

T2. Formación de la Imagen

Fundamentos de Visión por Computador

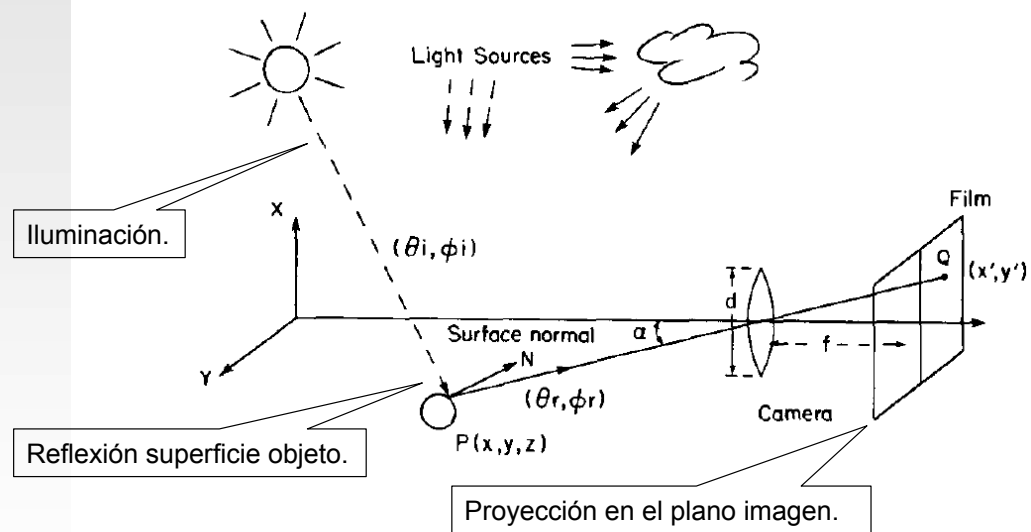
Sistemas Informáticos Avanzados



Índice

- Formación de la imagen.
- Modelos de proyecciones
 - Modelo “*pinhole*” (perspectiva)
 - Perspectiva débil.
 - Perspectiva ortográfica
- Sistemas ópticos.
 - Cámaras con lentes.
 - Lentes. Óptica paraxial.
 - Lentes reales.

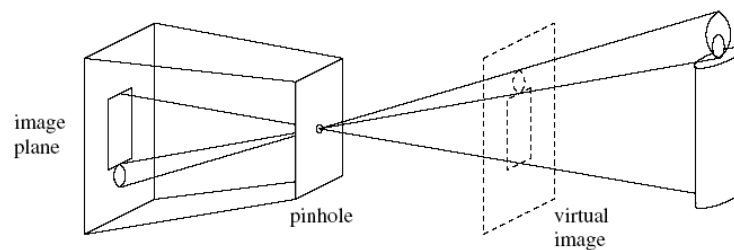
Formación de la imagen



Proyección 3D-2D

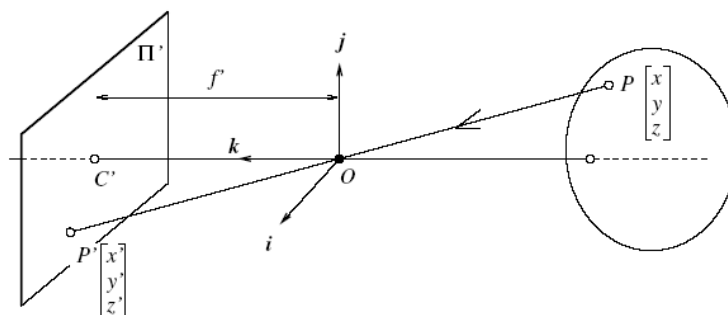


- Proyección de un objeto 3D en una imagen (plano) 2D.



Modelo "pinhole"

Proyección de perspectiva

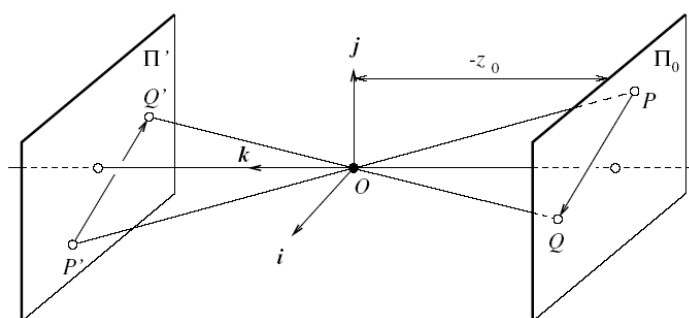


$$\begin{cases} x' = \lambda x \\ y' = \lambda y \\ f' = \lambda z \end{cases} \iff \lambda = \frac{x'}{x} = \frac{y'}{y} = \frac{f'}{z}$$

$$\begin{cases} x' = f' \frac{x}{z} \\ y' = f' \frac{y}{z} \end{cases}$$

Ecuaciones de perspectiva proyectiva

Proyección perspectiva débil



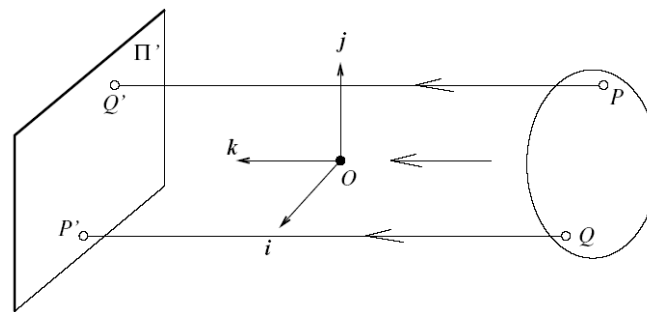
$$\begin{cases} x' = f' \frac{x}{z} \\ y' = f' \frac{y}{z} \end{cases}$$

$$m = -\frac{f'}{z_0}$$

$$\begin{cases} x' = -mx \\ y' = -my \end{cases}$$

Todos los puntos aproximadamente en el mismo plano.

Proyección ortográfica



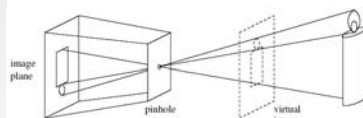
$$\begin{cases} x' = -mx \\ y' = -my \end{cases}$$

$$m = -1$$

$$\begin{cases} x' = x \\ y' = y \end{cases}$$

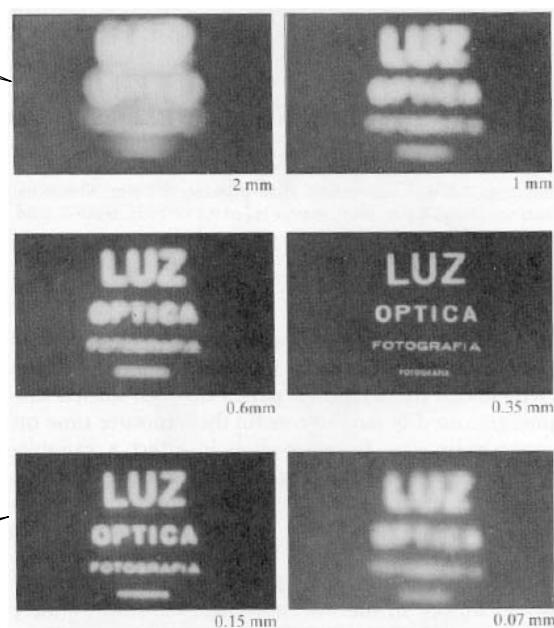
Cámaras con lentes

Emborronamiento

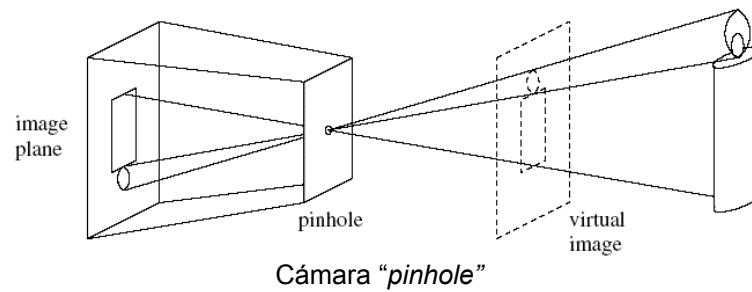


Cámara "pinhole" con diferentes aberturas.

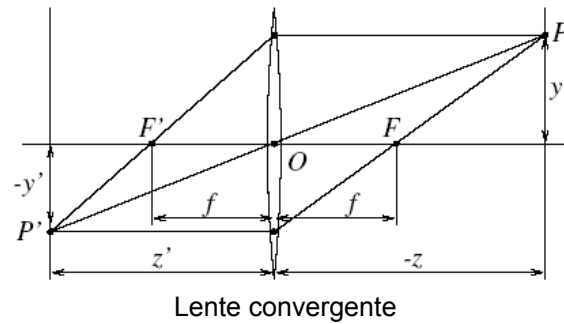
Efectos de difracción



Cámaras con lentes

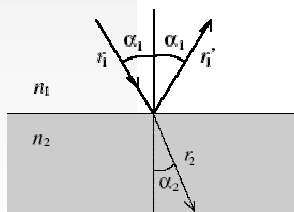


- Óptica geométrica:
 - Rayos de luz.
 - Líneas rectas.

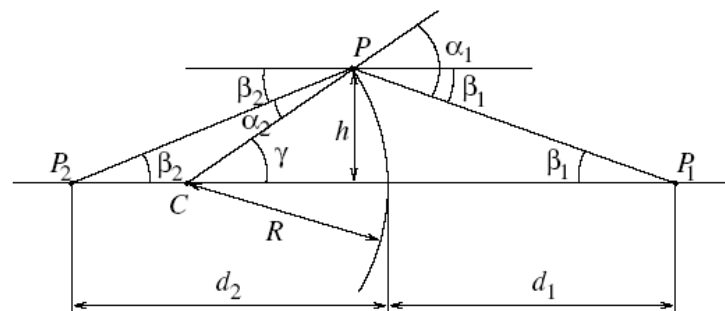


Óptica paraxial

Ángulos pequeños, en primero orden, aprox. igual al seno y la tangente.



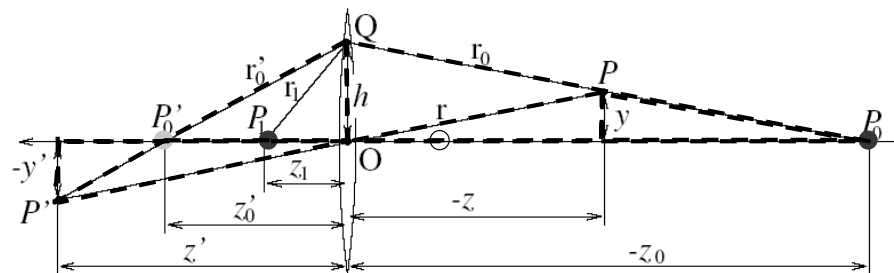
Refacción de la luz



$$\alpha_1 = \gamma + \beta_1 \approx h \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{d_1} \right) \quad \alpha_2 = \gamma - \beta_2 \approx h \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{d_2} \right)$$

$$n_1 \alpha_1 \approx n_2 \alpha_2 \iff \frac{n_1}{d_1} + \frac{n_2}{d_2} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

Ecuación de refracción paraxial



$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{-z_0} + \frac{n}{z_1} &= \frac{n-1}{R} \\ \frac{n}{-z_1} + \frac{1}{z'_0} &= \frac{1-n}{-R} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{1}{z'_0} - \frac{1}{z_0} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{R}{2(n-1)}$$

$$\frac{1}{z'} - \frac{1}{z} = \frac{1}{f}$$

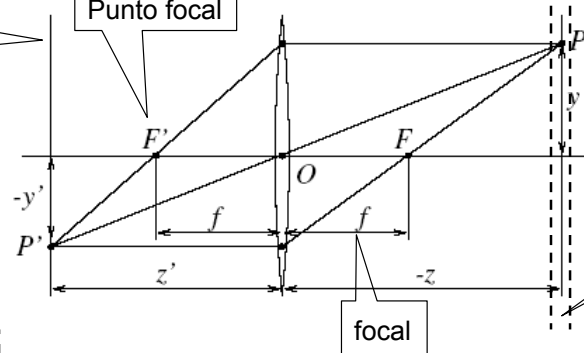
$$\left\{ \begin{aligned} \frac{y}{h} &= \frac{z - z_0}{-z_0} = \left(1 - \frac{z}{z_0}\right), \\ \frac{-y'}{h} &= \frac{z' - z'_0}{z'_0} = -\left(1 - \frac{z'}{z'_0}\right), \\ \frac{y'}{z'} &= \frac{y}{z}. \end{aligned} \right.$$

T2. Formación de la Imagen

11

Plano de enfoque

Punto focal

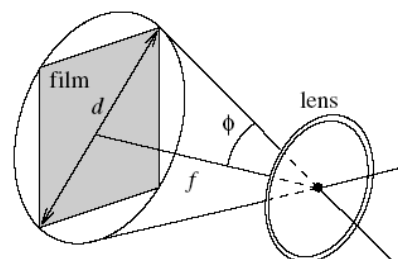


Profundidad de campo

focal

$$\frac{1}{z'} - \frac{1}{z} = \frac{1}{f}$$

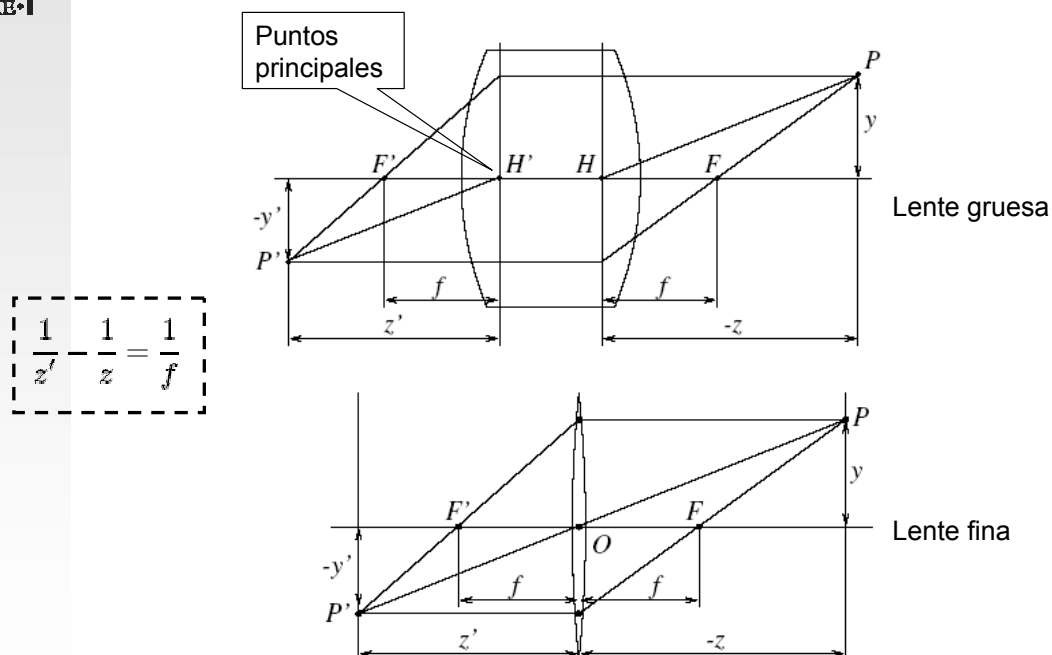
Campo visual



T2. Formación de la Imagen

12

Lentes reales



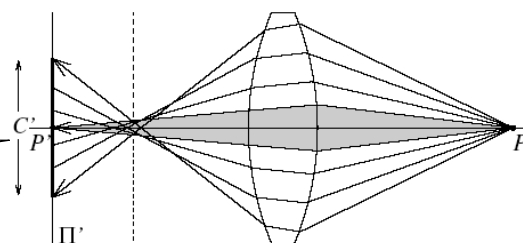
T2. Formación de la Imagen

13

Lentes reales. Aberraciones

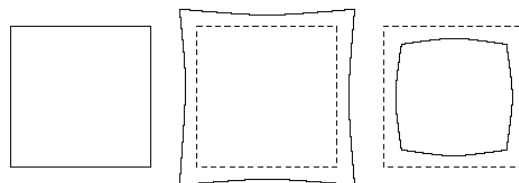
■ Aberraciones esféricas.

Círculo de confusión



■ Aberraciones primarias:

- Coma.
- Astigmatismo.
- Distorsión.
- Curvatura de campo.



Distorsión: corsé, barril.

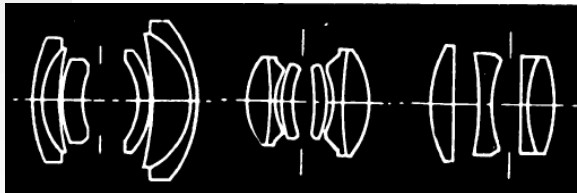
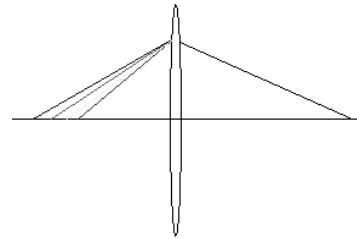
$$\sin \alpha = \alpha - \frac{\alpha^3}{3!} + \frac{\alpha^5}{5!} - \frac{\alpha^7}{7!} + \dots \quad \frac{n_1}{d_1} + \frac{n_2}{d_2} = \frac{n_2 - n_1}{R} + h^2 \left[\frac{n_1}{2d_1} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{d_1} \right)^2 + \frac{n_2}{2d_2} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{d_2} \right)^2 \right]$$

T2. Formación de la Imagen

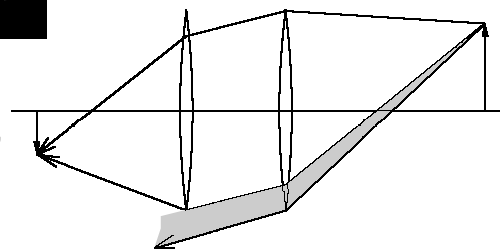
14

Lentes reales. Aberraciones

- Aberraciones cromáticas: $n(\lambda)$



- Lentes fotográficas



- Efecto de "viñeteado"

Bibliografía

- Básico:
 - Forsyth, D.A. and Ponce, J.; *Computer Vision: A Modern Approach*, Prentice Hall, 2003.
- Complementarios:
 - Jähne, B. *Practical Handbook on Image Processing for Scientific Applications*, CRC Press, 1997.
 - Jain, R.; Kasturi, R.; and Schunck, B.G.; *Machine Vision*, McGraw-Hill Inc., 1995.
 - Shapiro, L. and Stockman, G.; *Computer Vision*, Prentice Hall, 2000.