

IV.プレゼンテーションにおける立体視機能の使用法

1. 立体視の基本的な原理

立体視は、右目と左眼に異なる画像を供給できるような装置構成を用意し、同じ風景に関して、少し左右にずれた視点から眺めた透視図を作成し、それぞれの眼球に与えることで実現できます。このような装置は、例えば②1秒間に60回切り替わるモニター画面で、左右の画像を交互に表示し、これを右目と左眼が交互に開く液晶シャッター付の眼鏡で眺める方法があります。また、②スクリーンに二つのプロジェクターからの画像を重ねて投影し、左右のプロジェクターに異なる角度の偏光を与えておいて、これを偏光眼鏡で眺める方法もあります。また、③専用のゴーグルにより、左右別の小さなモニターから左右の眼に画像を供給する方法もあります。本研究においては、④液晶パネルのドットピッチに合わせてストライプ状に偏光の向きを変えた特殊シート（マイクロポール）を貼り付けた表示装置を、偏光眼鏡で眺める方法を用います。右目画像を奇数行、左眼画像を偶数行に表示することにより、立体的に見えます。

いずれの装置を用いる場合においても、表示段階で右目画像と左眼画像を同時に生成するという基本原理は同じです。装置に出力するインターフェースだけが異なっています。

この他、正面、床、天井、左右の壁にマルチスクリーン用意し、立体角の大きい、没入感の高い立体視を実現する方法があります。この場合、スクリーン間の継ぎ目をうまく処理する技術が必要となります。

2. 立体視のための装置構成

装置は、液晶モニターにシートを貼り、これを偏光眼鏡で眺める方法と、液晶プロジェクタの内部の液晶表示パネルにシートを貼り、これを投影した画像を偏光眼鏡で眺める方法の両方を採用しました。

液晶モニターとしては、輝度の高いシャープ社製 LL-M1500A を使用し、これに画面のドット間隔と同じ間隔で交互に偏光の向きの異なるストライプが繰り返された上記「マイクロポール」のシートを貼付した装置（新潟のベンチャー企業である有沢製作所による。加工手間を含め価格5万5千円）を使用しました。また、プロジェクタとしては、同社の製品を使用しました。なお、プロジェクタでは、通常のスクリーンに投影すると、反射に際して偏光角が回転するために、左右が明確に切り分けられなくなり混濁が生じます。これを防止するために、アルミニウムを用いた特殊なスクリーンを別途用意します。

これらのパラメータに従い、単眼における視点と注視点の位置関係から、左右の眼の位置と、それぞれの眼の注視点（左右の眼の画像が、ディスプレイ上で一致する距離）を定め、これに基づいて、2枚のパースを同時に生成します。

次に、これを、ディスプレイの奇数行と偶数行に交互に表示する必要があります。この

ためには、景観シミュレータで表示ライブラリに用いている、ステンシル・バッファを使用し、奇数行のみ、及び偶数行のみのマスクを掛けた状態で表示を行い、その結果を合成しています。

その際に、景観シミュレータの表示画面が必ずしも全画面表示ではないため、右眼画像が必ず奇数行となるためには、現在の表示ウィンドウのディスプレイ上の位置を知る必要があります。これにより、左右と奇偶の関係を切り替えるようにしました。但し、視点移動を動画として保存した画像を再表示する場合には、再生に用いるソフト（メディア・プレイヤー等）が、開かれている動画再生のウィンドウの位置（最上行の奇偶）に対応していないために、左右画像が逆転する場合があります。また、アンチ・エリアシング処理を行おうとすると、この処理にも上記のステンシル・バッファを使用しているために、立体視がうまく機能しないという制約があります。

また、ステンシル・バッファを使用する方法の場合、左右の画像を生成するために、それぞれ単眼の画像を生成する以上の時間を要し、また、それを合成するために処理時間を必要とするために、かなり表示時間が長くなります。このため、この開発の中で次に想定していた、例えばジョイスティックを用いたリアルタイムのウォークスルー等は、かなり小さなデータでなければ、現実的ではありません。これを改善するためには、立体視の機能も含めて、表示全体を高速するための方法が必要であることが判明しました。従って、当面は、静止画像の立体視、及び動画として保存したファイルの立体視にのみ、実用的に供用することができます。

実装に当たっては、表示をつかさどる G3drl.c の中に、新しい機能を追加しました。

液晶モニターと液晶プロジェクタは、同じソフトウェアで使用可能であるが、若干使用条件が異なります。液晶モニターでは、解像度が高い（1024×768 ドット）が、液晶画面と表面に貼り付けたシートの間には若干の隙間があるために、真横ではなく上から見下ろしたり下から見上げたりする角度で眺めると、液晶のドットと偏光シートのストライプの位置がずれ、結果として混濁が生じます。従って、個人で立体図形作成等の作業に用いる場合は便利ですが、展示会などでテーブルに置いた装置を来客が立って眺める場合においては、かなり上向きの角度に設定しておく必要があります。

液晶プロジェクタの場合には、スクリーンから反射してくる画像を眺めることとなるため、このような問題はなく、左右の切り分けは良好ですが、今の所解像度が 800×600 ドットであり、左右それぞれ単独では、800×300 ドットであるから、かなり粗くなります。

3. 立体視のための条件設定

まず左右の視点ですが、人間の眼の視点間距離（7 cm）をベースとした場合、通常は、その 15 倍程度（約 1 m）までしか立体視の効果はありません。従って、景観の場合は、殆ど視差が生じないこととなります。また、僅かな視差しかない場合、最終的な液晶表示画面のドット間隔以下の視差表示では誤差の中に埋もれてしまい、立体視の効果が現れま

せん。そこで、各種のデモ等では、人間の自然な左右の眼よりも視点間距離を大きくとり、視差を強調する処理が行われています。これを大きく取るほど、飛び出してくるような立体感の効果が得られるが、あまりに強調しすぎると、不自然になり、場合によっては見る人に不快感を与えることとなります。また、左右の眼の画像が一致する点が距離が、物理的なモニタの画面と同じ距離に感じられ、右眼画像が左に寄っている領域はこれよりも手前に、また右眼画像が右に寄っている領域はこれよりも奥に感じられます。この基準となる距離を、何 M に設定して画像を生成するかで、景観画像が、ディスプレイに対してどの程度の距離に見えるかが決定されます。この値は、ディスプレイの距離・サイズ、あるいはプロジェクタを用いた場合にはスクリーンの距離・大きさと関係するため、可変とすることが望まれます。

そこで、このようなパラメータは固定値とせず、ユーザーが、表示装置に合わせて、あるいは表示しようとする対象物のスケールに合わせて設定できるようにしました。

当面、実験的な開発を目的としたため、これらを設定するダイアログは特に設けず、コントロール・ファイル“eyeparam.set”により数値で指定することとしています。

展示会などで液晶モニタを用いて表示することとし、丘陵地の地形+市街地を表示するような場合には、例えば以下のような設定が良好でした（左右の眼の間隔を 50 cm としています）。

```
StereoMode=1
StereoEye=0.5
StereoSwap=1
```

【リストⅣ-1】立体視の条件設定

4. 立体視のための次元データ作成上の注意

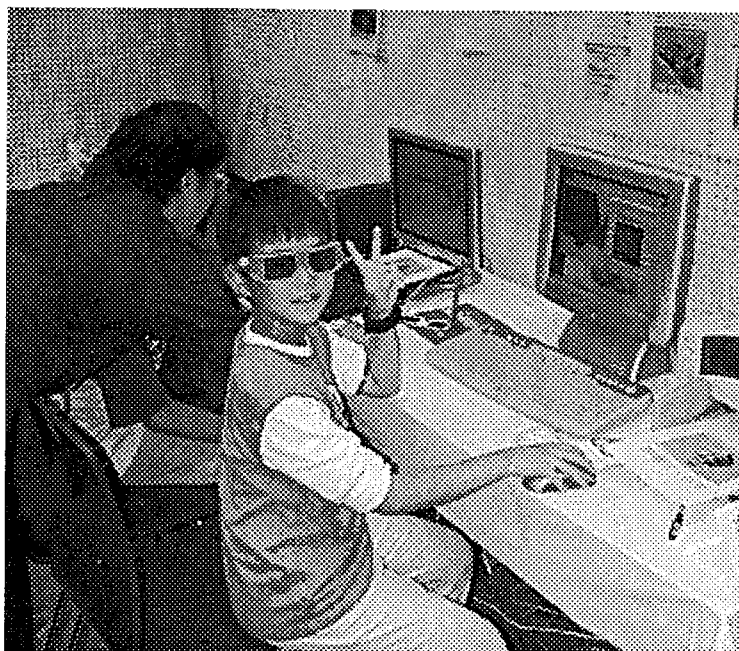
3次元的なデータであれば、基本的に立体表示可能であるが、写真合成により作成した景観シミュレーション画像の場合には、オブジェクトだけが立体的に見える。原理的には、背景もステレオ写真とすることにより、背景を立体的に見せることも可能であるが、そのような機能は実装していません。

同じことは、テクスチャを貼ったオブジェクトにも当てはまります。即ち、立体視ではない場合には、テクスチャは、平滑な物体の表面に質感のみならず、凹凸感を与えることができます。しかし、これをステレオで眺めると、恰も平滑面に模様のある壁紙を貼り付けたように見え、却って立体感が失われてしまいます（偽者張物であることがばれてしまいます）。これを防ぐためにはステレオのテクスチャ画像を用意することが必要ですが、そのような機能は実装していません。

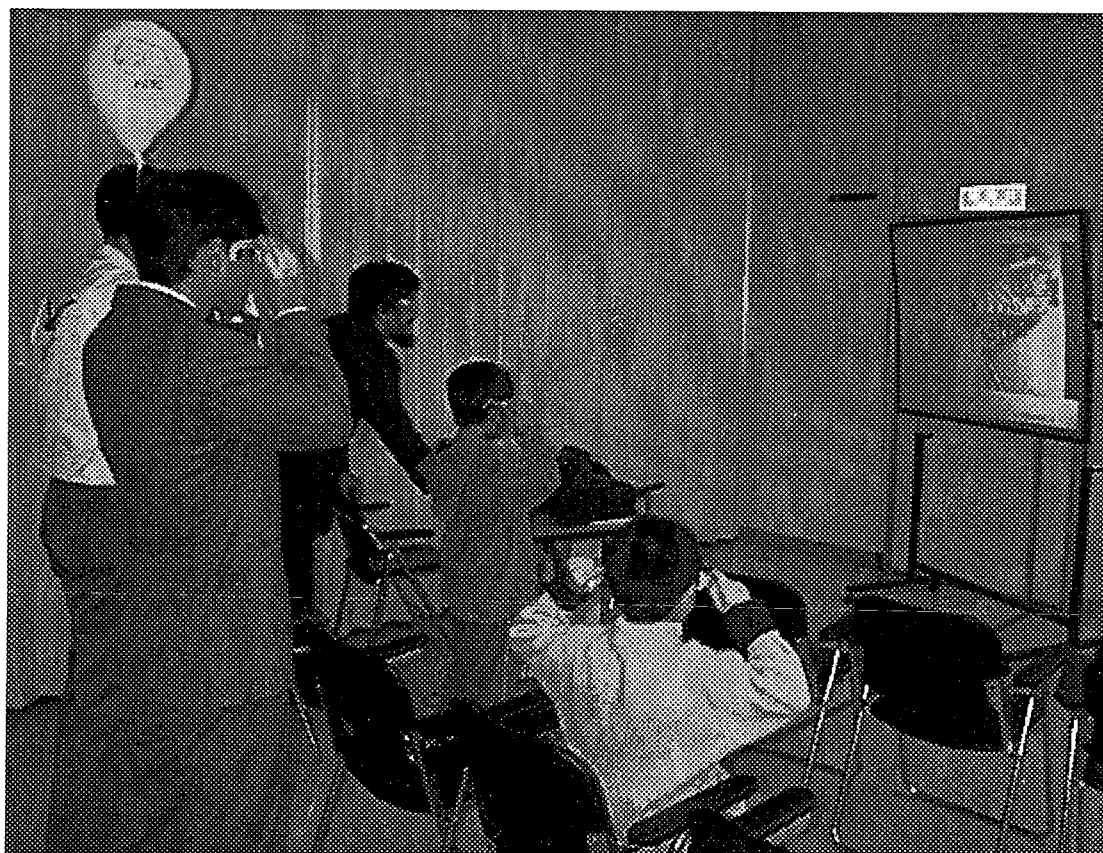
一方、細かい凹凸を3次元図形で作り込んだようなデータの場合、きれいに立体視ができます。

以上のことから、立体視で表示を行う場合には、なるべくテクスチャを使わず（少なく

とも凹凸・陰影の感じ狙ったようなテクスチャは失敗します)、その代わりに3次元形状を詳しく作成した方が良い結果が得られます。



【写真Ⅳ-1】液晶モニターによる立体視



【写真Ⅳ-2】液晶プロジェクタによる立体視