図2 アパーチャー関数の一例 (1象限のみ)

る。BBC は荷重加算される入力画素の拡がりを“アパーチャー”と称している。図1に16の入力画素とこれらの加算により合成される出力画素との位置関係の例を

示す。図2にアパーチャー関数の一例 (図1の4象限のうちの1象限についてのみ) を示す。BBC はこの2次元アパーチャーの採用により、幾何ひずみ、動きの不連続、水平エッジのフリッカー、動画像の解像度の低下に関して満足すべき妥協点を得たとしている。

(昭和56年9月7日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 衣畑ほか：適応形フレーム内ライン内挿方式によるデジタル化テレビ標準方式変換装置，テレビ誌，30，5 (1976)
- 2) T. Yamauchi：TV Standards Converters Meeting Needs of Expanding Broadcasting Ranges, J. of Electronics Engineering, 18, 171, Mar. (1981) 54-57
- 3) C. K. P. Clarke, et al.：Developments in Standards Conversion, IBC 1978

3-1-4 アニメーション

正会員 沓 沢 淳之助†

1. ま え が き

コンピューターアニメーション^{1)~3)}におけるハードウェアの進歩は、高度な並列処理機能の採用とフレームバッファによるカラー表示に見ることができる。どちらも、近年のLSI技術の発展によるところが大である。この結果、画素単位の表示が可能となり、濃淡表示やカラー表示が容易になった。

本文では、これらの技術の概要を述べ、いくつかの表示システムを紹介する。

2. 画像発生技術

2.1 フレームバッファ

表示画面に相当する画像情報を記憶する2次元メモリーで、100×100画素から4000×4000画素までの容量を持つものがある。1画素は3ビット (8色) から24ビット (1600万色) で表される。テレビカメラと同程度の画質を得るには500×500×8ビット以上の容量が必要である。

フレームバッファからの出力は、表示速度、例えばテレビ同期信号に合わせて高速に行われなければならない

い。通常は、数画素分の情報を並列に読出して実効速度を上げている。フレームバッファへの入力は、一般にランダムアクセス方式で1画素単位に行われ、その速度はメモリー素子の速度によって決まる。

フレームバッファを用いた表示システムは構成が単純であるが、データ量が膨大で高速化が困難なこと、対象物を移動するためには前の位置の内容を消去する必要のあることなどの欠点を持っている。

2.2 カラーテーブル (カラーマップ)

画素データによってカラーを固定的に定めるのではなく、状況に応じて変更できるようにするため、フレームバッファの出力側にカラーテーブルを接続することがある。画素データが8ビットのとき、256×8×3ビットのカラーテーブルを設けると、1種類のカラーごとにRGB各8ビットの出力が得られる。カラーテーブルの内容は随時変更が可能である。

2.3 並列処理

500×500画素の画像を1秒間に30フレーム発生するには、約130nsごとに1画素のデータを発生し、表示のために転送しなければならない。このような高速処理を実現するため、各種の並列処理方式が使われている。

リアルタイム表示システムなど高速システムで通常使われているパイプライン処理は、座標変換、透視変換とクリッピング、陰面消去、走査変換などの段階に分け、

† NHK 総合技術研究所
“3-1-4 Animation” by Junnosuke Kutsuzawa (NHK Technical Research Laboratories, Tokyo)

それぞれを専用プロセッサで処理する垂直形の並列処理方式である。各専用プロセッサ自体も並列処理機構を持つことが多い。

テレビゲームなど単純な2次元図形を高速に動かす場合、対象ごとに小容量のフレームバッファを設け、その表示位置を独立に変化する方式がある⁴⁾。陰面消去処理も簡単に実現できるが、表示内容の制約が大きい。

並列処理の効果は、複数のプロセッサが均等に作業を分担できるかどうかによって定まる。アニメーションの場合、表示内容の複雑さが空間的・時間的に変動するため作業量を予測することが難しく、各プロセッサへの作業分割を適切に行うことが困難となる。

2.4 Z バッファ

3次元物体の表示の際に生ずる陰面消去の問題を力づくで解決する方法として、各画素ごとの奥行き方向の距離情報を記憶するZバッファが利用され始めた。フレームバッファへ画素データを入力するとき、Zバッファの距離情報と比較し、近ければ入力し、遠ければ入力しない。表示する物体間の相互関係を全く考慮しないでフレームバッファに入力すればよいので、画像発生と並列処理化が容易である。

3. 具 体 例

3.1 CHARGE⁵⁾

1000×4000画素のフレームバッファを持ち、稜線5万本の3次元物体をリアルタイム(1/30sec)に表示できる。第一のアレイプロセッサは、座標変換と陰面消去の準備を行い、第二のアレイプロセッサは陰面消去と画素データの発生を行う。各プロセッサはそれぞれの並列処理機構を持ち、26nsのクロックで動作している。画素ごとに3×7ビットのカラー情報を持ち、多くのカラー光源による照明効果を表示することができる。

3.2 COMPUTROL⁶⁾

稜線3万本あるいは1万個の光の点から成るカラー画像をリアルタイムに表示できる。霧や雲などの表示も可能である。フレームプロセッサは、3次元物体の稜線を2次元の表示画面への透視変換を行う。ラスタープロセッサは、各走査線と稜線の交点を求める。ピクセルプロセッサは、これらの交点間の画素データを発生する。

3.3 ANTTS⁷⁾ (オハイオ州立大)

1024×1024画素のフレームバッファとこれに対応したZバッファを持っている。数十万個におよぶ微小図形(雲、煙など)の表示の高速化を目指している。PDP-11/45をホストコンピュータとしたシステムでは、15万個の三角形を表示するのに4.5minを要した。さらに高速なシステムを開発中である。

3.4 QA-1⁸⁾ (京大)

マイクロプログラミング可能な4台の演算装置を持つQA-1を用いて、2次元のカラー図形動画システムを開発した。256×256×8ビットの画像メモリーをQA-1内のメモリーに設けている。テレビモニターへは1走査線の画素データ(256バイト)を水平帰線期間内に転送する方式をとっている。

QA-1は動画記述言語の中間言語形式を解釈実行するインタプリタを持ち、高速に画素データを発生する。中間言語命令UPDATEは、連続したフレーム間の画像の差の情報を取り出す機能があり、画像メモリー中の変化する部分のみを書換えることによって高速化を図っている。186本の輪郭ベクトルから成る動画を12フレーム/secで発生できる。

3.5 CANVAS (NHK)

リアルタイム走査変換方式のカラー図形出力装置⁹⁾の機能を改善した放送用アニメーション制作システムである。ホストコンピュータで発生した510本の輪郭ベクトルから30フレーム/secのカラーテレビ信号を出力する。図形16レベル、文字2レベルの優先順位を設け、これに従って陰面消去ができる。また、タブレット、ダイヤル、ファンクションキーなどから構成された操作卓があり、対話方式で表示画面の設計ができる。

3.6 動画制作用画像処理装置¹⁰⁾¹¹⁾ (NHK 総合技研)

高品質の画像を高速に発生することを目指して開発中の装置である。512×1024×8ビットのフレームメモリーと256×8×3ビットのカラーメモリーを有する。4系統の画像発生ユニットが水平形の並列処理を行い、各ユニットは2台のマイクロコンピュータ(Z8000)によるパイプライン処理を行う。マイクロコンピュータのプログラムを変更することにより用途に応じた機能を実現することができる。200×200画素程度を対象をリアルタイムで移動することができる。また、外部の画像信号を入力して画像処理の実験もできるよう考慮されている。

4. む す び

精巧な画像を発生する手法が発達するにつれ、その発生に要する計算量はますます大きくなってきた。汎用コンピュータを利用した場合、1フレームの画像発生に数十分から数時間を要することもある。これを解決する最も有力な方法は、複数のプロセッサによる並列処理である。かつては実現が困難であった専用ハードウェアも、LSI技術の進歩につれ、かなり容易になった。さらにVLSIの開発が進み民生用機器でも利用可能となれば、表示装置に利用されることは必然であり、現在の高級機の機能をもっと容易に利用できるようになるだろう。

う.

(昭和56年9月7日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 沓沢淳之助：コンピューター・アニメーション，NHK 技研月報，22，10 (1979) 13-18
- 2) 沓沢淳之助：コンピュータアニメーション技術の現状，テレビ学会技報，OPT-109 (1980) 33-38
- 3) 吉成真由美：コンピューターグラフィックス最前線，映像情報，1，3/4 (1981) 41-47
- 4) カール・グッターク，ジョン・ヘイン：模擬的に3次元画像を作り出すディスプレイ・コントローラ，日経エレクトロニクス，261 (1981) 156-164
- 5) R. J. Swallow：THE CHARGE CGI SYSTEM AND ITS APPLICATION，Wescon Tech. Pap.，22，2・3 (1978) 1-3

- 6) E. J. Lemer：Fast graphics use parallel techniques，IEEE Spectrum，18，3 (1981) 34-38
- 7) C. Csuri，R. Hackathorn，R. Parent，W. Carlson，M. Howard：Towards an Interactive High Visual Complexity Animation System，SIGGRAPH '79 (1979) 289-299
- 8) 和泉，川本，柴山，富田，萩原：実時間色彩動画システムの開発—マイクロプログラム制御計算機 QA-1 の応用—，信学論誌，J63-D，2 (1980) 161-168
- 9) 安田洋：電子計算機用カラー図形出力装置，NHK 技研月報，18，2 (1975) 16-21
- 10) 沓沢，野口：アニメーション作製用画像処理装置の開発，テレビ学会技報，IPA 49-2 (1980) 25-30
- 11) 吉良，野口，福井，井沢：複数のマイクロ・プロセッサによる動画生成の高速化，情報処理学会第23回全大，(1981)

3-1-5 デジタルオーディオ機器

正会員 村 松 珊 吾†

1. ま え が き

スタジオ用デジタルオーディオ機器の中心であった PCM 録音機は開発，試作の段階から実用の時期に入り，FM 放送への利用，レコード（アナログ）製作，および近い将来発売を予定されているデジタルオーディオディスク（DAD）のプログラムの蓄積に各方面で使用されている。これにともない電子編集装置も各社から市販された。

音質調整機器としては残響付加装置が市販されておりその高機能，高性能が高く評価されている。

音声調整卓は現状では研究・試作段階であり，アナログ方式の最高級機の性能，機能に達するまでには多くの検討事項が残っている。

このほか放送機用リミッター，レコード製作用あるいはホール拡声用遅延装置等が発表されている。

2. PCM 録音機の動向

固定ヘッド形 PCM 録音機については本誌81年5月号で紹介¹⁾されているので，個々の機器については省略する。

デジタルオーディオディスクの登場によって，そのプログラム作製用として PCM 録音のシステム化が進んでいる。源音収録機としてのマルチチャンネルテープ録音機は，3M，ソニー，三菱，松下，サウンドストリ

ームよりいずれも固定ヘッド形で発表されている。これよりトラックダウンして，ステレオの完成されたプログラムを作るためのステレオ録音機は，固定ヘッド形と VTR を利用したアダプター方式とに分かれている。

3M，松下，三菱等は固定ヘッドを採用しており，ソニー²⁾ (PCM-1610)，日本ビクター³⁾ (BP-90) はアダプター方式を採用している。また日本コロムビアからは両者の発表がされている。

アダプター方式は，業務用ではいずれも VTR として放送局用 U 規格 VTR を使用しており，標準化周波数は 44.1 kHz，量子化ビット数は 16 ビット直線量子化となっている。

記録フォーマットは民生用の EIAJ 規格とことなり，誤り訂正のためのインターリーブが 1 フィールドで完結している。このためフィールド単位の編集精度でなければ VTR のもつ編集機能だけで編集することができる。

このように共通の考え方で設計されているが，誤り検出訂正方式の差異によりブロック構成が異なるため記録テープの互換性はない。完プロ用として VTR 方式を採用した理由のひとつとして，テープがカセット化されているため番組交換時の輸送上のトラブルが少ないことをあげている。

これに対して固定ヘッド形は，立上り時間が速いことや手切り編集も可能であること等より，ステレオ録音機で直接収録することの多い放送局のような分野では使用しやすい。

固定ヘッド形マルチチャンネル録音機は，デジタル化したことによってテープ消費量がアナログ機の半分位に

† NHK 総合技術研究所

"3-1-5 Digital Audio Equipments" by Sango Muramatsu (NHK Technical Research Laboratories, Tokyo)