

2018-2019年度第二学期 00106501

计算机图形学



童伟华 管理科研楼1205室

E-mail: tongwh@ustc.edu.cn

中国科学技术大学 数学科学学院

<http://math.ustc.edu.cn/>





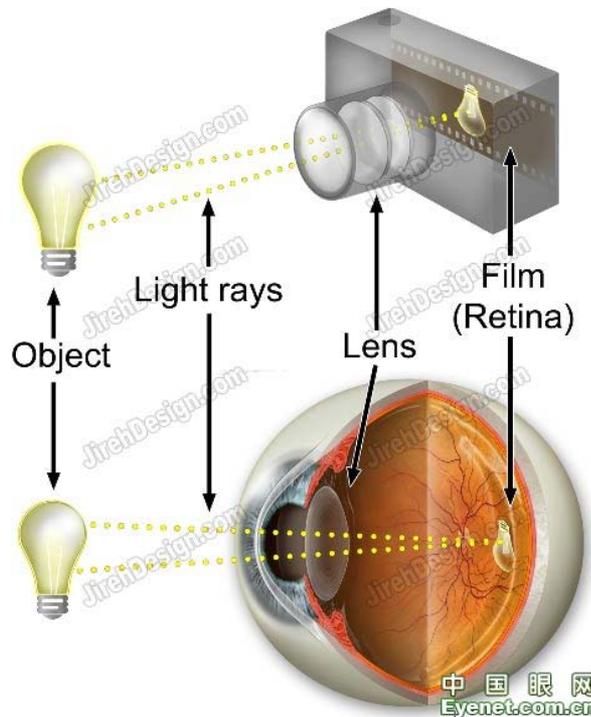
第三节 图像成像模型 (物理的与合成的)

图像 (images) – 物理的



■ 物理成像系统

- 眼睛 (生物)
- 照相机: 胶卷 (化学)、数码 (物理+数字)?



合成的图像



■ 合成的图像 (synthetic or artificial images)

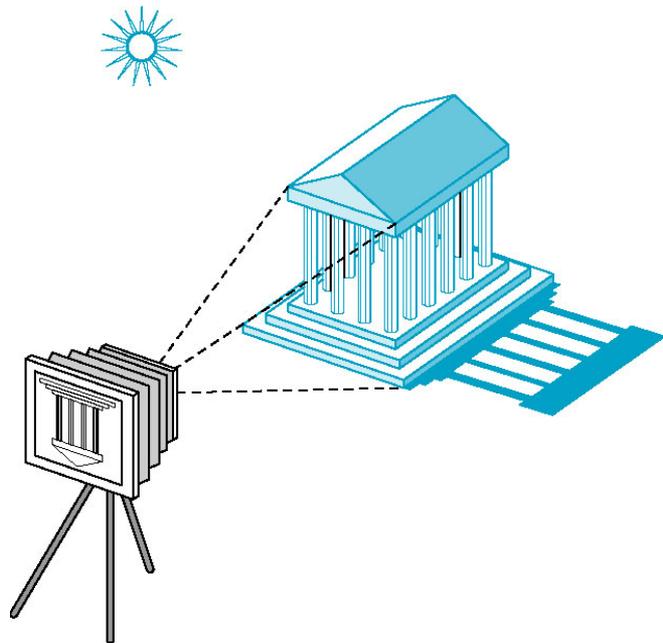
- May not exist physically
- Computer-generated images
- How? 模拟照相机和人类的视觉系统 (human visual system)



图像合成的要素



- 物体/对象
- 观察者
- 光源

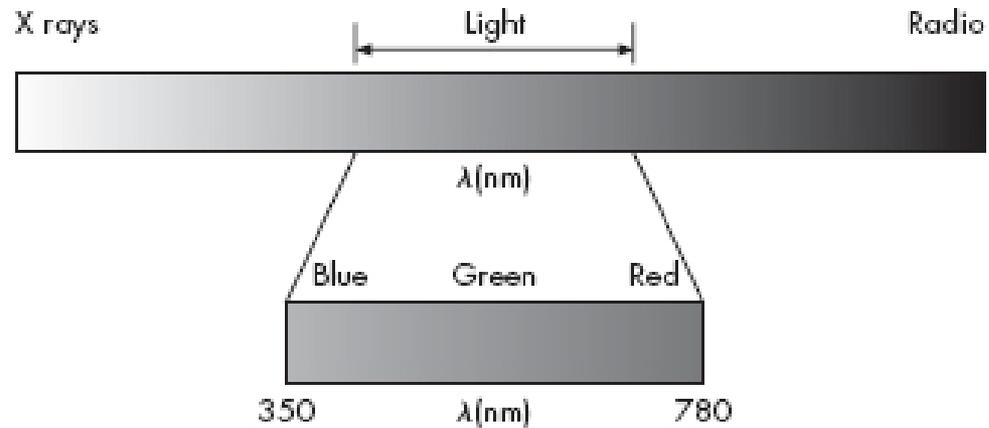


- 光源、材质的属性：确定光照射在物体上的效果
- 注意：对象、观察者以及光源是完全独立的

光源 - 可见光



- 可见光为电磁波的一部分，也就是人类视觉系统对它有反应的那部分
- 波长大约介于350 ~ 780 nm (纳米, 10^{-8} 米)
- 波长大的对应于红色，短的对应用于蓝色



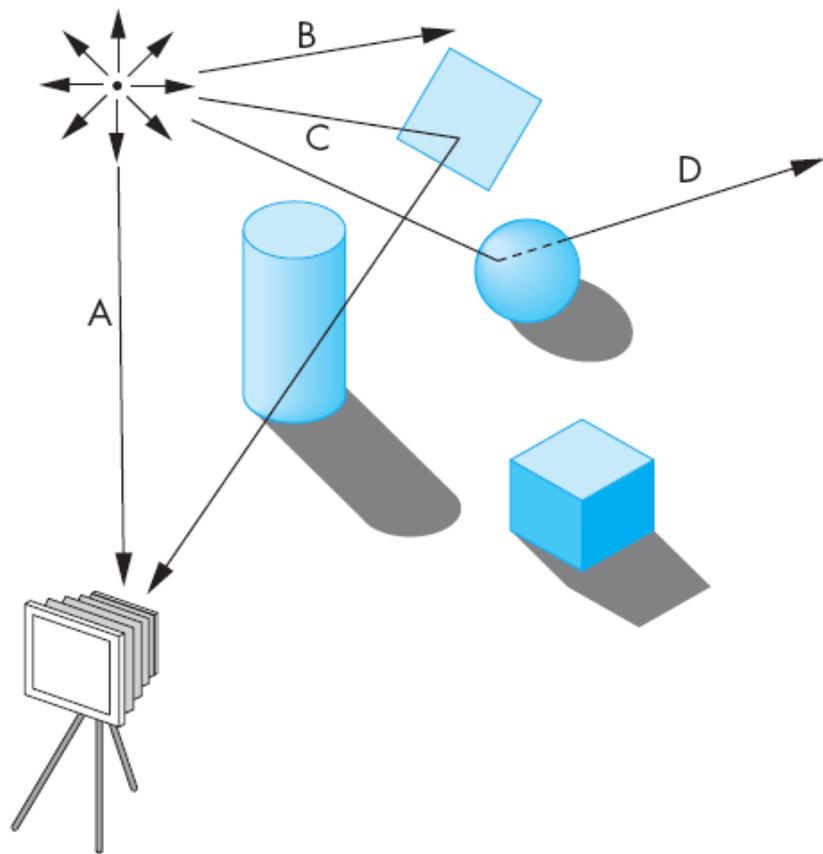
光线跟踪与几何光学



■ 光线跟踪 (ray tracing) 方法:

生成图像的一种方法就是从
一个点光源出发, 跟踪所有
的光线, 确定哪些光线进入
照相机的镜头。然而, 每条
光线在被吸收或者进入无穷
空间之前, 有可能与物体发
生多次接触。(过程反过来?
效果如何?)

■ 辐射度方法 (radiosity)



灰度图像与彩色图像



■ 灰度图像 (grayscale images)

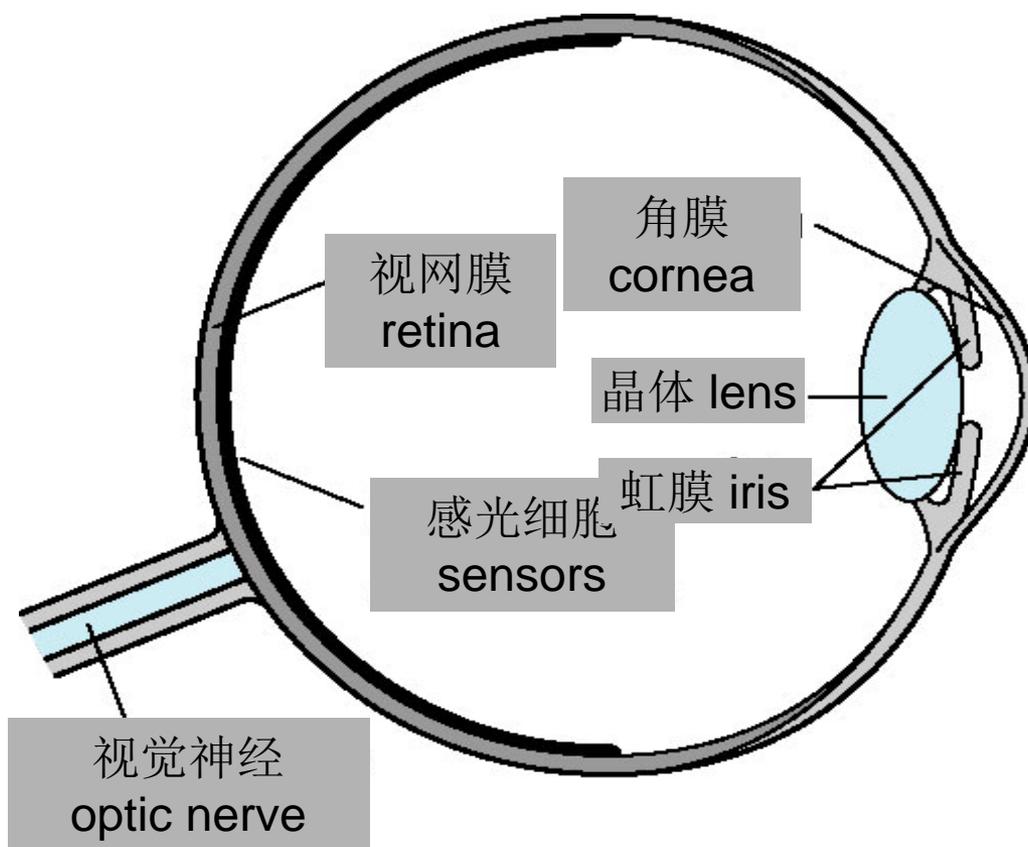
- 亮度图像 (luminance images)
- 黑白颜色

■ 彩色图像 (color image)

- 可以显示出色调 (hue), 饱和度 (saturation) 和亮度 (lightness)
- 必须匹配可见光谱中的所有波长吗? 否!



人类视觉系统

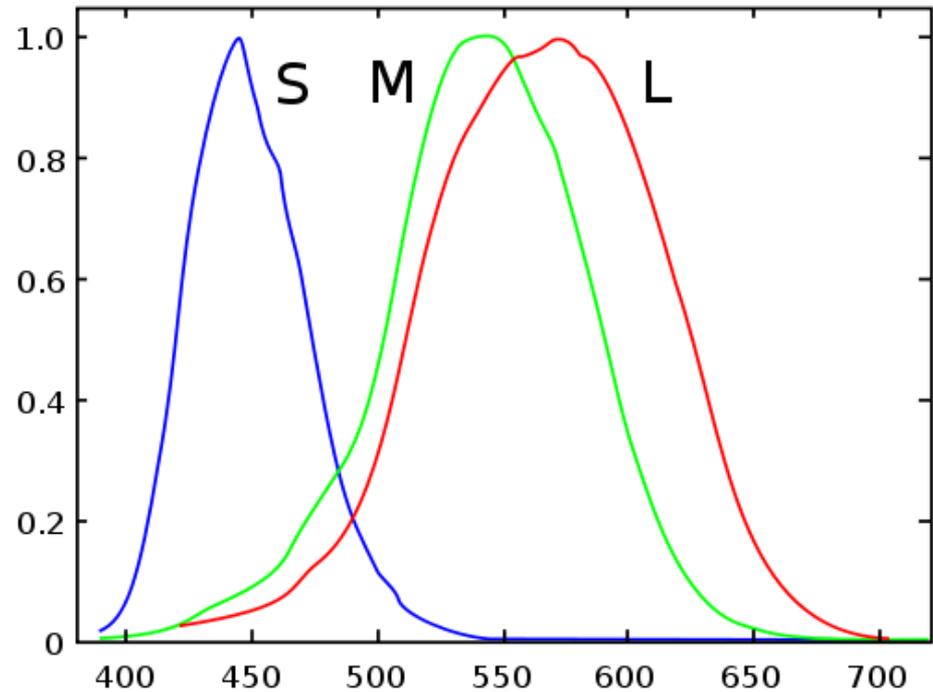


感光细胞



■ 两种类型的感光细胞

- Rods 杆状细胞
 - 感受单色, 夜视
- Cones 锥状细胞
 - 感受彩色
 - 三种类型的锥状细胞
 - 只有三种感受值(刺激)送到大脑



The three types of cones are L, M, and S, which have pigments that respond best to light of long (especially 560 nm), medium (530 nm), and short (420 nm) wavelengths respectively

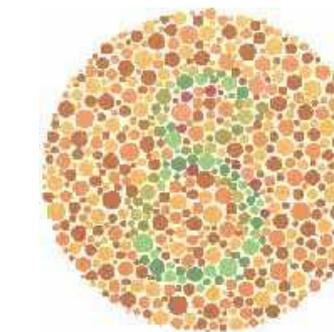
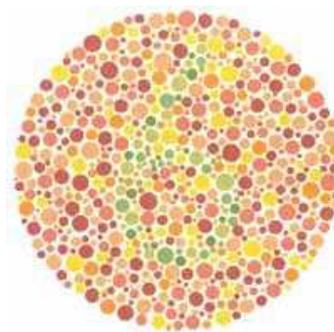
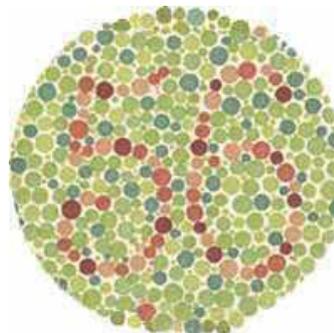
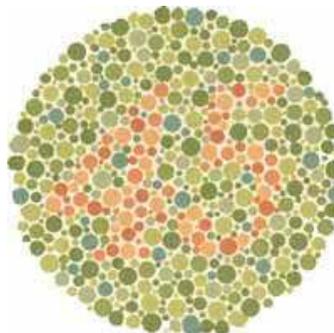
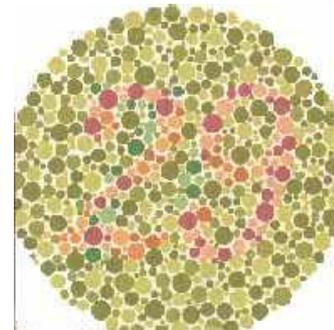
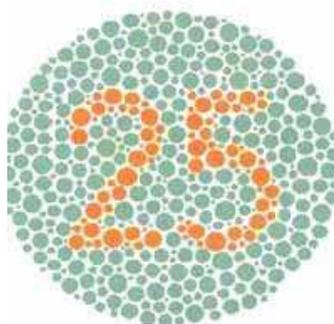
色盲 (color blind)



■ 色弱或色盲？（无法严格区分）

■ 分类

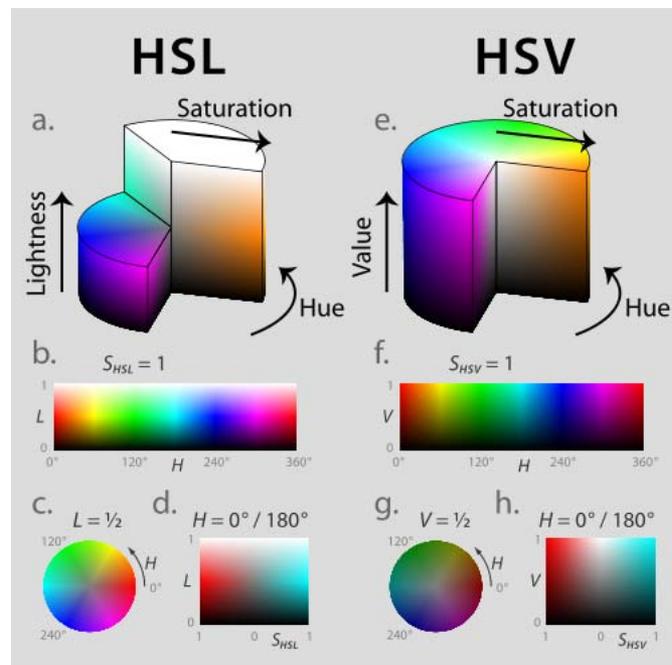
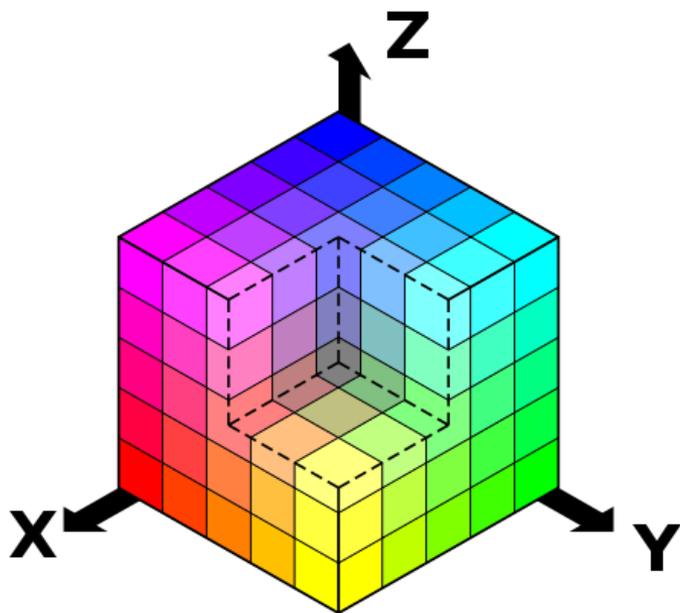
- 全色盲：仅有明暗之分，而无颜色差别
- 红色盲：不能分辨红色，对红色与深绿色、蓝色与紫红色以及紫色不能分辨
- 绿色盲：不能分辨淡绿色与深红色、紫色与青蓝色、紫红色与灰色，把绿色视为灰色或暗黑色
- 蓝黄色盲：蓝黄色混淆不清，对红、绿色可辨，较少见
- 全色反：将红色视为绿色、黑色视为白色。所有看到的颜色与现实完全相反



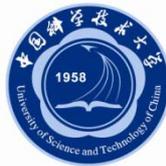
三基色理论



- RGB模型：red, green, blue三基色（three primary colors），其它颜色通过这三种颜色合成表示（注意：在计算机图形学中所谓的三基色不一定与人眼所感受的三种值恰好完全匹配）
- 其它颜色模型：HSL模型，HSV模型，CMYK模型等



加色与减色



■ 加色

- 通过把三原色的值加在一起形成一种颜色
 - 彩色显示器、投影仪、照片正片 (positive film)
- 原色为红 (red), 绿 (green), 蓝 (blue)

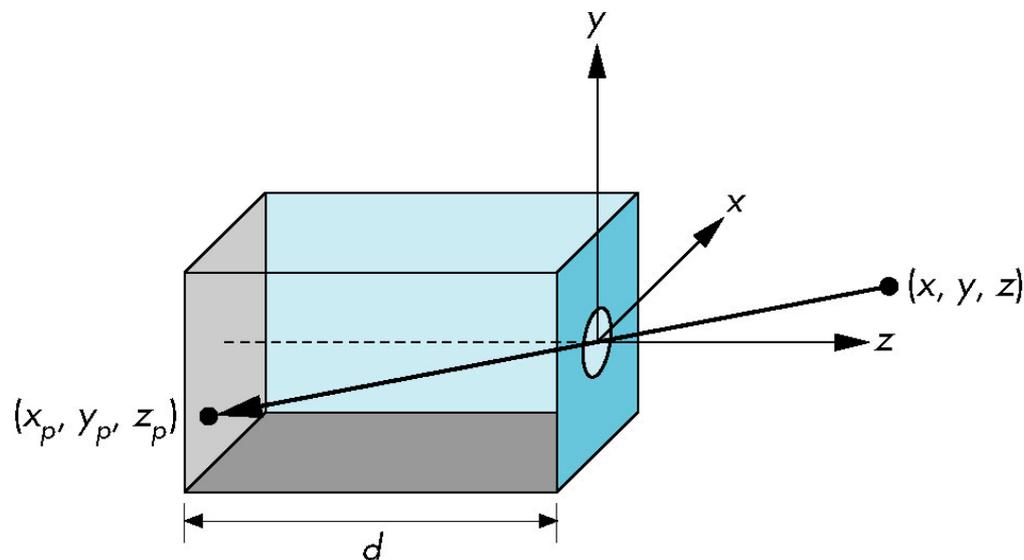
■ 减色

- 通过在白光中过滤掉蓝绿色 (cyan), 洋红色 (magenta) 和黄色 (yellow) 形成最终的颜色
 - 光线与物体的作用
 - 彩色打印
 - 照片底片 (negative film)

针孔照相机



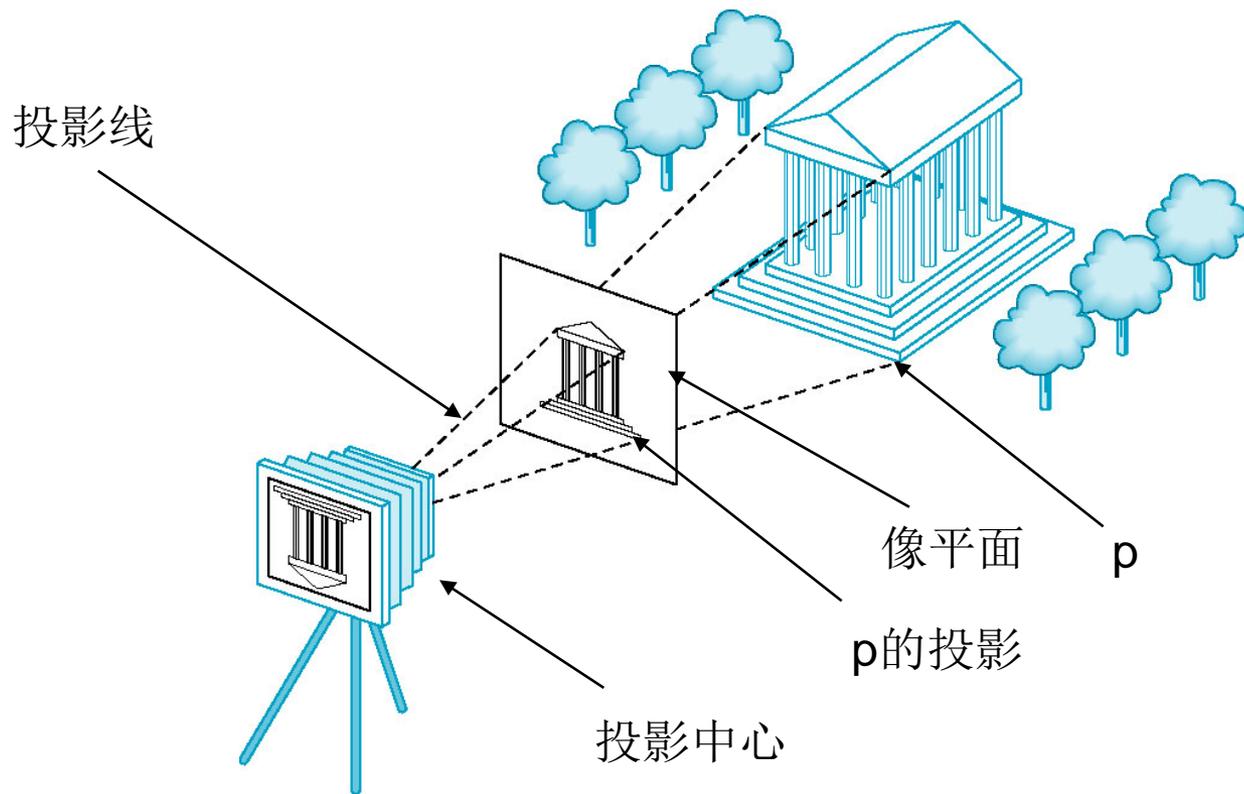
■ 针孔照相机原理



(x, y, z) 点的投影位置

$$x_p = -d * x / z, y_p = -d * y / z, z_p = d$$

合成的照相机模型





合成的照相机模型优点

- 把对象、观察者和光源区分开
- 二维图形是三维图形的一个特殊情形
- 可以得到简单的软件API (Application programming interface)
 - 指定对象、光源、照相机、材料属性
 - 由API的实现确定最终的图像
- 可以得到快速的硬件实现，目前主流API: OpenGL, Direct3D 等都是基于该模型

全局和局部光照模型

- 不能对每个对象单独计算它的颜色与阴影
- 有些对象被其它对象遮住了光源
- 光可以在对象之间反射
- 有些对象是透明的



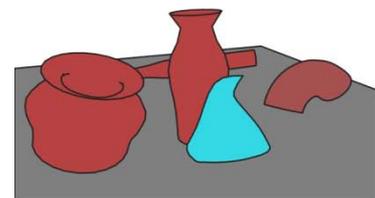
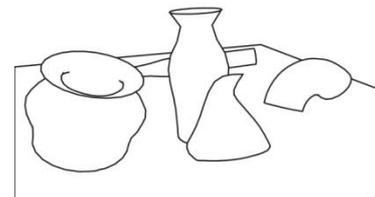
全局和局部光照模型

■ 全局光照模型

- 光线跟踪方法
- 辐射度方法
- 目标：真实感 (photorealism) 图形绘制

■ 局部光照模型

- Phong光照模型
- 目标：交互式 (interactive) 或实时 (real-time) 图形绘制
- 当前：GPU shader可以实现部分真实感图形的实时绘制

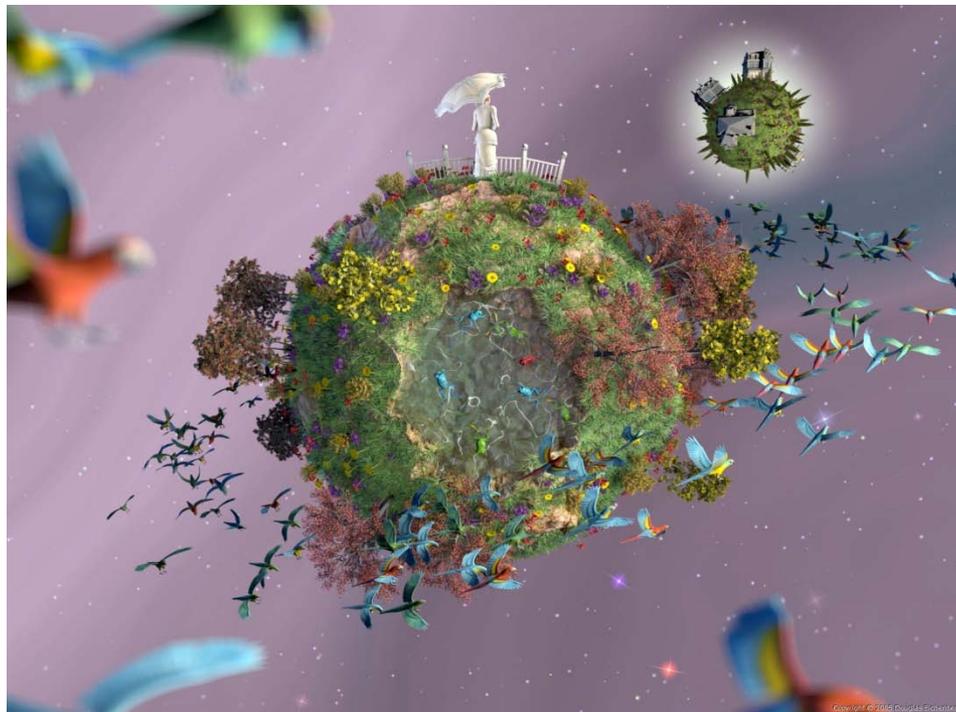




光线跟踪方法优点与缺点

- **优点：**光线跟踪在很上大程度上是基于物理模型的，因此可以实现全局光照效果，例如阴影、折射、反射和多重反射等
- **缺点：**光线跟踪计算量很大，目前仍无法达到交互系统的要求
- **辐射度方法：**与光线跟踪方法相似，更适于有大量散射表面的场景绘制，但计算量更大
- **软件：**Pov-Ray, RenderMan等

你也想要学会吗？



Do you want to do that by yourself?



Thanks for your attention!

