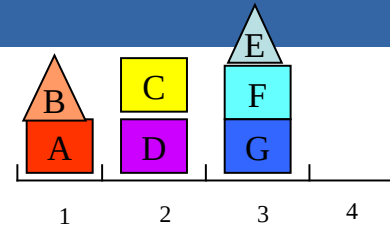
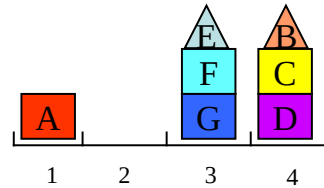


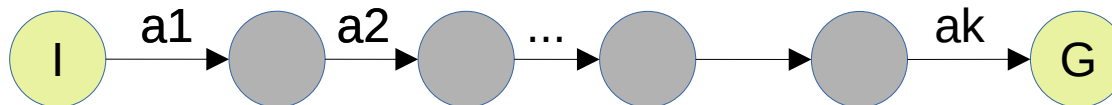
Mondo dei blocchi



- L'agente percepisce la situazione iniziale
- Di suo, non fa nulla
- Per agire occorre descrivere un obiettivo (goal = stato di cose da rendere vero)



- L'agente costruirà i passi, il programma, per andare dalla situazione iniziale a quella goal

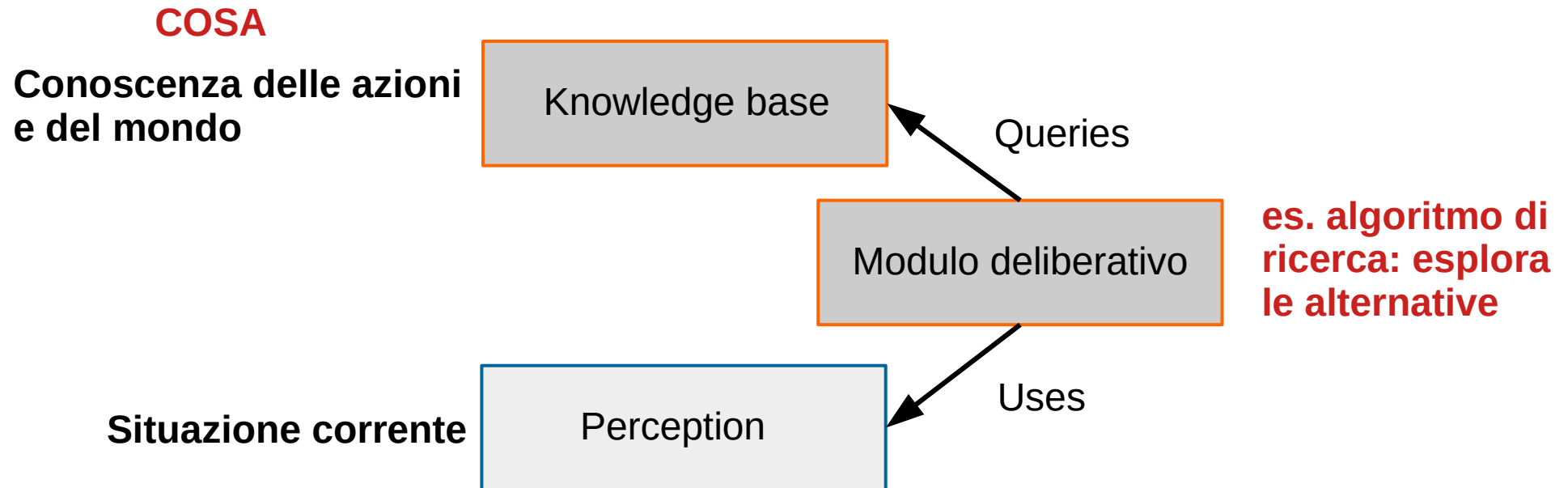


- **Conoscenza** delle **azioni** e di come cambia il **mondo** quando l'agente esegue tali azioni

a1: applicabile?
effetti?

- **Ragionamento**: determinare quali azioni avvicinano/conducono al goal

Approccio dichiarativo

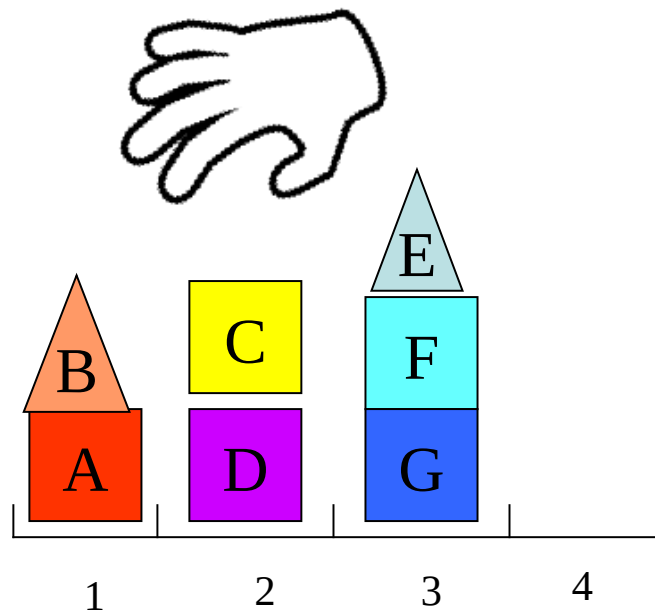


Agente cerca soluzione

Localmente molte mosse possibili, nello stato iniziale:

- 1) Prendi(B)
- 2) Prendi(C)**
- 3) Prendi(E)

Solo **qualcuna utile** per raggiungere stato finale, **come scegliere?**



Soluzione trovata dall'agente

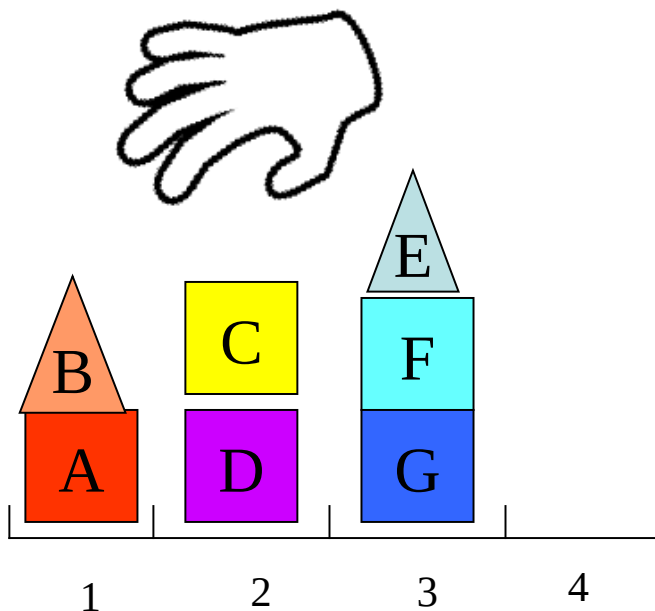
Soluzione come **sequenza di passi**, esempio:

Prendi(C), Metti(C,4), Prendi(B), Impila(B,D), Prendi(C), Impila(C,A), Prendi(B), Impila(B,C), Prendi(D), Metti(D,4), Prendi(B), Metti(B,2), Prendi(C), Impila(C,D), Prendi(B), Impila(B,C)

Il programma dell'agente identifica la sequenza di passi da applicare

È un programma che costruisce un programma

Elabora della conoscenza: descrizione delle possibili mosse



Soluzione trovata dall'agente

Possono esistere più soluzioni alternative?

Tra molte soluzioni, qual è la migliore?

Toy problem vs real-world problem

Mondo dei blocchi: problema giocattolo

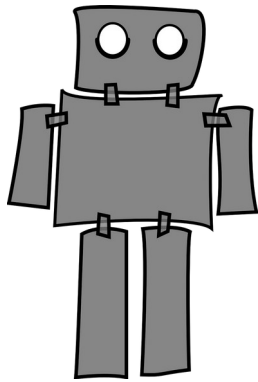
Cosa succede se ci spostiamo nel mondo reale?

Quanto è difficile attraversare una strada?



Da toy problem a real-world problem

Focalizziamoci su di un solo problema ...



Come programmo un agente artificiale in grado di:

- Identificare un passaggio pedonale
- Rilevare possibili ostacoli
- Rilevare oggetti in movimento
- Rilevare segnali significativi
- Costruire un piano d'azione

PERCEPIRE

COSA?

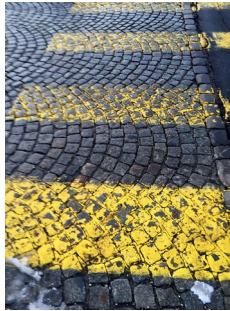
COME?

DATI O INFORMAZIONI?

In un ambiente

- Complesso
- Parzialmente prevedibile
- Parzialmente collaborativo

Un esempio: identificare un passaggio pedonale



Prospettiva

Colore

Qualità dell'immagine

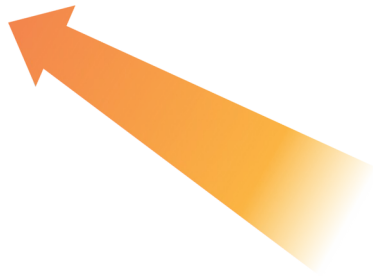
Estrazione dal contesto

Modi alternativi di rappresentare la stessa cosa

Un esempio: identificare un passaggio pedonale



Supponiamo di avere catturato questa immagine con una telecamera. Noi vediamo delle strisce bianche sul manto stradale, ma cosa “vede” la telecamera?

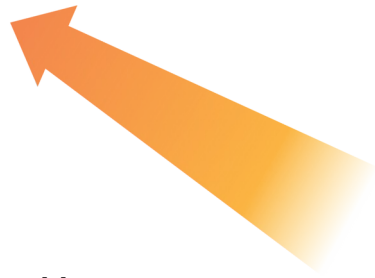


Pixel, codifiche numeriche di colori con i quali l'immagine è approssimata

Un esempio: identificare un passaggio pedonale



“vedere” non è incamerare dati
ma elaborare quei dati in
informazioni secondo modelli che
noi umani (e molti animali)
sappiamo costruire
autonomamente



La telecamera cattura
approssimazioni digitali **che noi
interpretiamo** come immagini



**NB: “Vediamo” le strisce solo
quando ci interessa
attraversare**

Da automazione ad **autonomia**

- **Automazione**: ormai standard in molte attività diverse
 - Si deve programmare il computer (il device) a fare ogni passo
 - Applicabile in domini fortemente ripetitivi (robot di saldatura in ambiente industriale)
- **Autonomia**: un agente artificiale riceve compiti ad alto livello, l'utente demandando all'agente la risoluzione

Agente autonomo

- In quanto agente ha capacità di azione
- Se è autonomo:
 - Riceve solo compiti ad alto livello
 - Ragiona ed esplora alternative (molte mosse possibili ad ogni istante, numero esponenziale di possibilità da esplorare)
 - Riconosce quando non si può andare avanti su una strada
 - Riconosce che si è già stati in quella situazione
 - Semplificando, prima ragiona e poi agisce (esegue il programma che si è inventato)

Autonomia e controllabilità

**Gli agenti autonomi come percepiti
al di fuori della comunità di AI:**

a **self-conscious, uncontrollable** entity
whose *autonomy emerges as a property*
“extra-program”.



Un agente può prendere delle iniziative che non erano
precedentemente codificate nel suo programma

Autonomy and controllability

Gli agenti autonomi come percepiti
al di fuori della comunità di AI:

a self-conscious, uncontrollable entity
whose autonomy emerges as a property
“extra-program”.

LEGGENDA



An agent can take initiatives that were not
previously encoded in its process

In AI, gli agenti autonomi sono **un modo di concepire i programmi**, in cui controllo e logica (o modello) sono chiaramente separati

Un agente fa **sempre** ciò che è programmato a fare

Da automazione ad autonomia



Metro, rover, auto senza guidatore sono esempi di agenti autonomi che eseguono **compiti simili** in **ambienti differenti**, richiedendo così diversi gradi di autonomia



Cogliamo un'intuizione!



Metropolitana automatica



- Ambiente “semplice”
- Azione successiva computata in modo deterministico

Ambiente:

una rotaia, un punto di partenza, uno di arrivo

Sensori:

velocità, accelerazione, posizione, porte

Azioni:

Accelera (decelera)

Agent loop:

- 1) Leggi i sensori
- 2) Applica la funzione di controllo a letture + posizione della prossima fermata e calcola la prossima accelerazione (decelerazione)
- 3) Applica l'azione calcolata

Rover su Marte: parzialmente autonomo



- Ambiente ancora “semplice”:
no altri agenti, no fenomeni atmosferici strani
- Nozione di “goal programmabile”: operatore umano assegna goal (destinazione)
- **radio signal delay avg ~14 minute** ⇒ al rover è necessaria autonomia per condurre l'esplorazione

Ambiente:

una piana (più o meno), qualche roccia intorno

Sensori:

distanza, contatto, telecamera, velocità, accelerazione, posizione, ...

Azioni:

Accelera (decelera), gira

Agent loop:

- 1) Leggi i sensori
- 2) Applica la funzione di controllo a letture e calcola la prossima accelerazione (decelerazione)
- 3) Applica l'azione calcolata

Auto senza guidatore



- Ambiente complesso: molti altri agentis, imprevedibile
- goal (destinazione) fornito dall'operatore

Ambiente:

strada affollata di auto, pedoni, cani, ...
condizioni atmosferiche (pioggia), giorno/notte
...

Sensori:

distanza, contatto, telecamera, velocità, accelerazione, posizione, ...

Azioni:

Accelera (decelera), gira

Agent loop:

- 1) Leggi i sensori
- 2) Applica la funzione di controllo a letture e calcola la prossima accelerazione (decelerazione)
- 3) Applica l'azione calcolata

Fare la cosa giusta: cosa vuol dire?

- La **funzione deliberativa** di un agente determina le azioni che saranno eseguite
- In termini informali un agente è **razionale** quando “*fa la cosa giusta*”, cioè opera per conseguire il “successo”
- Occorre una guida: una **misura di prestazione**
- Tale misura dipende *dall'effetto* che si desidera conseguire

Comportamento razionale

Il **comportamento razionale** di un agente dipende da 4 fattori:

1. Azioni nelle facoltà dell'agente
2. Misura della prestazione
3. Conoscenza dell'ambiente
4. Percezione

Un **agente razionale** dovrebbe scegliere sempre un'azione che massimizza la misura di prestazione attesa, data la particolare sequenza percettiva in oggetto e le informazioni derivabili dalla conoscenza dell'ambiente

Ragionare basta?

- **NO!**
 - In presenza di incertezza
 - In un mondo non completamente conosciuto
 - In presenza di altri agenti (persone o robot)
- **OCCORRE COMBINARE:**
 - Azioni (che modificano il mondo)
 - Percezioni sul mondo
 - Ragionamento

Esempio pratico: miniere automatizzate



Komatsu driverless trucks at work

Esempi di automatic mines / mining companies:

- Rio Tinto Group (Australia),
- Bingham Canyon Mine (Utah)
- EEP Elektro-Elektronik Pranjin (azienda tedesca che automatizza miniere in Cina)

Per i curiosi: <https://www.asirobots.com/mining/>

- Autonomous drilling and blasting
- Fleet control
- Autonomous haulage
- Obstacle avoidance and navigation
- ...

Esempio pratico: miniere automatizzate

Obstacle Detection & Avoidance



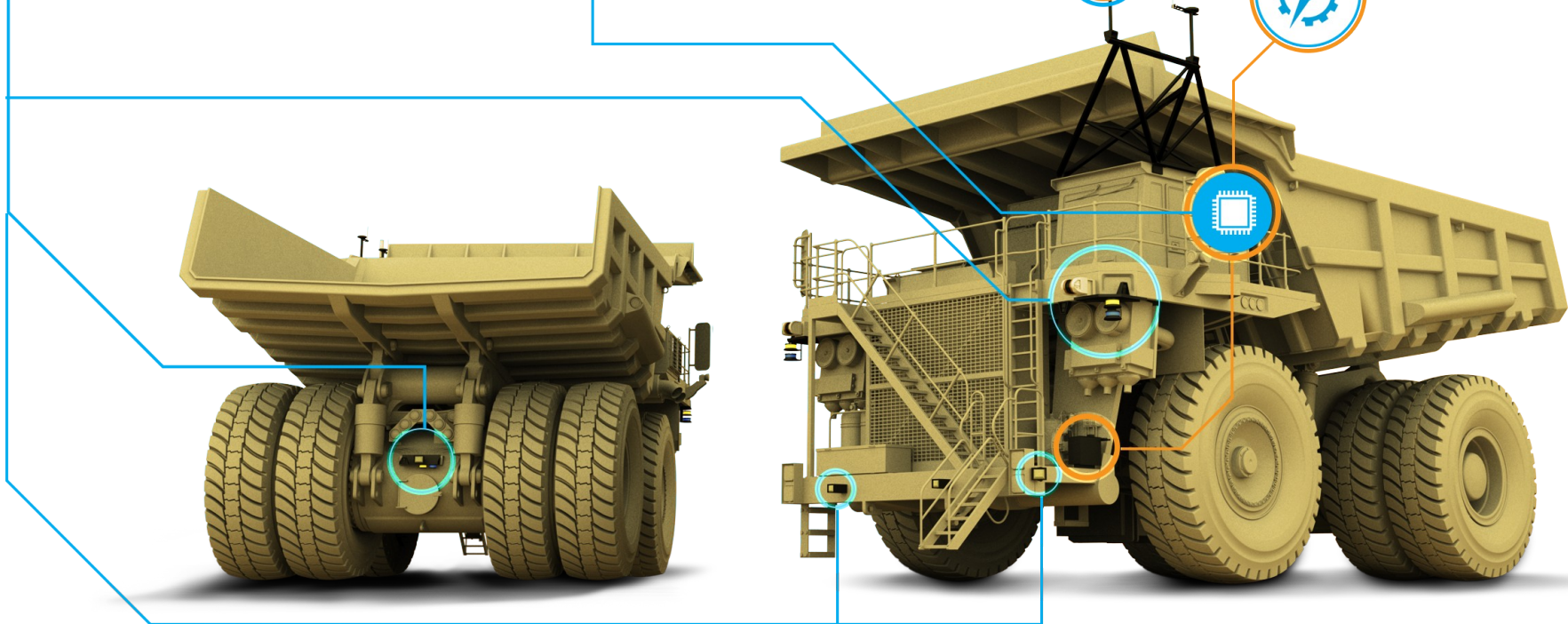
On-board Control



Communications



Mobius® for Mining



Torniamo ai due approcci

Approccio forte

- Simulare il ragionamento umano (comportamento) nel risolvere il compito intelligente
- Scienze cognitive, scienze della mente

Approccio debole

- Sviluppare un sistema artificiale che è in grado di risolvere un compito che se risolto da esseri umani è considerato intelligente
- Valutazione di tipo funzionale (soluzione simile a quella fornita da essere umano competente)

- Sistemi che *pensano come esseri umani*
 - Haugeland, 1985: l'eccitante nuovo tentativo di far sì che i computer arrivino a pensare ... macchine dotate di mente, nel pieno senso della parola
 - Bellman, 1978: L'automazione delle attività che associamo al pensiero umano, come il processo decisionale, la risoluzione di problemi, l'apprendimento

- Sistemi che *agiscono come esseri umani*
 - Kuzweil, 1990: L'arte di creare macchine che eseguono attività che richiedono intelligenza quando vengono svolte da persone
 - Rich e Knight, 1991: Lo studio di come far eseguire ai computer le attività in cui, al momento, le persone sono più brave

- Sistemi che *pensano razionalmente*
 - Charniak e McDermott, 1985: lo studio delle facoltà mentali attraverso modelli computazionali
 - Winston, 1992: lo studio dei processi di calcolo che rendono possibile percepire, ragionare, agire

- Sistemi che *agiscono razionalmente*
 - Poole et al., 1998: l'intelligenza computazionale è lo studio della progettazione di agenti intelligenti
 - Nilsson, 1998: L'IA riguarda il comportamento intelligente negli artefatti

Riproduzione di ...

Pensiero umano

Es. ragionamento logico sul fatto che c'è un attraversamento pedonale, che è sgombro e non ci sono auto in arrivo



Riproduzione di ...

Pensiero umano

Es. ragionamento logico sul fatto che c'è un attraversamento pedonale, che è sgombro e non ci sono auto in arrivo

Pensiero razionale

Es. realizzazione di una rete neurale che decide se vi siano le condizioni per attraversare o meno



Riproduzione di ...

Pensiero umano

Es. ragionamento logico sul fatto che c'è un attraversamento pedonale, che è sgombro e non ci sono auto in arrivo

Pensiero razionale

Es. realizzazione di una rete neurale che decide se vi siano le condizioni per attraversare o meno

Comportamento umano

Es. guardo a sinistra e a destra prima di attraversare



Riproduzione di ...

Pensiero umano

Es. ragionamento logico sul fatto che c'è un attraversamento pedonale, che è sgombro e non ci sono auto in arrivo

Pensiero razionale

Es. realizzazione di una rete neurale che decide se vi siano le condizioni per attraversare o meno



Comportamento umano

Es. guardo a sinistra e a destra prima di attraversare

Comportamento razionale

Es. un robot dotato di sonar schiva i passanti e le auto in modo diverso da come farebbe un umano

Riproduzione di ...

Pensiero umano (approccio forte)

Modellazione Cognitiva:
studio delle strutture e dei meccanismi
della mente (es. General Problem Solver
di Newell e Simon)

Pensiero razionale (approccio
debole)

Codifica formale del ragionamento
(es. Inferenza logica)

Comportamento umano
(approccio forte)

Test di Turing (1950): il comportamento è
umano se un esaminatore, dopo aver posto
alcune domande, non saprà distinguerlo
da quello umano

Comportamento razionale
(approccio debole)

Codifica di comportamenti che “fanno
la cosa giusta” ma non necessariamente
usando meccanismi umani o confondibili
con quelli umani



Quali problemi per l'AI?

- **Non è adatta là dove ci sono:**
 - ✗ modelli matematici precisi
 - ✗ metodi algoritmici specifici
- **È utile o necessaria quando:**
 - ✓ Problemi non deterministici
 - ✓ Molteplicità di soluzione
 - ✓ Preferenze sulle soluzioni
 - ✓ Dati di natura simbolica
 - ✓ Conoscenza ampia e incompleta
 - ✓ Informazione parzialmente strutturata
 - ✓ Interazione con ambiente e esseri umani

Discipline di fondamento

- **Filosofia**
- Matematica
- Economia
- Neuroscienze
- **Psicologia**
- Informatica
- Teoria del controllo e cibernetica
- Linguistica

Es. discipline di fondamento, filosofia

- Aristotele (Etica Nicomachea, Libro III):

i singoli uomini deliberano su ciò che può essere fatto da loro stessi [...]

Deliberiamo non sui fini, ma sui mezzi per raggiungerli. Infatti, un medico non delibera se debba guarire, né un oratore se debba persuadere, né un politico se debba stabilire un buon governo, né alcun altro delibera sul fine.

Ma, una volta posto il fine

- *esaminano in che modo e con quali mezzi questo potrà essere raggiunto:*
- *e quando il fine può manifestamente essere raggiunto con più mezzi, esaminano con quale sarà raggiunto nella maniera più facile e più bella;*
- *se invece il fine può essere raggiunto con un mezzo solo, esaminano in che modo potrà essere raggiunto con questo mezzo, e con quale altro mezzo si raggiungerà a sua volta il mezzo, finché non giungano alla causa prima, che, nell'ordine della scoperta, è l'ultima.*

Colui che delibera sembra che compia una ricerca ed una analisi nel modo suddetto, come per costruire una figura geometrica (ma è manifesto che non ogni ricerca è una deliberazione, per esempio quelle matematiche, mentre ogni deliberazione è una ricerca), è ciò che è ultimo nell'analisi è primo nella costruzione.

Es. discipline di fondamento, psicologia

- Come pensano gli esseri umani (e gli animali)?
- Nasce nel XIX secolo
- I primi modelli scientifici derivano dallo studio del comportamento degli animali
 - Es. Ivan Pavlov e lo studio dell'apprendimento tramite riflesso condizionato



Pavlov

- È possibile modificare il comportamento riflesso di un animale?
- l'aumento della salivazione è un riflesso naturale



Cane di Pavlov

Cannula per la saliva



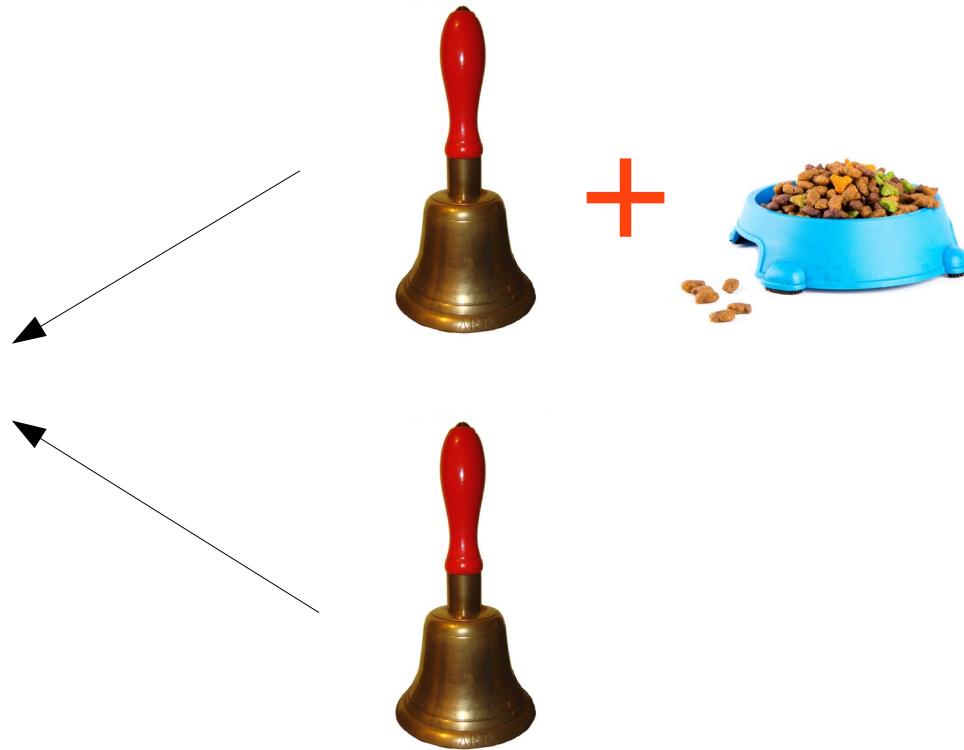
Stimolo incondizionato



Stimolo neutro

Foto cane: https://it.wikipedia.org/wiki/File:One_of_Pavlov%27s_dogs.jpg

Pavlov



Stimolo condizionato

Foto cane: https://it.wikipedia.org/wiki/File:One_of_Pavlov%27s_dogs.jpg

Discipline di fondamento, computer science

Pensiero umano

Modellazione Cognitiva:
studio delle strutture e dei meccanismi
della mente (es. General Problem Solver
di Newell e Simon)

Pensiero razionale

Codifica formale del ragionamento
(es. Inferenza logica)

AI, riproduzione di:

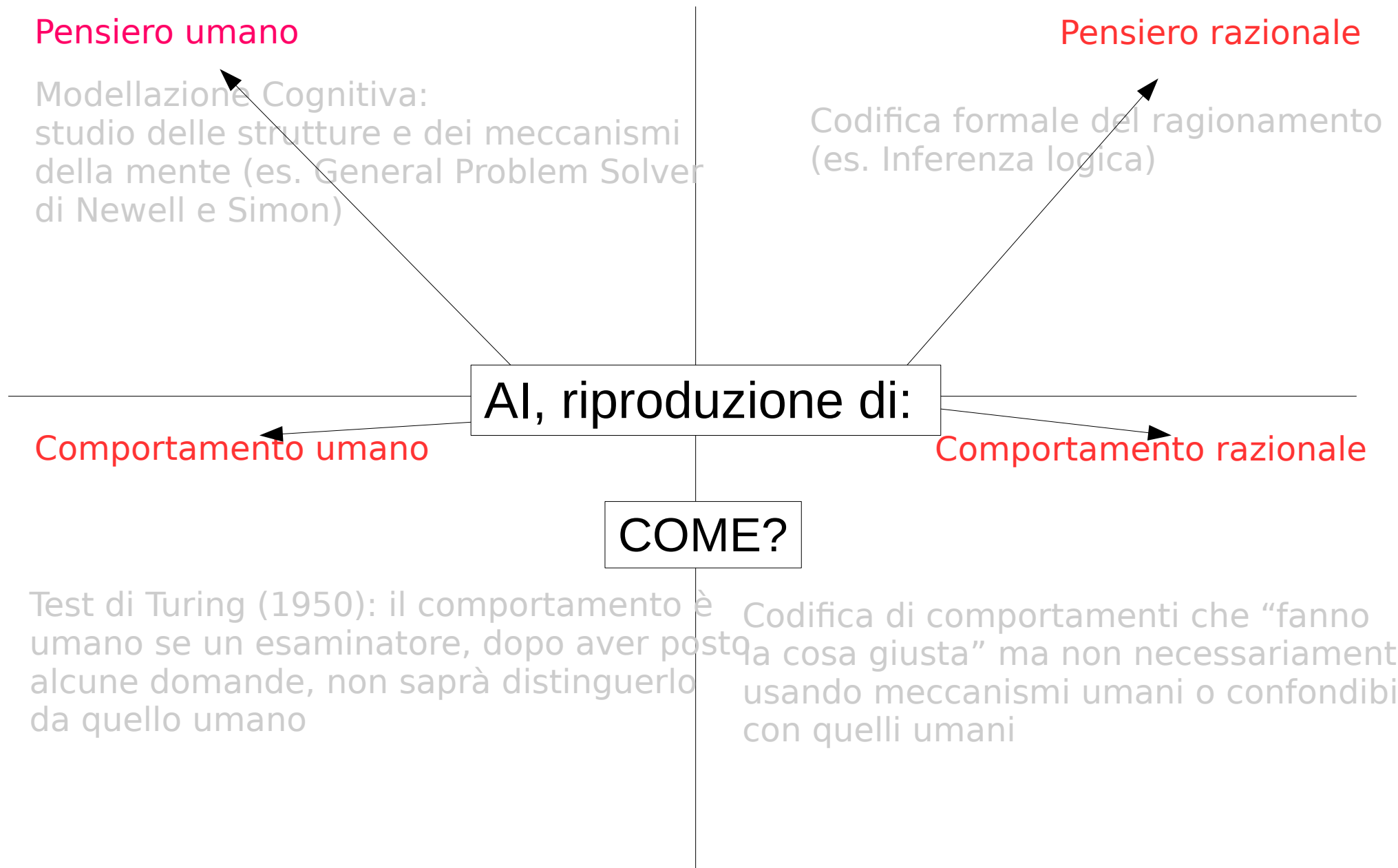
Comportamento umano

Test di Turing (1950): il comportamento è
umano se un esaminatore, dopo aver posto
alcune domande, non saprà distinguerlo
da quello umano

Comportamento razionale

Codifica di comportamenti che “fanno
la cosa giusta” ma non necessariamente
usando meccanismi umani o confondibili
con quelli umani

Discipline di fondamento, computer science



Risoluzione automatica di problemi

- In questa parte si affronta:
 - la problematica di come definire il concetto di problema e di soluzione,
 - di distinguere tra soluzione e soluzione ottima.
 - Esistono tre principali categorie di approcci alla risoluzione di problemi:
 - ricerca nello spazio degli stati
 - ricerca in spazi con avversario (giochi ad informazione completa)
 - risoluzione di problemi mediante soddisfacimento di vincoli