



# 清华大学

3/2/2022

1. 相机模型:  $K = \begin{bmatrix} s_x & 0 & u_0/f \\ 0 & s_y & v_0/f \\ 0 & 0 & 1/f \end{bmatrix}$  (f: 焦距)

$K = \begin{bmatrix} f_x & 0 & u_0 \\ 0 & f_y & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

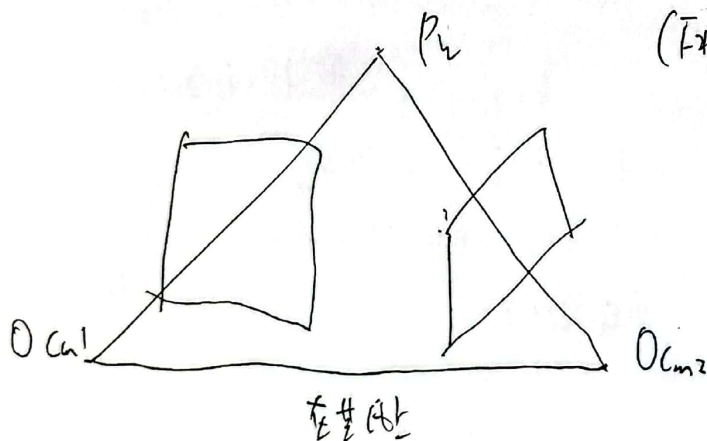
2. 成像几何

$$P_{icm1} = K_{f1} [R_{m1} \bar{T}_{m1}] P_m$$

$$P_{icm2} = K_{f2} [R_{m2} \bar{T}_{m2}] P_m$$

世界坐标系  $\bar{x}_w$

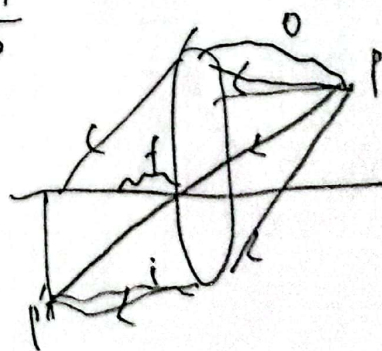
$P_{icm2}^{-1} P_{icm1} = [K_{f2} \bar{T}_{m2}]_x (K_{f1} P_m K_{f1}^{-1})$   
(F: 焦距)



3. 成像几何:

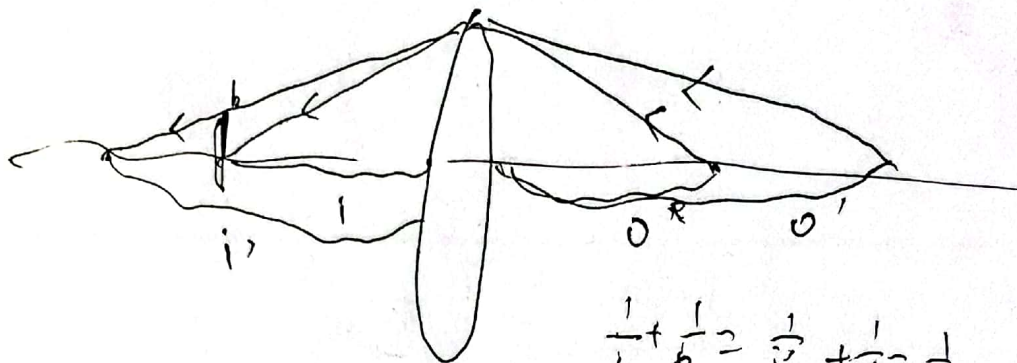
$$\frac{1}{i} + \frac{1}{o} = \frac{1}{f}$$

(f: 焦距, o: 物距)  $\Rightarrow$  成像距离:  $y = i \frac{y}{o}$



Wecj  
3/1/2022

1. 托托



$$\frac{1}{i} + \frac{1}{o} = \frac{1}{i'} + \frac{1}{o'} = \frac{1}{f}$$

$$\delta b = \frac{d}{i'} (i' - i) = d \cdot \frac{f + (o - o')}{o' (o + f)}$$

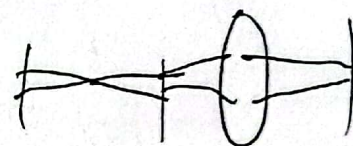
2. 快门, 光圈, 焦距

$$F = \frac{\text{快门速度}}{\text{光圈值}}$$

F ↓, 快门速度 ↑

快门速度 ↑, 光圈值 ↓  
快门速度 ↓, 光圈值 ↑

快门: { 快门: 快门速度, 光圈值  
光圈: 光圈值, 快门速度



快门速度

快门速度 ↑, 光圈值 ↓

$$\gamma = \tan^{-1}\left(\frac{d}{z_i}\right) \quad d: \text{快门速度}$$

↓ 快门速度 = 快门

快门

快门速度 ↑, 光圈值 ↓

$$\gamma = i \frac{f}{o}, \quad \frac{\gamma}{f} = \frac{i}{o}, \quad \left( \frac{\gamma}{f} = \frac{i}{o}, \quad \text{快门速度, 光圈值} \right)$$



扫描全能王 创建

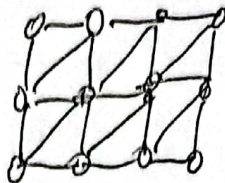




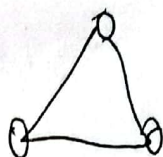
3/11/2022  
清华大学

1. 节点:  $V, t, \alpha$ , 运动, 冲量, 位移, 转角

2. 单元: 杆单元



单元: 三角形



$$V_{tn} = \frac{V_t + V_{tns}}{3}$$

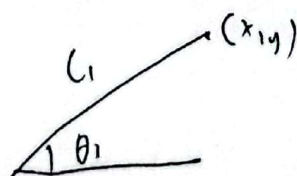
$$f_{AB} = -k_A A (V_{tn} - V_A) N \cdot (V_{tn} - V_A)$$

节点力

3. 单元: 杆单元分析单元节点力

4. 单元: 杆单元分析, 节点力

单元: 用单元分析单元节点力  $\vec{F}(\theta)$



$$x = L_1 \cos \theta_1$$

$$y = L_1 \sin \theta_1$$

$$C = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad M_{11} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$M_{12} = \begin{pmatrix} \cos \theta_1 & \sin \theta_1 & 0 \\ -\sin \theta_1 & \cos \theta_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$P_1 = M_{12} M_{11} C$$

节点力



扫描全能王 创建

3/30/2022

1. 逆元: 已知  $x, y$  求

求  $y = f(x)$ , 已知  $y$ , 求  $x$  在  $f(x) = 0$

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)}$$

$$f(x_0) = f(x_0 - x_1)$$

$f'(x)$ : 导数

误差  $\Delta x$  时,  $\Delta x = \beta(x - b)$  ( $0 < \beta < 1$ )

①:  $T(0)$

②:  $T^{-1}$

③:  $\Delta x = \beta(x - b)$

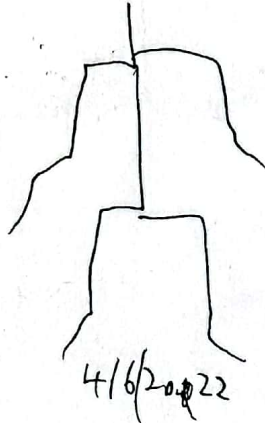
④:  $\Delta \theta = T^{-1} \cdot \Delta x$

⑤:  $\theta = \theta - \Delta \theta$

⑥:  $x = f(\theta)$

$T^{-1}$  可用伪逆  $T^+$  代替  
(伪逆)

2. 高维  $\Rightarrow$  低维



$\Rightarrow$  降低维数

在  $n$  维空间中

- ① 正交分解与投影
- ② 正交分解与投影

1. 高维到低维:

RGB: 不能完全还原颜色  $\Rightarrow$  (RGB 颜色空间)

$X, Y, Z$  可任意取值 (用  $X+Y+Z$ ) 4 对分不出的颜色

包含: (红/绿/蓝)  
饱和度  
亮度  
色相

$$\begin{cases} x = X / (X+Y+Z) \\ y = Y / (X+Y+Z) \end{cases}$$

$Z$  亮度

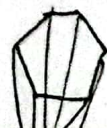
RGB 颜色

CMY (颜色) :  $C = 1-R, M = 1-G, Y = 1-B$

2. 高维到低维

RGB 颜色  $\Rightarrow$  CMY 颜色  
饱和度:  $1-R, 1-G, 1-B$   
亮度:  $1-R, 1-G, 1-B$   
色相:  $1-R, 1-G, 1-B$

4 对分不出的颜色  $\Rightarrow$  1 对分不出的颜色



扫描全能王 创建





# 清华大学

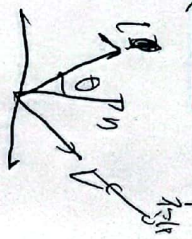
Mei 26

光

4/13/2022  
光学物理

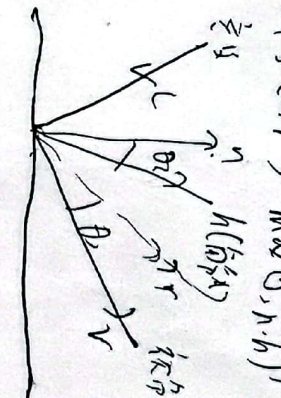
## 1. 物理知识

折射: 光从一种介质进入另一种介质时, 传播方向发生改变。  
反射: 光遇到障碍物时, 返回原介质的现象。  
衍射: 光绕过障碍物边缘传播的现象。  
干涉: 两列或多列光波在空间相遇时, 产生加强或减弱的现象。



几何:

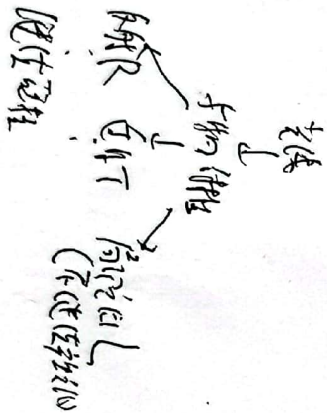
Flat-surface (平面) - 光  
Concave (凹面) - 用几何光学可以解释 (可以用几何光学解释)



$L_s = |r_s| (I/r^2)$  max  $G, n, h$ !  
是光强分布

## 2. 物理知识

光(电磁波), 光从光源发出 -> 传播到接收  
光(电磁波) 考虑反射, 透射, 吸收



$\theta_1 = \theta_2$   
 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  (Snell's law)  
(光从空气到水)



3.  $\sqrt{x}$  在  $t \in [0, t_d]$

5 对:  $P: (p-c)/r = 0 \Rightarrow \text{面}, \text{体积}$

5 mesh: 面 + 体积

$M = \bar{r}_i \bar{r}_j$

$$\bar{r}_i + t \bar{r}_j = (1-b_1-b_2) \bar{r}_0 + b_1 \bar{r}_1 + b_2 \bar{r}_2$$

$$\begin{bmatrix} t \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{S_1 \cdot \bar{r}_1} \begin{bmatrix} S_1 \cdot \bar{r}_2 \\ S_1 \cdot \bar{r}_0 \\ S_1 \cdot \bar{r}_1 \end{bmatrix}$$

5 对:  $b_1, b_2, 1-b_1-b_2 \geq 0$

包面: (体积  $b_1, b_2, b_3$ )

$\Rightarrow$  Axis-aligned: 体积

5 对

加:  $1/2 \cdot 1 - 1/2 \cdot 1 \Rightarrow$  divide, 体积

BRDF

$$dL(x) = \frac{d\phi}{dw} \rightarrow \text{体积}$$

$$L(x) = \frac{d\phi}{dw} \rightarrow \text{体积}$$

Path Tracing

Monte Carlo

$$\int f(x) dx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{f(x_i)}{p(x_i)}$$

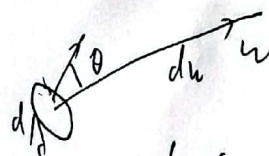
BRDF: Monte Carlo

$$L(p, \omega) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{L(p, \omega_i) f(p, \omega_i)}{p(\omega_i)}$$

BRDF

$$L = p^* (L_0/p) + (1-p)^* 0 = L$$

1/2 Path, 1/2 Ray



$$L_p(\omega) = \frac{d^2 q(p, \omega)}{d\omega dA_{\omega}}$$

BRDF

$$L_r(\omega) = \int L_i(\omega) f(\omega, \omega_i) d\omega_i$$



BRDF: 体积

$$f_r(\omega \rightarrow \omega_r) = \frac{dL_r(\omega)}{d\omega(\omega)} = \frac{dL_r(\omega)}{L_i(\omega) d\omega_i}$$

$$L_r(p, \omega) = \int L_i(p, \omega_i) f_r(p, \omega_i, \omega) d\omega_i$$

