



工业和信息化部“十二五”规划专著

集成立体成像技术

朴 燕 王 宇 著

工业和信息化部“十二五”规划专著

集成立体成像技术

朴 燕 王 宇 著

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

集成立体成像是一种利用微透镜阵列来记录和再现三维空间场景的真三维显示技术。本书介绍了集成立体成像的基本原理与应用,具体包括绪论、集成立体成像技术、集成立体成像的计算机重构、集成立体成像系统重构图像的分辨率、集成立体图像压缩技术和集成立体图像视角技术等。

本书可作为高等学校电子信息、计算机等学科相关专业的研究生教材,也可供致力于三维显示技术的专业人士参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

集成立体成像技术/朴燕,王宇著. —北京:电子工业出版社,2015.1
工业和信息化部“十二五”规划专著
ISBN 978-7-121-24997-6

I. ①集… II. ①朴… ②王… III. ①成像系统 IV. ①TN941.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 279108 号

策划编辑:谭海平

责任编辑:谭海平 特约编辑:王 崧

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:7.75 字数:130 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版

印 次:2015 年 1 月第 1 次印刷

定 价:49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

近年来,各种三维影像、三维游戏和三维视频内容越来越多地展现在众人面前,《阿凡达》更是引起了全球范围内的三维电影热。另一方面,三维立体显示也正逐渐从电影院的大屏幕,走向家庭里的小屏幕;三维立体显示技术也由传统的佩戴光学眼镜方式的双目视差技术,逐步发展到无须佩戴眼镜、具有多视场的裸视三维立体显示。与平板显示技术相比,当前的三维立体显示技术并未显示出一种技术独占市场的趋势,而是多种技术并存和竞争的状态。

真三维立体显示由于能够在三维空间重建物体的影像,因此会使观察者感到在真实的空间观察物体,是三维立体显示所追求的终极目标。集成成像显示(Integral Imaging,简称为II,又译为三维全景成像技术)是目前真三维显示技术中的一种。集成(立体)成像技术,是一种通过微透镜阵列来记录和显示3D空间场景信息的图像技术。集成(立体)成像技术的突出的特点是:空间上再现了真实立体图像,并保留正确的显示比例;不需要任何观察设备,而且不受观察者可视距离的限制;给观察者提供了连续视点的真实立体图像,克服了眼睛集中适应性调节冲突问题;是一种被动显示技术,克服了全息术中需要辅助光源来显示立体图像的问题,且系统组成相对简单。

本书简明、凝练且较全面地介绍了集成成像技术及研究领域,总结了作者多年来的研究成果。作者提出的方法和模型都给出了相应的实验结果,使读者直观、易懂。本书紧紧围绕集成成像技术的相关技术进行了由浅入深的研究和探讨,使研究生和显示领域的研究人员能尽快地了解该技术,并能展开相应的研究。

本书还有很多不足之处,请给予批评指正。

朴 燕

2014年12月于长春

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 立体视觉的形成	2
1.3 立体图像信息的获取	3
1.4 立体显示技术分类	4
1.4.1 立体镜技术	5
1.4.2 自动立体镜技术	5
1.4.3 真实立体显示技术	7
1.5 集成立体成像技术发展状况	10
参考文献	12
第 2 章 集成立体成像技术	14
2.1 集成立体成像技术的基本原理	14
2.2 集成立体成像技术的性能指标	17
2.3 集成立体成像技术中的重构技术	20
参考文献	24
第 3 章 集成立体成像的计算机重构	26
3.1 集成立体成像的计算机重构原理	26
3.2 计算机重构图像质量评价	27
3.2.1 主观评价	27
3.2.2 客观评价	28
3.3 传统的集成立体成像计算机重构方法	29
3.3.1 集成立体成像的视图提取	29
3.3.2 传统方法工作原理	30
3.3.3 实验结果	31
3.4 非周期性提取像素的计算机重构	32
3.4.1 理论分析	32
3.4.2 实验结果	33

3.5	减小集成图像的交叉干扰	34
3.5.1	相邻元素图像之间的交叉干扰	34
3.5.2	元素图像交叉干扰区域的校正	36
3.5.3	实验结果	38
	参考文献	39
第4章	集成立体成像系统重构图像的分辨率	41
4.1	重构图像的分辨率	41
4.1.1	集成立体成像分辨率的计算	41
4.1.2	衍射效应和聚焦误差与集成立体成像分辨率	43
4.1.3	透镜焦距的调整和最佳透镜宽度	44
4.2	改善重构图像分辨率的光学方法	46
4.2.1	运动透镜阵列技术	46
4.2.2	旋转棱镜片	47
4.2.3	电子合成透镜阵列	48
4.2.4	空分复用的投影方法	49
4.3	基于透镜阵列模型的计算机重构	50
4.3.1	微透镜的像素映射	51
4.3.2	基于透镜阵列模型的重构方案	52
4.3.3	实验结果	53
4.4	立体匹配像素的计算机重构	54
4.4.1	微透镜阵列形成的匹配像素	54
4.4.2	基于匹配像素的计算机重构	55
4.4.3	实验结果	56
4.5	基于相似像素块平滑过渡的图像后处理	57
4.5.1	“像素块”问题的产生	57
4.5.2	基于相似像素块平滑过渡的图像后处理	58
4.5.3	实验结果	60
4.6	基于匹配区域纹理信息的计算机重构	61
4.6.1	元素图像集中的匹配区域	61
4.6.2	基于匹配区域纹理信息的计算机重构	62
4.6.3	实验结果	64
	参考文献	65
第5章	集成立体图像压缩技术	67
5.1	图像压缩和解压缩原理	67
5.1.1	数字图像的概念	67
5.1.2	图像压缩的可能性	68

5.1.3	图像压缩的技术指标	68
5.1.4	图像相关函数模型	71
5.2	图像数据压缩编码算法	73
5.2.1	图像压缩编码的分类	73
5.2.2	预测编码	77
5.2.3	DPCM 编码方法	81
5.3	集成立体图像压缩技术研究	85
5.3.1	基于光学特性的集成立体图像压缩技术	85
5.3.2	基于 MPEG-2 技术的三维彩色集成立体图像的压缩	92
	参考文献	101

第 6 章 集成立体图像视角技术 102

6.1	集成立体图像的视角分析	102
6.2	集成立体图像视角研究现状	103
6.3	改变系统元件以增大视角的光学方法	104
6.3.1	计算合成孔径集成成像技术(COMPSAI)	104
6.3.2	利用元素图像掩模增大集成图像显示的视角	106
6.3.3	多用户跟踪技术	108
6.3.4	采用弯曲透镜阵列	110
6.3.5	微镜头切换技术增大视角	112
6.4	利用传统 II 系统改善视角的计算机处理方法	113
	参考文献	116

第1章 绪 论

1.1 引 言

自然界是一个立体的空间,大至宇宙星系,小至原子、微粒,都存在三维尺度和空间位置关系。在表达纷繁复杂的现实世界的众多方式中,采用图像的表达方法是最为直观的。因为图像可以直接提供视觉信息,这样就便于直接了解细节信息。研究表明,在人类获取的外界信息中,视觉信息超过了80%。图像信息具有很多优点,如直观、易懂、形象、信息量大等,是人们日常生产、生活中接触最多的信息种类。

传统的图像是一种二维的信息载体,它只能表现出景物的内容,却忽略了物体的远近位置等深度信息,因而不完整的。人类是天生的空间思维者,在生产生活中习惯了使用两只眼睛来观察世界,倾向于以一种立体的方式来组织和解释信息,使活动更为准确和自由。人类对物体信息的判断依据是每个视网膜上的成像,大脑对两幅视网膜图像进行分析加工,从而获得更为真实和准确的深度信息。因此,作为观察的主体,人类更需要提供比一幅图像更多的信息画面来获取必需的空间信息。为了帮助人们获得立体的视觉感受,学者们一直在研究如何自然地进行三维显示。

能够同时提供符合立体视觉原理的具有深度信息画面的媒介就是立体显示技术。由于现代科学技术的发展,特别是计算机技术、微电子技术、光电子技术的发展,使同时拍摄多画面成为可能,并可以完全模拟现实景况使之重现,即使观察者不在现场,也丝毫不影响对细节信息的获取。立体显示技术能够真实地重现客观世界的景象,表现出场景的深度感、层次感和真实性,是当前显示技术发展的重要方向。

随着2009年年底卡梅隆导演的《阿凡达》热映,三维立体(3D Stereo)显示技术成

为目前火热的技术之一,这种技术通过左右眼信号分离,在显示平台上实现了立体图像显示。立体显示可以把图像的纵深、层次、位置全部展现,观察者可更直观地了解图像的现实分布状况,从而更全面地了解图像或显示内容的信息。电影《阿凡达》热映的后时代,全民步入了 3D 立体的时代,随着技术的发展和 3D 技术关注度的剧增,3D 显示技术的普及化应用已进入紧锣密鼓的实用阶段。

1.2 立体视觉的形成

在我们的日常生活中,呈现在我们眼前的世界是有远近、纵深感觉的立体世界,为什么我们的眼睛会对看到的事物产生立体的感觉呢?下面将主要从三个方面说明。

1. 左右眼视差

早在 20 世纪初期,科学家就发现了“视差创造立体”的原理。所谓“视差”,是指人的左右眼一般要在水平方向分开 4~1.6 厘米的距离,造成左眼和右眼观看景物时在角度上也稍有差异,而这个差异导致了两只眼睛看到的物体的轮廓和阴影的差异,因此在视网膜上形成的图像就稍有不同^[1],如图 1.1 所示。大脑根据这两个有细微差别的场景进行综合处理,产生精确的三维物体,以及该物体在场景中的定位,这就是具有深度的立体感觉。可见左右眼视差是人们产生立体视觉的根本原因。左右眼视差还有静止视差和运动视差的区别。静止视差是指观看者的左眼看到一个场景的透视图像,而观看者的右眼看到另一幅不同的右眼透视图像。左右眼视网膜图像中的视网膜视差导致了一幅深度感的立体图像的产生。运动视差是指观看者在任意方向运动时,感知图像做持续正确的变化,也就是观看者在不同位置观看到相同景物的不同的像^[2]。

2. 左右眼的会聚角和焦距

两眼会聚在一点上形成的角度称为会聚角。人在观看某一物体时,就要把一双眼睛的焦点会聚到物体的某一点上,并要同时调节眼睛的晶体焦距使影像能够正确投影到视网膜上才能看清楚该物体,如图 1.2 所示。会聚角和焦距的自然配合是人类天生就具有的能力。一旦需要违背这种配合过程去观看景物的时候,眼睛就会感到非常疲劳。例如有一种立体图像要用双眼分视法把两张并排的图片聚在一起才会产生立体感,而且稍有干扰立体感就会消失。由此可见会聚角和焦距的自然配合在人们观看空间立体景物时起到了非常重要的作用。

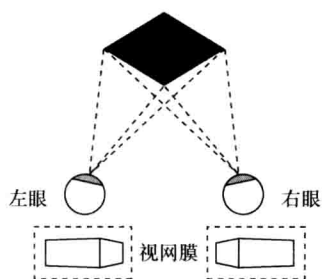


图 1.1 左右眼视差图

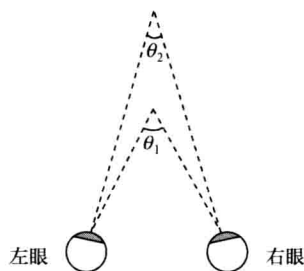


图 1.2 会聚角 θ

3. 空间事物的视觉基本特征

这里所说的基本特征包括透视效果、阴影和光泽的分布,画面明暗虚实的变化,物体的遮掩关系等。透视效果是观看三维世界时的基本规律,是画面产生立体感的基本要求。如果画一个立方体却没有遵照立方体的透视规律来画,那么画出来的作品就一定不会产生立方体所应有的立体感。当我们观看一张相片的时候,人们可以根据图片中物像的近大远小,阴影和光泽的分布,物体的遮掩关系来判断物体的前后关系。真实世界中根据光源的亮度、颜色、位置和数量的不同,物体会有相应的亮部、暗部、投影和光泽等,同时近处的物体在色彩的饱和度、亮度、对比度等方面都相对较高,远处的则较低。如果画面中没有这些效果或是违反这些规律,都不会产生好的立体感。因此这些特征也是人们获得立体视觉不可缺少的一部分。

1.3 立体图像信息的获取

根据前面的介绍,为了实现基于双眼视觉的立体显示,第一步就是要获得用来被显示的立体图像的信息,而这个信息必须满足一个最基本的条件:从该信息中至少能够提炼出两套分别供左眼和右眼观看的可用的视差图。所谓可用的视差图,是指基本符合人眼生理结构,按要求分配给人的左、右眼后能够产生立体感的视差图。目前,这种立体图像信息的来源主要有 3 种。

1. 多机拍摄

多机拍摄中最通用且最简单的是双机拍摄,该方法就是将两台照相机或摄像机并排放置,两机间的角度和距离都模拟人的双眼位置,然后进行拍摄,产生一对视差

图像信号,最后编码成多路信号存储起来。然而,通过这种拍摄方式所获取的信息量极其有限,通过这种信息最多只能显示出一个观看角度的立体图。随着立体显示技术的不断完善和发展,人们对立体图的要求也越来越高,于是想到了同时用两个以上的照相机或摄像机拍摄一个立体场景,这样获取的信息就包括了多个观看角度的立体图。

2. 立体扫描

尽管多机拍摄所获取的信息包括了多个观看角度的立体图,但这毕竟只能是有限特定的几个观看角度,不能灵活切换。立体扫描就解决了这一难题。所谓立体扫描,是指通过一种特定的扫描设备对一个立体事物进行扫描,并将该事物的所有立体信息传输到某个存储设备里,这个立体信息包括了所有观看角度的立体图。

3. 软件生成

软件生成就是利用计算机图像处理技术,通过某个具体的立体建模软件生成立体信息。目前立体建模技术已经相当成熟,相关的软件也层出不穷,现在最流行的主要有 3D Studio MAX 和 Maya 等。

1.4 立体显示技术分类

目前,按照显示三维图像的方法不同,一般把三维显示技术分为三类:立体镜技术、自动立体镜技术、在空间中形成三维影像的真实立体显示技术^[3]。

立体镜方法和自动立体镜方法都基于双目视差线索来形成立体视觉,通过采用恰当的分像方式给左眼和右眼提供两幅具有视差的图像,让观察者感觉到物体的深度。立体镜方法需借助于特定的立体眼镜对左右视图分离,才能获得三维感知。自动立体镜方法是裸眼就能观察的自动立体三维显示,它们通过光学方法向不同空间角度发射不同的图像。这类显示设备往往对用户的位置有严格限制,在特定的视区才能得到正确的立体显示。这种依靠左右眼视差产生的非自然的深度感,可能导致用户在长时间观看时出现不舒适感。

真实立体显示技术可以真实、自然地显示三维信息,它在包括虚拟现实、数字娱乐、科学可视化在内的很多领域都有着广泛的应用。因为图像是在真三维空间中被构造的,这样看起来就与真实物体没什么差别,产生的三维图像的立体感觉就比较真实。真实空间三维显示技术主要包括全息三维显示、体三维显示和集成立体成像技术。

1.4.1 立体镜技术

立体镜方法(Stereoscopic Method)最早源自 1832 年 Wheatstone 的工作^[4],如图 1.3 所示。它的工作原理是使用各种通道将左眼和右眼的图像分别呈现给左右两眼,由于这类方法实现较容易,所以在目前的娱乐和商业系统中仍有着较广泛的应用。但是这种技术需要佩戴特殊眼镜来观察立体图像。

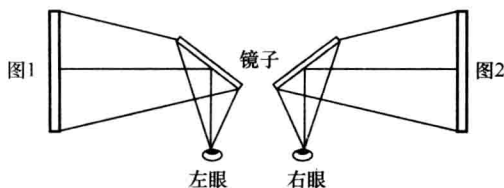


图 1.3 Wheatstone 的立体镜成像示意图

到目前为止,已经研制出各种各样的立体眼镜来实现“分像”,根据分像方法的不同,主要有液晶闪闭法、红绿补色法和偏振光法三种立体观察方式^[5]。

立体镜显示要求观看者佩戴特殊眼镜,特殊眼镜能使两只眼睛相互不能看到另外一只眼睛所看到的图像,然后再通过大脑的加工产生出立体的感觉。但大脑长时间在这种状态下,身体上会产生一些恶心、头痛,甚至眩晕等不良反应,而且要求观众长期佩戴特殊的眼镜本身也不舒适^[6]。这些都大大限制了立体镜显示方法在娱乐和通信领域内的进一步应用,故其商业用途也只是暂时的。

1.4.2 自动立体镜技术

自动立体镜技术(Auto-Stereoscopic Method)的原理与立体镜技术一样,但是实现分像的方式不同,不需要佩戴眼镜。自动立体三维技术可以分为两种:基于凸透镜成像法的显示技术和基于视差栅栏成像法的显示技术^[7]。

1. 基于凸透镜成像法的显示技术

图 1.4 给出了这种显示技术的基本装置,其中圆形柱面凸透镜是成像的主要部分,这些柱面透镜垂直排列,利用折射原理实现分像,每个透镜后面的图像的像被分成 n 个子像素,这样透镜就能以不同的方向投影每个子像素,双眼从不同角度观看显示屏,就看到不同的子像素叠加像素。使得观看者的左眼只能看到左视图,右眼只能看到右视图^[7],因此实现了分像。

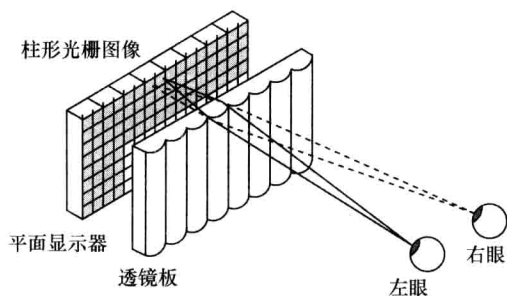


图 1.4 基于凸透镜成像法的显示技术

2. 基于立体光栅成像法的显示技术

图 1.5 给出了基于立体光栅成像法的显示技术的系统装置。左图是基本装置，在屏幕和观众之间设置了一个立体光栅，这个立体光栅用来阻挡视线，使左眼看到的栅条右眼看不到，右眼看到的栅条左眼又看不到，这样就实现了分像。需要注意的是，如果改变了观看者的位置，视差障碍位置也要发生改变^[8]。

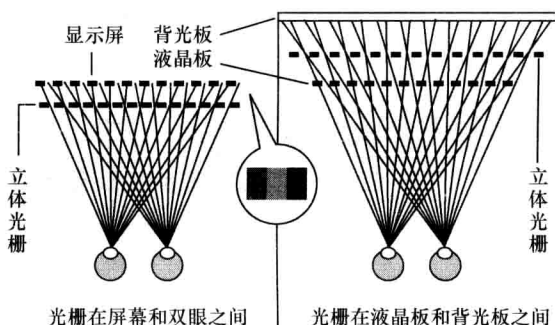


图 1.5 基于立体光栅成像法的显示技术

如果系统中采用的显示器具有背光结构，如液晶显示器，也可以在液晶板和背光板之间设置立体光栅，如图 1.5 中右图所示，在立体光栅的作用下，液晶显示器的背光源就变成狭缝式。因为系统中使用了狭缝光，所以人的左右眼只能分别看到相应的像素组。如果人的左右眼看到的是分别对应左右视图的像素组，就会形成立体图像。

自动立体镜技术与传统的立体镜技术相比，不需要佩戴特殊眼镜，解决了观察者长时间佩戴眼镜的不舒适问题，同时，观察者的视野也不用受限于眼镜。但是自动立体镜技术的景象范围有限，多人同时观察时不方便。

另外，自动立体镜技术与传统的立体镜技术存在一个共同的问题，即由于焦距固

定,人眼在观看场景时无法像观看一个真实物体时那样收缩或改变焦距。

1.4.3 真实立体显示技术

自动立体镜显示是使入射到左右眼的图像具有一定的视差,从而使观察者感觉到一种立体的效果。这种方法通常只用一个或几个固定的观察点,如果偏离观察点,观看的就不是立体图像。这种技术需要观察者在固定的观察点上对眼睛进行适应性调节,进而使光线入射到左右眼。由于眼睛的集中适应性调节冲突(convergence-accommodation conflict),会使观察者感到视觉疲劳。

真实立体显示与基于“双眼视差”的自动立体镜显示不同,它呈现的图像是在三维空间中构造的,采用合适的方法把原来的多幅二维图像合成为一幅三维图像,这种技术不仅像自动立体镜一样提供了心理景深,还能给观察者提供真正的物理景深,使三维图像看起来与真实物体没有不同,立体感觉非常真实。另外,这种技术的另一个特点是,允许很多人从几乎任何角度来观看,这在立体显示的实际应用场合中是很重要的。

真实立体显示技术有全息技术、体三维显示、集成立体成像等形式。

1. 全息技术

1948年,英国科学家 Dennis Gabor 提出了全息术。全息术主要是利用光的干涉原理,把物体发出的特定光波信息用干涉条纹的形式记录在存储介质中,我们把记录下来的干涉条纹图像称为“全息图”。在利用全息图重现三维图像时,需要用光波对全息图进行照射,由于衍射作用,原始的物光波被重现,这样就形成了原物体空间的三维图像。全息照相与普通照相的记录方式不一样,普通照相方式记录的是光强分布,即光波的振幅信息,而全息照相方式同时记录了光波的振幅信息和相位信息。因此,与普通照相方式相比,全息术具有三维立体性和可分割性两个优点^[9]。三维立体性指的是利用全息图再现的图像如同真实物体一样,观看者看到的是三维立体图像,具有真实的立体感觉;全息技术的可分割性指的是全息图的每个子图都能反映出整个三维场景,不会因为是对部分全息图进行处理而不能显示完整的图像。

激光光源的快速发展推动了全息术的发展^[10]。从1960年开始,激光器的问世和离轴全息图的出现,使得全息技术吸引了越来越多人们的目光,获得了日新月异的飞

速发展。1962年,反射式体积全息图实现了利用白光再现全息图;1963年,出现了彩虹全息图和全息复空间滤波器。在最近几十年的研究过程中,发明了很多全新类型的全息图,并且全息技术与其他的非线性光学、计算机处理、光电子等技术结合起来,在众多研究领域得以发展和应用,获得了一系列的研究成果。

在激光全息图中,三维信息是通过光的波前干涉的形式记录下来的,观察者不需要佩戴特殊的眼镜即可高度清晰地再现原来的三维场景。激光全息技术在工业测量、防伪等方面均取得了十分广泛的应用。在杂志封面、产品包装以及信用卡上经常可见作为防伪商标的激光全息图。激光全息图的记录过程要求采用相干光源,因此,记录往往要求在暗室条件下操作,同时还要求设备具有高度稳定性。这些都大大限制了它的应用范围。目前,激光全息图多用于记录静止的物体,不大适于用在视频通信等其他领域。

2. 体三维显示

体三维显示则是通过依时序点亮位于一定空间显示体积内的物质,形成立体显示的基本元素——体像素,并由许多分散体像素构成三维图像,浮现在真实三维空间中,从而真实再现现实世界的三维物体。由于体三维显示是在真实的物质空间中表达三维信息,因此人眼直接观看其三维图像就自然而然具有水平视差和垂直视差,获得三维效果,不需要佩戴立体眼镜;所形成的三维显示体在各个方向上都具有连续视场,可同时提供给众多的用户使用。总而言之,即允许多人多方位同时观看,无须佩戴眼镜,有利于用户更好地观察数据三维形态。

在真三维立体显示系统中,也需要某种方式来扫过整个三维空间,使之能刷新空间的体素来显示图像。这种方式,称之为真三维图像空间的创建。目前的体三维显示技术根据显示原理的不同又可以分为两大类:一类是基于旋转屏或移动屏并配合高速显示器的三维显示,称为动态体技术;另一类是基于发光介质的三维显示,不依赖于机械运动,称为静态体技术。

(1) 动态体技术

图像空间的创建所指的物理过程实际上就是旋转体的旋转。随着旋转体的高速旋转所扫过的空间,就形成了图像空间。所有的三维数据便是在这个空间内显示的。

动态体技术是由德州仪器(Texas Instrument, TI)推出的一种利用激光扫描立体影像的显示器,又有人称之为体积式显示器。主要是利用一个快速旋转的圆盘,配合



由底下投影的激光光源,藉由激光光源投射到快速旋转的旋转面时会产生散射的效应,以扫描空间中的每一点,其缺点是影像中央必须有一个旋转轴,靠近轴心的影像旋转速度较慢,立体影像较不清晰。

动态体技术的一个典型例子就是 Perspecta,图 1.6 给出了该系统的原理示意图。该系统采用的是空间投影和柱面轴心旋转相结合的结构,主要的组成部分由旋转投影屏、计算机控制系统和高速发光阵列构成。投影屏由很薄的半透明塑料做成,旋转频率高达 730rpm。Perspecta 系统显示 3D 物体的过程是这样的:先用软件实现 198 张 3D 物体的剖面图,投影屏在高速旋转时,每次旋转不到 2° 时,就会在投影屏上更换一张剖面图,这样多个剖面图在投影屏上被依次投影,如果旋转速度足够快,就会由于视觉暂留现象,在观察者的眼中形成自然的 3D 物体^[10],而且允许多人同时在不同角度观察。

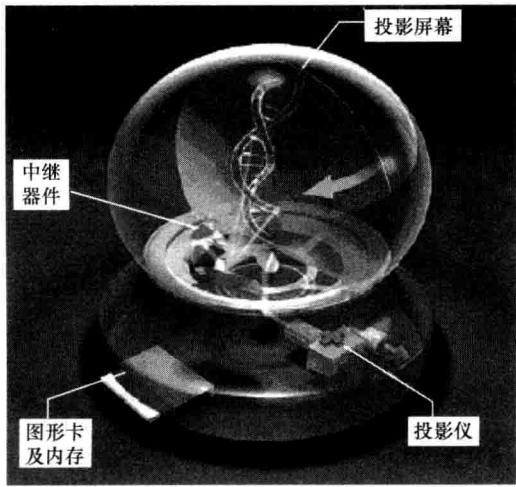


图 1.6 PerspectaTM 3D system 原理示意图(来自文献[17])

(2) 静态体技术

相对动态体技术而言,静态体技术原理则简单得多,它采用两束激光束照到一个由特殊材料制造的透明的图像空间上,经过折射,两束光相交到一点,相交于图像空间的某一点,即立体图像的最小单位“体素”,如图 1.7 所示^[11]。每一个体素对应构成真实物体的一个实际的点,只要让这两束激光束快速移动起来,就可以在图像空间中形成许许多多多个交叉点,这样,立体图像空间中的无数个交叉点(体素)就构成了真三维的物体图像。

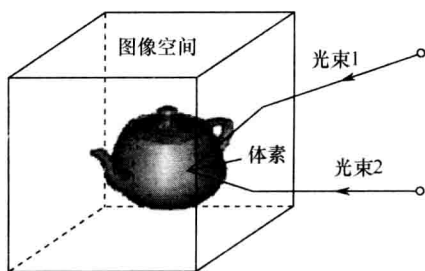


图 1.7 静态成像原理示意图(来自文献[11])

体三维显示技术有一个缺点,就是不能显示不透明的三维物体,因为一束光线不能挡住另外一束光线的传播,所以它产生的 3D 透视图只能是半透明的。到目前为止,这个问题仍没有有效的解决方法,因此在很多 3D 场景中不能采用体三维显示技术,这也限制了该技术的应用发展。

3. 集成立体成像技术

集成立体成像技术(又称全景立体图像技术,Integral Imaging 或 Integral Photography,简称 II 或 IP)是一种用微透镜阵列来记录和显示三维场景信息的立体成像技术。

集成立体成像技术具有以下突出特点:①不需要任何观察设备的情况下,在空间上再现了三维图像,并保留了正确的显示比例而不受观察者的可视距离的限制。而传统的立体镜方法,图像的显示比例随着观察者距离的变化而失真;②给观察者提供了连续视点、全视差的真实的立体图像,克服了眼睛集中适应性调节冲突问题;③是一种被动显示技术,克服了全息术中需要辅助光源来显示立体图像的问题;④系统的组成设备相对简单。

集成立体成像技术因为其众多的优点而被认为是一种非常具有实际应用前景的三维图像技术,引起了三维图像领域内越来越多的科学家和公司及企业的注意与重视。

1.5 集成立体成像技术发展状况

集成立体成像技术第一次是由 Gabriel Lippman 于 1908 年提出的,但由于当时的透镜工艺及采集设备的限制,所得到的图像质量并不是很高,且观看到的是一个物