Vol.29 No 12

Computer Engineering

发展趋势 / 热点技术 ◆ 文章编号: 1000—3428(2003)12 —0003—02

文献标识码: A

中間分类号: TP303

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)

續 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 3 D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,从各种手执式观测器、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¹¹。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———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广泛的应用前景。

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¹¹。

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"。

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显示技术的诸多敏点,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

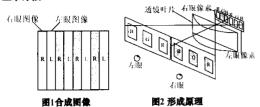
基金項目: 湖北省自然科学基金项目(2001ABB097); 国防 "863" 计划基金项目

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

收着日期: 2002-07-17 体回日期: 2002-09-13

---3---

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。



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

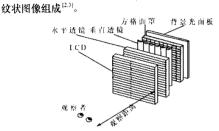


图3 基本组成图

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, 当观察者在一个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]。

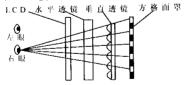
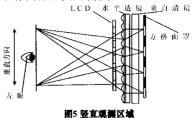


图4 图像生成原理

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

做的数字光圈扩散,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)[23]。



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 多裸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^[i]。



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 的原理門。

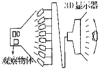


图8 多視图显示

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,每个观察者在他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)

需求推动下跨学科发展的产物。而由于目前我国大部分软件 企业规模偏小、开发不规范、管理不科学、人员流动率高, 这部分软件企业对于应用数据挖掘没有热情。大中型软件企 业在软件开发规范化之后,并且应用了各种CASE和辅助开 发系统客观、真实、全面地收集了大量数据以后,对于应用 数据挖掘以便更好地决策分析已经产生了初步的需求。随着 竞争的加剧以及软件企业的成熟和规模的扩大,这种需求会 变得强烈起来。

4 结束语

在软件行业应用数据挖掘技术除了可以进行决策支持和控制、监视企业运作状态外,还在客观上使软件开发过程流程化、规范化。将数据挖掘技术应用到软件行业面临着很多困难和挑战,但是软件企业员工的计算机水平普遍较高,在企业运作过程中对计算机的依赖性也很大,软件行业较之其他行业便有了一点优势,可以降低收集软件开发中过程信息的难度。随着软件行业的发展和成熟,应用数据挖掘技术以提高软件企业的信息化水平将是一个热点。目前还没有针对软件企业的成熟的专用数据挖掘系统,北航软件开发环境国家重点实验室目前正努力在承担的产品线(Product Line)项目中融入数据挖掘技术并取得了一定进展,将会在以后陆续介绍所使用的相关技术和算法。

参考文献

1 钟林辉,谢 冰,邵维忠,青鸟软件配置管理系统;BCM及相关工具.

计算机工程,2000,26(11):82

- 2 邹 炜,孙家骕,孙艳春.青鸟网上构件库系统的访问控制机制.软件 学报.2002.(1)
- 3 http://www.sei.cmu.edu/plp/
- 4 冯 涛,武小鹏,一个软件过程可视化工具的设计与实现. 计算机研究与发展,1998,(9)
- 5 宿为民,朱三元.支持过程度量的软件过程建模方法的研究.软件学报 1999.(8)
- 6 李 健,金茂忠,软件过程度量技术的研究,计算机工程与应用,2001, (5)
- 7 http://www3.ca.com/Solutions/Product.asp?ID=3691
- 8 杨 杰,结合数据融合和数据挖掘的医疗监护报警,计算机仿真、 2000,(6)
- 9 宋兴彬,数据挖掘技术在税务系统中的应用,山东电子,2001,(2)
- 10 徐宝文,张卫丰.数据挖掘技术在Web预取中的应用研究.计算机学 根 2001 (4):24
- 11 Frawley W,Piatetsky-Shapiro G,Matheus C.Systems for Knowledge Discovery in Database [J].IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 1993,5(6):903
- 12 陈玉泉、文本数据的数据挖掘算法、上海交通大学学报,2000、(7)
- 13 邹 涛.基于WWW的文本信息挖掘.情报学报,1999,(4)
- 14 Inmon W H.数据仓库(Building the Data Warehouse)[M].北京:机械 工业出版社,2000
- 15 Bius J P.Data Mining with Neural Networks [M]. New Jersey: Prentice Hall, 1999
- 16 Han J,Kamber M.数据挖掘:概念与技术.北京:机械工业出版社, 2001

(上接第4页)

4.3.2 头部跟踪显示

这种显示技术主要是针对单个观察者而言的,只显示两幅具有视差的图像,通过跟踪观察者的头部运动或眼球的转动来使每只眼睛始终看见的是正确的视图,如果图像的产生过程考虑了头部的位置,那么运动视差就能够被模拟出来,否则,头部跟踪显示仅仅只提供了静态视差。如果知道观察者的头部位置和眼睛观察的方向,那么恰当的图像就能在恰当的区域显示,这样就能防止观察者看见错误的图像,图9显示了头部跟踪显示器工作的基本原理,立体摄像仪跟踪头部运动,并将信息反馈给计算单元,经过计算处理得到人眼的位置和此时应该看见的图像,将图像信息传递给显示单元显示相应的图像,将位置信息传递给控制单元控制透镜组的运动使图像偏振到相应的位置,从而使左眼和右眼能够持续看见相应的图像"惩"。

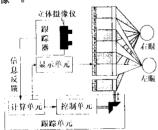


图9 头部異踪显示

这种方法主要的困难是头部跟踪本身,现在有许多实现 头部跟踪的方法,例如: 电磁跟踪仪, 红外线跟踪仪, 摄像 头跟踪等⁵¹。

4.4 系统的应用

在国外已经有许多研究机构研制出基于这种3D显示技术的显示器原型机,例如德国的Dresden3D GmbH公司生产的Dresden3D D4D显示器,已经在医疗方面得到了应用;美国纽约大学也研制出3D显示器的原型机。但是现在的3D显示器由于造价相当昂贵,而且有许多技术问题还没有很好解决,因此还没有得到广泛的应用。

5 结论

随着新技术的不断完善,这种能给观察者带来更舒适的、更具有沉浸感的3D显示技术必将成为PC显示器的主流,逐渐走向人们的生活。在军事、教育、游戏、虚拟现实(VR)等领域有着广泛的应用前景。

参考文献

- 1 Kleinberger.Systems for Three-dimensional Viewing and Projection. US Patent 6.252,707,2001-06-26
- 2 Morishima H,Nose H,Taniguchi N,et al.Rear Cross Lenticular 3D Display without Eyeglasses.http://www.mr-system.co.jp/public/paper/ spie.pdf
- 3 Morishima H,Nose H,Taniguchi N,et al.An Eyeglass-free Rear-cross-lenticular 3-D Display.http://www.mr-system.co.jp/pubilic/paper/sid98morishima/proceeding_sid98.html
- 4 Dodgson N A.Autostereo Displays:3D Without Glasses Invited Paper. Presented at EID'97(Electronic Information Display), Esher, Surrey, 1997-11-18
- 5 Pastoor S,Liu Jin,Renault S.An Experimental Multimedia System Allowing 3-D Visualization and Eye-controlled Interaction Without User-worn Devices.IEEE Ansaction on Multimedia,1999,1(1)

-181-