

3D显示技术的最新研究进展

李克彬, 李世其

(华中科技大学机械学院工业工程系, 武汉 430074)

摘要: 介绍了三维显示技术的一些重要研究成果, 重点介绍3D显示的最新研究成果——不需要立体眼镜的3D显示系统, 详细阐述了这种显示技术的基本组成及原理, 并详细介绍了以该技术为基础的多视图显示系统和头部跟踪显示系统的基本原理, 最后展望了这种技术的广泛的应用前景。

关键词: 3D显示; 3D立体眼镜; 头盔显示器(HMD); 多视图显示; 头部跟踪

The Newest Research of 3D Display

LI Kebin, LI Shiqi

(Industrial Engineering Department, Mechanical Institute, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074)

【Abstract】 Some important achievements on 3D display are introduced in this paper, and a newest achievement on 3D display——a system of 3D display without 3D glasses is introduced, including its components, its basic theory and two systems based on the theory. At last, the prospects of this technology are discussed in this paper.

【Key words】 3D display; 3D glasses; HMD; Multi-view display; Head-tracked

众所周知, 现实世界是真正的三维立体世界, 而现有的显示设备绝大多数都只能显示二维信息, 并不能给人以深度感觉。为了使显示的场景和物体具有深度感觉(也就是3D), 人们在各方面进行了尝试。3D显示技术的研究经历了十几年的发展, 取得了十分丰硕的成果, 从各种手持式观测器、3D立体眼镜、头盔显示器, 到现在最新的不需要眼镜的3D显示器, 有用棱镜的、透镜的、光栅的、电子开关的等等很多成果^[1]。广泛应用的主要有3D Glasses和HMD, 但它们都具有这样或那样的缺点。最近又研制出一项最新成果——一种不需要眼镜的立体显示器, 它弥补了3D Glasses和HMD的许多缺陷。本文将对它们作详细介绍, 并展望其在虚拟现实中的应用前景。

1 三维视觉形成原理

现实世界是三维立体世界, 它为人的双眼提供了两幅具有位差的图像, 映入双眼后即形成立体视觉所需的视差, 这样经视神经中枢的融合反射, 以及视觉心理反应便产生了三维立体感觉。利用这个原理, 通过显示器将两副具有位差的左图像和右图像分别呈现给左眼和右眼, 就能获得3D的感觉。现实世界给人眼丰富的信息, 其中产生立体效果的主要有静态视差和运动视差。

2 头盔显示器

HMD是目前3D显示技术中起源最早, 发展得最完善的技术, 也是现在应用最广泛的3D显示技术。其基本原理是: 在每只眼睛前面分别放置一个显示屏, 两个显示屏分别同时显示双眼各自应该看到的图像, 当两只眼睛看见包含有位差的图像, 3D感觉便产生了。现在HMD的种类很多, 根据不同的需要, 有单目的、双目的; 有全投入式的; 也有半投入式的。

HMD存在着许多缺点: 例如佩戴HMD观察, 必然减少观察显示试验的娱乐、舒适和自然; 人眼如此近距离聚焦容易感到疲劳; 屏幕成像太小, 必须尽可能放大以达到和人眼所见视野相一致; 而且HMD的造价也比较昂贵等。

但是在许多特定场合, HMD具备特殊的优势, 所以它

得到了广泛的应用。现在广泛被应用在军事、CAD/CAM、工业生产、模拟和训练、3D显示与电子游戏、显微技术和医疗等领域。

3 3D立体眼镜

3D Glasses和普通显示器结合, 就能得到3D效果。根据原理可分为3类: (1)基于偏振原理; (2)基于波长(例如颜色); (3)基于电子开关(例如快门系统)。

它们基本原理都是: 观察者戴上3D立体眼镜观察, 使进入左眼的光只受左眼睛片的影响, 进入右眼的光只受右眼睛片的影响, 从而使双眼获得具有立体视差的两幅图像^[1]。

3D Glasses也存在着许多显著的缺点: 例如佩戴特殊的眼镜, 同样减少了观察显示试验的娱乐、舒适和自然; 3D Glasses的沉浸感不如HMD; 而且利用波长的方法将使观察者无法看见彩色的图像, 应用快门系统则必须要求显示器具有很高的刷新频率, 否则就会产生闪烁感等^[1]。

但它的造价比较便宜, 所以现在广泛应用于游戏、虚拟现实等领域。

4 3D显示器

针对上述3D显示技术的诸多缺点, 最近又研究出一种新型的3D显示技术, 观察者不需要佩戴任何观察仪器就可以直接看见3D图像。这种技术按实现方法分主要有透镜法和光栅法两种。在两种方法中都用了一种合成的图像, 如图1所示, 包含竖直的交替排列的图像条纹, 这些条纹由具有位差的左图像和右图像构成^[2]。

在透镜法或光栅法中都有一个液晶显示屏, 通过排列一种普通的颜色过滤器来显示合成图像, 该图像由许多竖直的一个像素宽(比如说显示RGB的3个点)的条纹状图像组成, 但是即使是在观测区域中也会引起色彩分离现象, 如图2所

基金项目: 湖北省自然科学基金项目(2001ABB097); 国防“863”计划基金项目

作者简介: 李克彬(1973—), 男, 硕士生, 研究方向: 虚拟外设的研究及应用; 李世其, 教授、博导

收稿日期: 2002-07-17 **修回日期:** 2002-09-13

示。为了防止色彩分离现象,合成图像中必须用1个点宽的图像条纹,这样就需要一个额外的信号转换电路。而且,这种合成图像不适合现在广泛应用于3D显示的顺序区域立体显示方法。

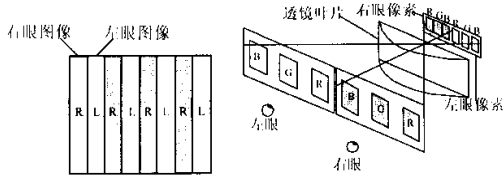


图1合成图像

图2形成原理

4.1 3D显示基本硬件组成

为了解决上述问题,采用如下硬件配置(如图3所示):背景光面板,方格面罩,竖直透镜,水平透镜,液晶显示屏(LCD)。合成图像显示在LCD显示屏上,它由许多水平条纹状图像组成^[2,3]。

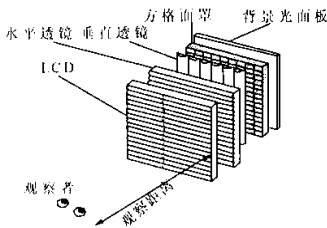


图3基本组成图

4.2 3D显示的具体实现原理

竖直透镜中的每一个透镜叶片将从方格面罩上的小孔中入射的光线在水平方向上偏向左眼或右眼的位置,每个水平的排列线都是由小孔和不透明部分组成,而且与LCD上显示的合成图像的图像条纹对应。图4所示说明了左眼的水平条纹图像和由小孔和不透明部分组成的排列线之间的交叉关系,这里的排列线是和左眼的条纹图像对应的。显示了左眼的条纹图像后每个小孔的位置将从竖直透镜的透镜叶片的中心水平移动。同理,LCD上的每个右眼的条纹图像也是由射向右眼位置的光来显示,小孔和不透明部分的安排正好与左眼的相反。因此,当观察者在正确的位置上就能看见LCD上的立体图像。为了建立这个立体图像,竖直透镜的水平间距(例如透镜叶片的水平宽度)被设置为比方格面罩的间距(例如小孔的水平宽度加上不透明部分的水平宽度)小一点,而且,竖直透镜的透镜叶片的焦点在方格面罩上^[2,3]。

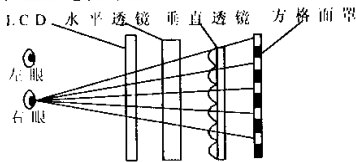


图4图像生成原理

水平透镜的每个透镜叶片都和合成图像的一个水平条纹图像相对应,也和方格面罩上的一个排列线相对应。水平透镜的透镜叶片能从每个水平排列线中的小孔射入的光线聚集到LCD上的合成图像的每个水平条纹图像上。水平透镜的两个作用是:1)防止从排列线中的小孔中入射的光线射到另一只眼睛的条纹图像中;2)构建一个竖直方向上的大的观测区域。聚焦在水平条纹图像的光线在显示条纹图像后将根据收

敛的数字光圈扩散,从而构成一个大的竖直方向上的观测区域,如图5所示(右眼与左眼类似)^[2,3]。

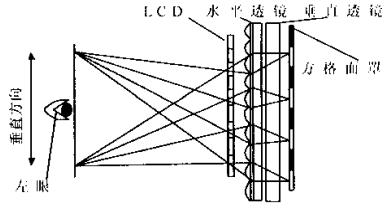


图5竖直观测区域

结果,从背景光面板发射的光通过了方格面罩、竖直透镜、水平透镜和LCD形成了在水平方向上交替排列的竖直条纹。

4.3 多视图显示和头部跟踪显示的基本原理

多视图显示和头部跟踪显示给观察者提供了一个不同于传统的二维显示或立体显示的三维世界,它结合了立体视差和移动视差对视觉产生的影响。

4.3.1 多视图显示基本原理

图6表示一个观察者正在观看场景,他每只眼睛看见场景中不同的图像,而且,无论何时他移动头部时,都可以看见场景中的不同图像。他可以看见场景中无限多幅图像。图7表示将同样的观察空间分成有限数量的水平窗口,在每个窗口中只有一幅图像,观察者的每只眼睛分别看见一幅不同的图像,而且图像会随着头部的移动而变化,但是观察者必须从一个窗口到另一个跳跃式移动。这样,少量的视图就能够提供立体视差和水平的移动视差,在水平视差上基本上没有限制,垂直方向上的视差也能提供,当然这时需要的图像数就是现在图像数的平方^[4]。



图6现实世界

图7虚拟世界

图7中的有限数量的图像允许被输出到每个窗口的三维场景的不同图像代替(如图8所示),这就是多视图立体显示的原理^[4]。

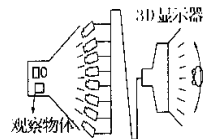


图8多视图显示

多视图显示器在空间的多个区域中显示多个不同的图像。多视图显示的优点是观察者可以自由地在观察区域中移动他的头部,同时仍然感觉到3D图像;观察者可以通过简单的移动头部而环视场景中的物体;支持多个观察者同时观察,每个观察者在自己的视点上都能够看见3D图像;不需要头部跟踪以及相关的复杂的技术。多视图显示的缺点是:建立多个视图的显示是十分困难的;同时产生所有的视图的问题,因为不管它是否被观察者看见,每个视图在整个时间中都是存在的;每个观察者在观察时有50%的机会看见错误的图像,而且偏离理想的距离越远,这种可能性会越大^[1,4]。

(下转第181页)

4 结束语

参考文献

- ☆☆

4.3.2 头部跟踪显示

图9 头部跟踪显示

计算机工程,2000,26(11):82

- #### 4.4 系统的应用

5 结论

参考文献

- 万方数据