



虚拟现实技术

Virtual Reality Technology

金枝

中山大学智能工程学院 2019秋季课程



本堂课内容

- 复习上堂课内容
- 虚拟现实的关键技术
 - 1 立体高清显示技术;
 - 2 三维建模技术;



本堂课内容

- 复习上堂课内容
- 虚拟现实的关键技术
 - 1 立体高清显示技术;
 - 2 三维建模技术;



复习题

填空题

1. 人类视觉系统的特性有_____、_____和_____三种。

中央凹与聚焦区，立体视觉，视场与会聚角



复习题

填空题

1. 人类视觉系统的特性有_____、_____和_____三种。
2. 大屏幕三维立体投影显示系统通常可分为_____、_____、_____和_____；他们各自的优缺点是什么？



1.3 沉浸式立体投影系统

大屏幕三维立体投影显示系统

是一种最典型、最实用、最高级的沉浸式虚拟现实显示系统，根据沉浸程度的不同，通常可分为单通道立体投影系统、多通道环幕立体投影系统、CAVE投影系统、球面投影系统等。



1.3 沉浸式立体投影系统

单通道立体投影系统

通常以一台图形计算机为实时驱动平台，使用两台投影机（一台投射左眼图像，另外一台投射右眼图像），将左右眼图像同时投射到屏幕上显示一幅高分辨率的立体投影影像。



单通道立体投影系统

优点：能够显示优质的高分辨率三维立体投影影像；是一种低成本、操作简便、占用空间较小、具有极好性能价格比的小型虚拟三维投影显示系统。



1.3 沉浸式立体投影系统

多通道环幕（立体）投影系统

采用多台投影机组合而成的多通道大屏幕显示系统，系统采用环形的投影屏幕作为仿真应用的投射载体系统。根据环形幕半径的大小，通常为120、135、180、240、270、360度弧度不等。



多通道环幕立体投影显示系统

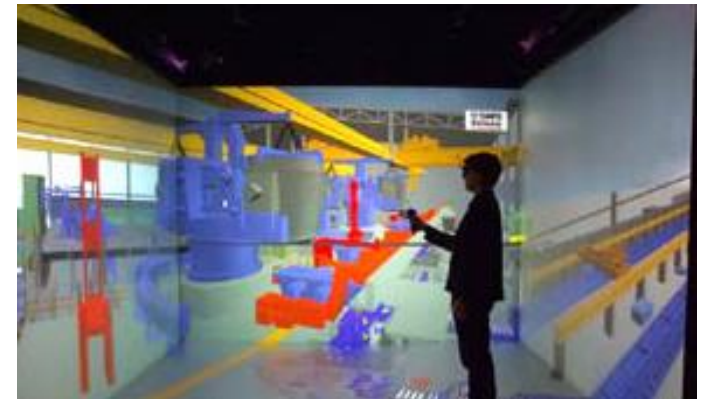
优点：具备更大的显示尺寸、更宽的视野、更多的显示内容、更高的显示分辨率，以及更具冲击力和沉浸感的视觉效果。



1.3 沉浸式立体投影系统

CAVE沉浸式虚拟现实显示系统

是一种基于多通道视景同步技术、三维空间整形校正算法、立体显示技术的房间式可视协同环境。



CAVE沉浸式虚拟现实
显示系统

优点：该系统可提供一个同房间大小的四面（或六面）立方体投影显示空间，供多人参与，所有参与者均完全沉浸在一个被三维立体投影画面包围的高级虚拟仿真环境中，提供给使用者一种前所未有的带有震撼性的身临其境的沉浸感。



1.3 沉浸式立体投影系统

球面投影显示系统

近年来最新出现的沉浸式虚拟现实显示方式，也是采用三维投影显示的方式予以实现。



优点：视野广阔，从而令使用者完全置身于飞行场景中，给人身临其境的沉浸感。



复习题

填空题

1. 人类视觉系统的特性有_____、_____和_____三种。
2. 大屏幕三维立体投影显示系统通常可分为_____、_____、_____和_____；他们各自的优缺点。
3. 立体眼镜可以分为：_____和_____ 两类。



1.4 立体眼镜

立体眼镜以其简单的结构、轻巧的外形和低廉的价格，而且佩戴很长时间眼睛也不至于疲劳，成为虚拟现实观察设备理想的选择。

目前主要有两类立体眼镜：有源立体眼镜（主动立体眼镜），无源立体眼镜（被动立体眼镜）。





复习题

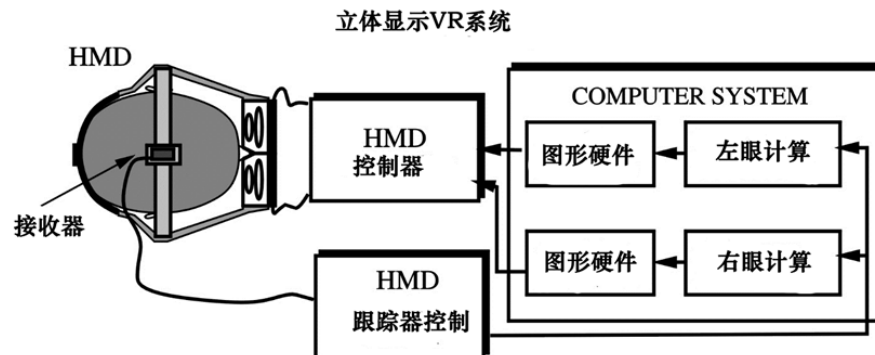
填空题

1. 人类视觉系统的特性有_____、_____和_____三种。
2. 大屏幕三维立体投影显示系统通常可分为_____、_____、_____和_____；他们各自的优缺点。
3. 立体眼镜可以分为：_____和_____ 两类。
4. 请简述头盔显示器的工作原理。



1.2 头盔显示器

- 头盔显示器（Head Mounted Display，简称HMD），常见的立体显示设备，利用头盔显示器将人对外界的视觉、听觉封闭，引导用户产生一种身在虚拟环境中的感觉。
- 头盔显示器通常由两个LCD或CRT显示器分别显示左右眼的图像，这两个图像由计算机分别驱动，两个图像间存在着微小的差别，人眼获取这种带有差异的信息后在脑海中产生立体感。





复习题

填空题

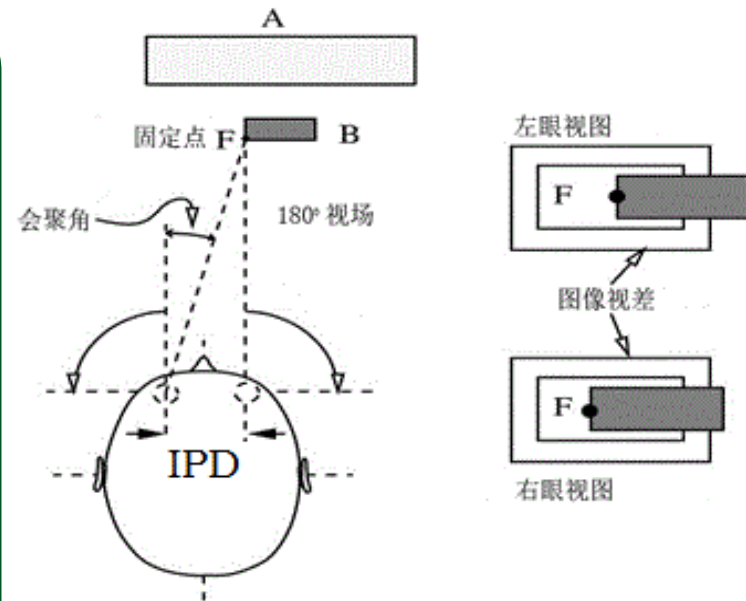
1. 人类视觉系统的特性有_____、_____和_____三种。
2. 大屏幕三维立体投影显示系统通常可分为_____、_____、_____和_____；他们各自的优缺点。
3. 立体眼镜可以分为：_____和_____ 两类。
4. 请简述头盔显示器的工作原理。
5. 请简述视场和视角的差别。



1.1 人类视觉模型

特性三：视场与会聚角

- ◆ 视场(Field Of View, 简称FOV)。一只眼睛的水平视场大约 150° ，垂直视场大约 120° ；双眼水平视场大约 180° ，垂直视场大约 120° ，如右图所示。观察体的中心部分是立体影像区域，在这里两只眼睛定位同一幅图像，水平重叠的部分大约为 120° 。



人类立体视觉的生理模型



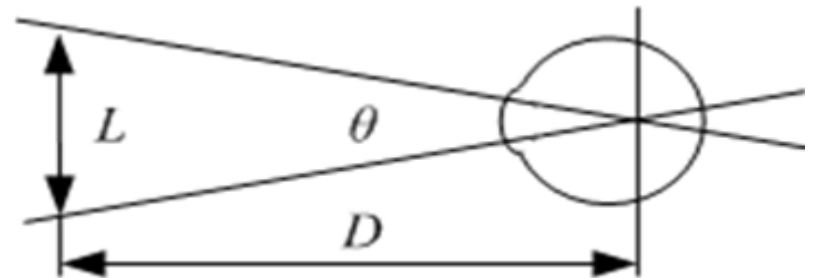
1.1 人类视觉模型

人类视觉系统特性三（延伸）

视角

视角是视觉感知中对可见目标大小的测量。可见目标在视网膜上的投影大小能够决定视觉感知的质量。一般认为理想的目标大小为：在正常光照条件下视角不应该小于 15° ，在较低光照下视角不应该小于 21° 。这是视景生成和头盔显示过程中的重要参考系数。视角 θ 可由以下公式求出：

$$\theta = 2 \arctan \frac{L}{2D}$$





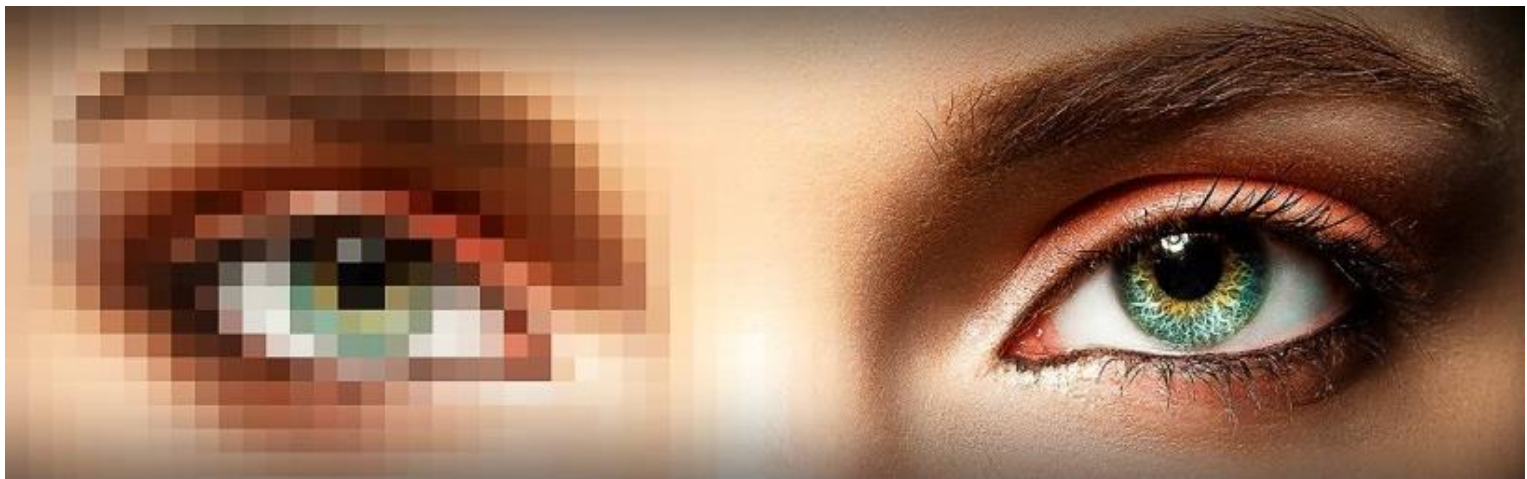
本堂课内容

- 复习上堂课内容
- 虚拟现实的关键技术
 - 1 立体高清显示技术;
 - 2 三维建模技术;



1 立体高清显示技术

请问同学们更希望观看下面那种视觉效果的画面？



立体高清显示技术是虚拟现实的关键技术之一，它使用户在虚拟世界里具有更强的沉浸感，立体高清显示技术的引入可以使各种模拟器的仿真更加逼真。



1 立体高清显示技术

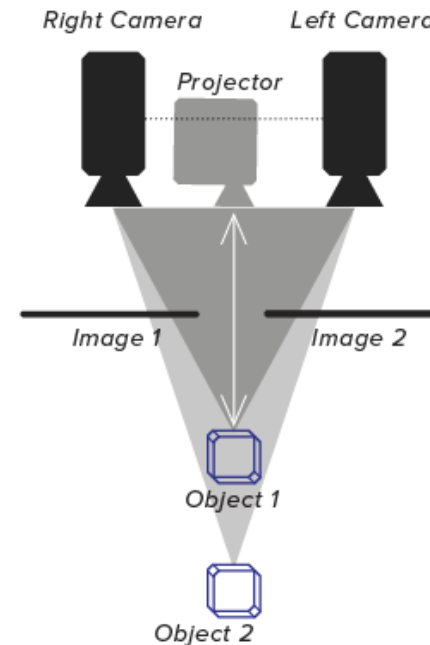
- 人类从客观世界获得信息的80%以上来自视觉，视觉是人感知外部世界、获取信息最主要的传感通道，视觉通道成为多感知的虚拟显示系统中重要的环节。
- 在视觉显示技术中，立体显示技术是较为复杂与关键的，且是虚拟现实的主要支撑技术。



1 立体高清显示技术

立体高清显示可以把图像的纵深、层次、位置全部展现，参与者可以更直观、更自然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。

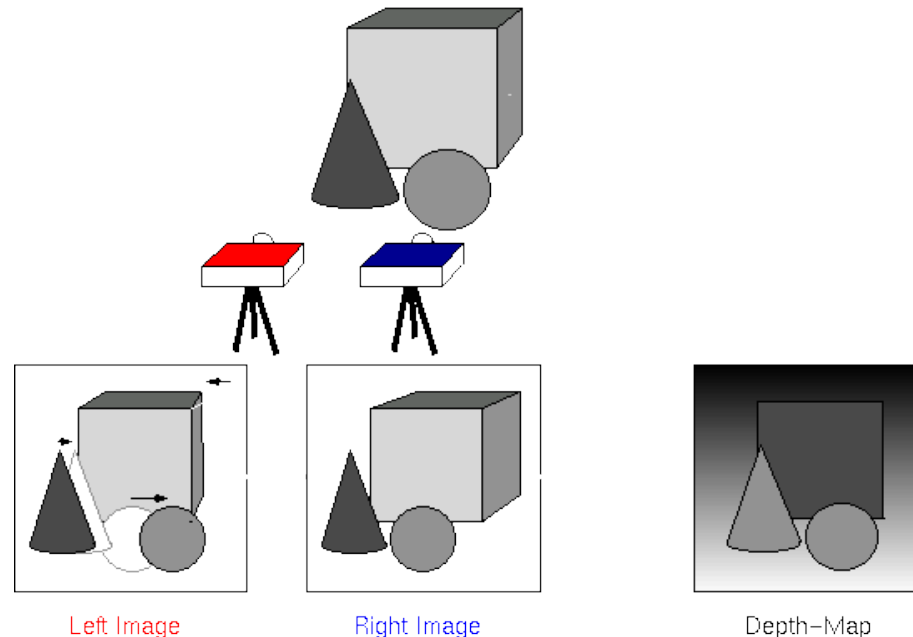
ACTIVE STEREO





1.1 立体视觉的形成原理

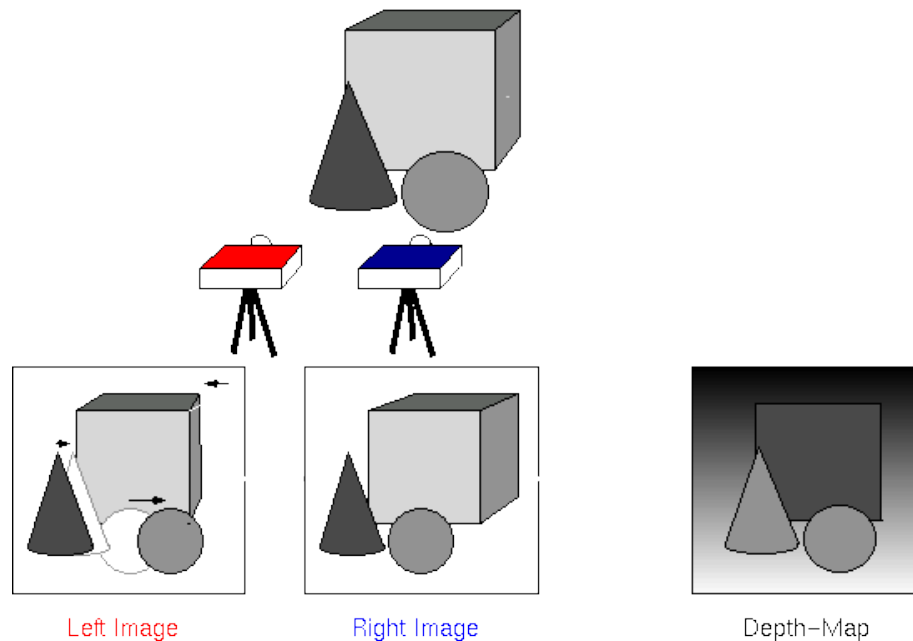
当人们的双眼同时注视某物体时，双眼视线交叉于某个物体对象上，称为注视点，从注视点反射回到视网膜上的光点是对应的，但由于人的两只眼睛相距6~8cm，观察物体时，两只眼睛从不同的位置和角度注视物体，所得的画面有一点细微的差异，如图所示。





1.1 立体视觉的形成原理

正是这种视差，再传入大脑视觉中枢合成一个物体完整的图像时，不但看清了该物体对象，而且能分辨出该物体对象与周围物体间的距离、深度、凸凹等，这样所获取的图像就是一种具有立体感的图像，这种视觉也就是人的双眼立体视觉。

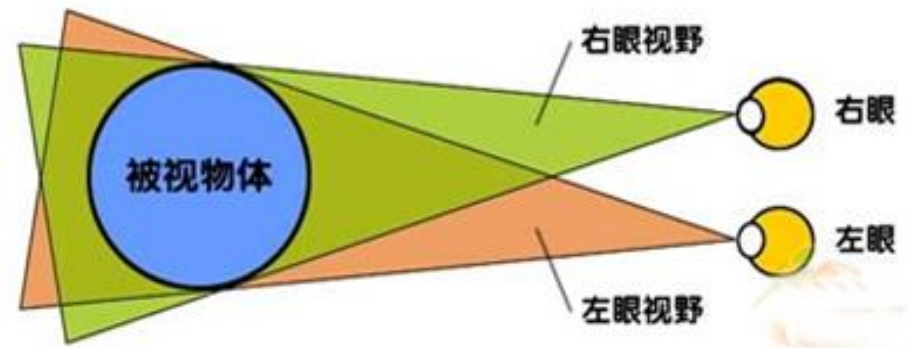




1.1 立体视觉的形成原理

要使一幅画面产生立体感，至少要满足三个方面的条件：

- 画面有透视效果；
- 画面有正确的明暗虚实变化；
- 具有双眼的空间定位效果；



- 只有以上三点同时满足才能产生比较完美的立体效果；
- 普通显示器可以实现前两点却无法实现第三点；
- 立体高清显示技术就是能够再现空间定位感的显示技术。



1.2 立体高清显示设备

- 立体视觉的**基础**：两只眼睛存在**视差**；
- 立体显示的**实现**：
 - 对同一场景分别产生相应于左右眼的不同图像，让它们之间具有一定的视差。
 - 借助相关技术，使左右双眼只能看到与之相应的图像。
- 立体显示技术从时间特点上分为：
 - **同时显示（frame parallel）技术**；
 - **分时显示（frame sequential）技术**；



1.2 立体高清显示设备

- 立体显示技术从设备特点上可以分为：
 - 立体眼镜；
 - 立体头盔；
 - 裸眼立体。





1.2 立体高清显示设备

彩色眼镜：

- 属于**被动立体眼镜**，主要用于**同时显示**技术中。
- 基本原理：
 - 拍摄时，模拟人眼位置从左右两个视角拍摄出两个影像，以滤光片重叠投影到同一画面上。
 - 放映时，用户佩戴相应的补色眼镜进行观察。
- 缺点：由于滤光镜限制了色度，造成用户色觉不平衡，产生视觉疲劳。

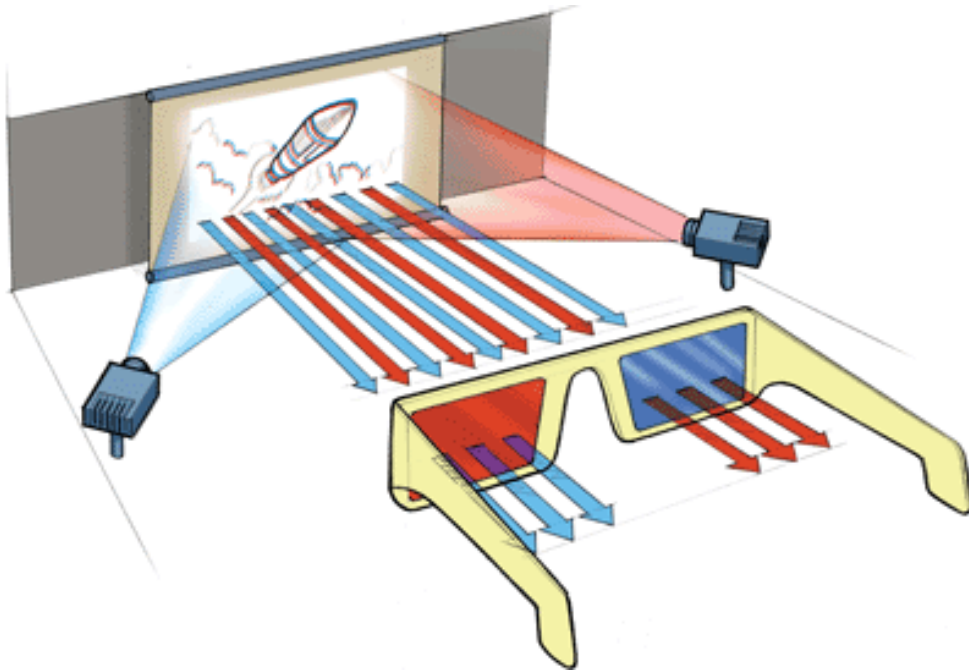




1.2 立体高清显示设备

彩色眼镜:

彩色眼镜工作原理

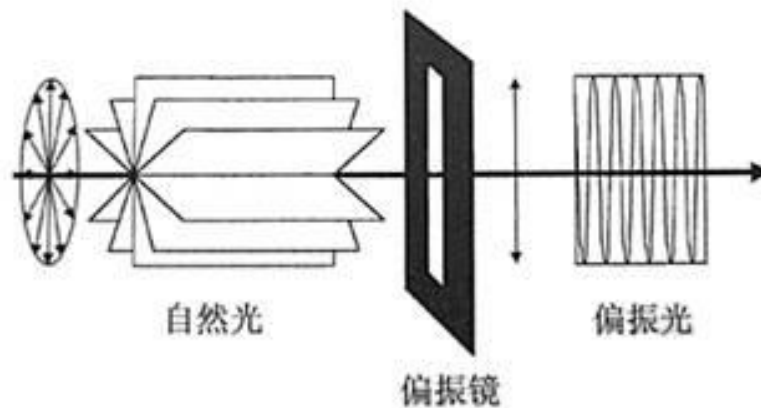




1.2 立体高清显示设备

偏振光眼镜：

- 属于被动立体眼镜，主要用于同时显示技术中。
- 基本原理：
 - 光波是一种横波，当它通过媒质时或被一些媒质反射、折射及吸收后，会产生偏振现象，成为定向传播的偏振光。

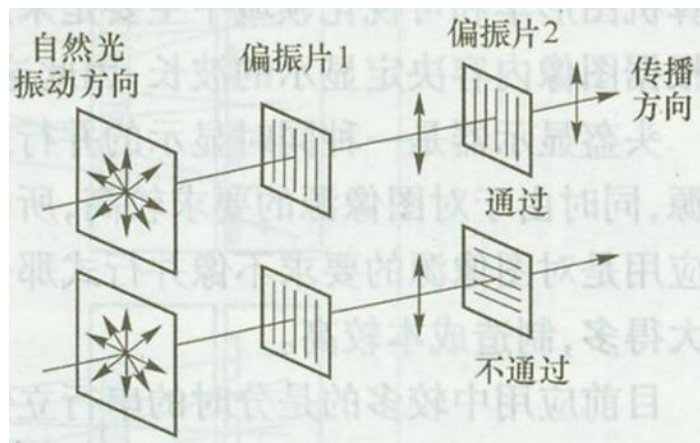




1.2 立体高清显示设备

偏振光眼镜：

- 属于**被动立体眼镜**，主要用于**同时显示**技术中。
- 基本原理：
 - 光波是一种横波，当它通过媒质时或被一些媒质反射、折射及吸收后，会产生偏振现象，成为**定向传播的偏振光**。
 - 当光通过第一个偏振片时就形成偏振光，当第二个偏振光片与第一个偏振光片窄缝**垂直时光不能通过**，**平行时才能通过**。





1.2 立体高清显示设备

偏振光眼镜：

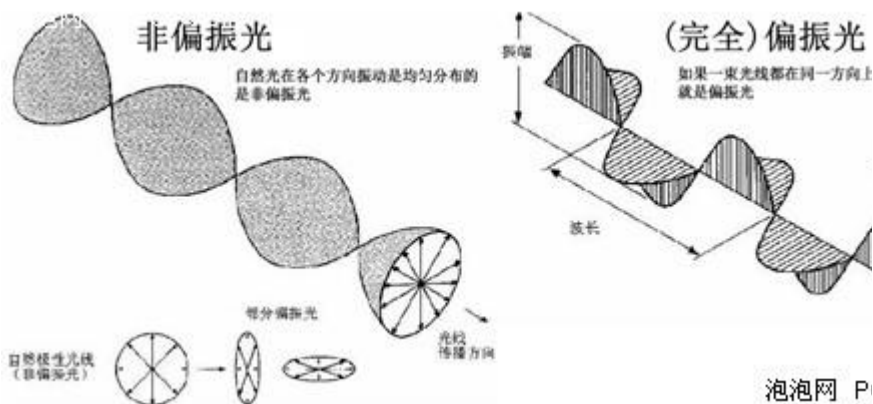
- 属于被动立体眼镜，主要用于同时显示技术中。
- 基本原理：
 - 光波是一种横波，当它通过媒质时或被一些媒质反射、折射及吸收后，会产生偏振现象，成为定向传播的偏振光。
 - 当光通过第一个偏振片时就形成偏振光，当第二个偏振光片与第一个偏振光片窄缝垂直时光不能通过，平行时才能通过。
 - 将左右眼图像用偏振方向垂直的光线在同一屏幕上同时显示出来，佩戴相应的偏振光眼镜进行观察，每个镜片阻挡相反图像的光波，从而使双眼只能看到相应的图像。



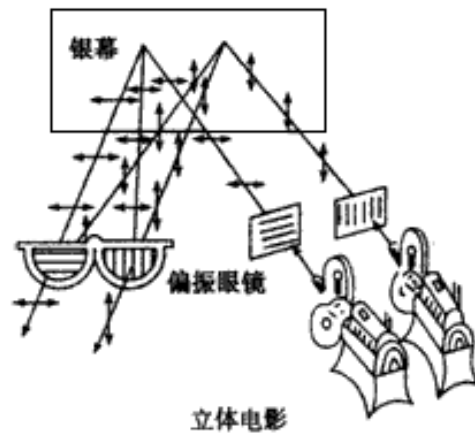
1.2 立体高清显示设备

偏振光眼镜：

偏振光的工作原理



偏光眼镜法可让观众欣赏到质量更高的彩色立体电影，但观众只有进影院才能欣赏到。

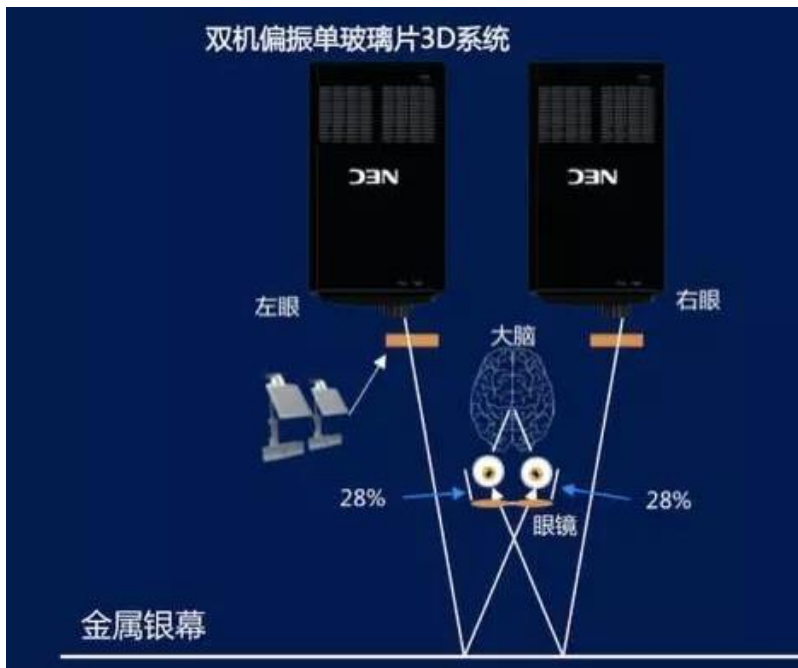




1.2 立体高清显示设备

偏振光眼镜:

偏光眼镜法可让观众欣赏到质量更高的彩色立体电影，但观众只有进影院才能欣赏到。





1.2 立体高清显示设备

液晶光阀眼镜（快门式3D眼镜）：

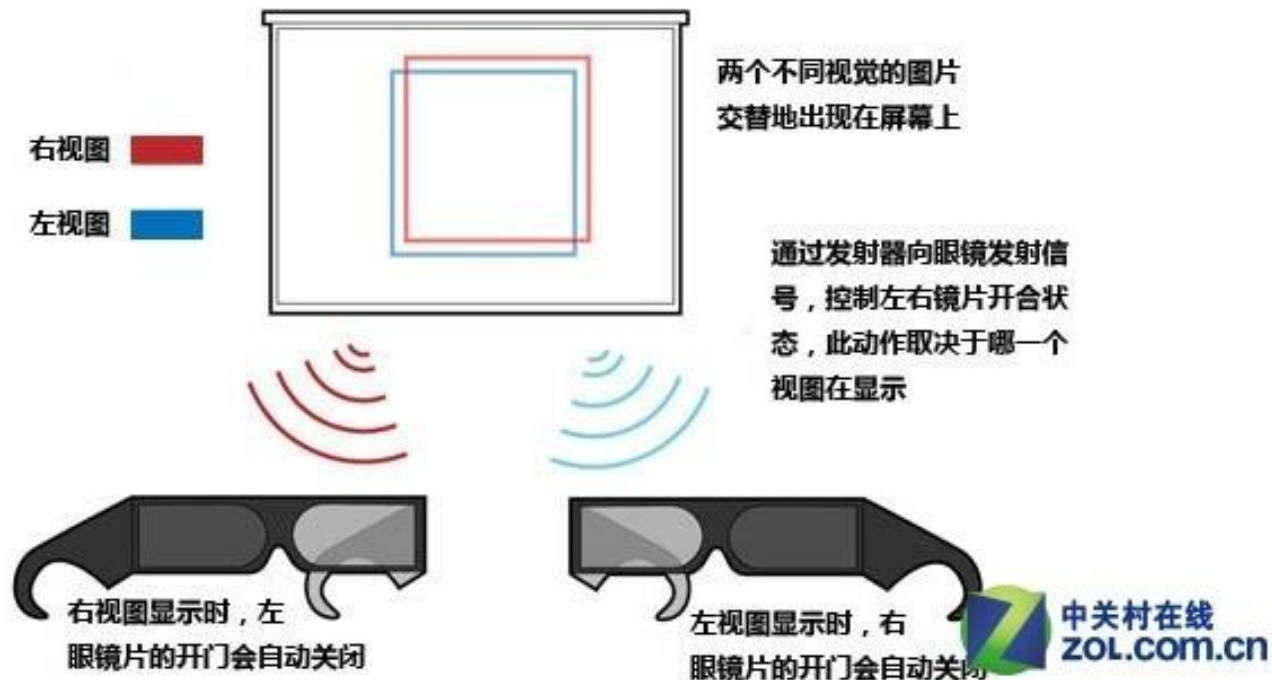
- 液晶光阀眼镜法属于**主动立体眼镜**，主要用于**分时显示**技术中。
- 基本原理：显示屏分时显示左右眼对应图像，并通过同步信号发射器及同步信号接收器控制观看者所佩戴的液晶光阀眼镜。当显示屏显示左（右）眼图像时，左（右）眼镜片透光而右（左）眼镜片不透光，这样双眼只能看到相应的图像。
- 主要特点是：要求显示器的帧频为普通显示器的两倍，一般需要达到**120Hz**。长时间使用容易引起眼睛疲劳甚至头晕现象，眼镜价格较贵、需要充电并且较厚重。



1.2 立体高清显示设备

液晶光阀眼镜（快门式3D眼镜）：

快门式3D眼镜的工作原理

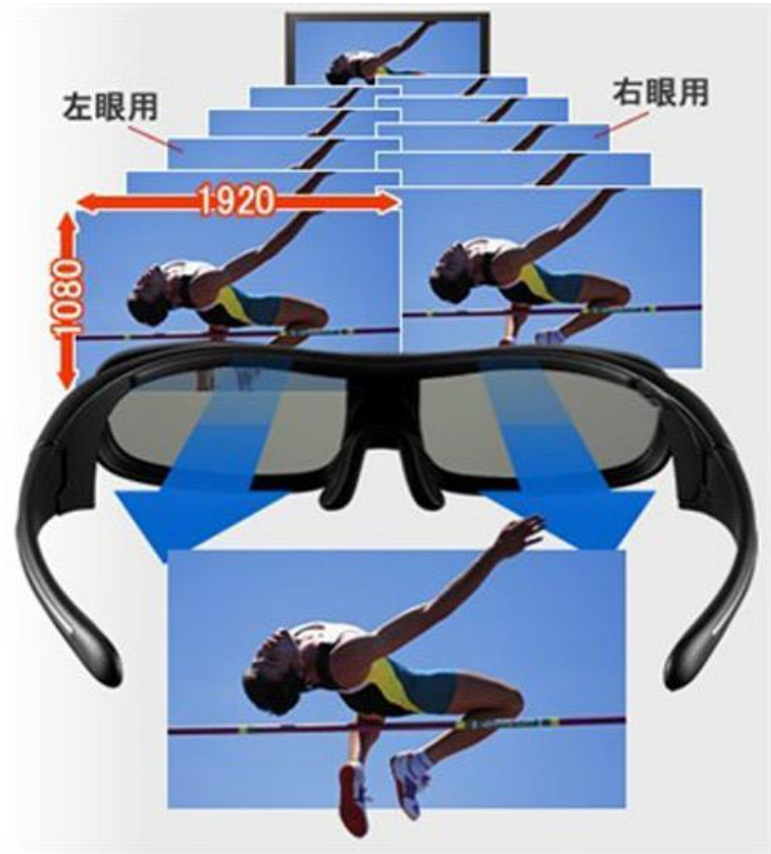




1.2 立体高清显示设备

液晶光阀眼镜法（快门式3D眼镜）：

快门式3D眼镜的工作原理





1.2 立体高清显示设备

立体头盔显示:

- 基本原理:在观看者双眼前各放置一个显示屏, 观看者的左右眼只能看到相应显示屏上的视差图像。
- 主要借助于各种专用设备(如头盔显示器、数据手套等)产生, 从而使用户以自然方式如手势、体势、语言等技能, 如同在真实世界中一样操作虚拟环境中的对象。
- 缺点: 存在单用户性、显示屏分辨率低、头盔沉重、容易给眼睛带来不适感等





1.2 立体高清显示设备

裸眼立体显示:

- 不需要用户配搭任何装置，直接观看显示设备就可感受到立体效果。
- 主要可分为三类：光栅式自由立体显示、体显示、全息投影显示。



1.2 立体高清显示设备

光栅式自由立体显示:

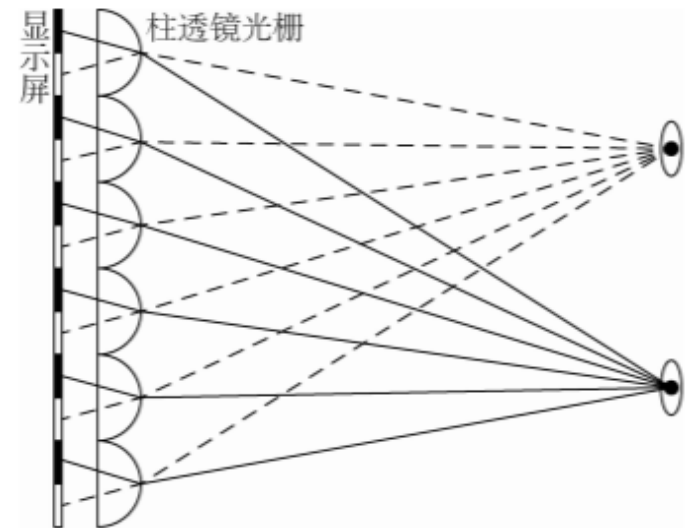
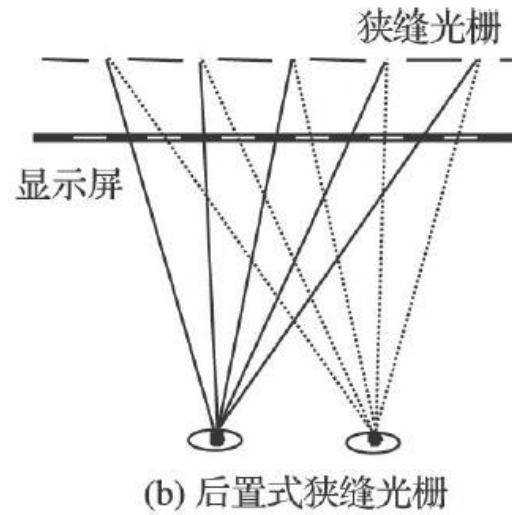
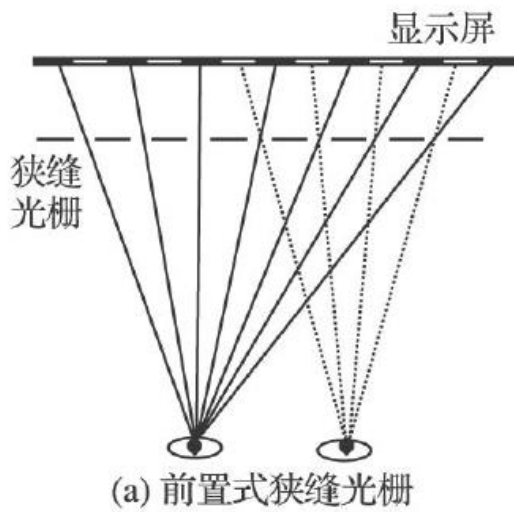
- 主要是由平板显示屏和光栅组合而成
- 光栅类型包括狭缝光栅和柱透镜光栅两类
- 基本原理：左右眼视差图像交错排列并显示在平板显示屏上，然后利用光栅的分光作用将左右眼视差图像的光线向不同方向传播。当观看者位于合适的观看区域时，其左右眼分别观看到相应的视差图像，从而获得立体视觉效果。



1.2 立体高清显示设备

光栅式自由立体显示:

- 主要是由平板显示屏和光栅组合而成
- 光栅类型包括狭缝光栅和柱透镜光栅两类

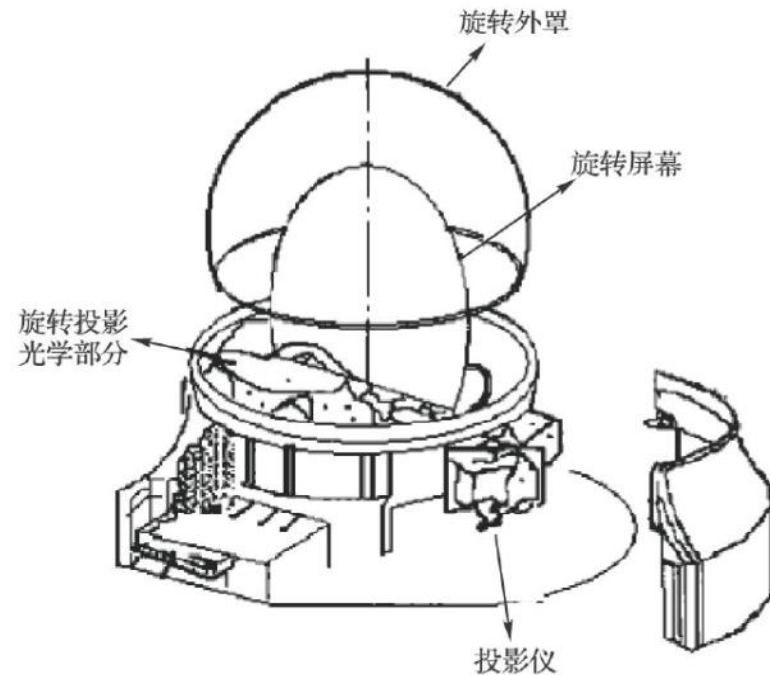




1.2 立体高清显示设备

体显示:

- 基本原理：通过特殊显示设备将三维物体的各个侧面图像同时显示出来。
- 右图展示了一种基于扫描的体显示方法。它以半球显示屏作为投影面，如果将其高速旋转起来，就形成了一个半球形的成像区域。在旋转过程中，投影仪会把同一物体的多幅不同侧面的二维图像闪投在显示屏上。





1.2 立体高清显示设备

全息投影显示:

- 全息投影技术是利用光的干涉和衍射原理记录并再现真实物体三维图像的技术。
- 基本原理:
 - 首先是利用干涉原理记录物体光波信息，即拍摄过程。
 - 然后是利用衍射原理再现物体光波信息，即成像过程。
- 全息投影技术再现的三维图像立体感强，具有真实的视觉效应。



1.2 立体高清显示设备

全息投影显示： 基本原理

视觉原理

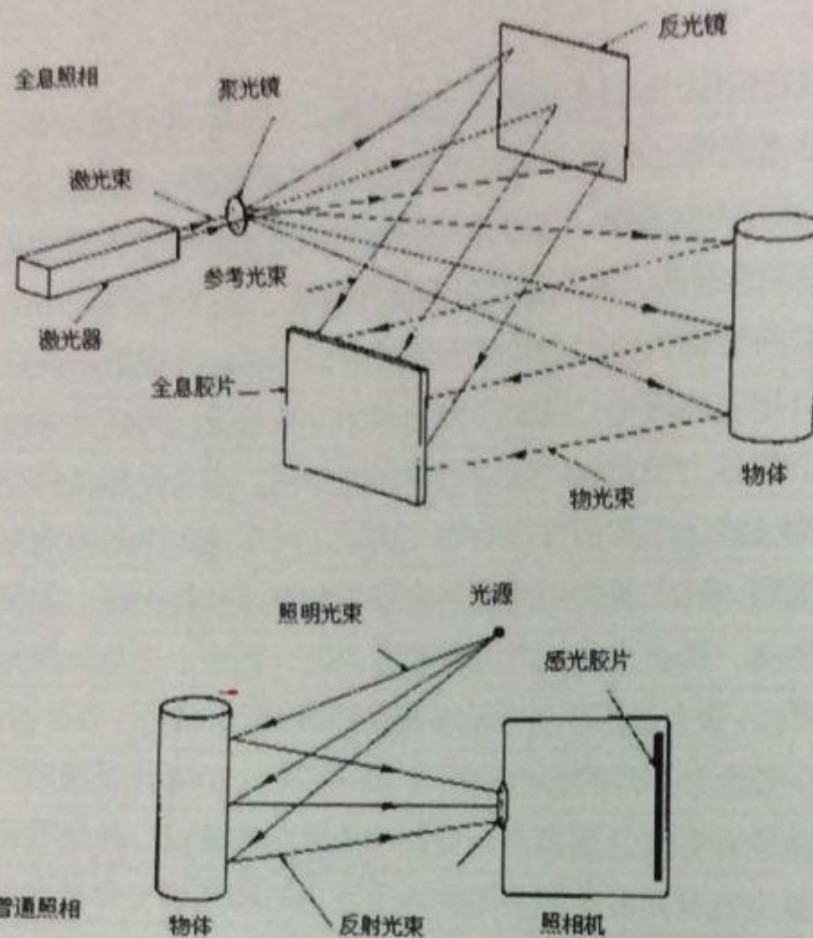


图13-2 全息摄影（上）与一般摄影（下）的区别



本堂课内容

- 复习上堂课内容
- 虚拟现实的关键技术
 - 1 立体高清显示技术;
 - 2 三维建模技术;



2 三维建模技术

- 建模是对显示对象或环境的逼真仿真。虚拟对象或环境的建模是虚拟现实系统建立的基础，也是虚拟现实技术中的关键技术之一。
- 建模是对现实对象或环境的虚拟，对象建模主要研究对象的形状和外观的仿真。环境建模主要涉及物理建模、行为建模、声音建模等。
- 评价虚拟建模的技术指标包括以下内容：
 - 精确度
 - 操纵效率
 - 易用性
 - 实时显示



2.1 几何建模 — 形状建模





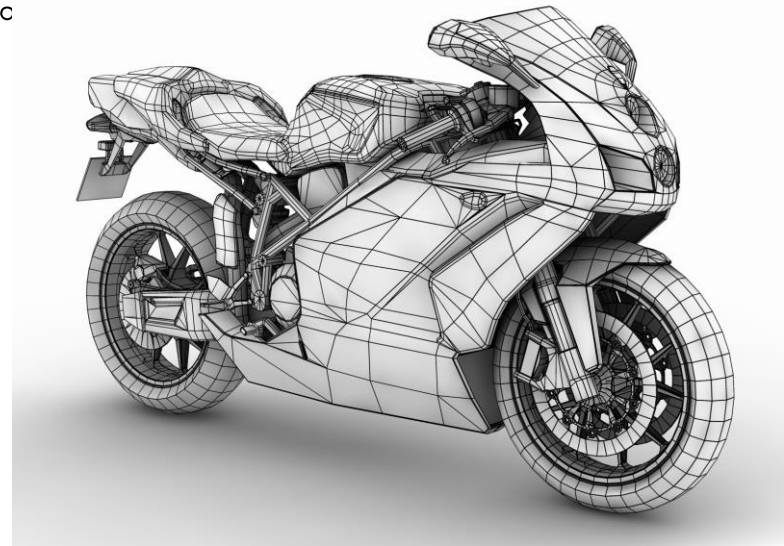
2.1 几何建模 — 形状建模





2.1 几何建模 — 形状建模

- 要表现三维物体，最基本的是绘制出三维物体的轮廓，利用点和线来构造整个三位物体的外边界，即用边界来表示三维物体。并利用多边形近似拟合曲面。
- 形状建模通常采用的方法如下：
 - 人工几何建模方法：
 - ①利用现有的图形库建模。
 - ②利用建模软件进行建模。
 - 自动几何建模方法：利用三维扫描设备对物体进行扫描建模。





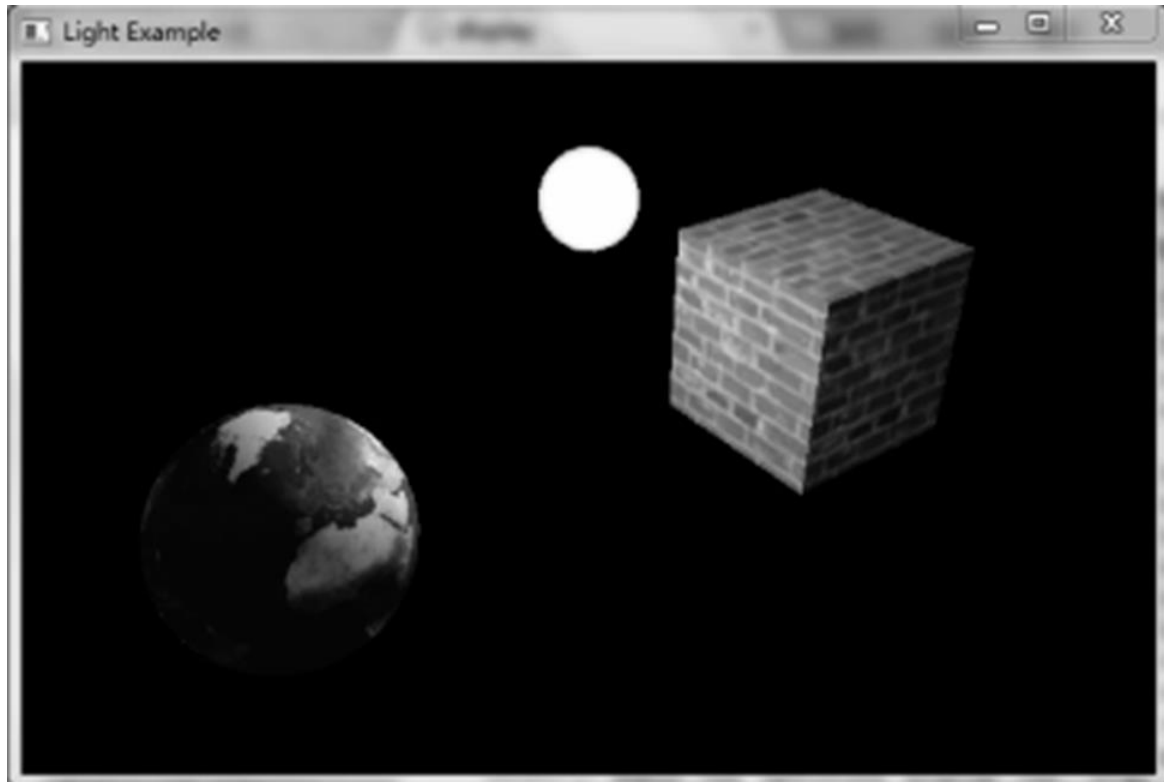
2.1 几何建模 — 外观建模

- 由于物体的外表是一种物体区别于其他物体的质地特征。虚拟现实系统中虚拟对象外表的真实感主要取决于它的表面反射和纹理。
- 用纹理映射技术处理对象的外表：
 - 增加了细节层次以及景物的真实感，
 - 提供了更好的三维空间线索，
 - 减少了视镜多边形的数目，因而提高了帧刷新率，增强了复杂场景的实时动态显示效果。
- 光照：反射光由三个分量表示，分别是环境反射光、漫反射光、镜面反射光。



2.1 几何建模 — 外观建模

- 光照示意图，图中白色小球是一个点光源，光线在立方体和球体两个对象上发生反射，产生明暗效果。





2.1 几何建模 — 外观建模





2.2 物理建模

- 物理建模是虚拟现实中较高层次的建模，它需要物理学和计算机图形学的配合，涉及力学反馈问题，重要的是重量建模、表面变形和软硬度的物理属性的体现。
- 分形技术和粒子系统就是典型的物理建模方法。



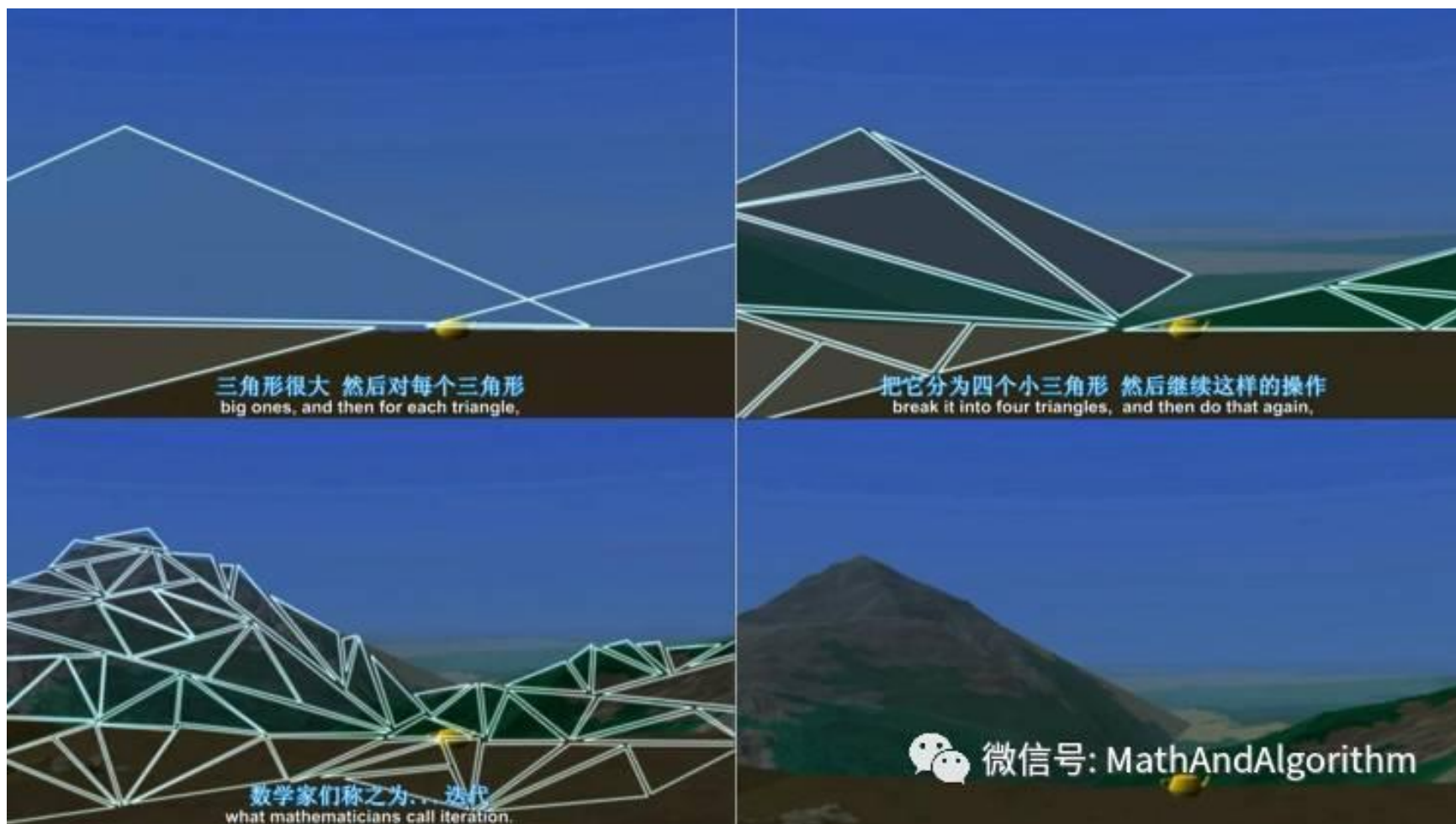
2.2 物理建模 — 分形技术

- 分形理论认为，分形曲线、曲面具有精细结构，表现为处处连续，但往往是处处不可导，其局部与整体存在惊人的**自相似性**。因此，分形技术是指可以描述具有自相似特征的数据集。
- 分形技术的优点是**通过简单的操作就可以完成复杂的不规则物体的建模**，缺点是**计算量太大**。





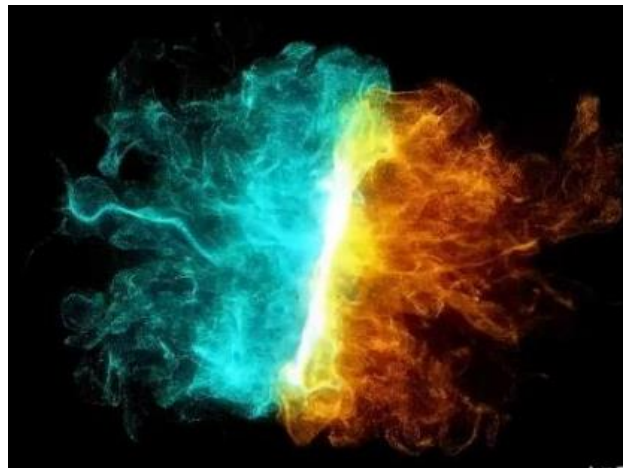
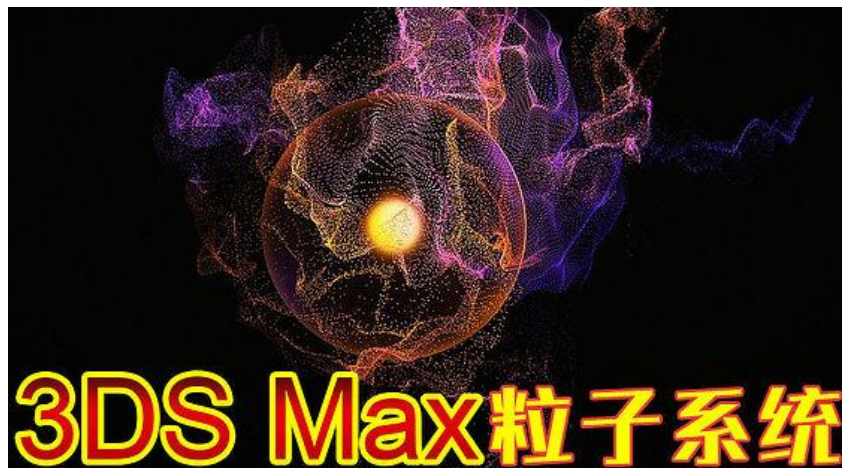
2.2 物理建模 — 分形技术





2.2 物理建模 — 粒子系统

- 粒子系统，就是将人们看到的物体运动和自然现象，用一系列运动的粒子来描述，再将这些粒子运动的轨迹映射到显示屏上，在显示屏上看到的就是物体运动和自然现象的模拟效果了。
- 在虚拟现实中，粒子系统常用于描述火焰、水流、雨雪、旋风、喷泉、战场硝烟、飞机尾焰、爆炸烟雾等现象。





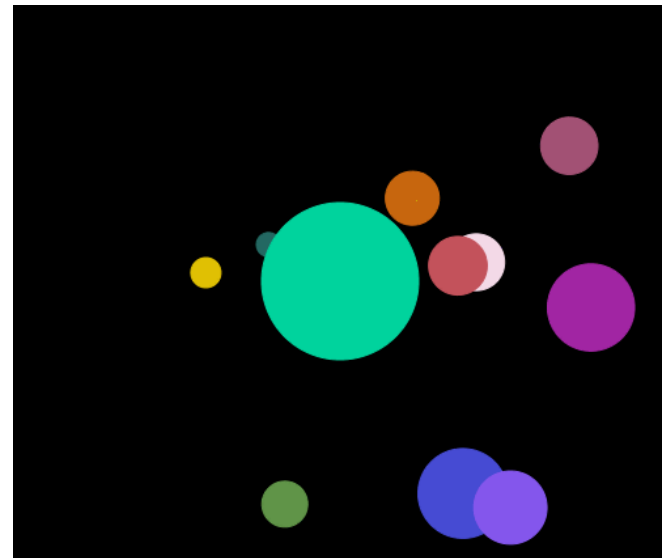
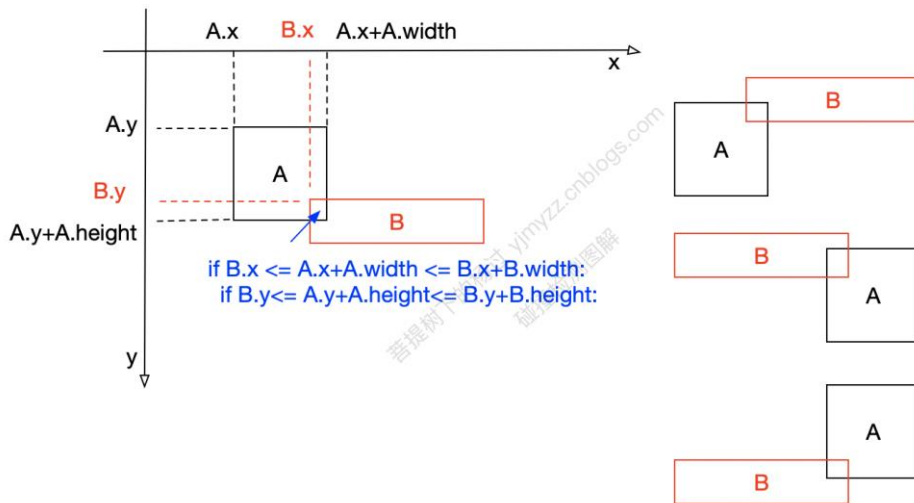
2.3 运动建模 —对象位置

- 几何建模只是反映了虚拟对象的静态特性，而虚拟现实中还
要表现虚拟对象的动态特性，而有关对象位置变化、旋转、
碰撞、手抓握、表面变形等方面的属性就属于运动建模问题。
- 对象位置：通常涉及对象的移动、伸缩和旋转。因此需要用
各种坐标系来反映三维场景中对象之间的相互位置关系。



2.3 运动建模 — 碰撞检测

- 在虚拟系统中，需要对用户和虚拟对象的移动加以限制，否则就会出现两个对象自由穿透的奇异景象。所以，碰撞检测技术也是VR系统中不可缺少的关键技术之一。
- 碰撞检测技术不仅要能检测是否有碰撞的发生、碰撞发生的位置，还要计算出碰撞发生后的反应。





2.3 运动建模 — 碰撞检测

- 目前较成熟的碰撞检测算法有层次包围盒法和空间分解法等。
 - 层次包围盒法：应用较广泛，适用于复杂环境
 - 空间分解法：适用于对象较少也分布均匀时



博客园@<http://www.cnblogs.com/iamzhanglei/>

	(-1,-1)	(0,-1)	(1,-1)
	(-1,0)	A (0,0)	(1,0)
http://blog.csdn.net/iamzhanglei/	B (-1,1)	(0,1)	(1,1)



本章小结

- 本章介绍了VR系统中关键的立体高清显示技术和建模技术。
- 立体显示设备主要有：彩色眼镜、偏振光眼镜、液晶光阀眼镜、立体头盔和裸眼立体显示器。
- 建模技术主要有几何建模、物理建模和运动建模技术。



Thanks !