

## パーソナルコンピュータと映像機器の立体視システム技法について

上野 敦, 刈部 功, 浅田 晃一, 村上 哲也, 中井 一弘  
シャープ(株)電子機器事業本部 電子機器研究所 開発部

ワークステーションやパーソナルコンピュータの普及にともない、その機能も半導体の充実と共に高度化し、いろいろな面で立体視技法の潜在的ニーズも顕在化しつつある。

我々は、テレビの信号にジェンロックして動くパーソナルコンピュータを開発し、実用化してきたが、ビデオカメラ、VTR等いわゆるビデオ機器が、学校、職場、家庭に普及して来たことから、これらの機器をシステム化することにより新しく生まれ、寄与できる技術は多いと思われる。ここでは、我々が開発し実用化したこれらの技術の要点を紹介する。内容としては、パーソナルコンピュータと各種映像機器を組み合わせた電子立体映像システム、また、そこに使われる立体グラフィックスのソフトウェア技法、2眼式の立体表示方法等である。

### A Three-Dimensional Imaging System Using A Personal Computer and Video Equipment

Atsushi Ueno, Isao Karibe, Kouichi Asada, Tetsuya Murakami, Kazuhiro Nakai

TV & VIDEO Systems Laboratory, SHARP Corporation,  
174 Hayakawa, Yaita, Tochigi, 329-21 Japan

Following the popularization of workstations and personal computers, the performance is enhanced in pace with the growth of semiconductor technologies. The unclear requirements for the three-dimensional imaging techniques are becoming clearer.

We have developed the personal computers with gen-lock capability with TV signals. Now that the VCRs, video cameras and other video equipment have gone widely into schools, offices, and homes, it seems that systematic uses of such video tools will give birth to various new techniques in 3-D presentation.

This report introduces some of those 3-D techniques we have developed. They include the 3-D graphics software, the 3-D image recording/playback, and some other related techniques.

## 1. まえがき

電子式の立体映像システムは、現在は2眼式が実用化されており、そのディスプレイはメガネをかける必要があるが、技術的な完成度は高い。メガネも用途によって液晶、PLZT、直線偏光フィルタ、円偏光フィルタといろいろ選択できる。

液晶シャッターメガネが用いられるようになってから、2眼式は実用化が急速に進んでいる。この方式では、パーソナルコンピュータやVTR、ビデオカメラ等の各種映像機器、さらにビデオプリンタ、フレームグラバー、スキャナ等の周辺機器の組み合わせによっていろいろな応用の展開が可能になる。

一方、実用面からいえば、課題として立体作画のソフトウェア、ビデオの場合は、立体ビデオカメラの連動ズームや、ステレオベースのセッティングの簡易化や、ワンパレカメラ等の利用技術が必要である。

そこで我々は、2ボタン式のマウスで1ボタンを奥行きの入力に使う方式の立体作画ソフトを開発し、実用化している。本稿では、電子立体映像システムと立体作画ソフトにおける特長ある機能のいくつかについて述べる。

## 2. 電子立体映像システムの構成について

電子式の立体映像システムとして、パーソナルコンピュータおよびNTSC標準テレビ方式に適用でき、かつ立体感を得るためには、現状では2眼式が適している。この方式では、パーソナルコンピュータ、テレビ、VTR、立体ビデオカメラ（ビデオカメラ2台がGen-lockできるもの）等の機器を組み合わせることによって電子立体映像システムを実現でき、このシステムでは、立体撮影・記録・再生・表示をトータル的に扱うことができ、応用範囲が広い。

編集機器も従来から現用しているものではフレーム単位で編集を行っており、フィールド毎に左眼像・右眼像が交互に入っているオルタネート方式の編集にそのまま使用できる。立体ビデオカメラによる映像を記録する場合、現状ではVTRを1台使用するオルタネート方式が実用的であり、VTR2台を連動して並列運転を行い、左眼像・右眼像を各VTRに記録する方法では、不便であり使用するVTRも制約を受ける。再生・編集に関しても手間がかかり一般的でない。

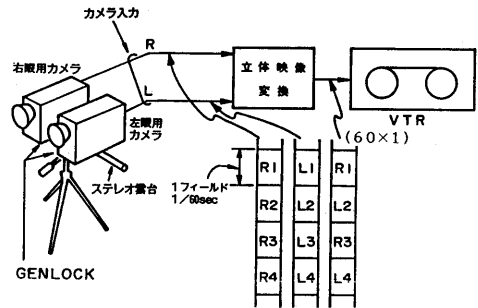
この点VTRを1台使用してオルタネート方式にて記録する方法は、VTRにVHS、8ミリ、ベータ、3/4インチ、1インチ等をいずれもそのまま用いることができる。さらに、表示についても、図1に示すようにオルタネート方式で記録したVTRテープを再生した時には、液晶シャッターを用いて見るが、スキャンコンバータを利用することによって、偏

光メガネを用いた偏光方式でも利用することができる。偏光メガネには、直線偏光フィルタを用いる。また、円偏光フィルタを用いることによって、頭の傾きによって生じる左右像のクロストークを改善することもできる。

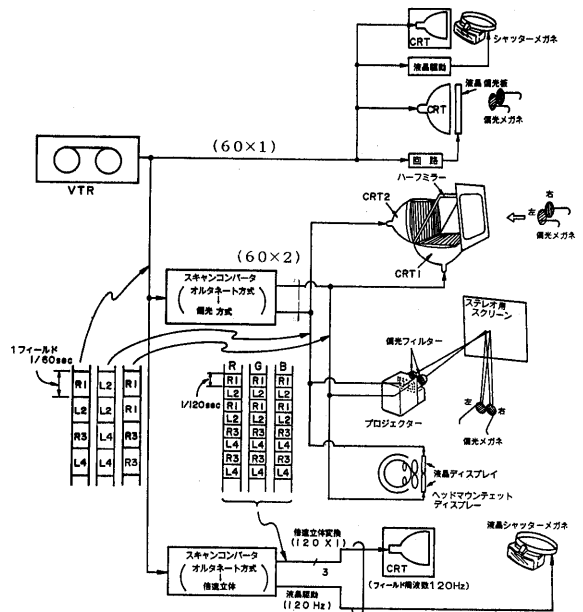
ここで紹介する電子立体映像システムの例では、パーソナルコンピュータ（X68000シリーズ、X1シリーズ）、ディスプレイモニター、VTR、立体ビデオカメラ、液晶シャッター、液晶シャッター駆動回路からなっている。図2はその例であり、写真1は外観を示している。図3はシステム例のブロック図である。

このシステムによって、次のようなことができる。

- (1) 立体グラフィックスの作成（立体作画ソフト）
- (2) 立体映像の録画・再生



(a) 録画



(b) 再生・表示

図1 オルタネート方式の録画・再生・表示

- (3) 立体スーパーインポーズ (立体映像と立体グラフィックス画像の合成)
- (4) デジタルズーム機能による立体画像の取り込み
  - フレームグラバー機能
  - (カラーイメージユニット: CZ-6VT1、カラーイメージスキャナ: CZ-6NS1)
- (5) 立体画像のプリンタ出力
  - (カラービデオプリンタ: CZ-6PV1)
- (6) 倍速立体表示
  - (但し、使用するディスプレイモニタは一部変更が必要)

立体視方式	液晶シャッター方式、ツイスト・ネマチック 周期1/60秒
記録伝送信号	標準テレビ信号準拠
	グラフィック、キャラクタ共に左、右用のRAMに記録。左右判定 ビデオ……………同期信号による (等価パルス) コンピュータ……………ソフトウェアによる
使用カメラ	標準テレビ信号用でGenlockのかかるもの
使用VTR	VHS、ベータ、8ミリビデオ、その他標準のテレビ放送録画用
パーソナルコンピュータ	X68000シリーズ、X1シリーズ
フレームメモリ	カラーイメージユニット(CZ-6VT1)による画像取り込み 画像入力機能 テロップ機能
イメージスキャナ	スキャナ(CZ-6NS1)の取り込みによる高精細な立体表示可能 最大A4サイズ 解像度200ドット/インチ ズーム機能(40~200%)
ビデオプリンタ	ビデオプリンタ(CZ-6PV1)を利用したステレオペア等の製作 昇華染料熱転写プリンタ 64解調(フレーム/フィールド)

図2 X68000立体システムの例

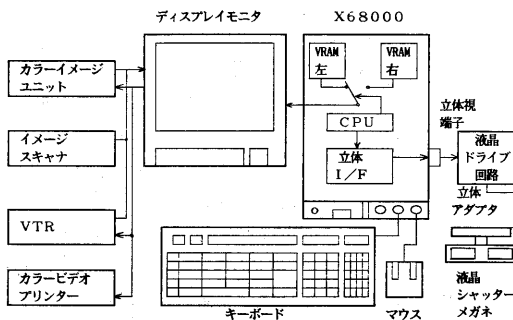


図3 システム構成の例

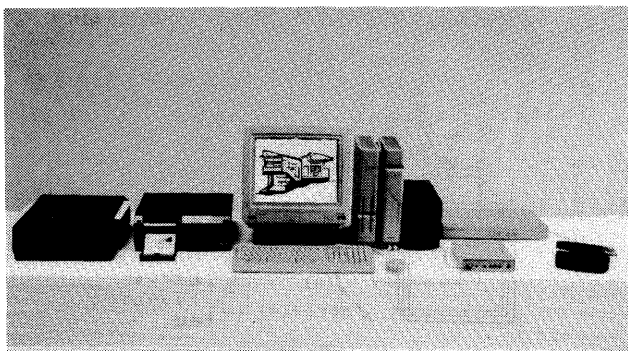


写真1 X68000立体映像システム

X68000シリーズ、X1シリーズのパーソナルコンピュータでは、テレビや外部映像のNTSC信号に同期結合 (Gen-lock) して、パソコンのCRTCが動作する機能を持っている。この働きによって、コンピュータの画像とビデオ映像とのスーパーインポーズ等、コンピュータと映像機器のやりとりのインターフェースの簡素化ができる。

なお、上記に示しているカラーイメージユニットとカラーイメージスキャナについて、簡単に述べておく。

カラーイメージスキャナは図形・画像の入力装置で、原理はファクシミリと同様である。セットした原稿を光学系がスキャンする。これは、光—電気変換素子があるピッチで移動させて画像を読み取っている。この変換素子にはCCDが使われている。

カラーイメージユニットはX68000と組み合わせて使用し、テレビ、VTR、ビデオカメラの映像を静止画データとして処理できる画像入力装置や、コンピュータ画像とビデオ映像とのスーパーインポーズ画像を録画するテロップ機能を備えている。

### 3. X68000の立体視端子

X68000では2眼式オルタネート方式の立体視ができるように、液晶シャッター制御用の立体視端子 (STEREOSCOPIC端子) を標準で備えており、外部に液晶駆動回路を設けることによって立体視ができる。左右液晶の切り換え制御はプログラミングによって行うことができる。図4に立体視端子の仕様を示す。信号出力はTTLレベルである。

液晶シャッターとしては、3D-ビデオディスクに使用したものを利用することができる。図5は液晶シャッターの例を示す。

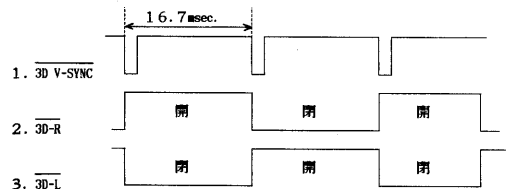
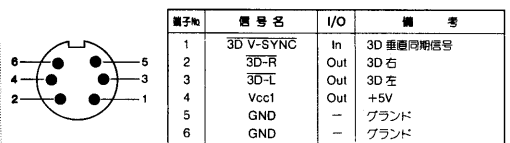


図4 X68000立体視端子仕様

液晶シャッター	TN型高速度液晶シャッター 外形寸法：縦4.3cm×横7.4cm(片目)
駆動電圧	1.2V
消費電流	0.3mA (片目)
駆動周波数	30Hz
コントラスト比	350
応答時間	開時間：4.5ms 閉時間：0.5ms
透過率	15% (シャッター単位)
許容周囲温度	5℃～40℃
立体眼鏡形状	ゴーグルタイプ (ヘッドバンド内周寸法： 約5.2cm～約6.1cm)
立体眼鏡重量	180g
立体眼鏡外形寸法	幅21.5×奥行24.2×高さ9.5cm

図5 液晶シャッター仕様

#### 4. 立体グラフィックス

##### 4-1. パーソナルコンピュータによる立体表示

2眼式立体映像システムでは、人間の左右眼に見える像の違いにより立体を認識しているため、左右2系統の映像情報が必要となる。オルタネート方式は、この映像情報を平面ディスプレイ上に表現するための一つの方法であり、あらかじめ、左右2系統の映像を用意し、それを交互に表示するとともに液晶シャッターを同期制御することにより立体視を実現している。パーソナルコンピュータのグラフィック画面で立体を表現するには、グラフィック画面を左右2画面分用意し、ディスプレイの表示周期で左右交互に切り換える。例えば、X68000ではグラフィック・テキスト・スプライト画面を同時に表示することができるが、グラフィック画面だけを考えても図6に示すように最大16画面分持つ事が

仮想画面	解像度	色	独立して持てる画面数
1024×1024	768×512	16	2
	512×512	16	4
	512×256	16	8
	256×256	16	16
512×512	512×512	16	4
		65535	1
	512×256	16	8
		65536	2
256×256	16	16	16
	65536	4	4

図6 グラフィック画面の構成

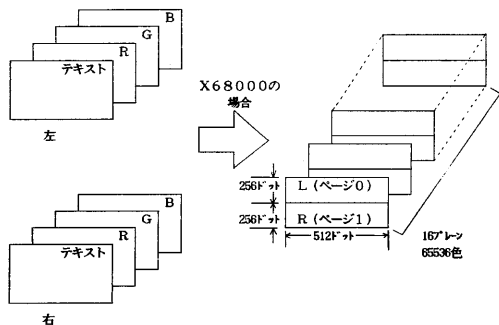


図7 パソコン立体画面構成  
512×256(65536色)モードの場合

できる。図7に示すような512×256(65536色)モードの場合、グラフィック画面の1画面目をページ0、2画面目をページ1とし、ページ0は左目用にページ1は右目用に割り当てる。

そして、図8のタイミングで、左目用画面のページ0を表示している間は、左目用液晶シャッターを開き右目用シャッターを閉じる。また、右目用画面のページ1を表示している間は、その反対になるよう液晶シャッターを制御する。画面の切り換え、及び、液晶シャッターの制御は、ソフトウェアで行い、ディスプレイの垂直表示割り込み処理を利用する。

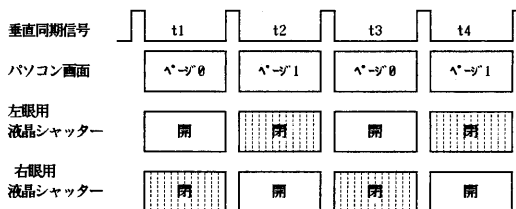


図8 画面制御タイミング

##### 4-2. 立体グラフィックス作画ソフト

一般に、3次元グラフィックスと呼ばれているソフトは、遠近感・陰影といった手法により立体感を表現するため、操作が複雑であったり、多くの処理時間が必要であった。本システムでは、2眼式オルタネート方式による立体グラフィックスを作成するために、プログラミングや計算処理を必要としない立体作画ソフトを開発した。ここでは、立体作画ソフトにおける立体特有のソフトウェア技法を紹介する。

##### (1) マウスによる3次元入力

マウスは2次元データの入力のために使用されている入力装置であり、その操作性・手軽さによりグラフィックを扱うソフトでは広く使用されている。3次元空間を扱うグラフィックソフトでは、縦方向(X)・横方向(Y)に加え、奥行き方向(Z)の3種類の数値データを扱うが、3次元座標入力の確立された方法がないため、その入力は次元が多くなる分複雑にならざるをえない。ここでは、2ボタン式マウスを使用して3次元座標の入力を容易に行う方法を紹介する。

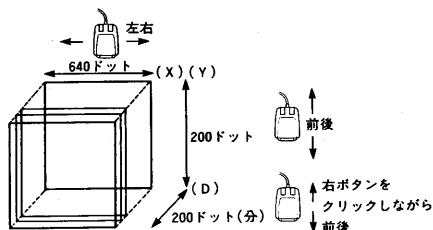


図9 マウスによる3次元入力

図9は、本システムに採用した3次元座標の入力方式である。縦(X)・横(Y)方向は、マウスを上下左右に移動させ位置を決定する。奥行き方向については、マウスの右ボタンをクリックしながら上下に移動させることによって行う。2眼式オルタネート方式では、奥行き方向の位置は左右カーソルの視差(D)によって決まるので、ソフトウェアにおいて右ボタンクリック時の移動は、視差の変更と見なす。(図10に示す)

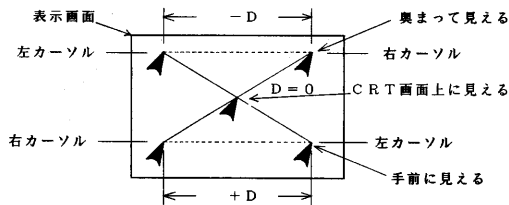


図10 立体マウスカーソル

(2) カーソルバック・カーソルフォワード機能

立体グラフィックでは、点と点を結び線を引くという基本的作業において、X座標、Y座標だけでなくZ座標も一致させなければならず、視差によって表現するZ座標の一致が難しい。特に閉じた空間を作り、塗り潰しを行う場合に、1ドットの誤差でそれまで描いた画面を壊すこともある。作画の過程に従って、各始点・終点のX・Y・Z座標をメモリに記憶させることにより、簡単かつ正確に閉じた空間を作成することができる。

例えば、図11のような立方体を描く場合には、ライン機能によりa→b→c→d...と作画過程で指示した3次元座標データは順次バッファメモリに蓄えられることになる。ここで、図12のようにa→b→c→dとラインを引き、dを始点、aを終点とするラインを描く場合には、点aと点dの視差が異なる時など直接ラインを結ぶことは難しい。そこで、カーソルバック機能を利用する。この時は、画面に表示されているカーソルバックアイコンをマウスでクリックすると、図のようにバッファメモリに記憶してある3次元座標に従いc, b, aの順でカーソルを戻し終点を選ぶことができる。表示画面上では、マウスをクリックする毎にラインd c→d b→d aと移る様子が解る。このラインd aが、丁度点dを始点として点aを終点とするラインを結ぶことになる。図13も同様の例である。すなわち、a→e→f→dとラインを引く場合、fからdを結ぶ時にカーソルバック機能を使用することになる。また、カーソルを戻しすぎた場合、カーソルフォワード機能によりカーソルバックとは反対方向にカーソルを進めることもできる。

カーソルバック・フォワードのバッファサイズは、メモリの許す限り設定可能であるが、図11のようにバッファメモリの最大値(MAX)を定め、メモリをリング状に想定することによりメモリの少ないシステムでも可能となる。データが最大(MAX)になった場合、次に入力するデータはバッファ1に記憶し、古くなった不必要な座標データは随時破棄する方法を用いる。この方法では、カーソル機能によって戻れる範囲は、常に最新の入力座標から一定値分確保できることになる。

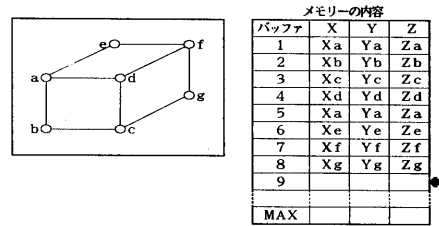


図11 カーソルバック・フォワード機能(1)

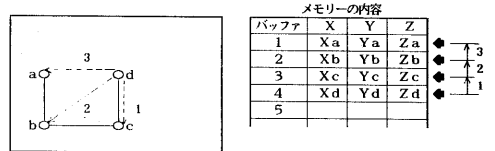


図12 カーソルバック・フォワード機能(2)

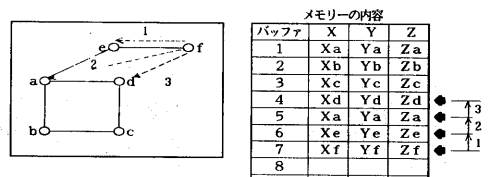


図13 カーソルバック・フォワード機能(3)

(3) 立体静止画面の取り込み機能

テレビ放送や、ビデオ作品の1カットを用いて立体の静止画を作ることが簡単にできる。簡単といっても条件があるが、こういう機能は、実際に映像を作ってみるとわかるが不可欠の技法である。立体作画ソフトでは、パーソナルコンピュータの、映像をデジタル化する機能を利用して、一般のビデオカメラやVTR、TV放送から立体静止画を作り出す機能(我々はこれを立体エアーチェック機能と呼んでいる)を持つ。TV放送だけでなく、一般の動画像は、ドリーしたり横にフォローパンするといった、運動視差を利用した撮影で奥行き感を出しているものが多く(例えば、図14のような映像)、これらの立体静止画になる素材を利用し、瞬間の2画面の情報を取り込み、左目用、右目用の画像とすることで立体視を可能にする。

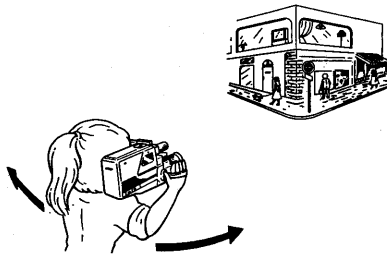


図14 運動視差を利用した映像

図15・図16は、立体作画ソフトによって、これらの機能を利用して描いたステレオペアである。

以上、立体グラフィックスにおけるいくつかの技法を紹介したが、今後の課題として、次のようなものがある。

- (1) より簡単な・より操作性のよい3次元入力装置の製作。
- (2) 座標データによる視点変換、立体画の回転等。
- (3) 中割り手法による立体アニメーション。

これらについては、今後さらに最適な技法の検討を進めていきたい。

なお、立体作画のソフトとしては、「トリフォニー」(有)アーマツ)等も既に実用化されており、ワイヤーフレーム、サーフェスモデル、レンダリングモデルができる。また、立体構成コマンドにより、回転作成、面厚み付け等が簡単に作成可能である。

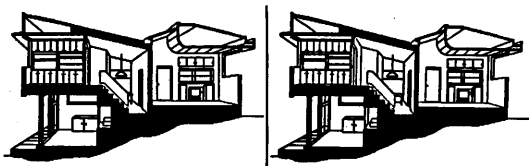


図15 作画ソフトで描いたステレオペア(1)

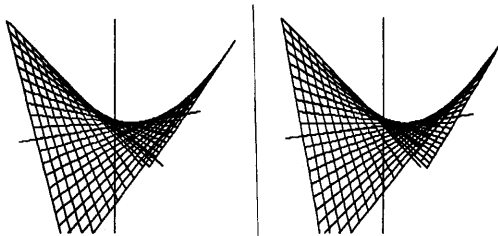


図16 作画ソフトで描いたステレオペア(2)

## 5. 倍速立体表示技法

### (1) 倍速立体変換

2眼式オルタネート方式による電子立体表示は、左右の映像情報を交互に表示するために、見る条件や映像の内容によってはフリッカが気になる場合がある。フリッカが知覚されない限界の周波数(臨界融合周波数)が約55Hzという報告もあり、フリッカの点から言えばフィールド周波数は少なくとも110Hz以上必要である。従って、既存のオルタネート式の立体映像がそのまま再生でき、既存のシステムができるだけ共通に使えることを前提に考えるとオルタネート式の立体でフレームレートを2倍に上げる方法が考えられる。

現在の標準テレビ映像信号を、フレームメモリを用いて1フレーム期間に左右の映像を2倍のスピードで2回表示することによりフレームレートを倍速にすることができる。図17にブロック図を示す。

VTRなどからオルタネート式の立体映像信号が入力されると映像信号処理部で輝度信号と色信号(色差信号)に分離された後、A/D変換器でデジタル信号に変換されフレームメモリに格納される。フレームメモリは書き込みと読み出しが交互に行われ高速に処理される。読み出しは、書き込みの2倍の速さで行われるため、図18に示すように1フレーム期間に2フレーム分の信号が読みだされる。そのため同じ左右の映像信号が2回読み出されることになる。

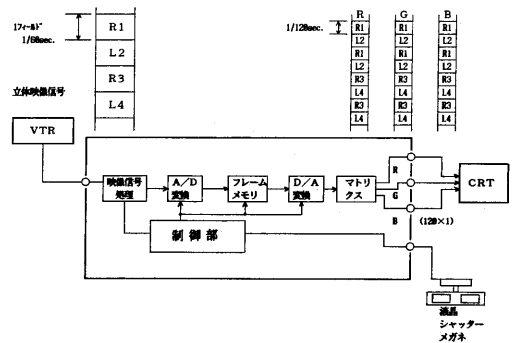


図17 倍速立体システムブロック図

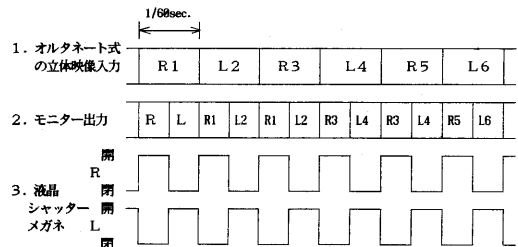


図18 倍速立体システムの信号処理図

このようにして読み出された倍速の映像信号は、D/A変換器によりアナログ信号に戻され、マトリクス部でRGB信号に変換後モニターテレビに出力される。モニターテレビでは、左右それぞれの映像が60Hzのスピードで表示される。これに同期して液晶シャッターが開閉されるためフリッカが目立たなくなる。この方法は、モニターテレビ以外はすべて既存のシステムや映像がそのまま使えるメリットがある。表示するモニターテレビは、倍の水平周波数及び垂直周波数に対応できるようにする必要がある。

(2) パソコンによる倍速立体表示

X68000のグラフィックでは、512×512の高解像度表示を行うため、通常水平:31.5kHz、垂直:60Hzの同期レートディスプレイしているが、ソフト的にCRTレジスタの設定を変えることで、垂直120Hzの倍速信号を発生させることができる。この結果、図19に示すように、512×256モードで垂直120Hzの倍速表示が可能となる。X68000のCRTCは、同期信号・読みだしスピードを制御しており、水平・垂直の同期レートをプログラミングできる。図20に各モードにおけるCRTCレジスタの設定値を示す。

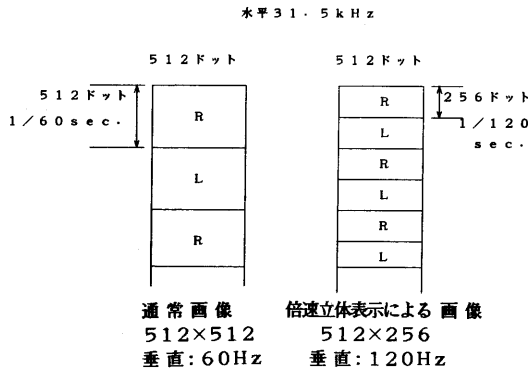


図19 X68000による倍速表示

レジスタ NO.	レジスタ アドレス	高解像度			低解像度			倍速		
		768×512	512×512	256×256	512×512	256×256	512×256			
RO0	水平トータル	E8000H	137	91	91	45	75	75	37	91
RO1	水平同期終了位置	E8002H	14	9	9	4	3	3	1	9
RO2	水平表示開始位置	E8004H	28	17	17	6	5	5	0	17
RO3	水平表示終了位置	E8006H	124	81	81	38	69	69	32	81
RO4	垂直トータル	E8008H	567	567	567	259	259	259	259	259
RO5	垂直同期終了位置	E800AH	5	5	5	2	2	2	2	2
RO6	垂直表示開始位置	E800CH	40	40	40	16	16	16	16	24
RO7	垂直表示終了位置	E800EH	552	552	552	256	256	256	256	240

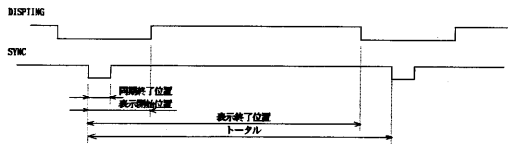


図20 各モードにおけるCRTCレジスタの設定値

6. むすび

以上述べた2眼式の電子立体映像システムは、従来からの映像機器をそのまま活用できる利点がある。また、ここで使用したパーソナルコンピュータはNTSCの映像信号にジェンロックする機能を持っているので、映像機器と組み合わせ取り扱い易い。

従って、コンピュータグラフィックス等も作品をVTRに記録したり、TVやVTRの映像をデータとしてパーソナルコンピュータで利用する時にも活用できる。

このように本システムは、立体以外にも幅広く応用できることを示している。今後、これからの技法について、更に検討を進めていきたい。

参考文献

- (1) パソコン立体映像セット(CZ-8BR1)取扱説明書, シャープ(株), (1986)
- (2) 上野 敦: 立体視技法によるパソコン映像システム, テレビジョン学会技術報告, Vol.11, No.3, pp.13-18, (1987)
- (3) 上野 敦: オルタネート式電子立体視表示に関する2〜3の技法, 電子情報通信学会研究報告, Vol.87, No.364, pp.31~37, (1988)
- (4) 上野 敦: 電子立体映像システムへの期待, 第3回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム, 計測自動制御学会“ヒューマン・インターフェース部会”(1987)
- (5) 刈部 功: パーソナルコンピュータによる立体映像システム, シャープ技報, Vol.38, (1987)
- (6) 井上絢一, 潮川哲: 立体視を応用したグラフィックスと3次元数示, 第2回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム論文集, (1986)
- (7) 井上絢一, 池田滋理: 3次元入力装置の試作, 第1回インテリジェントFAシンポジウム, (1987)
- (8) 田嶋太郎, 近藤邦雄: モダングラフィックス, コロナ社, (1982)
- (9) 安居院猛, 斎藤稔, 中嶋正之: 濃度輪郭線を用いた階調画像の中割り法, 電子通信学会論文誌, Vol. J68-D, No.4, (1985)
- (10) 安居院猛, 高木志郎, 中嶋正之: 2物体間の優先関係を用いた複数物体の隠面消去法, テレビジョン学会誌, Vol.41, No.6, (1987)
- (11) 磯野, 安田: 時分割立体視の成立条件, テレビジョン学会誌, Vol.41, No.6, pp.549~555, (1987)
- (12) 三次元グラフィックソフトウェア「トリフォニー」ユーザーズマニュアル, (有)アーマット, (1987)

## 質疑応答 上野

**奥平** 映像処理システムの中でまだ足りない機能とか、今後取込みたい機能というのは何ですか。企業秘密があるかもしれないのですが。

**上野** そういうことはありませんが、例えばVTRのハードでスローモーションというのは難しいですね。しかし編集機能があるハードが安く供給されないと駄目ですね。しかも、いい映像と言うのはほとんど編集でよく見せているので立体視の編集のできるハードを充実させたいですね

**奥平** マウスによる三次元入力と言うことですが、使い勝手というのはどうなのでしょう。すらすらと描けるものなのか、もう二度と描きたくないと思うものなのか。

**上野** それはソフトのでき具合によると思います。まだソフトに問題があると思います。マウスによる入力は、実用性のあるレベルになると思います。

**出澤** マウスで立体的に浮標を出しますね。それは図にあるような矢印なのですか。

**上野** 何種類かありまして、プログラムによってV字であるとか筆の絵などがあります。

**出澤** 私が前にやったときには、矢印を三次元的に変換して表示しました。

**上野** そこまではやっておりません。単に視差だけで奥行が解るといえるものです。しかしそれはソフトの問題で、そんなに難しくはないと思います。ただ私共は16bitの方は発表にこぎ付けていないので、8bit用しかありませんし64Kしかフリーエリアがないものにいろいろ機能を付けましたものですから。

**出澤** 三次元に絵を直接描くことは非常に難しいですね。その辺は工夫をすればよいものなのか、あるいは広く使われてきて子供の時から使っていれば描けるものなのか、その辺ちょっと解らないのですけれども。

**吉田** このソフトでは、視点は何cmに取っているのですか。

**刈部** 視点という考えかたはなくて見たまま、視差をかえることで奥行を決めているので視点の位置はどこでもいい訳です。

**吉田** 見たままというのはレンズで35mmとかそういう考えかたですか。三次元をおやりになっているのなら透視投影になっていると思うから、基本的には視点があってその点から見ないと図は歪んでくるはずですが。

**上野** それは関係ないのです。線なら線を描いてよければ採用してください、駄目ならもう一度やり直してください、というものです。

**吉田** 画面上に線を引くなら透視投影の計算をしているはずですが、その時に視点が入ってくるはずでそれが入らないというのが信じられないんですが。

**出澤** 立体的なモデルを中にもっているわけではなくて画面上に浮標を出してみる。その点を点としましょう、でマウスを動かして位置を変える。そういうことをやられていて具体的な立体のモデルというのはないのですよ。

**吉田** しかしながらそれが結局、画面の中で座標をもっていることになりませんか。

**上野** 後で見てもらえば解りますけど、そういうものはありません。

**吉田** 解りました。私の思い過しかも知れません。