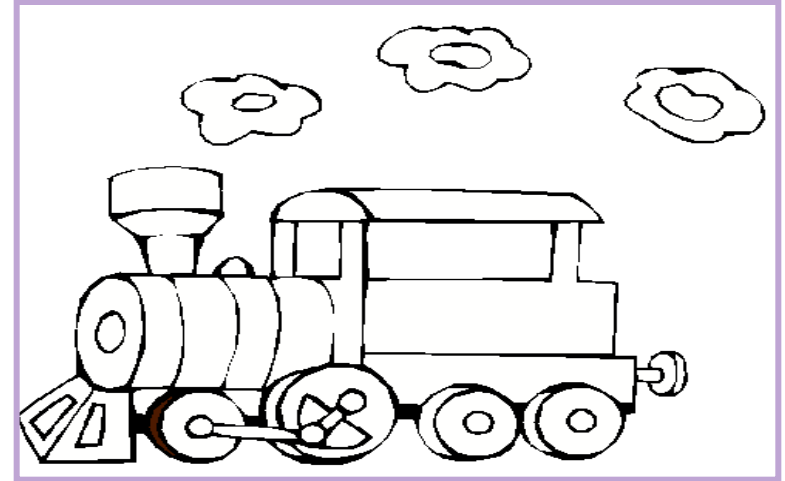


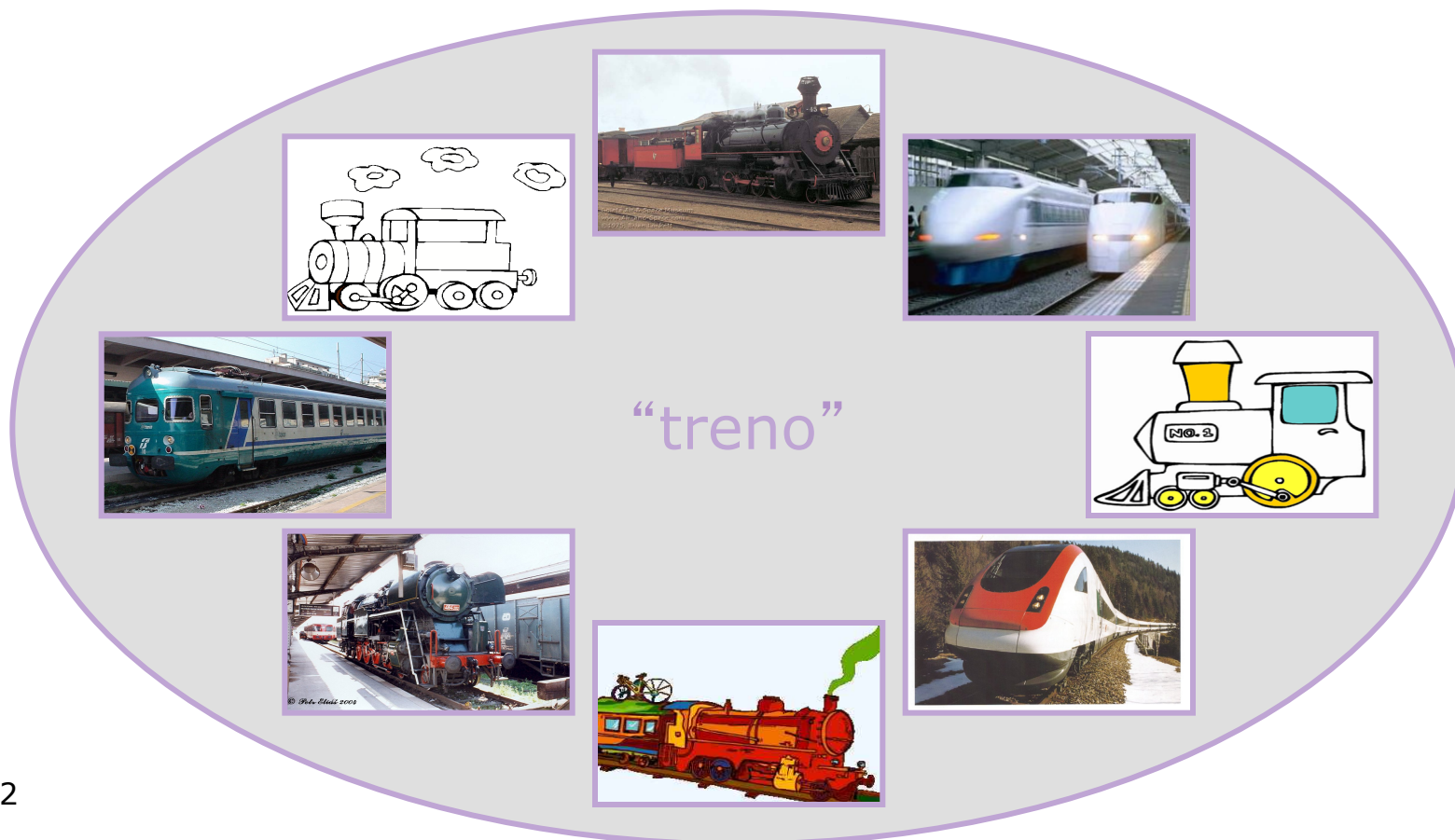
Riconoscimento e categorizzazione

Riconoscere un oggetto significa categorizzarlo.



Riconoscimento e categorizzazione

Categorizzare implica lo stabilirsi di una funzione univoca tra elementi che sono diversi in un determinato piano di analisi e un elemento che risulta condiviso in un piano di analisi logicamente distinguibile dal precedente.



Riconoscimento e categorizzazione

Riconoscere un oggetto significa categorizzarlo

Il sistema delle categorie ha una struttura gerarchica

- categorie di base (ad es., casa)
- categorie subordinate e sovraordinate (villetta e abitazione)
- categorie d'entrata: livello al quale si situa spontaneamente il riconoscimento

Riconoscimento e categorizzazione



Di norma, la categoria di base coincide con il nome attribuito ad un determinato esemplare.

Cercando di denominare la figura riportata alla sinistra, alcune persone dicono cane, altre dicono doberman.

E' ragionevole ipotizzare che il livello di accesso nella fase di riconoscimento dipenda in larga misura dal grado di familiarità con gli oggetti a cui siamo esposti.

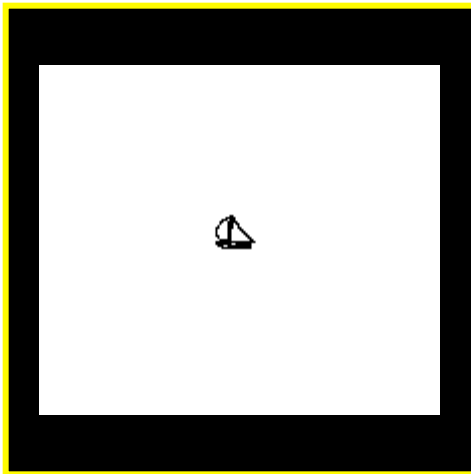


“moto” | “monster”

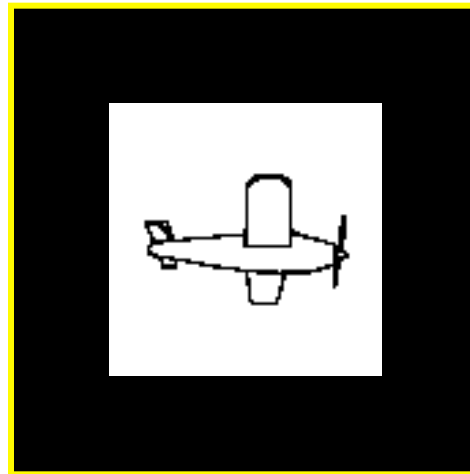


“lettore” | “ipod”

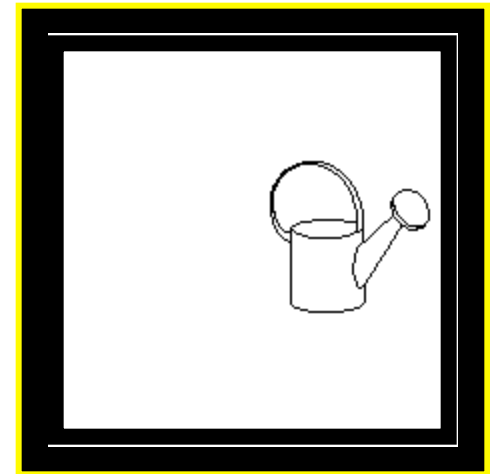
La costanza di identità/unicità di un oggetto



Invarianza
rispetto alla
dimensione



Invarianza
rispetto alla
rotazione



Invarianza
rispetto alla
posizione

Il problema fondamentale del riconoscimento

Lo studio del riconoscimento di oggetti è imperniato attorno ad uno specifico problema

- Come facciamo a riconoscere un oggetto a prescindere dalle macroscopiche differenze a livello di proiezione retinica prodotte quando l'oggetto si muove o noi ci muoviamo rispetto all'oggetto?

Le risposte a questo problema appartengono a due famiglie principali

approcci basati su templates

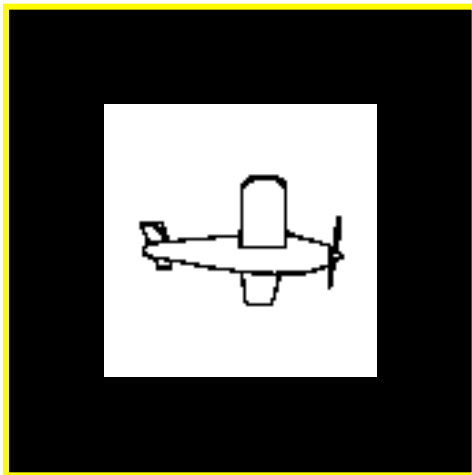
- approcci basati su descrizioni strutturali

Approcci basati sui templates

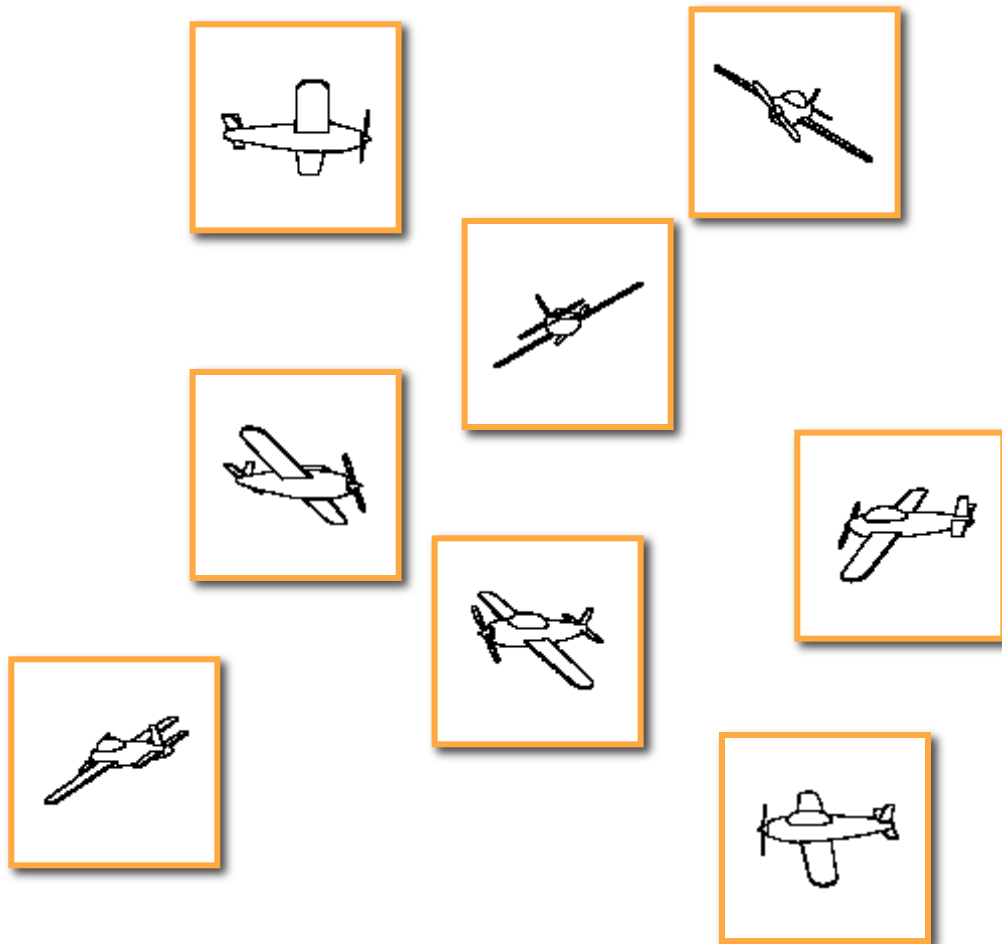
Un template (in inglese “sagoma”) è una sorta di fotografia dell’ oggetto come appare da un particolare punto di vista

- Il riconoscimento di un oggetto è basato sul confronto tra l’ informazione disponibile da un particolare punto di vista e un template interno che rappresenta quell’ oggetto da quel particolare punto di vista

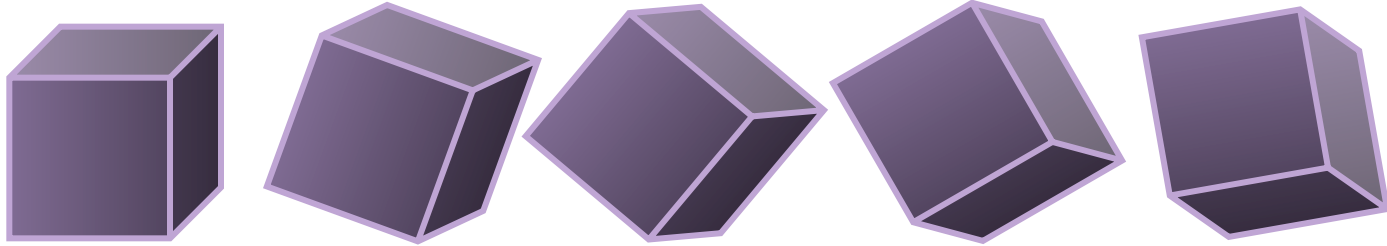
La costanza di identità/unicità di un oggetto



Invarianza
rispetto alla
rotazione

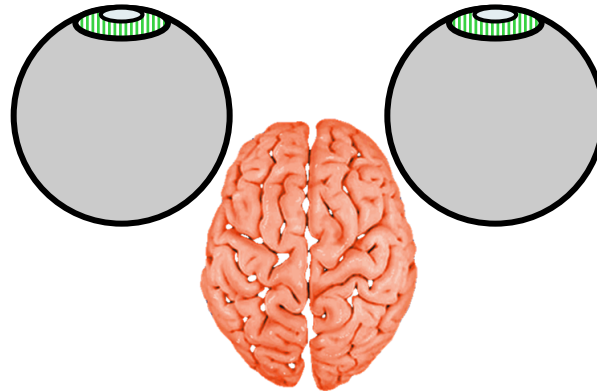


Nel corso della vita...

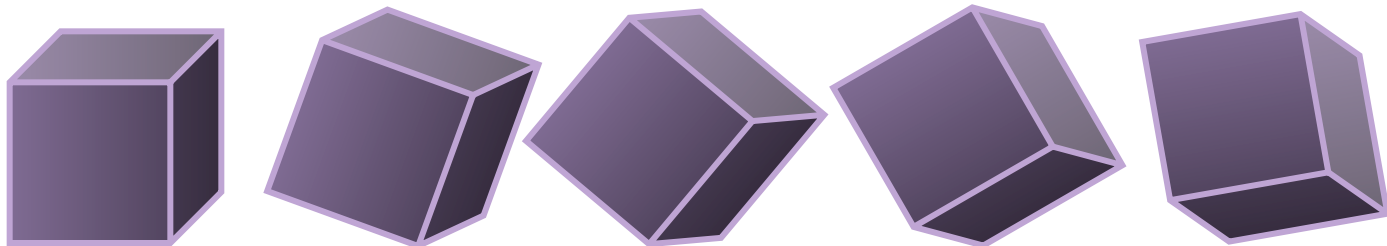


Realtà fisica

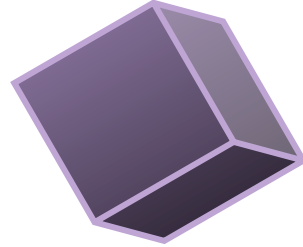
Realtà mentale



Teoria template forte

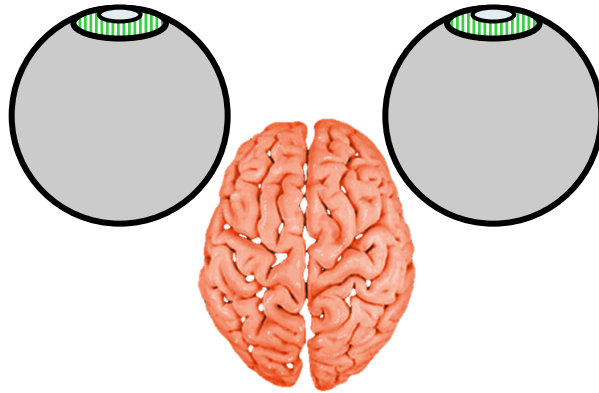


Ad un certo punto...



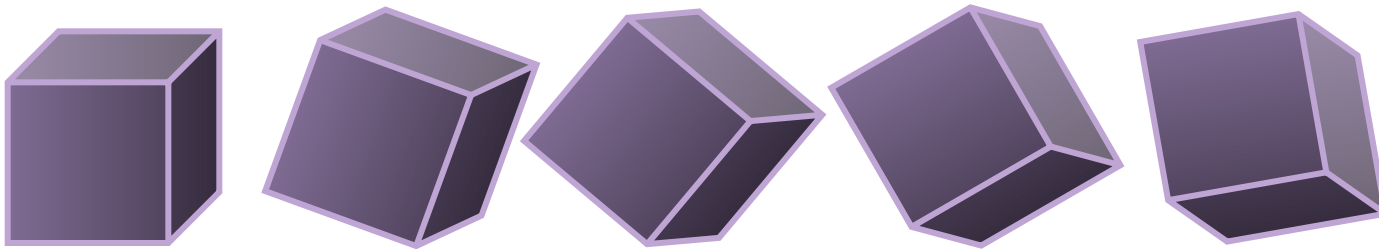
Realtà fisica

Realtà mentale



Teoria template forte


Oggetto
riconosciuto?
SI'



Il riconoscimento di oggetti basato su Template funziona quando gli oggetti da identificare possono essere discriminati facilmente e quando tutte le possibili configurazioni di un oggetto sono state già viste ed apprese in precedenza

YOUR NAME _____ DATE _____ 001
ADDRESS _____
CITY, STATE ZIP _____ 10-4/220
BRANCH 00

PAY TO THE ORDER OF _____ \$
_____ DOLLARS

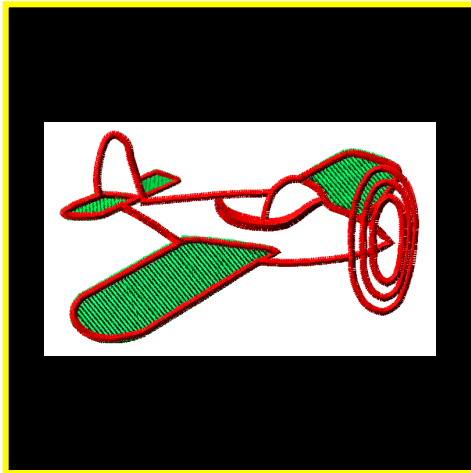
 **M&T Bank**
Manufacturers and Traders Trust Company

FOR _____

⑆ 23456789 ⑆ 00000123456789 ⑆ 001



Alcuni esempi di potenziali problemi data la proposta derivata dalla teoria dei template in forma forte...



Difficoltà

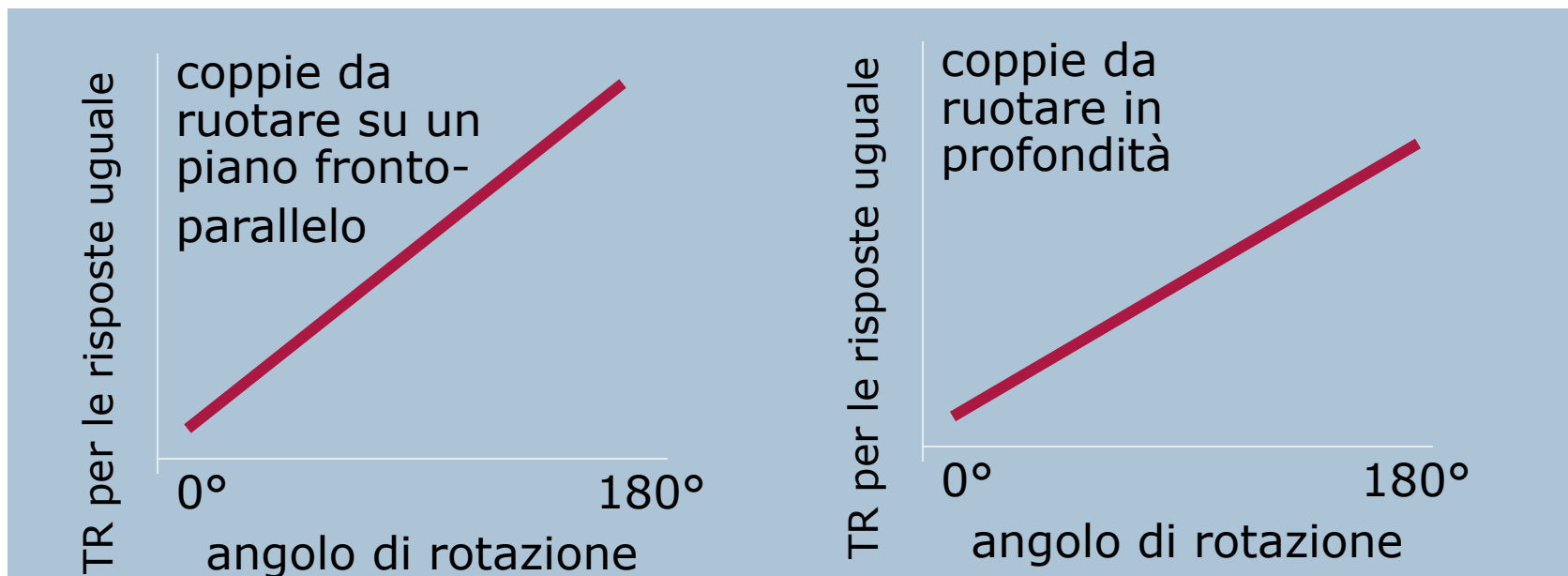
- In questo modo è necessario supporre che il nostro cervello contenga un numero infinito di templates

Soluzione

- I moderni modelli a template postulano
 - un numero limitato di templates che rappresentano l'oggetto da alcuni punti di vista critici
 - meccanismi di rotazione mentale che permettono di ricostruire la rappresentazione intermedia fra due punti di vista

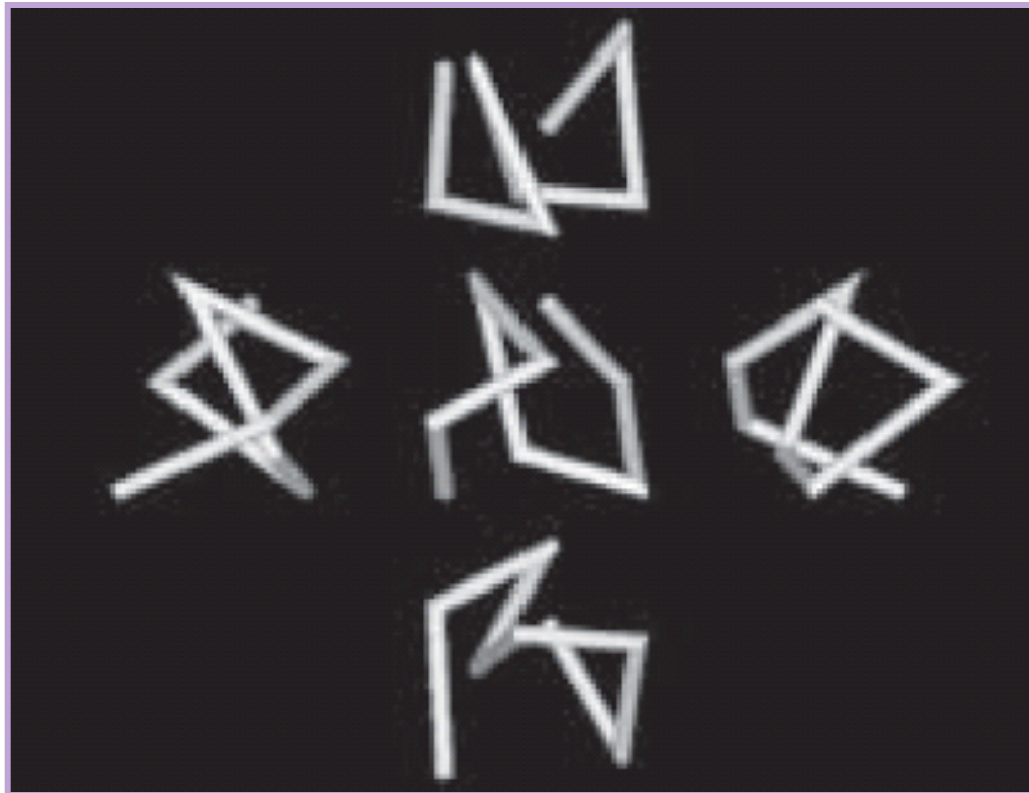
Prova empirica della rotazione mentale (Shepard e Metzler, 1971)

- Coppie di figure tridimensionali disegnate al computer. Il compito dei partecipanti era decidere se si trattava di due figure diverse o della stessa figura ruotata

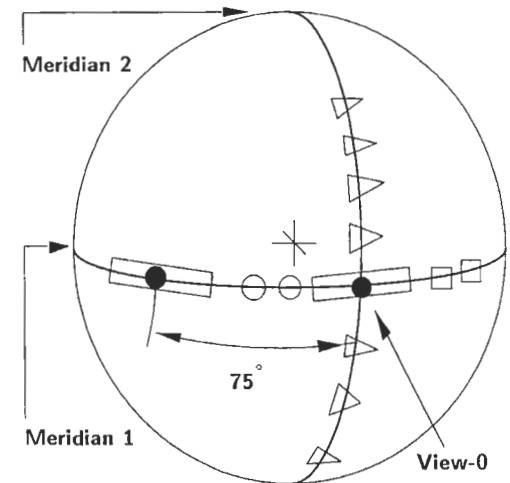


Dati empirici

- Questi modelli trovano conferma nei risultati di alcuni esperimenti di Bülthoff
 - I soggetti vengono addestrati a riconoscere degli oggetti da determinati punti di vista
 - Poi gli oggetti vengono presentati da nuovi punti di vista
 - La prestazione di riconoscimento varia in funzione della posizione del nuovo punto di vista rispetto ai punti di vista già noti

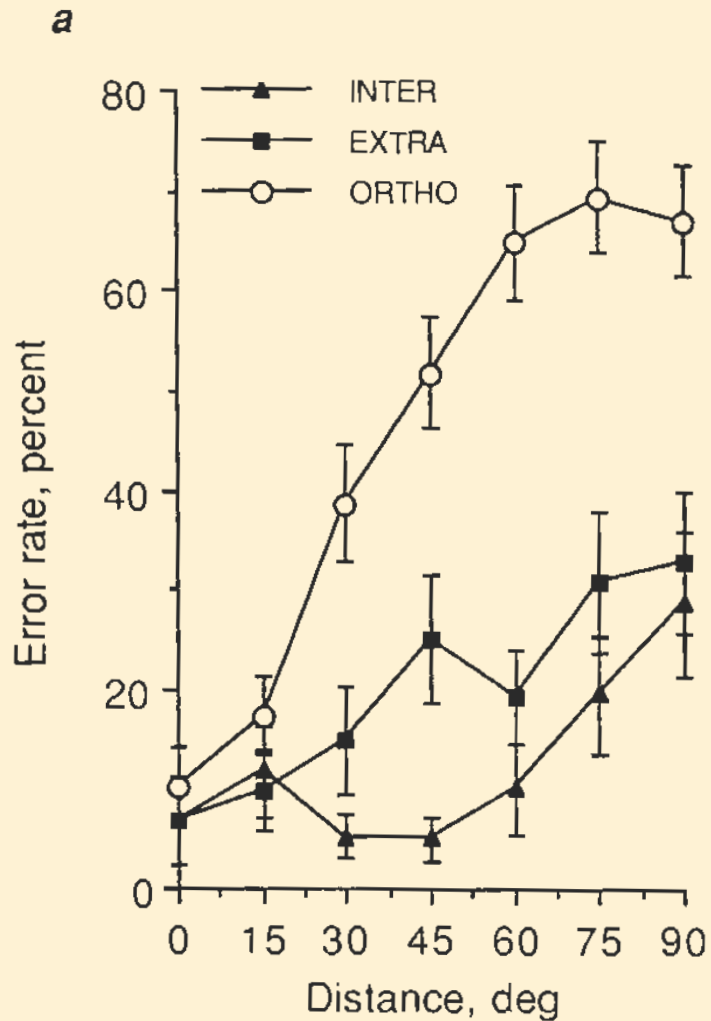


- ▭ = TRAIN (view sequences)
 - = interpolation
 - = extrapolation
 - ▷ = ortho meridian
- } same meridian
- } TEST (static views)



VIEWING SPHERE
(centered at the object)

Examples of the stimuli used by Bultoff



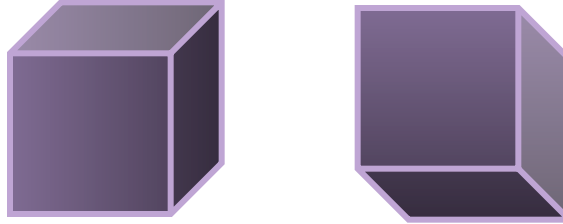
Results

Si commettono più errori per riconoscere gli oggetti ruotati ORTOGONALMENTE (ortho);

L'effetto aumenta quando aumentare la distanza dal punto di vista appreso;

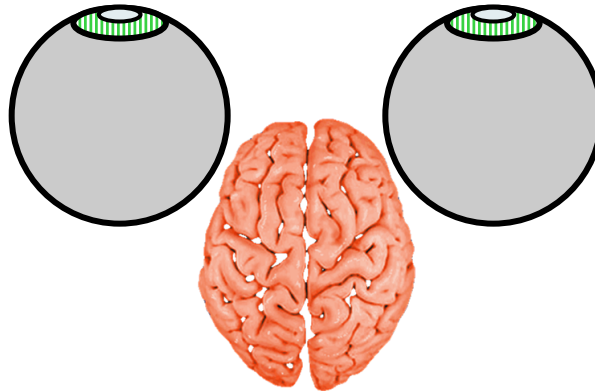
Gli oggetti con una rotazione intermedia (inter) vengono riconosciuti meglio a tutte le distanze:

Durante la familiarizzazione



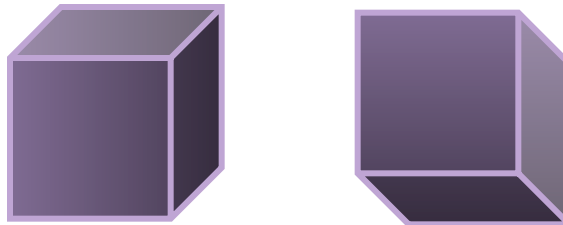
Realtà fisica

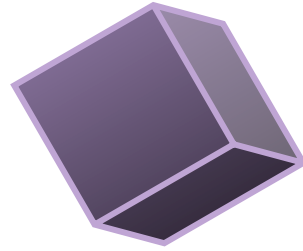
Realtà mentale



Teoria template moderata

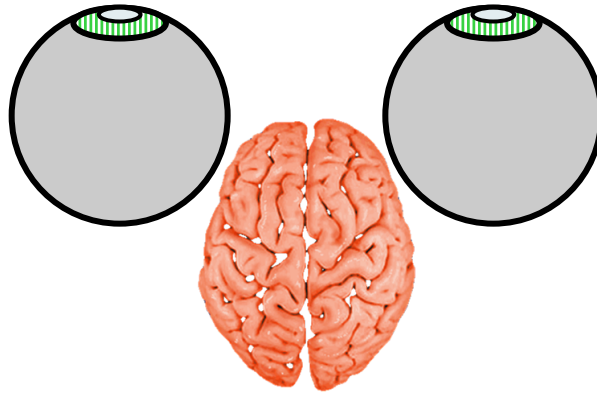
Prospettiva Bulthoff





Realtà fisica

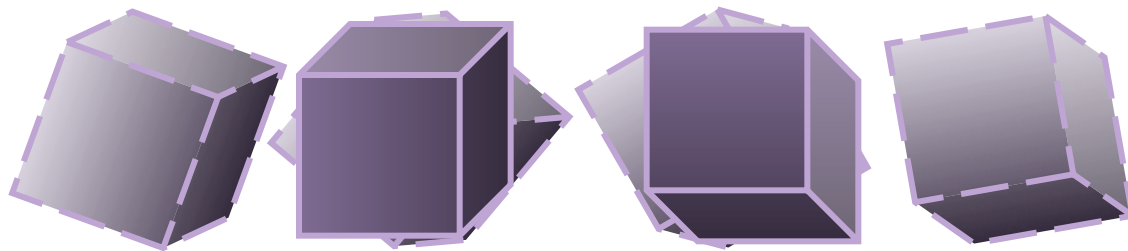
Realtà mentale

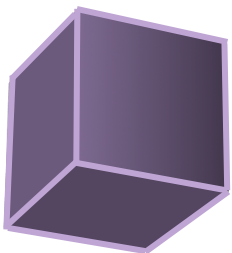


Teoria template moderata

Prospettiva Bulthoff

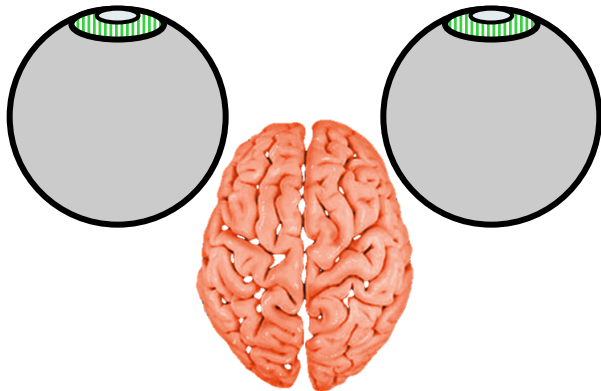
Oggetto
riconosciuto?
SI'





Realtà fisica

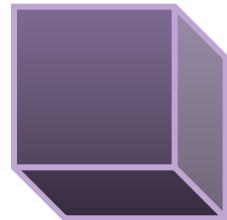
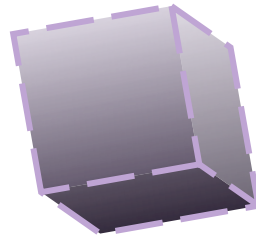
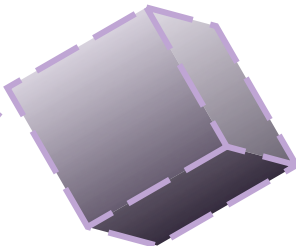
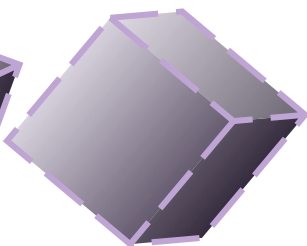
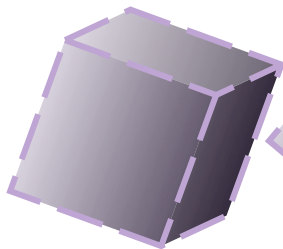
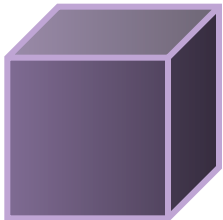
Realtà mentale

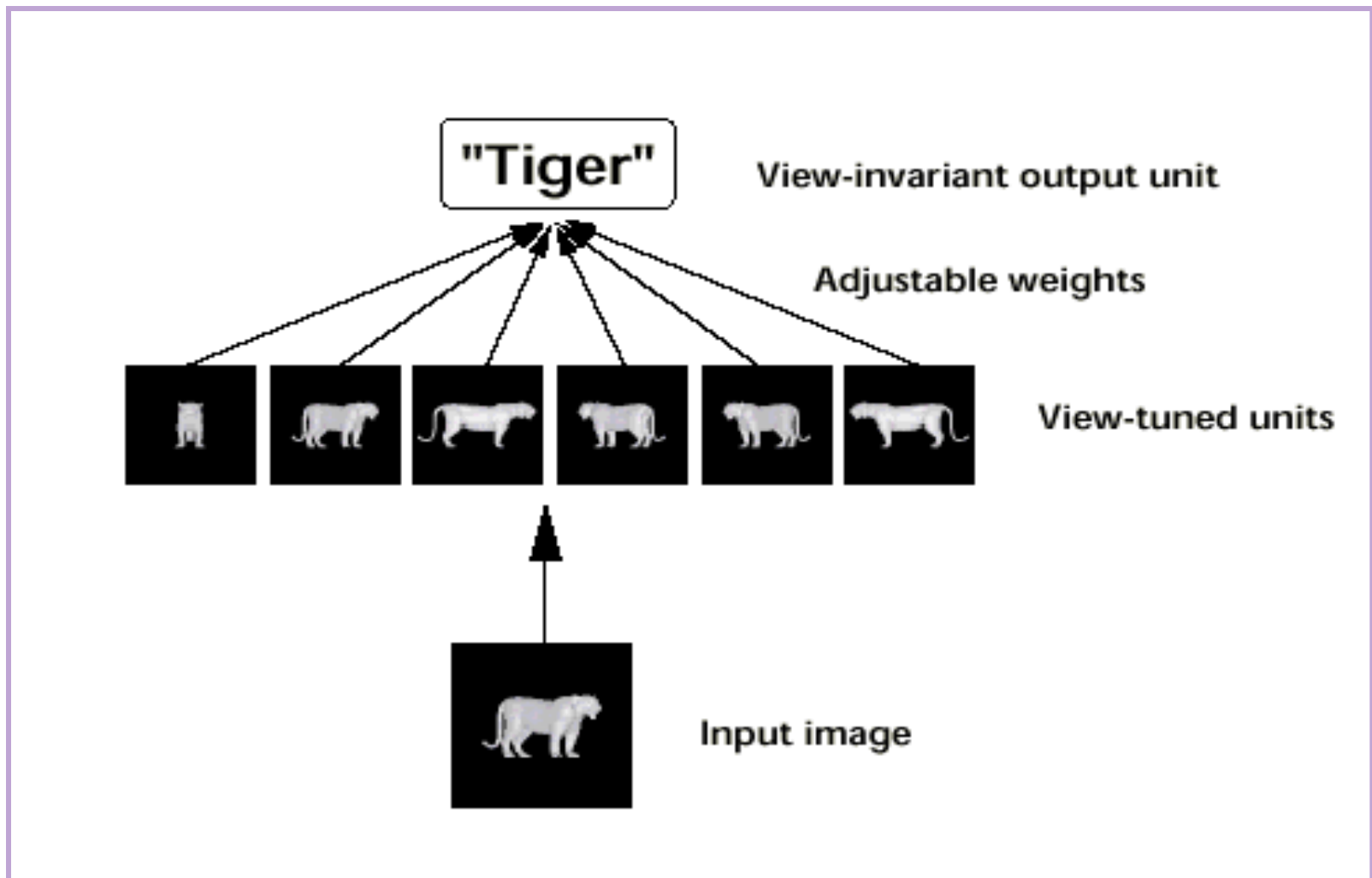


Teoria template moderata

Prospettiva Bulthoff

Oggetto
riconosciuto?
SI', ma più lentamente





Esempio della funzione concettuale della rete neurale di Poggio e coll.

Approcci basati su descrizioni strutturali

Il processo di riconoscimento è articolato in tre fasi

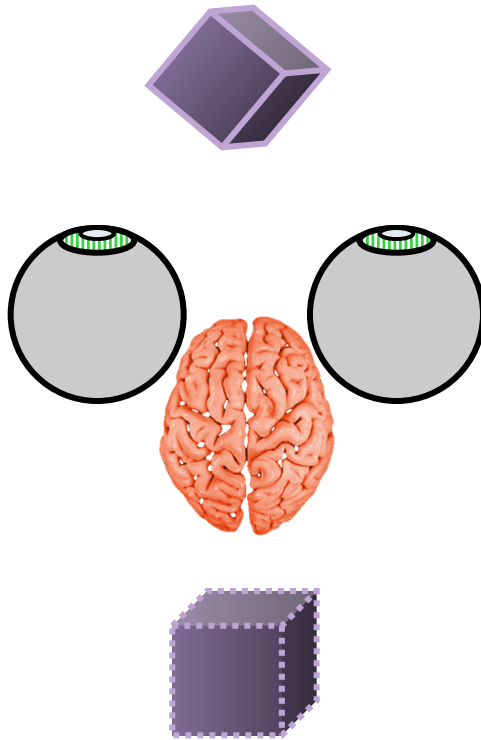
- Viene ricostruita una descrizione della struttura tridimensionale dell' oggetto

Questa descrizione strutturale viene confrontata con analoghe descrizioni in un catalogo interno

- La descrizione interna che corrisponde meglio a quella corrente viene scelta per il riconoscimento

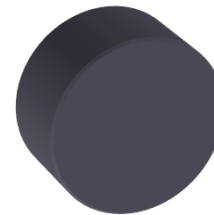
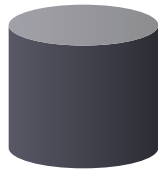
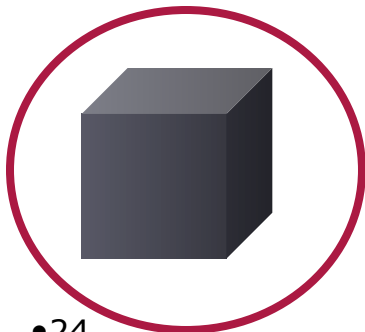
Realtà fisica

Realtà mentale



T. descrizione strutturale

Derivazione di una descrizione strutturale dell'oggetto che sia quanto più indipendente dal punto di vista dell'osservatore.



Il modello di Marr

La ricostruzione di una descrizione strutturale avviene in tre stadi

Abbozzo primario (a due dimensioni)

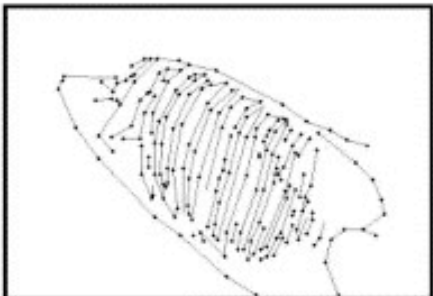
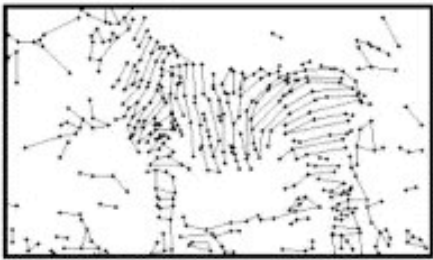
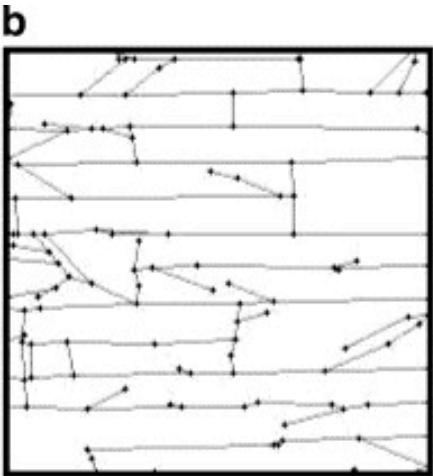
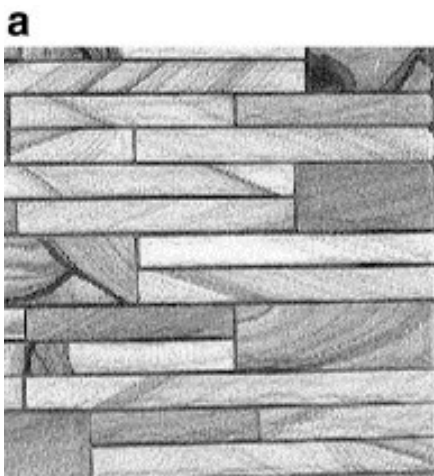
- rappresentazione dei contorni ai diversi livelli di dettaglio

Abbozzo a due dimensioni e mezza

- integrazione dei contorni con le informazioni fornite dalla stereopsi (percezione della profondità basata sull'informazione binoculare), dal movimento e dalle ombre
- l'abbozzo a 2D e $\frac{1}{2}$ è una rappresentazione spaziale riferita al punto di vista (centrata sull'osservatore)

Modello tridimensionale

- descrizione completa della struttura tridimensionale dell' oggetto
- il modello 3D è una rappresentazione riferita a un sistema di coordinate indipendenti dal punto di vista (centrata sull' oggetto)



Primal sketch

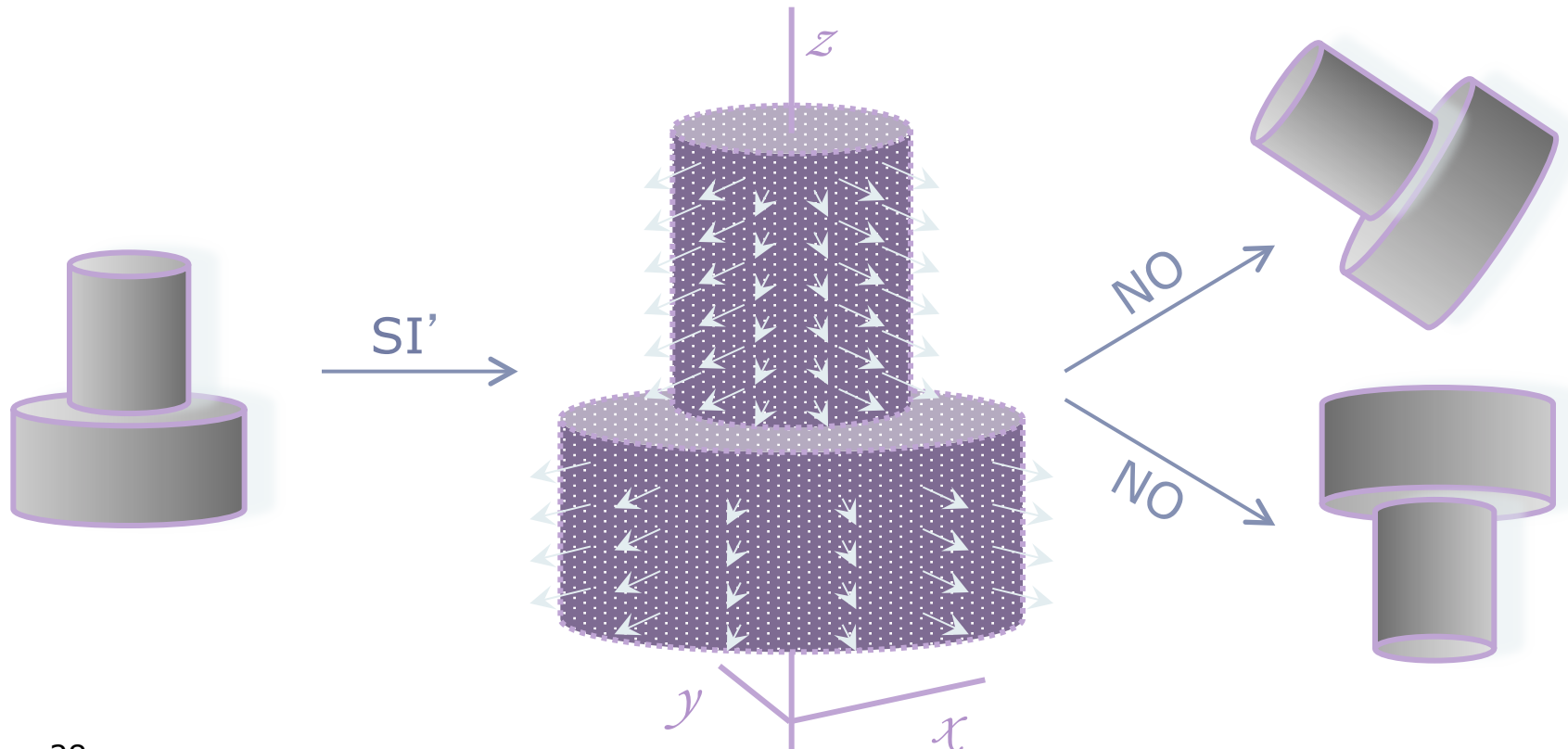
L'occhio cattura le discontinuità della luce che sono rappresentate nel primal sketch. Le caratteristiche rappresentate nel primal sketch sono basate sulle proprietà fisiologiche del sistema visivo.

La figura rappresenta un modello computazione di primal sketch in cui ciascuna linea rappresenta la funzione di codifica di un margine o di uno spigolo

Questo schema costituisce la base per l'estrazione degli indici di profondità.

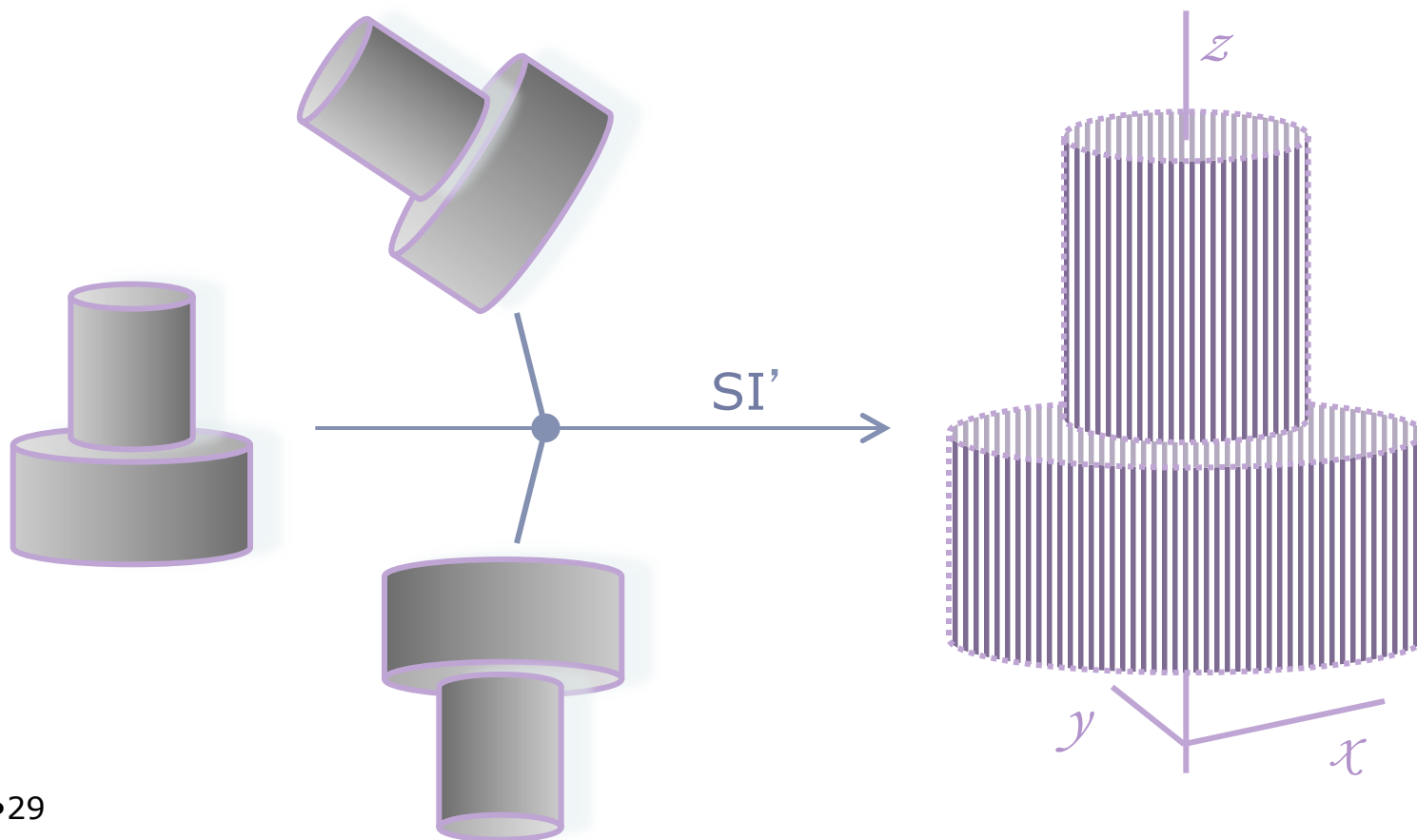
Marr e l' abbozzo a 2D e 1/2

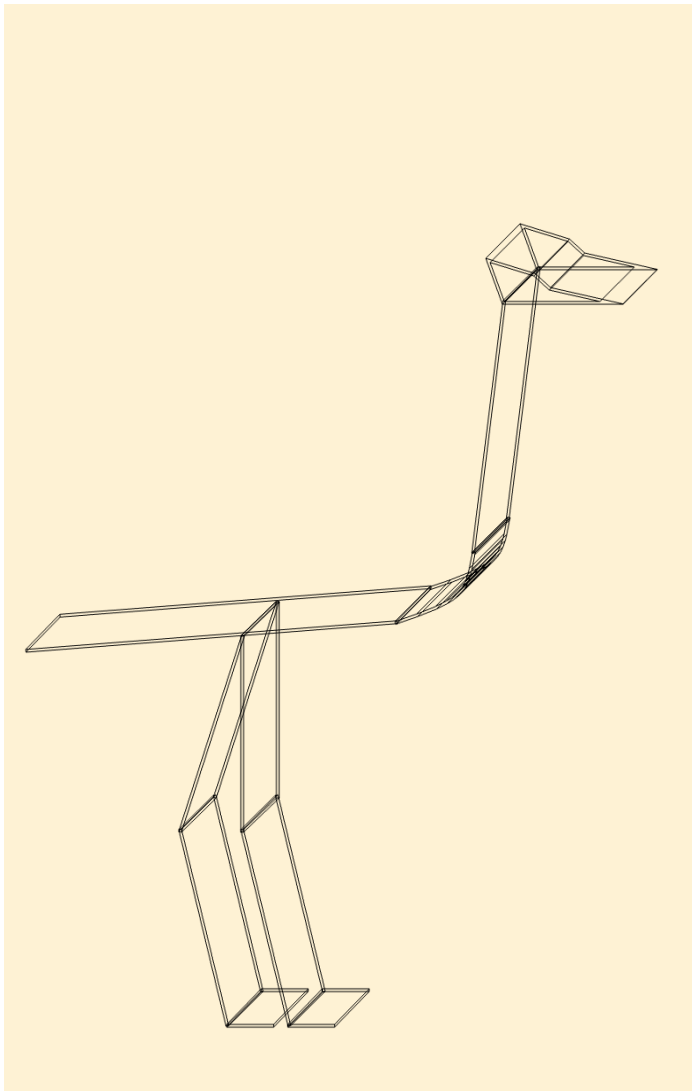
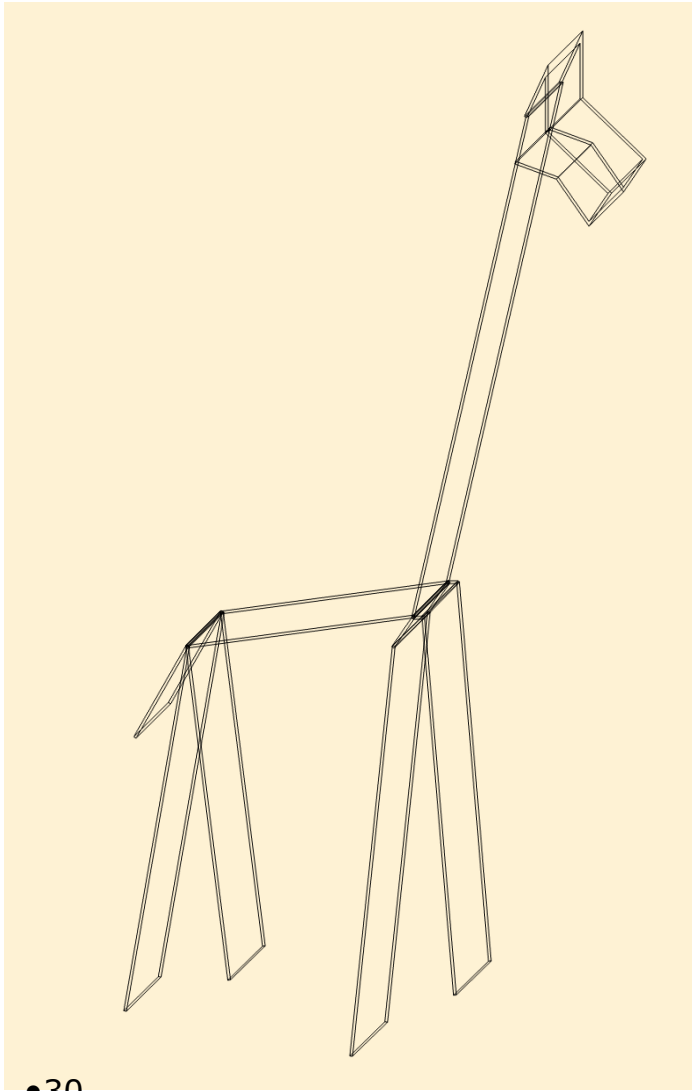
Il modello 2D e 1/2 una rappresentazione completa dei margini e delle superfici dell' oggetto - che dipende dal punto di vista dell' osservatore - a cui cominciano ad essere associati indizi 3D (stereopsi, ombre, tessiture, ecc).



Marr e il modello finale 3D

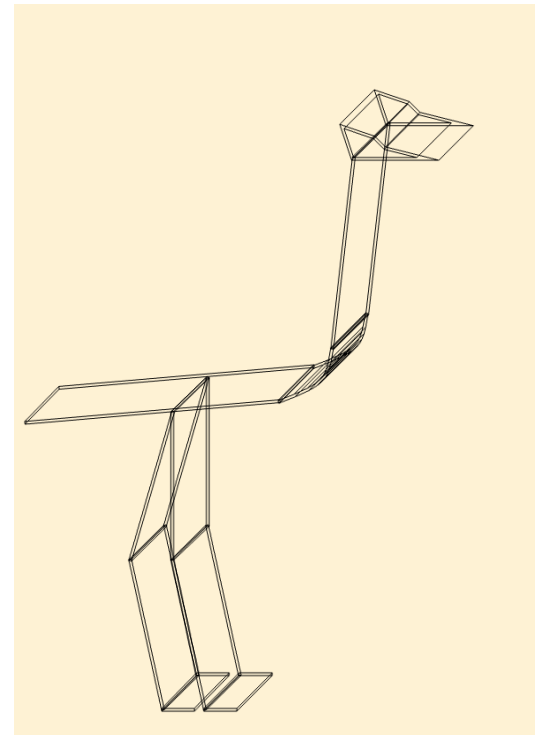
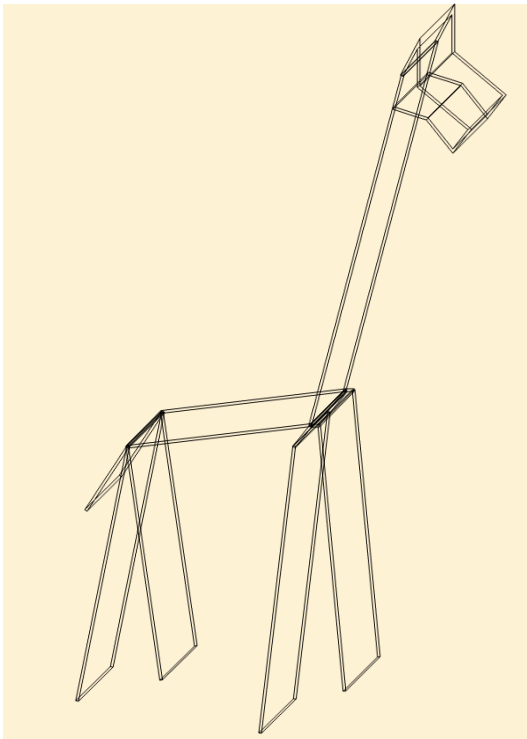
Il modello 3D è una descrizione dell'oggetto che specifica le parti di un oggetto - e le relazioni tra le parti - in base ad un sistema di coordinate che prescinde dal punto di vista dell'osservatore, ovvero, in base ad un sistema di coordinate centrato sull'oggetto stesso.





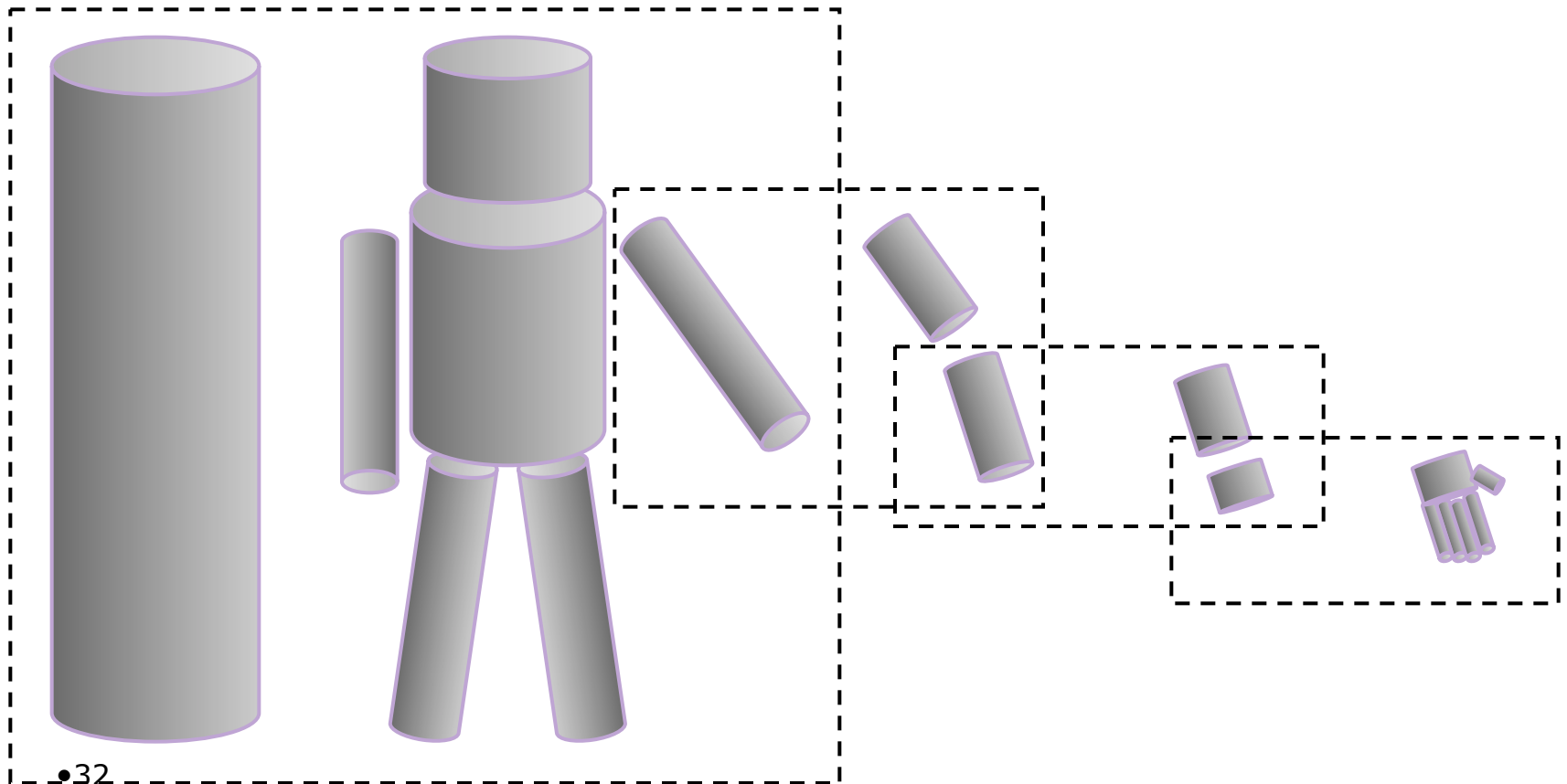
Marr e l'importanza degli assi di simmetria

La costruzione di una descrizione strutturale di un oggetto (meglio, di una forma) passa attraverso l'individuazione degli assi di simmetria (o elongazione).



Marr e il modello finale 3D: le gerarchie di dettagli

Il modello 3D è una descrizione dell'oggetto che specifica i dettagli a livelli gerarchicamente organizzati di risoluzione. Ecco un esempio...

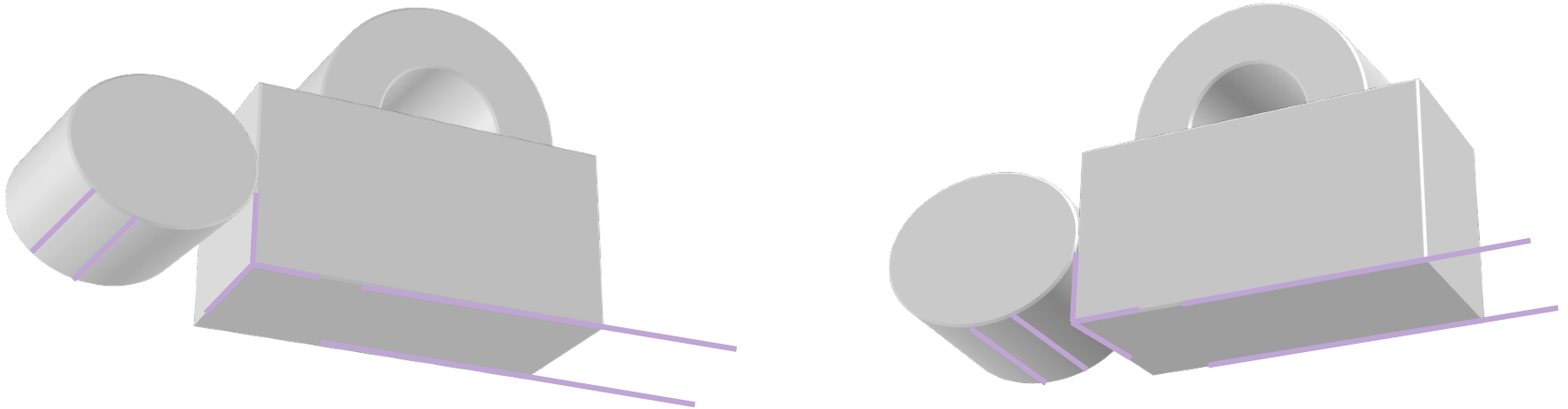


Il modello di Biederman

Come Marr, Biederman ritiene che la rappresentazione usata per il riconoscimento sia una descrizione strutturale

- Qualsiasi oggetto può essere rappresentato da una descrizione strutturale in termini di primitivi volumetrici detti geoni
- Una descrizione comprende una lista dei geoni componenti e informazioni sulle loro relazioni spaziali

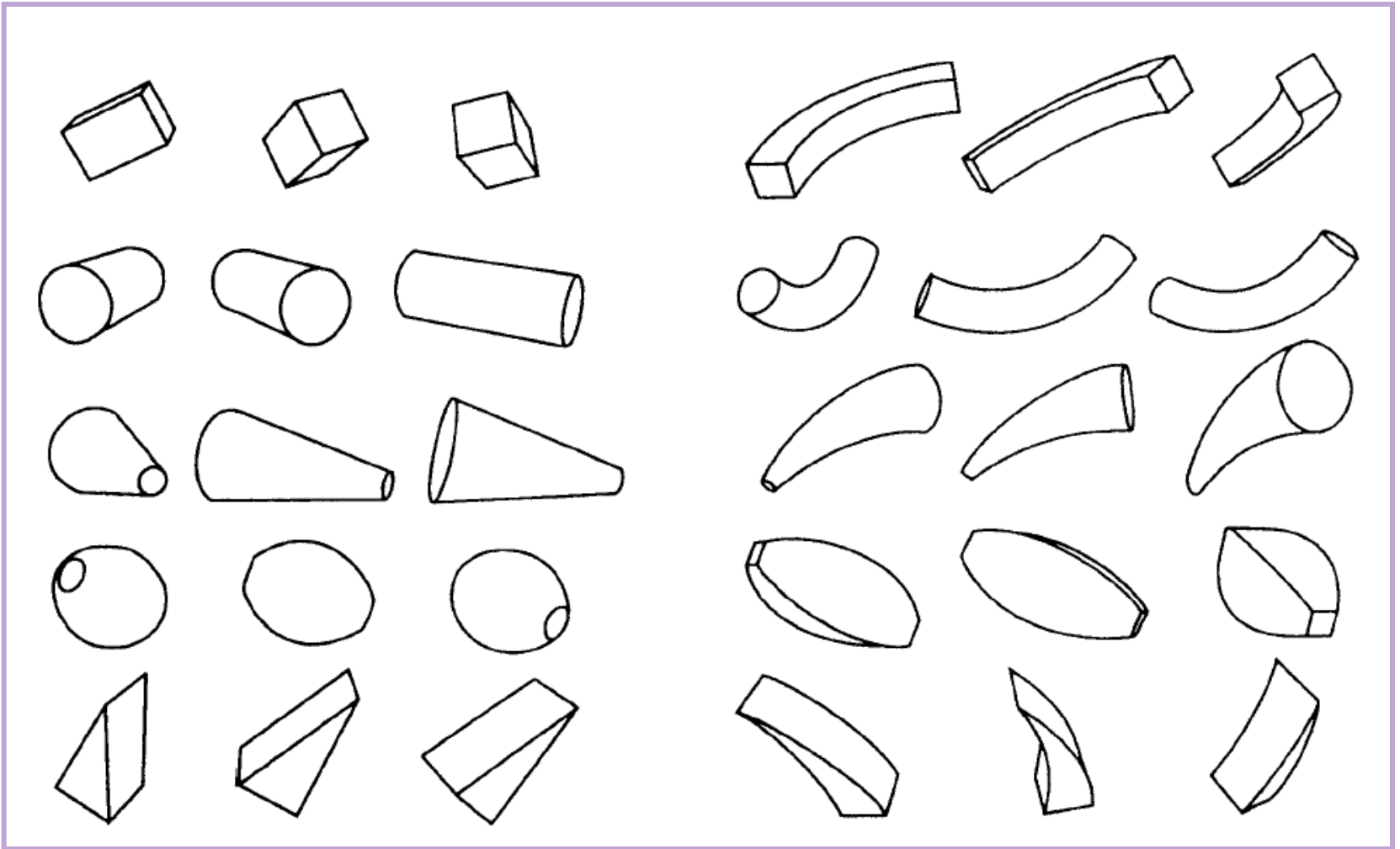
Proprietà non accidentali delle proiezioni di un oggetto



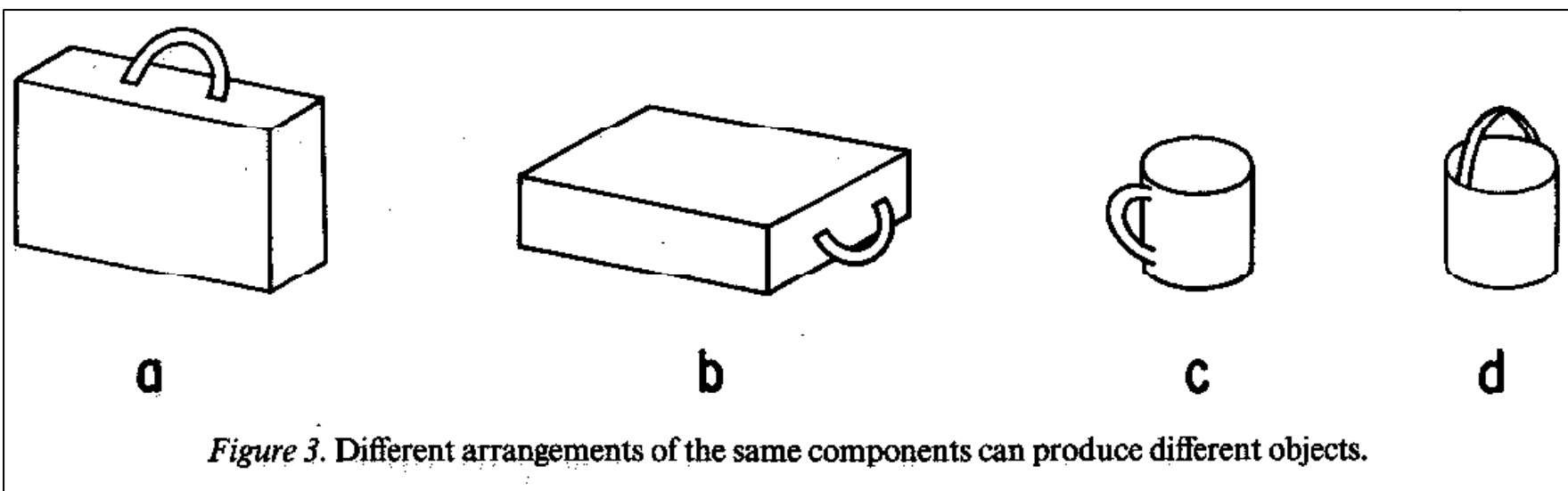
Tipi di giunzioni di superfici (Y, L, X)

Parallelismi invarianti (equidistanza superfici)

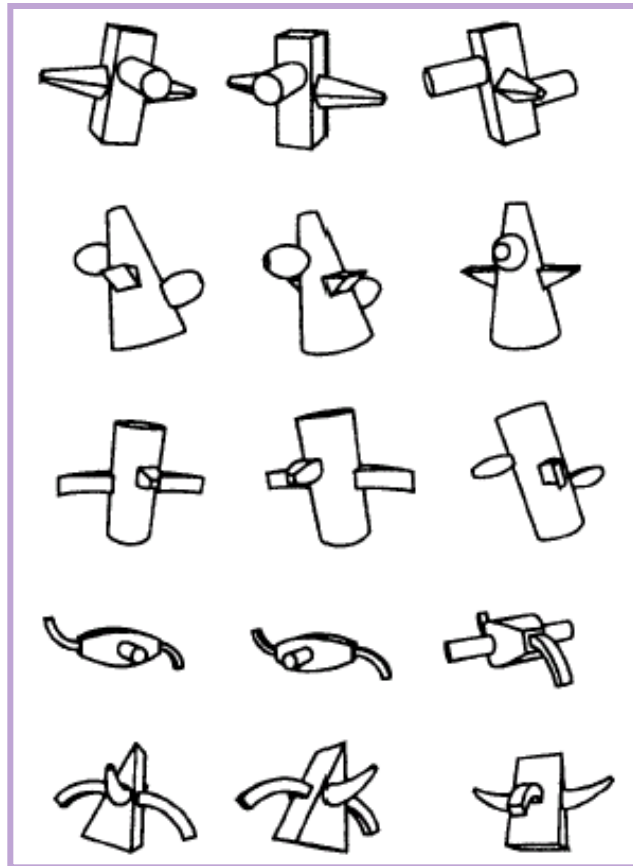
Assi di simmetria (elongazione dei corpi in 3D; vd. Marr)



Esempio di 10 geoni dei 36 proposti da Biederman



Esempio di oggetti di uso comune in cui è facilmente evidenziabile la scomposizione in geoni



Esempio di stimoli sperimentali costruibili con i geoni di Biederman

Estrazione degli assi...quali assi?

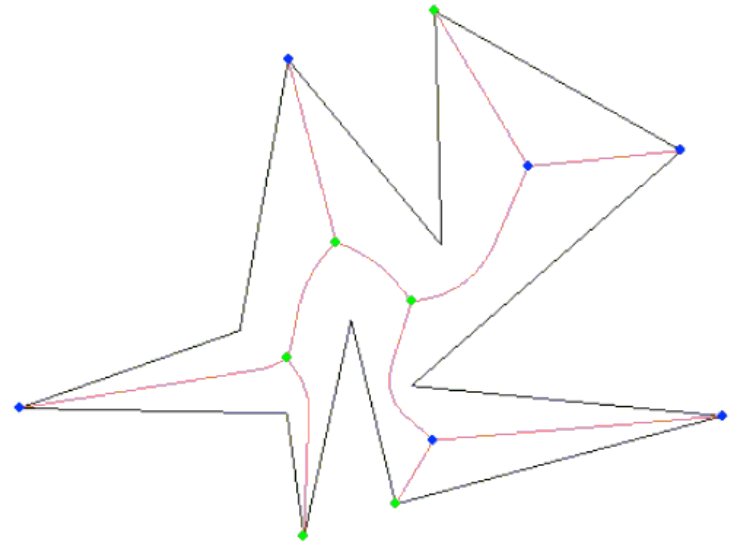
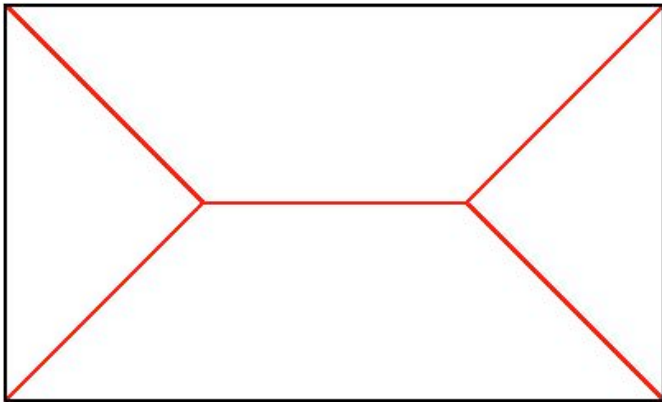
Tanto Marr quanto Biederman, assumono che una delle caratteristiche principali della descrizione strutturale sia costituita dagli assi di simmetria intorno ai quali costruire l'immagine.

Altri studiosi (Blum, 1973) hanno proposto che ciò che viene estratto non siano gli assi di simmetria ma gli *assi mediali*

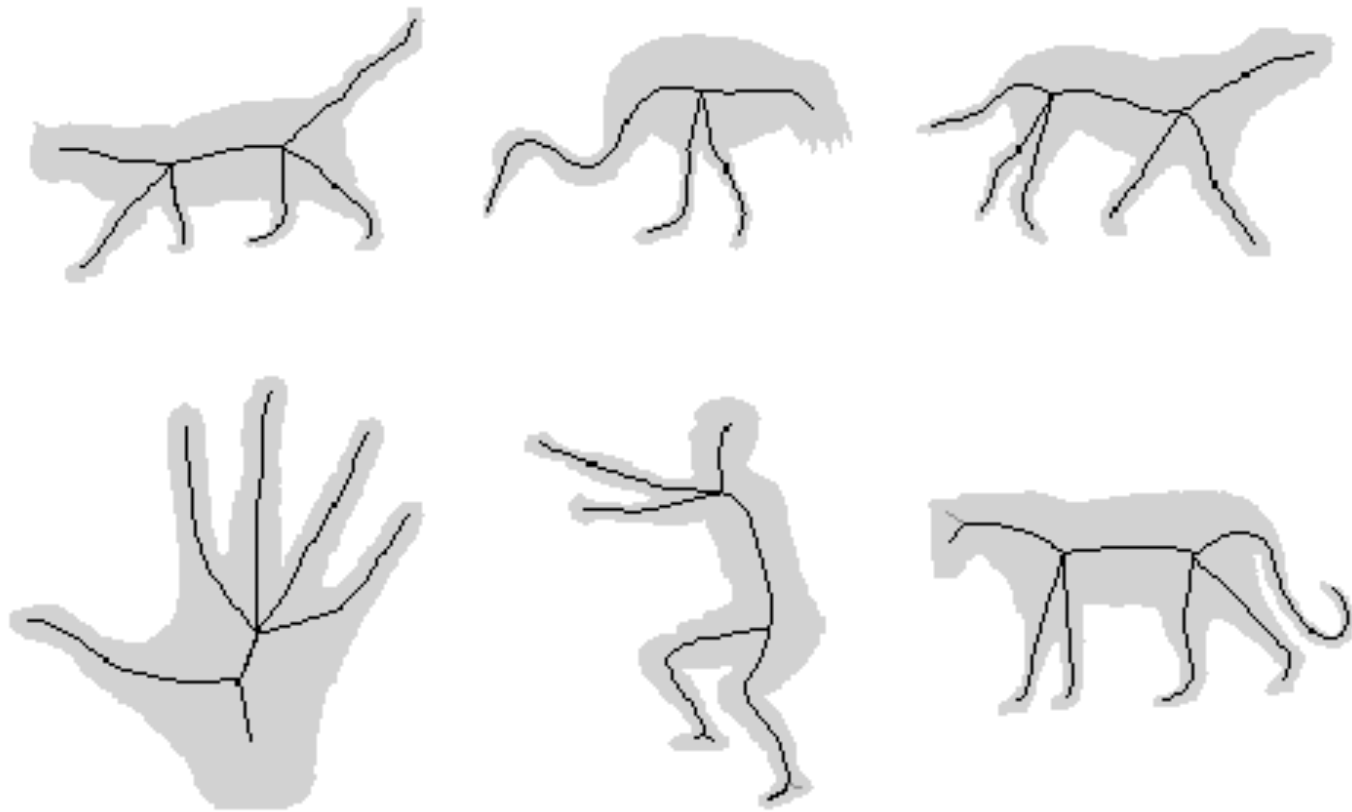
Per asse mediale di un oggetto si intende il set di punti che include due o più punti maggiormente vicini al perimetro (contorno dell'oggetto)

Skeleton e assi mediali

L'estrazione degli assi mediali, consente l'estrazione dello "scheletro" (**skeleton**) di un oggetto. Questa idea di "scheletro" è stata usata per implementare molti programmi di riconoscimento visivo al computer



Skeleton e assi mediali



Skeleton e assi mediali: Recente evidenza empirica

Firestone, C. & Sholl, B. J. (2014) "Please Tap the Shape, Anywhere You Like": Shape Skeletons in Human Vision Revealed by an Exceedingly Simple Measure. *Psychological Science*



Fig. 1. Illustration of the experimental procedure. Pedestrians in New York City's Times Square were tested in individual 5-s sessions, with instructions to simply touch the displayed shape, anywhere they wished.

Skeleton e assi mediali: Recente evidenza empirica

Firestone, C. & Sholl, B. J. (2014) "Please Tap the Shape, Anywhere You Like": Shape Skeletons in Human Vision Revealed by an Exceedingly Simple Measure. *Psychological Science*



Fig. 1. Illustration of the experimental procedure. Pedestrians in New York City's Times Square were tested in individual 5-s sessions, with instructions to simply touch the displayed shape, anywhere they wished.

Skeleton e assi mediali: Recente evidenza empirica

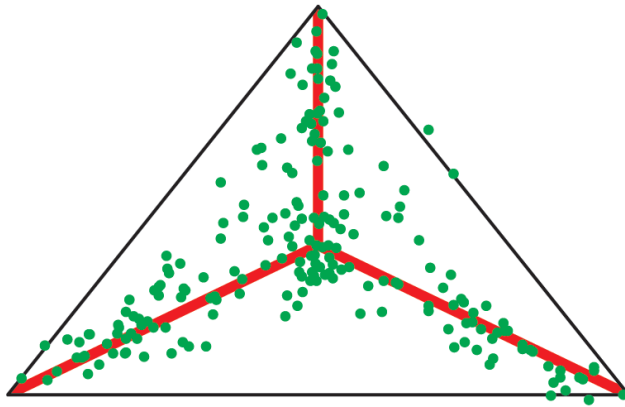
Firestone, C. & Sholl, B. J. (2014) "Please Tap the Shape, Anywhere You Like": Shape Skeletons in Human Vision Revealed by an Exceedingly Simple Measure. *Psychological Science*

I partecipanti sono 1480 (circa 200 per esperimento) vengono intervistati per strada. Ciascuno tocca una sola figura una volta.

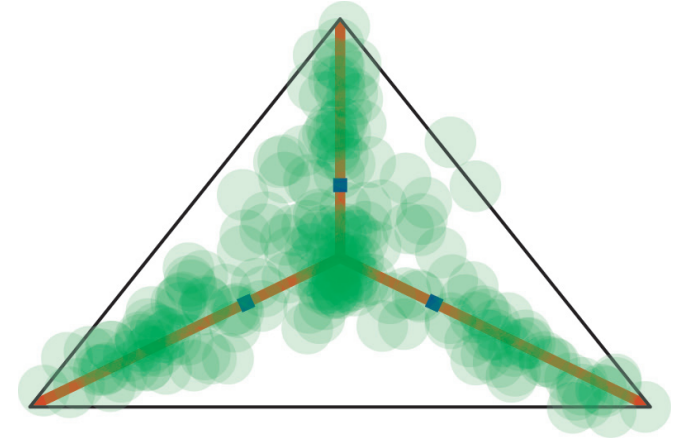
Risultati esperimenti 1-2



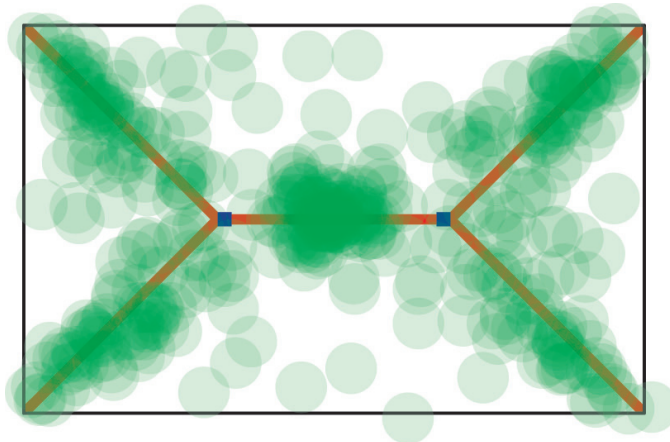
a



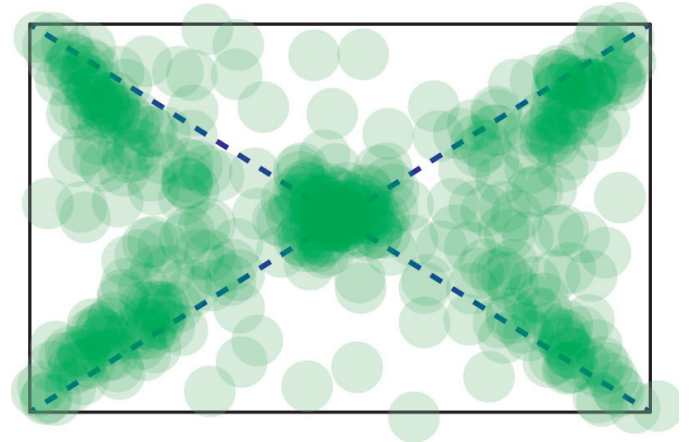
b



c

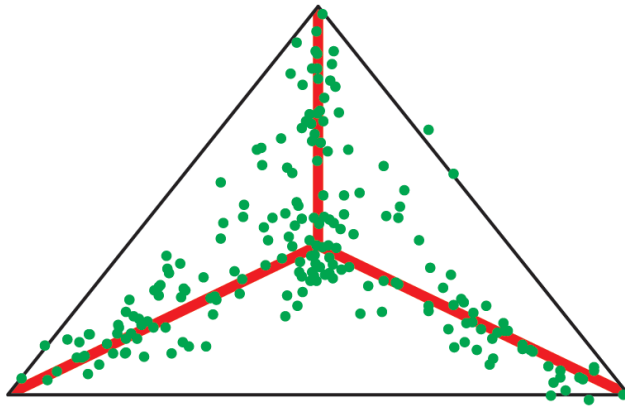


d

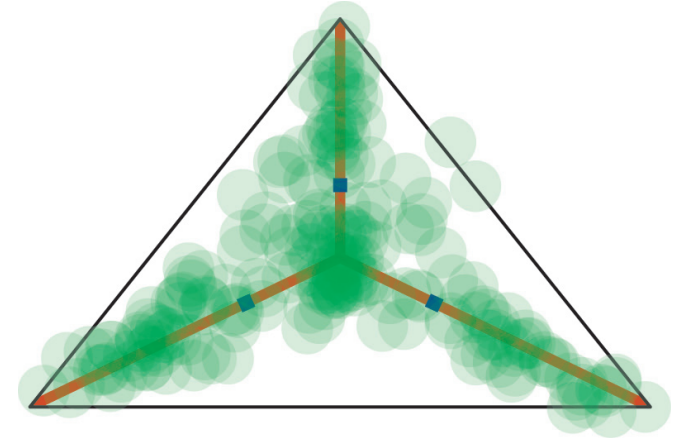


Risultati esperimenti 1-2

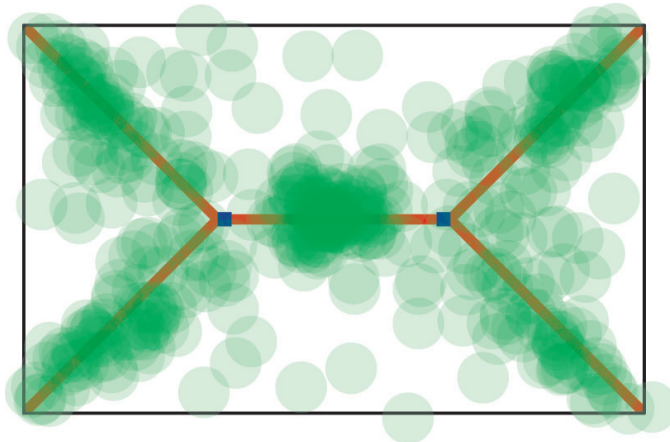
a



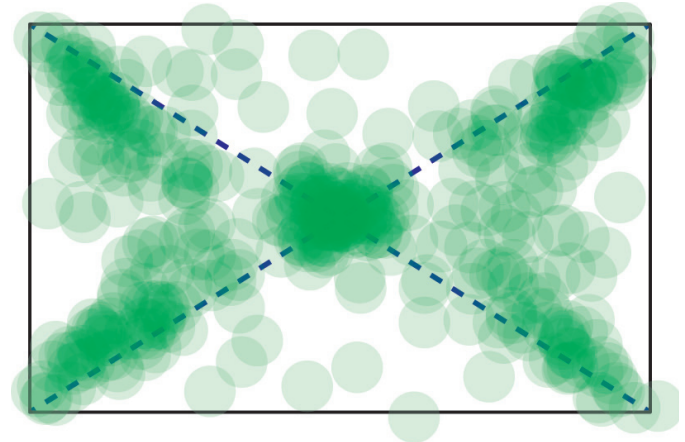
b



c



d



I puntini blu corrispondono alle zone degli assi che risultano molto poco toccate. Perché?

Risultati esperimenti 1-2

- E' una caratteristica propria dei meccanismi di estrazione degli assi, per cui vicino alle congiunture succede qualcosa di speciale?
- Sono i punti vicini al centro e siccome si tende a toccare molto spesso il centro queste zone vengono trascurate (in questo caso i meccanismi legati all'estrazione degli assi mediali non avrebbero nessun ruolo...)

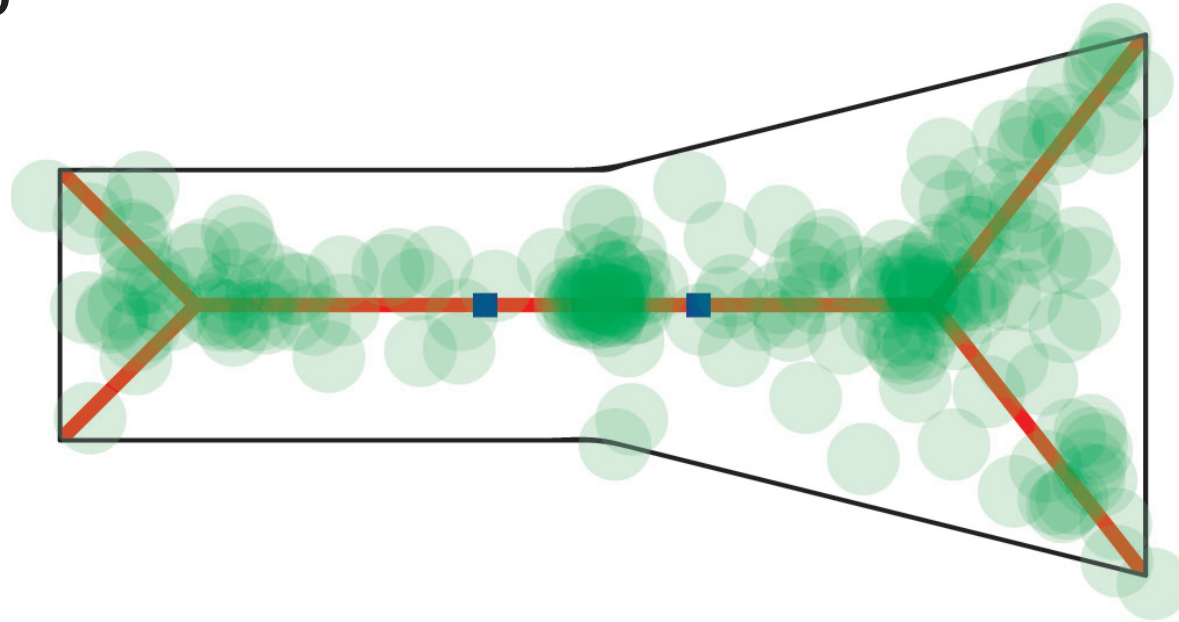
Per verificare quale di queste due ipotesi è quella corretta viene eseguito un altro esperimento in cui i punti di congiuntura tra gli assi e il centro della figura sono lontani tra loro ...

Risultati esperimento 3

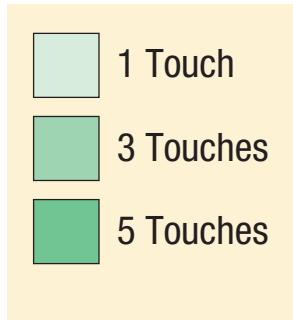


Il risultato suggerisce che i partecipanti, toccando molto il centro, trascurano le parti immediatamente vicine. L'assenza di tocchi presso i puntini blu, perciò, non dipende dalle congiunzioni tra assi

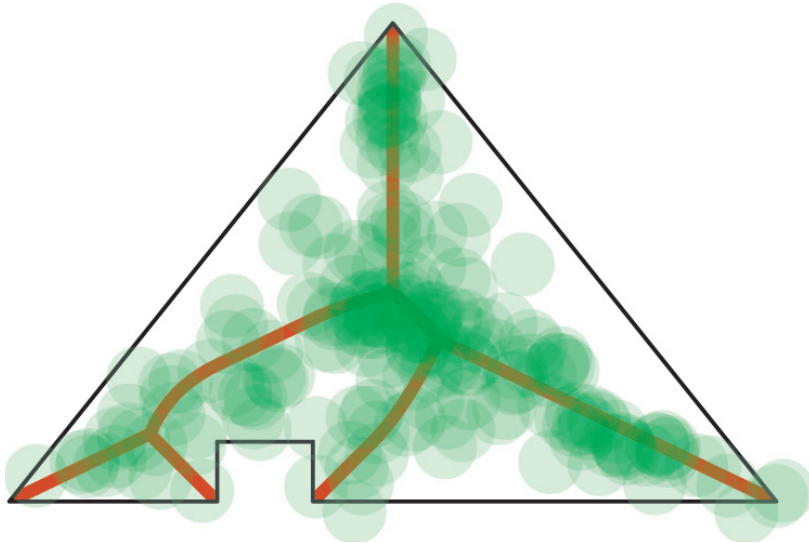
e



Risultati esperimento 4-5 Figure irregolari



a



b

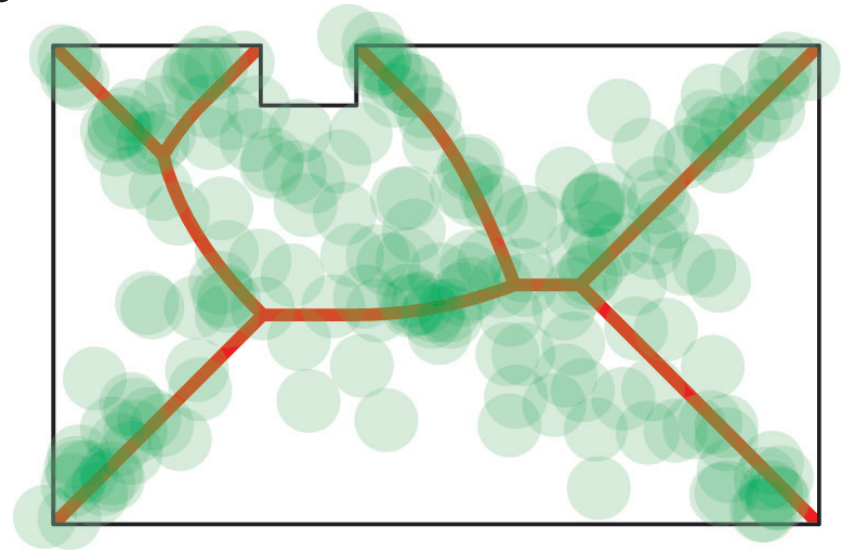
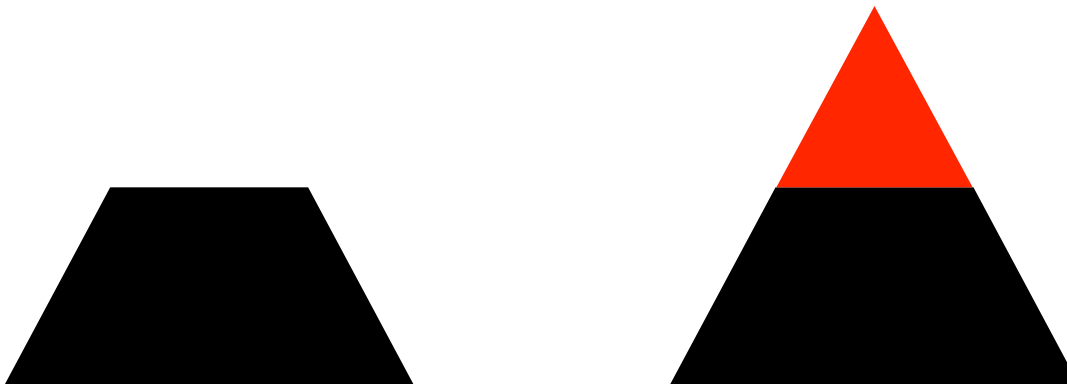
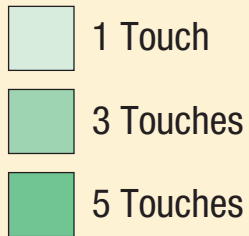


Fig. 3. Heat maps of aggregated touches for Experiments 4 (a) and 5 (b). Solid red lines indicate medial-axis shape skeletons.

- L'asse viene estratto da una rappresentazione mentale?
- Per rispondere a questo quesito confrontano due figure uguali e inducono il *completamento amodale* in una delle due
- Attaccano un pezzo di adesivo rosso sullo schermo in corrispondenza del lato corto di un trapezio

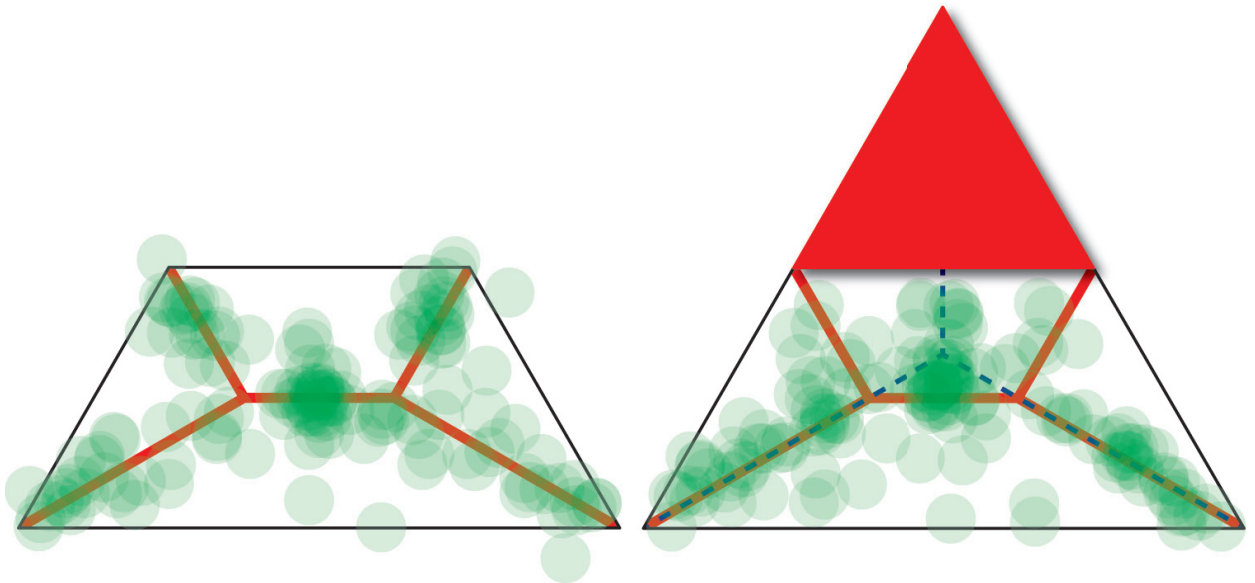


Risultati esperimenti 6-7 Completamento amodale

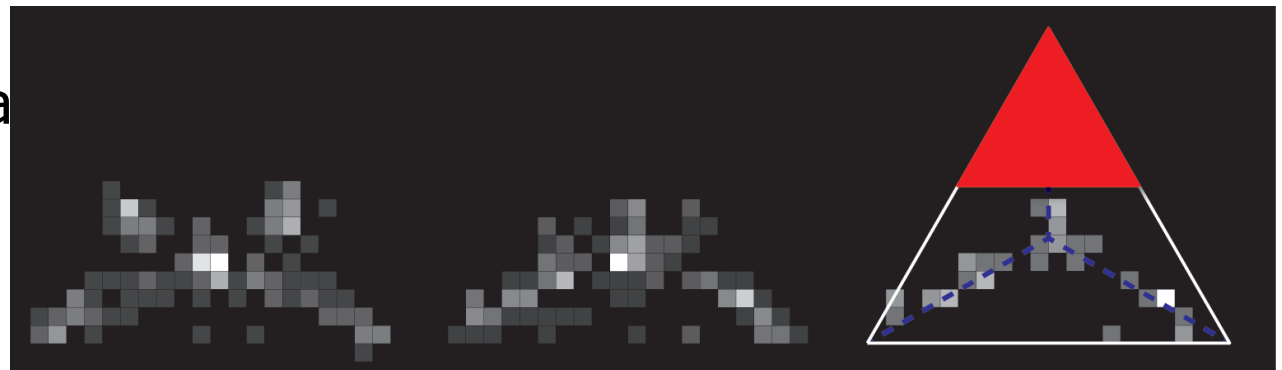


a

b



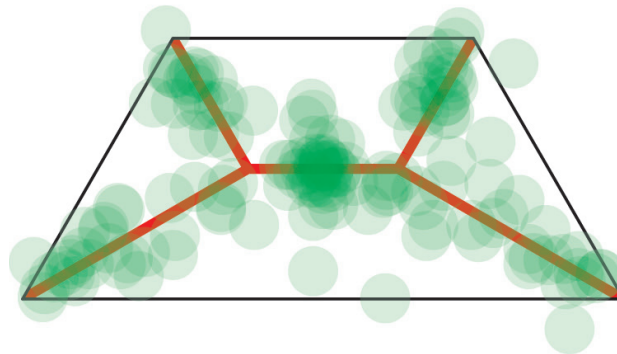
Questo risultato suggerisce che l'estrazione dell'asse avvenga sulla rappresentazione mentale della figura completata amodalmente



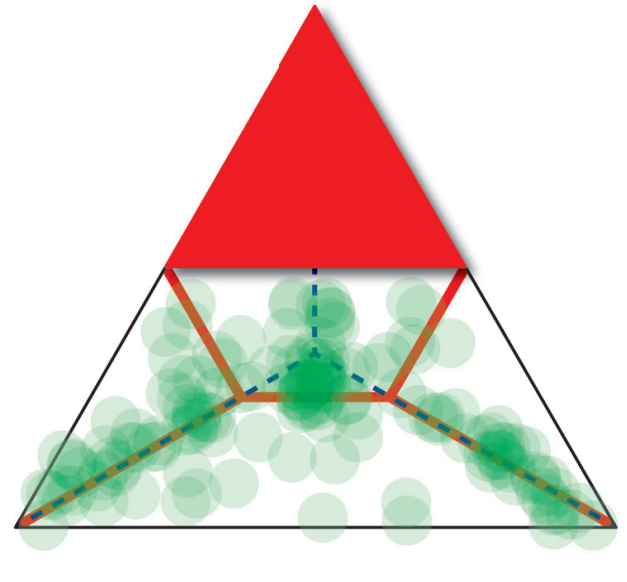
Risultati esperimenti 6-7 Completamento amodale

- 1 Touch
- 3 Touches
- 5 Touches

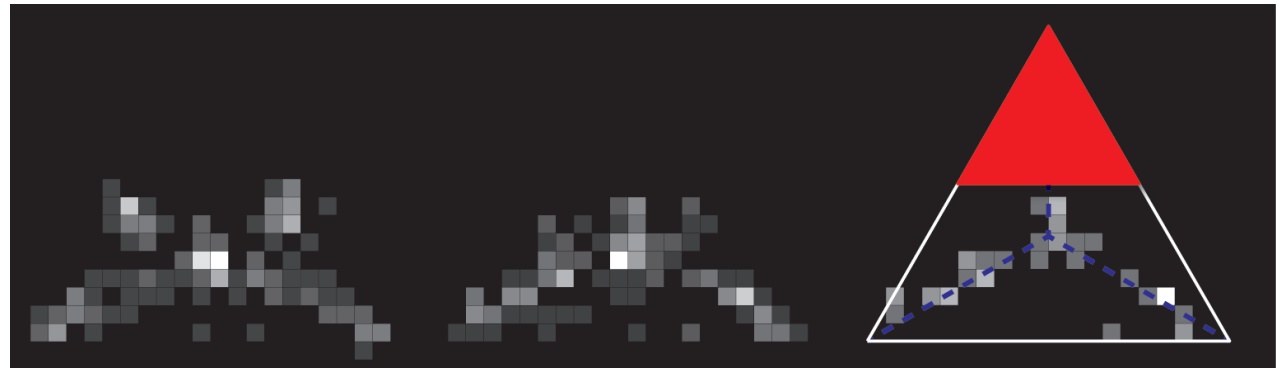
a



b



c

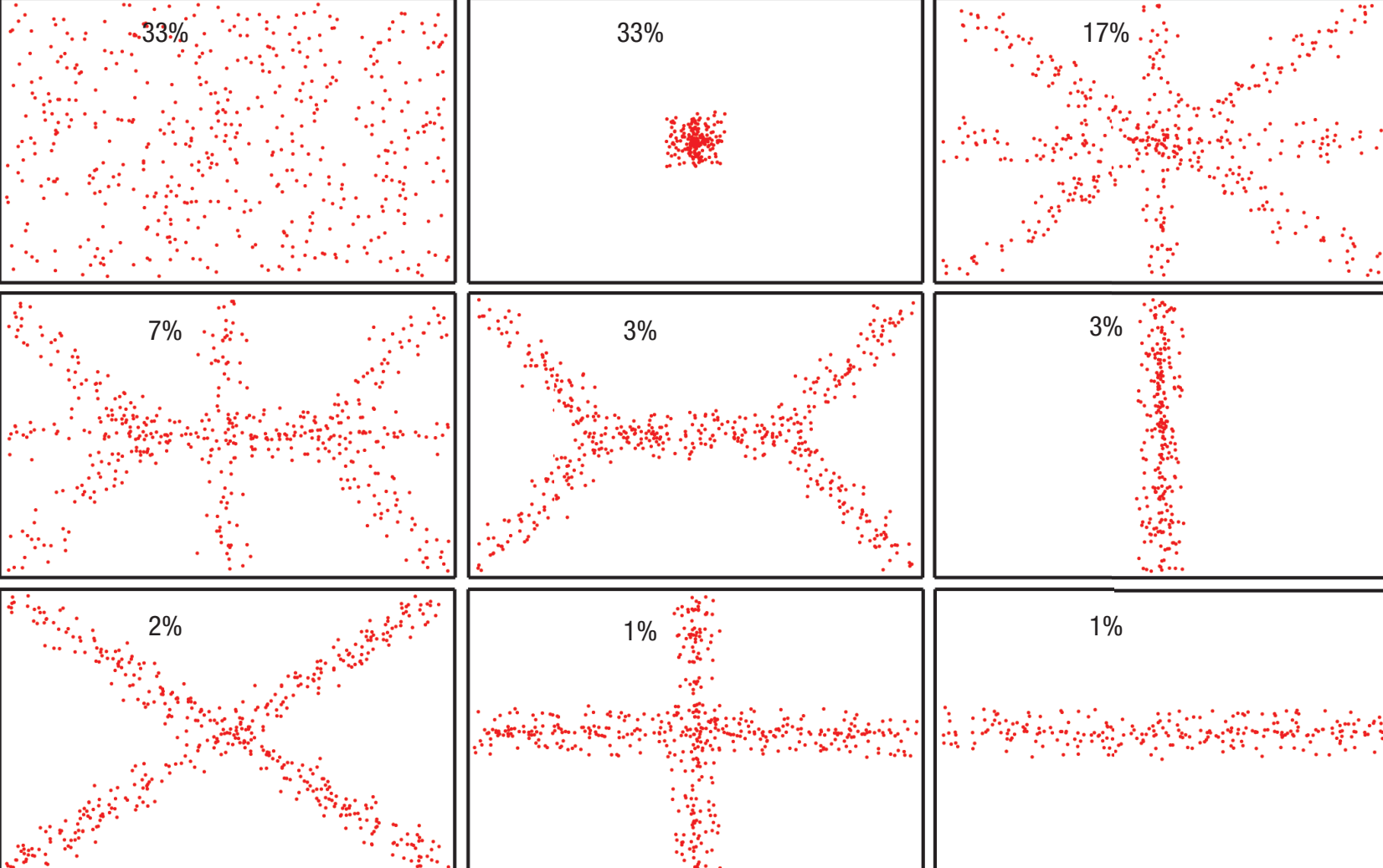


- Siamo consapevoli dei meccanismi di estrazione dell'asse mediale? O della sua esistenza?

Per rispondere a questa domanda gli autori chiedono ad un gruppo di partecipanti di fare le previsioni sui risultati dell'esperimento 2. Cioè chiedono ai partecipanti di prevedere dove le persone toccano il rettangolo.

Mostrano loro 9 distribuzioni di punti possibili....

Risultati esperimento 8: Siamo consapevoli dell'esistenza degli assi mediali?



Risultati esperimento 8: Siamo consapevoli dell'esistenza degli assi mediali?

Dalla distribuzione delle risposte date emerge che le persone non sono consapevoli del processo di estrazione degli assi mediali. Di fatto, la configurazione che rappresenta i tocchi lungo l'asse mediale è scelta da pochissime persone (3% - se la scelta fosse avvenuta completamente a caso la percentuale dovrebbe essere dell'11%)

I risultati indicano piuttosto che due configurazioni, quella in cui il tocco avviene casualmente, e quella in cui il tocco avviene per lo più al centro, sono considerate dai partecipanti le configurazioni più probabili.

Meccanismi innati specializzati nel riconoscimento di volti?

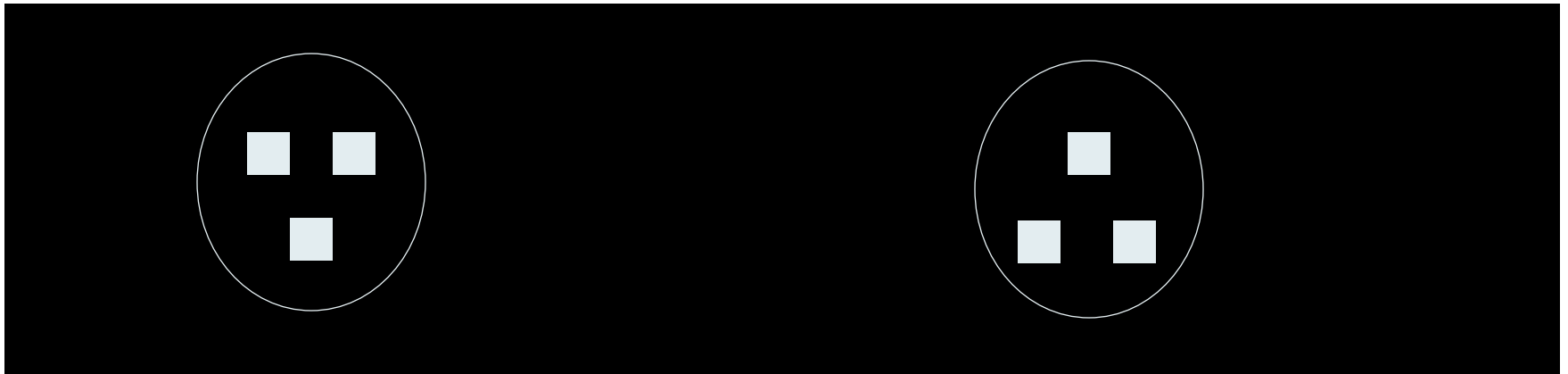
Dati empirici

- pazienti neurologici con un deficit specifico nella capacità di riconoscere e discriminare i volti
- capacità dei bambini già dopo pochi giorni di vita di distinguere disegni di volti

Meccanismi innati specializzati nel riconoscimento di volti?

Dati empirici

- pazienti neurologici con un deficit specifico nella capacità di riconoscere e discriminare i volti
- capacità dei bambini già dopo pochi giorni di vita di distinguere disegni di volti

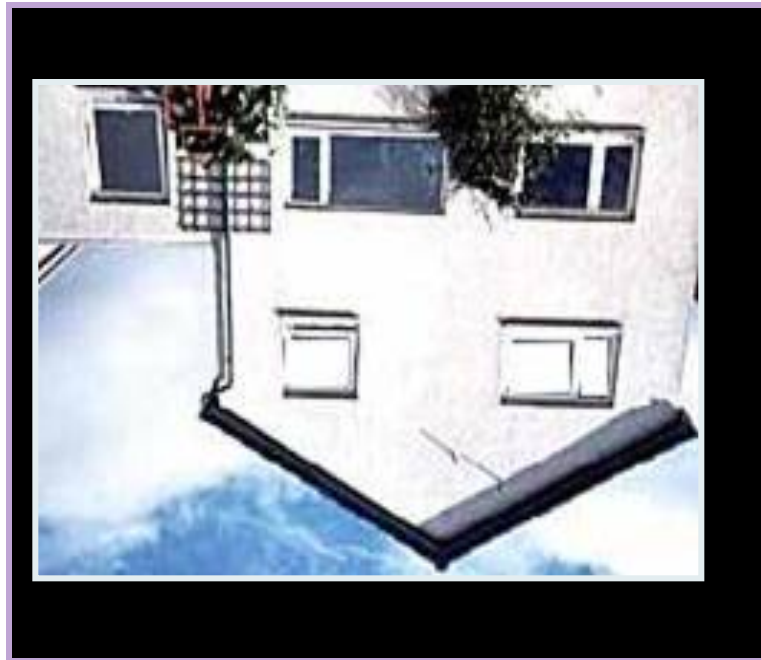


Meccanismi innati specializzati nel riconoscimento di volti?

Dati empirici

- pazienti neurologici con un deficit specifico nella capacità di riconoscere e discriminare i volti
- capacità dei bambini già dopo pochi giorni di vita di distinguere disegni di volti
- effetto inversione (è difficile riconoscere un viso, ancorché familiare, se capovolto; ciò non accade, per es., con una casa)
 - Si noti però che l'effetto inversione può essere appreso

Effetto inversione (oggetti)



Effetto inversione (oggetti)



Effetto inversione



Effetto inversione



Effetto inversione



Effetto inversione



Effetto inversione



Effetto inversione



Effetto inversione



L'illusione della Thatcher...

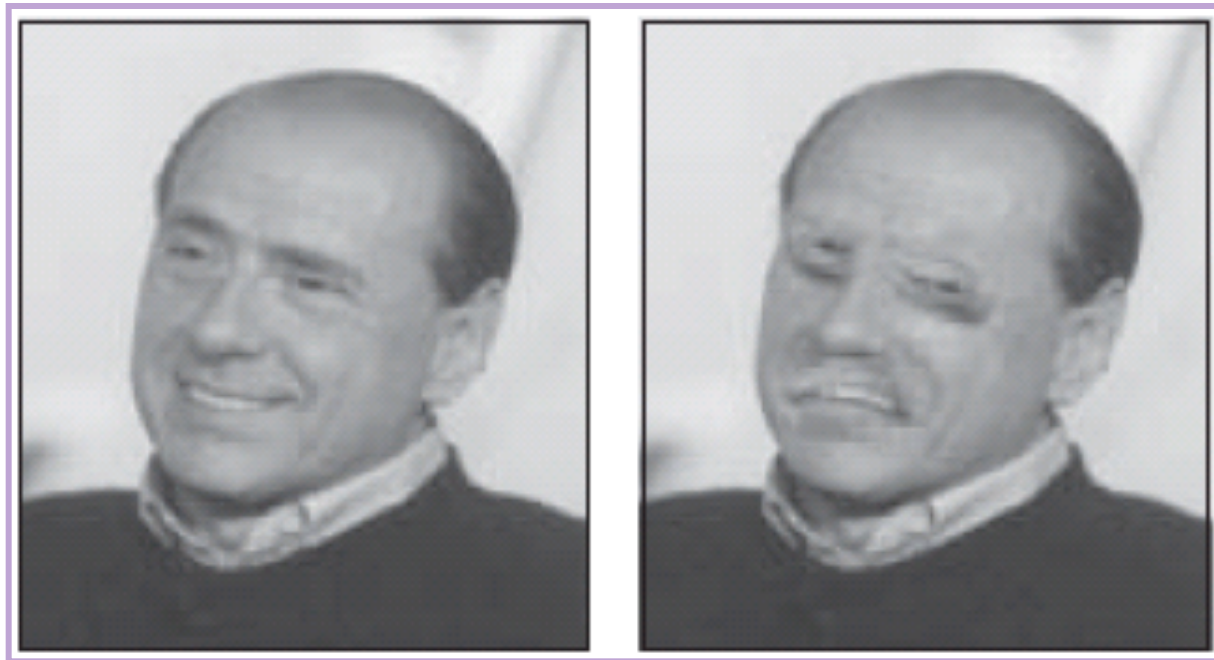
Effetto inversione



Effetto inversione



Effetto inversione



... o l'illusione del premier!

Effetto inversione (variante)



Percepire la funzione di oggetti sconosciuti

I processi considerati finora riguardano il riconoscimento di oggetti noti

Gli oggetti del tutto nuovi presuppongono una forma di riconoscimento che non comporti l'accesso a conoscenze già presenti in memoria

L' approccio ecologico di Gibson

Secondo Gibson nell' ambiente sono disponibili informazioni che specificano quali azioni possono essere svolte su un oggetto (affordances), per es. l' informazione che un oggetto può essere afferrato con la mano o può essere utilizzato per sedersi sopra

- Queste informazioni possono essere raccolte direttamente senza bisogno di attingere a rappresentazioni interne

L'approccio ecologico di Gibson: esempi di *affordance*



Come si impugna questa macchina fotografica?



Come si ingrandiscono i dettagli del paesaggio?