

河北工业大学

毕 业 论 文

作 者： 田建平 学 号： 130042

学 院： 理学院

专 业： 应用物理学

题 目： 虚拟现实显示技术的研究进展

指导者： 朱吉亮 副教授

评阅者：

2017 年 5 月 19 日

毕业论文中文摘要

虚拟现实显示技术的研究进展

摘要:

虚拟现实技术是借助计算机、重力传感器、惯性传感器等多种设备,创建一种模拟环境,让用户从视觉、听觉、触觉、力觉甚至嗅觉和味觉等多感知体验虚拟世界的计算机仿真技术。这个仿真技术能让用户沉浸到多维信息空间中,仿真建模,获取知识和形成新的概念,这也是虚拟现实的根本目的。本文首先简述了虚拟现实的背景介绍以及主要特性,然后展望了虚拟现实显示技术发展前景。通过大量的文献搜索,本文综述了虚拟现实显示技术在头盔显示系统模块、多通道环幕立体投影系统模块、裸眼 3D 显示模块的研究进展。

关键词: 虚拟现实; 头盔显示; 多通道立体投影; 裸眼 3D。

毕业论文外文摘要

Research on Virtual Reality Display Technology

Abstract:

Virtual reality technology is computer simulation technology who create a simulation environment, allowing users from the visual, auditory, tactile, power and even sense of smell and taste and other multi-sensory experience virtual world with the help of computers, gravity sensors, inertial sensors and other devices. This simulation technology allows users to immerse themselves in the multi-dimensional information space, simulation modeling, access to knowledge and the formation of new concepts, which is the fundamental purpose of virtual reality. This paper first introduces the background of virtual reality and the main features, and then looks forward to the virtual reality display technology development prospects. Through the literature search, this paper summarizes the research progress of virtual reality display technology in helmet display system module, multi-channel ring projection system module and naked eye 3D display module.

Keywords: Virtual Reality; Helmet display; Multi-channel stereoscopic projection; Naked eye 3D.

目 录

1 绪论.....	1
1.1 背景简介.....	1
1.2 基本特征.....	2
1.3 主要技术.....	3
1.4 应用.....	3
2 虚拟现实显示头盔显示模块.....	4
2.1 头盔显示概述.....	4
2.2 重要的几种头盔显示方式及优缺点.....	6
2.3 本章小结.....	10
3 多通道环幕立体投影系统.....	11
3.1 概述.....	11
3.2 多通道环幕主要技术.....	12
3.3 本章小结.....	13
4 裸眼 3D.....	14
4.1 概述.....	14
4.2 主要技术.....	14
4.3 本章小结.....	16
结论.....	17
参考文献.....	18
致谢.....	20

1 绪论

随着社会生产力的不断发展和科学技术，VR 技术已经发现越来越多的应用程序各行业。现在 VR 已经成为一个新的科学领域。本文概述了 VR 的发展过程。首先我们介绍一下思想和相关研究方向 VR，然后我们讨论主要内容和当前 VR 研究的 VR 方面的情况建模，VR 表示人机交互互动和设备的技术，VR 开发套房和配套环境，以及 VR 应用程序，并指出几个问题理论与技术。本文首先简述了虚拟现实的背景介绍以及主要特性，然后基于虚拟现实显示技术发展前景，通过大量的文献搜索，本文从头盔显示系统模块、多通道环幕立体投影系统模块、裸眼 3D 显示模块入手，综述了虚拟现实显示技术的研究进展。

1.1 背景简介

近几十年来，计算机技术的进展大大减小了人与计算机的隔阂，随着信息技术和显示技术的快速成长，人们对高性能的显示技术的需求与日俱增，虚拟显示现实技术应运而生。虚拟现实技术，英文名：Virtual Reality。也被人称为灵境，因为它给人创造一种仿真的模拟环境，让人觉得仿佛进入一种灵境。

虚拟现实是借助计算机和各种传感器共同作用，创造一种让人沉浸其中的模拟环境的仿真技术。理想的虚拟现实是可以实现人-机互动的。人-机互动的要求就是这种计算机和各种传感器模拟的虚拟环境可以从人的听觉、触觉、力觉、运动等感知进行实时反馈，甚至还包含嗅觉和味觉也可以做相应的处理和反馈。

为使用户能够全身心的投入到虚拟的环境中，实现用户与环境进行最直接和自然的交互技术，就要求这个仿真系统能够让参与者沉浸于多维信息空间中，仿真建模，获取知识和形成新的概念，这也是虚拟现实的根本目的。为达到这个目的，仿真系统需要有能对人类感知和肌肉活动做交互作用的基于计算机系统的接口系统，这也是目前需要克服的主要技术瓶颈。

虚拟现实显示技术虽然近几年发展得如日中天，但是并不是近几年才被发现的。1965 年 Sutherland 提出“通过显示屏幕人们可以从听觉、视觉、嗅觉感受到视觉世界”这个对“最终显示”的大胆猜想。20 世纪 70 年代中期，Myron 提出了“人造现实”，

人造现实是指“把自己全身心的投入到电脑里，以致让人感觉身处真实世界是如此的令人着迷”。William Gibaon 于 1983 年定义了“通过合理的操作，以交感的幻想体验图形显示每个用户系统的计算机数据”，命名为 Cyberspace。1989 年，Lanier 首次提出虚拟现实这一词汇，并组建开发面向市场的以虚拟现实商品为主要营业手段的 VPL 公司。1990 年，美国 NPS 研制了 NPSNET，实现了实验性的分布虚拟现实系统。1992 年，Bajura 等人提出“增强现实”的目标。

1.2 基本特征

虚拟现实技术的主要优势和特征就是发挥在由计算机和人构成的系统中人的主观能动性，使用户全身心的投入到虚拟的环境中。基于计算机科学和相关科学技术，虚拟现实产生数字化视觉感知的环境，感觉的听觉和触觉是非常相似的对那些实际环境一定的范围。在必要的设备的帮助下在数字环境中交互并干扰对象，用户可能有感受和体会对应于实际环境中。VR 是理解的科学技术模拟自然。通常虚拟现实的基本特征可以用一个三个主要特性加以描述，即沉浸-交互-构想（如图 1）。

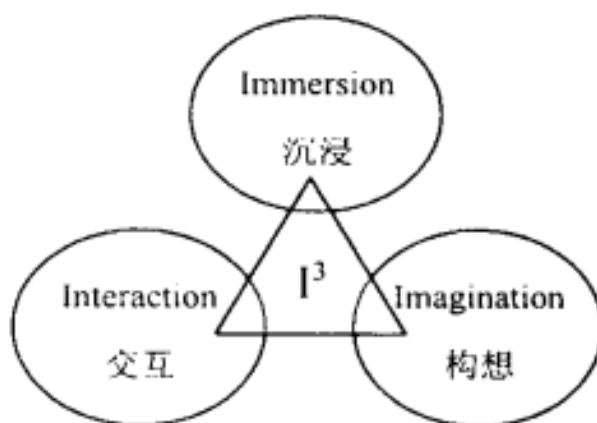


图 1 虚拟现实的基本特征

沉浸（Immersion）：

让用户全身心地投入到由计算机和各种传感器生成的虚拟环境中，也称为虚拟现实的核心。

交互（Interaction）：

VR 人机交互是必不可少的。用户通过操作各种获取生动的感觉虚拟对象在虚拟环境中，其中要涉及信息交换模式和设备之间的互动和相互影响人和虚拟环境。

构想（Imagination）：

用户沉浸到虚拟环境中，获取新的认知，探索新的知识，在构想中提高对事物的理性和感性，从而激发人的创造性思维。

1.3 主要技术

(1) 动态环境建模技术：为了模拟真实的物体和状态世界在数字空间中的规定随之而来对象，对象关系，交互对象，发展与变化现实世界应该反映为各种数据在数字空间进行演示。建模方法与对象类别有关需要模拟，以及应用程序领域。因此，与 VR 的分类一样系统，还可以对 VR 建模方法进行分类基于不同的出发点。例如，基于用户的看法，建模方法包括视觉建模，听觉建模，触觉建模等。

(2) 实时三维图形生成技术：建模方法使用照片构建生动的 3D 模型，可分为活跃的类型和被动类型。活动类型获得主动通过控件的 3D 对象信息的场景照明，具有很高的重建精度和简单的算法。但它需要人工重建线索，其中操作过程复杂。被动类型接收被动的风景强度信息，然后通过分析进行 3D 重建图像的被动线索，如色调，阴影，焦距，纹理和视差。这个方法几乎不限制建模的规模和位置景观准确度差，复杂算法。

(3) 立体显示和传感器技术：虚拟现实显示技术的性能参数和应用前提就是立体显示和传感器技术。立体显示需要考虑人眼的构造，显示的画面可以让人感受出立体感。现在的立体显示和传感器技术尚未发展完善，存在很大的局限性。虚拟现实的发展将与其共同发展。

(4) 应用系统开发工具：技术面向应用的必不可少的一步，应用系统的开发工具就需要为虚拟现实显示的发展建设一个可视化平台。

(5) 多种系统集成技术：多元化集中式必然结果，当然多种系统的虚拟现实也必须有多种系统集成。虚拟现实需要把大量的信息融合到一起，进行同步、转换和显示。

1.4 应用

飞行模拟：飞行模拟可以说是虚拟现实最早的应用领域。通过飞行模拟来训练飞行员，让飞行员在虚拟的环境中感受飞机上的感觉，又不会造成人身伤害，而且还能用来军事演习。

教学方面：虚拟现实可以帮助学校创建一系列虚拟教室和虚拟实验室。这种虚拟教室既可以让同学们讨论学习，又节省了大量的人力物力。虚拟实验室也可以供老师向学生展示一些高难度的实验，即安全又可操作。

医学方面：复杂手术一般在规划时，都很难做出最完美的规划。虚拟现实提供的虚拟环境可以让医师准确地进行手术规划。在医学教学方面，可以为学生人体仿真解剖教学。

娱乐应用：仿真游戏已经开始应用于现实生活中，目前还未普及，亟需进展。

2 虚拟现实技术头盔式显示模块

人眼的构造：

人眼的构造也可以说是人眼的视觉特性（如图 2），据研究，一般人的单只眼的视场大小分别为水平 150 度和竖直 120 度，除此之外，两只眼睛之间会有重合部分，大概为 50 度到 60 度。当人在观察物体时，人眼会有一个焦点，围绕这个焦点的分辨率会向四周迅速下降。另外，由于左右眼之间有位置差异，每只眼睛看到相同事物的不同角度信息，进而传递给大脑产生物体的三维信息。

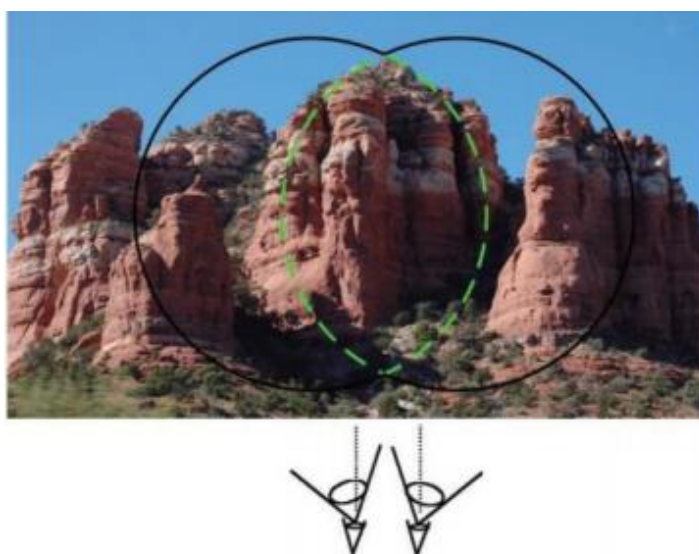


图 2 双目交叠原理

从人眼的交叠特性着手，为了满足用户视觉的沉浸感，头盔显示技术就要从图像处理方面入手，符合人眼的观看效果，最初的头盔显示器就是从这个方面着手的。

2.1 头盔显示概述

头盔显示系统可以说是最为经典的虚拟现实显示系统之一，同样在应用方面，头盔显示也是最为广泛的。第一台头盔式显示系统是年美国麻省理工学院林肯实验室于 1966 研制开发的，这台机十分笨重，需要挂在天花板上，采用机械式的跟踪系统，。

而后经过改善和开发，头盔式显示系统也有了巨大的变化。就显示器体积来说，相比最初的头盔显示器，现在的头盔式虚拟显示器体积大大减小了，而且显示结构更加简单，成本也大大地降低。从显示效果方面来看，不同的头盔式显示系统也不尽相同，各种头盔也有各自的优缺点，具体内容会在下一节为大家讲述。

头盔显示器除了可显示大画面、小型、轻巧和无需手持等优点之外，它不遮挡用户的视场，头盔显示器凭借这些优点被广泛应用于各个领域。

经过逐步的改动，现在的头盔显示器系统的结构基本确定由液晶显示屏、偏振片、目视光学系统、VGA 驱动、半透半反玻璃、位置跟踪模块和电源管理等模块组成（如图 3）。

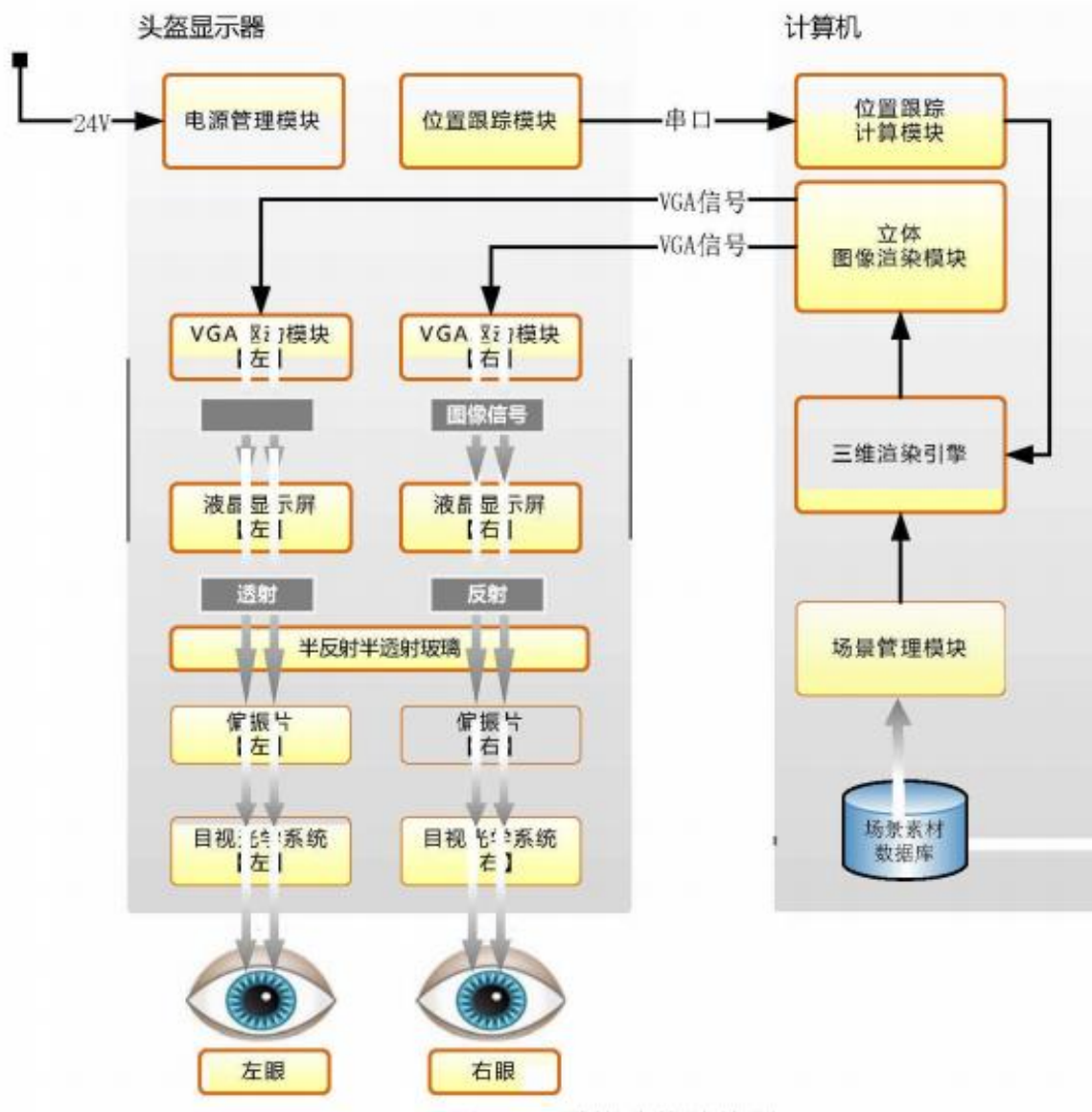


图 3 系统总体结构图

液晶显示屏：用于显示虚拟图像，也成为虚拟现实显示系统的核心

VGA 驱动模块：作用是将图像信号转化为数字信号。

半透半反玻璃：改变图像光线的偏振方向。

偏振片：过滤其他光线的光学干扰，其中包括三维图像中不必要的光线所产生的光学干扰。

目视光学系统：传递图像，将图像显示到用户眼中。

位置跟踪模块：跟踪用户头部的位置和姿势信息，完成用户与虚拟环境进行实时交互。

系统内部结构（如图 4）所示，头盔显示器内置两块液晶显示屏，两块液晶屏的位置有所不同，分别在用户视野的上面和前面，液晶板由主支撑架支撑。支撑架的两侧装有启动液晶屏的电路板，位置对称，与液晶屏构成封闭环境。视野中央插入一块半透半反玻璃，用于传递图像并改变光线的偏振方向，玻璃与液晶显示屏成 45 度角。图像通过半透半反玻璃进入瞳距调节机构，这个机构由两片偏振片组成，用于消除不必要的光学干扰。图像通过偏振片之后，再通过目视光学系统，进入人眼。显示器的上方装有位姿跟踪装置，随时与用户进行动态交互。

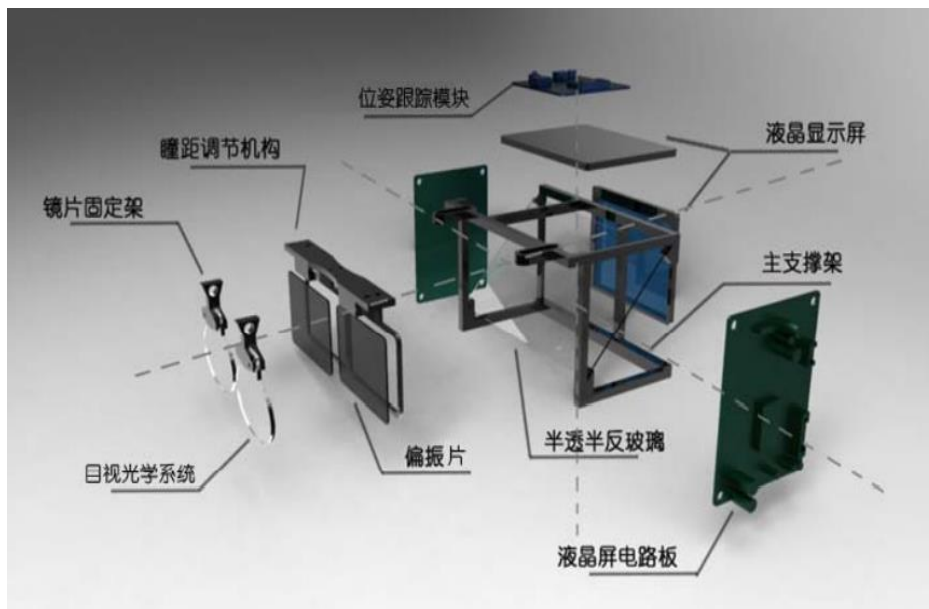


图 4 内部结构图

2.2 重要的几种头盔显示方式及优缺点

近年来，很多研究虚拟现实的公司专注于对头盔式虚拟现实的开发与研究，但研发成果却非常少。主要原因是在用户使用头盔显示器过程中，不免出现一些视觉不适

和视觉疲劳的问题，这就使得头盔式虚拟现实器难以普及。

本节从头盔显示器的用户体验舒适度着手，逐一讲述几种具有代表性的头盔显示器的性能。

自由曲面头盔显示器从光学上入手，缩短光路并减少光学元件，解决了普通头盔显示器的质量大、体积大的问题。能够有效解决这一问题的关键是在头盔显示器中引入自由曲面光学元件。从图 5、图 6 中可以看出，自由曲面光学元件相比于普通的光学镜片数量更少，完善了头盔显示器的光学系统，再设计方面也更加灵活。

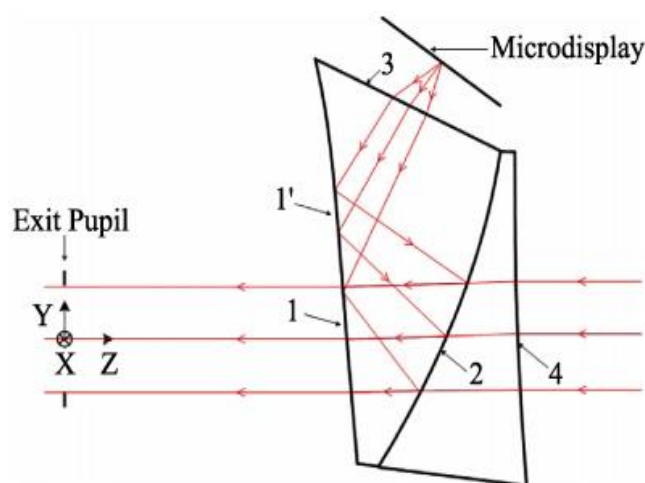


图 5 自由曲面光学元件结构

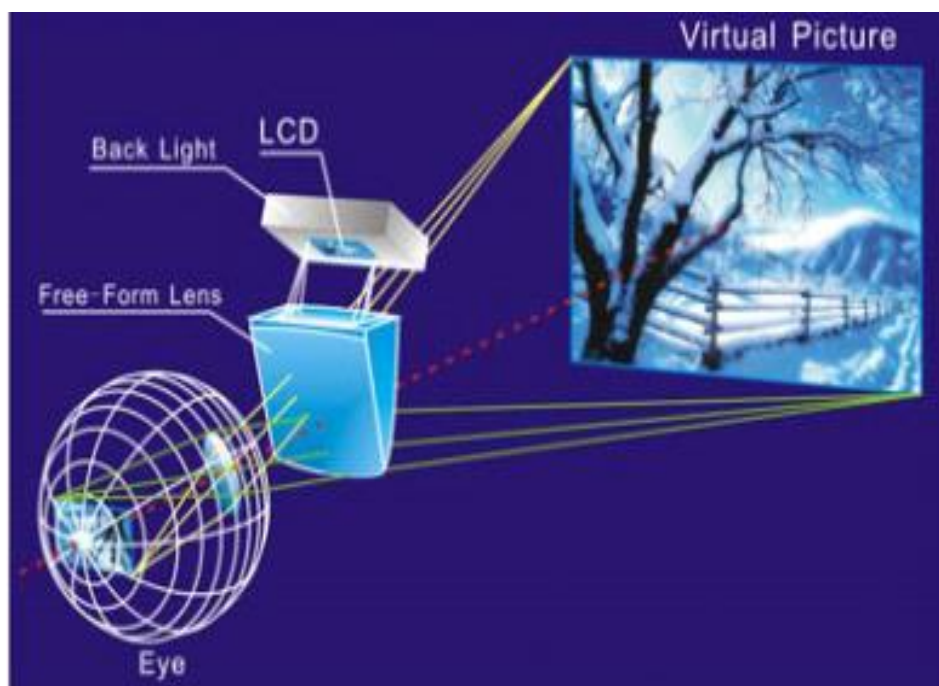


图 6 自由曲面头盔显示器成像原理

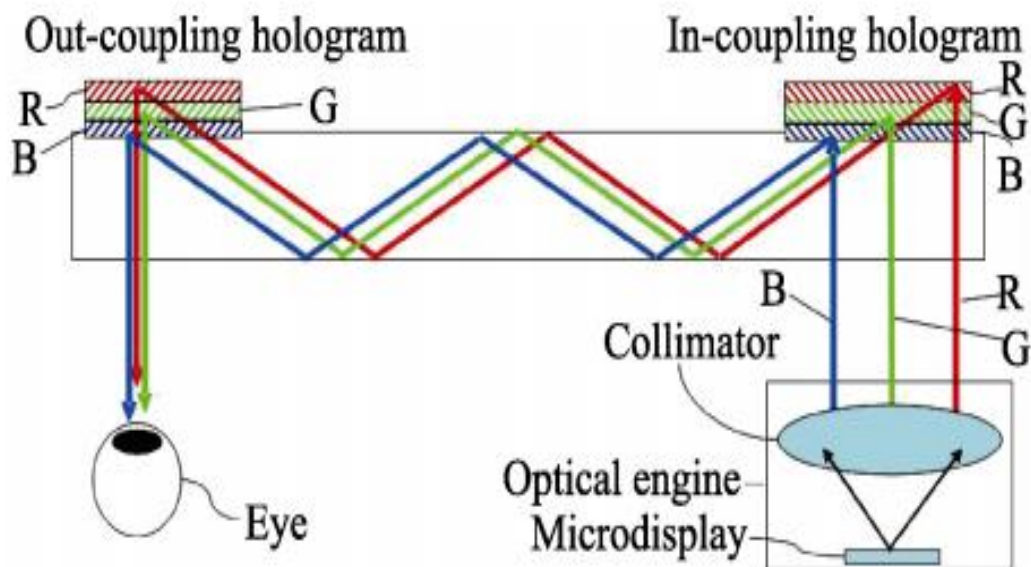


图 7 全息波导型头盔显示器原理图

自由曲面的光学部件也不是完美的，它的厚度太厚的问题影响着头盔显示轻便的发展。人们提出波导型头盔显示器，对头盔显示器位于眼前的光学部件太厚的问题做出改进，它主要包括全息波导型和几何波导型头盔两种显示方式。

在全息光学元件（如图 7）中，图像光线在输送的过程中被反射出来，在反射的时光线的强度减弱，影响了图像的均匀性。为了防止光线的过度损失，全息光学元件就眼对光线的入射角度有严格要求和限制，这样就限制了全息光学元件的应用范围。

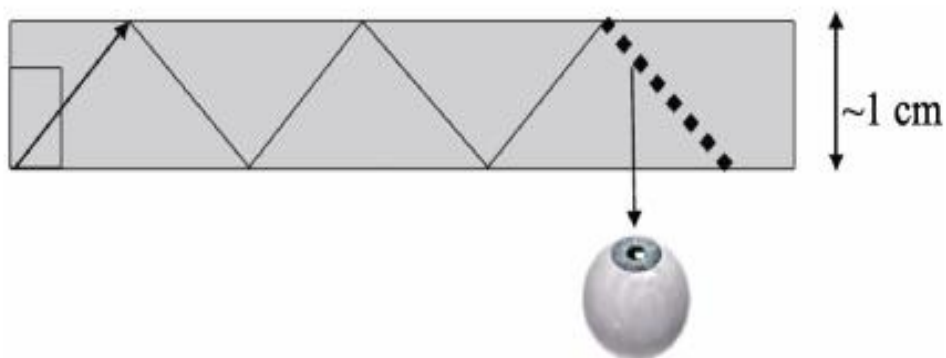


图 8 几何波导型头盔显示器原理

几何波导型元件（如图 8）的就完美的避开了光线变弱的现象。它使用反射光学元件，直接反射白光，就不存在颜色是否均匀的问题。这种反射光学元件结构产生拨

到效果，从微型显示器生成并发射出的图像通过放大显示装置放大后入射到导光管中，图像光线在导光管直接反射白光，通过全反射出射，其中不会有光线损失，结束时在反射完成时由半反镜将图像光线提取。另外几何波导制造工艺采用传统涂层技术，大大降低了成本。

以上的立体头盔显示器呈现的画面焦面固定，不会跟人眼的调节而变动。这样的显示就需要人眼随着显示器的焦面调整，与人眼的特点相悖，不免造成用户视觉不适和视觉疲劳等问题。所以，人们为了解决这个问题，探索发展了多焦面的显示技术。

多焦面显示就是构建多个不同焦面的虚拟图像，把三维图像显示到不同的焦面上，避免根据眼睛的聚焦点来显示图像。这种不同焦面渲染立体图像的方法，有效改善了人眼的调节距离不匹配、容易眼疲劳的情况。构建多焦面显示技术有两种方法，分别分时复用式和空间并行式。

分时复用式多焦面系统的关键技术的在某一个时刻只构建一个深度的焦面，通过物像的变化以及光焦度的调整，使系统显示的焦面在这几个构建的特定深度之间迅速切换，生成多个焦平面。

空间并行式多焦面系统与分时复用式有所不同，它使用多个显示器，利用这些显示器从光学显示方面获得多个焦平面。这样不仅得到多个焦平面，还可以显示有多个不同深度的图像。

利用以上两种方式，生成多个不同深度的焦面，再将微型显示器发射的立体图像的不同深度逐一渲染到多个焦面上。产生的画面是由不同场景融合形成，具有立体感。

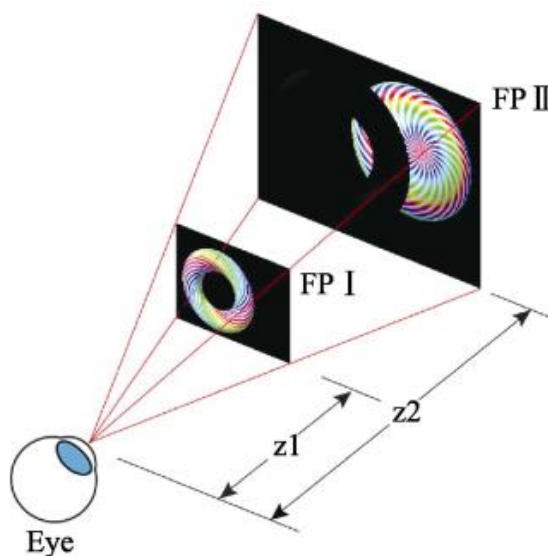


图 9 多焦面系统原理示意图

投影式头盔显示器（如图 10）的最大的视场角非常广阔，可以达到 90 度，边缘视场畸变也能够控制到很低，畸变可以降低到 15% 以下。与其他投影显示器不同的是：投影式头盔显示产生得到图像不是实像，它利用但光良好的屏幕材料将光线反射到人眼中，当然图像的聚焦不会在屏幕上，而是在屏幕的后方，这样反射光线在反射良好的屏幕上反射，返回经过分束镜进入人眼，形成图像。

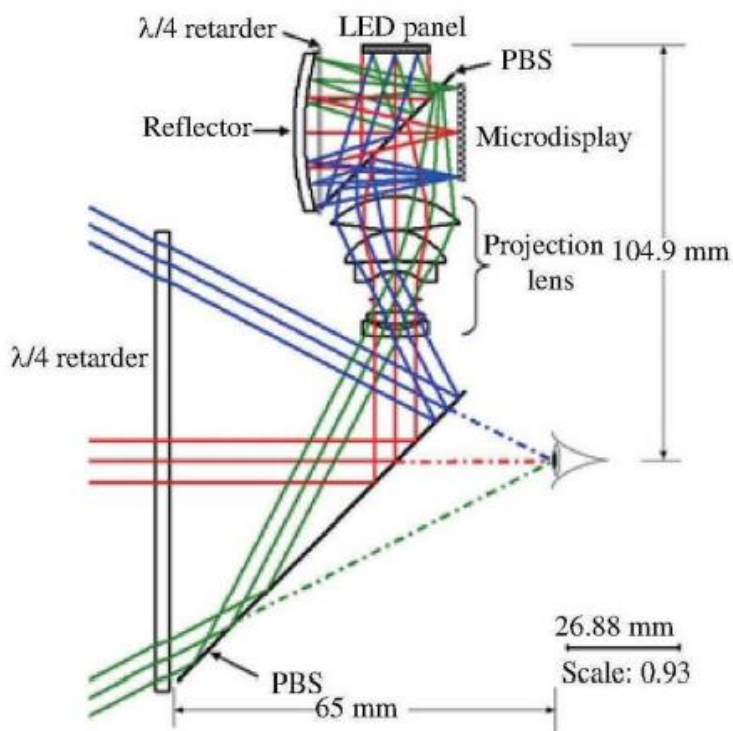


图 10 投影式头盔显示系统原理

2.3 本章小结

头盔显示系统是目前最为流行的虚拟现实装置，它有很大市场的发展前景。目前，国内外各个公司和科研机构已经着手于头盔式显示的创新制造，各种作品层出不穷。未来头盔显示器进入家庭娱乐、军事训练等各个领域势在必得。

本章总结了各种头盔显示器的原理和主要特点，介绍了自由曲面头盔显示器、波导型头盔显示器投影式头盔显示器等几种新型头盔显示器。这几种显示技术从不同的方面不同程度地解决了头盔显示技术当前发展和普及必须面临的问题。

虚拟现实技术发展早期构建的虚拟环境系统的非沉浸式的，所以可以让用户体验的感官刺激是非常有限的，头盔式显示器在沉浸式显示的提升上开辟了一条新的道路。虽然头盔显示已经开始进入社会主流显示，但是头盔的重量对用户的头部造成的不适感不容忽视，要构造舒适、便捷的显示方式，除了头盔式虚拟显示，多通道环幕

立体投影也的优势也逐渐显现出来。

3 多通道环幕立体投影系统

穿戴式视觉三维技术：

分光谱眼镜：这种眼镜不能显示三维的全彩色，因为单眼的颜色很大，所以分光谱眼镜不能成为三维显示的主流。

分偏振眼镜：光本身具有偏振性。从偏振方向的不同，可以控制光是否可以通过。而人眼在不借助显示仪器的条件下不能分辨偏振性。光的偏振分为线偏振和圆偏振，如果从线偏振方向制造分偏振眼镜，眼镜的放置角度就会影响光线的偏光角度，人戴上不能左右倾斜。圆偏振眼镜的穿戴角度不会影响显示效果，所以目前市场上一般都是圆偏振眼镜。

分偏振眼镜应用的分类：

(1) 将投射出的原有光进行奇偶改造，使偏光方向不同，成为交错偏光。

(2) 用两个投影机同时放映，这两个投影机投射的光线偏振方向互相垂直，且分别对应用户的左右眼镜。

(3) 单机分时转偏振投影，用一个投影机，在其前方放置一个不停改变偏光方向的偏转器，实现不同时间的不同偏振方向，但亮度较低。

分时快门眼镜：需要和刷新频率非常高的显示器搭配使用，利用人眼视觉暂留特性实现，但这种方式一般会使人眼镜感到不适。但是它对幕布没有要求，而且显示时不会影响图像分辨率。

3.1 概述

多通道环幕立体投影显示系统是采用两台投影机同时放映，这两个投影机投射的光线偏振方向互相垂直，且分别对应用户的左右眼镜。光线投到显示屏上然后反射到用户眼中，这个过程中偏光方向不变。这样两只眼睛同时看到不同偏光方向的图像经过神经系统传递到用户大脑，从而让用户体验出图像的立体效果。

从视场角度的大小来讲，多通道环幕显示优势突出。在 1992 年，DeFanti 和 Sandin 提出构建 CAVE 系统（如图 11）。可以看出这个系统的视场角度基本不受限制。

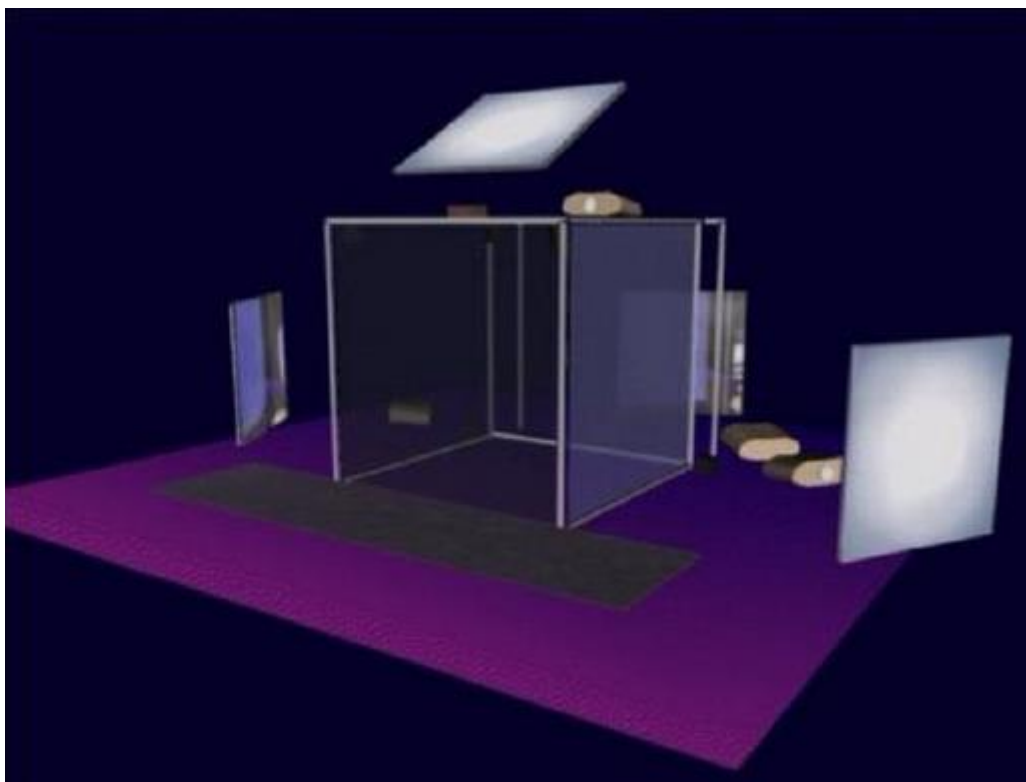


图 11 CAVE 系统

3.2 多通道环幕主要技术

作为一种大场景的沉浸式环境,多通道环幕投影显示系统的显示视场尺寸有多种不同规格,从不同的方向分类,有不同的规格。投影面的数量主要有三通道、五通道、七通道三种,弧度大小主要有 120 度、180 度、240 度、360 度几种不同规格。

由于投影面半径巨大,投影投射的图像直接投射到具有弧度的屏幕上就会产生的失真、各个通道之间如何保持三维图形渲染绘制以及各个通道与邻近通道所投影的三维图像边缘是否平滑过渡等各种问题。

立体显示的图像处理有多种。最简单的重叠时,两台投影机在投影到幕布上由于幕布环形的原因会有重叠的地方,显示呈现一个亮条。边缘融合就是优化处理了这种重叠现象,通过淡化两个投影机放射出来的图片的重叠部分,令它们重叠时亮度与其它部分相同。

除了多通道外部的硬融合方式之外,也可以借助计算机本身的输出系统对图像进行软融合调整,实现边缘融合。这种软融合方式在几何校正、色彩保真方面特点突出,保留图像的细致特征,降低了硬件成本。

在屏幕选择方面,多通道环幕显示一般会采用环形的较大的平面反射幕,屏幕的环形设计会增强用户的沉浸感。屏幕分为软幕和硬幕,在环幕投影显示中,硬幕的优

势远远超过了软幕，硬幕显示时不会发生形变，不会影响图像的保真。

多通道环幕投影系统的功能需要多个高清主动立体投影仪放映图像，图像边缘融合及非线性失真校正处理机调整图像来符合环形幕布，环形金属硬幕来共同完成（如图 12）。

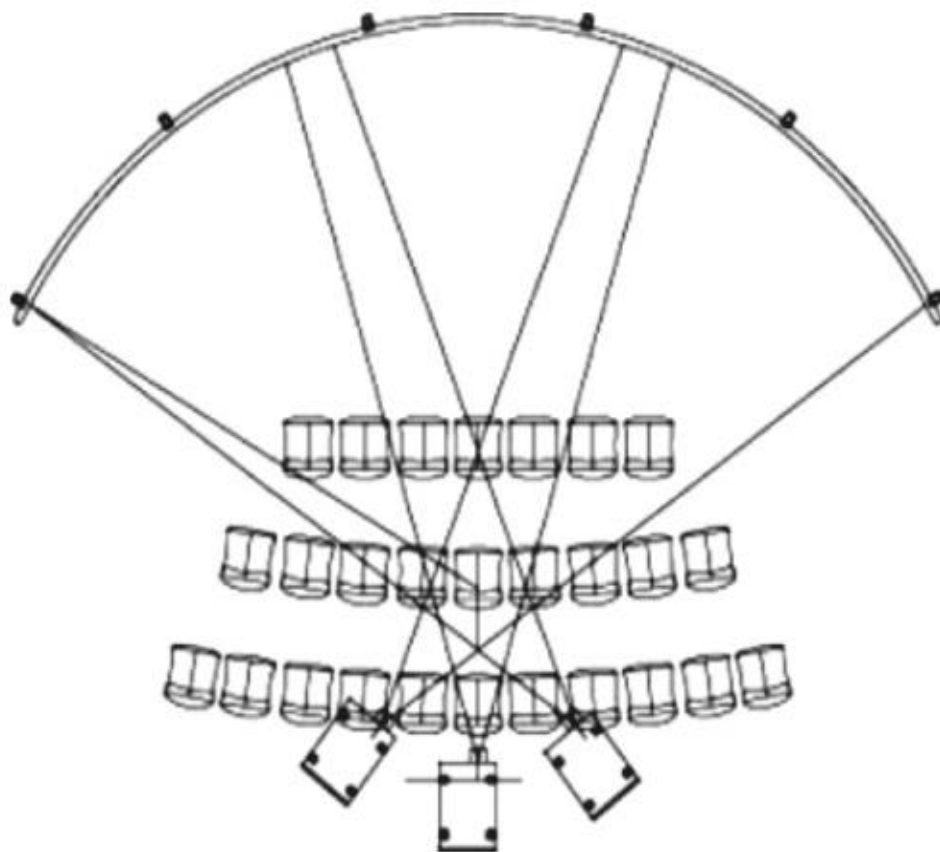


图 12 多通道投影系统原理图

3.3 本章小结

本章主要介绍了多通道环幕立体显示的发展过程，以及在虚拟现实方面的基本原理。介绍了在多通道环幕进行虚拟现实显示出现的技术问题，并给出相应的解决方案。介绍了多通道环幕显示的主要技术和硬件要求。立体显示在沉浸感方面有极大的优势，有很大的发展前景。

然而环幕显示和头戴显示器虽然普及率较高，仍存在以下几个方面的不足：

- （1）用户必须随身携带偏光眼镜或显示器，极为不便。
- （2）用户观看时需戴显示器，不舒适。
- （3）产生眩光，色彩失真，容易视觉疲劳；
- （4）没有互动的视场，单人独占虚拟场景，在娱乐方面很难互动。

(5) 无法规避来自真实世界的障碍物和意外等风险。

(6) 观看时必须穿戴设备，无法在现实生活中普及。

4 裸眼 3D

因为穿戴式的显示设备在舒适度、自由度等方面，有很大的限制。所以脱离穿戴设备的虚拟现实显示迫切需要发展。

近几年来，3D 技术的发展已经基本完善，人们对 3D 显示的认识也有了一定的提升。追求裸眼 3D 也逐渐走向正轨。

4.1 概述

裸眼 3D 是国内外研究热点的前沿，其独特的视觉效果让人们对其的研究孜孜不倦。20 世纪 80 年代中期，德国科学家 Boerner 通过透镜在海因里希赫兹研究所创建了自由立体显示，之后，HHI 于 1991 年开发出了可以单人使用的原型机，全息自由立体显示的概念被英国 Reality Vision 公司首次提出，随后在 2009 年，美国 PureDepth 公司开发研制成功多层显示技术，这种多层 LCD 排列可分别显示前景与后景，形成前后深度感，Magic Leap 研究了使用光纤对四维数字光场的视网膜投影，并补充了裸眼 3D 技术的定位跟踪技术。这种定位在技术上可行，并获得了大量资金，其中 Google 和其他公司甚至上升达 542 亿美元。

4.2 主要技术

裸眼 3D 的主要技术有狭缝式液晶光栅、光屏障式 3D 技术、柱状透镜技术、指向光源技术以及多层显示技术等。

狭缝式液晶光栅技术的原理是在屏幕的前方放置一个狭缝光栅，光栅的宽正好可以让双眼看见的图像不同。这样左右眼看到的画面不同经过神经系统传送给大脑，从而实现裸眼 3D 显示。

光屏障式 3D 技术与狭缝式类似，它通过形成一个 90 度角的垂直条纹，使用开关液晶屏、偏振膜、高分子液晶层达到正面视觉上的立体 3D 效果；

柱状透镜技术将图像按排列方式交错，并将交错后的图像分别反射给左右眼，进而形成左右眼的视觉差，实现裸眼 3D。

多层显示技术相对柱状透镜技术更具有优越性。它比柱状透镜不同之处是运用间

隔重叠的两块液晶面板遮挡图像，使用户的双眼看到不同画面。这种显示的优势是会导致用户眩晕、头疼等状况。

如今图像处理飞速发展，裸眼 3D 显示软件开发（如图 13）等主要技术相继出现。

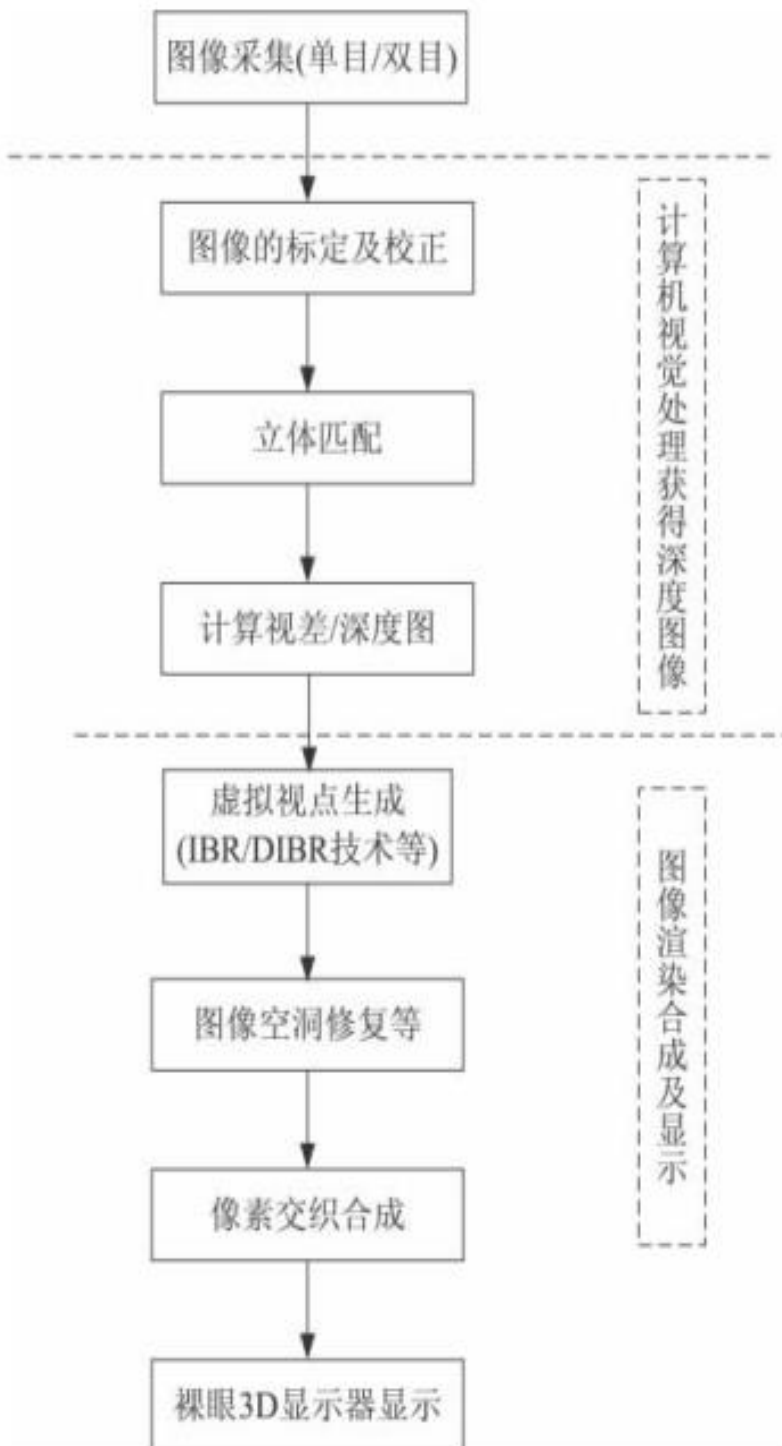


图 13 裸眼 3D 显示软件开发框架

因为人眼之间存在一段距离，两只眼睛看见的图像不同才会产生视差，进而获得立体显示效果。裸眼 3D 成像的原理就需要模拟人眼成像原理（如图 14）。

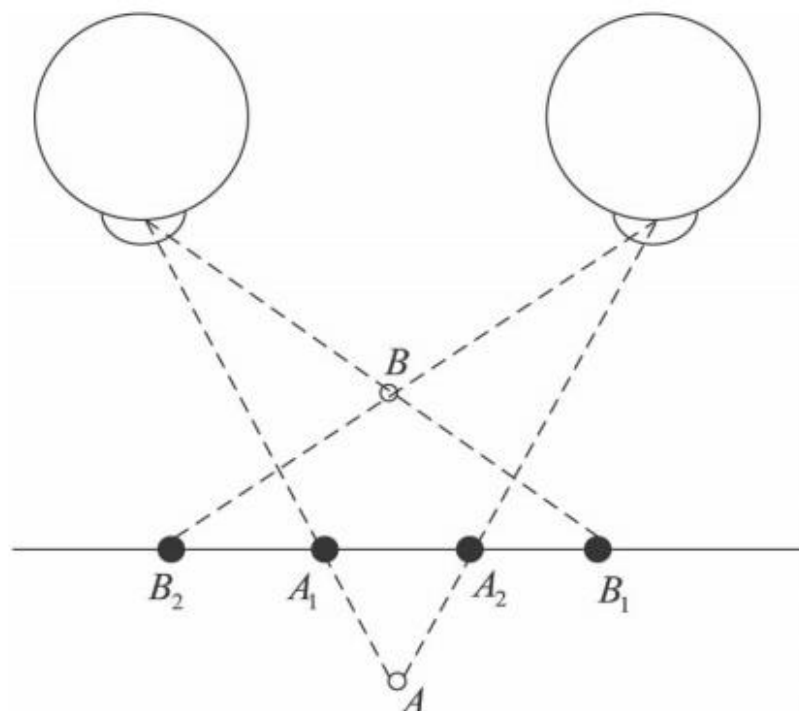


图 14 视察立体成像原理图

4.3 本章小结

本章主要介绍了裸眼 3D 的发展前景和主要技术。从 3D 显示的光学特性入手，介绍了裸眼 3D 的显示方式和方向。

裸眼 3D 虽然摆脱了佩戴传统器具的束缚，但是仍存在一定的局限性。裸眼 3D 的应用空间巨大，但是裸眼 3D 的主要技术仍有瓶颈亟待解决。

结论

本文从虚拟现实显示技术的发展进程着手,首先介绍了虚拟现实的发展历史和研究背景,重点介绍了各种头盔显示器的原理和主要特点,介绍了自由曲面头盔显示器、波导型头盔显示器投影式头盔显示器等几种新型头盔显示器。这几种显示技术从不同的方面不同程度地解决了头盔显示技术当前发展和普及必须面临的问题。

本文从虚拟现实器件在用户体验的舒适度入手,逐一介绍了环幕立体显示和裸眼 3D 显示技术。目前的环幕立体显示已然初见进展,裸眼 3D 的实用性还需要提高。笔者认为,摆脱传统穿戴虚拟现实器的束缚是将来虚拟现实的研究方向。裸眼 3D 的应用空间巨大,但是裸眼 3D 的主要技术仍有瓶颈亟待解决。

毕业论文这次学习让我学习并初步了解了虚拟现实显示技术,通过这次论文设计,我学到了很多经验,也磨练了自己的意志力和抗压能力。让我懂得了脚踏实地,实事求是的真正含义,我收获颇丰。

参 考 文 献

- [1] 周芬芳. 基于立体投影技术的虚拟现实显示系统. 郑州: 中州大学信息管理中心, 2012. 114-116.
- [2] 汪成为. 灵境是建立人机和谐仿真系统的关键技术. 北京: 国防科工委科技委, 1995. 1-3.
- [3] 汪成为. 灵境技术: 对逼真性和虚拟性的追求. 科学前沿, 1996.11-14.
- [4] 胡社教, 陈宗海. 虚拟现实技术综述. 合肥: 中国科学技术大学自动化系, 1996. 1-11.
- [5] 黄 岩. 虚拟现实及其关键技术. 天津: 天津城市建设管理职业技术学院, 2016. 53-54.
- [6] 刘贤梅, 李 勤, 司国海, 陈雪松. 虚拟现实技术及其应用. 大庆石油学院学报, 2002. 112-115.
- [7] 殷润民, 李伯虎, 柴旭东. 虚拟现实技术综述. 北京: 北京仿真中心, 2007. 439-448.
- [8] 高 源, 刘 越, 程德文, 王涌天. 头盔显示器发展综述. 北京: 北京理工大学光电学院, 2016. 896-903.
- [9] 王涌天, 程德文, 许 晨. 虚拟现实光学显示技术. 中国科学: 信息科学, 2016. 1694-1710.
- [10] 张 楠, 翁冬冬, 王涌天, 李 璇, 刘有海. 一种大视场普及型头盔显示器的系统设计, 北京市: 北京理工大学光电学院, 2011. 1-5.
- [11] 杨敏娜. 头盔式近眼显示技术研究. 西安工业大学, 1988. 9-12.
- [12] 任少锋. 基于多通道环幕立体投影的漫游系统的研究与实现. 华中科技大学, 2011. 1-14.
- [13] 赵必厦. 多通道虚拟现实交互展示系统的研究与应用. 广东工业大学, 2011. 10-14.

- [14] 李超,沈建新,梁春. 裸眼 3D 技术在显微手术中的研究与应用. 南京: 南京航空航天大学, 2015. 170-173.
- [15] 芮明昭. 多视点裸眼 3D 电视技术及其应用系统开发. 厦门大学, 2014. 59-70.
- [16] 王 婧. 裸眼 3D 技术及其应用. 南昌大学, 2012. 10-15.
- [17] 帅立国. 虚拟现实及触觉交互技术: 趋势与瓶颈. 二十四个重大问题研究, 2016. 68-82.

致谢

从这次论文的学习过程，我得到了很多帮助和鼓励，在这里，我需要对你们表示最真挚的感谢。首先要感谢的是我的指点老师——朱吉亮老师，感谢您的敦敦教诲，是您不计麻烦的帮助和诲人不倦的指导，让我顺利完成了这篇论文。我忘不了每周五下午，您对我们的耐心指导；也忘不了您的幽默和风趣。

同时我要感谢我们专业的各位老师。在这匆匆的大学四年里，你们不仅教会了我专业知识，在生活上也是我前进的启明星。

当然，我也要感谢我的家人和同学们对我的关爱，不管我犯了什么错误，都会给我包容的心态。