

7

La percezione del movimento



7

Motion Perception

- Elaborazione computazionali per la percezione del movimento di stimoli visivi
- I movimenti degli occhi
- Usare le informazioni di moto
- L'uomo che non poteva vedere il movimento

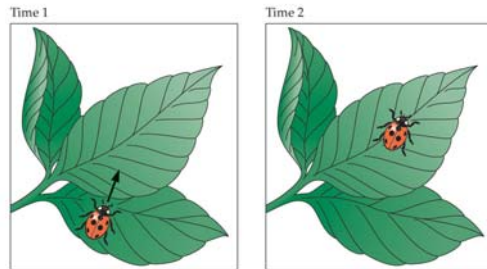
7

Computation of Visual Motion

- Come è possibile costruire un detettore per il movimento?
 - Va considerato il cambiamento di posizione nel tempo
 - Quindi è un buon inizio considerare due recettori adiacenti divisi da una distanza stabilita e fissa

7

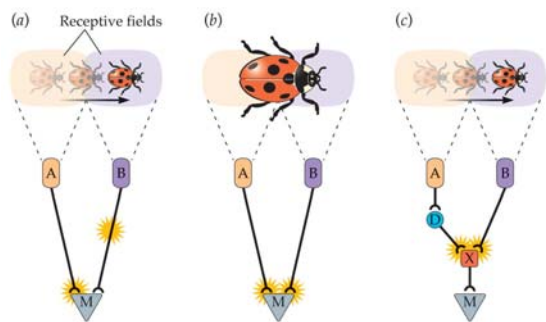
Movimento è un cambiamento di posizione con tempo



SENSATION AND PERCEPTION, Figure 7.1 © 2008 Sinauer Associates, Inc.

7

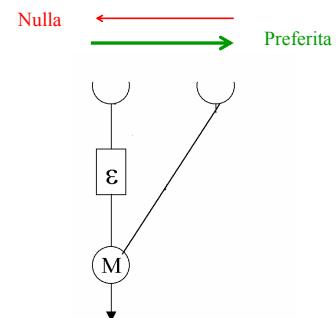
A Neural Circuit for Detection of Rightward Motion (Part 1)



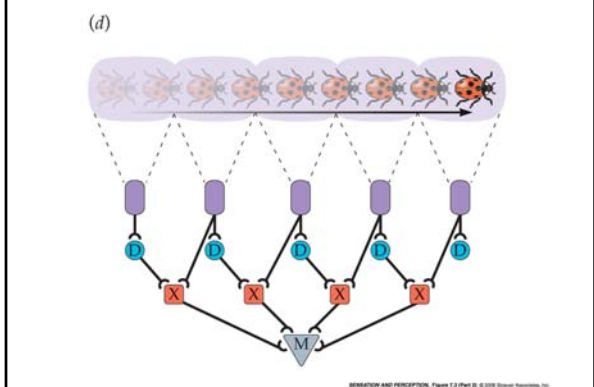
SENSATION AND PERCEPTION, Figure 7.2 (Part 1) © 2008 Sinauer Associates, Inc.

7

Il detettore di Reichardt



7 A Neural Circuit for Detection of Rightward Motion (Part 2)



7 Computation of Visual Motion (cont'd)

- Moto apparente: E l'illusoria impressione di un movimento creata dalla accensione in tempi diversi ed in rapida successione di luci statiche

7 Still Images from an Animation



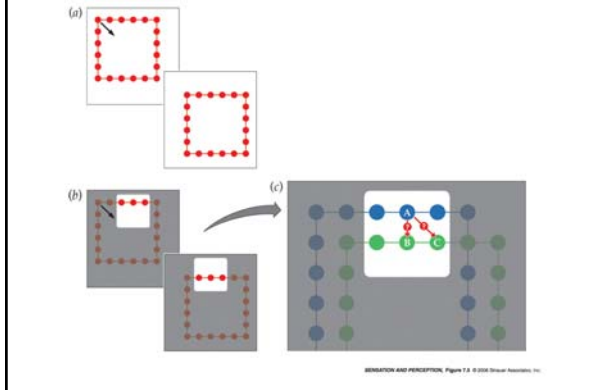
7 Computation of Visual Motion (cont'd)

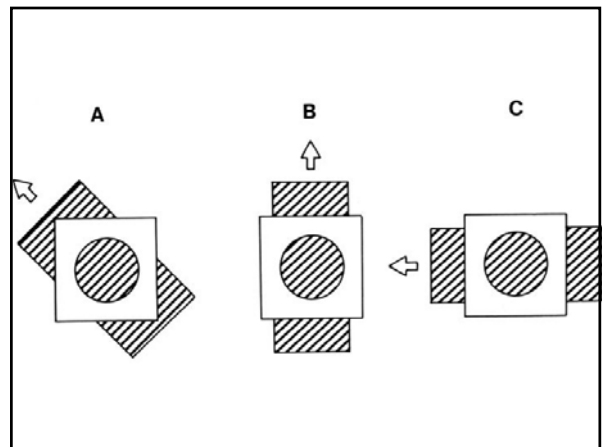
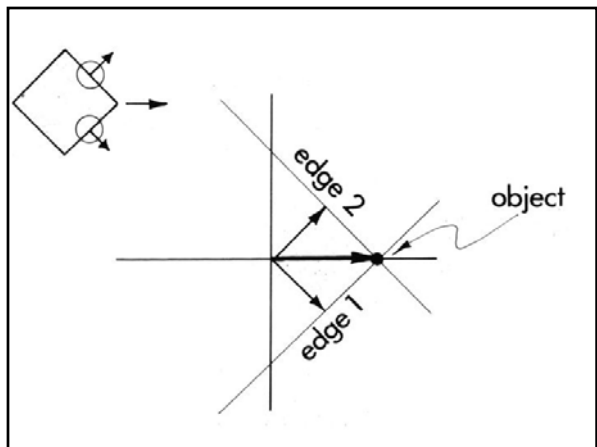
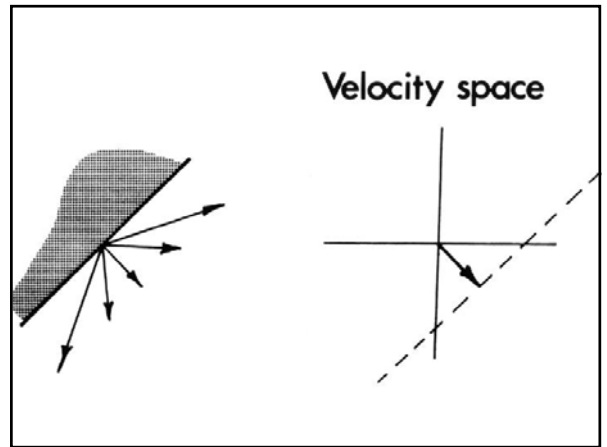
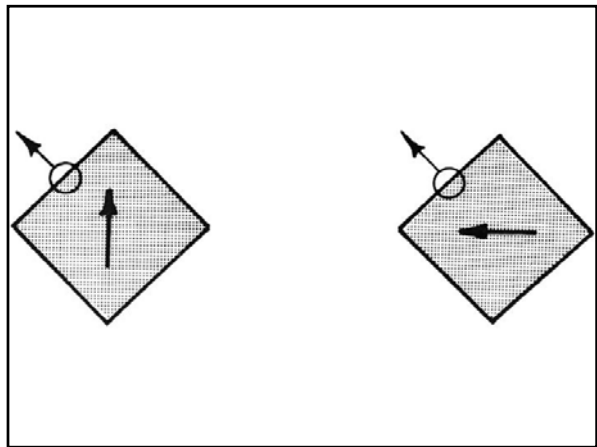
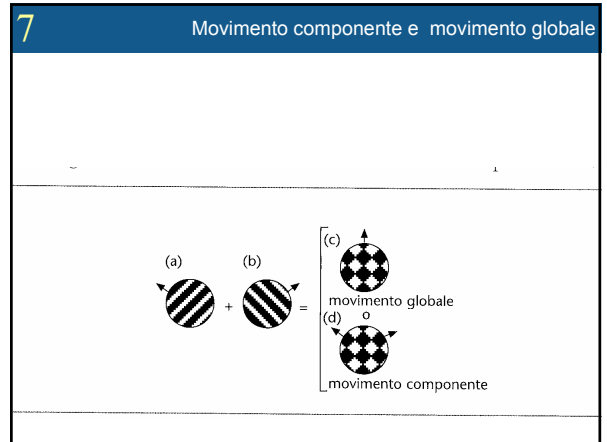
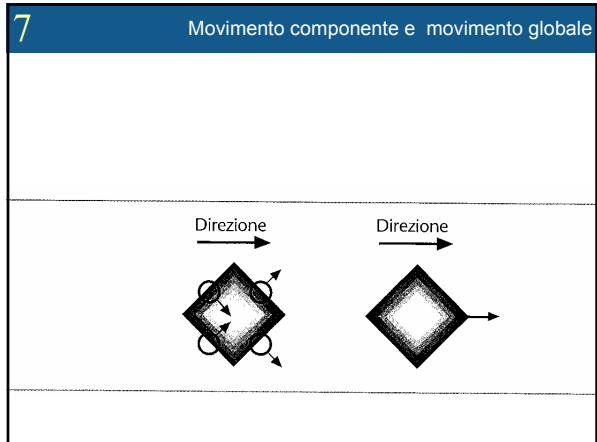
- Il moto apparente fu per la prima volta scoperto da Sigmund Exner (1875)
 - I circuiti neurali deputati all'analisi del moto non necessitano di un moto reale per attivarsi

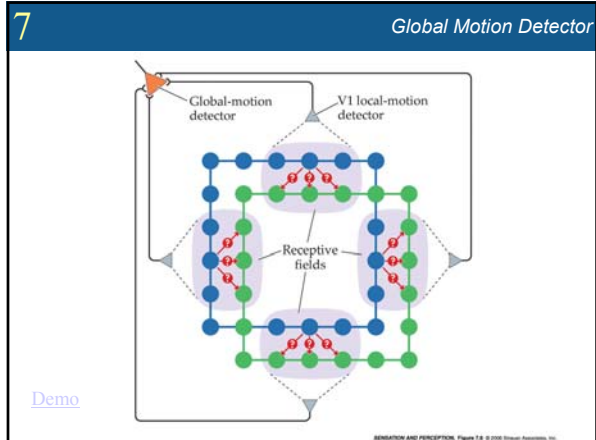
7 Computation of Visual Motion (cont'd)

- Apertura: L'apertura è una fessura che permette solamente una visione parziale dell'oggetto.
 - Il problema della corrispondenza (di moto): Il problema affrontato dai detettori di movimento per sapere quale feature presente in un frame N, corrisponde ad una particolare feature del frame N-1
 - Il problema dell'apertura: Riguarda il fatto che quando un oggetto in movimento è visto attraverso una fessura, localmente (a livello dell'analisi di un detettore cioè) la direzione del movimento può risultare ambigua

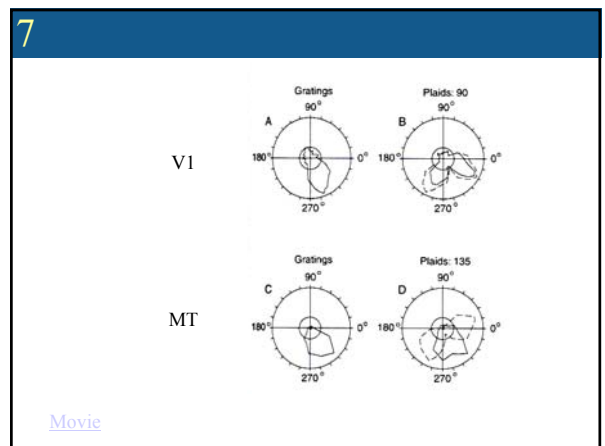
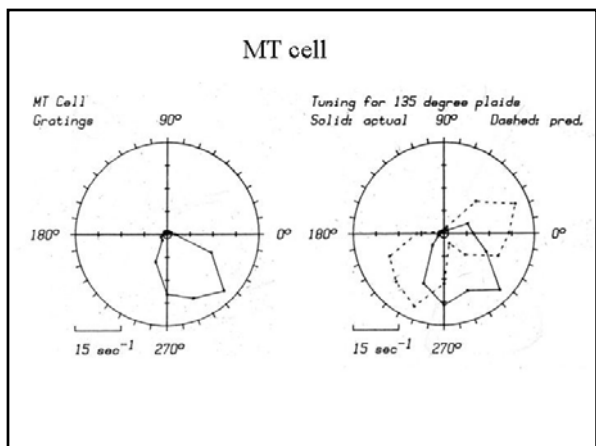
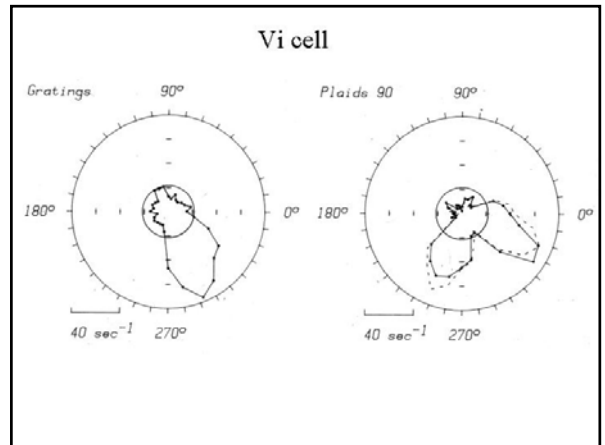
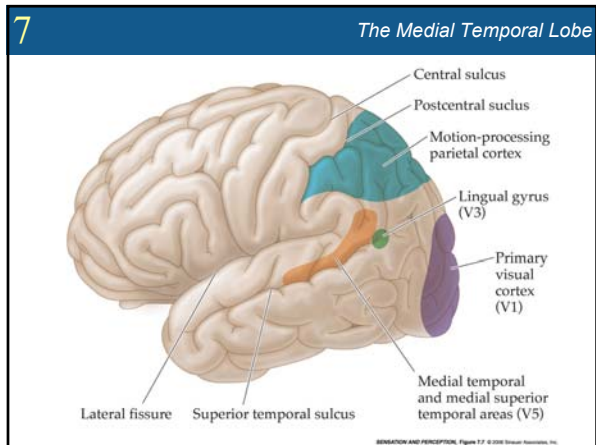
7 Il problema dell'apertura







- 7 Computation of Visual Motion (cont'd)
- Abbiamo degli indizi per individuare la posizione nel sistema percettivo dei detettori di moto globale:
 - Lesioni negli strati magnocellulari del Corpo Genicolato Laterale rendono deficitaria la percezione di oggetti grandi ed in movimento rapido
 - Lobo Temporale mediale: Gioca un ruolo molto importante nella percezione del movimento
 - La maggior parte dei neuroni in MT sono sensibili ad una particolare direzione di movimento



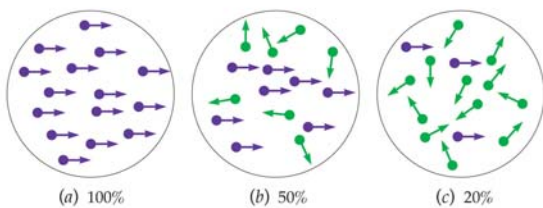
7 Computation of Visual Motion (cont'd)

- Da esperimenti sulle scimmie (Newsome and Pare, 1988)
 - Utilizzavano scimmie addestrate a percepire il movimento di punti correlati
 - Le aree MT delle scimmie venivano lesionate
 - Risultati: Le scimmie necessitavano di un livello di segnale (in termini di “robustezza” del movimento in una direzione dei pallini) 10 volte più alto rispetto a prima

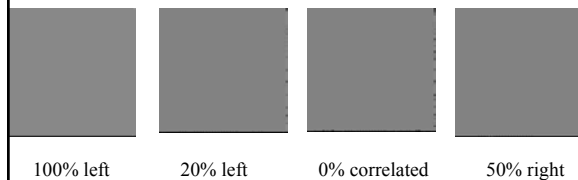
7 Computation of Visual Motion (cont'd)

- Svantaggi dell'usare i metodi di lesionamento selettivo per lo studio del moto:
 - Sono metodi invasivi
 - Le lesioni possono essere incomplete o danneggiare altre aree oltre a quelle di interesse

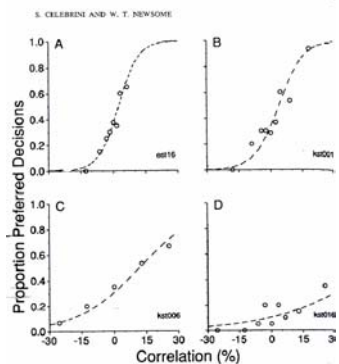
7 The Newsome and Pare Paradigm



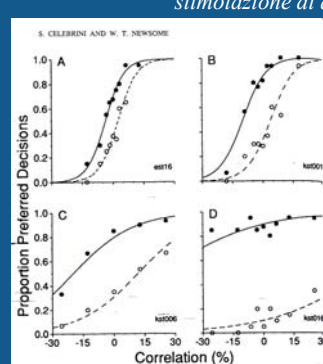
7 Maunsell e Newsome



7 Risposta comportamentale di 4 scimmie



7 Risposta comportamentale di 4 scimmie con stimolazione di area MT



7

Computation of Visual Motion (cont'd)

- Post illusione di movimento: L'illusione del movimento di un oggetto stazionario dopo una prolungata esposizione ad un movimento reale
 - L'esistenza di tale illusione implica l'esistenza di processi di opponenza per la percezione del movimento tipo quelli attivi per la percezione del colore
 - Trasferimento interoculare: Il trasferimento di un effetto (per esempio l'adattamento) da un occhio all'altro

7

Waterfall illusion: Robert Addams



7

Computation of Visual Motion (cont'd)

- Cosa ci dice il trasferimento interoculare circa la posizione del MAE nel sistema percettivo visivo?
 - Esso è il risultato dell'attività di neuroni del sistema visivo posizionati in zone dove l'informazione dei due occhi è combinata insieme
 - L'imput di entrambi gli occhi è combinato in V1
 - Studi recenti hanno localizzato il sito responsabile del motion aftereffect con maggior precisione

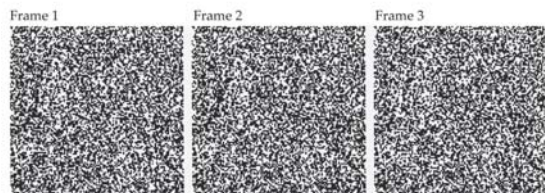
7

Computation of Visual Motion (cont'd)

- Movimento di primo ordine: Movimento di un oggetto definito da differenze di luminanza
 - Movimento di secondo ordine: Il movimento di un oggetto definito da cambiamenti di contrasto o texture ma non di luminanza

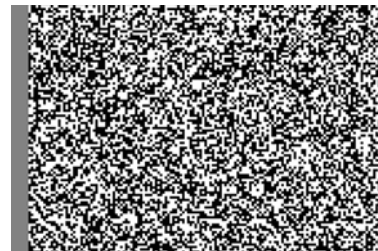
7

Second-Order Motion (Part 1)



7

Second-Order Motion (Part 1)



7 Il detettore di Reichardt non risponde al movimento di secondo ordine

7 Second-Order Motion (Part 1)

7 Second-Order Motion (Part 1)

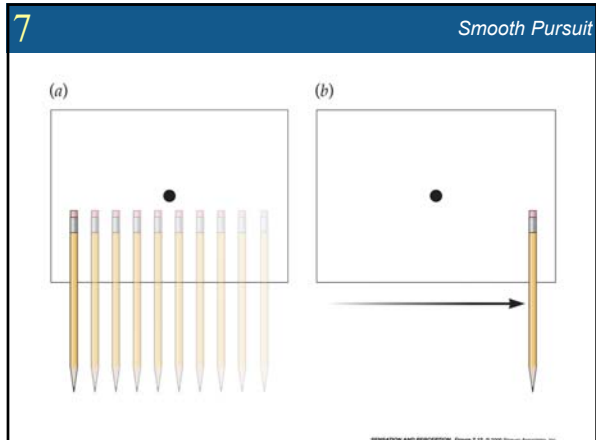
7 Second-Order Motion (Part 2)

SENSATION AND PERCEPTION, Figure 1.16 © 2004 Worth Publishers, Inc.

7 Movimento di secondo ordine nel mondo vero

7 Eye Movements

- Movimenti oculari:
 - Movimenti lenti: Gli occhi si muovono lentamente per seguire un oggetto
 - Saccade: Rapido movimento degli occhi che cambia il punto di fissazione da un punto ad un'altro
 - Collicolo superiore: Struttura del mesencefalo che gioca un ruolo importante nell'iniziare e guidare i movimenti oculari



7 Eye Movements (cont'd)

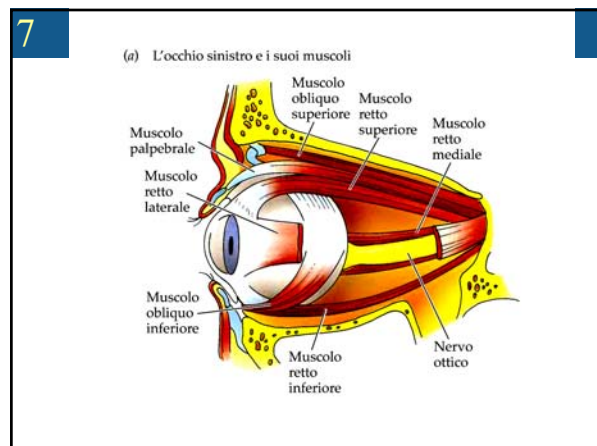
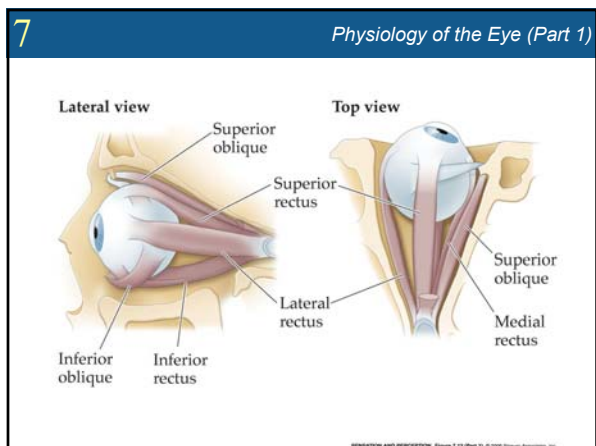
- Perché noi percepiamo la penna in movimento nel primo caso ma vediamo il puntino fermo nel secondo caso?
 - Perché in un caso c'è movimento oculare

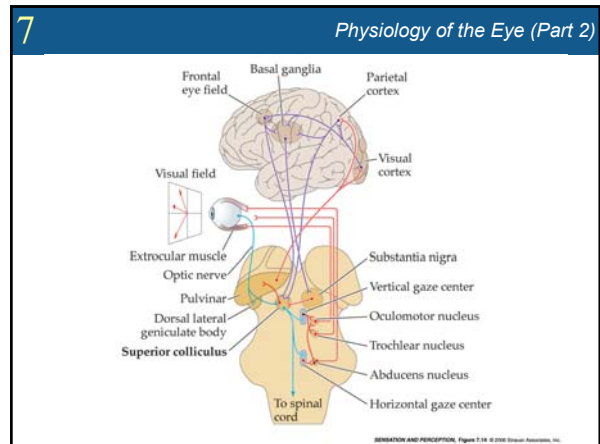
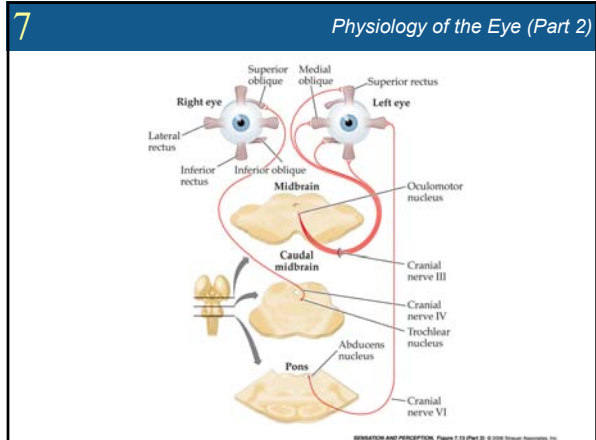
7 I movimenti oculari

- Servono per:
 - spostare lo sguardo
 - stabilizzarlo
- Mantenere l'immagine degli oggetti di interesse entro 0.15° della fovea.
- Stabilizzare la velocità di slittamento $< 2-3^\circ/\text{sec}$

7 Eye Movements (cont'd)

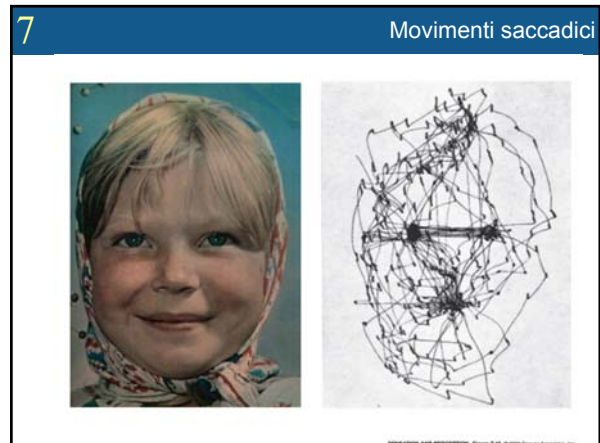
- Ad ogni occhio sono attaccati sei muscoli arrangiati in tre coppie:
 - Questi sono controllati da una estesa rete di strutture neurali del cervello
 - Quando stimolati da segnali elettrici si possono osservare movimenti oculari





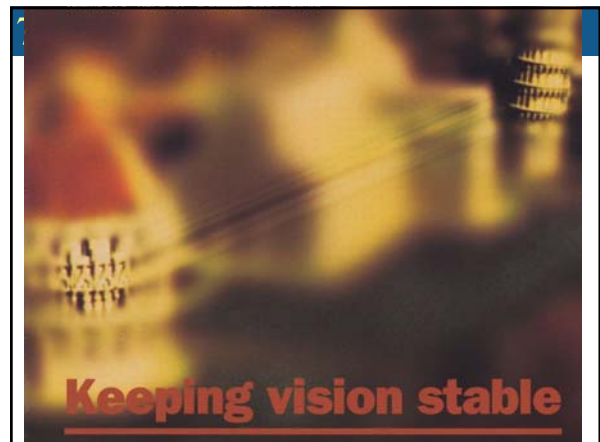
7 Eye Movements (cont'd)

- Vergence eye movements: Tipo di movimento oculare nel quale i due occhi si muovono in direzioni opposte. Questi movimenti sono effettuati volontariamente
 - Saccadi: Anche queste sono fatte deliberatamente



7 Eye Movements (cont'd)

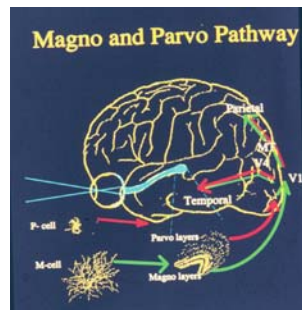
- Un problema molto complesso è quello di distinguere se un movimento attraverso la retina è dovuto a movimenti oculari oppure allo spostamento di un oggetto
 - Soppressione saccadica: Una riduzione della sensibilità nella percezione visiva che occorre al momento in cui si effettua un movimento saccadico. Questo serve ad eliminare le strisce (come quelle ottenute fotografando un oggetto in rapido movimento) dall'immagine retinica durante i movimenti oculari



7

Soppressione saccadico

Sembra che il percorso magno ma non parvo sia soppresso durante il saccade



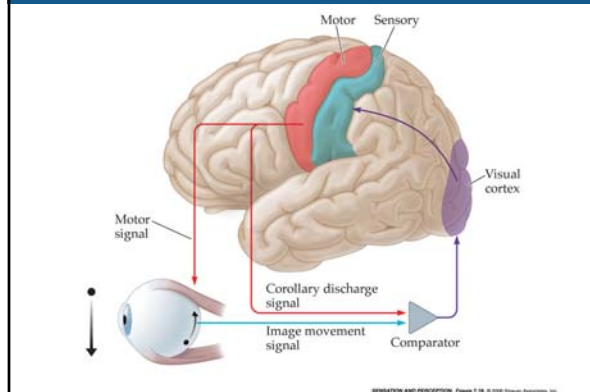
7

Eye Movements (cont'd)

- Il sistema motorio risolve il problema del perché un oggetto statico possa apparire in movimento mandando due "copie" di ogni ordine per eseguire un movimento oculare
 - Una "copia" va ai muscoli oculari
 - Un'altra ("copia afferente") va ad un'area del sistema visivo che è stata nominata "comparatore"
 - Il comparatore può compensare per i cambiamenti dell'immagine dovuti ai movimenti oculari inibendo il tentativo di qualsiasi altra parte del sistema visivo di interpretare i cambiamenti come dovuti ad un movimento dell'oggetto

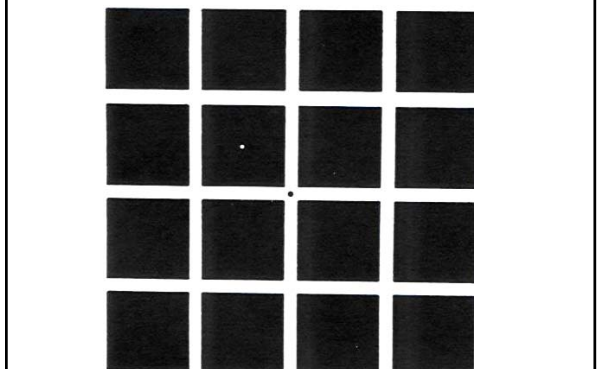
7

The Comparator



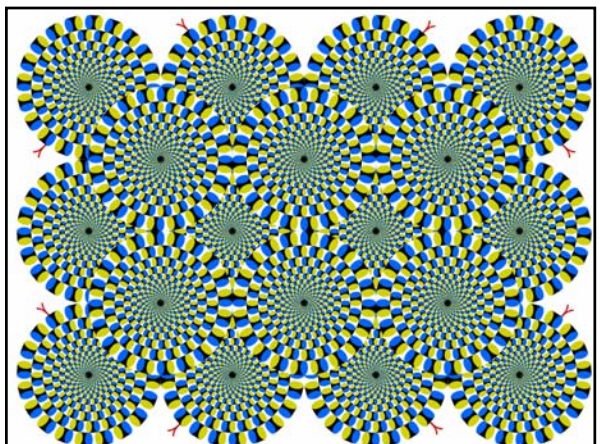
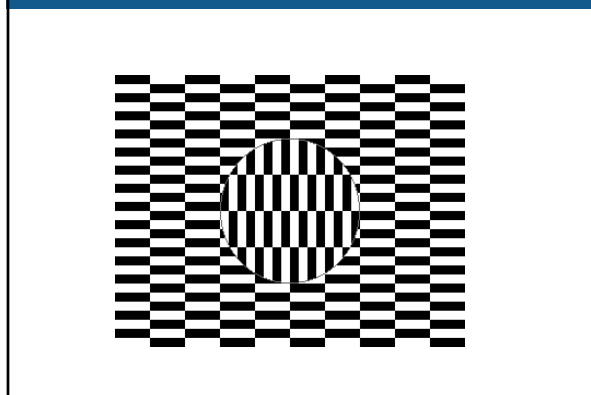
7

Il nistagmo: piccoli movimenti involontari



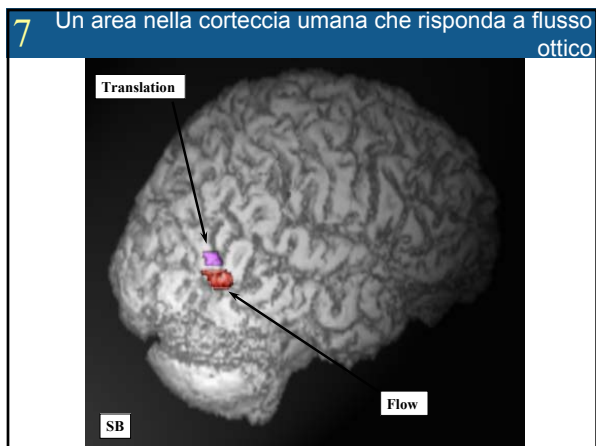
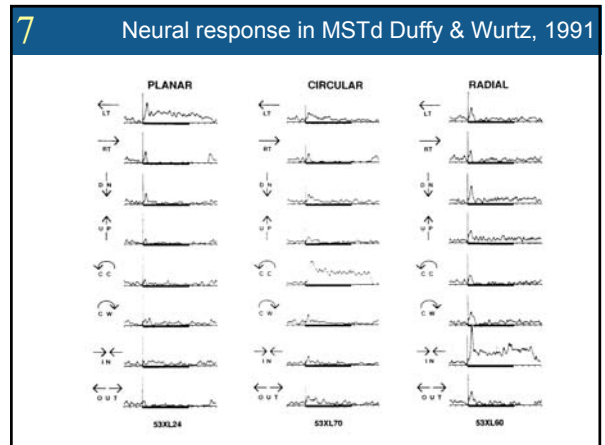
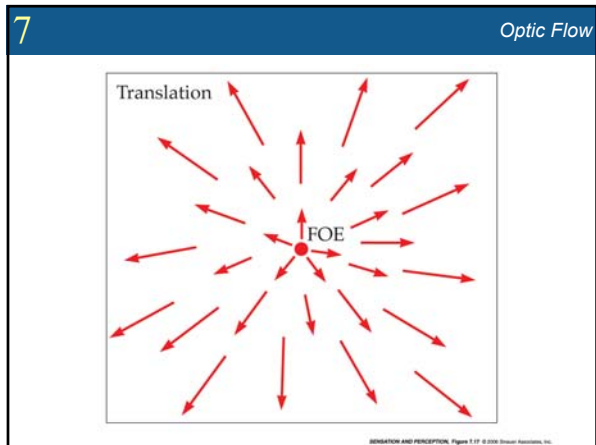
7

L'illusione di Ouchi



7 Using Motion Information

- Come vengono utilizzate le informazioni di moto per gli spostamenti?
 - Vettore Ottico: Descrive l'insieme dei raggi luminosi che interagiscono con gli oggetti del mondo esterno posti di fronte all'osservatore
 - Flusso ottico: Cambiamenti nella posizione angolare di punti dell'immagine prospettiva che vengono percepiti durante gli spostamenti del soggetto
 - Esempio di un pilota in fase di atterraggio: "Espansione radiale"



7 Using Motion Information (cont'd)

- Possono gli umani utilizzare davvero le informazioni provenienti dall'optic flow?
 - Si possono creare schermate al computer di punti e linee in movimento per produrre informazioni di flusso ottico

7

Using Motion Information (cont'd)

- Movimento biologico: Il tipo di movimento congruo allo spostamento di agenti biologici (i.e., umani, animali)

7

Biological Motion



7

Using Motion Information (cont'd)

- Evitare collisioni imminenti: Come facciamo a stimare il tempo di collisione (TTC) di un oggetto che si avvicina?
 - Fonte di informazioni: Tau; esso è basato su informazioni estrapolabili direttamente dalla retina it relies on information directly from retinal image—need to track visual angle subtended by approaching object as it approaches the eye.
 - Non è chiaro se noi utilizziamo davvero TAU

7

The Man Who Couldn't See Motion

- Akinetopsia: Un disturbo neuropsicologico molto raro che colpisce selettivamente la capacità dei soggetti di percepire movimento

7

The Man Who Couldn't See Motion (cont'd)

- Un soggetto di 47 anni affetto da Akinetopsia diceva di vedere una sequenza di immagini statiche che si producevano dietro gli stimoli in movimento.
- Appena il movimento terminava le immagini collassavano tutte in una.
- Se nella scena visiva non c'era alcun movimento la sua vista era del tutto normale.
- Appena qualcosa si muoveva però si lasciava dietro questa scia di immagini statiche.
- Esempio, un giorno mentre stava passeggiando per strada vide una sequenza di identici cani che seguivano un West Highland terrier.

7

The Man Who Couldn't See Motion (cont'd)

- Akinetopsia è causata da lesioni all'area MT

7

Sommar

Il movimento è una caratteristica percettiva primaria analizzata a diversi livelli nel cervello. Percepire il movimento è importante sia per interagire con successo con gli oggetti in movimento nell'ambiente sia per permettere a noi di spostarsi in esso in sicurezza

7

Sommar

E' possibile ottenere semplici detettori di moto attraverso filtri lineari che ritardano l'informazione e la integrano fra loro attraverso somme (tali detettori devono essere seguiti da strutture non lineari)

7

Sommar

Poiché i neuroni di V1 vedono il mondo attraverso piccole finestre (i loro campi recettivi) questo porta al ben noto problema dell'apertura

7

Sommar

Ci sono prove molto robuste sia fisiologiche che comportamentali a sostegno dell'idea che l'area MT sia coinvolta nella percezione globale del movimento

7

Sommar

Lo studio dell'illusione di movimento da post-immagine così come le identiche illusioni per l'orientamento o il colore, risulta utile per comprendere i meccanismi sottostanti la percezione del movimento

7

Sommar

Ci sono indizi convergenti che indicano l'esistenza di due meccanismi neurofisiologici diversi per la percezione del movimento di primo ordine (basato su differenze di luminanza) e di secondo ordine (basato su differenze di contrasto o texture)

Il sistema percettivo visivo si trova a dover affrontare il complicato problema di capire quale movimento segnalato a livello retinico è dovuto realmente allo spostamento degli oggetti e quale invece allo spostamento della nostra testa. In più si devono attivare meccanismi di soppressione ogni volta che spostiamo gli occhi per mantenere una nitida visione del mondo!

Percepire il movimento risulta fondamentale allora per permettere a noi di spostarsi nello spazio evitando i pericoli e per farci percepire dove e come si spostano le altre persone, gli animali, gli oggetti ecc.. ecc..