

6

Percezione dello spazio e visione binoculare



6

Space Perception and Binocular Vision

- Introduzione alla percezione dello spazio
- Da gli indizi monoculari alla percezione dello spazio tridimensionale
- Visione binoculare e stereopsi
- La combinazione di indizi di profondità

6

Introduction to Space Perception

- Realismo: Il mondo esterno esiste
 - Positivist: Il mondo dipende dalle elaborazioni dei nostri organi di senso; esso potrebbe essere a tutti gli effetti una allucinazione!

6

E non solo i positivisti!

“Cosa è reale? Come definisci cosa è reale? Se per reale intendi quello che puoi vedere, sentire, toccare, odorare, beh allora la realtà è composta semplicemente da segnali elettrici interpretati dal tuo cervello. Questo è il mondo che tu conosci.”
—Morpheus’ answer to Neo in *The Matrix*, 1999



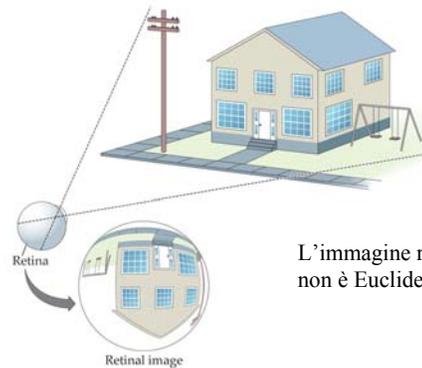
6

Introduction to Space Perception (cont'd)

- Geometria Euclidea: Le linee parallele rimangono parallele mentre attraversano lo spazio
 - Gli oggetti mantengono la stessa forma e la stessa dimensione quando si muovono per lo spazio
 - La somma degli angoli interni di un triangolo è sempre uguale a 180° ecc.

6

Euclidean Geometry and the Retina

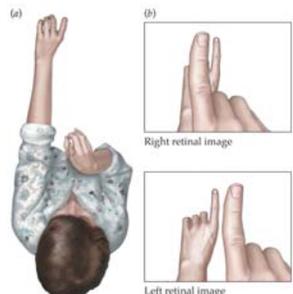


L'immagine retinica non è Euclidea

PERCEPTION AND PERCEPTIVE, Figure 6.1 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6 Introduction to Space Perception (cont'd)

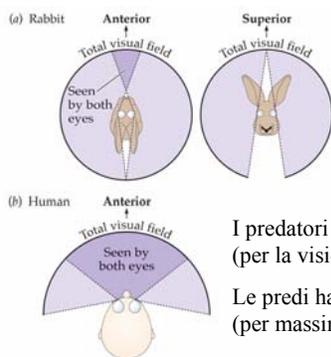
- Le immagini retiniche dei due occhi del mondo esterno non sono esattamente le stesse!



6 Introduction to Space Perception (cont'd)

- Sommazione binoculare:** Un vantaggio nel percepire gli oggetti fornito dal fatto di avere due occhi invece di uno

6 La visione binoculare



I predatori hanno occhi frontali (per la visione binoculare)
 Le prede hanno occhi laterali (per massimizzare il campo)

6 Introduction to Space Perception (cont'd)

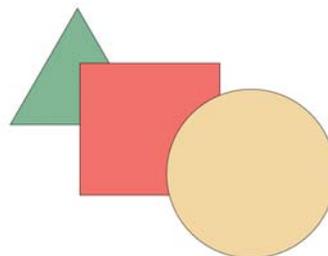
- Disparità binoculare:** E' la differenza fra le immagini retiniche dei due occhi della stessa immagine visiva. Essa sta alla base della stereopsi; una vivida percezione della tridimensionalità del mondo che non è acquisibile attraverso la visione monoculare

6 Introduction to Space Perception (cont'd)

- Indizi di profondità monoculari vs. Indizi di profondità binoculari: Un occhio contro due occhi
- Gli indizi di profondità binoculari permettono di percepire:
 - La convergenza
 - Stereopsi
 - Abilità dei due occhi di raccogliere più informazioni su un oggetto di quanto potrebbe un occhio solo

6 Monocular Cues to Three-Dimensional Space

- Occlusione:** Un indizio di profondità relativo che può essere utilizzato quando un oggetto occlude la visione di un altro oggetto



6 "Accidental viewpoints"

Indizio "non-metrico": determina l'ordine, non le distanze

6 Monocular Cues to Three-Dimensional Space (cont'd)

- Indizi di profondità non metrici vs. Indizi di profondità metrici
 - Non metrici: Sono gli indizi che forniscono informazioni sulla profondità senza però dare indicazioni sulla grandezza delle distanze di profondità (e.g. il suo naso sta di fronte alla sua faccia)
 - Metrici: Forniscono indicazioni QUANTITATIVE circa le relazioni di profondità degli oggetti

6 Monocular Cues to Three-Dimensional Space (cont'd)

- Indici di grandezza e posizione:
 - Grandezza relativa: Una comparazione della grandezza di due oggetti senza sapere nulla sulla loro grandezza assoluta

6 Relative Size

GENERATION AND PERCEPTION, Figure 6.4 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6 Monocular Cues to Three-Dimensional Space (cont'd)

- Indici di grandezza e posizione:
 - Gradiente di texture: Un indizio di profondità basato sulla conoscenza che noi abbiamo del fatto che oggetti della stessa grandezza appaiono più piccoli quando lontani
 - Altezza relativa: Normalmente oggetti a distanze diverse dall'osservatore visti dal terreno, formano immagini ad altezze diverse sulla retina con quelle più in basso che risultano più grandi (*spiegazione del perché nella slide 15 il senso di profondità*)

6 Texture Gradient

GENERATION AND PERCEPTION, Figure 6.7 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6 Texture Gradient non-ecologico

SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.8 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6 Relative Height

SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.9 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6 Height Illusion

SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.10 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6 Monocular Cues to Three-Dimensional Space (cont'd)

- Grandezza familiare: si possono ottenere informazioni sulla profondità avendo una conoscenza a priori della grandezza di un certo oggetto

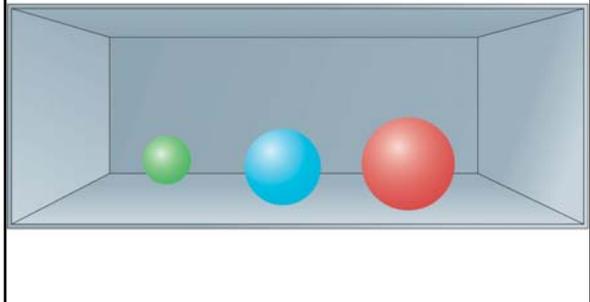
6 Familiar size

SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.11 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6 Relative and absolute metrical depth cues

- Gli indici di grandezza e altezza relativa forniscono alcune informazioni metriche sulla distanza, per questo sono dette indici di profondità metrici relativi
- La conoscenza della grandezza (grandezza familiare) di un oggetto può essere considerato a tutti gli effetti un indice di profondità metrico

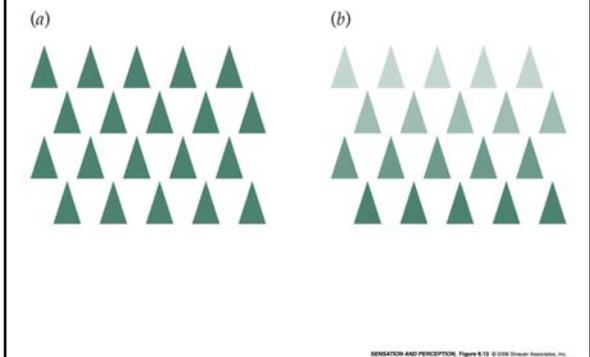
6 Metrical cues of depth



6 Monocular Cues to Three-Dimensional Space (cont'd)

- Prospettiva aerea: Un indizio di profondità che si basa sulla conoscenza implicita che l'atmosfera diffonde la luce
 - Un esempio: la nebbia

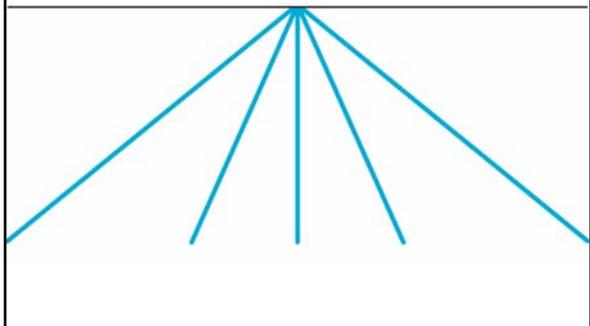
6 Haze (or Aerial Perspective)



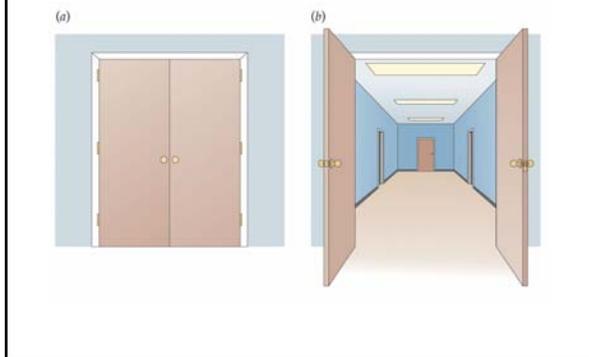
6 Real-World Aerial Perspective



6



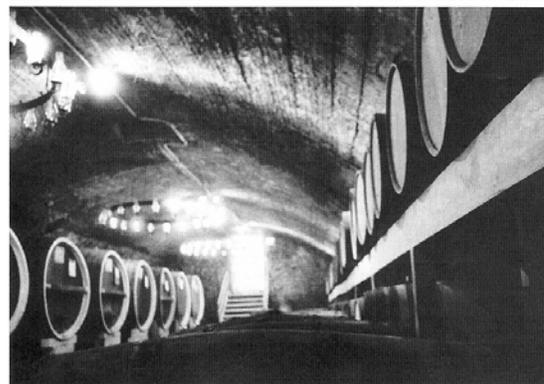
6



6 Monocular Cues to Three-Dimensional Space (cont'd)

- Prospettiva lineare: un indizio di profondità basato sulla conoscenza che le linee parallele nel mondo tridimensionale sembrano convergere in una immagine a due dimensioni
- Punto di fuga: Il punto dello spazio in cui le linee parallele apparente convergono in profondità

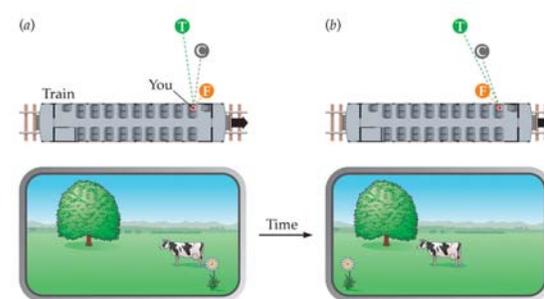
6 La prospettiva lineare

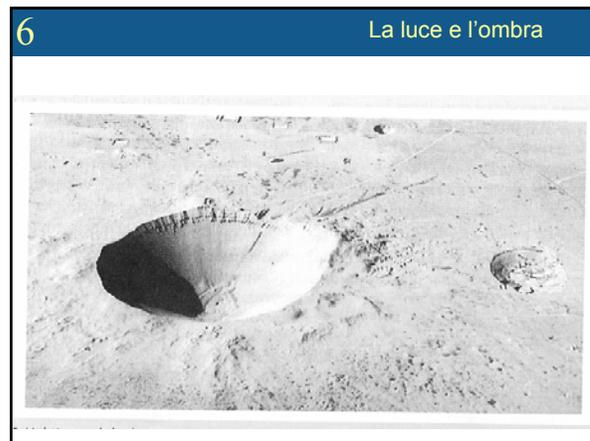


6 Monocular Cues to Three-Dimensional Space (cont'd)

- Motion cues:
 - Sino ad ora abbiamo visto indici di profondità "statici" che gli artisti hanno imparato da molto tempo ad utilizzare per creare sensazioni di profondità nei loro dipinti a due dimensioniEsistono però anche indizi di profondità ricavabili dal movimento
- Movimento di parallasse: Effetto ben noto a chi durante un viaggio abbia trascorso un po' di tempo a guardare il paesaggio circostante. Gli oggetti più vicini si muovono più velocemente di quelli lontani

6 Motion Parallax

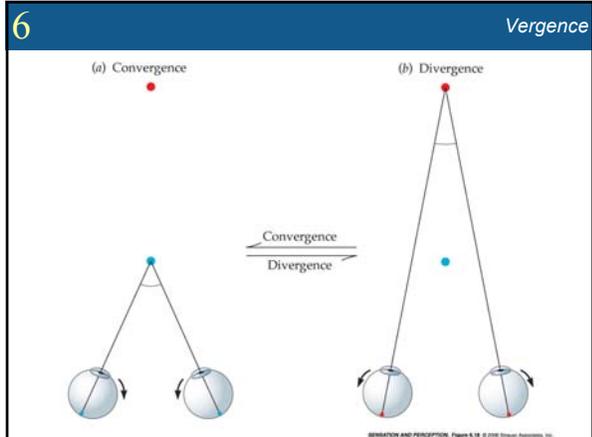




6 Monocular Cues to Three-Dimensional Space (cont'd)

- L'accomodamento e la convergenza aiutano l'occhio a percepire la profondità :
 - Accomodamento: L'occhio cambia il suo fuoco
 - Convergenza: L'abilità dei due occhi di ruotare verso l'interno (di incrociarsi)
 - Divergenza: L'abilità dei due occhi di ruotare verso l'esterno (di riallinearsi)



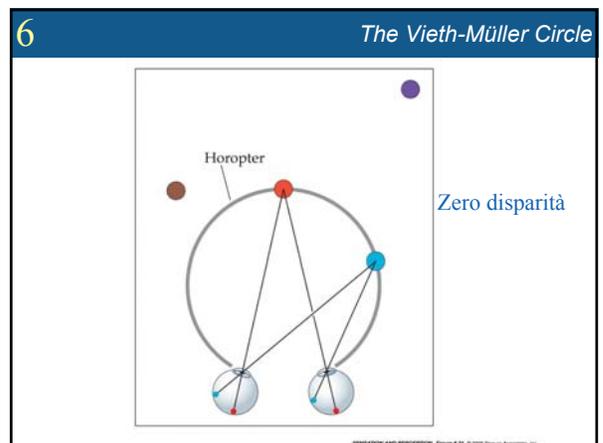
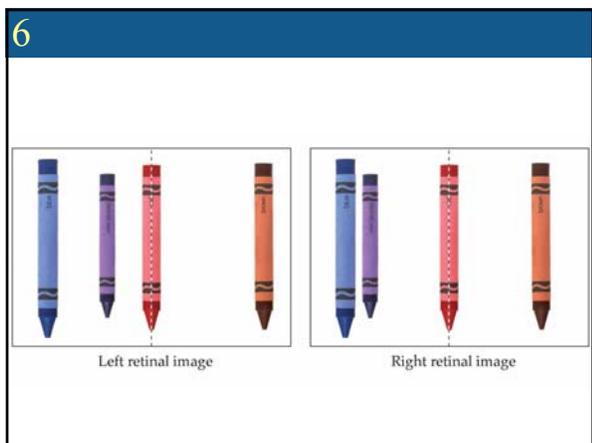
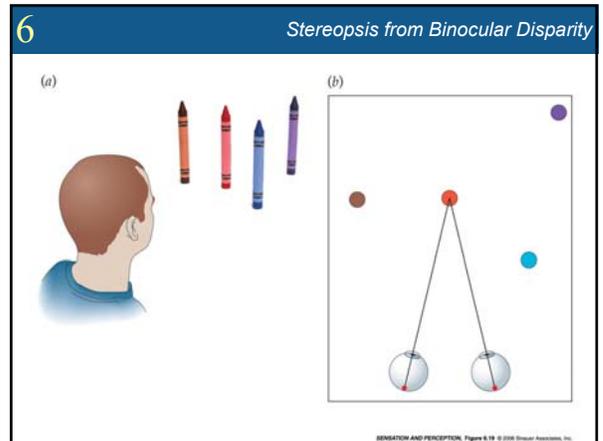


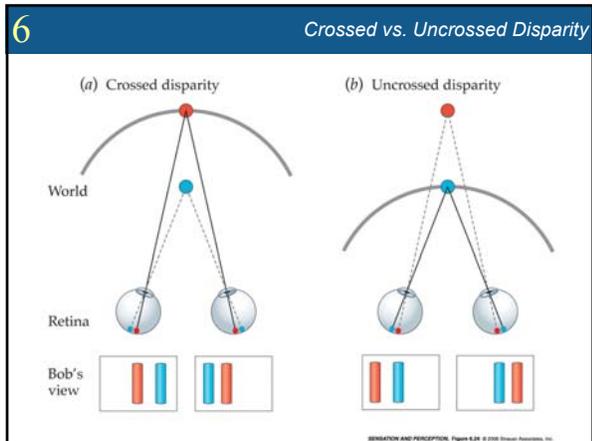
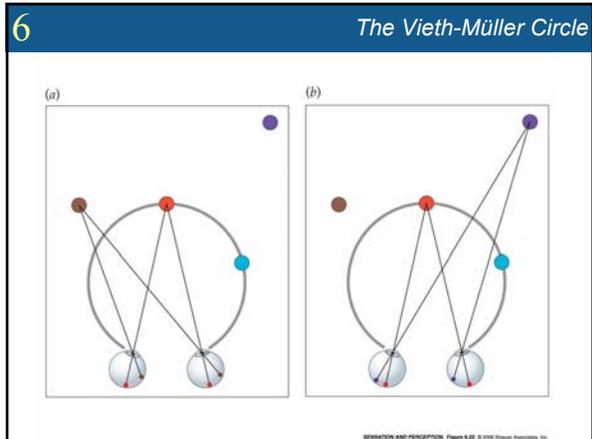
6 Binocular Vision and Stereopsis

- Disparità binoculare: Differenza fra le immagini che cadono in ognuna delle due retine

6 Binocular Vision and Stereopsis (cont'd)

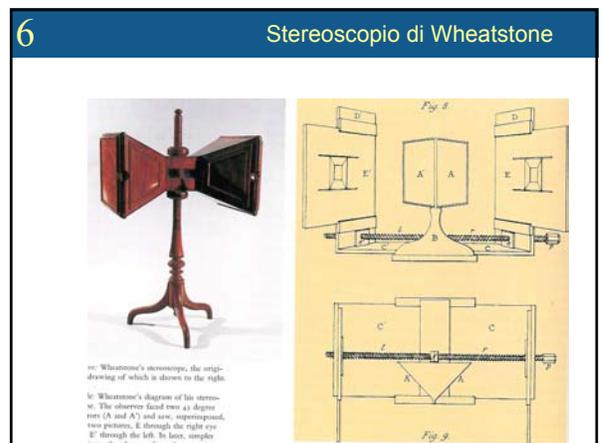
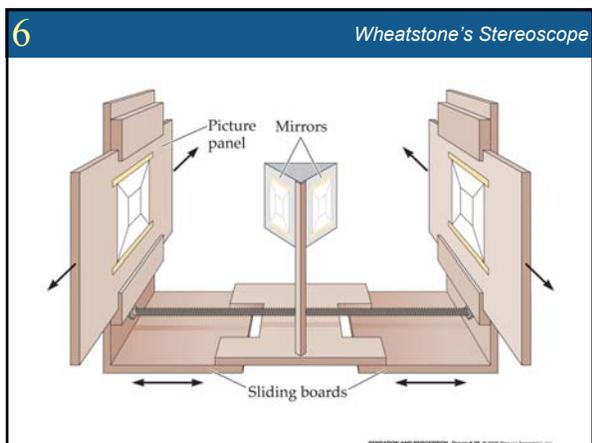
- Stereopsi: "Popping out in depth"
 - Molte persone sono capaci di vedere la profondità in questa maniera
 - Vediamo alcune informazioni chiave epr comprendere la stereopsi





6 Binocular Vision and Stereopsis (cont'd)

- Stereoscopo: Un macchinario per presentare due immagini diverse ai due occhi in modo da ottenere una sola ed unica immagine tridimensionale



6

A Stereo Photo



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.8B © 2010 Sinauer Associates, Inc.

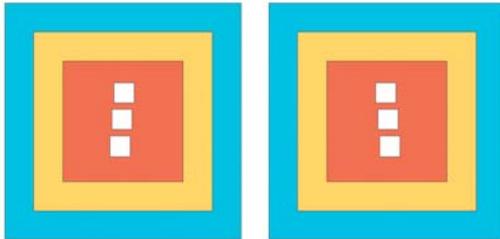
6

Binocular Vision and Stereopsis (cont'd)

- Fusione libera: La tecnica di incrociare o divergere gli occhi in modo da vedere uno stereogramma senza avere adisposizione uno stereoscopio

6

Free Fusion



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.8F © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6

Binocular Vision and Stereopsis (cont'd)

- Come detto all'inizio, molti ma non tutti percepiscono la profondità ottenuta dalla stereopsi, una condizione conosciuta come stereoblindness
 - Una condizione di impossibilità di usare la stereopsi per vedere la profondità
 - Ciò può esser causa per esempio di disturbi visivi patiti durante l'infanzia come lo strabismo che consiste in un errato allineamento dei due occhi

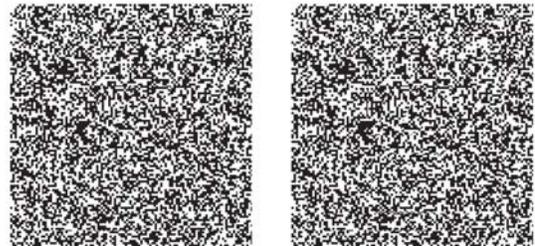
6

Binocular Vision and Stereopsis (cont'd)

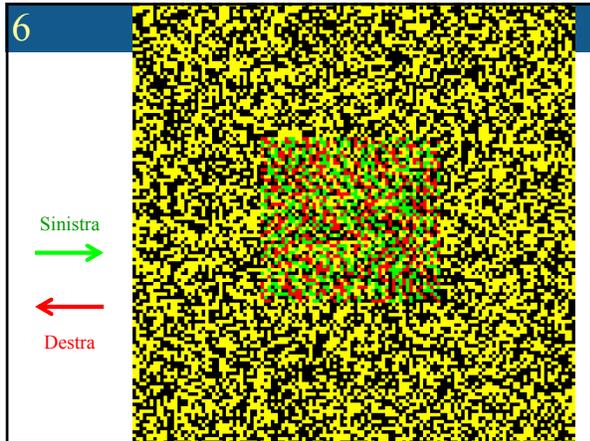
- Gli stereogrammi "Random dot" possono solo essere visti utilizzando indici di profondità binoculari, essi infatti non contengono indici di profondità monoculari
 - Uso di stimoli ciclopici

6

Random Dot Stereogram

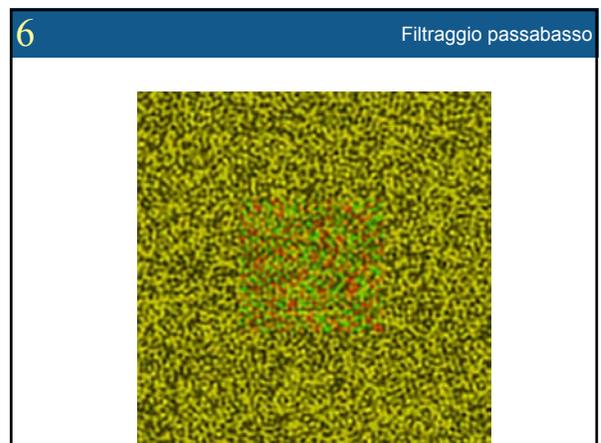
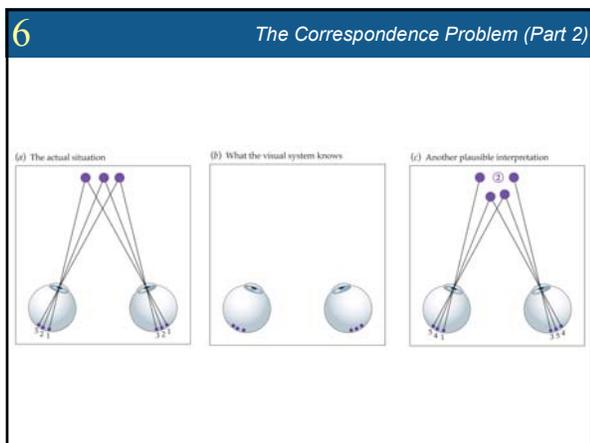
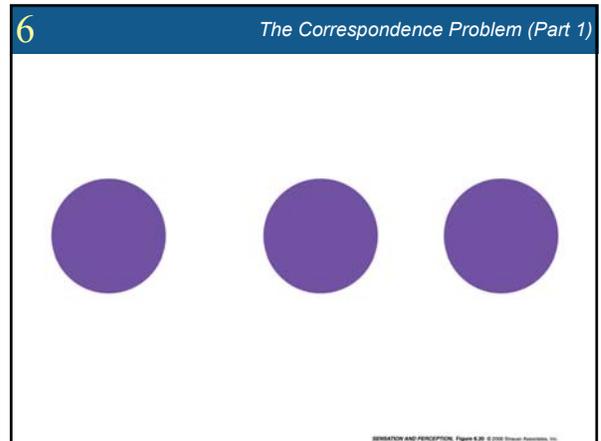
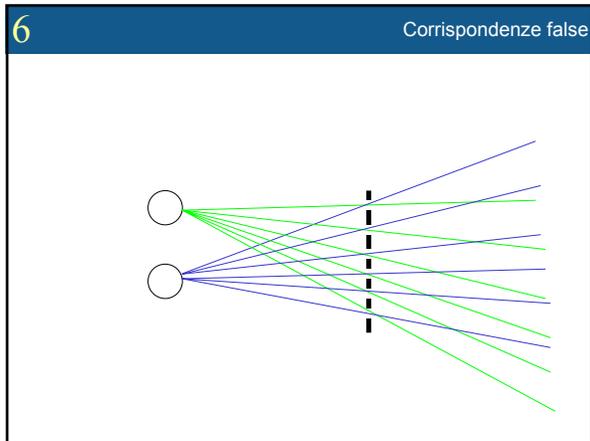


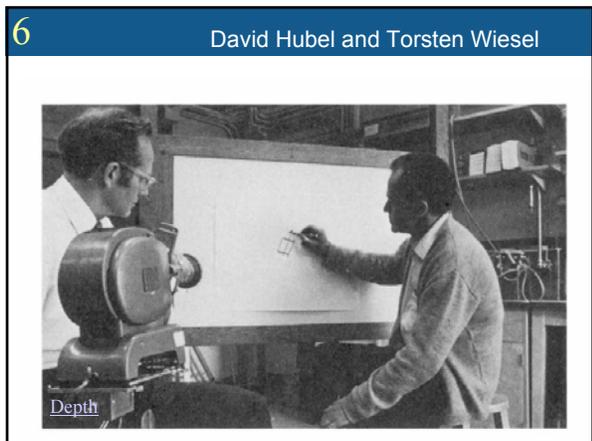
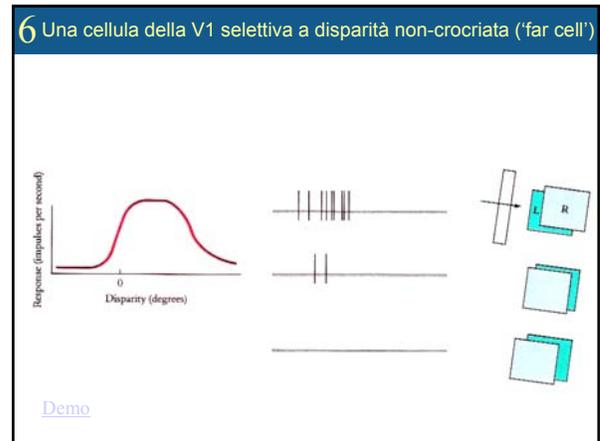
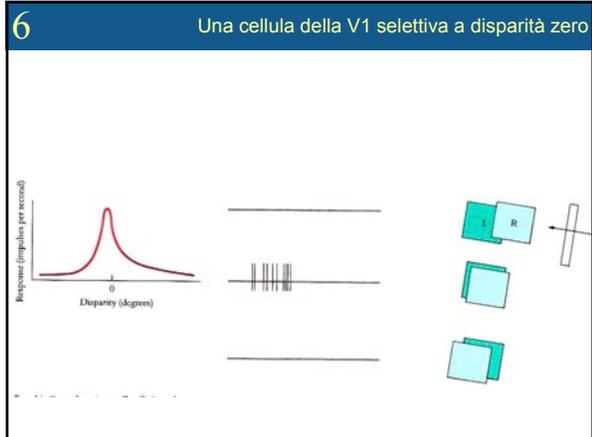
SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.8G © 2010 Sinauer Associates, Inc.



6 Binocular Vision and Stereopsis (cont'd)

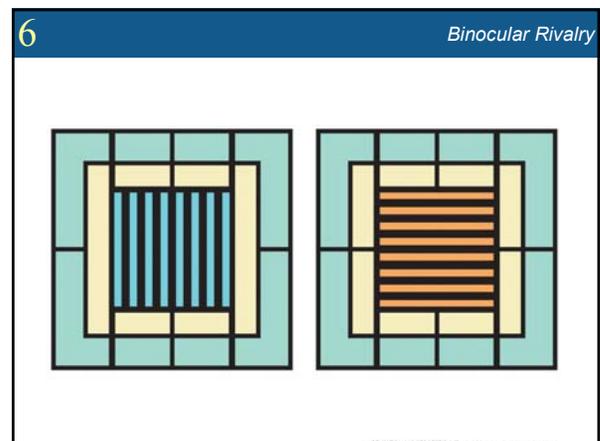
- Problema della corrispondenza: Riguarda il problema di trovare quale parte di una immagine nell'occhio sinistro deve corrispondere ad un bit dell'immagine nell'occhio destro



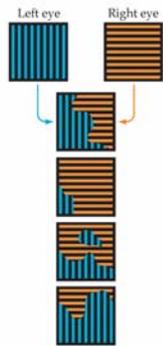


- 6 Binocular Vision and Stereopsis (cont'd)
- Disparità assoluta contro disparità relativa:
 - Disparità assoluta: Una differenza nelle coordinate retiniche di una immagine nelle retine dei due occhi
 - Disparità relativa: La differenza nella disparità assoluta di due elementi nella scena visiva

- 6 Binocular Vision and Stereopsis (cont'd)
- Rivalità binoculare: La competizione fra i due occhi per il controllo della percezione visiva, che diviene molto evidente quando stimoli completamente differenti vengono mostrati ai due occhi



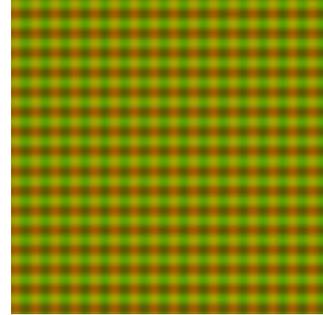
6



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.8 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6

Rivalità binoculare



6

Meditating monk

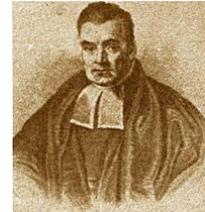


6

Combining Depth Cues

Un approccio Bayesiano: Un modello statistico basato sull'intuizione del reverendo Thomas Bayes che la conoscenza a priori può influenzare la stima della probabilità di un evento attuale

$$p(s | i) = p(s) \frac{p(i | s)}{p(i)}$$



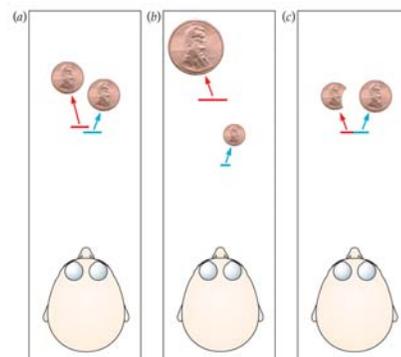
6

Retinal Image of a Simple Scene



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.9 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.10 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6 Combining Depth Cues (cont'd)

- Come fa il sistema visivo a decidere che cosa si sta effettivamente vedendo?
 - Quale è l'interpretazione più plausibile? (Questa è la base dell'approccio Bayesiano)
 - Indizi di grandezza familiare: Conoscenza a priori

6 Combining Depth Cues (cont'd)

- Cosa accade quando le nostre supposizioni sono errate?
 - Si hanno illusioni!

6 The Ponzo Illusion



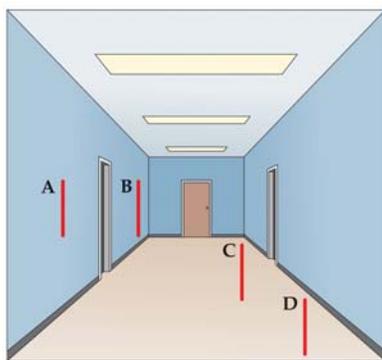
SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.28 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6 An Explanation of the Ponzo Illusion?



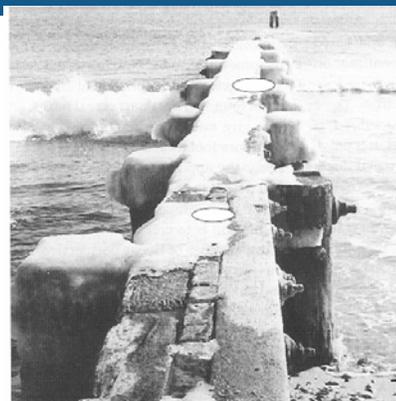
SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.29 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

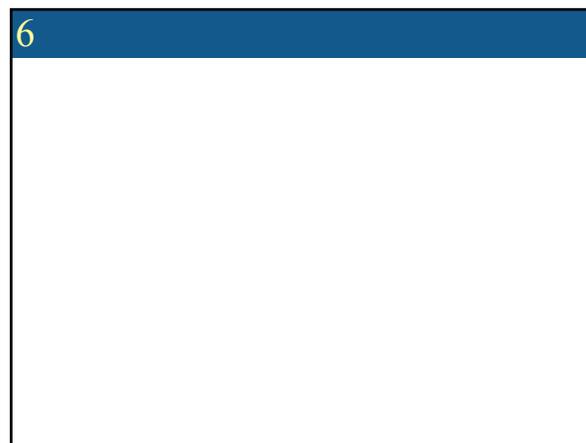
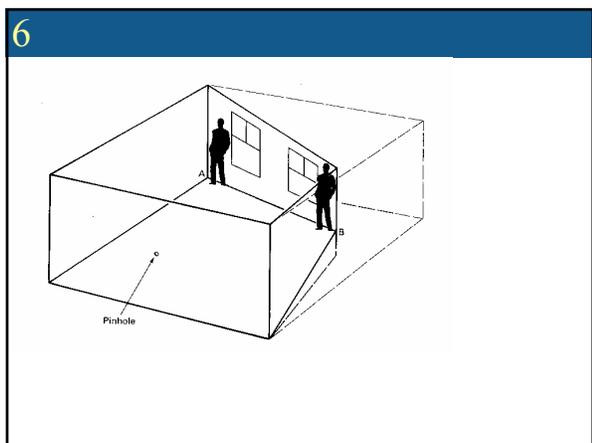
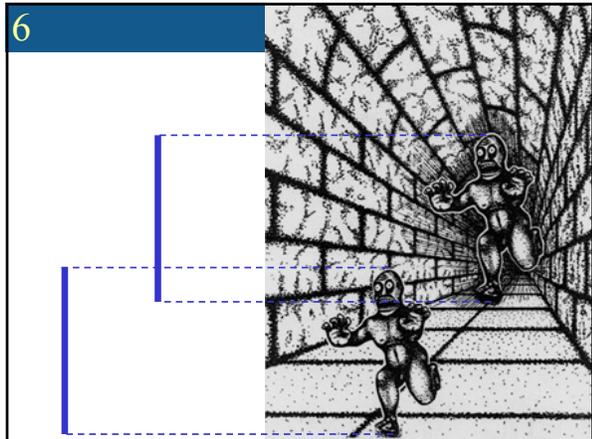
6 Another Illusion



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 6.30 © 2010 Sinauer Associates, Inc.

6

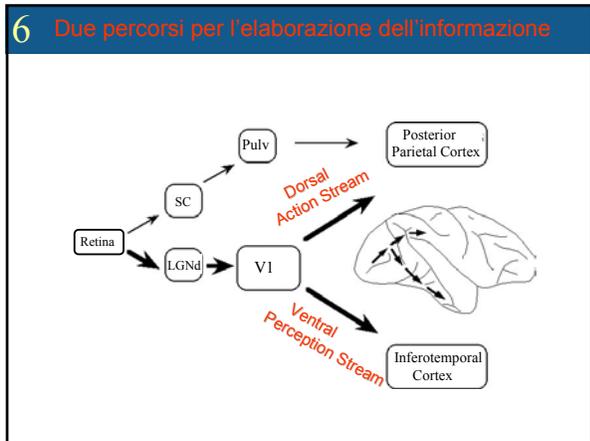




6 L'illusione di Titchener

Contrasto di grandezza

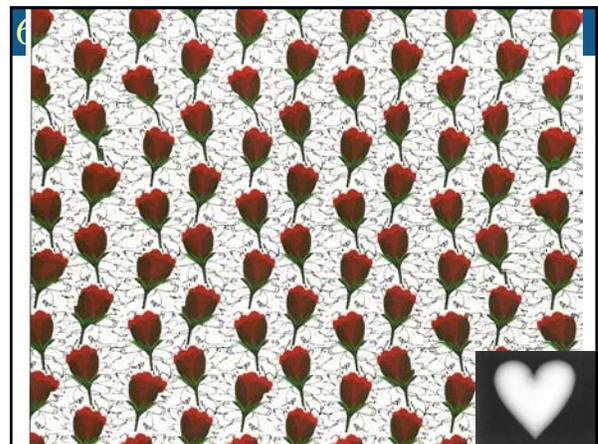
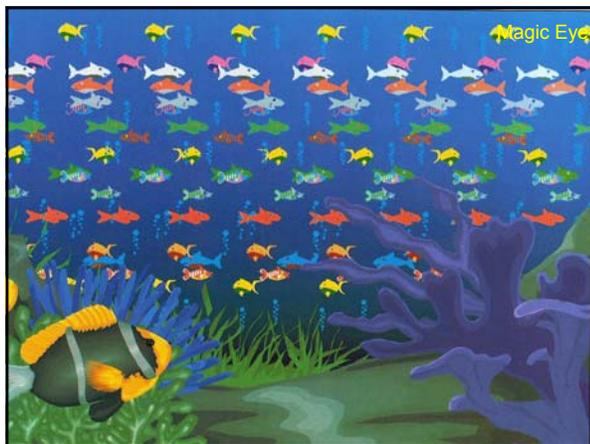
6 L'illusione inganna l'occhio ma non la mano
(Aniotti et Goodale, 1995)

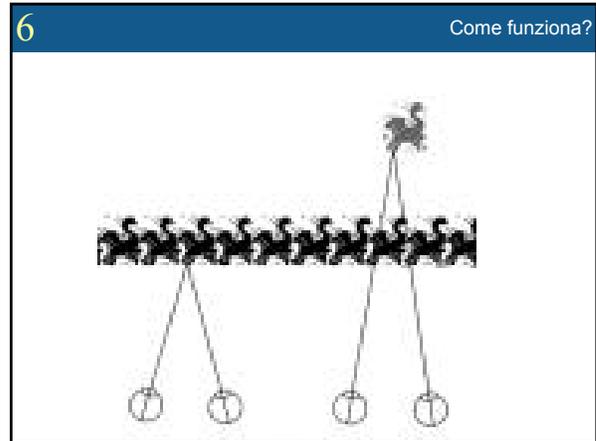


6 Matching Posting

Patient DF

Control





6

La costruzione dell'immagine tridimensionale del mondo partendo da un spazio bidimensionale non Euclideo (come quello in cui si formano le immagini retiniche) è uno dei problemi più fondamentali che il sistema percettivo visivo si trova a dover affrontare

6

Avere due occhi invece comporta molti vantaggi molti dei quali sono legati alla percezione della profondità. Non ci dobbiamo scordare però che avere due occhi permette anche:

- a) di avere un campo visivo più esteso
- b) di poter ottenere sommazione binoculare
- c) di avere un sistema ridondante capace di permettere la visione anche nel caso che uno dei due occhi venga gravemente danneggiato

6

Esistono anche indizi di profondità MONOCULARI fra i quali ricordiamo:

- a) Occlusione
- b) Indici di grandezza e posizionamento
- c) Prospettiva aerea
- d) Prospettiva lineare
- e) Indizi di movimento (eg: parallasse)
- f) Accomodazione

6

Uno dei modi per ottenere indizi di profondità dalle informazioni provenienti dai due occhi è quello di considerare la geometria delle piccole differenze nell'immagine retiniche (disparità binoculari) prodotte da gli stimoli visivi ad una certa distanza dall'osservatore. Ciò permette la visione della profondità tramite stereopsi

6

Gli stereogrammi con random dot dimostrano che non è indispensabile sapere quello che si sta osservando prima di vedere l'immagine in profondità tramite stereopsi. La sola disparità binoculare è sufficiente per la percezione della forma

6

Il problema di confrontare (correttamente) l'elemento di un'immagine creatosi sulla retina di un occhio con quello corrispondente nella retina del secondo occhio è un problema conosciuto come "problema della corrispondenza". Il sistema percettivo risolve questo problema con una serie di trucchi fra cui procedere ad un matching nel range delle basse frequenze spaziali prima di passare a fare una analisi "fine" nello spettro delle frequenze spaziali più alte

6

Singoli neuroni nella corteccia visiva primaria (V1) e delle aree successive a questa hanno campi recettivi che coprono una regione di spazio TRIDIMENSIONALE non solo bidimensionale. Infatti, alcuni neuroni rispondono ad una ampia gamma di profondità (per esempio agli stimoli che stanno oltre il punto di fissazione) mentre ve ne sono altri molto più selettivi, che rispondono cioè a stimoli ad una determinata profondità ma non ad altre.

6

Quando le immagini proiettate ai due occhi non sono identiche quello che si innesca è una competizione per promuovere la percezione cosciente dello stimolo fra i due occhi, un fenomeno conosciuto come rivalità binoculare.

6

Tutti gli indizi di profondità sia monoculari che binoculari sono combinati insieme (inconsiamente) in accordo con quelle che sono le nostre conoscenze pregresse. Da queste estrapoliamo anche la probabilità di occorrenza di un determinato evento ma quando le nostre inferenze risultano errate ecco che si formano le ILLUSIONI!