

# 立体显示与三维液晶技术研究

冯茂岩

(江苏海事职业技术学院 信息工程系, 江苏 南京 210070)

[摘要] 三维立体显示作为一种全新模式的视觉革命, 成为今后显示技术发展的主要方向. 在三维空间对物体成像, 突破了平面的限制, 三维立体图像具有直观、逼真、信息量大的特点. 文章阐述了立体显示技术原理, 通过对当前主要自动立体显示技术的分析与对比, 指出其优缺点与发展趋势. 最后重点研究了 3D 液晶显示技术成像原理与最新进展, 对其应用前景进行了展望.

[关键词] 立体显示, 全息技术, 真三维显示, 3D 液晶显示

[中图分类号] TN 27 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2008)04-0195-04

## Research of the Stereoscopic Display and 3D LCD Technique

Feng Maoyan

(Department of Information Engineering, Jiangsu Maritime Institute, Nanjing 210070, China)

**Abstract** As a brand-new display model, true 3D stereoscopic display will become main developmental direction of future display technique. Images are generated within a region of 3D space, and the duration of plane display is broken. True 3D stereoscopic images have characteristics of direct viewing, reality and large capacity information. The principle of true 3D stereoscopic display technology are stated in the paper. Analysis and comparison of current main auto-stereoscopic display technologies are given, and their advantages, disadvantages, development trend and future development object are pointed out. Finally, the paper makes an emphatic research on 3D LCD display technology imaging principle, current development and its application prospect.

**Key words** stereoscopic display, holographic technique, true 3-D display, 3D LCD

三维立体显示具有广泛的应用前景, 生活中如果电视机能够观看到三维立体效果, 无疑将增强显示图像的立体感, 使观看的效果逼真又清晰. 在军事上, 雷达及其他电子装备若实现了立体三维显示, 便会将所要显示的景物直观而简便地显示出来. 例如, 利用机载雷达或舰用声纳水声设备观测地面或海底起伏的地形, 若用立体三维显示便十分简便.

三维立体显示基本上可分为如下两种方式: 一是利用人眼的双目效应实现的立体三维显示; 另一是借助全息摄影术来显示的立体三维图像. 而真三维立体显示技术主要分为球状显示技术(旋转投影面技术)和全息显示技术, 全息显示技术是真三维显示技术的发展方向之一.

### 1 自动立体显示技术原理

自动立体显示技术从广义上可以分为 3 种: 图像重建显示、体素显示和视差显示. 在视差显示中, 又以多棱镜显示技术的显示设备结构简单、可靠性强、费用相对低廉, 是目前视差显示的研究重点. SynthaGram 立体显示器就是采用了视差显示中的多透镜显示 (lenticular sheet displays) 来控制左右图像的射向. 多棱镜是由一组纵列的半圆形柱面透镜构成, 如图 1 所示.

从图 1 中可以看出, 多棱镜立体显示器在 LCD 显示屏前增加了一个多透镜屏, 通过利用每个柱面镜头的折射, 使右眼图像聚焦于观察者右眼, 左眼图像聚焦于观察者左眼, 由此产生立体视觉. 图 2 是多棱镜的成像原理. 但 SynthaGram 不只是显示左右眼的两幅图像, 而是显示分别在 9 个视点拍摄的图像. 它们交

收稿日期: 2008-06-18

通讯联系人: 冯茂岩, 副教授, 研究方向: 计算机应用、自动控制与仿真. E-mail: jn\_i\_edu@126.com

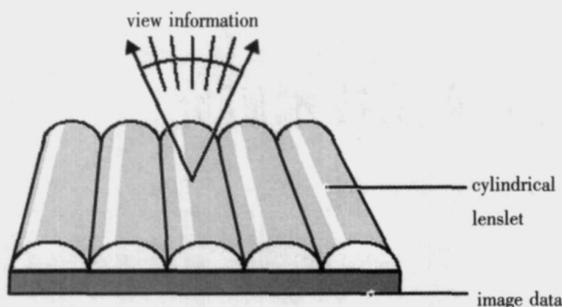


图 1 多棱镜结构

Fig.1 Structure of multiple prism

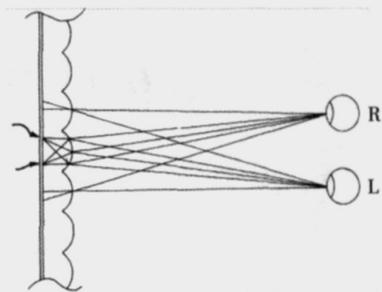


图 2 多棱镜成像原理图

Fig.2 Imaging principle of multiple prism

错排列,借助微透镜阵列,发散出去形成多个视域 (viewing zone),如图 3 所示.从图 3 中可以看出,水平的移动改变观看的位置,可以看到不同的立体对,但总有两个最佳视点分别进入左眼和右眼,形成立体视觉.

对于自动立体镜而言,只需有不同的图像构成立体对就能获得立体效果的图像,但那样的立体视觉范围太小,而且容易产生三维图像的跳变.为了扩大可视范围和有效地减小三维图像的跳变效应,在 SynthaGram 中,采用 9 个虚拟相机或真实相机,横向均匀排开,分别拍摄 9 幅不同视点的视图,再将其组成  $3 \times 3$  的棋盘格式阵列,称之为 "Nine-Tile" 格式,如图 4 所示.

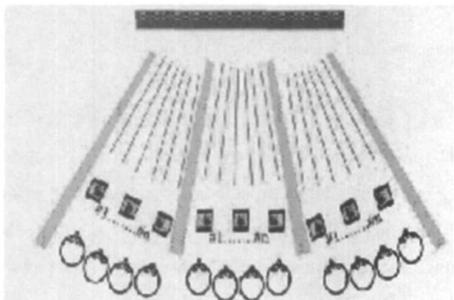


图 3 可视区域

Fig.3 Viewable area

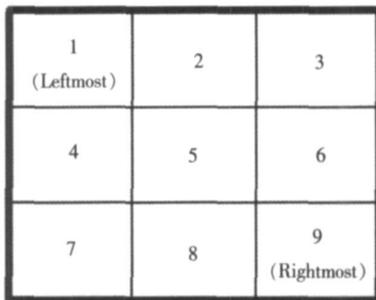


图 4 Nine-Tile 格式

Fig.4 Nine-Tile format

多棱镜将这 9 幅具有不同视角的图像经交错叠加排列形成一幅新的、具有光栅干扰条纹的图像,通过棱镜透射将不同角度的图像映射在左右眼,从而形成立体的效果.自动立体镜中,由于采用了 9 幅不同角度的照片重现场景,增加了图片的信息量,从而能够获得较好的立体显示效果.

## 2 真三维立体显示技术

利用人眼的双目效应实现的立体三维显示,本质上是利用左眼和右眼观察到有细微差别的图像,从而欺骗大脑,令观察者产生 3D 的感觉.由于人为制造视差的方式所构造的 3D 景象并不自然,加重了观察者的脑力负担.

真三维立体显示技术的基本原理是在空间给定点  $(x, y, z)$  处进行成像,每一个成像点都是三维成像最基本的单位——称为体素点,一系列的体素点就在实际的空间形成了真实的三维图像.它具有与生俱来的物理深度,同时使用方便,无需特殊的辅助设备,克服了平面三维显示或使用三维眼镜等方式的主要缺点.

真三维显示技术分为两个发展方向:球状显示技术(旋转投影面技术)和全息显示技术.目前球状显示技术是真三维显示的主要技术.它是用一个半圆形特殊屏幕作为投影面,当它以一定的速度在空间旋转就构成了一个半球形空间作为成像区域.在每一个瞬间旋转面处于一个特定的角度,根据这个角度对要显示的三维场景进行切片,将这个切片显示在旋转面上,就成为三维场景的一个离散表示.当旋转面完整地转一圈以后,整个三维场景便以很多个离散切片的形式显示出来,利用人眼的视觉残留形成空间连续的三维图像.

图 5 是国外某机构的三维显示器设计的示意图.可以看出,这样的显示器可以对一个场景进行完整、全面地描述,而不只是对场景的某个投影面进行描述.因此,利用球状显示技术可以保证多人同时时刻对同

一场景的不同方向和角度进行观察, 做到全场景观察。

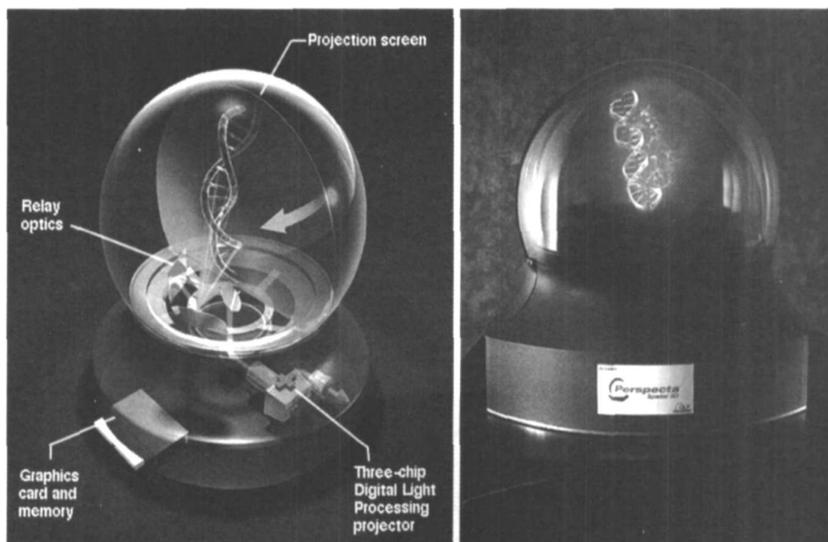


图 5 球状三维显示器示意图

Fig.5 Sketch map of globularity 3-D display

### 3 3D 液晶显示技术

从黑白到全彩色, 从 CRT 到 LCD, 从标清到高清, 显示技术在不断升级的过程中给消费者带来许多新的视觉感受。不过, 这些新的技术变革对人们视觉的冲击力一直还局限于传统的平面显示平台上。随着人们对视觉要求的不断提高, 立体三维显示作为一种全新模式的视觉革命成为许多人的期待。正如当初的彩色显示器代替了黑白显示器、LCD 即将代替 CRT 一样, 用立体 (3D) 显示代替平面 (2D) 显示是厂商努力的方向。

立体电视能显示出景物在三维空间中的位置, 即景物的高度、宽度及深度, 故也称其为三维电视。立体三维电视的研究与发展以研究人眼立体视觉机理为依据, 目前三维立体液晶显示主要采用下列 3 种技术:

(1) 扫描式背光显示技术。其原理是利用液晶面板在显示左眼用的视差影像时点亮左侧 LED, 表示右眼用视察图像时点亮右侧 LED, 这样不必配戴特殊眼镜, 就能从对应的眼中看到各自的视觉影像。同时, 只要以电视磁场相同频率分别进行左右视差影像更换, 并让左右 LED 闪烁同步时, 便能使眼睛感受到 2 个影像同时稳定, 而具有连续性地从面板显示出来, 最终便在人脑中左眼影像及右眼影像合成为立体显示影像。

(2) 透镜 3D 液晶显示技术。其原理与扫描式背光显示技术有点类似, 它是利用在液晶的最表层添加了数组透镜, 而在这层凸透镜数组上形成影像。其中每个透镜以液晶像素成一个小的角度摆放, 并且对应了 7 个液晶 Cell 每一个液晶像素有 3 个液晶 Cell 组成, 具备呈现 RGB 三色的功能, 再加上根据特殊的算法, 在液晶 Cell 中形成不同颜色, 而最终形成影像, 确保让观看者在左、右眼上形成不同的图像, 这样就可以看到逼真的三维效果。缺点是如果观看液晶的角度不同, 因为栅栏的效果减弱, 而无法看到三维效果, 而且多焦点影像极易造成眼睛疲劳。

(3) 开关液晶技术。其工作原理是, 针对左眼与右眼的两幅影像, 以每秒 60 张的速度产生, 分别被传送到不同区域的像素区块, 奇数区块代表左眼影像, 偶数区块则代表右眼。而在标准 LCD 背光板与 LCD 屏幕本体之间加入的一个 TN (Twisted Nematic, 扭曲向列型) 上, 垂直区块则会根据需要显示哪一幅影像, 相应照亮奇数或偶数的区块, 人的左眼只能看到左眼影像, 右眼只会看到右眼影像, 从而在大脑中形成一个纵深的真实世界。

### 4 结语

目前, 要获得三维立体显示, 最直接的方法是如上所提的 3D 液晶显示技术, 利用双眼视差产生立体视觉, 但这毕竟不是人眼总视觉信息的综合性模拟。因此, 人们观看双眼视差立体三维电视的图像与人眼

直接观看原始景物时的感觉还不完全相同. 第二种方法是从拍摄阶段就采用 3D 的拍摄方法, 提供从内容到成像的全程 3D 制作服务, 实际效果最好, 但价格最贵. 第三种方法是利用相关软件, 在成像环节实现将二维画面转为三维. 不管是哪种方法, 在现阶段都有一定局限性. 相信在不久的将来, 三维立体显示将不仅仅出现在各种公共展示场所, 也会在个人娱乐与家庭电视中大量使用.

### [参考文献] (References)

- [1] 贾正根. 立体技术新进展 [J]. 光电子技术, 2001, 21(4): 267-271.  
Jia Zhenggen. The newly development of the stereoscopic display technique [J]. Optoelectronic Technology, 2001, 21(4): 267-271. (in Chinese)
- [2] 柴晓东, 韦穗. 基于序列视差图像的全息立体显示方法 [J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2003, 33(3): 289-291.  
Chai Xiaodong, Wei Sui. Holographic stereogram display based on sequence parallax images [J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2003, 33(3): 289-291. (in Chinese)
- [3] 姜太平, 沈春林, 谭浩. 真三维立体显示技术 [J]. 中国图象图形学报, 2003, 8A(4): 361-366.  
Jiang Taiping, Shen Chunlin, Tan Hao. Overview of the true three-dimensional volumetric display technologies [J]. Journal of Image and Graphics, 2003, 8A(4): 361-366. (in Chinese)
- [4] 林远芳, 刘旭, 刘向东, 等. 利用旋转发光屏再现三维图像原理及偏差分析 [J]. 光电工程, 2004, 31(5): 64-67.  
Lin Yuanfang, Liu Xu, Liu Xiangdong, et al. Principle and distortion analysis for reconstructing 3-D image with a rotating display pane [J]. Optoelectronic Engineering, 2004, 31(5): 64-67. (in Chinese)
- [5] Thayn Jarin R, Ghayeb Joseph. 3D display design concept for cockpit and mission crew stations [EB/OL]. [2008-06-18] <http://www.hecafil.afmil/Publications/True3D99SPE.pdf> 2004-12
- [6] Lee Seunghyun, Yang Hoongee, Yi Sang. Multiview point autostereoscopic display system based on volumetric displays [C] // Stephen A Benton, Mark T Bolas. Stereoscopic Display and Virtual Reality Systems. Washington: SPIE, 2000: 208-214.
- [7] Noto H, Hashimoto A. Relief like depth map generation algorithm [J]. The Institute of Image Information and Television Engineers, 2005, 59(10): 41-49.
- [8] Pannemayr M, Gazelet JG, Kastelk JC, et al. Stereopair processing in a three-dimensional laser display system [J]. Journal of Electronic Imaging, 1998, 7(3): 677-683.

[责任编辑: 严海琳]