

立体視可能な三次元グラフィック・ディスプレイ

首藤 恭三

ソニー・テクトロニクス株式会社 情報機器部

コンピュータの出力装置として三次元グラフィック・ディスプレイはCAD/CAM/CAE等のエンジニアリング分野では欠く事のできない存在になっているが、技術者が使用可能な立体表示または立体視可能なグラフィック・ディスプレイについては解決しなければならない様々な問題を残しており、普及には至っていない。最近、米国テクトロニクス社よりエンジニアリング分野で使用可能な立体視のできるグラフィック・ディスプレイが開発された。これは、立体視に必要なデバイスとして、大型高速液晶シャッタと三次元グラフィック・ディスプレイとの組み合わせにより実現したものである。本講演では、この米国テクトロニクス社製ステレオスコピック4236型を中心にその概要説明及びデモンストレーションを行う。

Introduction of Stereoscopic graphic display

Kyozo Shuto

Sony/Tektronix Corporation

5-9-31 Kitashinagawa Shinagawa-ku, Tokyo, 143, Japan

Graphic display with ordinary flat display have become indispensable in engineering field like CAD, CAM and CAE application area. However the real three dimensional graphic display have not yet gained wide acceptance as engineering tool due to the technical problems. Recently Tektronix Corp. developed the stereoscopic graphic display using the liquid crystal stereo switch and the ordinary graphic display which can describe three dimensional data. This equipment is expected to be accepted in wide engineering field. In this lecture, the outline of this stereoscopic graphic display will be explained and then it will be demonstrated.

1. はじめに

立体表示システムは、過去種々の立体表示技術が発明されているにもかかわらず、画質の悪さ、機構の複雑さ等が障害となり、高度な立体表示を必要とするエンジニアリング分野では普及に至っていない。しかしながら、最近米国テクトロニクス社で開発された高速大型液晶ステレオ・シャッタとフィールド・シーケンシャル・ステレオ方式との組合せによる立体表示システムは従来にない非常に良好な立体視を得ることができる。本稿ではこの高速液晶ステレオ・シャッタを使用し、実用化された応用例を紹介する。

2. フィールド・シーケンシャル・ステレオ方式（用語説明）

フィールド・シーケンシャル・ステレオ方式は、両眼視差利用し、立体視に必要な左眼用、右眼用画像を生成し、時分割で交互に表示する方式である。この方式はグラフィック・ディスプレイや、ビデオ・モニタで採用されている。各々のフレームは二つのフィールドで構成され走査される。つまりフィールド1の間、右眼の画像が表示され、次のフィールドで左眼の画像が表示される。グラフィック・ディスプレイの場合、各々の画像はフレーム・バッファに保持され、グラフィックコントローラで交互に表示される。この場合のフレーム周波数は30Hz程度の低い周波数ではちらつきが発生する。従ってフレーム周波数はディスプレイの分解能と共に非常に重要な要素である。一般にこの場合のフレーム周波数は60Hz以上であることが必要である。

また、この方式の場合、生成された両眼用画像を各々の眼に対応して分離させるために高速シャッタ機構が必要である。理想的にシャッタリングを行なうデバイスは、右眼に対応する画像が表示されている間、左眼にはその画像が見えないようにすることである。従来より、2種類のシャッタ方式が利用されており、PLZT (lead lanthanum zirconate titanate) や液晶を利用するオプトエレクトロニクスシャッタと、回転シリンダ等を利用するメカニカルシャッタがある。フィールド・シーケンシャル方式は、左右の画像を見る時間が通常の半分になり光の透過量に関して他の方式より優れているとは言えないが、グラフィック・コントローラとビデオモニタのみで立体視可能なシステムが構成できることや水平方向の分解能をフルに使用できる等で優れている。

3. 高速液晶ステレオ・シャッタ応用例

(1)ステレオスコピック三次元グラフィック・ワークステーション4330シリーズ (ソニー・エレクトロニクス社製)

4330シリーズは高速液晶ステレオ・シャッタと三次元グラフィック・ワークステーションとの複合技術で構成され、フィールド・シーケンシャル・ステレオ方式の立体視を実現している。

(a)高速液晶ステレオ・シャッタ機構

フィールド・シーケンシャル・ステレオ方式採用の場合、グラフィック・ディスプレイ上に生成された左眼用、右眼用画像を各々の眼に対し完全に分離させる必要があるため、このシャッタ・デバイスとして高速液晶スイッチを19インチ・カラー・モニタの前面に装着し立体視を実現している。

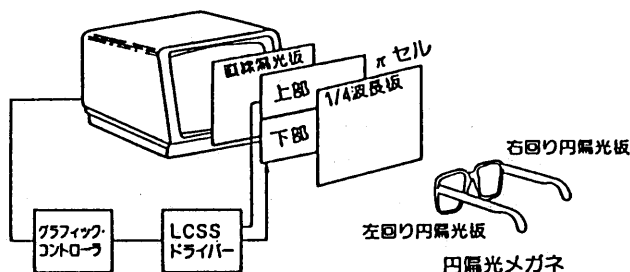


図1 液晶ステレオ・シャッタ機構概略図

この場合のシャッタ機構は図1に示す通り二つの部分より構成される。その一つは左眼用画像と右眼用画像に同期した制御電圧をパイセルに印加し、直線偏光板を通過する直線偏光方向を90°または0°にスイッチする。最後に1/4波長板を通過することにより、左眼には左回りの円偏光が、右眼には右回りの円偏光の光が供給される。液晶スイッチのタイミング・チャートを図2に示す。

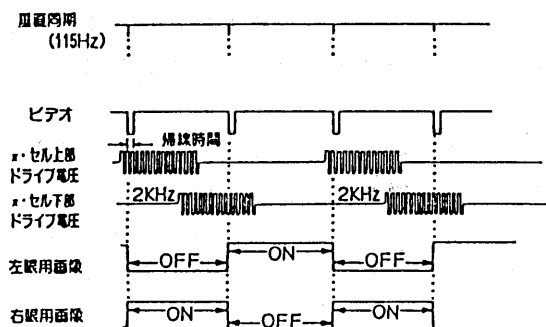


図2 LCSS ドライバ・タイミング・チャート

シャッタ機構のもう一つの部分は、左右眼用画像に対応してエンコード(ENCOD)された円偏光をデコード(DECODE)する円偏光メガネである。この両方のシャッタ機構で左眼用画像、右眼用画像を各々の眼に対応して分離できるため立体視が可能である。このシャッタ機構の特徴をまとめると以下の通りとなる。

- 1) 観察者に要求される補助用具はコードレスの円偏光メガネだけである。
- 2) 液晶スイッチをカラー・モニタ部の前面に装着しているため、複数の観察者が同時に同じ画像を立体視可能である。
- 3) メガネは円偏光メガネ採用のため、直線偏光メガネと異なり、頭の動きに関係なく立体視できる。また円偏光メガネをかけたまま他の仕事ができ、作業性に優れている。

(b) 三次元画像生成

4330シリーズの表示モードにはモノ・ビューイング・モードとステレオ・ビューイング・モードがあり必要に応じて切り換え可能である。モノ・ビューイング・モードの場合は1,280×1,024ピクセルの分解能をもつフレーム・バッファからカラー・モニタ上に60Hzノンインタレースで表示される。ステレオ・ビューイング・モードの場合は同じフレーム・バッファを上下二分割し、各々のフレーム・バッファに右眼用画像、左眼用画像を格納する。この場合、1,280×512ピクセルの分解能を持つフレーム・バッファから115Hzノンインタレースで表示する。このため、垂直方向の分解能はモノ・ビューイング・モードより劣るが、ちらつきのない鮮明な画像で立体視可能である。また、三次元画像生成についてもより実在感のある画像を得るために重要な要素である。このため、4330シリーズは以下の機能を装備している。

- 1) 従来ホスト・コンピュータで行なわれている三次元物体のシェーディングをローカルで実行できる。コンスタント、コサイン、グロー(GLOW)の三種類があり、内容によって選択可能である。グロー・シェーディングとは、平面ポリゴンの各頂点に与えた法線ベクトルと光線ベクトルを基本に頂点輝度値を算出した後、補間してシェーディングする方式である。
- 2) ローカルで周囲光を設定でき、照射される光の明るさ、角度や表面反射係数により、微妙に変化する画像を生成出来る。
- 3) 三次元物体の表面を半透明にして物体の内部を観察できる。三次元物体の外表面とその内部状態を同時に把握でき全体像を観察するのに有効である。

- 4) 三次元グラフィック・データに手を加えないで透視投影、平行投影ができる。また簡単な操作で、表示される三次元物体を様々な角度から高速に観察できるため、全体像の把握が容易である。
- 5) 三次元ワイヤ・フレーム表示に有効なデプス・キューイング機能で奥行き方向の線分に輝度変調をかけることができる。
- 6) 最大4,096色で三次元物体を表示することができる。

左右眼用画像の生成については、4330シリーズの標準機能であるローカル・ビューイング変換で自動生成可能である。4330シリーズは、カスタムVLSIの採用により三次元画像の生成及び座標変換速度も向上しており、三次元ショート・ベクタで340,000ベクタ/秒、グロー・シェーディング20,000ポリゴン/秒と世界最高レベルの高速化を実現している。さらに、標準装備のダブル・バッファリング機能の使用でアニメーションやシュミレーション等、動画表示を必要とするアプリケーションに対応可能である。

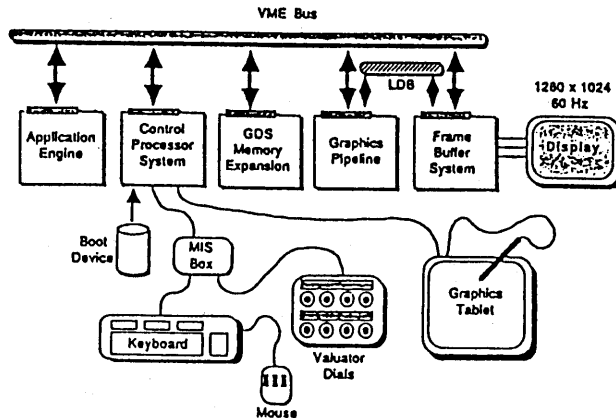


図3 4330シリーズ・グラフィックワークステーション・アーキテクチャ

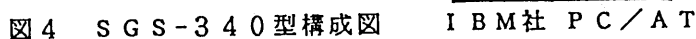
4. ステレオスコピック・ディスプレイ・システム・キット SGS-430型

(ソニー・エレクトロニクス社製)

SGS-430型は、IBM社PC/AT パーソナル・コンピュータをベースとし、フィールド・シーケンシャル・ステレオ方式の立体視を実現している。SGS-430型はこのためのキットであり、以下のハードウェア、ソフトウェアで構成される。

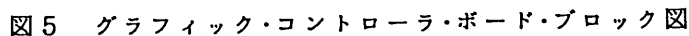
(a) 高速液晶ステレオ・シャッター機構部(図1/図2/図4参照)

- ◎ 16インチ高速液晶ステレオ・シャッター付きカラー・モニタ
- ◎ 液晶ステレオシャッターを駆動させるためのモジュレータ・ドライバ
- ◎ 円偏光メガネ



◎グラフィック・コントローラ・ボード及びグラフィック・サブルーチン・ライブラリ
IBM社PC/AT内部バスにコンパチブルなグラフィック専用プロセッサを
搭載したグラフィック・コントローラ・ボードである。このグラフィック・コント
ローラは二次元のグラフィック機能をもち、フレーム・バッファは1メガバイト、
分解能512×512ピクセル、最大同時表示色は256色である。

また、描画速度は7,500ベクタ/秒(100ピクセル)、ポリゴン14,000
個(10×10ピクセル)と高速を実現している。立体視に必要な左眼/右眼用
画像はともに提供されるグラフィック・サブルーチン・ライブラリを用いて作成
することができる。



5. その他への応用

米国テクトロニクス社開発の高速液晶ステレオ・シャッタを用いる立体視の応用例として三次元グラフィック・ワークステーション4330シリーズ、パーソナル・コンピュータへの応用を二つ前述したが、いずれもフリッカー・フリー、高解像度で鮮明かつ臨場感のある立体画像を観察できる。最後にもう一つの例として大型100インチ・プロジェクトへの応用を試みたので述べる。

これは、ソニー・テクトロニクス社製大型100インチ・高精細プロジェクション・システム 4190型に高速液晶ステレオ・シャッタを装着し100インチ・スクリーンに投影される大画像を立体視する試みである。標準の4190型は1,280×1,024ピクセル、60HzノンインタレースのRGBビデオ信号を入力することにより、100インチ・スクリーン上で高精細な画像を観察できるシステムであるが、この標準システムを立体プロジェクション・システムに改造した。その結果、この立体プロジェクション・システムは、高解像度1,280×512ピクセル、120Hzノンインタレースで基本的に問題なく動作しコードレスの円偏光メガネで良好な立体視が得られることを確認できた。一般にプロジェクション・システムは多人数で観察するものであり、円偏光メガネをかけるだけで立体視できるこの立体プロジェクション・システムは有効である。尚、この立体プロジェクション・システムは3Dフォーラム第3回研究会(会場：ソニー・テクトロニクス社)で紹介された。

これらの応用例は既存の表示技術と高速液晶ステレオ・シャッタ技術との複合技術により実現できるものであり、今後の立体表示システムへの応用が期待される。

6. 立体三次元グラフィック・ディスプレイの応用

立体三次元グラフィック・ディスプレイの応用は広範囲の分野で期待され、サイエンス・フィクション映画等にとどまらず、NC工作から医療分野に至るまで様々である。コンピュータ・グラフィックスの適用分野で、立体視可能なグラフィック・ディスプレイは主に二つの役割を担っている。一つは三次元物体をリアルに観察できることであり、もう一つは、三次データを厳密に定義し処理できることである。

今日、立体視可能なグラフィック・ディスプレイは人間と三次元ワークスペースのインタフェースとして重要な役割を果たしている。例えば、伝統的な利用法として海中でのサルベージ作業、材料の遠隔操作、あるいは材料に加わる疲労の改善等があり、どれも三次元空間を有効に把握することが重要ポイントになる。エンジニアリングの作業についても、三次元処理に関し類似した特徴をもっている。例えば、不規則な面のメッシュ・ポイントを指定し、ドリルの軌跡を調査することなどである。両方とも三次元位置を厳密に定義できる優れたツールが要求される。立体視可能なグラフィック・ディスプレイは、三次元空間をより分かり易く観察できるので、物理的なモデルの代用として利用できる。建築家は立体視可能なグラフィック・ディスプレイを使用して、建築内容を評価し、設計でき、実際に建築モデルを製作する必要がなくなる。また、顧客に対しても、その設計内容を正確に伝達できる。同様の事はクレームモデル

の製作に費用のかかる自動車設計にも当てはまる。このような物理モデルの置き換えは医学の分野でも有効である。様々な種類のスキャナで生成される膨大な量の三次元データを解釈するのは容易ではない。優れたコンピュータ処理と立体視の可能なグラフィックディスプレイを使用することにより、医学研究者は複雑なデータを正確に把握することができる。また、手術の計画では、最善の方法を決定する上で、コンピュータと会話可能な立体視グラフィック・ディスプレイは重要な役割を果たすと思われる。

質疑応答 首藤

吉田 先程の両眼アルゴリズムで、光軸を曲げるといのはちょっと納得がいかないのですが、すなわち画面を右眼で見ているときと左眼で見ているときに画面が動いてくれるのであれば、あのアルゴリズムは正しいと思いますが、画面は一定ですね。すると計算した結果と表示されている結果とでは、ずれが生じるのが当然であんな風に曲げたりすると歪みが出てくる、というのが私の予想ですが。

首藤 私もその辺が解らないのですが。

出澤 ある人から聞いた話ですが、これはハード的に回転とかを高速化するために特殊な方法を使っているのです。その回転するという機能を、ステレオ表示用に設計されたものではない昔から使っていたものをそのまま2つやると結果的にあのようになっているというのが私の予想です。

吉田 画面がということですか。

首藤 今解りやすくするために画面を動かすと言いましたが、物体を動かして回転することと同じことです。

吉田 常に見ているものは動いているということですか。しかしある瞬間は止まっているはずですね。

首藤 その辺はちょっと解りませんので、後程ご覧になってください。

竹村 シャッタの事なのですが、先程円偏光をお使いになっていると言われましたが、円偏光を使うと1/4波長板を使うので、そこで波長依存性が出てくると思うのです。ですからきれいに円偏光になるのはある波長の光で、それ以外のものは楕円偏光になるはずですね、それをもう一度元に戻すので波長によってはクロストークが（円偏光の場合）出るのではないかと思ったのですが。

首藤 ここにその論文がありますので後でお見せ致しますが、実際のテスト結果ではある単色がRGBならRGBですね、 π セルの所をグリーンならグリーンに合せたときの解決策がでております。