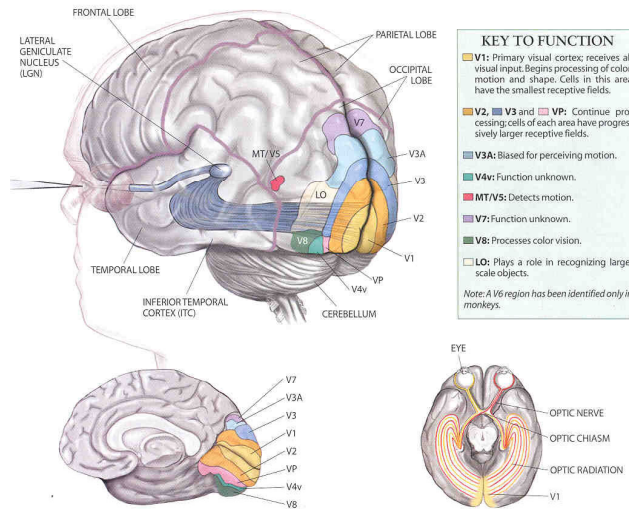




## Breve introduzione di cos'è la percezione

- Integrazione dell'informazione proveniente dai sistemi sensoriali periferici a livello del SNC per la rappresentazione di se stessi in rapporto con il mondo esterno o per la rappresentazione del mondo esterno nella nostra mente.
  - *"There are wholes, the behaviour of which is not determined by that of their individual elements, but where the part-processes are themselves determined by the intrinsic nature of the whole. It is the hope of Gestalt theory to determine the nature of such wholes."* Max Wertheimer, 1924
- La percezione è la sequenza di tre eventi:
  - uno stimolo fisico
  - la trasformazione dello stimolo in segnale neurale
  - la sua elaborazione, che provoca una risposta "perceptiva" (interpretazione della sensazione)
- Percepire non significa "registrare" ciò che avviene intorno a noi, ma costruire un'interpretazione per mezzo del sistema sensoriale e dell'esperienza.
  - *"We perceive the simplest object that fits the sensory pattern"*, (Koffka, 1935)
  - *"La percezione non è solo un processo passivo di risposta a stimoli mediante la conoscenza ereditata e appresa durante lo sviluppo, ma è un **processo attivo** (sebbene talvolta inconscio) di **"decision making"**.* (Sandini, 1997).



HUMAN VISUAL PATHWAY begins with the eyes and extends through several interior brain structures before ascending to the various regions of the visual cortex (V1, and so on). At the optic chiasm, the optic nerves cross over partially so that each hemisphere of the brain receives input from both eyes. The information

is filtered by the lateral geniculate nucleus, which consists of layers of nerve cells that each respond only to stimuli from one eye. The inferior temporal cortex is important for seeing forms. Researchers have found that some cells from each area are active only when a person or monkey becomes conscious of a given stimulus.



## Esempio di percezione visiva



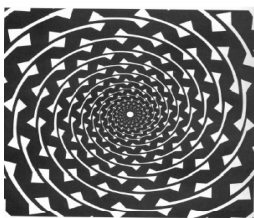
Lezione 3

AA 2010-2011

3



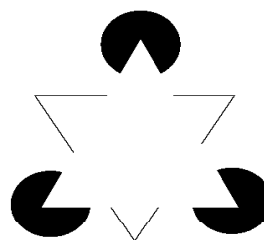
## Errori percettivi



a)



b)



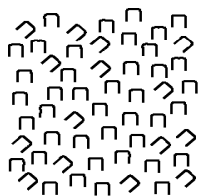
c)

Lezione 3

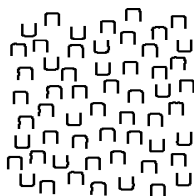
AA 2010-2011

4

## Leggi del raggruppamento percettivo



a) Similarita'

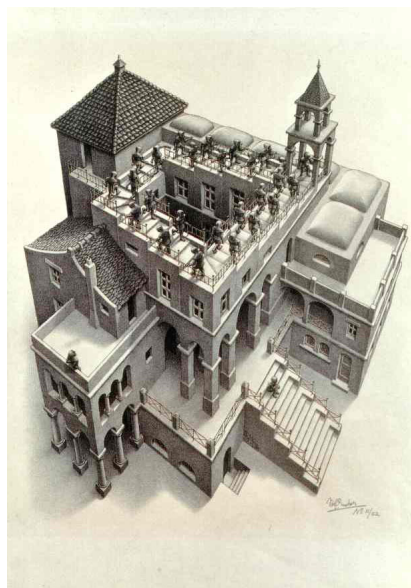
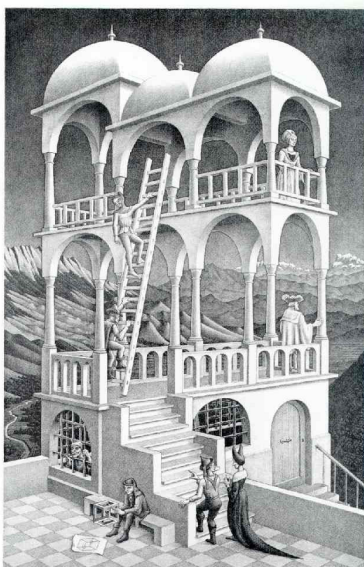


b) Continuita'



c) Vicinanza

## Qualcosa non va?





## Lo studio dei sistemi sensoriali

- Lo studio moderno dei sistemi percettivi comincia dalla **psicofisica** che **stabilisce correlazioni quantitative tra stimoli e sensazioni**.

La **psicofisica** studia quindi i sistemi sensoriali dall'esterno, valutando statisticamente la risposta cosciente di soggetti collaboranti (psico) a stimoli (fisici) forniti in condizioni il più possibile controllate.

Si valutano:

- soglie di percezione
- capacità di discriminazione
- misure soggettive (psicofisiche)
- riconoscimenti
- Per contro, la neurofisiologia studia anche le risposte fisiologiche "interne": *"Le informazioni essenziali possono essere ricavate dallo studio delle **varie classi di recettori** e dalle **vie sensoriali** che convogliano l'informazione fino alla corteccia. Perciò, eventi fisiologici possono essere correlati a tipi di stimolazioni ed entrambi ad un **comportamento sensoriale che li discrimina**."*

Lezione 3

(Kandel, "Principles of Neuroscience, 1985).

AA 2010-2011



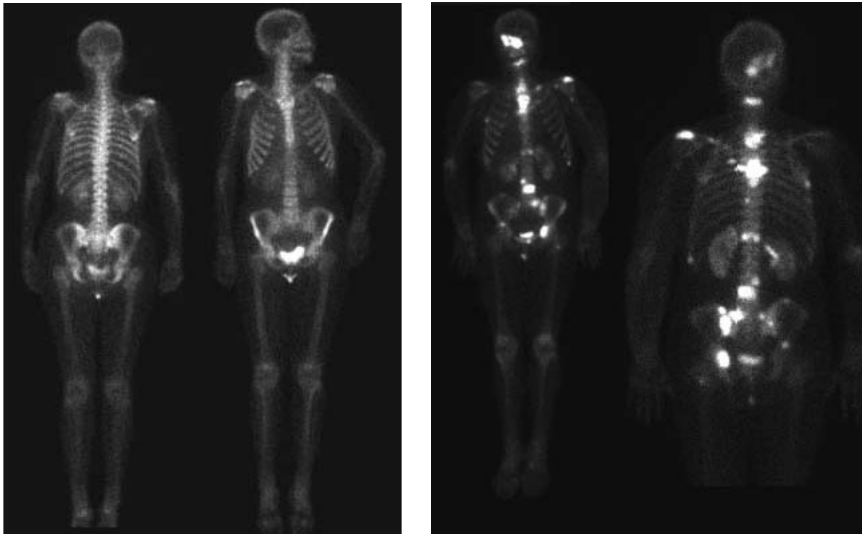
## Formazione e fruizione di un'immagine

- La **formazione** di un'immagine è il risultato della interazione dell'energia prodotta da una sorgente con la materia costituente gli oggetti della scena trasferita sull'occhio o su un sensore. A tale interazione è generalmente associata una trasformazione geometrica 3D -> 2D
- Per **fruizione** di un'immagine si intende invece l'estrazione di informazioni utili dalla osservazione dell'immagine. Essa comporta due attività mentali: *la **percezione e l'interpretazione***. Spesso si comprendono entrambe con il termine di **percezione cosciente**.

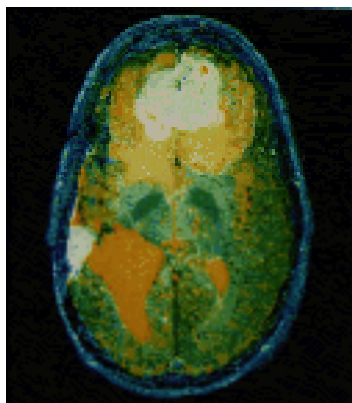


## La visione umana e le bioimmagini

- Il sistema visivo umano ha un **enorme range dinamico** ( $10^6$ ) ma riconosce un **ridotto numero di livelli di grigio** (100). Possiede invece una notevole capacità di discriminare colori diversi.
- Le immagini mediche sono in generale prive di colore o utilizzano i cosiddetti "falsi colori".
- In ogni caso per "fruire" di un immagine biomedica è necessario poter estrarre **informazioni** che discriminano tra due o più condizioni (sano / patologico).
- Ciò può avvenire sia attraverso un'interpretazione "biologica" (con il sistema visivo dell'utente) sia attraverso metodi computazionali automatici per estrarre l'informazione richiesta.
- I supporti di visualizzazione devono ben adattarsi alle caratteristiche di **percezione del contrasto** e di **acuità visiva** dell'osservatore.
- Una **elaborazione d'immagine digitale** può limitarsi ad un adattamento e **miglioramento** della presentazione (**enhancement**) oppure giungere a riconoscimenti automatici o semi-automatici (supervisionati) seguiti da una adeguata presentazione che mostri l'immagine ed i risultati dell'elaborazione, e.g. in falsi colori.

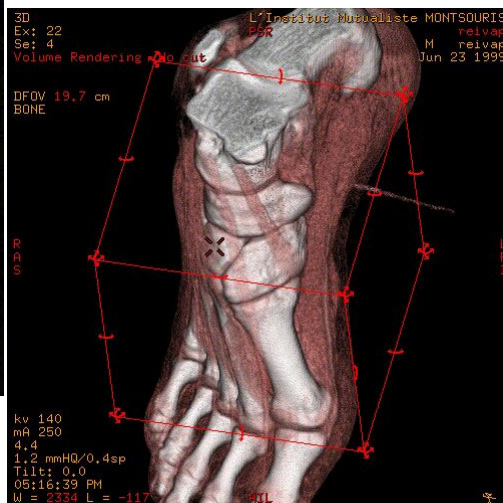


Scintigrafia normale e con metastasi

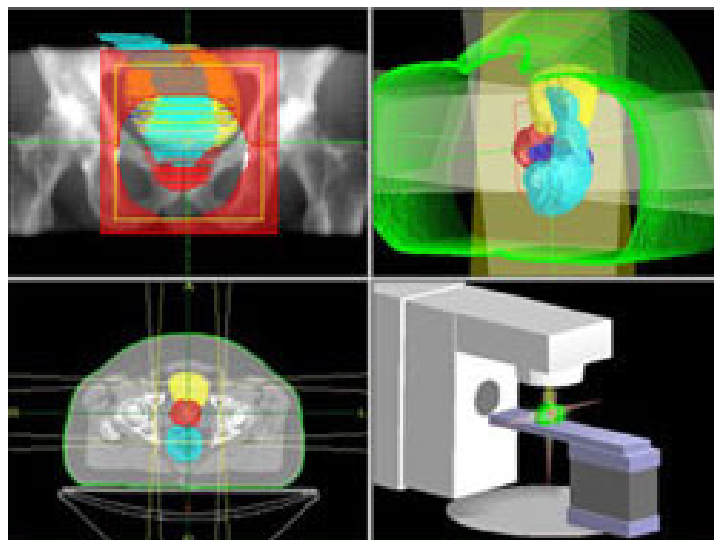


RM encefalo

A colori



CT piede



Acquisizione immagine TAC

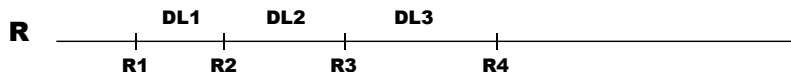


# La legge di Weber

- Ernst Weber (1795-1878) fu autore della prima legge quantitativa della psicologia sperimentale.
- La legge afferma che **una soglia differenziale DL è sempre una frazione costante dello stimolo R a cui si riferisce.**

$$\Delta L = kR \quad \text{quindi} \quad \Delta L / R = k$$

$k$  è detto **rapporto di Weber**



$$k = DL1/R1 = DL2/R2 = DL3/R3 \dots$$

$$= (R2-R1)/R1 = (R3-R2)/R2 = (R4-R3)/R3 \dots$$

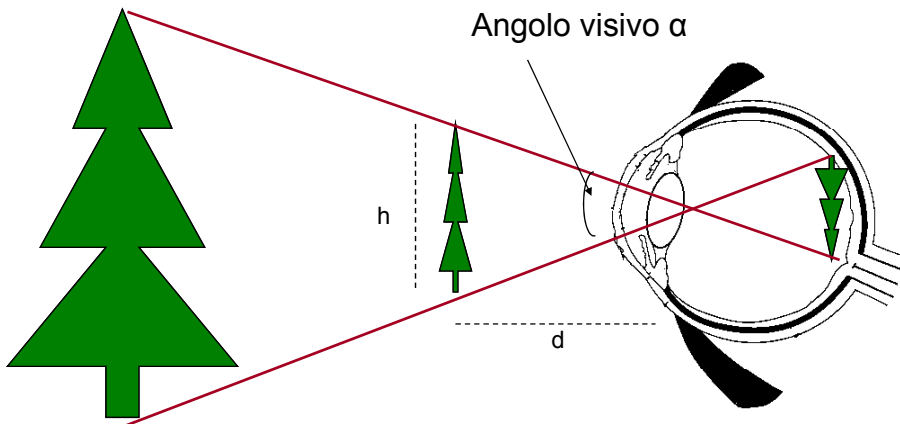


# Rapporto di Weber

Valori sperimentali del  
rapporto di Weber per  
alcuni stimoli fisici

(fonte Baird e Loma, 1978)

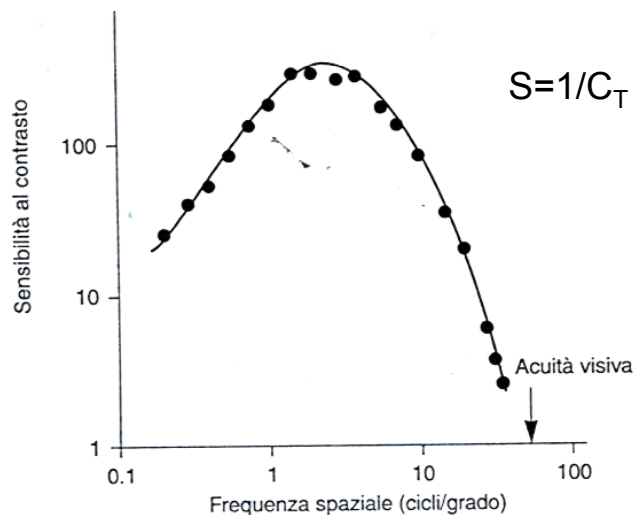
- Posizione di punti (v) 0,03
- Lunghezza di linee (v) 0,04
- Estensione di aree (v) 0,06
- Pesantezza 0,07
- Chiarezza 0,08
- Volume sonoro 0,10
- Gusto salato 0,14
- Gusto dolce 0,17
- Vibrazioni (pelle) 0,20
- Odore 0,24



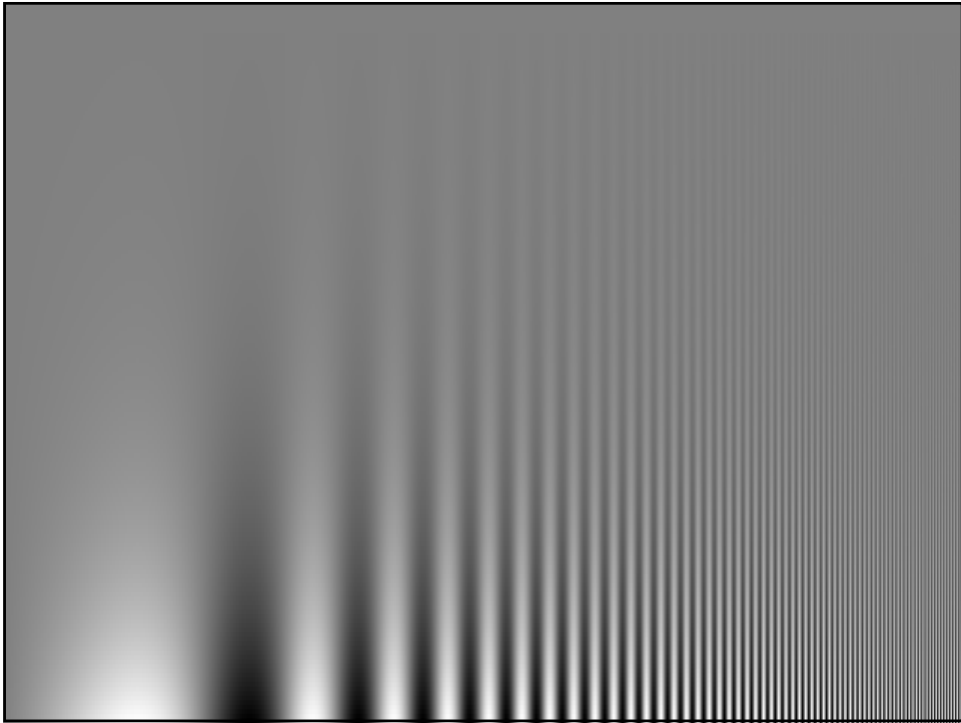
In psicofisica della visione, la **frequenza spaziale** è definita come num di **cicli per grado (c/g)** di angolo visivo dell'osservatore



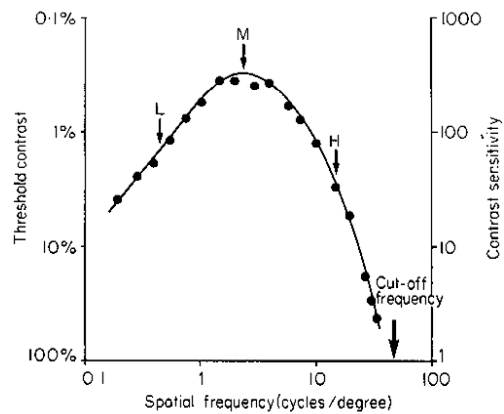
## Sensibilità al contrasto





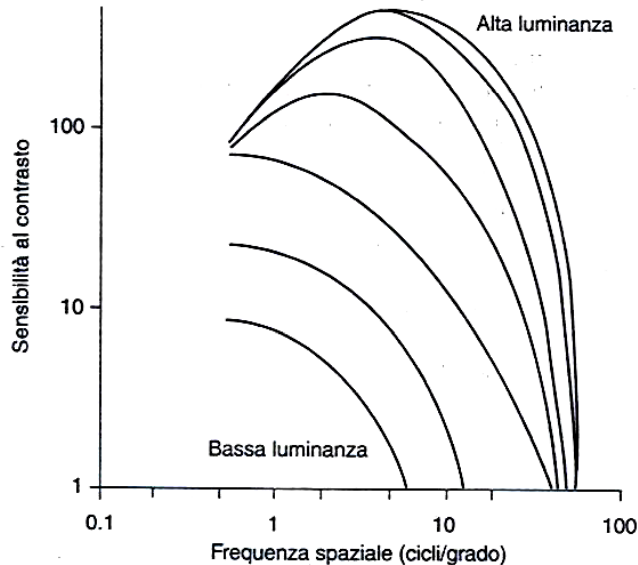


## Sensibilità al contrasto





## L'effetto della luminanza



## Alcune considerazioni conclusive

- Supporti tradizionali (film) → ottima risoluzione [c/mm]. Consentono un facile adattamento alla risoluzione dell'osservatore [c/g]: basta che questi si avvicini o allontani.
- Supporti (CRT, LCD) per immagini digitali → consentono invece un adattamento dinamico della risoluzione.
- Supporti tradizionali → risoluzione di contrasto piuttosto limitata → sfruttata al massimo dal diafanoscopio (schermo illuminato per radiografie).
- Supporti digitali: consentono invece un miglioramento ed un adattamento dinamico del contrasto.
- Supporti digitali: presentazioni in falsi colori e 3D (reslicing, surface rendering, volume rendering).
- Importante è pure il movimento delle immagini. L'occhio è molto più sensibile alle variazioni dinamiche che alle immagini statiche: far scorrere immagini (e.g., sezioni tomografiche), ruotare volumi, variare intensità e livelli di grigio può essere molto efficace.



## Alcune considerazioni conclusive 2

- Lo studio della percezione ai fini della presentazione delle bioimmagini è essenzialmente **psicofisico**.
- Interessano primariamente i parametri fondamentali: acuità visiva, percezione del contrasto (discriminazione dei livelli di luminanza), percezione e discriminazione dei colori.

Questo al fine del migliore adattamento della presentazione all'osservatore.

- Occorre evitare di creare condizioni che inducano falsi riconoscimento (come si è visto il sistema visivo tende facilmente ad una "reificazione" anche in presenza di pattern casuali (pensate alle costellazioni!).

Rumore e artefatti, non solo possono offuscare dettagli importanti, ma possono indurre la percezione di dettagli inesistenti.

- Porre vincoli adeguati nell'introdurre informazioni legate ad ulteriori elaborazioni (segmentazioni, riconoscimenti, etc.):
  - devono essere ben percepite dall'occhio (e.g., falsi colori opportuni)
  - devono essere ben riconoscibili rispetto alle informazioni originali (il clinico deve decidere se accettarle o meno)
  - devono completare, non escludere, le informazioni originali da cui si è partiti

La verifica finale di sistemi di imaging (acquisizione, ricostruzione, elaborazione) è sempre basata su prove psicofisiche di riconoscimento da parte di osservatori esperti: Falsi Positivi/Negativi, Accuratezza indotti dalle immagini loro presentate: "The proof of the pudding is in the eating!"