

计算机视觉与模式识别



苏远岐
新型计算机研究所

第三章 摄像机

成像设备有许多种类，从动物的眼睛到视频摄像机和雷达望远镜，它们可以装有镜头，也可以没有镜头；抽象来说摄像机是收集光的机器。

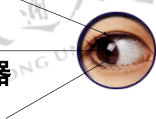
课程简介：

- 1 人的视觉系统
- 2 如何设计摄像机
- 3 摄像机模型

新型计算机研究所

眼睛是什么？

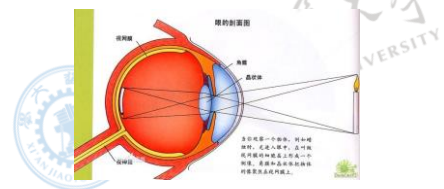
眼睛是一个收集光的机器



新型计算机研究所

1 眼睛和视觉

角膜和晶状体把物体的像聚焦在视网膜上！

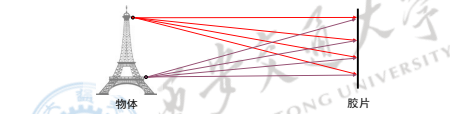


新型计算机研究所

2. 如何设计摄像机?

Translated from the Slide by David Sato 新型计算机研究所

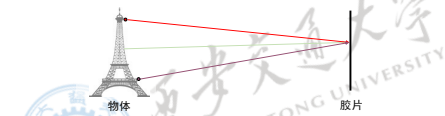
How do we see the world?



- 让我们开始设计一个摄像机
 - 考虑1: 在物体前防止一个胶片, 这样子来自物体表面的光会打到胶片上
 - 问题1: 我们能获得一个我们想要的图像吗?

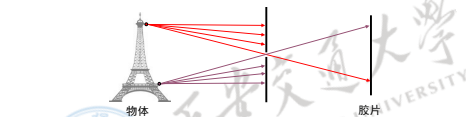
新型计算机研究所

How do we see the world?



- 让我们开始设计一个摄像机
 - 考虑1: 在物体前防止一个胶片, 这样子来自物体表面的光会打到胶片上
 - 问题1: 我们无法获得一个我们想要的图像

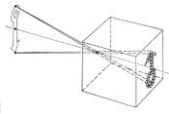
新型计算机研究所



- 加入一个遮光的装置去遮挡大部分方向来的光
 - 降低了模糊
 - 这个小的开口称之为: 光圈 (aperture)

新型计算机研究所

小孔相机模型



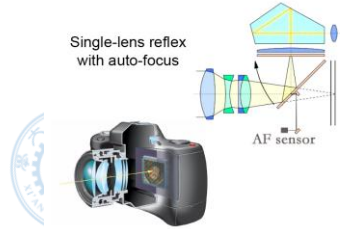
Pinhole model:

- Captures **pencil of rays** (一束光) – all rays through a single point
- The point is called **Center of Projection (COP, 光心)**
- The image is formed on the **Image Plane (图像平面)**
- **Effective focal length f** (焦距) is distance from COP to Image Plane

Slide by Sheng Guo

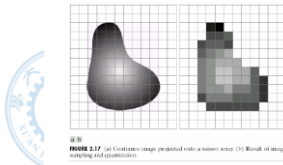
新型计算机研究所

Single-lens reflex
with auto-focus



新型计算机研究所

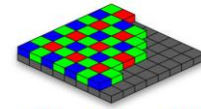
Sensor Array



CMOS sensor

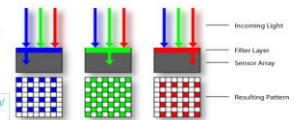
图 36
PINHOLE SLR: (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

Practical Color Sensing: Bayer Grid

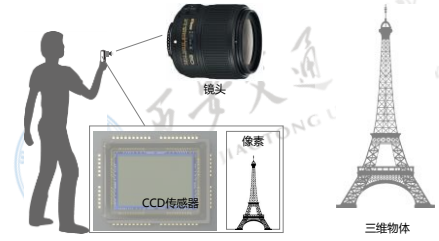


Estimate RGB
at 'G' cells from
neighboring
values

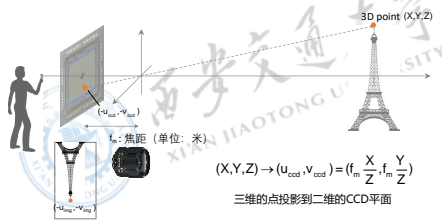
<http://www.ccsdictionary.com/words/Bayer-filter-wikipedia>



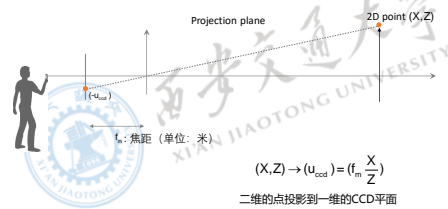
3. 摄像机模型



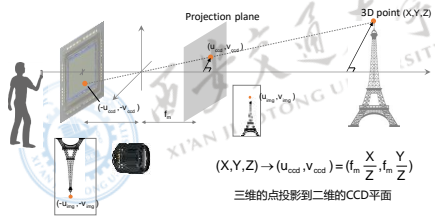
三维点的投影(度量空间)



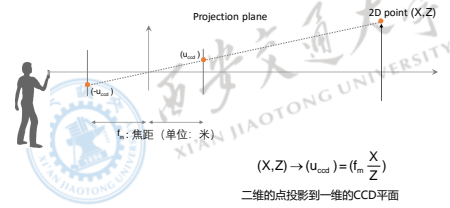
二维点的投影(一个简化的相机)



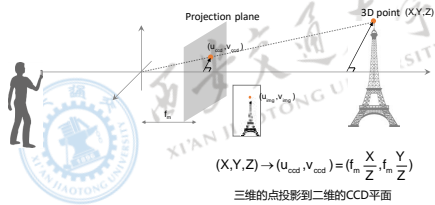
三维点的投影(度量空间)



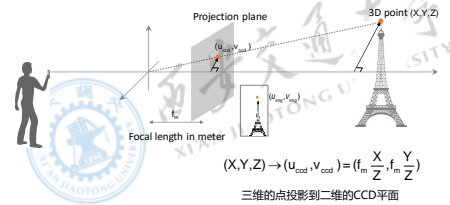
二维点的投影(一个简化的相机)



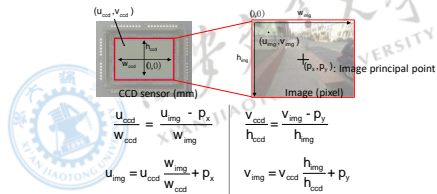
三维点的投影(度量空间)



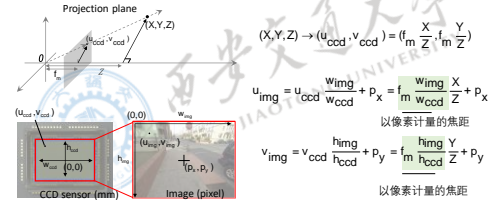
三维点的投影(度量空间)



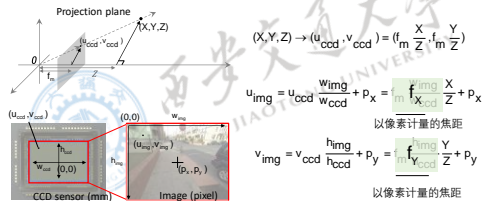
三维点的投影(像素空间)



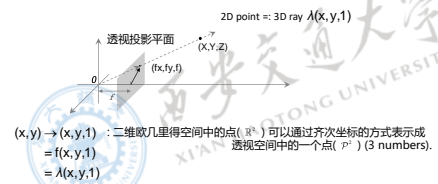
三维点的投影(像素空间)



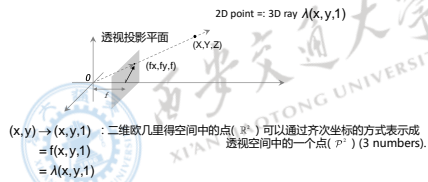
三维点的投影(像素空间)



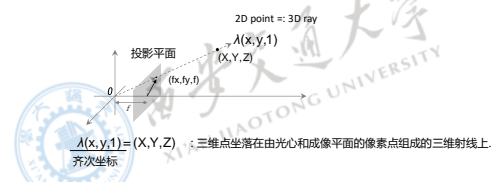
齐次坐标



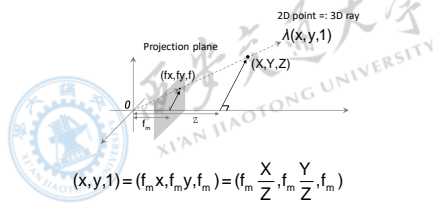
齐次与非齐次坐标之间的转换



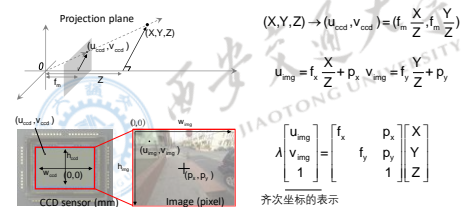
齐次坐标的物理意义



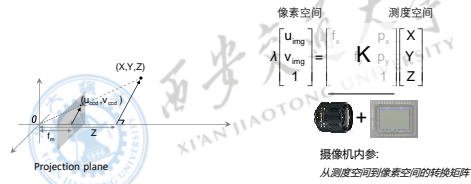
三维透视投影变换



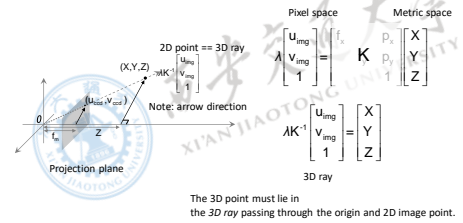
三维透视投影变换（像素空间）



摄像机内部参数

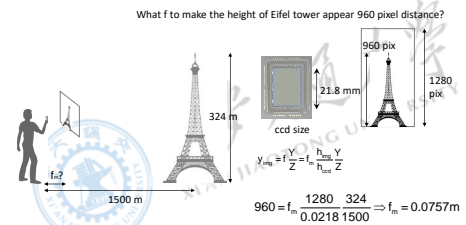


2D Inverse Projection

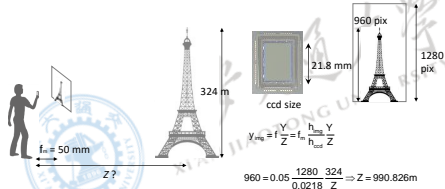


4. 一个练习

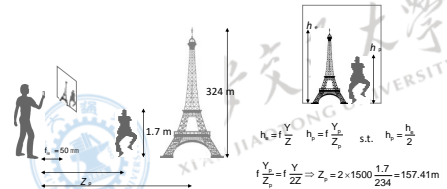
Exercise



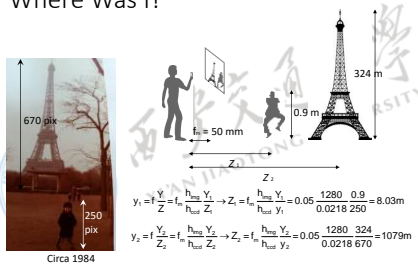
Exercise

What f to make the height of Eiffel tower appear 960 pixel distance?

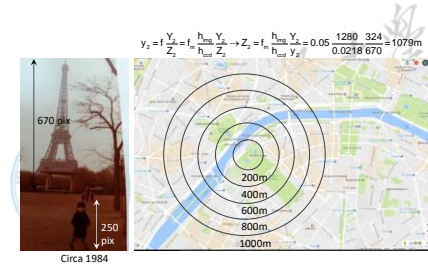
Exercise

What Z_0 to make the height of Eiffel tower appear twice of the person?

Where Was I?



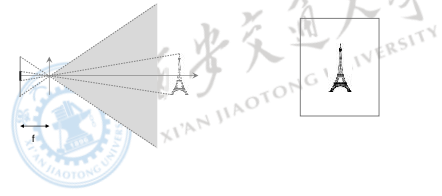
Where Was I?



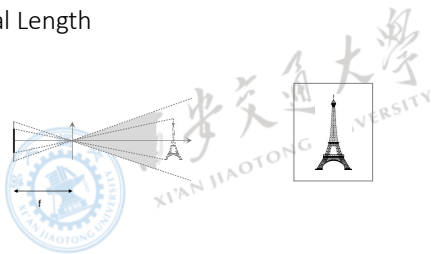
Where Was I?



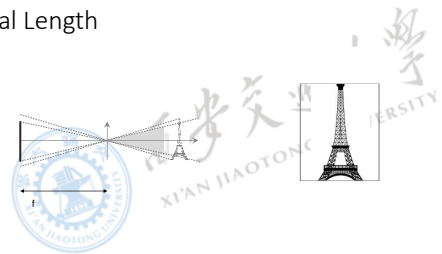
Focal Length



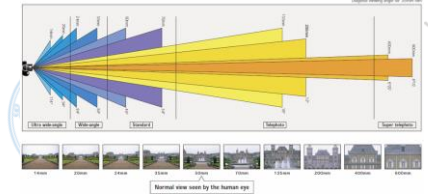
Focal Length



Focal Length



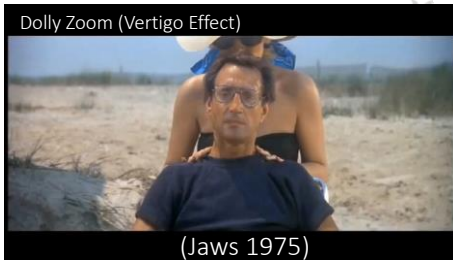
焦距对成像的影响



Dolly Zoom (Vertigo Effect)

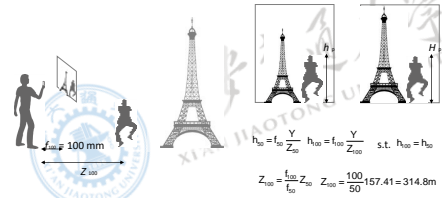


Dolly Zoom (Vertigo Effect)



Dolly Zoom

Given focal length ($f_0=100\text{mm}$),
what Z_{iso} to make the height of the person remain the same as $f_0=50\text{mm}$?



$$h_{\text{iso}} = f_{\text{iso}} \frac{Y}{Z_{\text{iso}}} \quad h_{\text{iso}} = f_{\text{iso}} \frac{Y}{Z_{\text{iso}}} \quad \text{s.t. } h_{\text{iso}} = h_0$$

$$Z_{\text{iso}} = \frac{f_{\text{iso}}}{f_0} Z_0 \quad Z_{\text{iso}} = \frac{100}{50} 157.41 = 314.8\text{m}$$

总结: 三维透视投影变换

