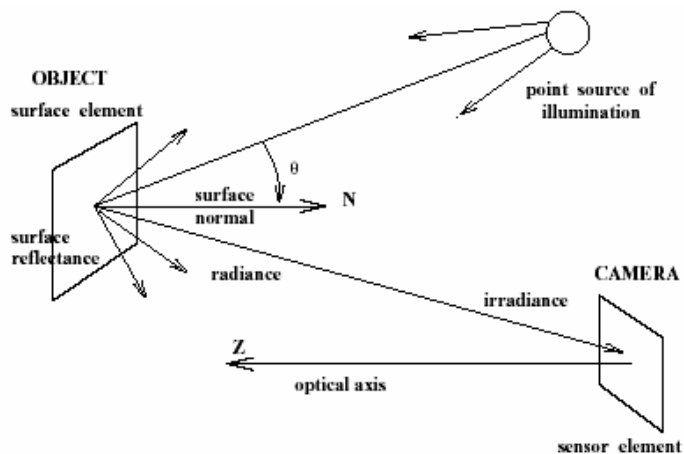


L'immagine digitale

Come si genera un'immagine
Caratteristiche dell'acquisizione
L'immagine digitale



Come si genera un'immagine



Come si genera un'immagine



Tre fattori in gioco:

- la sorgente di illuminazione
 - produce variazioni di luminosità a bassa frequenza spaziale
- l'oggetto riflettente
 - produce variazioni di luminosità ad alta frequenza spaziale
- il sensore
 - naturale (occhio) o artificiale (pellicola, telecamera)

Come si genera un'immagine



Definiamo $C(x,y,t,\lambda)$ la funzione che definisce la distribuzione spaziale dell'energia radiante.

In tutti i casi di interesse pratico sono valide le seguenti proprietà:

- $0 < C(x,y,t,\lambda) \leq A$
- $x_{\min} \leq x \leq x_{\max} \quad y_{\min} \leq y \leq y_{\max}$
- $t_{\min} \leq t \leq t_{\max}$



La risposta del sensore

- La risposta all'uscita del sensore è funzione della *risposta spettrale* del sensore:

$$Y(x,y,t) = \int_0^{\infty} C(x,y,t,\lambda)V(\lambda)d\lambda$$

- In questo caso, viene misurata la *luminanza istantanea*.

Sensibilità del sensore

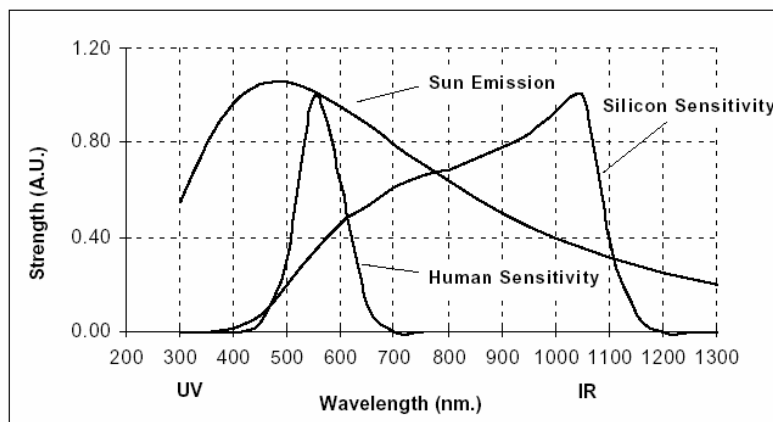


Immagine monocromatica



immagine reale



immagine acquisita

Immagine policroma



- Nel caso di risposta cromatica, questa è valutata tramite tre valori (tristimuli):

$$R(x, y, t) = \int_0^{\infty} C(x, y, z, t, \lambda) R(\lambda) d\lambda$$

$$G(x, y, t) = \int_0^{\infty} C(x, y, z, t, \lambda) G(\lambda) d\lambda$$

$$B(x, y, t) = \int_0^{\infty} C(x, y, z, t, \lambda) B(\lambda) d\lambda$$

Sensibilità cromatica

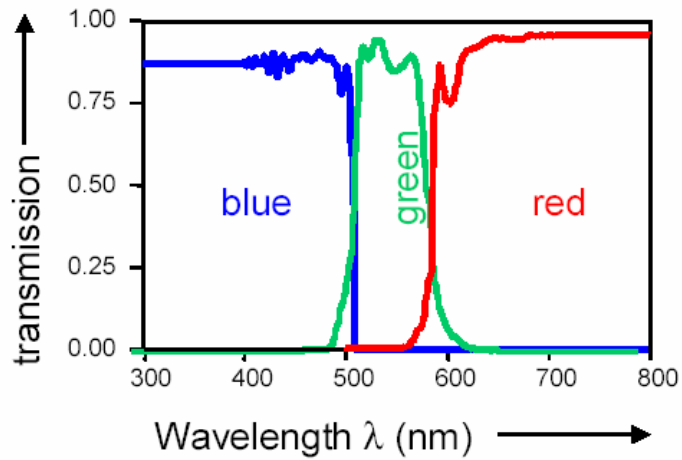


Immagine policroma



immagine reale

immagini acquisite



Red

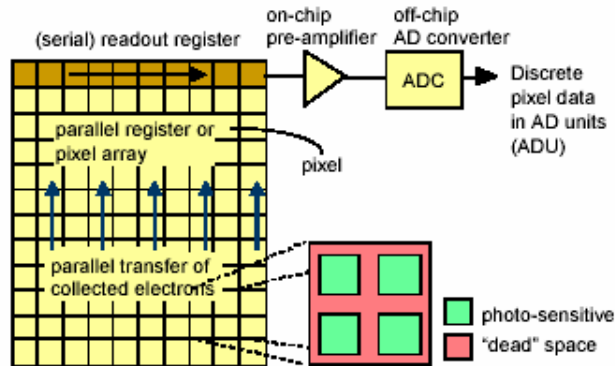


Green



Blue

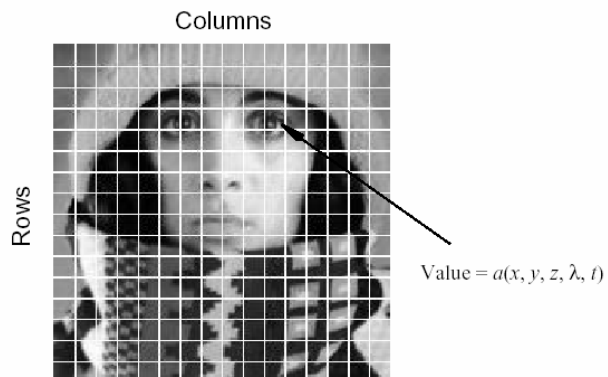
Schema di un sensore CCD



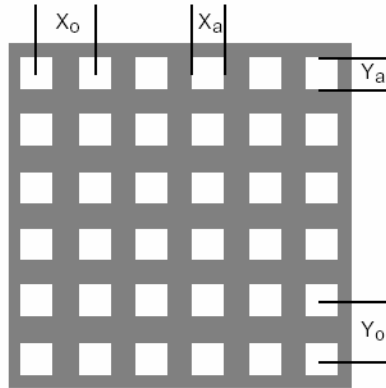
Acquisizione dell'immagine



Il sensore CCD realizza una discretizzazione spaziale dell'immagine acquisita



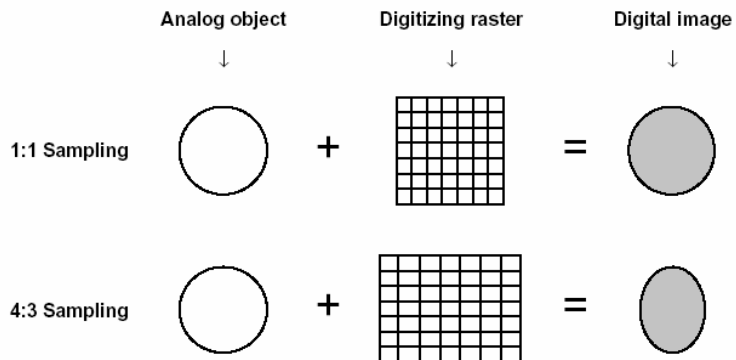
Geometria del sensore



□ = photosensitive region
■ = nonsensitive region

$$\text{fill factor} = \frac{X_a Y_a}{X_0 Y_0} \cdot 100$$


Geometria del sensore





Discretizzazione spaziale

- L'uscita di un sensore CCD è quindi una matrice $Y_d(i,j)$ che viene da una media spaziale della luminanza istantanea:

$$Y_d(i,j,t) = \int_{\frac{X_0}{2} + i \cdot \frac{X_a}{2}}^{\frac{X_0}{2} + (i+1) \cdot \frac{X_a}{2}} \int_{\frac{Y_0}{2} + j \cdot \frac{Y_a}{2}}^{\frac{Y_0}{2} + (j+1) \cdot \frac{Y_a}{2}} Y(x,y,t) \varphi(x,y) dx dy$$


Quantizzazione della luminanza



- Oltre ad una discretizzazione spaziale, si effettua una quantizzazione della luminanza

$$Y_d(i,j,t) \in [0, 1, \dots, 2^b - 1]$$

dove b è il numero di bit usato per codificare i valori di $Y(\cdot)$

- I valori $[0, 1, \dots, 2^b - 1]$ si definiscono *livelli di grigio*. Tipicamente:

$$0 \leftrightarrow \text{nero} \quad 2^b - 1 \leftrightarrow \text{bianco}$$

Valori tipici dei parametri



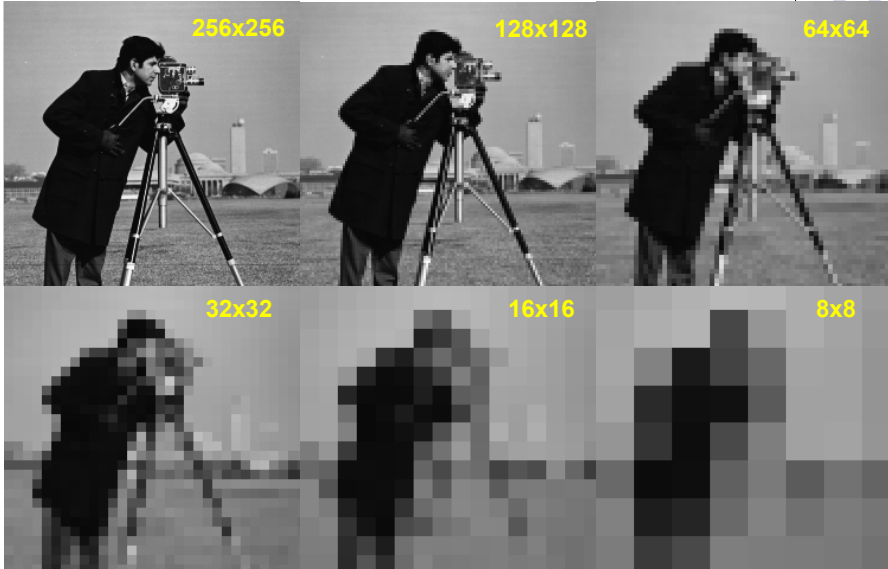
Righe	256, 512, 1024,...
Colonne	256, 512, 1024,...
Livelli di grigio	2, 64, 256, 1024

L'immagine digitale

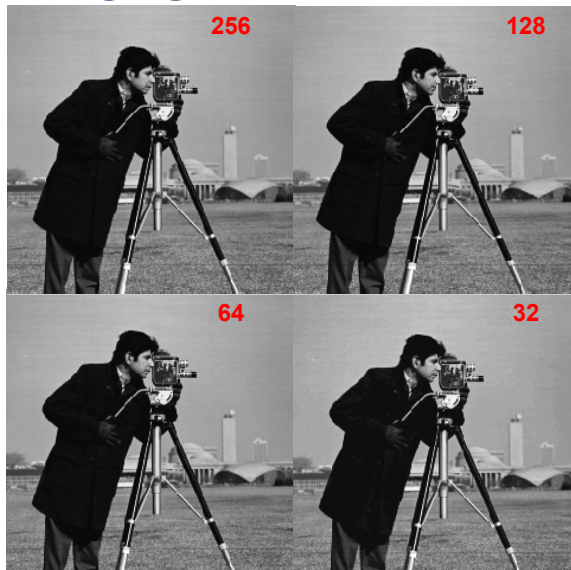


- Un'immagine digitale monocromatica è una matrice $Y(i,j)$ di valori discreti di intensità luminosa (livelli di grigio).
- E' costituita da $M*N$ pixel (*picture elements*), ciascuno dei quali ha un valore appartenente all'intervallo $[0, 2^b-1]$.
- Per esempio, con 8 bit si ha la possibilità di rappresentare un numero di livelli (256) tale da consentire una discriminazione dei grigi accettabile nella maggior parte delle applicazioni, in quanto abbastanza prossima a quella dell'occhio umano.
- Una immagine monocromatica di dimensioni tipiche ($512 * 512 * 8$) occupa pertanto 256 Kbyte di memoria

Effetti della variazione della risoluzione spaziale



Effetti della variazione dei livelli di grigio



Effetti della variazione dei livelli di grigio

