ有効でX4の指示によってENDであるがそれ以前にLFコード(OA(16))が来たらENDになる。

図-17 NCC-85 システム入出力マクロのパラメータ

(V) 注意

- (1) (III) において PPOPEN サブルーチンを自動的に CALL されてよいかどうかで、(イ)か(ロ)を使用する。
- (2) GSTART 時に現座標系は原始座標系に一致している。しかし次の点で両者は異なる。

原始座標系はグラフィック・ディスプレイ画面の左下すみを原点とし、この座標系は保持される。

原始座標系に関して PLOT 可能な範囲は、

$$0.0 \leq X \leq 36.855 \text{ cm}$$

$$0.0 \leq Y \leq 27.639 \text{ cm}$$

現座標系は GSTART 時は原始座標系に一致して設定されるが、GSTART ~ GEND 間で自由に設定場所の変更が可能である。変更の許されるエリアは原始座標系の $0.0 \leq X \leq 36.855$, $0.0 \leq Y \leq 27.639$ の範囲である。

2. 2 GEND

(I) 目的

グラフィック・ディスプレイ・コントロールシステムのと始末をする。また表示図形のハードコピーをとる。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス

(イ) CALL GEND (0)

(ロ) CALL GEND

(ハ) CALL GEND (1)

(ニ) CALL GEND (2)

(ホ) CALL GEND (3)

(イ)(ロ)は同じ意味である。

(イ)(ロ)(ニ)は PPCLSE サブルーチンを CALL するが、(ハ)(ホ)は CALL しない。従って、(ハ)(ホ)の場合はこのステートメント以降に PPCLSE サブルーチンが CALL されなければならない。

(イ)(ロ)(ハ)は、表示図形のハードコピーを出力するが、(ニ)(ホ)は出力しない。

(III) 補助ルーチン

CONECT, PENUP

(IV) 注意

必ず GSTART とペアになっていなければならない。

2. 3. CONECT

(I) 目的

基本プログラム・パッケージ及び GSTART, GEND サブルーチンに対する補助ルーチンである。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス

CALL CONCT (IDX, IDY, IM, CODE)

(III) アーギュメント

IDX: 整数型

IDY: 整数型

IM = 2, 5, 7, 8 のときに意味をもつ。

IM = 2 新しい座標点への増分量を UNIT STEP 単位であらわした数値。

IM = 5 原始座標系においてペンの現在点から使用された X 軸最大値と Y = 0 への各軸の増分量を UNIT STEP 単位であらわした数値。

IM = 7 IDX が 0 のとき PPOPEN を CALL し、1 のときは CALL しない、IDY は使用しない。

IM = 8 IDX が 0 か 2 のとき PPCLSE を CALL し、1 か 3 のときは CALL しない。また IDX が 0 か 1 のときハードコピーを出力し、2 か 3 のとき出力しない。IDY は使用しない。

IM: (整数型)

1 = PSTART を補助するときのパラメータ

2 = PLOT を補助するときのパラメータ

3 = PENUP を補助するときのパラメータ

4 = PENDWN を補助するときのパラメータ

5 = WHERE, PEND を補助するときのパラメータ

6 = PEND を補助するときのパラメータ

7 = GSTART を補助するときのパラメータ

8 = GEND を補助するときのパラメータ

IM = 5 のとき、ペンの状態は IM に出力される。

CODE: (倍精度実数型)

IM = 1 のときの意味をもち PSTART のアーギュメント LABEL 対応する。

2. 4 FACTOR

(I) 目的

図形の拡大縮小を自由に行なえるように XY プロッ

タ・コントロール・システム及びグラフィック・ディスプレイ・コントロール・システムに追加した。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス
CALL FACTOR (F)

(III) アーギュメント
F : (実数型) PLOT サブルーチン内にファクターを定義するためのパラメータ

(IV) 補助ルーチン
CONNECT, PENUP, PENDWH, PLOT45

(V) 注意
PLOT サブルーチン内のファクターの初期値は1.0である。

2. 5. PLOT

(I) 目的
現在標系における指定点への現在位置から直線で動作させる。この際、ペンの UP/DOWN の指定もおこなう。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス
CALL PLOT (X, Y, IPEN)

(III) アーギュメント
X, Y : (実数型) 現座標系におけるペン移動すべき点の座標値 (単位 cm)。
IPEN : (整数型) 絶対値でペンの動作時における状態を指定する。

- 1) ペンを現在の状態に保つ。
- 2) ペンを DOWN する。
- 3) ペンを UP する。

符号で現座標系の原点移動を指定する。
+ = 通常の CALL
- = ペンを (X, Y) 点に移動した後、その点を新しく現座標系の原点とする。

(IV) 補助ルーチン
CONNECT, PENUP, PENDWH, PLOT45

(V) 注意
1. 現座標系の原点は原始座標系 PLOT 可能範囲の任意の位置が指定できる。
2. 特殊例として以下の3うの使用法があるが、それぞれ PSTART, GSTART, WHERE, FACTOR で使用されるものでユーザ・プログラムで CALL してはならない。

- (イ) X = 0.0, IPEN = 0 : 現座標系を設定する。
- (ロ) X = 1.0, IPEN = 0 : 現座標系における現在のペンの位置を X, Y に

取り出す。

(ハ) X = 2.0, Y = ファクター (実数型), IPEN = 0 : PLOT サブルーチン内にファクターを設定する。

3. 旧 PLOT サブルーチンは名前を PLOT45 に変更した。

4. (II) の FORTRAN コーリング・シーケンスを以下に示すものは同じことを意味する。
CALL PLOT (X* (ファクター), Y* (ファクター), IPEN)

3. PRPLDB サブルーチンの仕様と追加

PRPLDB サブルーチンは漢字画像処理システムにおいて OKITAC-4500 と OKITAC-4300 間のデータ転送を行なう目的で開発されたサブルーチンである。今回グラフィック・コントロール・システムのために機能を追加したので説明する。

3. 1. PRPLDB

(I) 目的
OKITAC-4500 と OKITAC-4300 間をアダプターを介してデータのやりとりをする。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス
(イ) CALL PRPLDB (IT, N, IW)

(ロ) CALL PRPLDB (IT, N, IW, IR)

(III) アーギュメント
IT : 転送するデータのタイプ
N : 転送するデータのバイト数
IW : 転送するデータの配列名
IR : データを受け取るエリアの配列名

転送するデータのタイプ IT は次のように定まっている。

- 1 : バイナリ・データ (プリンタ/プロッタ出力)
- 2 : コントロール・コード・データ (プリンタ/プロッタ・コントロール)
- 3 : キャラクタ・コード・データ (プリンタ/プロッタ出力)
- 4 : 漢字コード・データ (プリンタ/プロッタ出力)
- 10 : 漢字コード・データを送り漢字パターン・データを受け取る
- 11 : 漢字パターン・データを送り漢字パターン・ファイルに登録
- 12 : ET紙テープ・パンチ

*13: グラフィック・ディスプレイ WRITE & ハード・コピー用ディスク SAVE

*14: ユーティリティ LOAD & JUMP

*15: ディスク WRITE

*16: NCC-85 WRITE

*23: ディスク READ

*24: NCC-85 READ

3.2. 追加分のコントロール・コードの説明

3.2.1. ET 紙テープ・パンチ(12)

(I) 目的

OKITAC-4300 ET 紙テープに出力する。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス

CALL PRPLDB (12, N, IW)

(III) アーギュメント

N: 紙テープに出力するバイト数 (桁数)

$1 \leq N \leq 4095$

IW: 出力するデータが入っている配列名。

(IV) 注意

バイナリ・データとして PUNCH するので、パリティ等は出力以前に付加処理しなければならない。

3.2.2. ディスク WRITE (15)

(I) 目的

OKITAC-4300 ディスクの固定パックに 1 セクタ (256ワード) 単位でデータを WRITE する。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス

CALL PRPLDB (15, 514, IW)

(III) アーギュメント

IW: ディスクに WRITE するデータが入っている配列名。

IW (1): ディスク・ロジカル・アドレス

(500₍₁₅₎ ~ 12 BB₍₁₅₎) 図-11参照。

IW (2)~IW (257): WRITE するデータ。

(IV) 注意

ディスク・ロジカル・アドレスは図-11を参照してアキエリアを使用すること。ハードコピーエリアとアドレス・データ・エリアは使用できるがハードコピーエリアはハードコピー処理ルーチンが動作すると内容がかわされる。また、アドレス・データ・エリアはグラフィック・ディスプレイ・コントロール・システム中で使用してはならない。

3.2.3. ディスク READ (23)

(I) 目的

OKITAC-4300 ディスクの固定パックから 1 セクタ (256ワード) 分のデータを READ する。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス

CALL PRPLDB (23, 2, IW, IR)

(III) アーギュメント

IW: READ すべきディスクのロジカル・アドレスが入っている配列名。

IW (1) ディスク・ロジカル・アドレス

IR: ディスクから READ したデータを入れる配列名。

IR (1)~IR (256) READ されたデータが入る。

3.2.4. ユーティリティ LOAD & JUMP (14)

(I) 目的

OKITAC-4300 ディスクの固定パックに登録されているユーティリティルーチンを LOAD し、実行する。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス

CALL PRPLDB (14, 2, IW)

(III) アーギュメント

IW: ユーティリティ・プログラムの番号が入っている配列名。

IW (1) = ユーティリティ・プログラム番号

(IV) 注意

現在、ユーティリティ・プログラムは 2 つ登録されており、0 番と 1 番がある。0 番は OKITAC-4300 の IPL (Initial Program Load) のときに LOAD されるものであり、OKITAC-4500 から LOAD & JUMP の指令を出してはならない。1 番はハードコピー処理ルーチンである。なおユーティリティ・プログラムは追加可能である。

3.2.5. NCC-85 WRITE (16)

(I) 目的

NCC-85 にデータ転送する。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス

CALL PRPLDB (16, N, IW)

(III) アーギュメント

N: OKITAC-4300 への転送データ・バイト数。

IW: 転送データが入っている配列名。

IW (1) = 右バイト (8~15ビット使用) に COMMAND WRITE データ

左バイトは未使用

IW (2)~IW (N-1) = DATA WRITE

(IV) 注意

OKITAC-4300 から NCC-85 へのデータ転送の場合

に, IW (1) の右バイトが COMMAND WRITE され, IW (2)~IW (N-1) のデータが DATA WRITE される。

3.2.6. グラフィック・ディスプレイ WRITE & ハードコピー用ディスク SAVE (13)

(I) 目的

データを NCC-85 に転送するとともに, ディスクに格納する。

(II) FORTRAN コーリング・シーケンス

CALL PRPLDB (13, 514, IW)

(III) アーギュメント

3.2.2. のディスク WRITE と同じ。

(IV) 注意

ディスク・ロジカル・アドレスは, アドレス・データエリアの $440_{(16)} \sim 4FF_{(16)}$ をシーケンシャルに指定しなければならないが, ハード・コピー出力命令を出す前に図-8, 図-9の処理を行なわなければならない。

4. グラフィック・ディスプレイ用コマンド

グラフィック・ディスプレイをコントロールするには NCC-85 WRITE⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾ 及び NCC-85 READ⁽¹⁴⁾ を使用するがその転送データの先頭に以下に説明するコマンド・データをセットしなければならない。

(1) グラフィック・アドレス・データ

コマンド・データ = IW(1), IW (2)

IW (1): LT キヤラクタ 2 文字

IW (2): An キヤラクタ 1 文字 (0~7 ビット)
n プロット点の数 (8~15 ビットを使用) 最大 128

(2) グラフィック・キャラクタ・データ

コマンド・データ = IW (1), IW (2)

IW (1): LT キヤラクタ 2 文字

IW (2): Mn キヤラクタ 1 文字 (0~7 ビット)
n キヤラクタ数 (8~15 ビットを使用) 最大 255

(3) グラフィック・コントロール・コード・データ

コマンド・データ = IW (1), IW (2)

IW (1): LT キヤラクタ 2 文字

IW (2): Cn キヤラクタ 1 文字 (0~7 ビット)
n コントロール・コード数 (8~15 ビットを使用)
最大 255

(4) グラフィック・キーボード・リード

コマンド・データ = IW (1), IW (2), IW (3), IW (4)

IW (1): LR キヤラクタ 2 文字

IW (2): N バイナリで OKITAC-4500 が READ するバイト数

IW (3): KT キヤラクタ 2 文字

IW (4):

no, ni no = グラフィック・ディスプレイに出力するキャラクタ数
(0~7 ビットを使用)

最大 255

ni = キーボードより読み込むキャラクタの数 (8~15 ビットを使用)

最大 255, N = ni

注意

N 文字読み込み命令を出した場合, RETURN キーが押下されると N 文字読み込まなくても以降に SPACE がつめられて READ が終了する。

FORTRAN コーリングシーケンス

CALL PRPLDB (24, n, IW, IE)

(5) グラフィック・タブレット READ

コマンド・データ = IW (1), IW (2), IW (3),

IW (4)

IW (1): LR キヤラクタ 2 文字

IW (2): 4 バイナリで 4 を指定

IW (3): TT キヤラクタ 2 文字

IW (4): AL キヤラクタ 2 文字

このコマンド・キャラクタは, "グラフィックタブレット 4953 型/4954 型取扱説明書" の P-11 コマンド・キャラクタの ASCII チャートを参照。

ここではシングル・ポイント指定である。

FORTRAN コーリング・シーケンス

CALL PRPLDB (24, 7, IW, IR)

READ されたデータの形式

IR (1) = Y アドレス $0 \leq Y \leq 1023 \times 4$

IR (2) = X アドレス $0 \leq X \leq 1023 \times 4$

ただし IR (1) の 0 ビットはペン情報である。

IR (2) の 0 ビットはエラー情報である。

IR (1) の 0 ビット 0 = ペン UP

I = ペン DOWN

IR (2) の 0 ビット 0 = 正常サンプリング

1 = エラー

5. NCC-85 より OKITAC-4300 のコマンド

5.1. プログラムモード・バス入出力

入力: $D \text{ dn } N_H N_L$

D = デバイス

dn = デバイス番号

$N_H N_L$ = 入力文字数又は STOP コード

出力: $D \text{ dn } N_H N_L D_1 D_2 D_3 \dots D_n$

D = デバイス

dn = デバイス番号

$n_H n_L$ = 出力文字数又は STOP コード

$D_1 D_2 \dots D_n$ = 出力文字列

注意 STOP コードは N_L にセットする。この場合

N_H は未使用。

5.2. ディスク入出力

入力: $D \text{ dn } \ell_H \ell_L$

D = デバイス

dn = デバイス番号

$\ell_H \ell_L$ = ディスク・ロジカル・アドレス

出力: $D \text{ dn } l_k l_i D_1 D_2 \dots D_{512}$

D = デバイス

dn = デバイス番号

$\ell_H \ell_L$ = ディスク・ロジカル・アドレス

$D_1 \sim D_{512}$ = 出力データ列

注意 ディスクの入出力バイト数は512バイト (256

ワード) 単位で行なう。

5.3. OKITAC-4500 の R (NCC-85 READ) コマン

ドに対する WRITE

$W D_1 D_2 \dots D_n$

W = WRITE

$D_1 \sim D_n$ = データ列

注意 データ・バイト数は NCC-85 READ コマンド

の時に送られてくる。