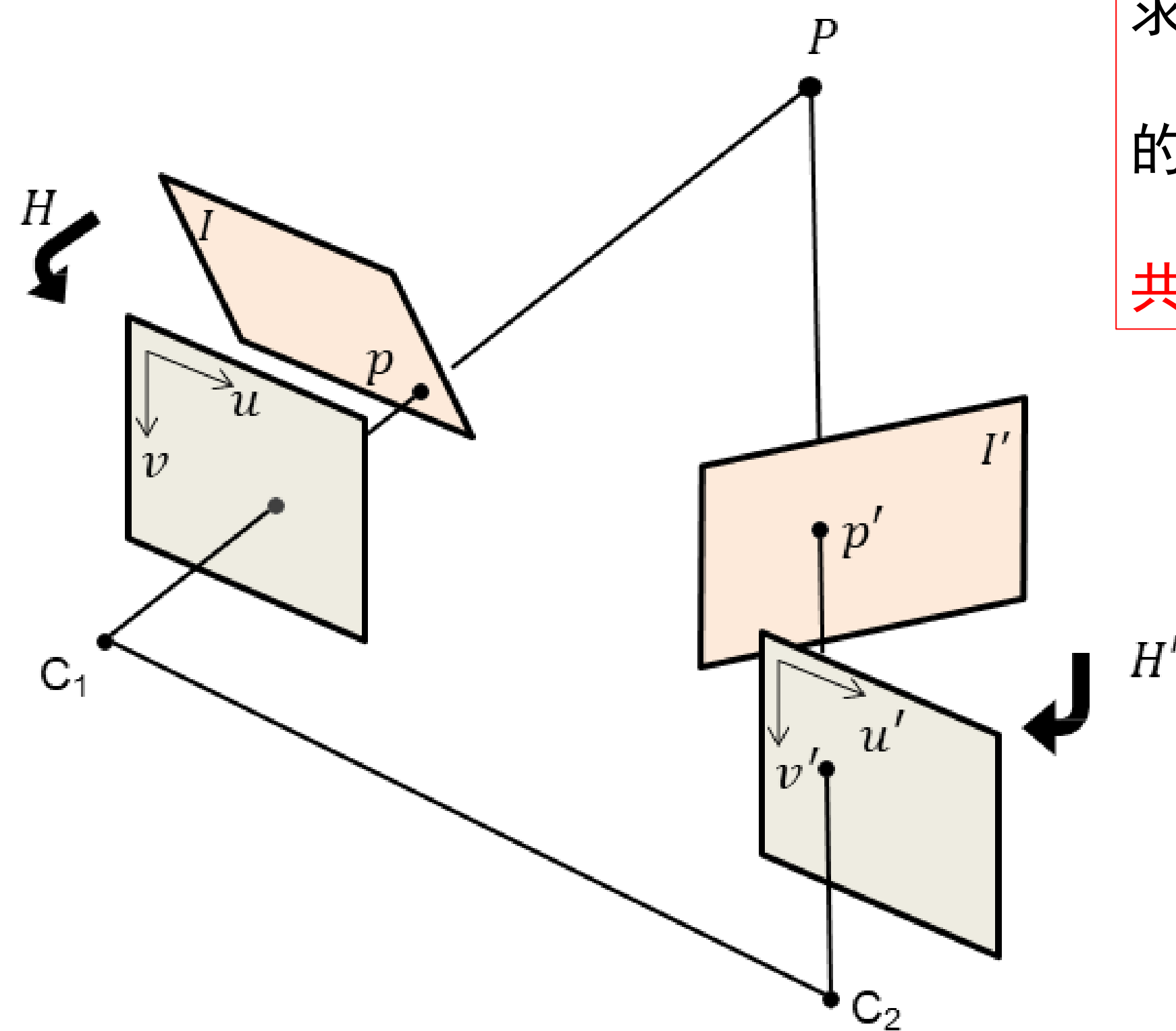


## 5. 双目立体视觉系统

- 平行视图
- 图像校正
- 对应点搜索

# 图像校正



校正目标:

求解  $H$  和  $H'$  使得变换后的图像的与基线平行的平面共面, 且极线平行于  $u$  轴

图像校正: 令两图像“平行”

# 图像校正

五步即可完成!

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ ，不少于8个。

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ , 不少于8个。
2. 计算基础矩阵 $F$ , 求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$

求解  $e$

$$l_i = F^T p'_i$$

$$\begin{bmatrix} l_1 \\ \vdots \\ l_n \end{bmatrix} e = 0$$

求解  $e'$

$$l'_i = F p_i$$

$$\begin{bmatrix} l'^T_1 \\ \vdots \\ l'^T_n \end{bmatrix} e' = 0$$

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ ，不少于8个。
2. 计算基础矩阵 $F$ ，求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$

求解  $e$

$$l_i = F^T p'_i$$

$$\begin{bmatrix} l_1 \\ \vdots \\ l_n \end{bmatrix} e = 0$$

求解  $e'$

$$l'_i = F p_i$$

$$\begin{bmatrix} l'^T_1 \\ \vdots \\ l'^T_n \end{bmatrix} e' = 0$$

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ ，不少于8个。
2. 计算基础矩阵 $F$ ，求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$

求解  $e$

$$l_i = F^T p'_i$$

$$\begin{bmatrix} l_1 \\ \vdots \\ l_n \end{bmatrix} e = 0$$

求解  $e'$

$$l'_i = F p_i$$

$$\begin{bmatrix} l'^T_1 \\ \vdots \\ l'^T_n \end{bmatrix} e' = 0$$

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ ，不少于8个。
2. 计算基础矩阵 $F$ ，求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$
3. 选择透视变换 $H'$ 将 $e'$ 映射到无穷远点 $(f, 0, 0)$ 。

$$H' = T^{-1}GRT$$

a)

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\frac{width}{2} \\ 0 & 1 & -\frac{height}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$I'$  的中心点的齐次坐标为  $(0, 0, 1)$ ，  
 $e'$  的齐次坐标为  $(e'_1, e'_2, 1)$

b)

$$R = \begin{bmatrix} \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ -\alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'_1 > 0$  时  $\alpha = 1$ ；反之  $\alpha = -1$   
 $e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 1)$

c)

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 0)$  处



# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ ，不少于8个。
2. 计算基础矩阵 $F$ ，求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$
3. 选择透视变换 $H'$ 将 $e'$ 映射到无穷远点 $(f, 0, 0)$ 。

$$H' = T^{-1}GRT$$

a)

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\frac{width}{2} \\ 0 & 1 & -\frac{height}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$I'$  的中心点的齐次坐标为  $(0, 0, 1)$ ，  
 $e'$  的齐次坐标为  $(e'_1, e'_2, 1)$

b)

$$R = \begin{bmatrix} \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ -\alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'_1 > 0$  时  $\alpha = 1$ ；反之  $\alpha = -1$   
 $e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 1)$

c)

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 0)$  处

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ , 不少于8个。

2. 计算基础矩阵 $F$ , 求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$

3. 选择透视变换 $H'$ 将 $e'$ 映射到无穷远点 $(f, 0, 0)$ 。

$$H' = T^{-1}GRT$$

a)

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\frac{width}{2} \\ 0 & 1 & -\frac{height}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$I'$  的中心点的齐次坐标为  $(0, 0, 1)$ ,  
 $e'$  的齐次坐标为  $(e'_1, e'_2, 1)$

b)

$$R = \begin{bmatrix} \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ -\alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'_1 > 0$  时  $\alpha = 1$ ; 反之  $\alpha = -1$

$e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 1)$

c)

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 0)$  处

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ , 不少于8个。

2. 计算基础矩阵 $F$ , 求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$

3. 选择透视变换 $H'$ 将 $e'$ 映射到无穷远点 $(f, 0, 0)$ 。

$$H' = T^{-1} \mathbf{R} T$$

a)

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\frac{width}{2} \\ 0 & 1 & -\frac{height}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$I'$  的中心点的齐次坐标为  $(0, 0, 1)$ ,  
 $e'$  的齐次坐标为  $(e'_1, e'_2, 1)$

b)

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ -\alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'_1 > 0$  时  $\alpha = 1$ ; 反之  $\alpha = -1$

$e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 1)$

c)

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 0)$  处

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ ，不少于8个。
2. 计算基础矩阵 $F$ ，求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$
3. 选择透视变换 $H'$ 将 $e'$ 映射到无穷远点 $(f, 0, 0)$ 。

$$H' = T^{-1} \boxed{G} RT$$

极线平行于u轴

a)

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\frac{width}{2} \\ 0 & 1 & -\frac{height}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$I'$  的中心点的齐次坐标为  $(0, 0, 1)$ ，  
 $e'$  的齐次坐标为  $(e'_1, e'_2, 1)$

b)

$$R = \begin{bmatrix} \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ -\alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'_1 > 0$  时  $\alpha = 1$ ；反之  $\alpha = -1$   
 $e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 1)$

c)

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 0)$  处

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ , 不少于8个。

2. 计算基础矩阵 $F$ , 求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$

3. 选择透视变换 $H'$ 将 $e'$ 映射到无穷远点 $(f, 0, 0)$ 。

$$H' = T^{-1}GRT$$

a)

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\frac{width}{2} \\ 0 & 1 & -\frac{height}{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$I'$  的中心点的齐次坐标为  $(0, 0, 1)$ ,  
 $e'$  的齐次坐标为  $(e'_1, e'_2, 1)$

b)

$$R = \begin{bmatrix} \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ -\alpha \frac{e'_2}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & \alpha \frac{e'_1}{\sqrt{e_1'^2 + e_2'^2}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'_1 > 0$  时  $\alpha = 1$ ; 反之  $\alpha = -1$   
 $e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 1)$

c)

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$e'$  的齐次坐标  $(f, 0, 0)$  处

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ ，不少于8个。

2. 计算基础矩阵 $F$ ，求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$

3. 选择透视变换 $H'$ 将 $e'$ 映射到无穷远点 $(f, 0, 0)$ 。

$$H' = T^{-1}GRT$$

4. 寻找对应的透视变换矩阵 $H$ 使得下式最小

$$\sum_i d(Hp_i, H'p'_i)$$

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ , 不少于8个。

2. 计算基础矩阵 $F$ , 求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$

3. 选择透视变换 $H'$ 将 $e'$ 映射到无穷远点 $(f, 0, 0)$ 。

$$H' = T^{-1}GRT$$

4. 寻找对应的透视变换矩阵 $H$ 使得下式最小

$$\sum_i d(Hp_i, H'p'_i)$$

# 图像校正

五步即可完成!

步骤:

1. 在两幅图像 $I$ 和 $I'$ 找到一组匹配点 $p_i \leftrightarrow p'_i$ ，不少于8个。

2. 计算基础矩阵 $F$ ，求解两幅图像中的极点 $e$ 和 $e'$

3. 选择透视变换 $H'$ 将 $e'$ 映射到无穷远点 $(f, 0, 0)$ 。

$$H' = T^{-1}GRT$$

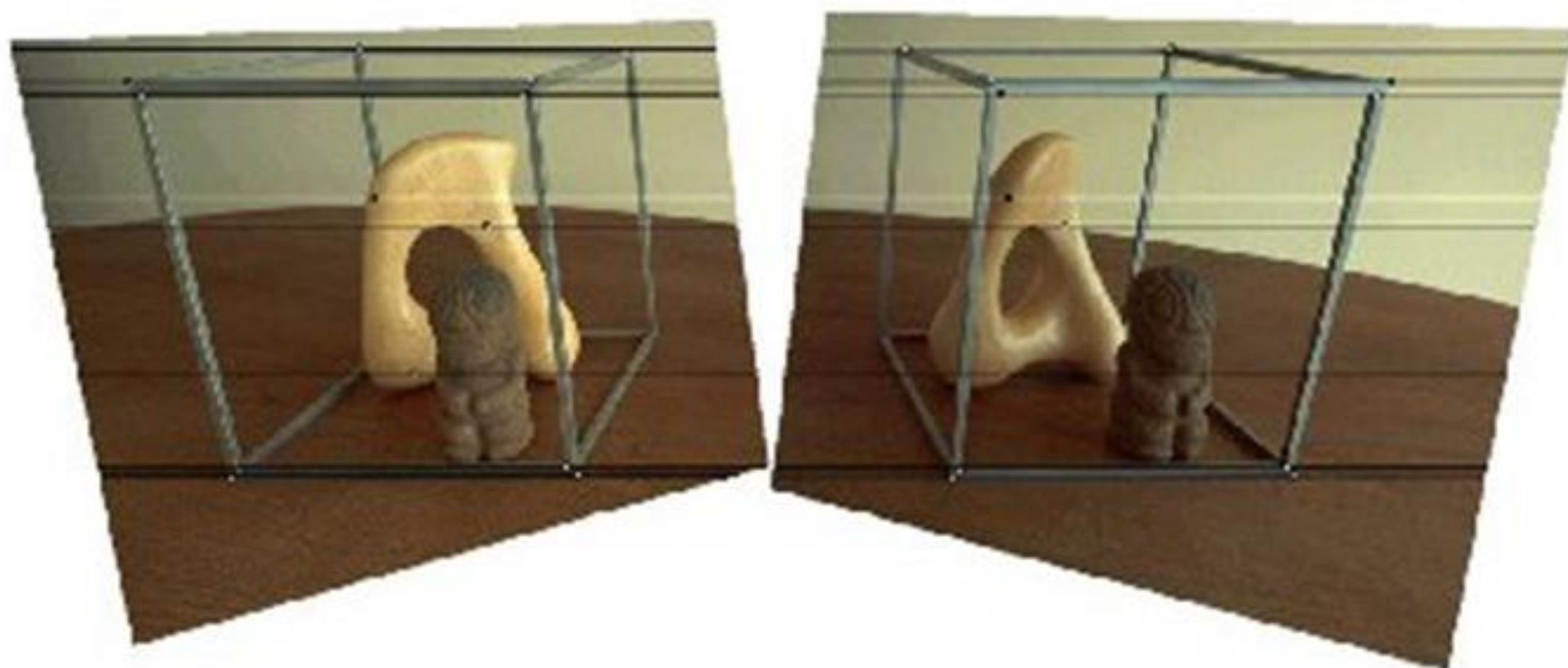
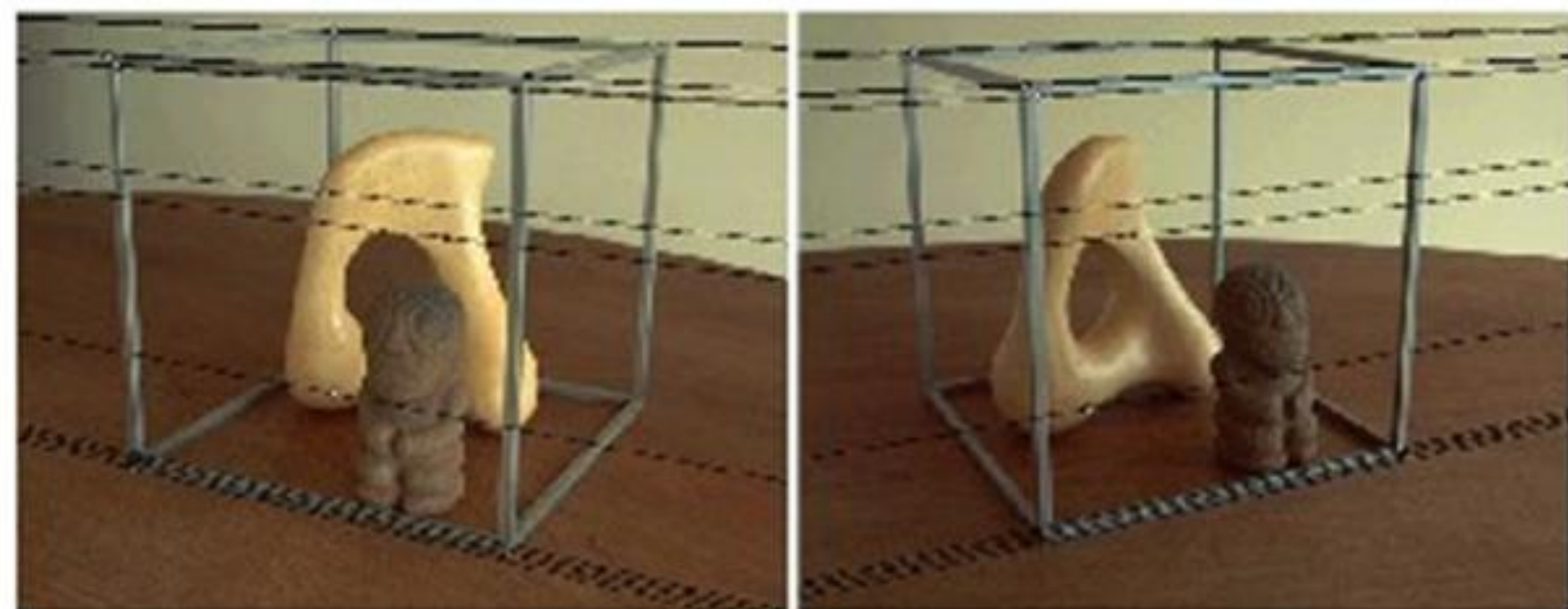
4. 寻找对应的透视变换矩阵 $H$ 使得下式最小

$$\sum_i d(Hp_i, H'p'_i)$$

5. 分别用矩阵 $H$ 和 $H'$ ，对左右两幅图像 $I$ 和 $I'$ 进行重采样。



# 图像校正：令两图像“平行”



Courtesy figure S. Lazebnik

## 5. 双目立体视觉系统

- 平行视图
- 图像校正（完）
- 对应点搜索