

最近の技術から

立体テレビ表示

内田 龍 男

東北大学工学部電子工学科 〒980 仙台市荒巻字青葉

1. ま え が き

近年、宇宙、深海、原子炉内における遠隔操作、フライトシミュレータ、自動車運転シミュレーション、交通管制、航空管制、CAD、分子モデル、医用画像などの分野で、立体あるいは3次元映像ディスプレイに強い関心が寄せられるとともに、その実現の要求が高まってきている。また、最近ではビデオディスクと組み合わせた立体テレビが一般家庭用として普及し始めている。

本文では、このような背景のもとに、立体映像ディスプレイについて各種の方式を概説するとともに、それらの特徴と将来動向について述べる。

2. 立体映像ディスプレイの方式と特徴

まず、図1は人間が奥行きを知覚するための主要な要因を示したものであるが、このうち数mまでの距離では、両眼視差の奥行識別感度が最も高いことが知られている¹⁾。したがって、大部分の立体映像ディスプレイでは主としてこの両眼視差を有効に利用する方式が用いられている。図2はこれまで提案されてきた各種の立体または3次元映像ディスプレイのうちで、立体テレビ表示の実現性の高い方式を示したものである。ここで2眼式は、両眼の視差に対応する分だけパターンをずれた2枚の画像を表示し、それぞれの画像を左右の眼で別々に観察できるようにしたものである。多眼式は、2方向のみでなくいくつかの方向からその方向に対応する画像を観察することができるようにしたものであり、両眼で立体映像が観察できるとともに、頭を動かせば別の方向から見た立体像が観察されるというものである。この意味で疑似3次元映像ディスプレイといえることができる。以下これらについて概説を加える。

2.1 2眼式

2.1.1 分離眼鏡方式

分離眼鏡方式は、スクリーンまたは表示装置に右目用および左目用の画像を重ねて表示し、眼鏡によってこれを左右の眼に分離するものである。このうち波長分離型

は左右の画像を赤と緑のような2色で表示し、同色の色眼鏡で左右の眼に分離するものである。色の不自然さおよびカラー表示ができないことなどの問題がある。

シャッタ眼鏡方式は、左右の画像をディスプレイに時系列で交互に表示し、シャッタ眼鏡の開閉によってこれを左右の眼に分離するものである。最近、このシャッタ眼鏡として液晶セルを用いたものが開発されている。この方式では、現行のテレビシステムに若干の修正を加えるだけで容易に立体映像を表示できるため、実用化が最も進んでいる。ただし、現行のテレビシステムをそのまま用いると、片方の眼で観察される画像の解像度は通常の1/2(約250本)、フィールド周波数は30Hzとなるので画像が粗くなるとともにフリッカーを生じ、立体視がしにくくなる。この問題を解決するために、ディスプレイのフィールド周波数を120Hzとし、片眼ごとのそれを60Hzとしたものが試作され始めている。

ところで、シャッタ眼鏡に液晶を用いる場合の最大の問題点は応答回復速度である。一般に上述のようなシャッタ眼鏡では、透過遮断のスイッチングがディスプレイの垂直帰線期間内(NTSC方式では1.2~1.3ms以内(米国)または約2.5ms以内(日本))に行なわれなければならない。液晶セルとして、2周波駆動のTNセル、270°TNセル、 π セルなどがあるが、いずれも回復時間が2~2.5ms程度であり、フィールド周波数60Hzの現行テレビ用になんとか使える程度である²⁾。なお、120Hz用としては、強誘電性液晶セル(スイッチング速度50~300 μ s程度)が用いられているが、このセルはまだ研究途上にあり、量産レベルには達していない。

時分割型の偏光眼鏡方式は、偏光方向を切り換えるための液晶セルをディスプレイ表面に重ねた構造のものである。眼鏡は偏光子のみとなるために、眼鏡の重さが大幅に軽減されること、偏光眼鏡を多数用意するだけで多人数が同時に観察できることなどの特長があるが、大型の液晶パネルを要するためにコスト高となる。

偏光分離型は、互いに直交した二つの偏光で左右の画像を重ねて表示し、これを偏光眼鏡で左右の眼に分離す

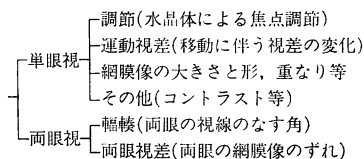


図1 奥行き知覚の要因

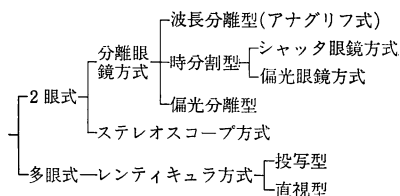


図2 各種の立体像ディスプレイ

るものである。CRT を用いるものでは、偏光子を装着した二つの CRT のフェースプレート相互に直交して配置し、ハーフミラーで二つの画像が重なって観察されるようにしたもの、2台の投写型ディスプレイの画像を偏光子を通してスクリーンに重ねて表示するものなどがある。既存のテレビ受像器をそのまま利用できるという特徴があるが、装置が大型化する欠点がある。これに対して、NHK の長田と著者ら³⁾ は、homogeneous 配向のゲスト・ホストセル (GH セル) を2枚用いた平板型の立体映像ディスプレイを考案し、試作した。これは、2枚の GH セルの分子配向方向を互いに直交させて重ねたものであるが、おのおのセルは分子配向方向に平行な偏光だけを吸収する性質がある。したがって、左右で偏光方向を直交させた偏光眼鏡を通して見ると、おのおのセルの表示パターンを左右の眼で別々に観察することができる。薄型・軽量であること、現行のテレビシステムを用いてもフリッカの問題が生じないこと、シャッタ眼鏡に要求されるような高速応答性は必要でないことなどの特長がある。

2.1.2 ステレオスコープ方式

ステレオスコープ方式は、ディスプレイの画像を鏡またはプリズムおよびレンズを通して左右の眼で別々に観察するものである。著者らは、この方式に属するものとして、二つの超小型液晶ディスプレイと凸レンズを組み合わせた眼鏡型立体映像ディスプレイを試作した⁴⁾。凸レンズによって前方数mの位置に拡大されたディスプレイの虚像を観察することになるので、見かけ上大画面ディスプレイを実現できること、観察者が頭部を移動させてもディスプレイが付随して動くので、他の2眼式ディスプレイのように立体像が不自然に歪むことがないなどの特長がある。なお、後者の特長を積極的に利用し、観

察者の頭の位置や方向を検出して画像を連続的に変化させるシステムを構成すれば疑似3次元ディスプレイを実現することができる。

2.2 多眼式

多眼式にはいくつかの方式があるが、レンチキュラ板 (微小なかまぼこレンズのアレー) を用いたものが最も有望であり、実用性が高い。基本的には、投写型 CRT を複数個並べて2重レンチキュラスクリーンに投写し、前方から観察するものである⁵⁾。1枚目のレンチキュラ板によって直後のスクリーン上に CRT の画像が結像され、2枚目のそれによって再び元の CRT 像にもどされる。このとき一つの CRT の画像は特定の方向からのみ観察可能となるために、左右の眼で異なる CRT の画像が観察されることになる。また、観察方向を変えると別の2組の CRT の画像が観察されるので、疑似3次元画像の表示が可能となる。CRT の間隔が狭いほど画像のとびが少なく、また CRT の数が多いほど視角範囲が広がる。この方式の特長は、特別な眼鏡を必要としないこと、疑似3次元画像が得られることである。

一方、濱崎ら⁶⁾ は、多数の投写型 CRT を用いる代わりに、1個の直視型 CRT とレンチキュラ板およびリレーレンズ群を用いる方式を提案している。この方式では、2000 TV 本以上の水平解像度や電子ビームの高い位置精度を要すること、リレーレンズ群による輝度の低下などの問題があるが、将来の技術として興味ある方式である。

3. おわりに

以上、各種の方式について述べたが、立体テレビの第1ステップとしては、現行のテレビシステムとあまり大きな変更を要しない2眼式の時分割型または偏光分離型が有望であろう。ただし前者では、フィールド周波数を120 Hz とするのが望ましい。また、第2ステップとしては、多眼式の直視型が有望と思われる。しかし、いずれも真の3次元映像でないことによる目の疲労の問題、通常のテレビシステムとの互換性の問題などの課題が残されている。

文 献

- 1) S. Nagata: Proc. SID, 25 (1984) 239.
- 2) 内田龍男, ほか: テレビ学全国大会, S1-5 (1987).
- 3) T. Miyashita, et al.: SID Symp. Dig. (1987) p. 387.
- 4) T. Uchida, et al.: Proc. SID, 28 (1987) 47.
- 5) 村上弘規, ほか: テレビ技報, 9, 10 (1985) 33, ほか.
- 6) 濱崎襄二, ほか: テレビ技報, 10, 54 (1987) 19.

(1987年10月13日受理)