

让人头疼的纹理（上）： 颜色纹理

华中科技大学软件学院 万琳





提纲

- ① 纹理的概念
- ② 纹理的定义和映射
- ③ 基于OpenGL的颜色纹理

1

纹理的概念

用简单光照明模型生成真实感图象，由于表面过于光滑单调，反而显得不真实。
现实物体表面有各种表面细节，这些细节就叫**纹理**。



1

纹理的概念

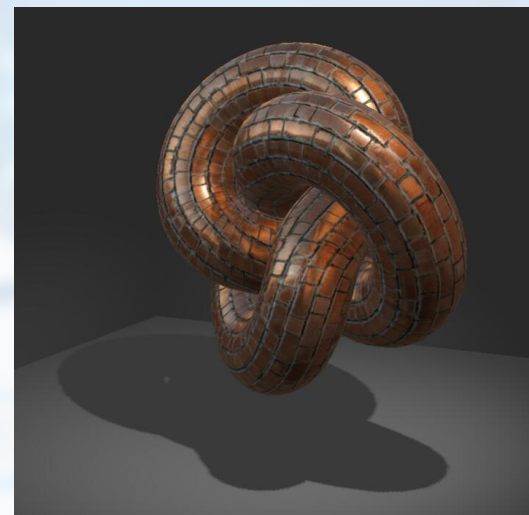
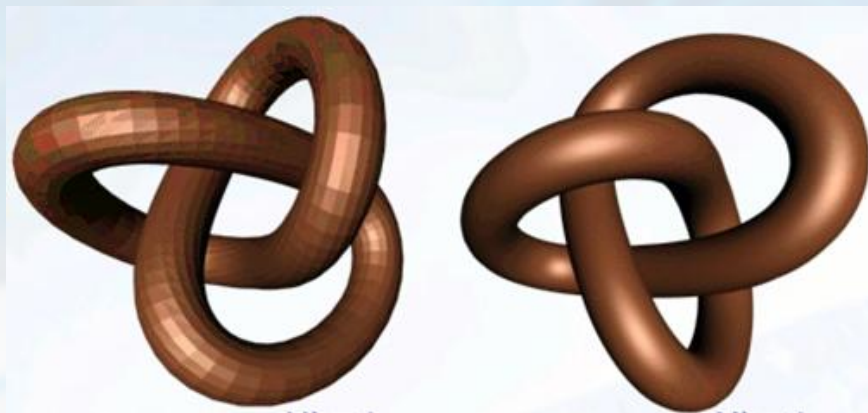
用简单光照明模型生成真实感图象，由于表面过于光滑单调，反而显得不真实。
现实物体表面有各种表面细节，这些细节就叫**纹理**。



1

纹理的概念

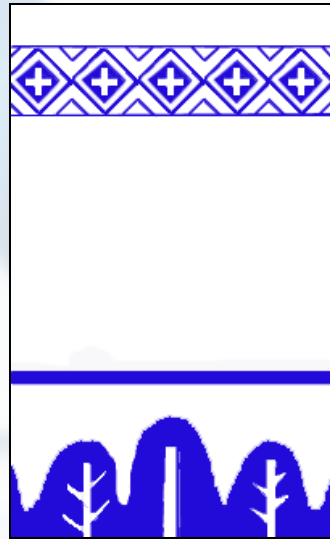
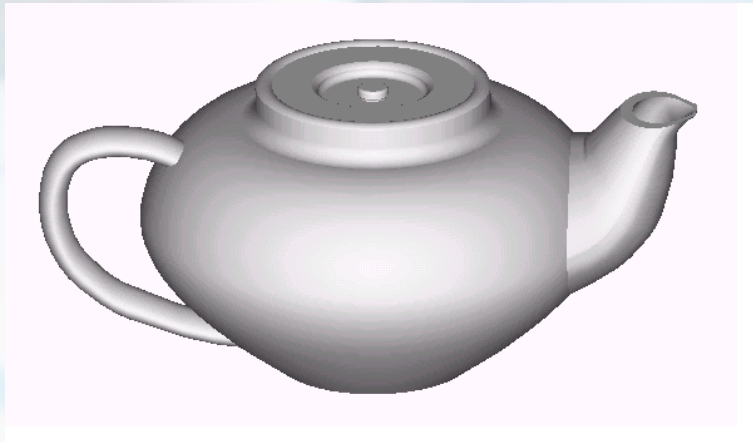
用简单光照明模型生成真实感图象，由于表面过于光滑单调，反而显得不真实。
现实物体表面有各种表面细节，这些细节就叫**纹理**。



1

纹理的概念

纹理实例：



1

纹理的概念

纹理：体现物体表面的细节

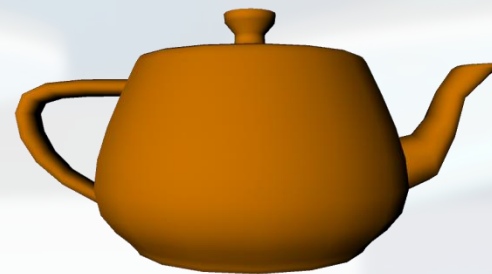
纹理类型：

◆颜色纹理

物体表面（平面或者曲面）花纹、图案

◆几何纹理

基于物体表面的微观几何形状



二维
纹理

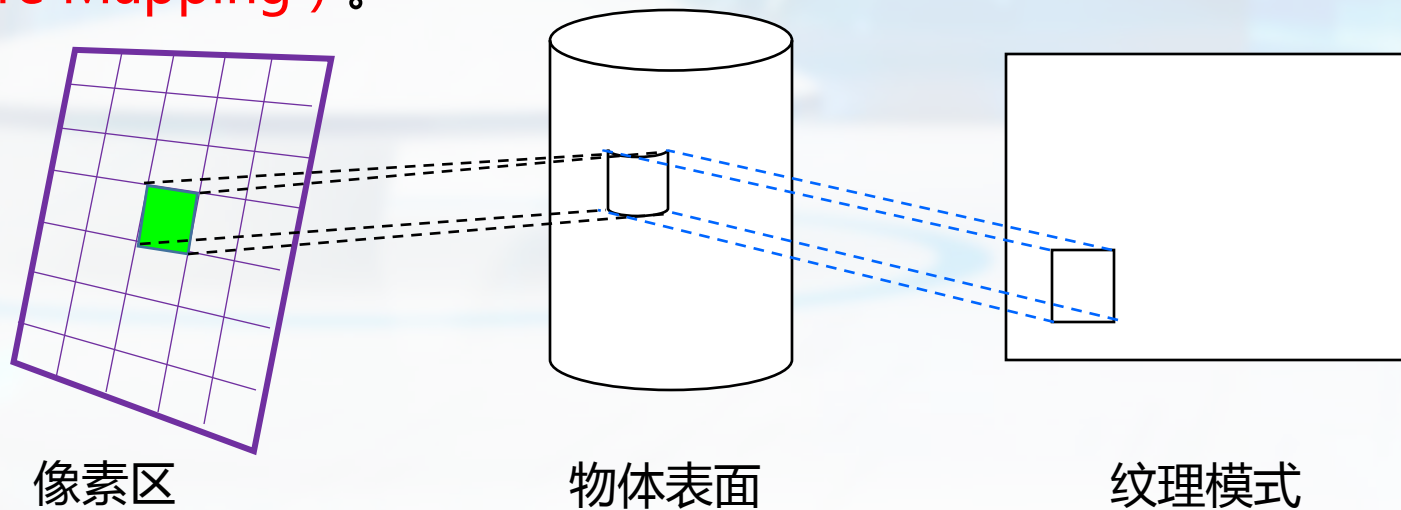


几何
纹理

2

纹理的定义和映射

- ◆生成纹理的一般方法，是预先**定义纹理模式**，然后建立物体表面的点与纹理模式的点之间的对应。
- ◆当物体表面的可见点确定之后，以纹理模式的对应点参与光照模型进行计算，就可把纹理模式附到物体表面上。这种方法称为**纹理映射** (Texture Mapping) 。



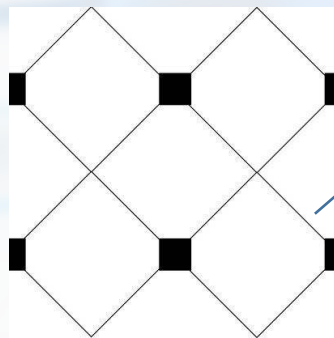
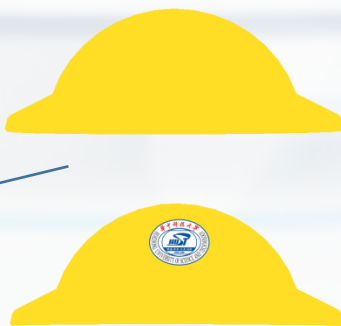
2

纹理的定义和映射

◆纹理模式定义：

- 图象纹理：将二维纹理图案映射到三维物体表面，绘制物体表面上一点时，采用相应的纹理图案中相应点的颜色值。
- 函数纹理：用数学函数定义简单的二维纹理图案，如方格地毯。或用数学函数定义随机高度场，生成表面粗糙纹理即几何纹理。

图像纹理



函数纹理定义的
方格地毯

2

纹理的定义和映射

◆纹理映射：

- 建立纹理与三维物体之间的对应关系
- 扰动法向量

图像纹理映射到我们课程原创的动画人物帽子上



2

纹理的定义和映射

◆纹理模式定义方法：

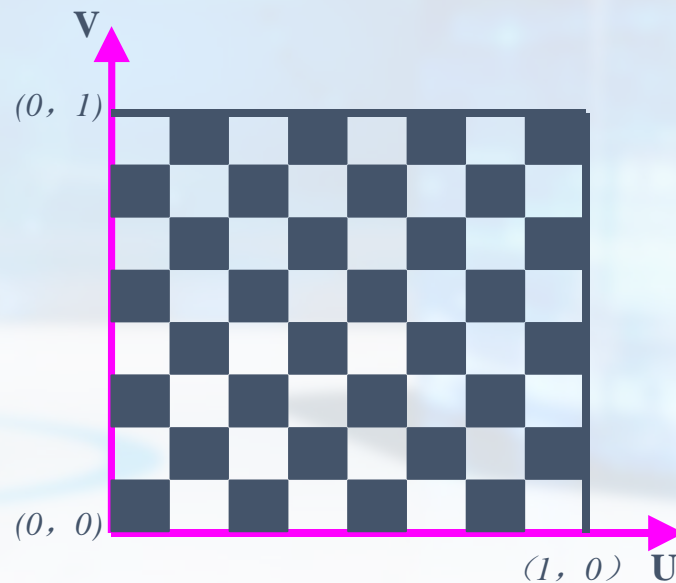
纹理空间

纹理定义在纹理空间上的函数，纹理空间通常是一个单位正方形区域 $0 \leq u \leq 1$ ， $0 \leq v \leq 1$ 之上。

- 纹理映射中最常见的纹理
 - 一个二维纹理的函数表示

$$g(u, v) = \begin{cases} 0 & \lfloor u \times 8 \rfloor + \lfloor v \times 8 \rfloor \text{ odd} \\ 1 & \lfloor u \times 8 \rfloor + \lfloor v \times 8 \rfloor \text{ even} \end{cases}$$

- 纹理图象



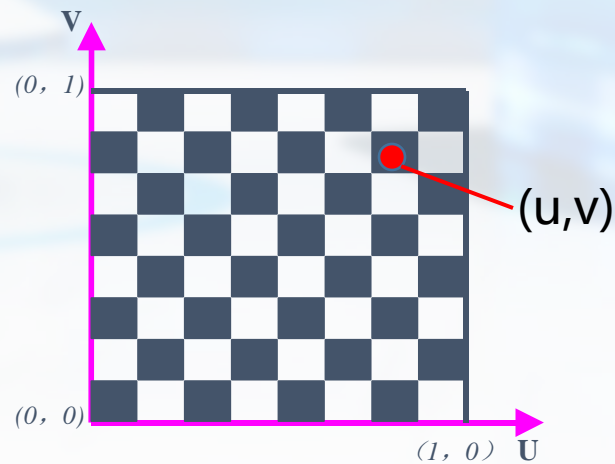
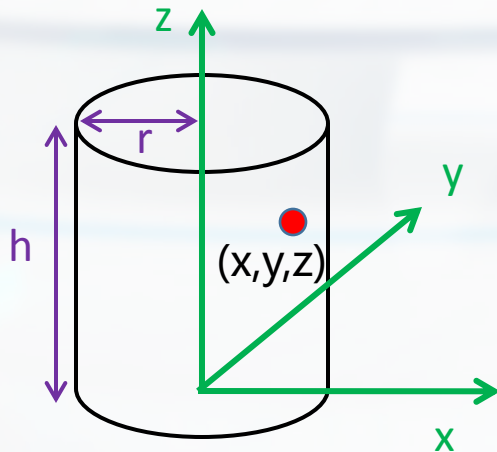
2

纹理的定义和映射

◆纹理映射方法：

建立物体空间表面和纹理空间之间的对应关系

- 根据物体空间的表面坐标 (x,y,z) 计算其纹理空间坐标 (u,v) 值：对物体表面坐标 (x,y,z) 用 u 、 v 进行参数化（**第一步**），然后反求出参数 u 、 v 用物体表面坐标 (x,y,z) 的表达（**第二步**）；
- 根据纹理空间定义的纹理 (u,v) 得到该处的纹理值，并用此值取代光照明模型中的相应项，实现纹理映射（**第三步**）。



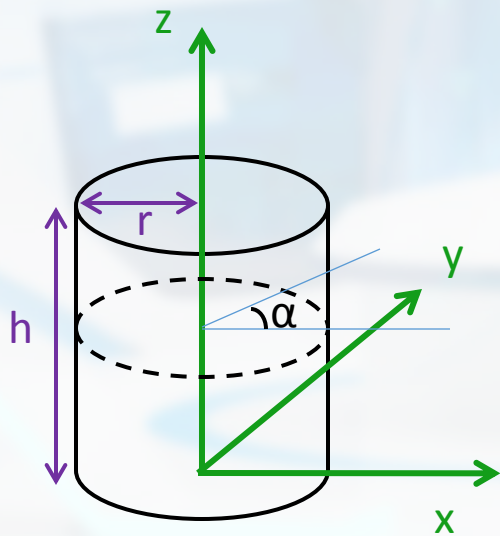
2

纹理的定义和映射

◆纹理映射方法：

例：圆柱面映射

假定有一个半径为 r ，高为 h 的圆柱



➤第一步：对物体表面用 u 、 v 进行参数化

- 圆柱面的参数方程

$$\begin{aligned}x &= r \cos \alpha \\y &= r \sin \alpha \\z &= hb\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{其中：} & 0 \leq \alpha \leq 2\pi \\& 0 \leq b \leq 1\end{aligned}$$

- 令 $u = \alpha/2\pi$ $v = b$

$$\begin{aligned}x &= r \cos 2\pi u \\y &= r \sin 2\pi u \\z &= hv\end{aligned}$$

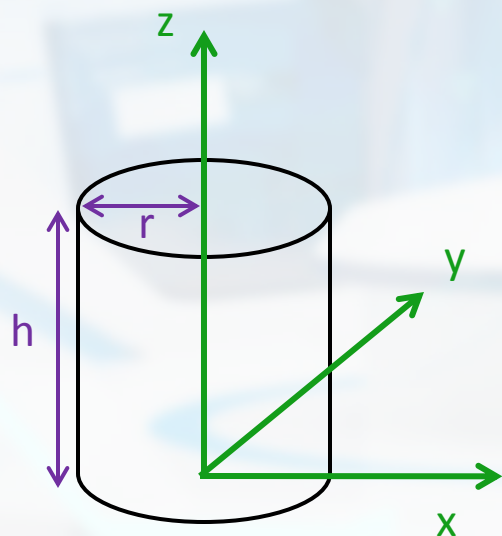
2

纹理的定义和映射

◆纹理映射方法：

例：圆柱面映射

假定有一个半径为 r ，高为 h 的圆柱



➤第二步：反求出参数 u 、 v 用物体表面坐标 (x,y,z) 的表达

• 对于

$$\begin{aligned}x &= r \cos 2\pi u \\ y &= r \sin 2\pi u \\ z &= hv\end{aligned}$$

• 因此，如果已知点 (x,y,z) ，它对应的有 α 和 b 的值，则对应的 u 、 v 值可以算得：

$$\begin{aligned}u &= \alpha / 2\pi \\ v &= b\end{aligned}$$

2

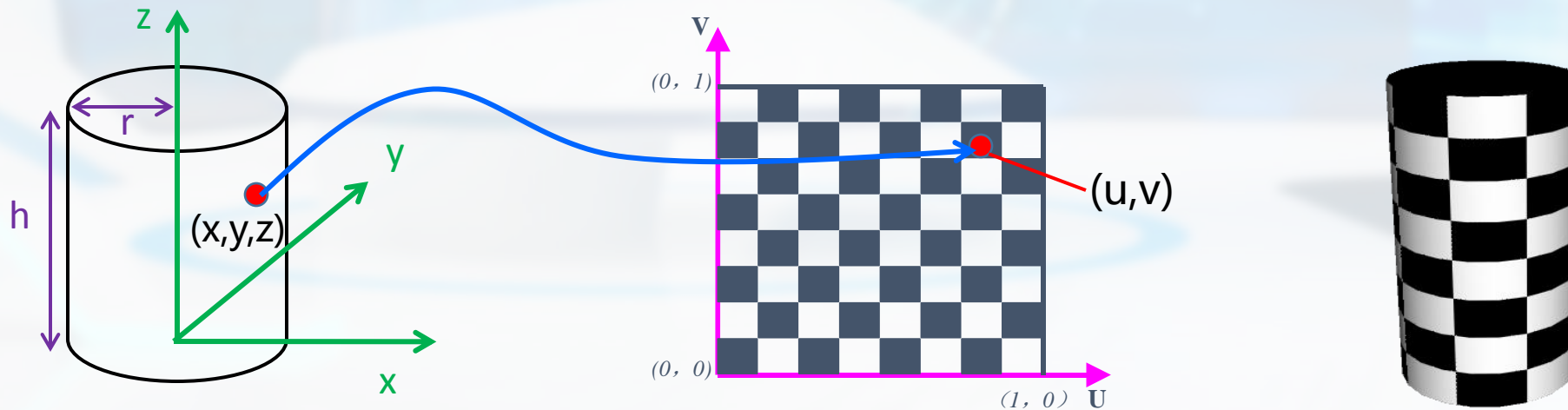
纹理的定义和映射

◆纹理映射方法：

例：圆柱面映射

假定有一个半径为 r ，高为 h 的圆柱

➤第三步：取出纹理空间对应的纹理值，进行之后的光照计算



3

基于OpenGL的颜色纹理

◆纹理映射的一般方法：

设置纹理
属性

```
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_REPEAT);
```

加载纹理

```
unsigned char *data = stbi_load("res/texture/contain.jpg", &width, &height, &nchannels, 0);
```

生成纹理

```
glGenTextures(1, &texture1);  
glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, GL_RGB, width, height, 0, GL_RGB, GL_UNSIGNED_BYTE, data);
```

绑定纹理

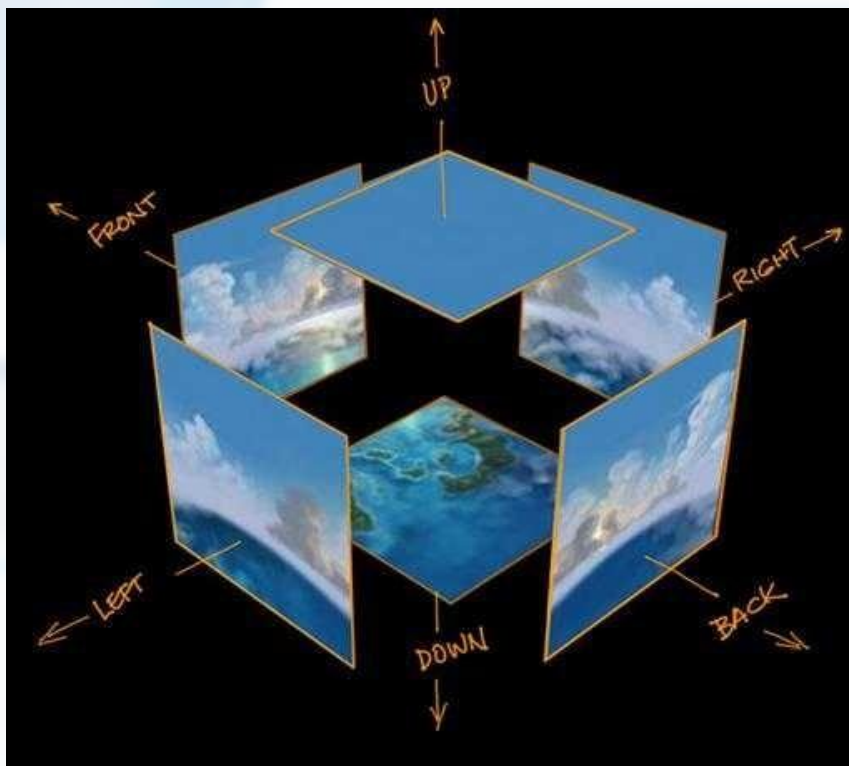
```
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texture1);
```

3

基于OpenGL的颜色纹理

◆立方体贴图：

立方体贴图包含6个2D纹理，每个2D纹理是一个立方体（cube）的一个面。



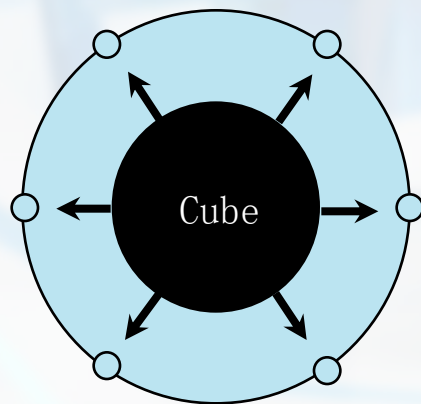
3

基于OpenGL的颜色纹理

◆立方体贴图：

你可能会奇怪这样的立方体有什么用？

为什么费事地把6个独立纹理结合为一个单独的纹理？



3

基于OpenGL的颜色纹理

实验

要求：平面纹理（立方体上的华中科技大学的纹理）

立方体贴图（天空盒，背景的天空盒采用立方体贴图）





谢谢

软件学院 万琳