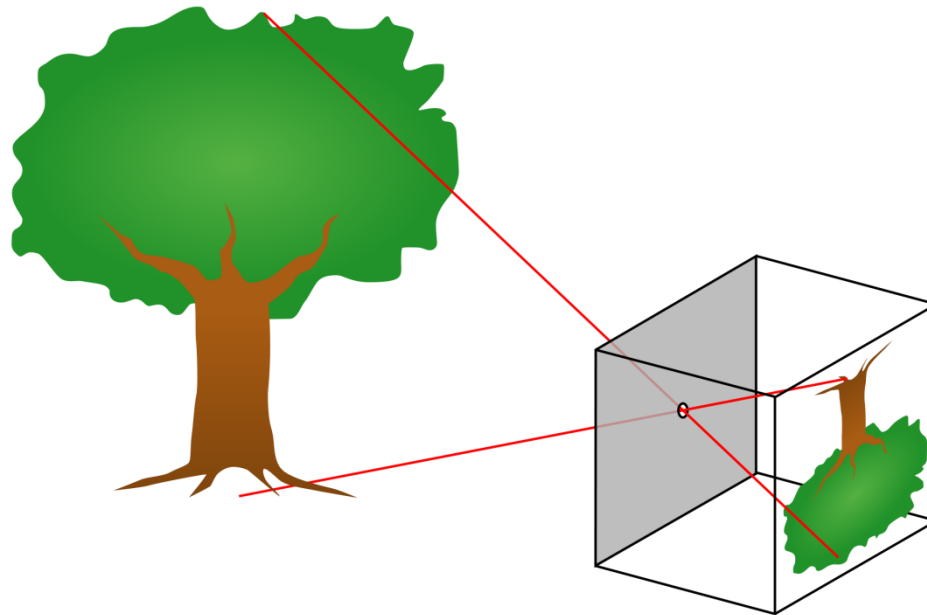


Visione Computazionale: Formazione dell'immagine

Umberto Castellani

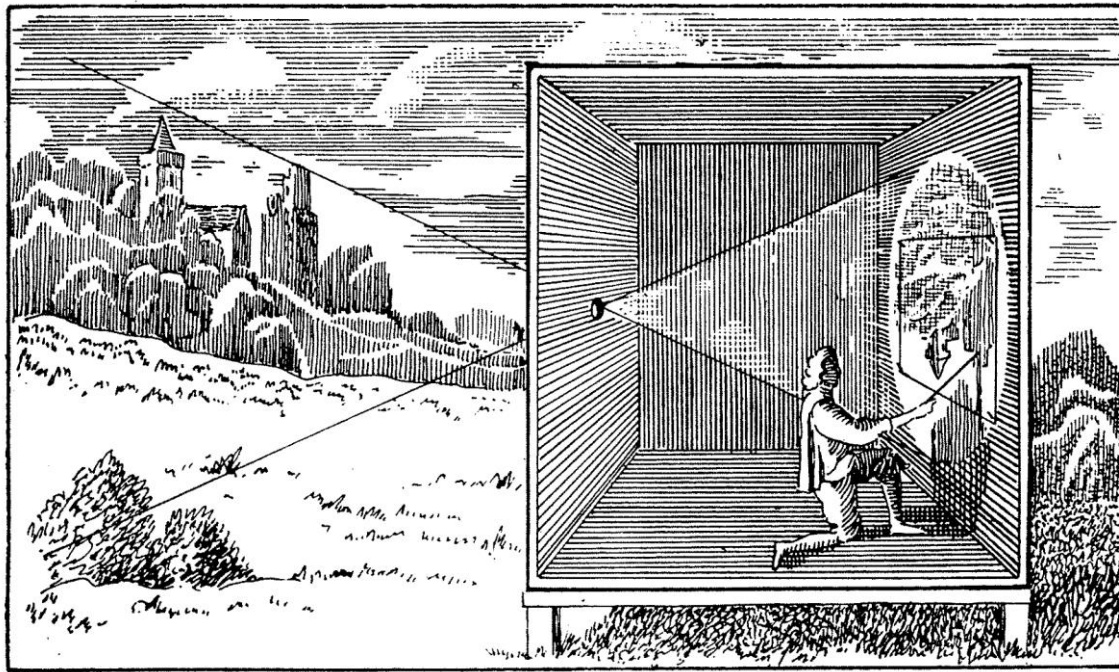
Geometria dell'immagine

- Il modello geometrico più semplice della formazione delle immagini è la **fotocamera stenopeica o stenoscopio (o pinhole camera)**



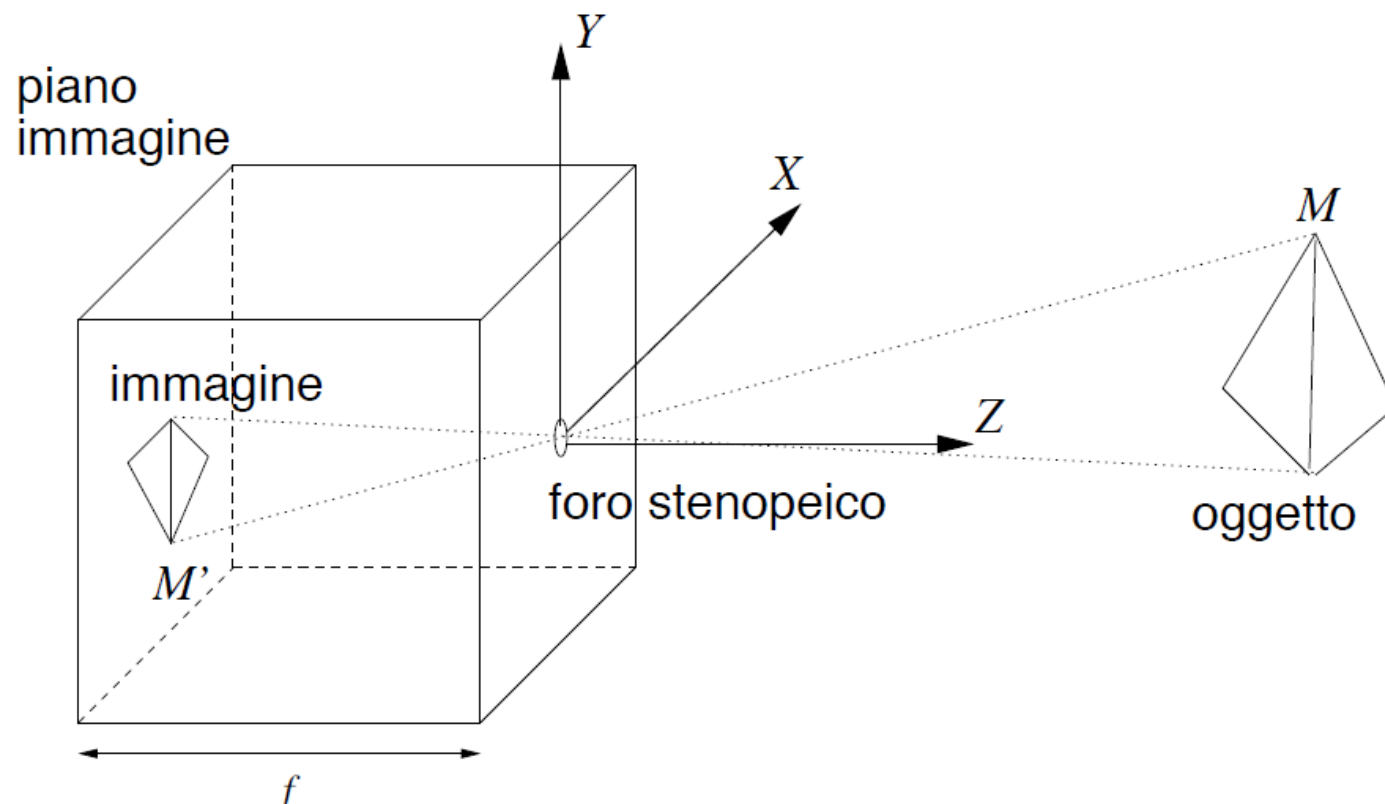
Geometria dell'immagine

- E' il principio della camera oscura rinascimentale



Fonte immagine: <http://www.arabeschi.it/>

Geometria dell'immagine



Geometria dell'immagine

- Elementi:
 - L'immagine si forma sul ***quadro*** o ***piano immagine***, o ***piano retina***,
 - Il foro C da cui entra la luce è il **centro di proiezione**, o **punto di vista** (sta sul piano focale),
 - f è la distanza tra C dal quadro e si chiama ***lunghezza focale***,
 - Il piano contenente C e parallelo al piano immagine si chiama ***piano focale***,

Geometria dell'immagine

- Equazioni:

$$\frac{-X'}{f} = \frac{X}{Z} \quad \text{e} \quad \frac{-Y'}{f} = \frac{Y}{Z}$$

$$X' = \frac{-fX}{Z} \quad Y' = \frac{-fY}{Z} \quad Z' = -f$$

Queste equazioni definiscono il processo di formazione dell'immagine che prende il nome di ***proiezione prospettica***

Geometria dell'immagine

- Equazioni:

$$\frac{-X'}{f} = \frac{X}{Z} \quad \text{e} \quad \frac{-Y'}{f} = \frac{Y}{Z}$$

$$X' = -f \frac{X}{Z} \quad Y' = -f \frac{Y}{Z} \quad Z' = -f$$

La divisione per Z è responsabile dell'**effetto scorcio**: la dimensione dell'immagine di un oggetto varia in ragione della sua distanza dall'osservatore.

Geometria dell'immagine

- Se l'oggetto inquadrato è relativamente sottile, rispetto alla sua distanza media dalla fotocamera, si può approssimare la proiezione prospettica con la **proiezione ortografica** (scalata) o **weack perspective**.
 - Se la profondità Z varia in un intervallo $Z_0 \pm \Delta Z$ con $(\Delta Z/Z_0) \ll 1$ allora il fattore prospettico f/Z può essere approssimato da una costante f/Z_0

$$X' = \frac{-f}{Z_0} X \quad Y' = \frac{-f}{Z_0} Y$$

Si tratta di una proiezione ortografica composta da una scalature di un fattore f/Z_0

Geometria dell'immagine



Fig. 3.2. L'immagine a sinistra è decisamente prospettica – si notino le linee convergenti – mentre l'immagine aerea di destra è decisamente ortografica – la distanza dall'oggetto è sicuramente molto grande rispetto alla sua profondità.

Le immagini digitali

- In una fotocamera digitale il quadro è costituito da una matrice CCD (Charge-Coupled Device) o CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor),
 - La matrice contiene $n \times m$ elementi di celle rettangolari fotosensibili, ciascuna delle quali converte l'intensità della radiazione luminosa incidente in potenziale elettrico.
 - La matrice del CCD (o CMOS) viene convertita in un'immagine digitale, ovvero in una matrice $N \times M$ di valori interi (es. in $[0, 255]$).
 - Gli elementi della matrice prendono il nome di *pixel* (picture element)

Le immagini digitali

- In generale, il valore di luminosità dell'immagine nel pixel è indicata da $I(u, v)$
- Il sistema di coordinate u, v con origine in alto a sinistra,
- La dimensione $n \times m$ del CCD non è necessariamente coincidente con quella dell'immagine $N \times M$:

$$u_{\text{pix}} = \frac{N}{n} u_{\text{CCD}} \quad v_{\text{pix}} = \frac{M}{m} v_{\text{CCD}}$$

Poiché gli elementi del CCD hanno una dimensione fisica (nell'ordine dei micron) è possibile misurare l'impronta del pixel ottenendo le cosiddetti **dimensioni efficaci** del pixel (in metri)