



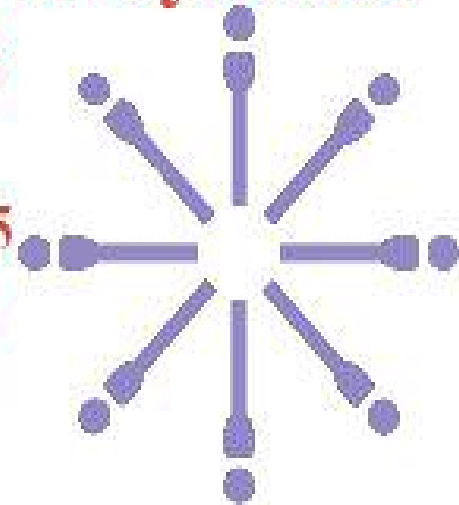
Boston University

Department of Cognitive and Neural Systems
Center for Adaptive Systems

677 Beacon Street Boston, MA 02215

(617) 353-9481 FAX: (617) 353-7755

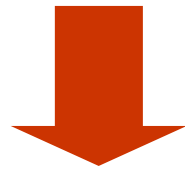
inquiries@cns.bu.edu



Panoramica

**Intro
reti**

**Modelli
minimali**



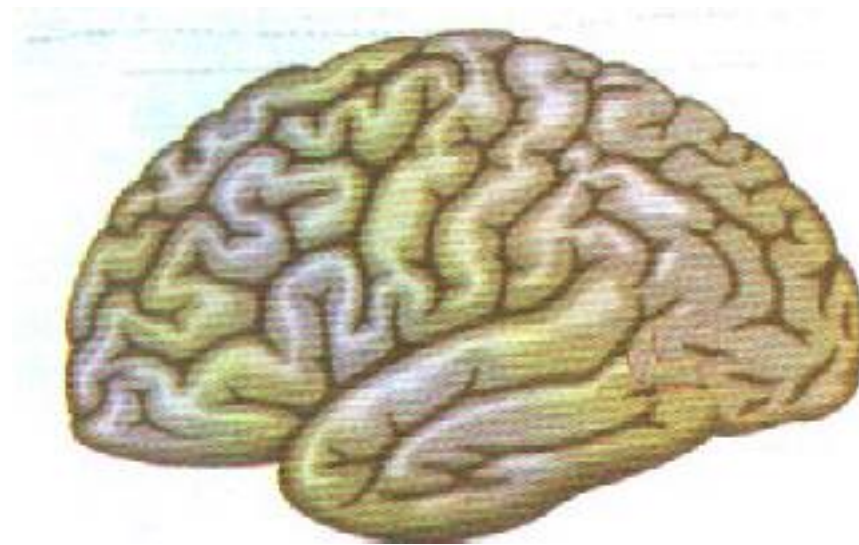
Abnormal behavior

**Modelli
percettivi
+
simulazioni**

**Modelli
percettivi
e
corticali**

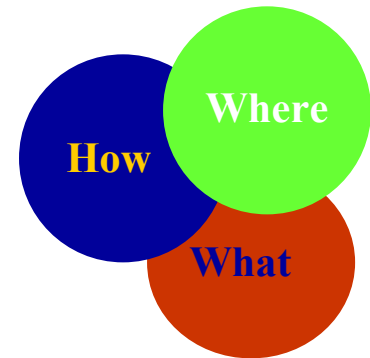
*Uno degli oggetti più sconosciuti
in psicologia....*

Cervello.....

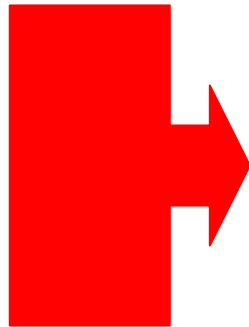
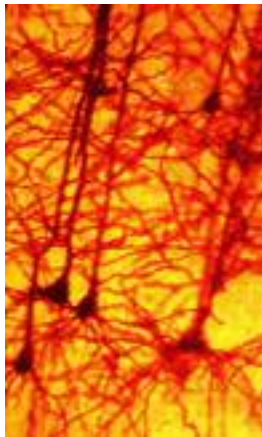


Problemi più “semplici”

Brodo
primordiale



Qual è il livello di rappresentazione più adatto per modellare un sistema che governi il comportamento di un organismo intelligente?

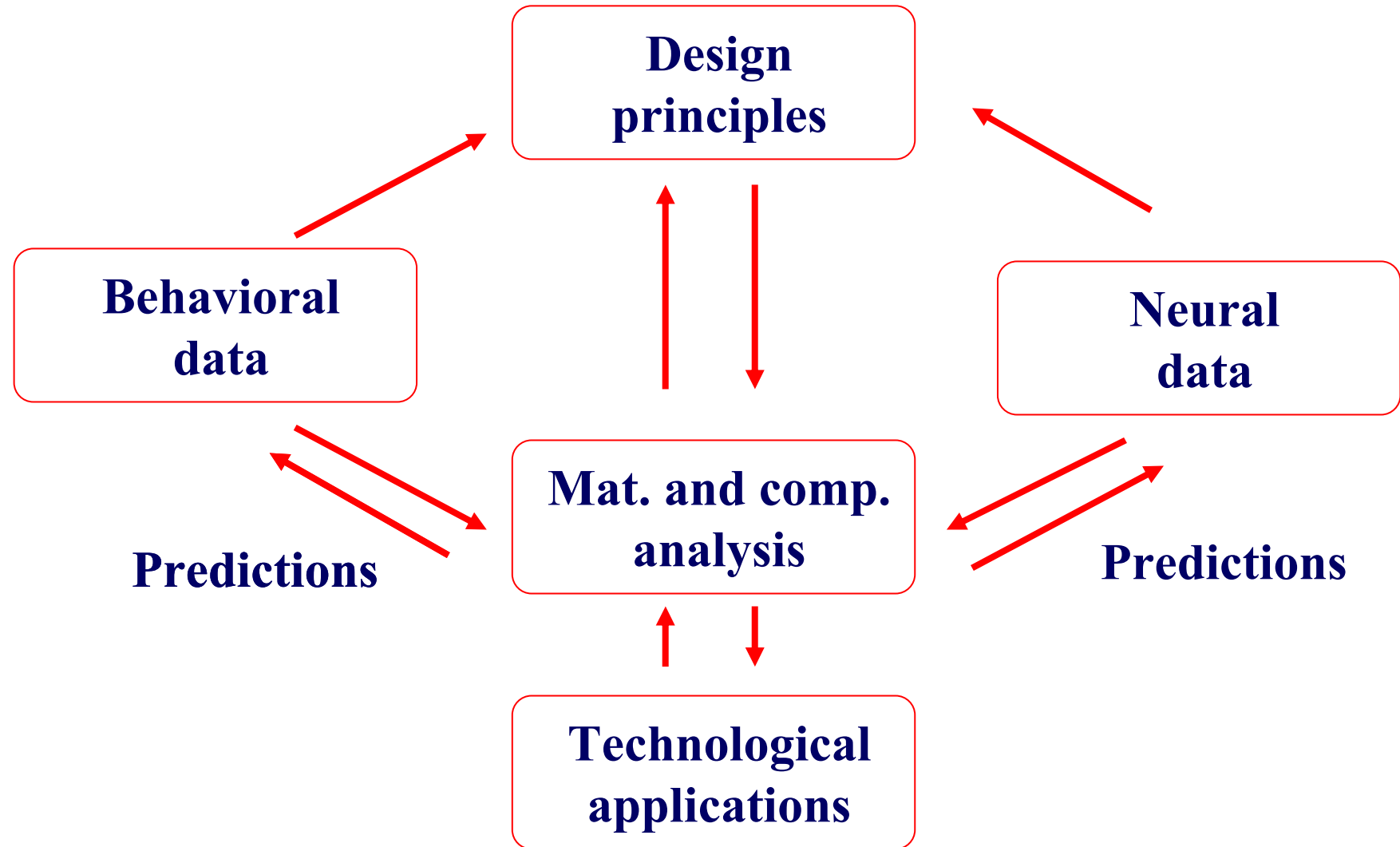


Insieme di unità “stupide”

L’intelligenza è una proprietà emergente del sistema

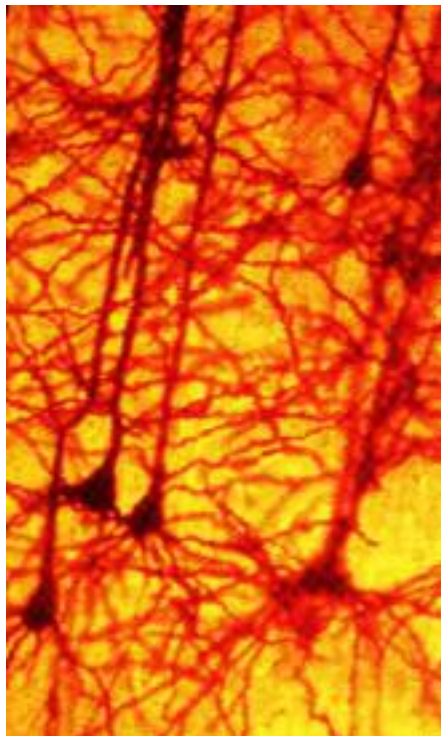
Network level!

MODELING CYCLE

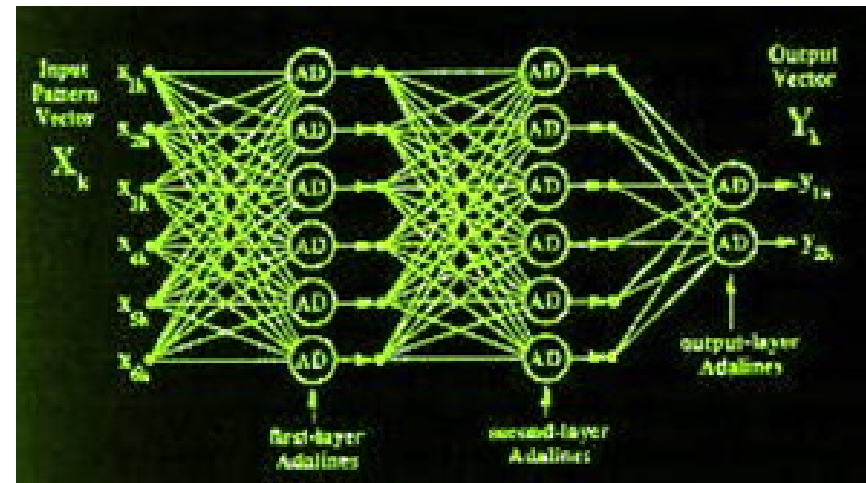


Che materiale abbiamo a disposizione?

Rete di neuroni biologici

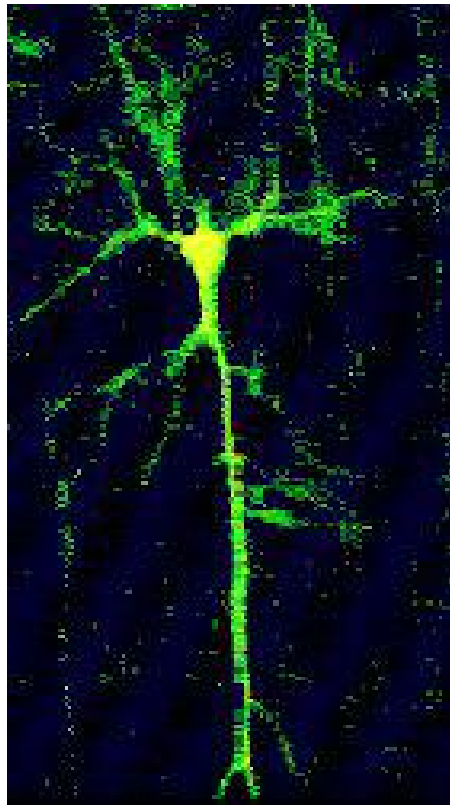


Rete neurale artificiale

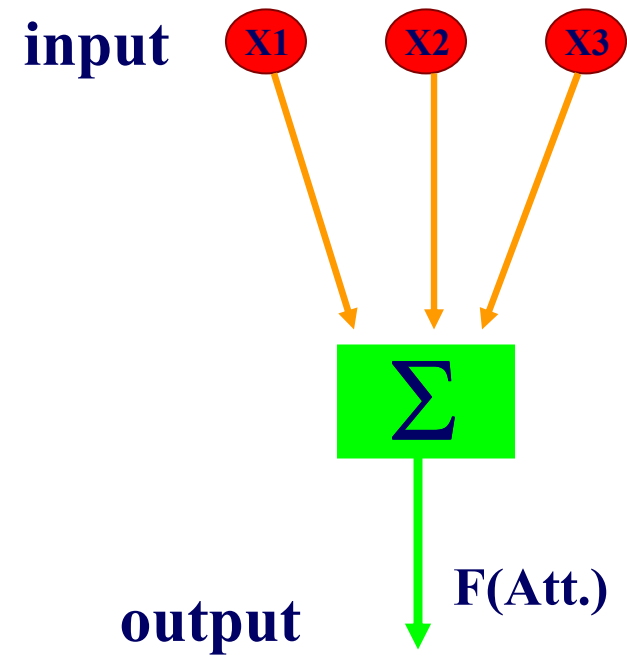


Neurone

Neurone biologico

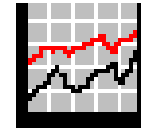


Neurone artificiale



Vantaggi delle reti neurali

- **Plausibilità biologica**
- **Capacità di apprendere**
- **Adattabilità: sono applicabili a più domini (come i sistemi biologici)**
- **Veloci: processi in parallelo**
- **Rappresentazioni distribuite**
- **Robusti: errori e rumore degradano progressivamente la prestazione**
- **Possibilità di eseguire manipolazioni**
- **Somiglianza fra prestazioni umane e modelli**



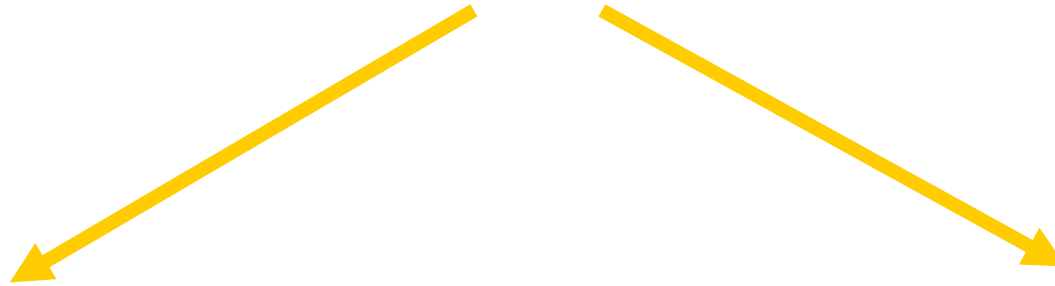
Model.exe

VANTAGGIO PRINCIPALE:

Simulare



SVANTAGGI:



Difficile

Troppo applicativo:
pericolo di usare
il lobo frontale!

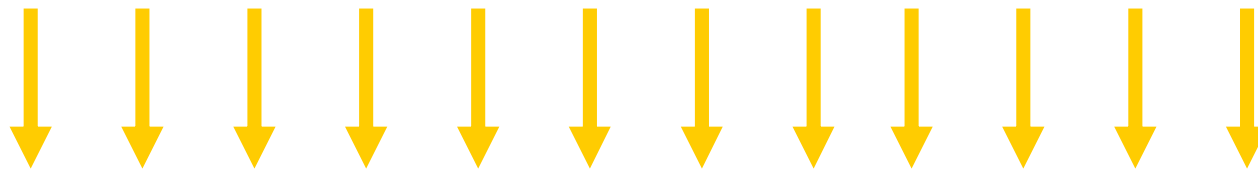
EXP

Mini-retina artificiale

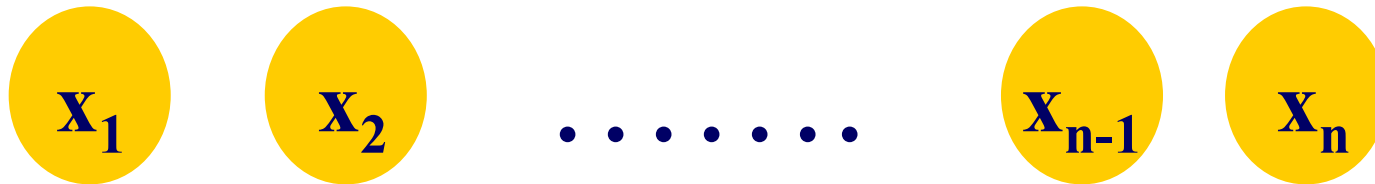
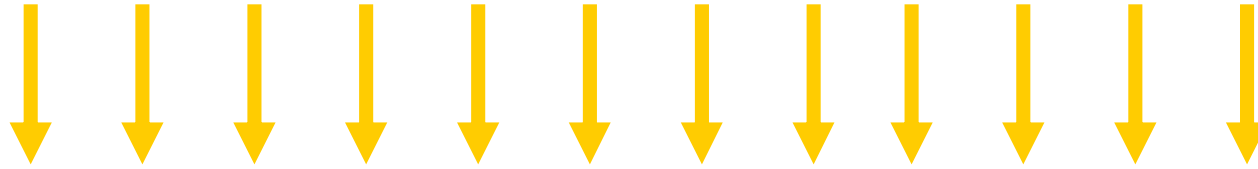


1D

INPUT



INPUT



- L'input ambientale varia molto
 - La funzione di attivazione di un neurone è "stretta"
- neurone ipereccitato**
=
neurone morto

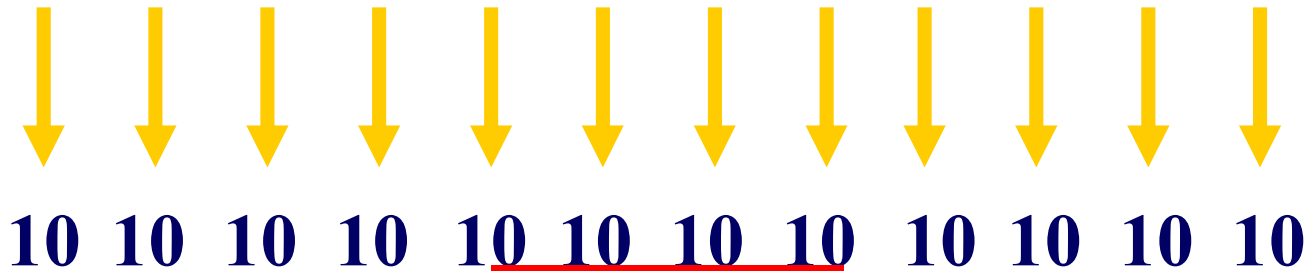
Come scelgo la funzione di attivazione dei neuroni?

$$x_i = f(I)$$

Lineare
logaritmica
.....

neurone morto se $X_i \geq 100$

INPUT



$I = 10$

$I = 100$

X_i

Fu re



Funzione logaritmica

$$X_i = \log(I)$$

$I = 10$

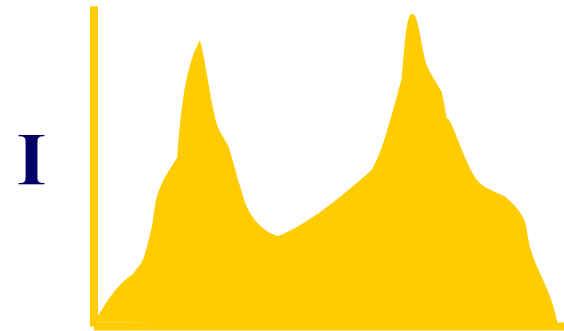
$I = 100$

$I = 1000$



PROBLEMA: come faccio
a capire la differenza fra 110
e 100 (punto luminoso)????

Noise-saturation dilemma



Noise

Saturation

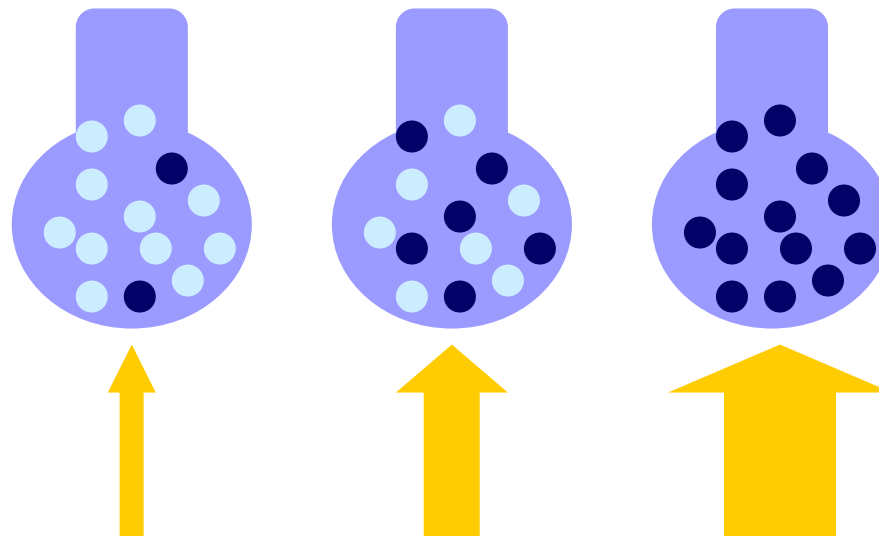
Noise-saturation dilemma 2

Come prevenire la “morte” del neurone senza sacrificare la sua capacità di discriminare uno stimolo?

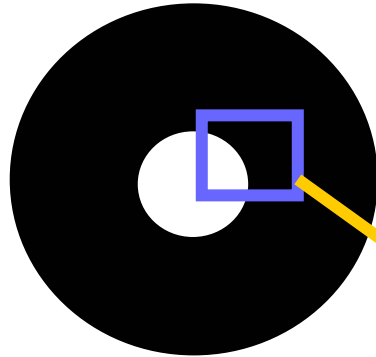
Ogni neurone dovrebbe calibrare la propria attività in modo tale da non “diluire” il segnale nel rumore endogeno con input troppo piccoli e non “saturare” con input troppo grandi.

Siti
eccitabili

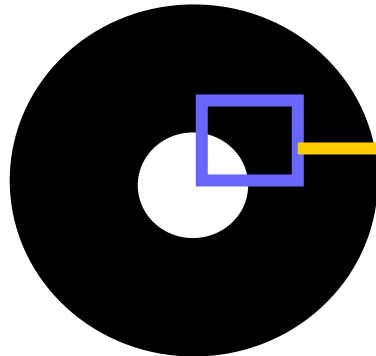
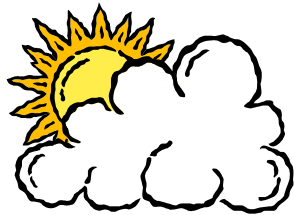
Input



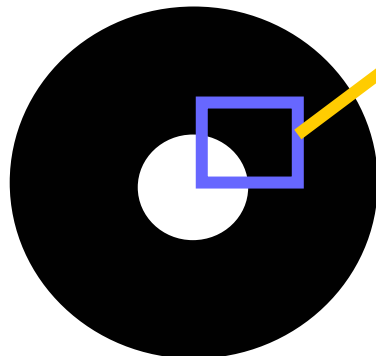
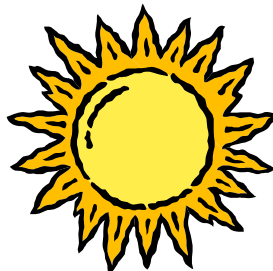
Brightness constancy



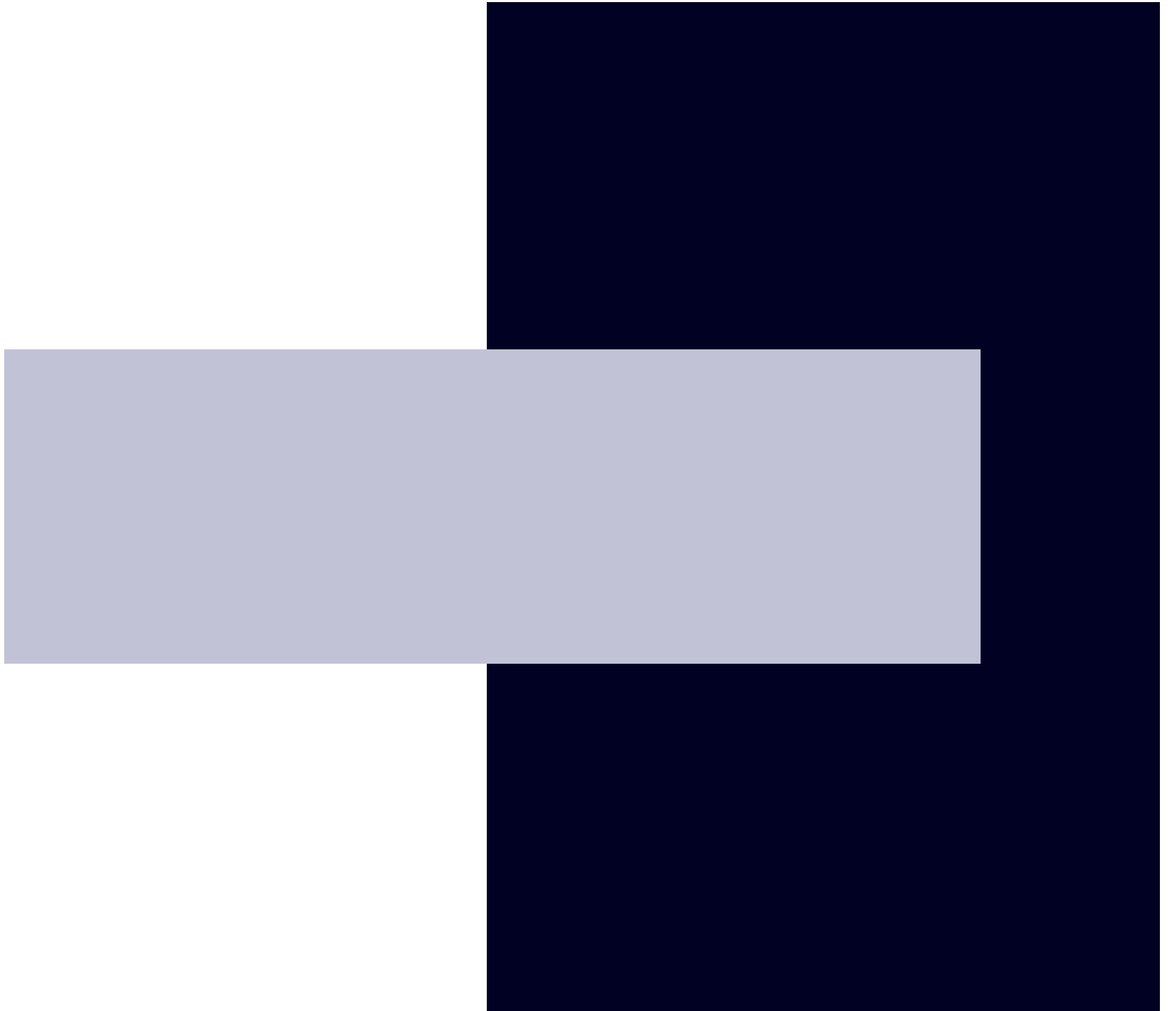
$$\theta_i = L_1/L_2$$



**Riflettanze
(discounting
the illuminant)**



Brightness contrast.....



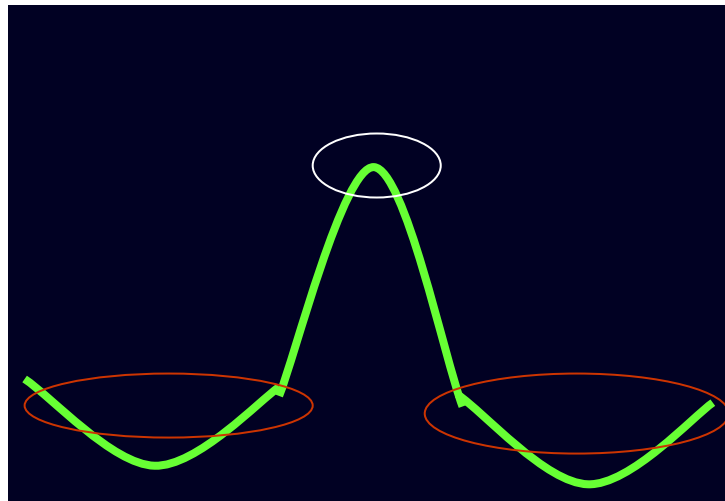
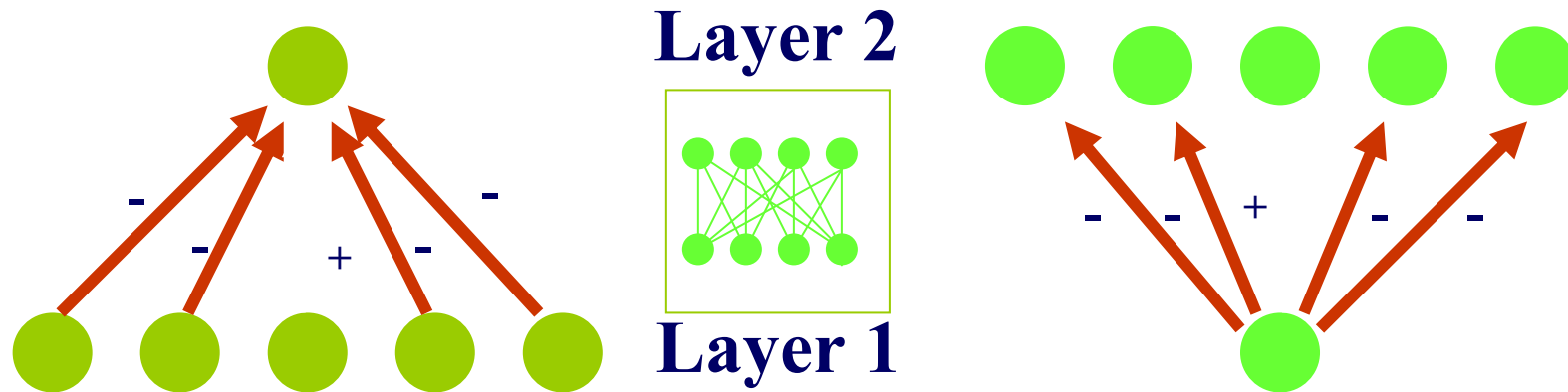
Che legame esiste fra questi fenomeni percettivi ed il noise-saturation dilemma?

- **Ogni stimolo visivo (e non) può essere caratterizzato da un pattern di $\theta_i = L_1/L_2$**
- **Questa collezione di θ_i tende ad essere indipendente dal livello assoluto di illuminazione (background)**
- **Cosa otteniamo se cerchiamo di tradurre in una circuiteria neurale questi principi?**

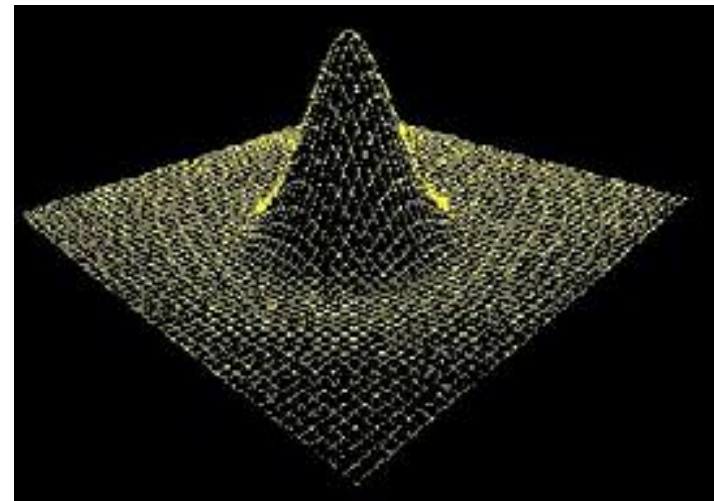
**Se θ_i è indipendente da I ,
ogni cellula x_i deve conoscere ed ignorare I**

COMPETIZIONE NEI SISTEMI BIOLOGICI

ON CENTER-OFF SURROUND



Center
ON

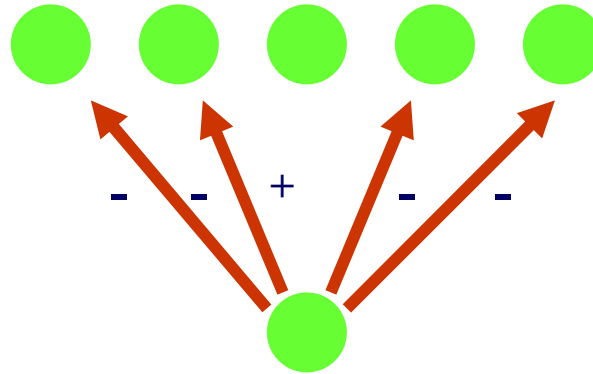


SHUNTING EQUATION

- **Shunt: effetto moltiplicativo dell'input sull'attivazione di una cellula**
- **Ogni neurone ha un certo numero di siti attivabili ad un tasso uguale a $(B - x_i)I_i$**
- **Ogni neurone ha inoltre la tendenza a “spegnersi” ad un tasso proporzionale a $-Ax_i$ e può essere inibito al di sotto del suo potenziale di riposo in base a $(C + x_i) \sum I_k$**

$$\delta/\delta t x_i = -Ax_i + (B - x_i)I_i - (C + x_i)\sum I_k$$

Inibizione laterale



Input: $I_i = \theta_i * I$

A noi interessa θ_i $\theta_i = I_i / I$ $\theta_i = I_i / (I_i + \sum I_k)$

Competizione: ogni input tende a “spegnere” gli altri. In neurofisiologia (Hodgkin & Huxley, 1952)...

$$C \delta V / \delta t = (V^+ - V)g^{++} + (V^- - V)g^{-} + (V^p - V)g^p$$

Membrana	Na^+		K^+		Cl^-	
Shunting	B	I_i	ΣI_i	A		

Computo della riflettanza

$$\delta/\delta t x_i = -Ax_i + (B - x_i)I_i - (C + x_i)\Sigma I_k$$

EQUILIBRIO... $\delta/\delta t x_i = 0$

$$x_i = \frac{B I_i}{A + I} \quad \longrightarrow \quad I_i = \theta_i * I \quad \longrightarrow \quad x_i = \theta_i \frac{B I}{A + I}$$

**L'attivazione del neurone
rimane proporzionale a θ_i
indipendentemente dal livello
di input totale I, anche se l'attivazione
si avvicina a B tanto più cresce I
L'attivazione della cellula è indipendente da I:
X non muore più!!!!**

ESEMPIO

Shunt1

SUCCEDE SOLO NELLA RETINA???

NORMA LIZZAZIONE



Psicologia della Gestalt ha evidenziato come il tutto sia diverso dalla somma delle sue parti.....

Problema: perché???
Come?????

Le reti neurali (alcune classi....) forniscono una possibile implementazione di alcune leggi percettive.

ES: normalizzazione



retina1.exe

Prossime lezioni

**Modelli
minimali**



Abnormal behavior

**Modelli
percettivi
+
simulazioni**

**Modelli
percettivi
e
corticali**