



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	マルチマイクロコンピュータを用いたアニメーションシステム
Author(s)	恩田, 邦夫; 吉村, 修彦; 青木, 由直
Citation	北海道大學工學部研究報告, 119, 95-107
Issue Date	1984-02-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/41847
Type	departmental bulletin paper
File Information	119_95-108.pdf



マルチマイクロコンピュータを用いたアニメーションシステム

恩田 邦夫 吉村 修彦* 青木 由直

(昭和 58 年 9 月 30 日受理)

An Animation System Using Multi-Microcomputer

Kunio ONDA, Nobuhiko YOSHIMURA and Yoshinao AOKI

(Received September 30, 1983)

Abstract

An architecture of a high-speed display system for computer animation is proposed and an experimental system based on this concept is presented.

The system is constructed with 16 array modules and a control module, each of which is a microcomputer with an 8-bit CPU. Each array module has a picture memory which is used to store one of continuous frames. All picture memories are also connected with a display controller. The controller selects one of the picture memories in rotation to synthesize video signals. Then each non-selected memory can be rewritten by array module without any effect on a display. The time of rewriting is $T_d \times (N-1)$ for each array module, where T_d is the time to display one frame and N is the number of array modules. For a large number of N the system can be realized with low-speed processors without specific hardware to display natural movement.

In the system hand-written pictures are used as frame data. The "interactive image editor" is developed to obtain these pictures with a digitizer and to help users to edit. The command structure and examples of the use of the editor are presented.

1. ま え が き

計算機を用いて対象物体の動きのパターンを迅速に創造しディスプレイ装置に表示する、いわゆるコンピュータアニメーションシステムに関しては従来から多くの研究がなされているが、⁽¹⁾ 動画像を扱うには大量の画像データを高速に処理しなければならず、大型計算機をホスト計算機としてディスク、ドラム等の大容量ファイルを稼動したり、特殊ハードウェアを付加する等比較的大規模なシステムが多い。一方近年のグラフィック表示技術の発展と関連の周辺素子の出現に伴い、マイクロコンピュータを用いたアニメーションシステムの開発研究も盛んになってきており、このようなシステムは小型・低価格で操作性にも優れているが、やや高度な動画像を扱おうとすると処理速度や記憶容量の点で難がある。すなわちアニメーションは結局のところ静止画像を連続して高速に表示する技術であるから、画像パターンの作成には従来静止画像の作成で行われている描線、クリッピング等の作画処理や移動、回転等の変換処理が必要となるが、マイクロ

電気工学科 演算工学講座

* 横河・ヒューレット・パッカード(株)勤務

コンピュータではこれらの処理に非常に時間を要する。従来これらの問題解決のため専用のファームウェア⁽²⁾やハードウェア^{(3)~(5)}を用いて処理の高速化を図る方法が提案されているが、いずれも速度向上には物理的な限界があり決定的解決法とならない。

本稿では、動画の1フレームに相当する画像メモリを多数用い、この各々にマイクロコンピュータを割当てて画像パターンの作成と表示を並列的にを行うことにより、低速のマイクロコンピュータを用いているにもかかわらず実時間の表示を可能にする方法を提案し、16個のプロセッサを用いたシステムを試作してその有効性を確かめている。

また最近のマイクロコンピュータでは補助記憶としてフロッピーディスクを用いているものが多いが、画像データの保存用としては小容量でアクセス速度が遅いためアニメーションのような目的には適さなかった。本稿ではこのような低速小容量の補助記憶を多数用いて画像ファイルの保存を行う方法についても検討と評価を行う。

動画像データの作成には、数式記述による幾何図形の組合せによる方法やビデオカメラ等を用いて実際の図形を採取してくる方法等があるが、本システムではタブレット形のデジタルタイザを用いて手書き図形を入力しこれを動画像の原図としている。この際直線や円など手書きによっては正確に描けない図形についてはタブレット上での簡単な操作によってコンピュータが描線処理を行う。この手書き図形の編集・表示のためのソフトウェアシステムについても述べ、簡単な表示例を示す。

なお動画像処理を行う目的で画像メモリを複数用いたシステム⁽⁶⁾やマイクロコンピュータを複数用いたシステム⁽⁷⁾が提案されているが、本稿のように高速動画表示を目的としたものは少ない。

2. 基本設計方針

本システムで採用した表示技術は、表示画面の各画素に対応して濃淡又は色情報を記憶させる画像メモリを用いる方法⁽⁸⁾であり、コンピュータからこのメモリへの画像データの書込みを行う一方、表示コントローラでこのデータを読み出し、同期信号と複合して映像信号を得る。この方法は比較的簡単な回路構成で映像信号が得られる一方、同一のメモリに対しコンピュータと表示コントローラの双方からアクセスが行われるため、一般には表示を優先してコンピュータのアクセス可能な期間がせばめられるという欠点もある。

動画の表示は従来の技法にみられるように物体を少しずつ変化させた画面を連続して高速に表示することで行われるが、これには毎秒20~30フレームの表示が必要とされており、コンピュータには数10m秒以下で画像メモリの書替えを行うことが要求される。しかしマイクロコンピュータではその実行速度の遅さに加え、先に述べたアクセス期間の制約からこの時間内の画面全体の書替えは困難で、表示画面は不自然なものとなる。すなわち表示画面が瞬時に変化せず、画像メモリの書替え途中の経過も表示されてしまう。この問題解決のため従来の方法では作画処理や変換処理を行う特殊プロセッサやハードウェアを用いる等処理システムの高速化に主眼がおかれていた。

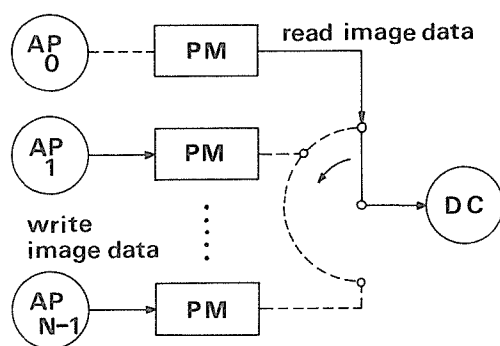


図-1 複数のプロセッサと画像メモリを用いた表示システム

本稿で提案する方法ではこのような特殊ハードウェアを用いず、処理システム自体は従来のワンボード型マイクロコンピュータであるが、これを多数用いて高速な表示を可能にしている。すなわち図1に示すように画像メモリ (PM) を多数 (N枚) 用い、この各々にマイクロコンピュータ (AP) を割付けた構成となっている。ここで表示コントローラ (DC) はN枚のPMの内1枚を選択し表示を行い、これ以外のPMでは各々に割付けられたAPにより独立に画像の作成とPMへの書込みが行われる。DCは1画面の表示終了毎に垂直帰線期間中を利用して選択するPMを順に切替えていくから、PMは見かけ上1画面表示期間中に書替えられたように見える。一方各APでは割付けられたPMがDCに選択された後、次に選択されるまでの期間、すなわち、

$$T_d \times (N - 1)$$

が1画面の作成に与えられた時間となる。ここで T_d は1画面の表示期間で、

$$[1 \text{ フレームの走査期間 } (\approx 20 \text{ m秒})] \times [\text{重複表示回数}]$$

である。この様子を図2に示す。

図2において、連続して表示する画面を S_0 , $S_1 \dots$ とすれば、 AP_0 では S_0 の画面を作成した後、次に作成するのは S_N の画面というようにN番目おきの画面の作成を行う。従って各APではN番目毎の物体の変化パターンが既知である必要がある。しかし一般にはアニメーションでは全画面にわたる物体の全動作を前もって定義することが多く、これをN番目毎に各プロセッサに配分することは困難でない。Nの値は扱う画面の複雑さの程度、すなわち作成に要する時間で決定され、コンピュータの処理速度が遅くてもその分Nの値を大きくすればよい。このことはハードウェア等で処理の高速化を図る方法と異なり物理的限界がなく、高速素子の多用による設計の困難さもない。さらに本システムではコンピュータの構成要素となるCPUやメモリ素子等の汎用素子だけを用いており、これらは今後の集積化・低価格化が予想され大量に用いることもさほど問題とならないと思われる。Nに限界がある場合には重複表示回数を増してもよく、この場合表示物体の動作は緩慢なものとなるが、1台のプロセッサの場合にみられる画面の不自然さはない。

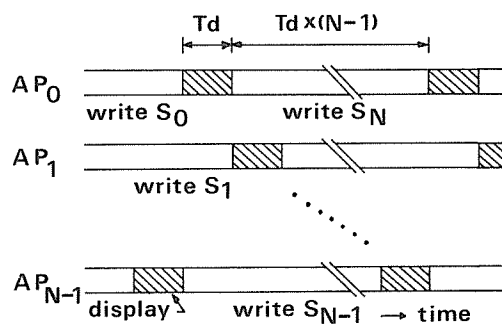


図-2 各プロセッサにおける画像メモリの書替え

3. 試作システム

以上の検討に基づき8ビットCPUを用いたマイクロコンピュータに画像メモリを付加したものを16組 ($AP_0 \sim AP_{15}$) とこれらを統括する制御用コンピュータ (CP) から構成されるアニメーションシステムを試作した。試作システムはホストコンピュータである汎用のマイクロコンピュータ (HP) に接続されており、ホストコンピュータはソフトウェアの開発支援用として用いられる。このハードウェア構成を図3に示す。

3. 1 HP

HPはZ80CPU, 主メモリ52Kバイト及びフロッピーディスク, プリント等の周辺機器から構成され, OSとしてCP/Mが利用できる汎用のマイクロコンピュータである。これにシリアルI/Oによる命令通信線と共有メモリ (CRAM) 方式のデータ転送用バッファを付加し,

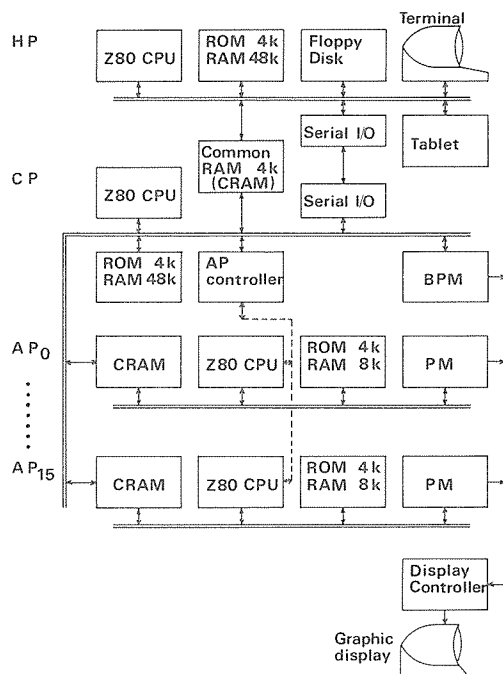


図-3 試作システムのハードウェア構成

CPとのデータ転送を可能にしている。HPはCP及びAPに対するプログラム及び動画作成時に使用される各種パラメータの作成、保存に用いられる。

3. 2 CP

CPはZ80 CPU, 主メモリ 52 Kバイト及び各APの動作管理を行うためのハードウェアモジュール等から構成される。APの動作管理は、図4に示すように各APのCPU制御信号を直接モニターすることで行われ、各APに対し独立に起動、停止、割込み起動、データ転送が可能である。各APとのデータ転送はCPと各AP間に設けられた共有メモリを介して行われる。共有メモリは、図5に示すようにCPの主メモリのアドレス空間にマッピングされており、このメモリは同時にAPからもアクセス可能となっている。共有メモリに対するアクセス優先権はAP側にあり、CPからのアクセスはAPが停止状態である時を利用して行われる。AP間相互の直接的なデータ転送はできないが、CPを介してのデータ転送は可能である。

3. 3 AP

APはZ80 CPU, 主メモリ 12 Kバイト及び画像メモリから構成される。本システムでは同

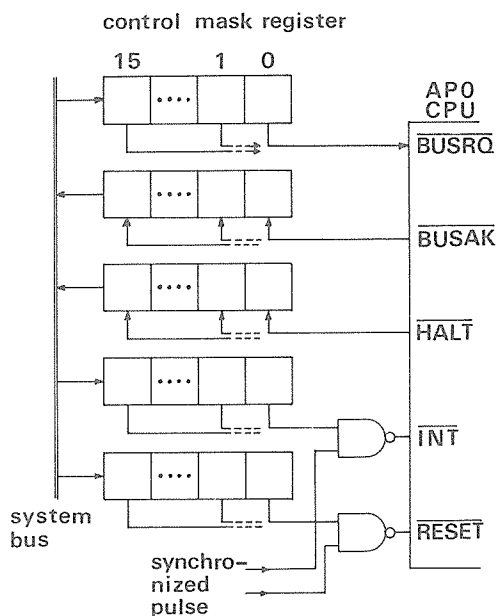
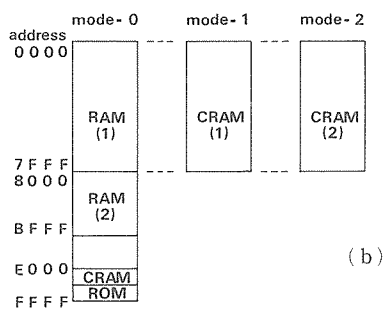
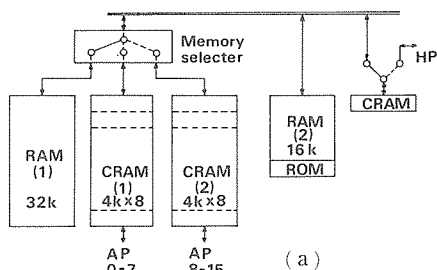


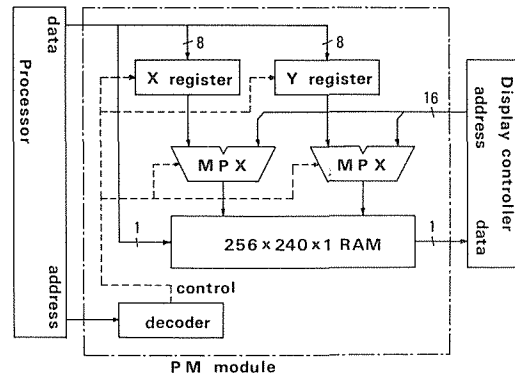
図-4 APの動作管理モジュール

図-5 (a) CPのメモリスistem
(b) メモリ配置

一構成のAPが16組用意され、各々独立に動作させることも可能である。APにはデータ転送及び応用プログラムの実行に関する簡単なプログラムがROM化されているだけで、応用プログラムの本体はHP又はCPから送られてくる。この際HP、CP、APに同一のCPUを用いているため、上位プロセッサで作成した機械語プログラムはそのまま下位プロセッサでも実行でき、プログラム開発が効率的である。

3. 4 動画用画像メモリ (PM)

PMは画面構成を 256×240 画素、1ビット/画素として1モジュールを作成している。この構成を図6に示す。モジュール内には画面のX、Y座標を保持するためのレジスタがあり、APからこのメモリへの画素データの書込みは、I/O命令を用いてこのレジスタへの画素のアドレスが書込まれ、次に画素データが書込まれる。従って1モジュールでは2値画像しか扱えないが、このモジュールをn枚(現在のハードウェアでは最大8)用いて1画素nビットとし濃淡画像や色画像を扱うことも可能な構成になっている。



図一6 画像メモリの構成

画面上の任意の位置に点を描くには、X、Y座標の設定に2命令、画素データの書込みに1命令の計3命令が必要になる。しかし描線処理ではある座標の近隣点に次の点が描かれることが多く、毎回X、Yレジスタへ座標データを書込むのは効率が悪い。そこでこのX、Yレジスタには、1命令でレジスタ値を+1又は-1する機能が付加されており、ソフトウェアの負担を軽減するとともに速度向上を図っている。I/O命令を用いた画像メモリの書込みはメモリ参照命令による方法に比べやや時間を要するが、X、Yレジスタと上述した機能の採用により画面上の座標計算はむしろ高速に行える。

3. 5 背景用画像メモリ (BPM)

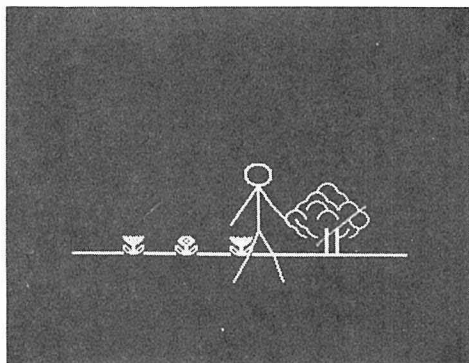
BPMは画面構成が 32×30 パターン、 8×8 画素1パターンの画像メモリである。このグラフィックパターンは数字、文字を含む256種の基本図形でありROMに固定されている。これらのパターンを組み合わせて動画の背景のような静止物体の表示に利用できる。BPMはCPに接続されており、CPで画面作成が行われDC内でPMの画面と重ね合わされて表示される。この表示例を図7に示す。ここで「花」や「木」がグラフィックパターンの組合せにより構成されたものである。

3. 6 表示コントローラ (DC)

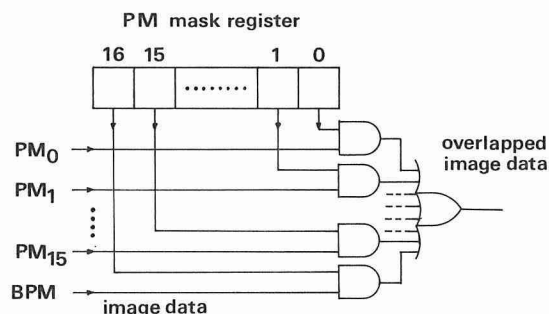
DCはPM及びBPMから画像データを読み出し、同期信号と複合して映像信号を作成する。ここでPMは16枚あり、これとBPMの内から任意の画像メモリを選択しこれを重ね合わせて表示できる。これには図8に示す17ビットのマスクレジスタの各ビットをPM及びBPMに対応させ、これを0又は1とすることにより行う。

3. 7 表示装置

表示装置にはモノカラーのモニターテレビを用いており、2値ないし濃淡表示が可能である。この装置でもインターレースを用いて 600×400 画素程度の解像度を実現できるが、画面がやや不安定となるため本システムでは採用しなかった。より高解像度のカラーモニターテレビを用いて



図一七 PMとBPMの重ね合わせ表示の例



図一八 画像メモリ選択モジュール

本格的な動画表示を行うには単に画像メモリの容量を増せばよく、その変更は容易である。

3. 8 タブレット

タブレットはこれ自体がマイクロコンピュータ内蔵のシステムであり、タブレット板上に置かれたカーソルキーの位置座標を検出し、これを数値データに変換して出力する。本システムではこれを手書き図形の入力装置として用いており、A 4 サイズの入力領域は表示装置の画面に相似関係を持たせてある。後述する画像データの編集システムではカーソルスイッチとこのタブレットを用いて画像の入力と編集を行う。

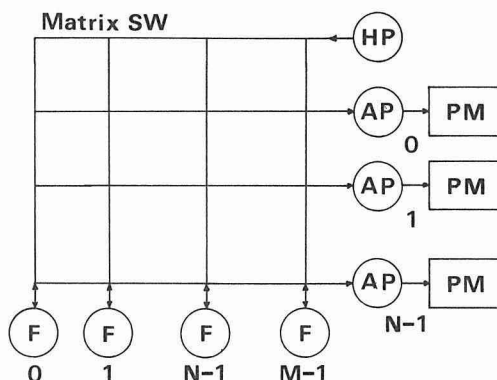
4. 低速補助記憶を用いた画像ファイルの構成

動画面の作成と表示は、これらを並行して行う方法と、前もって画面データを作成しておき表示を後でまとめて行う方法が考えられる。後者の方法は画面が複雑で作成に時間を要する場合や表示が同一場面の繰返しですむ場合に採用されるが、作成したデータを一時保存しておくために大量の記憶領域が必要となる。

大型計算機を用いたシステムでは大容量でアクセス速度の速いディスク等の補助記憶を用いるのが一般的であるが、マイクロコンピュータ向けの補助記憶としてはフロッピーディスク、カセット式磁気テープ、また最近では磁気バブル等が用いられるがアクセス速度が遅く画像ファイルとしては容量も少ない。

本システムではNの値によって表示に影響を与えることなく各プロセッサに対していくらかでも処理時間を確保することが可能で、このことは低速の補助記憶でも利用できることを意味する。そこで低速の補助記憶を用いた画像ファイルとして図9のような構成を考える。

低速の外部記憶(F)は画像データの量に応じて増設し、またどのプロセッサからもアクセス可能ようにマトリクススイッチを介してプロセッサ(AP)と結合するが、基本的には各FとAPは1対1に対応づけられて用いられる。Fの台数(M)はAPの台数(N)と同じ



図一九 低速補助記憶を用いた画像ファイルの構成

かまたはその整数倍が必要である。従って多数のFが必要であるが、このことは逆に画像ファイルの大容量化を行っていることになる。表1は現在マイクロコンピュータで利用されている補助記憶装置を画像ファイルとして用いた場合に必要とされるプロセッサ台数を比較したものである。ここで1フレームの画像データ量は8Kバイトとし、各APでは対応するFからこのデータを読み出しPMに書込む処理だけを行う。また毎秒表示するフレーム数は25とする。

この結果、カセット式磁気テープでは実用に耐えないものの、フロッピーディスクや磁気バブルでは本構成で画像ファイルを構成することも可能である。特に磁気バブルでは半導体技術の進歩に伴い今後集積度やアクセス速度の向上が期待でき、量産化による価格低下も予想される。

本構成の画像ファイルでは、作成した画面データを保存する際、一番目のものをF₀、二番目をF₁という順に入れる必要がある。画面データの作成は単独のプロセッサで行ってこの順のようにFに書込んでいく方法でもよく、この場合マトリックススイッチによる結合が都合が良い。

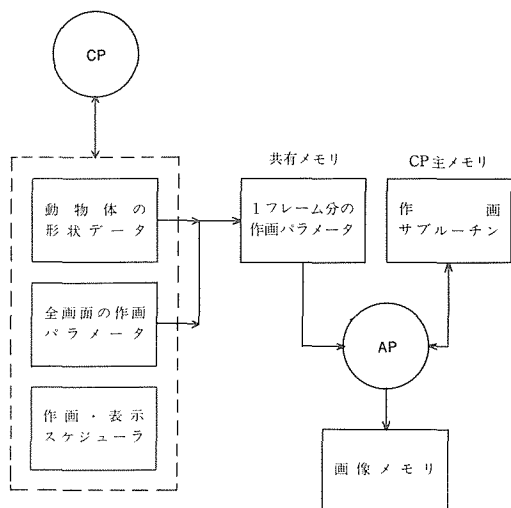
表1 マイクロコンピュータで使用される補助記憶による画像ファイルの構成比較

	磁気バブル	フロッピー ディスク	カセット式磁気テープ (デジタル方式)	カセット式磁気テープ (オーディオ方式)
1台当り記憶容量 (ビット)	256K	9.6M	1.92M	1.44M
画面数換算	4	144	30	22
データ転送速度 (ビット/秒)	100K	500K	6K	1.6K
1画面読出しに要す る時間(秒)	0.66	0.17	11	41
必要なプロセッサ数	20以上	6以上	300以上	1,140以上

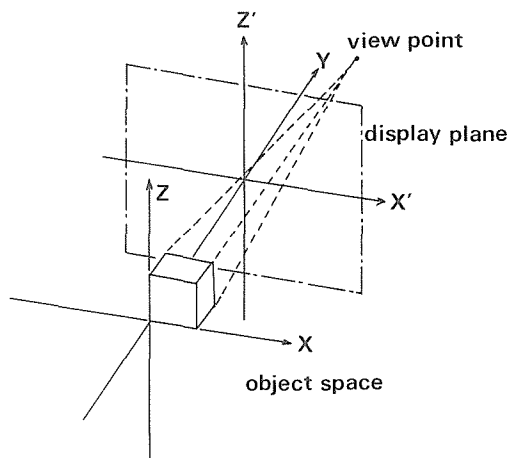
5. アニメーションソフトウェア

本システムにおけるソフトウェアはHPにおいて開発され、機械語プログラムの形式で保存されている。実行に先だちこれらのプログラムはHP-C P間の共有メモリを介してC Pに転送され、さらにC P-A P間の共有メモリを介してA Pへ再転送される。

アニメーションソフトウェアにおいては、C Pは、1) アニメーションの全画面の作画スケジュールの管理、2) 作画パラメータの保存、3) 背景用画像メモリの管理、を行い、A PはC Pから送られた作画パラメータから1フレーム分の画面の作成を行う、と機能づけられる。ソフトウェアの構成を図10に示す。動物体の形状は、本システムが2値画面しか扱えないことから線によってのみ構成しており、図11に示すような3次元直交座標上にプロットされた点の結合によって表現される。すなわち形状データは、この点のX、Y、Z座標及び次の点との結合の有無を示すターミネータ情報を1組とし、この組のリスト構造となっている。作画パラメータは、この物体を2次元の表示画面に透視写像する際の物体及び視点の動きを指定するためのパラメータであり、この値を変化させることで同一の形状データから種々の動画パターンが作成される。C P内にはアニメーションの全画面にわたるこのパラメータ値が保存される。作画・表示スケジュールは、図2で示した高速表示法を実現するためのソフトウェアであり、この処理手順を図12に示す。



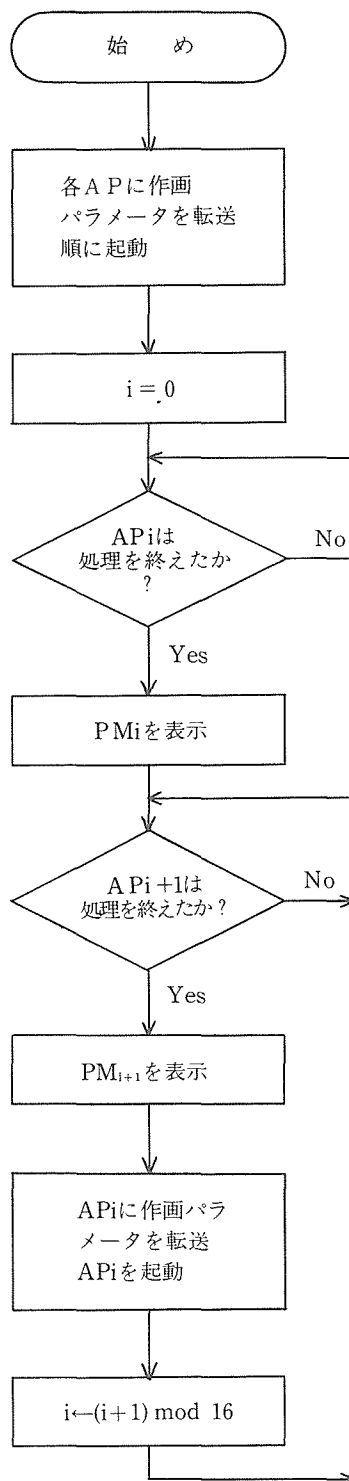
図一10 アニメーションソフトウェアの構成



図一11 物体空間及び表示画面の座標系

このスケジューラの処理手順に従って各APには1画面分の作画パラメータが共有メモリを介して転送され、各APでは内部の作画サブルーチンを用いて描線を行う。この作画サブルーチンは表2に示す基本図形のための描線処理ルーチンから構成される。

本アニメーションソフトウェアによって作成された表示例を図13に示す。これらの画面は画面の作成と表示が並列に行われながら毎秒3フレーム程度の速度で表示される。



図一12 作画・表示スケジューラの処理手順

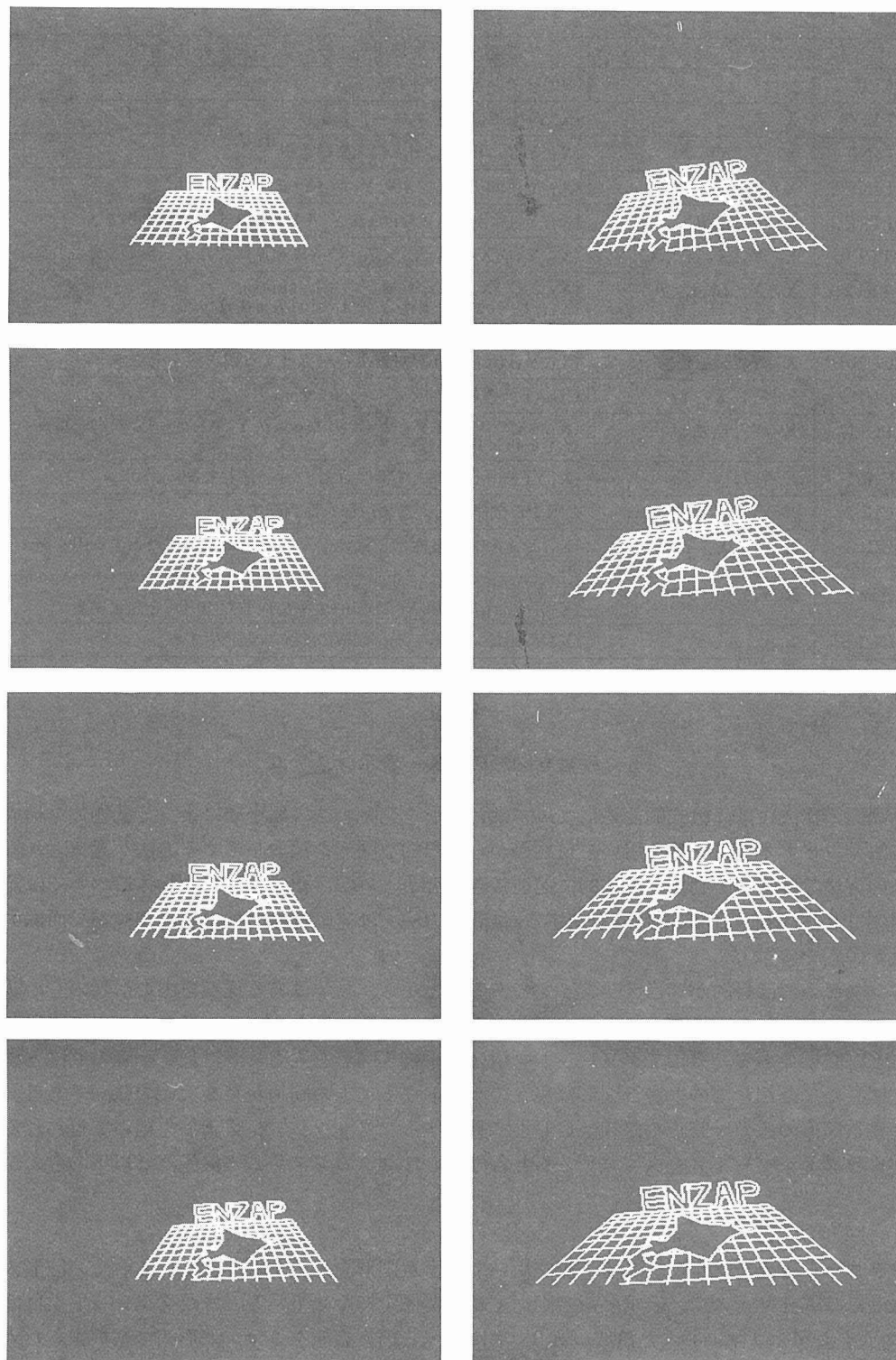


図-13 アニメーション表示例

表2 作画サブルーチンの名称と機能

名 称	パ ラ メ ー タ	機能 (但しインバースモード(白黒反転)は省略した)
CLR		画像メモリをクリアする。
PLOT	X, Y	(X, Y)座標に点をプロットする。
LINE 1	X_1, Y_1, X_2, Y_2	(X_1, Y_1) より (X_2, Y_2) まで直線を引く。
LINE 2	$X_1, Y_1, \Delta X, \Delta Y$	(X_1, Y_1) より ($X_1 + \Delta X, Y_1 + \Delta Y$) まで直線を引く。
LINE 3	X_1, Y_1, L, θ	(X_1, Y_1) より ($X_1 + L \cos \theta, Y_1 + L \sin \theta$) まで直線を引く。
TRI 1	$X_1, Y_1, X_2, Y_2, X_3, Y_3$	(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), (X_3, Y_3) の各点を直線で結ぶ三角形を発生する。
TRI 2	$X_1, Y_1, L_1, L_2, \theta_1, \theta_2$	(X_1, Y_1), ($X_1 + L_1 \cos \theta_1, Y_1 + L_1 \sin \theta_1$), ($X_1 + L_2 \cos(\theta_1 + \theta_2), Y_1 + L_2 \sin(\theta_1 + \theta_2)$) の各点を直線で結ぶ三角形を発生する。
CUB 1	X_1, Y_1, X_2, Y_2	(X_1, Y_1) (X_2, Y_2) を対角点の座標とする四角形を発生する。
CUB 2	X_1, Y_1, X_2, Y_2	CUB 1 の機能に加えその内部を面ぬりする。
POLG	X_1, Y_1, L, θ, N	(X_1, Y_1) を中心座標とし ($X_1 + L \cos \theta, Y_1 + L \sin \theta$) の点を始点とする正N角形を発生する。
CIR 1	X, Y, L	(X, Y) を中心座標とする半径Lの円を発生する。
CIR 2	X, Y, L	CIR 1 の機能に加えその内部を面ぬりする。
CIR 3	X_1, Y_1, X_2, Y_2	(X_1, Y_1) を中心座標として (X_2, Y_2) を円周上の1点とする円を発生する。
ARC	$X, Y, L, \theta_1, \theta_2$	(X, Y) を中心座標として ($X + L \cos \theta_1, Y + L \sin \theta_1$) から ($X + L \cos(\theta_1 + \theta_2), Y + L \sin(\theta_1 + \theta_2)$) までの円弧を発生する。
CURSL	X, Y	(X, Y) 座標で交差する、縦横のケイ線を発生する。

6. 手書き図形の編集・表示システム

動画面の作成には、数式的記述によって幾何図形を発生しこの組合せによって動物体を構成する方法や、ビデオカメラ等を用いて自然界から実際の図形を採取してくる方法が考えられる。前者の方法では物体の動作も数式的に記述でき都合がよいが、複雑な形状の物体については記述も複雑になり、画面の作成に時間を要する。後者の方法では運動物体の抽出処理が複雑で画像データ量が多くなる。

本システムでは目的がアニメーションであることから、物体はある程度自由な形状のものが扱えるように、大量な画像データを扱う必要からこれらの物体はなるべく少量のデータで表現できることが必要である。そこでタブレットを用いて手書き図形を入力し、これを動画の原図とすることにした。ただしこの手書き図形は現在のハードウェア上の制約から2次元の線画である。

手書き図形の入力と修正や保存はCP上で動作するソフトウェアシステムを用いて行われる。インタラクティブ・イメージ・エディタと名付けられたこのシステムの機能には以下のものがある。

(1) 図形の入力

タブレットとカーソルキースイッチを用いて手書き図形を入力する。タブレット上の図形入力領域はほぼA4サイズで、表示装置の画面と相似関係を持たせている。またタブレット上には図14に示すようなコマンド入力領域があり、次に述べる編集機能をコマンド形式で選択するために用いられる。カーソルキースイッチは図15に示すような4つの機能スイッチがあり、ここから5つの状態、すなわち何も押していない状態及びZ、1、2、3の各キースイッチを押した状態が

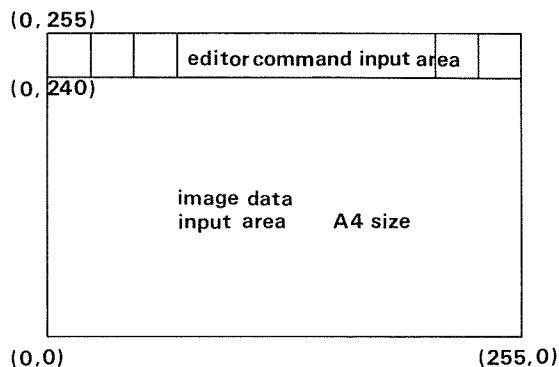


図-14 タブレットの配置

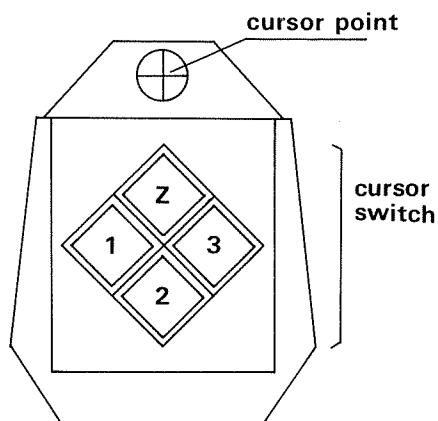


図-15 カーソルキースイッチ

表3 編集コマンドの名称と機能

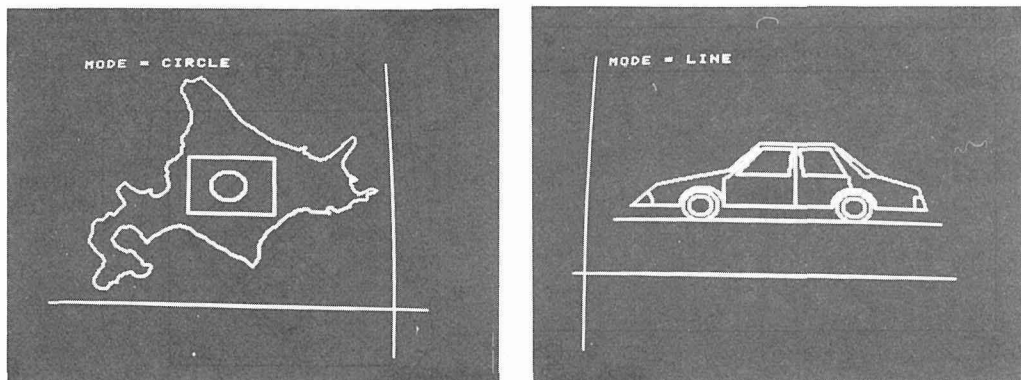
名 称	機 能
CLR	表示画面のクリアを行う
PLOT	点のプロットを行う
LINE	線の発生を行う
RECT 1	四角形の発生を行う
RECT 2	RECT 1 の機能に加え内部の面ぬりを行う
CIRCLE	円の発生を行う
INV	上記の機能のインバース（白黒反転）指定を行う 黒図形の上に白図形を重ね書きすることにより部分的な消去が行なえる
CANSEL	パラメータリストを逆にたどってリスト上からパラメータを削除する
TRACE	パラメータリストを最初からたどって図形を発生する
SAVE	パラメータリストを外部ファイルに保存する
LOAD	パラメータリストを外部ファイルからロードする
DELETE	パラメータリストを除去する

選択できる。以下ではこれを [], [Z], [1], [2], [3] と表わす。本システムでは [] の時の読取り座標をカーソルの移動に, [Z] の座標を次に述べる表示パラメータに, [2] の座標をコマンドキーの選択に使用している。

手書きの図形は基本的にはタブレット上でのサンプリング点を順につなげていったものとなっている。しかしサンプリング点の分解能は約 1 mm でかなり複雑な曲線部なども充分表現できる。また直線や円など手書きによっては正確に入力できないものについては, 線分の端点だけ, あるいは円の中心座標と円周上の任意の 1 点を入力するだけでこれらの図形をコンピュータで自動作成するようにしている。

(2) 図形の編集

編集機能には表 3 に示すように入力図形の修正や保存, 削除等が含まれる。修正機能では入力された線図形のリストを逆にたどりながら線を消去していく方法と, すでに描かれている図形の上からある領域をもった白黒反転図形を重ね書きし, その領域内のパターンを消去する方法がある。



図一16 手書き図形の編集・表示例

入力された図形は、その図形の種類（点、線、四角形、円）と特性（白または黒）を示すコードと座標を示す2つの表示パラメータを1組とし、このリスト構造となっている。このため画像メモリの全データを保存するのに転ベデータ量が大幅に削減されている。保存機能では最終的に完成されたこの全リストを外部ファイルに保存する。

（3）図形の表示

入力及び編集時の図形データは先に述べたコードと表示パラメータの形でAPに送られ、APではこのデータから描線処理を行い画像メモリへの画素データの書き込みを行う。画面には同時に現在のカーソルキーの座標位置が縦横のケイ線の交点によって示される。このデータもまたコードと表示パラメータの形式になっており、実際のケイ線の発生はAP内で行われる。本システムでは画像メモリとプロセッサが複数であることを利用して、 AP_0 が入力画像の作成、 AP_1 がカーソル用のケイ線の発生を行い、各々そのPMに画面がつくられる。またBPMでは現在のコマンドのモードが表示される。従って実際の表示画面にはBPM、 PM_0 、 PM_1 の画像メモリの内容が重ね合わされて表示される。この表示例を図16に示す。

現在の編集・表示システムでは線画しか扱えず、しかも2次元図形であるため実際的なアニメーションシステムとしては実用性に乏しい。量感や光たくなどを考慮したより本格的な物体の表示には、画像メモリの解像度の向上、具体的にはメモリ量の増加と、3次元物体を手書き図形から構成するためのより高度な機能が必要で、これらは今後の課題である。

7. あとがき

マイクロコンピュータを用いて動画のような高速表示が必要とされる応用へのシステムの一構成法とこれに基づく試作システムについて紹介した。本システムの特長は、処理速度向上に関して物理的制約がないことであり、従来のような高速素子を多用しなくとも見かけ上の処理速度の向上が図れることにある。欠点として多量のハードウェアを必要とすることがあるが、これらは今後の集積化、低価格化により解決されると考えられる。本システムの中核となるマルチマイクロコンピュータシステムは本稿で述べたアニメーションへの応用を含め各種の並列処理のためのシミュレーションを行う目的で開発されたものである。従って本格的なアニメーションシステムとして機能させるためにはいくつかの改良が必要である。主な改良点としては画像メモリのビット数及び画像ファイルの増加、各種演算の高速化及びプロセッサの増設などである。前者はカラー画像やより実際的なアニメーション（例えば商業フィルムの製作など）には不可欠であ

り、後者は大量の画像データを高速で作成するのに必要である。現在の構成でもCPUのクロック速度を2倍程度引上げることにより多少の高速化が図れるが、複雑な画面やカラー画像を扱おうとするにはプロセッサ台数は不足している。プロセッサに16ビットCPUを使用したり、コスト／性能比を低下させない範囲で従来採用されている高速演算ハードウェアとの併用を行うことにより本格的なアニメーションシステムが実現できると思われる。

参 考 文 献

- 1) 安居院猛, 中嶋正之, コンピュータ画像処理 (産報出版) (pp137-155)
- 2) 小林芳樹他, 情報処理学会論文誌, Vol.22, No.2 (1981) (pp129-138)
- 3) 釜江尚彦他, 電子通信学会論文誌 (A), Vol.56-A, No.7 (1973) (pp.401-408)
- 4) 穂坂衛他, 計測と制御, Vol.4, No.7 (1965) (pp442-454)
- 5) 鴻田五郎他, 電子通信学会論文誌 (D), Vol.65-D, No.6 (1982) (pp727-733)
- 6) 谷内田正彦他, 同上, Vol.61-D, No.10 (1978) (pp775-782)
- 7) 佐藤誠他, 同上, Vol.64-D, No.11 (1981) (pp1021-1028)
- 8) 鈴木八十二, CRT ディスプレイ技法 (産報出版)