

*Robotica – Robot Industriali e di Servizio*

*Lezione 13:  
La visione robotica*

Il senso principale dell'uomo,  
applicato alle macchine

•25 marzo 2014

*La visione robotica*

- ⇒ Capire dove sono gli oggetti (localizzazione)
- ⇒ Capire quali oggetti sono (riconoscimento)
- ⇒ Controllare ciò che si sta facendo (controllo di qualità)

⇒ **Utilissimo (anzi, indispensabile) riferimento bibliografico:**

- <http://www.ing.unibs.it/~cassinis/Dida/evergreen/robotica/ianni.zip>

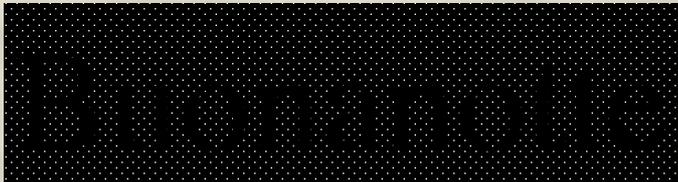
Lezione 13 La visione robotica

25 marzo 2014 2

*Il nostro occhio è eccezionale...*

---

# Buon giorno

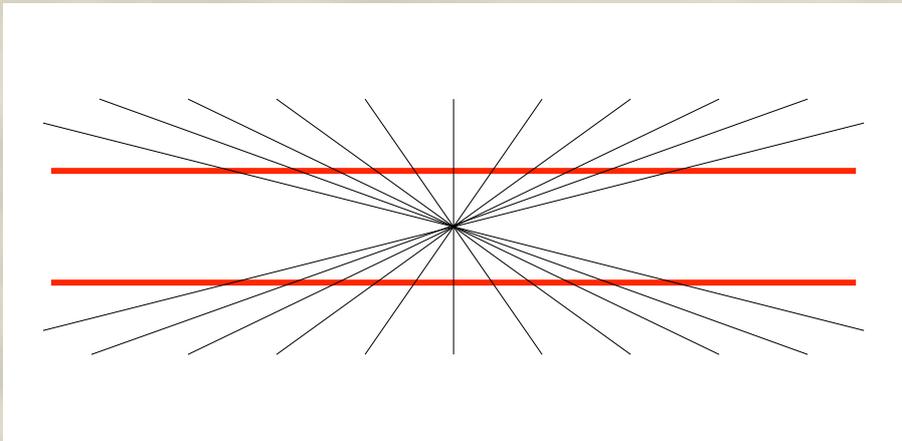


Lezione 13 La visione robotica 25 marzo 2014 3

*Anche se si fa ingannare*

---

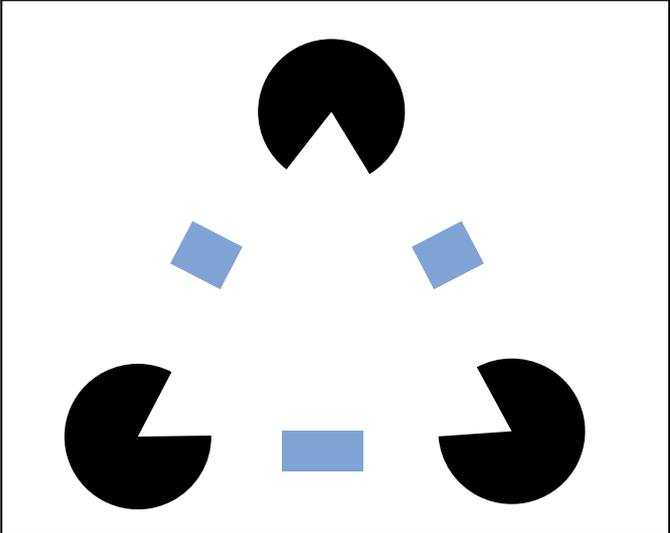
⇒ Dalla geometria



Lezione 13 La visione robotica 25 marzo 2014 4

*Anche se si fa ingannare*

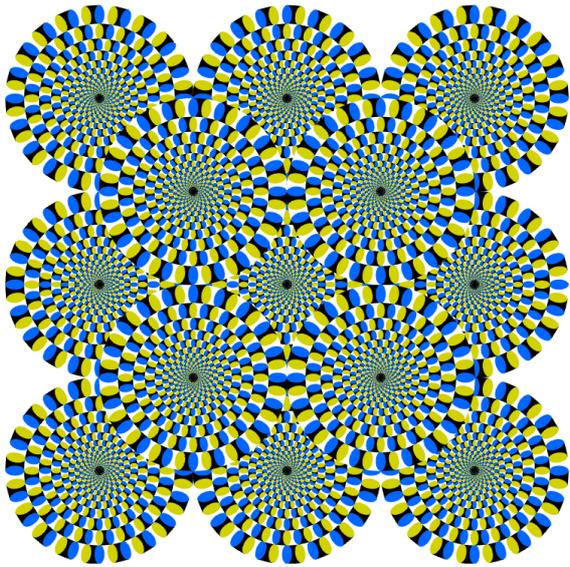
⇒ Dagli oggetti



Lezione 13 La visione robotica 25 marzo 2014

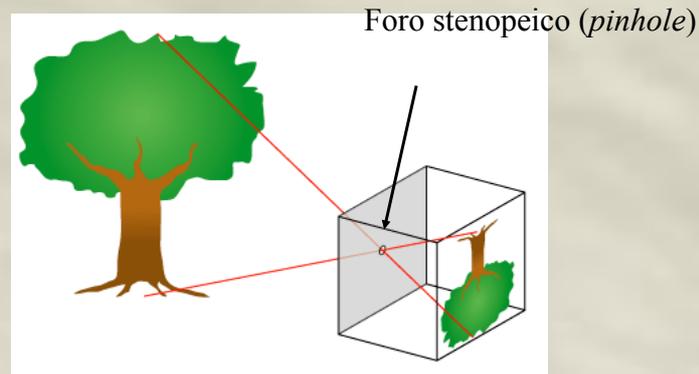
*Anche se si fa ingannare*

⇒ Perfino dal movimento!



Lezione 13 La visione robotica

## *Il principio della camera oscura:*



Lezione 13 La visione robotica

25 marzo 2014 7

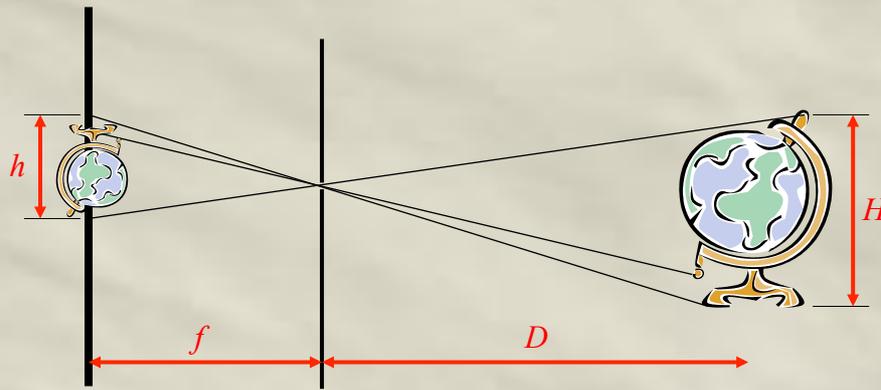
## *Nota importante:*

- ⇒ In tutto questo discorso, noi ci occuperemo solo di visione bidimensionale
- ⇒ Proiettiamo la realtà (quadridimensionale) su un piano, eliminando la profondità e il tempo
- ⇒ La visione tridimensionale e la cinevisione esistono, ma hanno applicazioni soprattutto in robotica avanzata
- ⇒ Esistono altri sistemi per recuperare la terza dimensione (luce strutturata)

Lezione 13 La visione robotica

25 marzo 2014 8

*Più precisamente:*

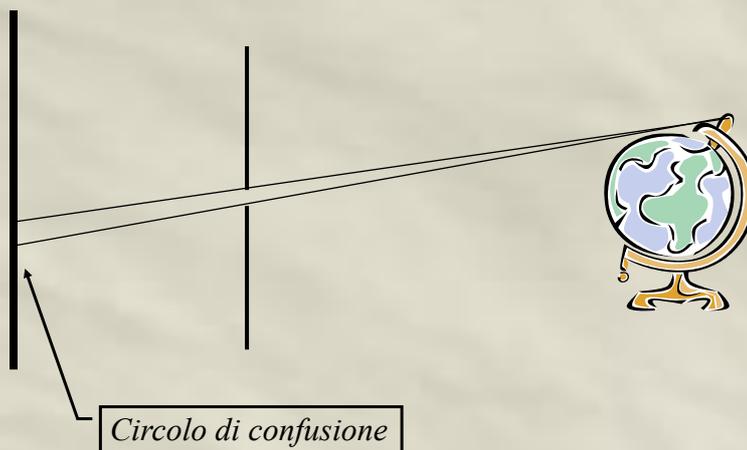


Formula fondamentale:  $\frac{h}{H} = \frac{f}{D}$

Lezione 13 La visione robotica

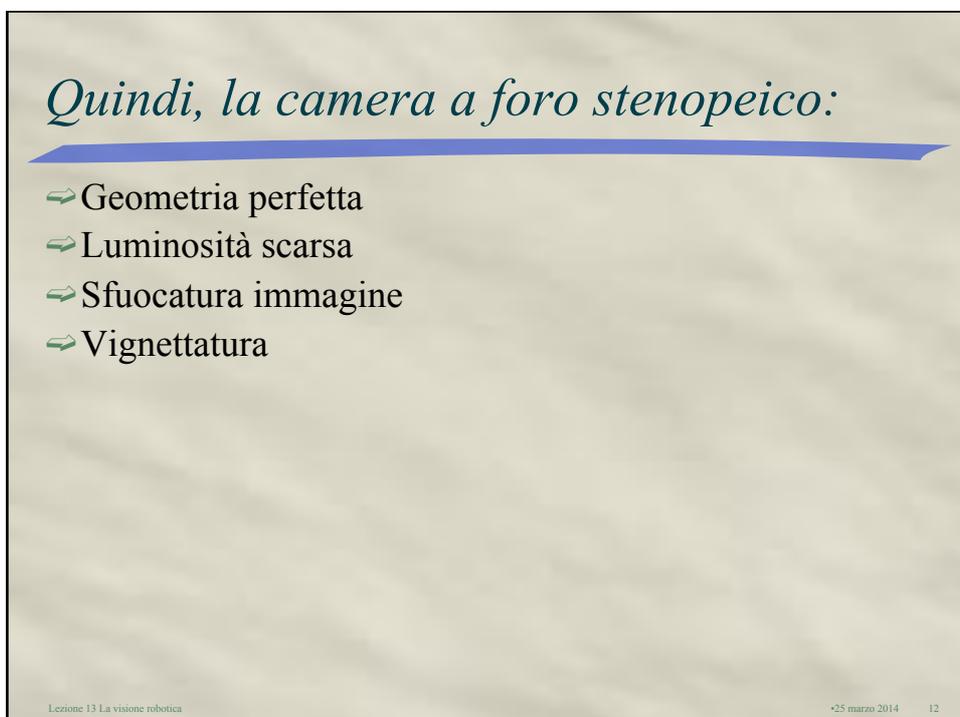
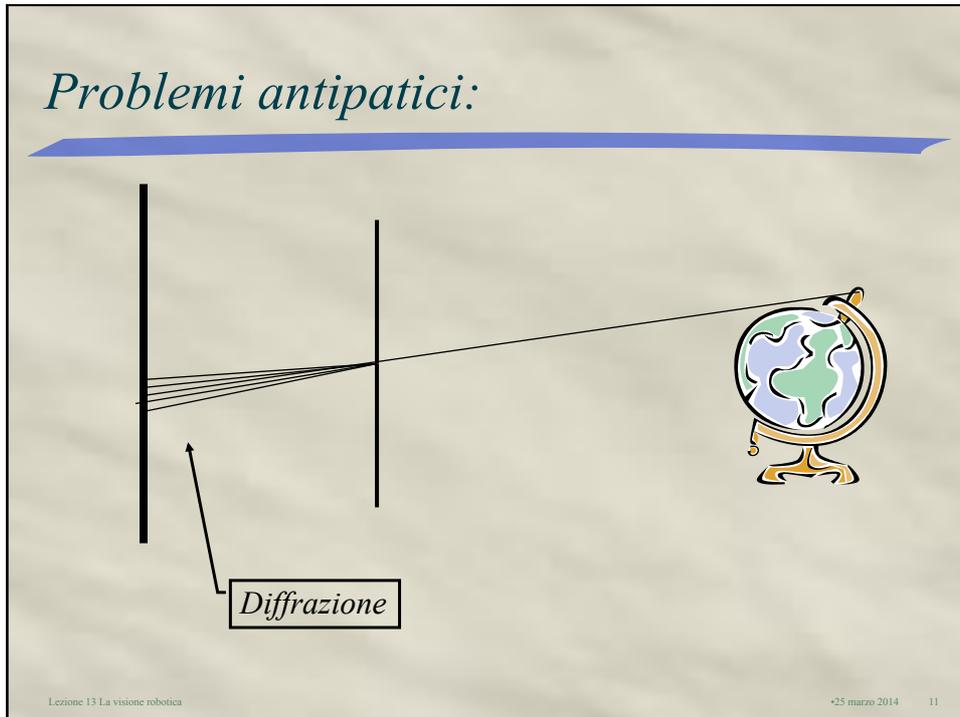
25 marzo 2014 9

*Problemi antipatici:*

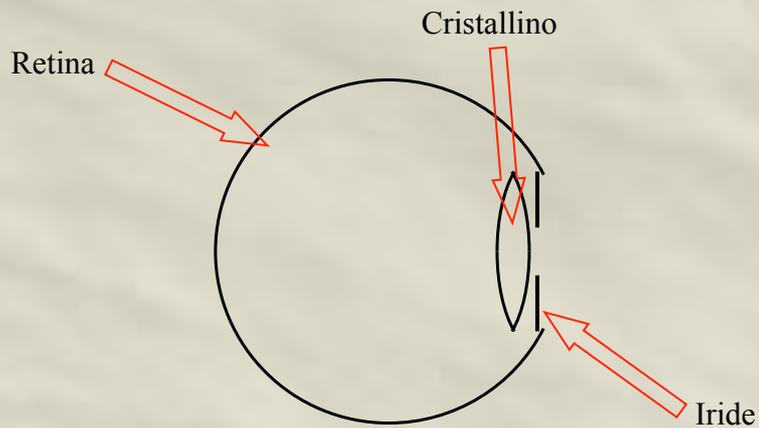


Lezione 13 La visione robotica

25 marzo 2014 10



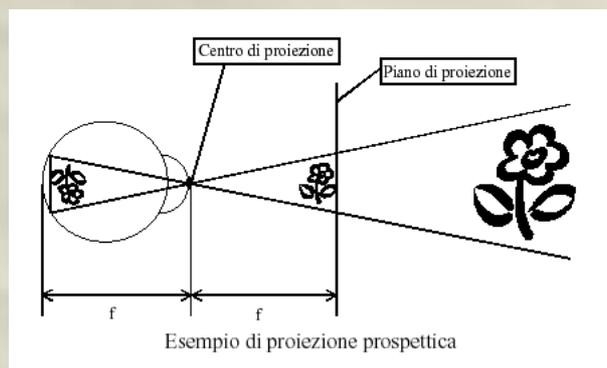
*Allora, ad imitazione dell'occhio:*



Lezione 13 La visione robotica

25 marzo 2014 13

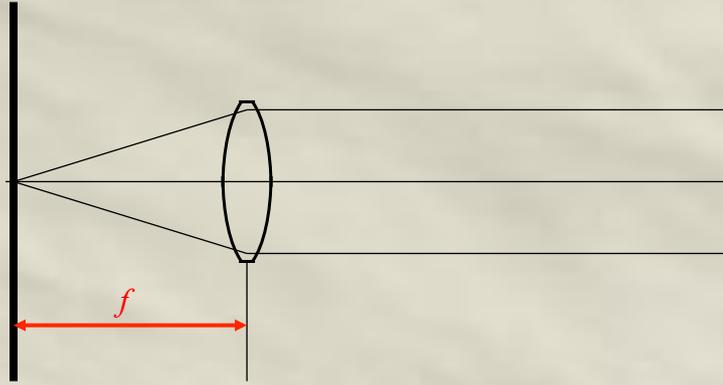
*Elementi base dell'occhio:*



Lezione 13 La visione robotica

25 marzo 2014 14

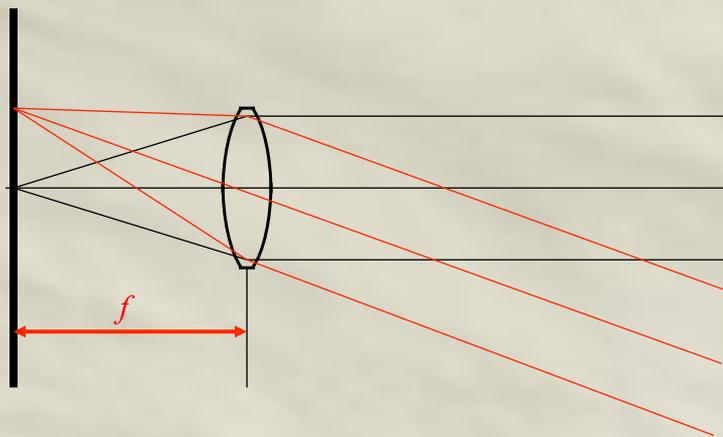
## *Dobbiamo usare una lente (convergente)*



Lezione 13 La visione robotica

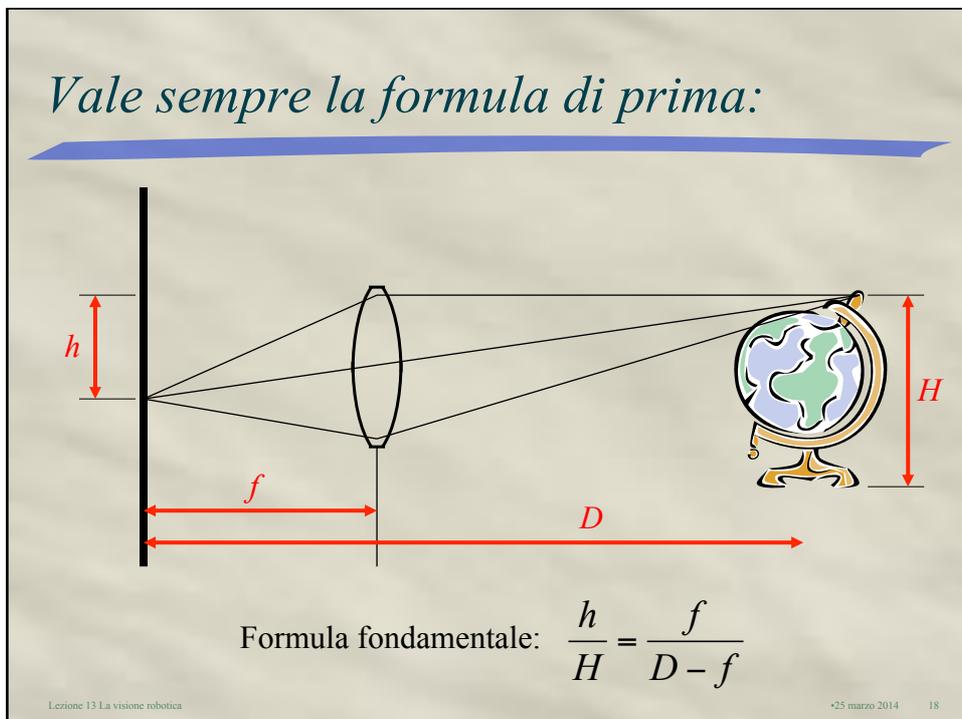
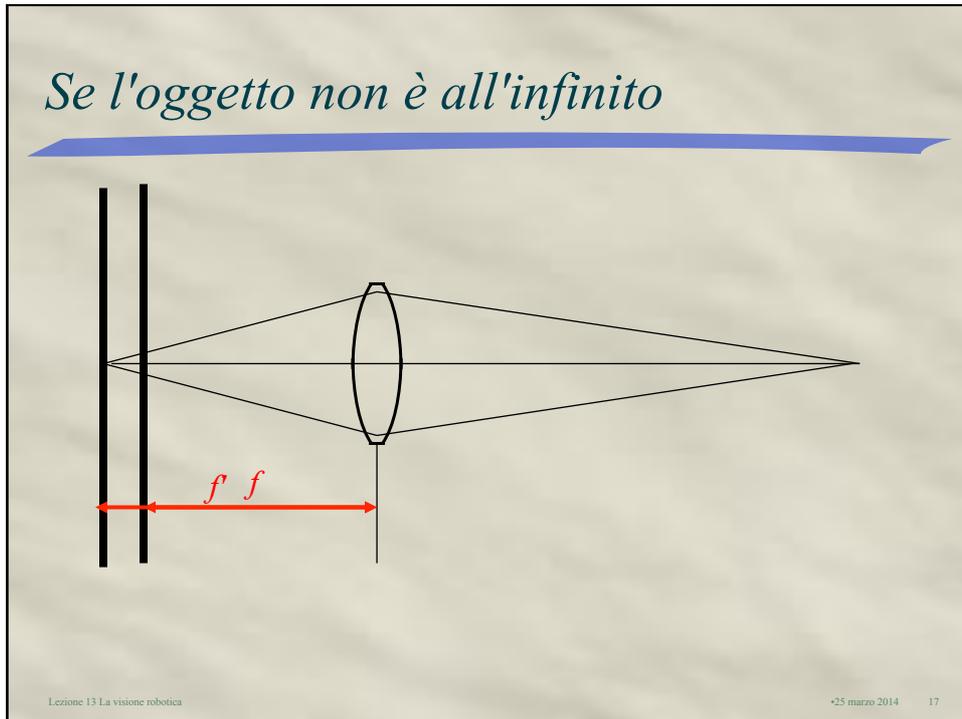
25 marzo 2014 15

## *Comportamento della lente*



Lezione 13 La visione robotica

25 marzo 2014 16



## *La lente:*

- ⇒ Elimina alcuni problemi:
  - Scarsa luminosità
  - Vignettatura
- ⇒ Ma ne introduce altri:
  - Aberrazioni geometriche
  - Aberrazioni cromatiche
  - Profondità di campo (nitido)

## *Aberrazioni geometriche*

- ⇒ La proiezione sul piano immagine non è geometricamente perfetta
  - La forma e le dimensioni degli oggetti proiettati dipendono dalla loro posizione nell'immagine

## Le aberrazioni geometriche



Impossibile visualizzare l'immagine. La memoria del computer potrebbe essere insufficiente per aprire l'immagine oppure l'immagine potrebbe essere danneggiata. Riavviare il computer e aprire di nuovo il file. Se viene visualizzata di nuovo la x rossa, potrebbe essere necessario eliminare l'immagine e inserirla di nuovo.



Impossibile visualizzare l'immagine. La memoria del computer potrebbe essere insufficiente per aprire l'immagine oppure l'immagine potrebbe essere danneggiata. Riavviare il computer e aprire di nuovo il file. Se viene visualizzata di nuovo la x rossa, potrebbe essere necessario eliminare l'immagine e inserirla di nuovo.



Impossibile visualizzare l'immagine. La memoria del computer potrebbe essere insufficiente per aprire l'immagine oppure l'immagine potrebbe essere danneggiata. Riavviare il computer e aprire di nuovo il file. Se viene visualizzata di nuovo la x rossa, potrebbe essere necessario eliminare l'immagine e inserirla di nuovo.

A "barilotto"

A "cuscinetto"

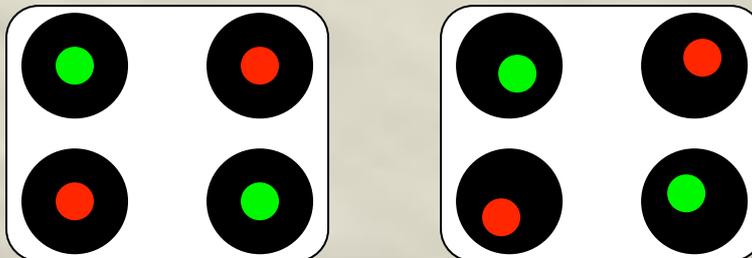
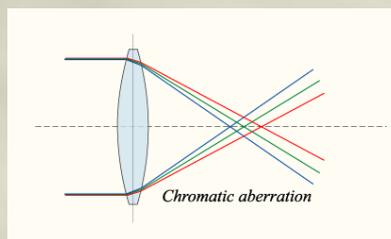
## Se pensate che abbia esagerato ...



## Aberrazioni cromatiche

⇒ L'angolo con cui la luce si rifrange dipende dalla sua lunghezza d'onda, → dal suo colore

## Le aberrazioni cromatiche



## Le aberrazioni cromatiche

Lezione 13 La visione robotica 25 marzo 2014 25

## Profondità di campo (depth of field)

⇒ Quando l'obiettivo è a fuoco per una certa distanza, mostra a fuoco anche gli oggetti che si trovano un po' più vicini o un po' più lontani

⇒ <http://www.dofmaster.com/dofjs.html>

Lezione 13 La visione robotica

### *Cura delle aberrazioni:*

- ⇒ Usare obiettivi di buona qualità
- ⇒ Usare solo la parte centrale dell'immagine
- ⇒ Usare luce monocromatica
- ⇒ Aberrazioni geometriche: correzione algoritmica
  
- ⇒ Per la profondità di campo
  - Aumentare l'illuminazione
  - Aumentare la sensibilità del sensore (ne riparleremo)
  - Chiudere il diaframma