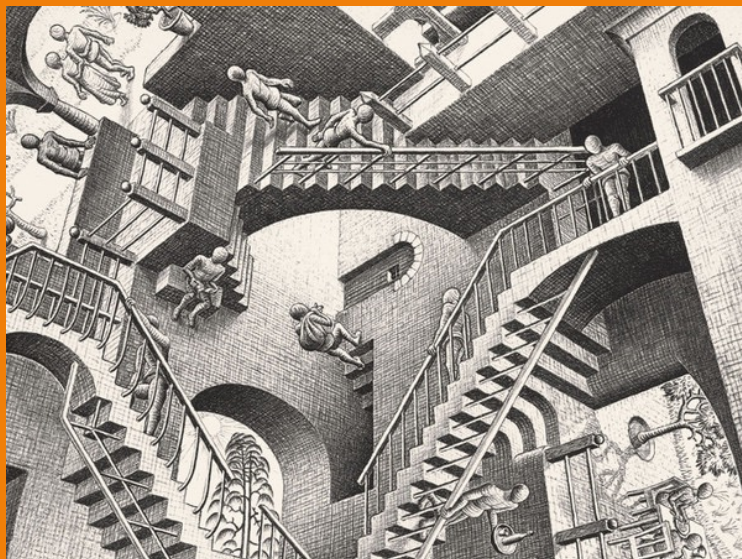


## La rappresentazione dello spazio



Prof.ssa Pia Lucidi

Laboratorio di Cognizione e Benessere Animale  
RICEVIMENTO  
plucidi@unite.it

Maurits Cornelis Escher. Casa di scale

1

## Movimento

- trovare cibo
- trovare acqua
- tornare al nido/tana
- scovare un compagno
- nascondersi
- ...

2

## Orientamento spaziale

- Dead reckoning
- Punti di riferimento
- Mappe cognitive

Fenomeni distinti ma non mutualmente esclusivi

3

## Dead reckoning

Deduced reckoning

Ded reckoning

Dead reckoning

**L'ANIMALE REGISTRA I MOVIMENTI COMPIUTI  
PER RAGGIUNGERE UN LUOGO/OBIETTIVO**

Vengono registrati i movimenti compiuti  
relativamente alle componenti lineari e angolari

4

# Dead reckoning

Per esempio gli insetti valutano:

- 1) le componenti angolari orientandosi rispetto
  - al sole
  - alla polarizzazione della luce
- 2) per stimare le distanze percorse usano
  - il flusso di immagini retiniche indotto dal movimento stesso (punti di riferimento)

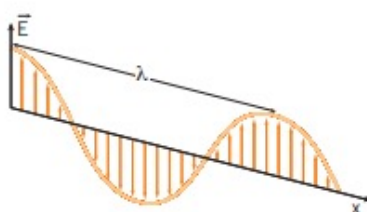


5

## LA POLARIZZAZIONE DELLA LUCE

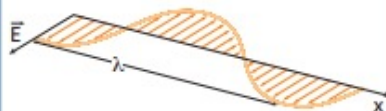
In un'onda elettromagnetica, il campo elettrico può oscillare (sempre perpendicolarmente alla direzione del moto dell'onda) in modi molto diversi:

► se  $\vec{E}$  oscilla sempre in un piano verticale, l'onda è *polarizzata verticalmente*.



A

► Se  $\vec{E}$  oscilla sempre in un piano orizzontale, l'onda è *polarizzata orizzontalmente*.



B

► Se  $\vec{E}$  ruota attorno alla direzione di propagazione, l'onda è *polarizzata circolarmente*.



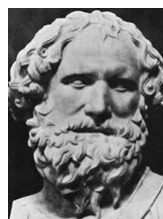
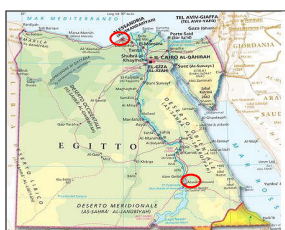
C

6

# Dead reckoning

E' possibile anche registrare informazioni di tipo cinestesico  
(ad esempio il numero di passi)

Eratostene da Cirene (273-192 a.C.): misurazione della Terra

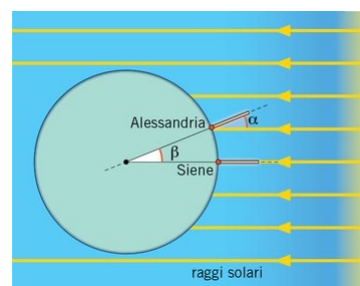


7

Nel III secolo a.C. Eratostene misurò il raggio della Terra ottenendo una misura che differisce solo del 5% dal valore attualmente conosciuto senza mezzi tecnologici

- L'unico strumento di cui egli si servì fu un bastone piantato verticalmente in un terreno perfettamente pianeggiante
- Nello stesso giorno fece misurare l'ombra del bastone ad Alessandria e Assuan (anticamente Siene), che si trovano sullo stesso meridiano, a una distanza di 5000 stadi. Grazie a tale misurazione egli stabilì che la direzione dei raggi solari formava un angolo di  $7,2^\circ$  con la verticale, cioè  $1/50$  di un angolo giro

Distanza Alessandria-Siene (Assuan) misurata in 5.000 stadi egiziani

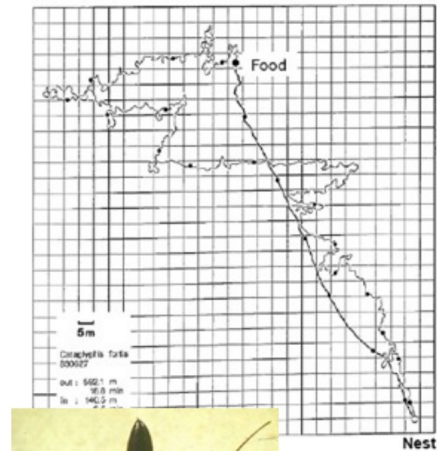


Dall'esperimento Eratostene dedusse che la circonferenza della Terra doveva essere 50 volte la distanza tra Alessandria e Assuan, quindi 250 000 stadi, equivalenti a **39000 km.**

8

## Dead reckoning

- Si tratta di un sistema di orientamento molto semplice in quanto prescinde totalmente dall'ambiente circostante all'animale ma si basa solo su informazioni interne ad esso.
- Pertanto si presta ad essere passibile di errori se entrano in gioco variabili esterne all'animale (es. vento).



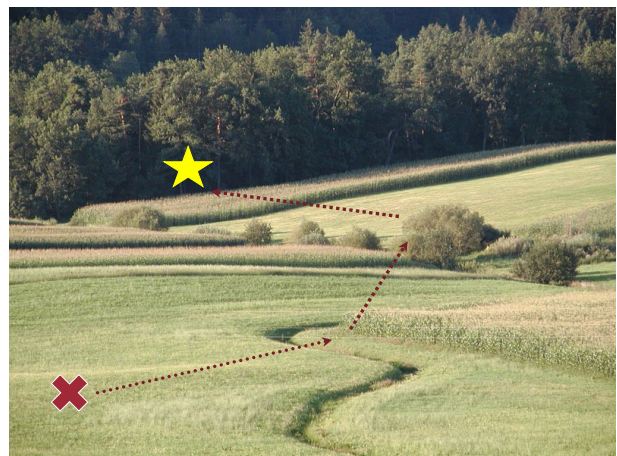
Sahara desert ant (*Cataglyphis bicolor*)

9

## Punti di riferimento

Basato sull'interazione con l'ambiente. Si tratta di un meccanismo di **associazione stimolo-risposta**.

La differenza con la mappa cognitiva sta nella natura delle rappresentazioni che vengono generate nei due casi

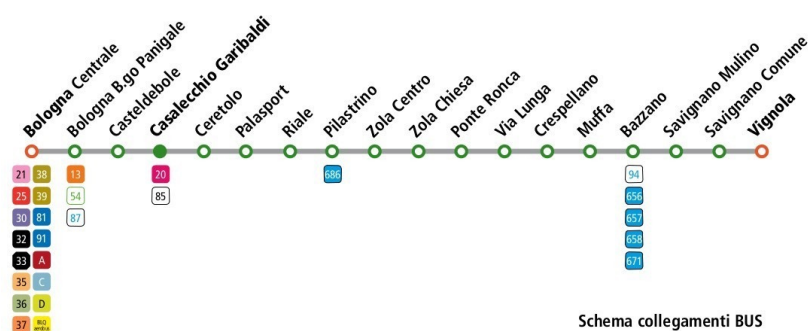


10

# Punti di riferimento

Secondo alcuni sequenza di istantanee (snapshot).  
L'animale confronta quello che vede e con le immagini registrate in precedenza.

NB: in tal modo non c'è la possibilità di creare nuovi percorsi.



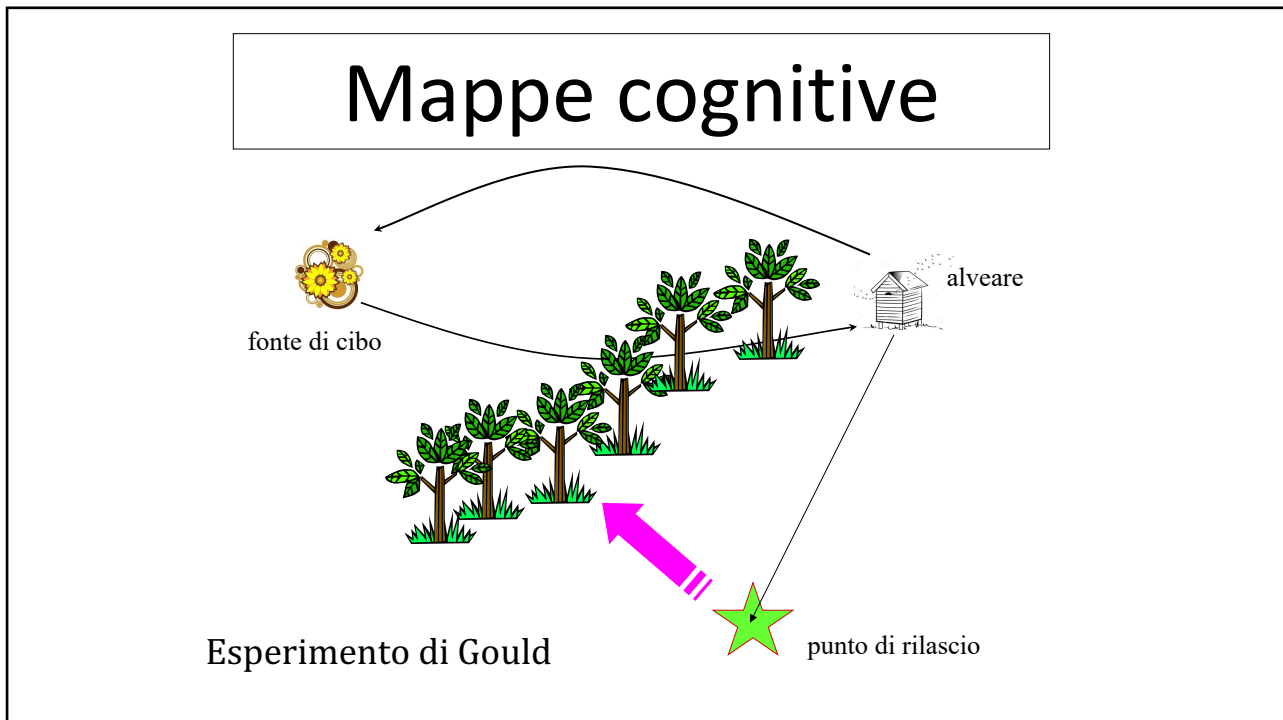
Schema collegamenti BUS

11

# Orientamento per mappe cognitive

Consente di sviluppare nuovi percorsi per raggiungere un luogo in assenza di fenomeni tipo il dead reckoning

12



13

# Mappe cognitive

Le api quando vanno verso la zona di bottino si orientano con la topografia dell'ambiente

Quando ritornano si basano su indizi celesti

Bisogna tenere conto della percezione dell'ambiente degli animali  
(es. risoluzione spaziale, acuità visiva, etc...)

14

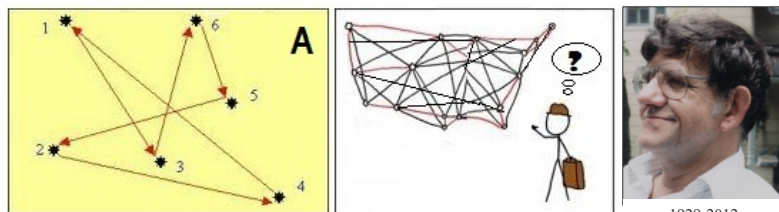


# Mappe cognitive

Es. gli scimpanzé di Menzel e  
il problema del commesso viaggiatore



15



$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\text{[stick figure]}_m}{\sqrt{\text{[circle]}}} = \frac{4(1 + 2\sqrt{2}) \text{[stick figure]}}{153 + \text{[stick figure]}} \cong \text{[car with suitcase]}$$

Menzel utilizza 18 nascondigli diversi su una superficie di circa 4000 m<sup>2</sup>  
→ lo scimpanzé non ripercorre il tragitto tortuoso del nascondimento ma quello più  
“economico”

Per poter fare questo DEVE possedere una rappresentazione mentale delle posizioni  
relative dei vari siti

16



# Ippocampo

E' una struttura cruciale nella memoria spaziale

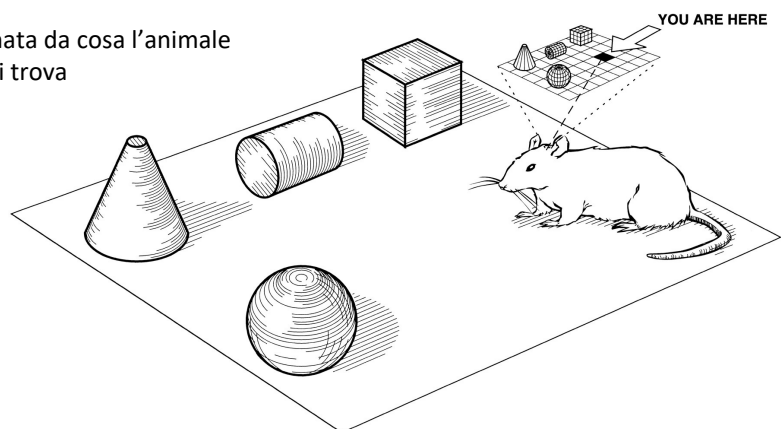
- è situato al centro del cervello
- connesso con le aree sensoriali

17

# Place cells

La frequenza di scarica di talune cellule dipende dalla posizione occupata nello spazio dall'animale

L'attività di tali cellule non è condizionata da cosa l'animale fa ma dal luogo in cui si trova



18

# Ippocampo

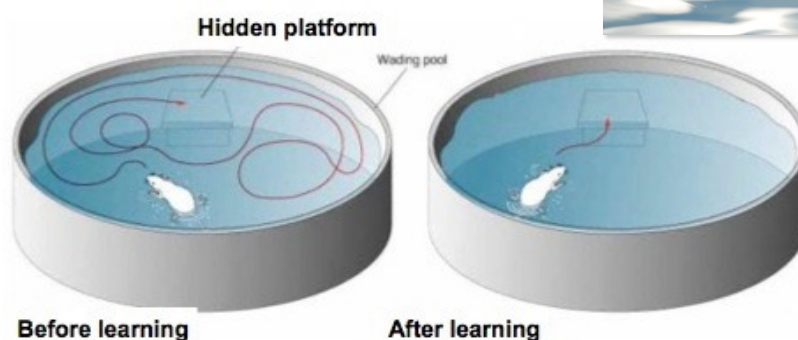
Le place cells rappresentano circa il 90% dell'ippocampo

Altre cellule adattano la frequenza di scarica in base alla distanza che deve essere percorsa dall'animale

Infine nel post-subiculum sono poste le head-orientation cells, che scaricano a seconda dell'orientamento della testa dell'animale

19

## Vasca di Morris



20

- Occultamento della piattaforma per lo studio della memoria spaziale in assenza di indizi locali
- Mappa dell'ambiente nel SNC dell'animale (ippocampo)



21

## Ippocampo

Riassumendo le cellule ippocampali danno informazioni relativamente a:

- posizione (place cells)
- spostamento
- direzione della testa (head-orientation cells)

22