解説記事

3D ディスプレイの現状と可視化ソフトウェアの対応*

吉川 慈人**

State of 3D Displays and Application of Visualization Software

Yoshihito KIKKAWA

1. はじめに

3次元データの可視化結果を2次元のディスプレイに表示すると、奥行き情報が失われる。そのため、対象物の向きを変えていくつ也表示することにより、頭の中で3次元に再構築して前後の位置関係や奥行きを把握する必要があるが、構造が複雑になると容易ではなく、個人差もある。可視化結果を立体視することは、簡単に前後や奥行きを理解できる点で非常に有効である。¹⁾ (Fig. 1 は分子構造の可視化結果を立体視したイメージ。)

特殊なメガネなしで立体視ができるディスプレイ (3D ディスプレイ) の歴史は長く、数多く開発されてきたが、ここでは、製品化され、可視化用途にも使われているものを紹介する。また、可視化ソフトの対応についても紹介する。

2. 視差画像を用いた3D ディスプレイ

2.1 立体視の仕組み

多くの3D ディスプレイは視差画像を2D ディスプレイに表示するものである。Fig. 2 は視差画像による立体

Fig. 1 Image of stereo vision for scientific visualization.

視を説明している。視差のついた2つの画像のうち、右目が右目用の画像、左目が左目用の画像を見ることにより立体的に見える。

3D ディスプレイには、右目に右目用画像のみが、左目に左目用画像のみが入るための仕組みが必要で、視差バリアやレンチキュラーといった方式が使われている。また、右目、左目の2視点の画像だけでは1箇所からしか正しく立体視できないが、多数の視点の画像を並べることで、多くの位置から立体視することを可能にしたものもある。

2.2 シャープ製 Mebius PC RD 1-3 D, LL-151 D

シャープ株式が2003年に発表したMebius PC RD 1-3 DはノートPCで裸眼立体視が可能である。視差バリア方式を採用している (Fig. 3)。2視点の画像から立体像を作るため、立体に見える位置が1箇所に限られるとい

Fig. 2 Mechanism of stereo vision with parallax.

Fig. 3 Mechanism of stereo vision of Sharp 3D display. (Parallel barrier method.)

* 原稿受付 2006 年 6 月 8 日

** 正会員 株式会社ケイ・ジー・ティー

う制限があるが、以下の特長により、非常に好評であった。

- ・持ち運びが容易。
- ・ボタンで視差バリヤをオフにすることができるので立体視をしないときにも使用可能。(文字がはっきり見える。)
- ・通常のノート PC のラインナップに立体視機能を付けたので安価 (実売価格が 40 万円以下)。

OpenGL のアプリケーションで、フルスクリーンのモードをサポートしていればシャープが提供するドライバーの機能でそのまま立体視対応ができる。それ以外のアプリのために SDK (Software Development Kit) が用意されており、これを組み込むことによって立体視対応ができる。

その後、液晶モニタータイプの LL-151 D が発売され (実売価格が 15 万円以下)、ノート PC タイプのほうも機能アップした Mebius PC-AL 3 DH が発売されたが、残念ながら、2006 年に製造が中止されてしまった。メーカー側が期待したほど販売できなかったことが理由のようである。

2.3 StereoGraphics 社製 SynthaGram

多視点の視差画像を使う 3D ディスプレイとして注目されたのは、液晶シャッターメガネで有名な米国 StereoGraphics 社が開発した SynthaGram である。国内では 2004 年に本格的に販売が開始された。1 箇所に限らず、ある程度広範囲な位置から立体視できる (場所によっては立体視が不正になるが、多くの場所で立体的に見える)。9 視点分の画像を並べており、観測者はその内の 2 視点分の画像を見ることになる。

視差画像を分離するために、レンチキュラー・レンズと呼ばれる円柱型のレンズをモニター表面に貼ることで、視差画像を分離する (Fig. 4)。

OpenGL のアプリケーションを立体視対応させるためには SDK を組み込む必要がある。

この SynthaGram も諸事情により、2006 年に製造が中止された。

2.4 NewSight 社製裸眼立体ディスプレイ

独国 4 D-Vision 社 (現在は米国 NewSight 社) が開発した裸眼立体ディスプレイ²⁾は、国内ではネプラス(株)

Fig. 4 Mechanism of 3D display Synthagram. (Lenticular method.)

が 2001 年から販売しており、この分野としてはロングセラーである。

8 視点の視差画像を使うため SynthaGram 同様、広範囲に立体視が可能である。斜めバリア方式を採用している。色分解フィルターを使うことによりモアレ縞が発生しないことが特徴である。

OpenGL のアプリケーションを DLL の置き換えだけで立体視対応できるようにした OpenGL Enhancer をネプラスが共同で開発している。

2.5 μ Pol

メガネを掛けて立体視するディスプレイもある。

μ Pol (マイクロポール) は、微細偏光素子を規則正しく配列させたもので、液晶モニターなどのフラットパネル・ディスプレイに貼り合わせることで、偏光メガネで立体映像を見ることができる。Fig. 5 のように、左目用および、右目用の偏光方向のものを 1 ライン毎交互に貼り、それに合わせて視差画像も 1 ライン毎交互に表示させる。

(株)有沢製作所 (および(株)アスナ) では、30 インチ (ワイド XGA) および 22 インチ (ワイド VGA) の液晶モニターに μ Pol を装着し、2002 年から大型 3D 液晶 TV³⁾として販売している。裸眼立体ディスプレイと異なり、メガネをかければどこからでもクリアな立体視が可能である。プロジェクターによる偏光立体方式と裸眼立体ディスプレイのよい点を合わせたような製品ともいえる。なお、通常の画像は、偏光メガネを掛けなければクリアに見ることができる。

2.6 可視化ソフトウェアの対応と ISL

弊社ケイ・ジー・ティーでは、汎用可視化ソフトウェアとして AVS/Express と MicroAVS⁴⁾を販売している。前者は米国製であるが、弊社はソースコードの改変権を所有している。後者は、前者をベースに弊社で開発したものである。いずれも、多くの可視化ソフトと同様、描画には OpenGL を使用している。これらの 3D ディスプレイ対応について紹介する。

2.2~2.5 で紹介したシステムの内、2.4 は DLL の置き換えだけで対応できるが、それ以外に関してはソースコードの変更が必要になる。(2.2 に関しては、AVS/Express や MicroAVS はフルスクリーンに対応しておらず、そのような可視化ソフトは決して少なくない。) 各社から提供されている SDK は仕様が異なるため、3D ディスプレイごとに新たな開発を行わなければならない

Fig. 5 3D display with μ Pol.

いという問題がある。

このような背景から、複数の3D ディスプレイと共通のI/Fを提供するInteractive Stereo Library (ISL)⁵⁾が日本SGI[®]によって開発されている。OpenGLベースのアプリケーションにISLの記述を追加しておけば、ISLがサポートする様々な3D ディスプレイで立体視が可能になる。

AVS/ExpressやMicroAVSはISLを組み込むことにより、これらのシステムに対応できている。

3. ボリューム・ディスプレイ

3.1 ボリューム・ディスプレイとは

2Dディスプレイ上に視差画像を表示して立体視するのではなく、3D空間に像を描くディスプレイがボリューム・ディスプレイである。目に見えない速さで回転又は振動するスクリーンに一連の2Dスライス画像を高速投影して3D画像を得るSwept Volume方式や、ボリュームの中で点を光らせるStatic Volume方式などがある。どの角度から見ても立体的に見えるのと、目が疲れにくい点が大きな特長である。これまでは実用に耐

Fig. 6 Visualization of aurora and lines of magnetic force with AVS/Express in Perspecta. Data courtesy of Center for Information Technology, Ehime University.

Fig. 7 Perspecta

えるものは登場しなかったが、最近になって以下に紹介する2製品が登場し、注目されている。

3.2 空間映像表示システム Perspecta

米国 Actuality Systems 社が開発した Perspecta[®]は、Swept Volume 方式のボリューム・ディスプレイである。国内では日商エレクトロニクス[®]が販売している。

Fig. 6のように直径20インチのガラスの半球内に立体映像が表示される(この例は、AVS/Expressを使って地球磁気圏のオーロラと磁力線を表示したもの)。この半球内にはFig. 7のように直径10インチの円形スクリーンがあり、下部にあるプロジェクターから画像が投影され、そのプロジェクターとスクリーンが一体になって高速に回転(720 rpm)している。表示される映像は、約1度(正確には180/198度)ごとに切り替わる。すなわち、コンピューター側で、対象となる形状をもとに、中心軸まわりに198分割したスライス平面上の画像198枚を用意しておき、角度によって画像を切り替えることによって、残像で立体的に見える。また、たとえば、装置の右側から見れば、表示されている物体の右側が見え、裏側から見れば、物体の裏側が見えるので、あたかもガラスの中に物体が置かれているように見える。

OpenGLで書かれたアプリケーションのためのSDKが提供されており、弊社では、AVS/ExpressにSDKを組み込んでPerspectaに対応させた。本来不透明の面も半透明になり、後ろにある面が透けて見えてしまうことと、中心部が不鮮明になりやすい点が機構上の制限である。

3.3 3D ボリューム・ディスプレイ DepthCube Z 1024

米国 LightScape Technologies 社が開発した DepthCube[®]は、Static Volume 方式のボリュームディスプレイである。国内ではイノバテック[®]が販売している。DepthCubeは、ディスプレイそのものに奥行がある。

Fig. 8のように、スクリーンの役割をする液晶スクヤタリング・シャッターが20枚(厚さ10 cm 弱)スタックされており、そこにDLPプロジェクターから背面投影される。20枚の内、常に1枚だけがシャッターが閉じており、その位置でのスライス画像が投影されるよう

Fig. 8 Mechanism of DepthCube.

Fig. 9 Visualization of a gallbladder with Intage Volume Editor in DepthCube Z 1024.

になる。手前から奥に、投影するシャッターを高速に切り替えながら、それと同期をとって投影する画像も切り替えていく。シャッターの切り替えは毎秒 1200 回可能で、全体として毎秒 60 フレームの立体映像が表示できる。

その結果、実際に 10 cm 弱の奥行を持ったスペースに表示されるので、画面から飛び出すような驚きはないが、どこから見ても違和感なく立体視できる。また、ディスプレイの全面に限るが、それぞれの見る位置に応じた映像を見ることができる（たとえば、上から覗き込むようなことができる）。奥行方向に 20 枚しかないので、奥行方向の解像度が気になるところであるが、Depth Anti-aliasing と呼ばれる独自の画像処理がされているため、奥行方向にも滑らかに見える。

OpenGL ベースのアプリケーションであれば、OpenGL の DLL を置き換えるだけで、提供されている GL Interceptor を使って DepthCube に対応できる。

Fig. 9 は弊社が開発した医用画像処理ソフト Intage Volume Editor⁴⁾で MRI 画像から胆嚢と胆管の 3 次元形状を生成し、DepthCube で表示したものだが、同様に AVS/Express や MicroAVS でも GL Interceptor を使って立体表示ができています。ただし、これを使った場合は、前後に面が重なった場合に後ろの部分が表示されない（穴が空く状態になる）ので、正面以外から見ればその部分が影のように見えてしまう。そのため、SDK

を使って改良を試みている。しかし、面が重なったときに後ろの面が透けて見えることは、Perspecta 同様、機構上の制限である。

4. おわりに

今年になって、本稿で紹介した 3D ディスプレイの内、2 種類が製造中止になってしまった。実は、3D ディスプレイの歴史は長く、多くの製品がリリースされては、採算性の問題で短期間で製造中止になってしまっている。たとえば、2001 年に発売開始された独国 ELSA 社の ECOMO 4D は、アイトラッキング・システムと呼ばれる機能があり、モニターに取付けられた 2 つのカメラによって観察者の目の位置を割り出し、その位置データを基にプリズムパネルを調整して、左右の目に正しい画像が入るようにしていた。その結果、見る人の位置によらず常に正しい立体視が可能であったが、非常に優れた技術にも関わらず既に製造が中止されている。

このような状況を打破するためには、利用用途が増えることが重要である。紙面では立体視のメリットを伝えることは難しいが、可視化においては立体視は非常に有用である。3D ディスプレイは品質、価格とも向上してきており、また、可視化ソフトウェアが対応するための環境も整ってきている。発展のスパイラルに向かうことを期待したい。

謝 辞

画像や資料を提供いただいたシャープ(株)、日商エレクトロニクス(株)、ネプラス(株)、(株)有沢製作所、イノバテック(株)の各社、および、愛媛大学総合情報処理センター村田健史教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) http://www.mathforum.jp/sentan/02_vr/lec_011.html
- 2) 新津靖：裸眼式立体ディスプレイの動向，先端科学技術要覧，オーム社（2006）pp.274-275.
- 3) <http://www.arisawa.co.jp/jp/index.html>
- 4) <http://www.kgt.co.jp/>
- 5) http://www.sgi.co.jp/solutions/visualization/viz_theater/isl/
- 6) <http://www.nissho-ele.co.jp/product/perspecta/>
- 7) 佐々木宏夫：実用段階を迎えた 3D ボリュームディスプレイ技術とその概要，計算工学，Vol 0, No. 3（2005）pp.24-29.

口絵1 市街地上空の気流性状を計算で予測するために計算機内に再現された街。建物の形状は、数値地図、住宅地図、航空写真および現地調査により数値化されたデータから、各建物の1階部分における水平断面形状と階数、屋根形状を用いて作成している。

(口絵1 京都大学防災研究所 丸山 敬)(本文199頁 参照)

口絵2 (左図) 風洞床面を加熱した場合のシュリーレン画像。縞状の熱塊が風洞床面から斜め後方に向かって多数隆起している。(右図) 単独建物の屋上面を加熱した場合のシュリーレン画像。屋上前縁の剥離部分において強い温度勾配が存在し屋上面で逆流が生じている。

(口絵2 (独)建築研究所 環境研究グループ 足永 靖信, 阿部 敏雄)(本文187頁 参照)

口絵3 (左図) 空間映像表示システム Perspecta による立体表示：汎用可視化ソフトウェア AVS/Express を用いて地球磁気圏のオーロラと磁力線を Perspecta で立体表示した。(データ提供：愛媛大学総合情報処理センター)
(右図) 3D ボリュームディスプレイ DepthCube Z1024 による胆嚢および胆管の立体表示：医用画像3次元処理ソフト Intage Volume Editor を用いて MRI 画像から胆嚢と胆管の3次元形状を生成し、DepthCube で立体表示した。

(口絵3 (株)ケイ・ジー・ティー 吉川 慈人)(本文217頁 参照)