

Sistemi Intelligenti

Un'introduzione all'intelligenza artificiale

Presentazione

- Docente:
 - Cristina Baroglio
 - Ufficio 4
 - 011-6706703
 - cristina.baroglio@unito.it
- Corso:
 - 48 ore
 - Materiale delle lezioni:
 - <http://informatica.i-learn.unito.it>
 - Libro di testo:
Intelligenza Artificiale, un
approccio moderno (S. Russell,
P. Norvig) Prentice Hall
 - <http://aima.cs.berkeley.edu/>

http://www.di.unito.it/do/docenti.pl/Show?_id=cbarogli

Cos'è l'intelligenza artificiale?

Chiudi gli occhi ...

IA nell'immaginario



IA nell'immaginario

Risolve problemi
complessi



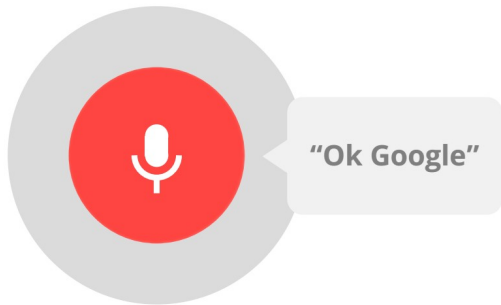
Robot
antropomorfo

Impara

IA nell'immaginario



Risolve problemi
complessi (?)

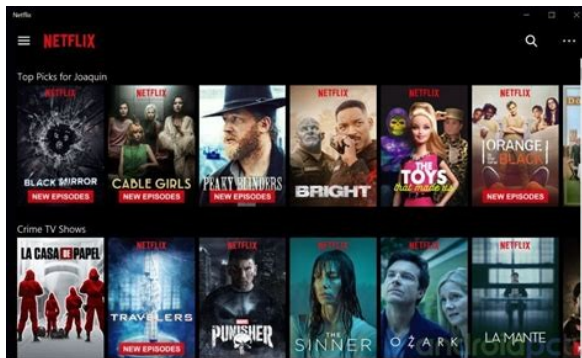


Robot
antropomorfo

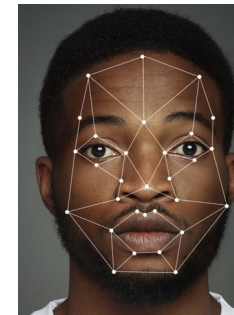
Impara

IA intorno a noi - esempi

TV / servizi di streaming



Macchine fotografiche / smartphone
(identificazione volti, cibo, tramonto, ...)



Social network
(annunci e suggerimenti personalizzati)

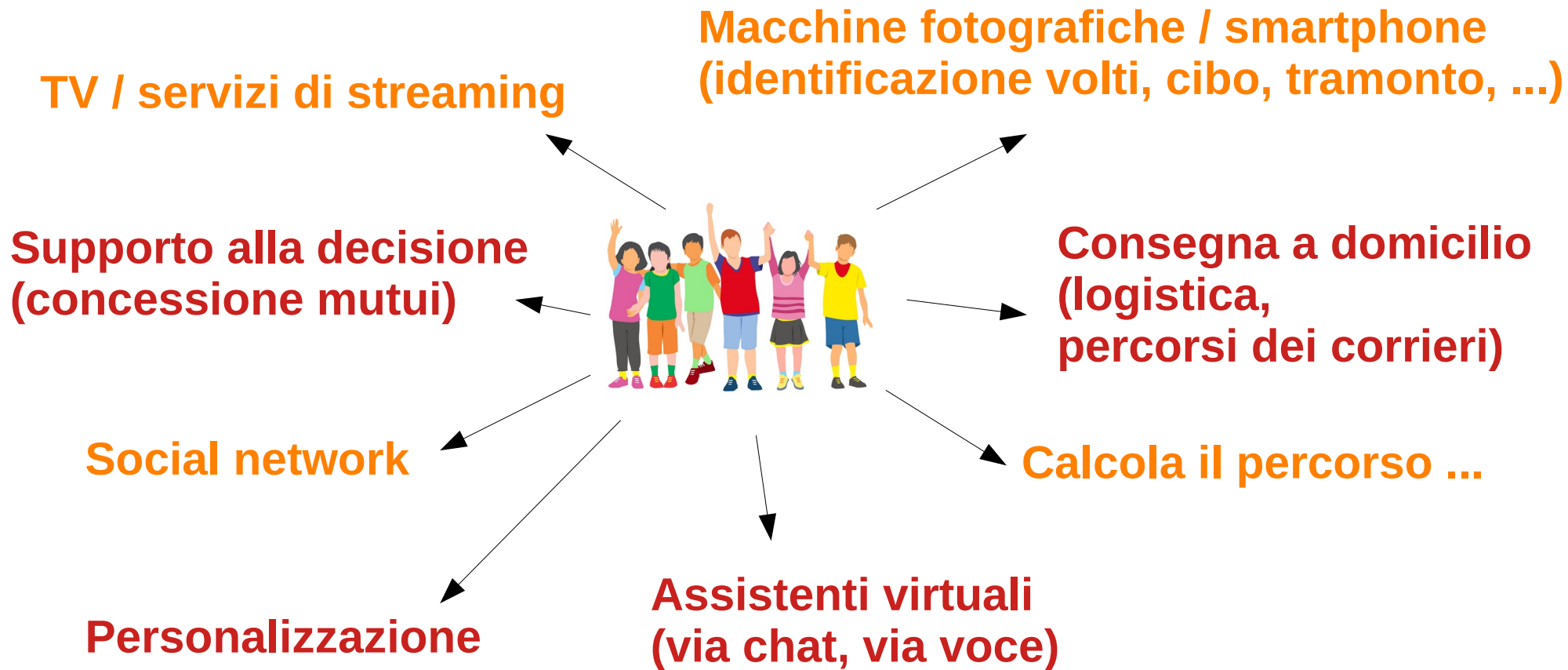


Assistenti virtuali
(via chat, via voce, mappe)



CONTATTO QUOTIDIANO MA INCONSAPEVOLE

IA intorno a noi (esempi)



Ricominciamo ...

Intelligenza ARTIFICIALE

Cos'è l'intelligenza artificiale?

Intelligenza ARTIFICIALE

1. a. Complesso di facoltà psichiche e mentali che **consentono all'uomo di pensare, comprendere o spiegare i fatti o le azioni, elaborare modelli astratti della realtà, intendere e farsi intendere dagli altri, giudicare, e lo rendono insieme capace di adattarsi a situazioni nuove e di modificare la situazione stessa quando questa presenta ostacoli all'adattamento;** propria dell'uomo, in cui si sviluppa gradualmente a partire dall'infanzia e in cui è accompagnata dalla consapevolezza e dall'autoconsapevolezza, è riconosciuta anche, entro certi limiti (memoria associativa, capacità di reagire a stimoli interni ed esterni, di comunicare in modo anche complesso, ecc.), agli animali

...

Cos'è l'intelligenza artificiale?

Intelligenza ARTIFICIALE

Non naturale, ottenuto con procedimenti tecnici

Intelligenza Artificiale

un concetto niente affatto recente

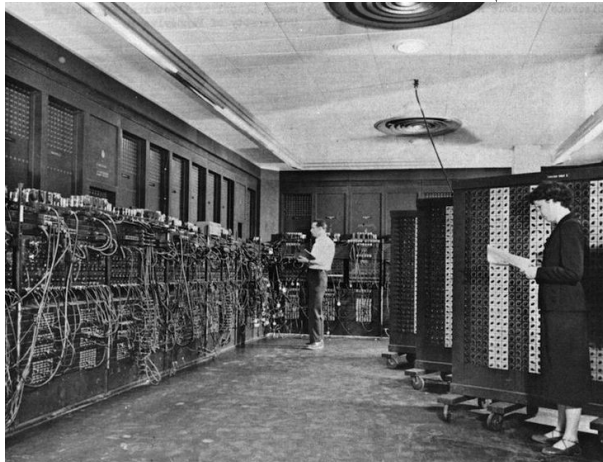
1936

Alan Turing
formalizza la
Turing Machine,
pietra miliare
dell'informatica

1950

Test di Turing:
quando un
computer può
dirsi intelligente?

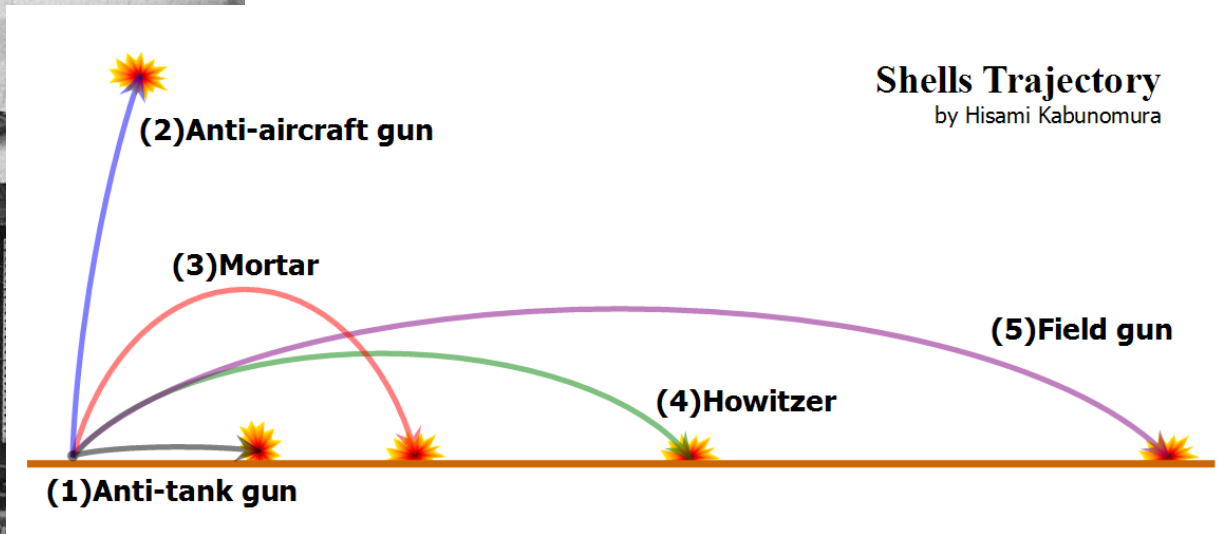
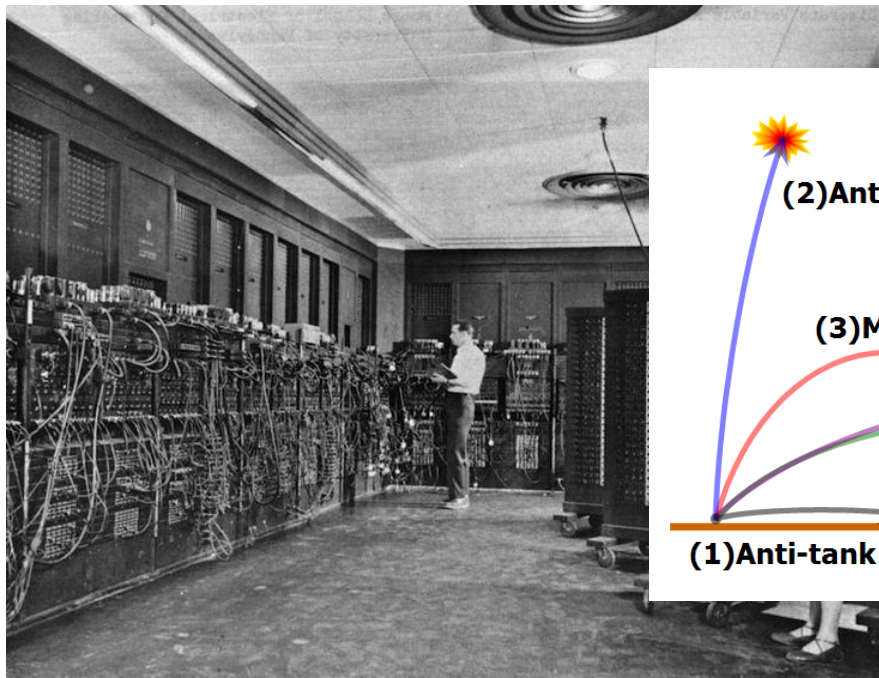
ENIAC
1940



UNIVAC
1951

Thinking Machines?

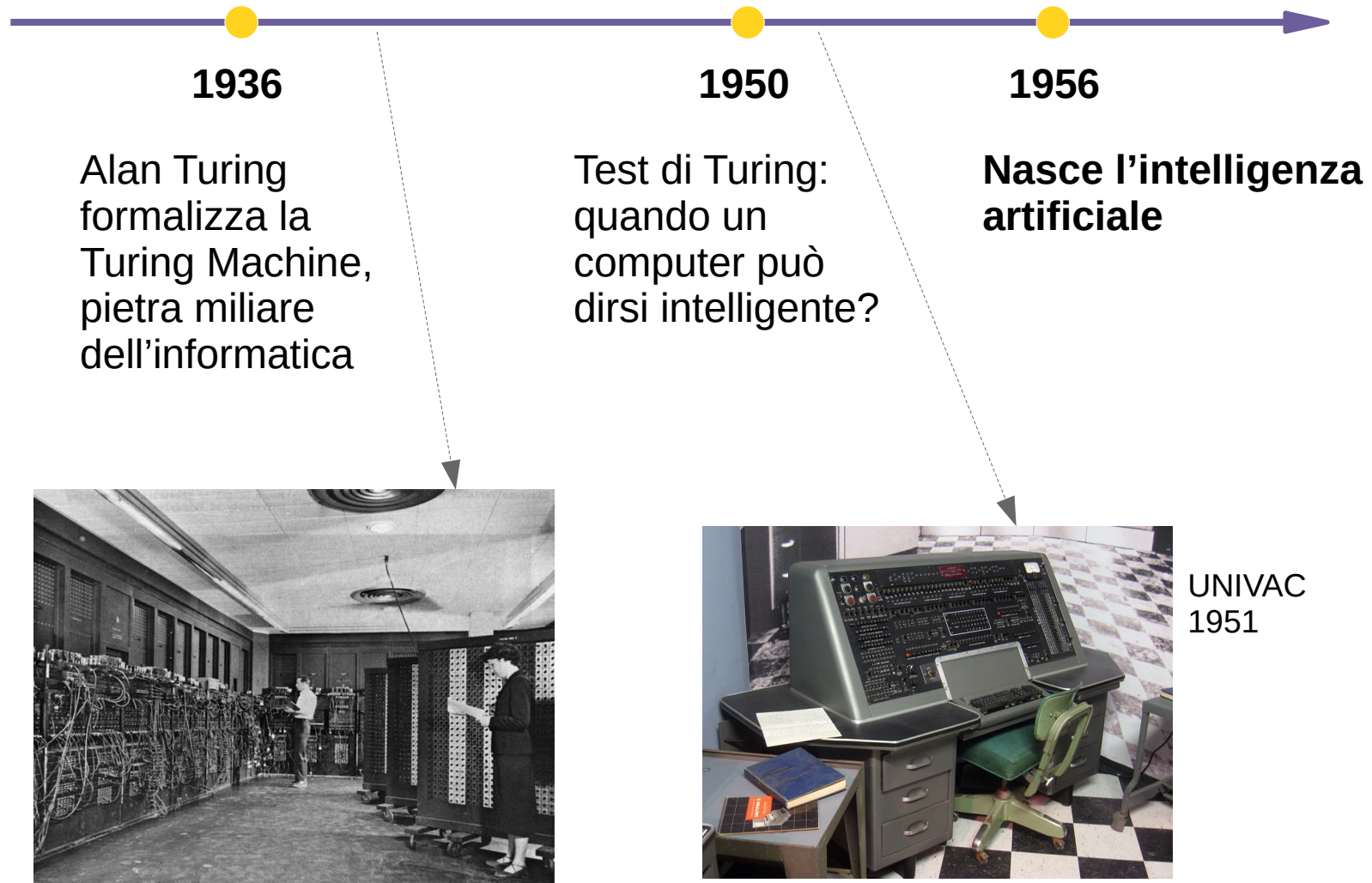
i primi computer calcolano funzioni complesse



Per calcolare funzioni complesse una persona deve usare pensiero e conoscenza
Il computer calcola funzioni complesse in maniera automatica
Il computer pensa (o potrebbe pensare)? È intelligente?

Intelligenza Artificiale

un concetto niente affatto recente



Anni '40: automazione del calcolo

Il computer esegue una sequenza di istruzioni predefinita


Non c'è un operatore

```
.model small
.stack 100h
.data
n db ?
somma db 0h
.code
inizio:
mov ax,@data
mov ds,ax

mov ah,01h          ; input di n
int 21h
sub al,30h
mov n,al
```


Automazione di attività umane complesse

il ruolo dell'informatica

- 
- **Automazione del calcolo**
da metà anni 50, pochi dati, molti calcoli
 - **Automazione di procedure amministrative e contabili**
da metà anni 60, pochi calcoli, grandi moli di dati alfanumerici
 - **Automazione di fabbrica**
da metà anni 70, primi robot industriali, ambiente predeterminato, real-time
 - **Automazione di ufficio**
da metà anni 80, primi PC, primi strumenti per utenti non esperti
 - **Automazione della ricerca delle informazioni**
da fine anni 90, Internet, WEB, motori di ricerca

Automazione è intelligenza?

Automazione è intelligenza?



Esegue un programma

È automatica

Automazione è intelligenza?

È automatica

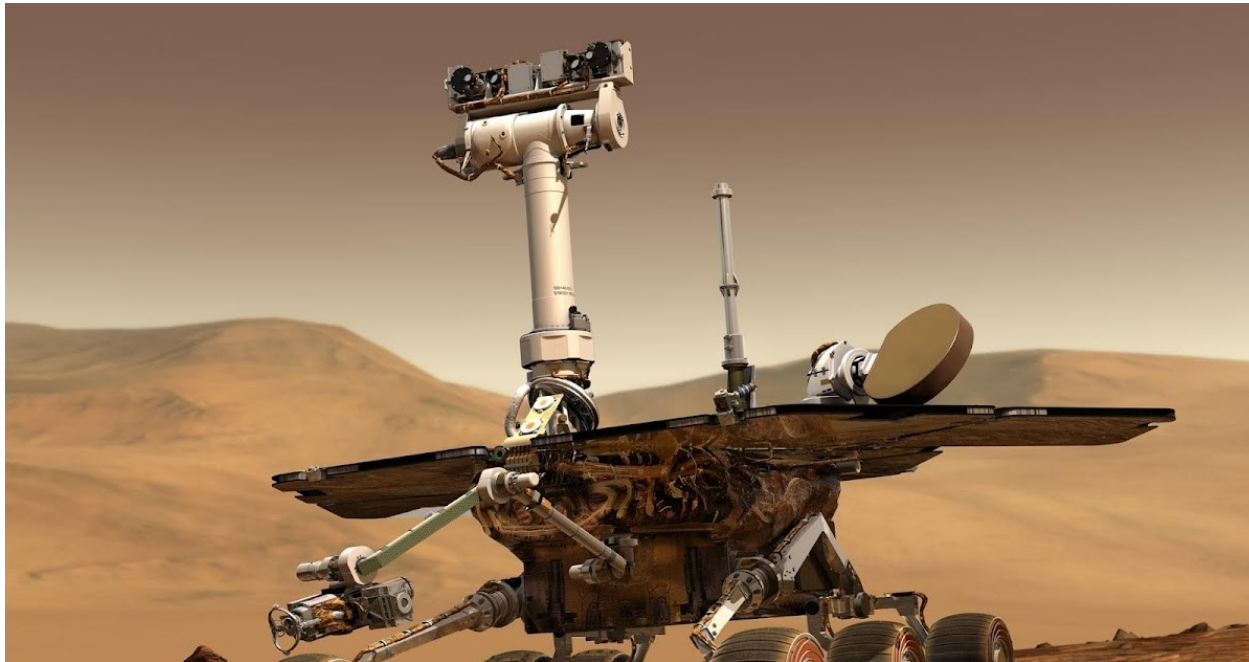
Si adatta



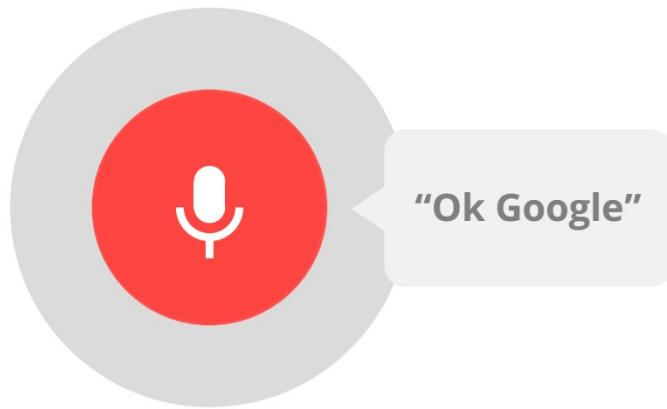
Automazione è intelligenza?

Esegue un programma?

È automatico?



Automazione è intelligenza?



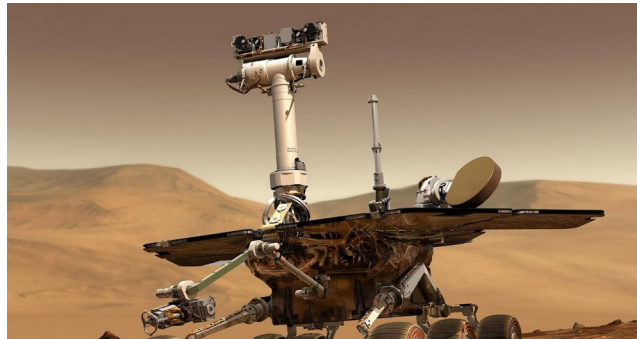
Eseguono un programma

Sono automatici?

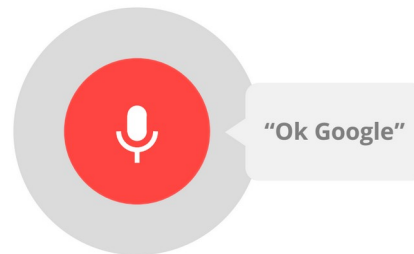
ChatGPT



Automazione è intelligenza?



Quando un programma
può dirsi intelligente?



Alan Turing



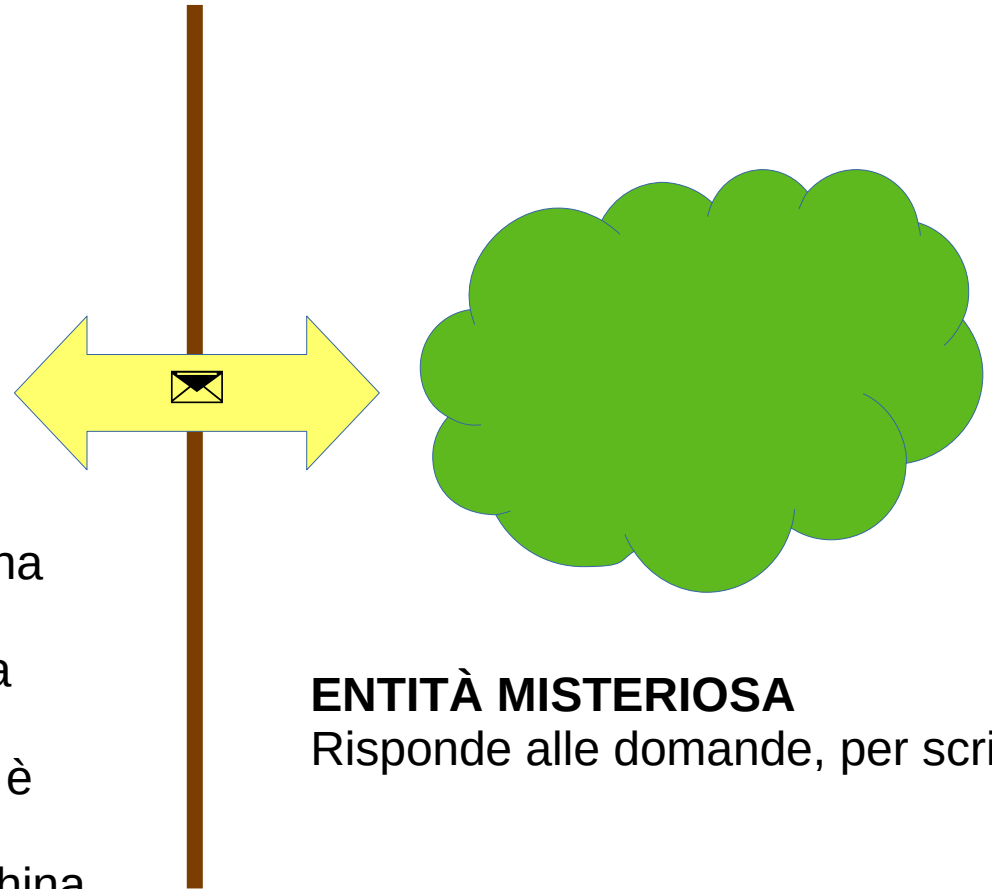
1950: The Imitation Game

test di Turing



INTERVISTATORE

- Deve dire se l'interlocutore è umano o una macchina
- Può porre tutte le domande che desidera su qualsiasi argomento, lo fa per scritto
- Quando si è fatto un'idea dice se l'entità è uomo o macchina
- Se dice uomo ed era macchina, la macchina ha superato il test



ENTITÀ MISTERIOSA

Risponde alle domande, per scritto

1950: The Imitation Game

test di Turing

Q: Please write me a sonnet on the subject of the Forth Bridge.

A : Count me out on this one. I never could write poetry.

Q: Add 34957 to 70764.

A: (Pause about 30 seconds and then give as answer) 105621.

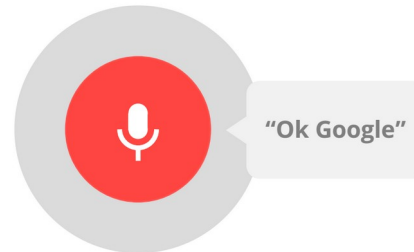
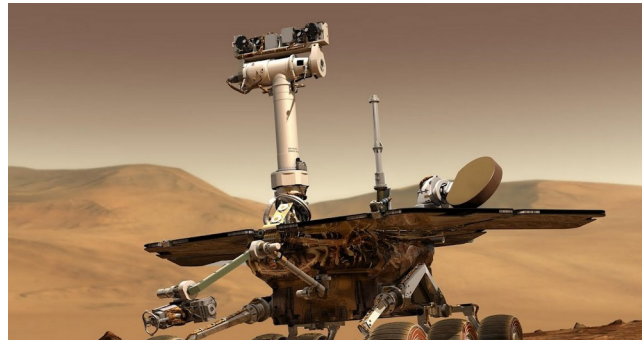
Q: Do you play chess?

A: Yes.

La macchina imita risposte plausibili per un essere umano.
Si comporta come se fosse un essere umano

1950: The Imitation Game

test di Turing



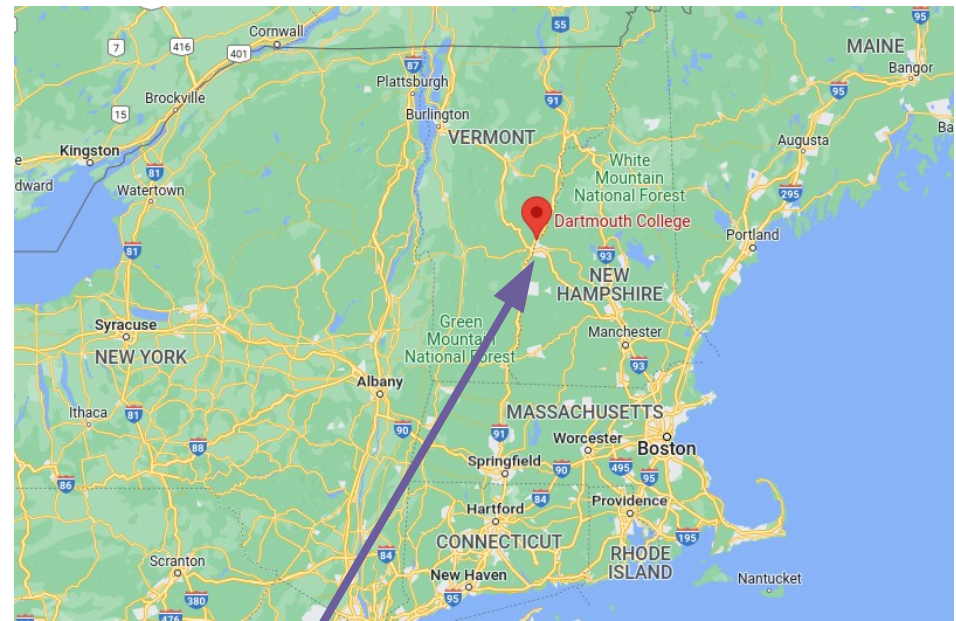
La macchina imita risposte plausibili da parte di un essere umano?
Si comporta come se fosse un essere umano?

Intelligenza Artificiale

un concetto niente affatto recente

Il termine nasce nel **1956** quando John McCarthy si fa promotore del **Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence**:

una ventina di ricercatori in varie discipline fa brainstorming per circa due mesi per ragionare sulle “thinking machines”

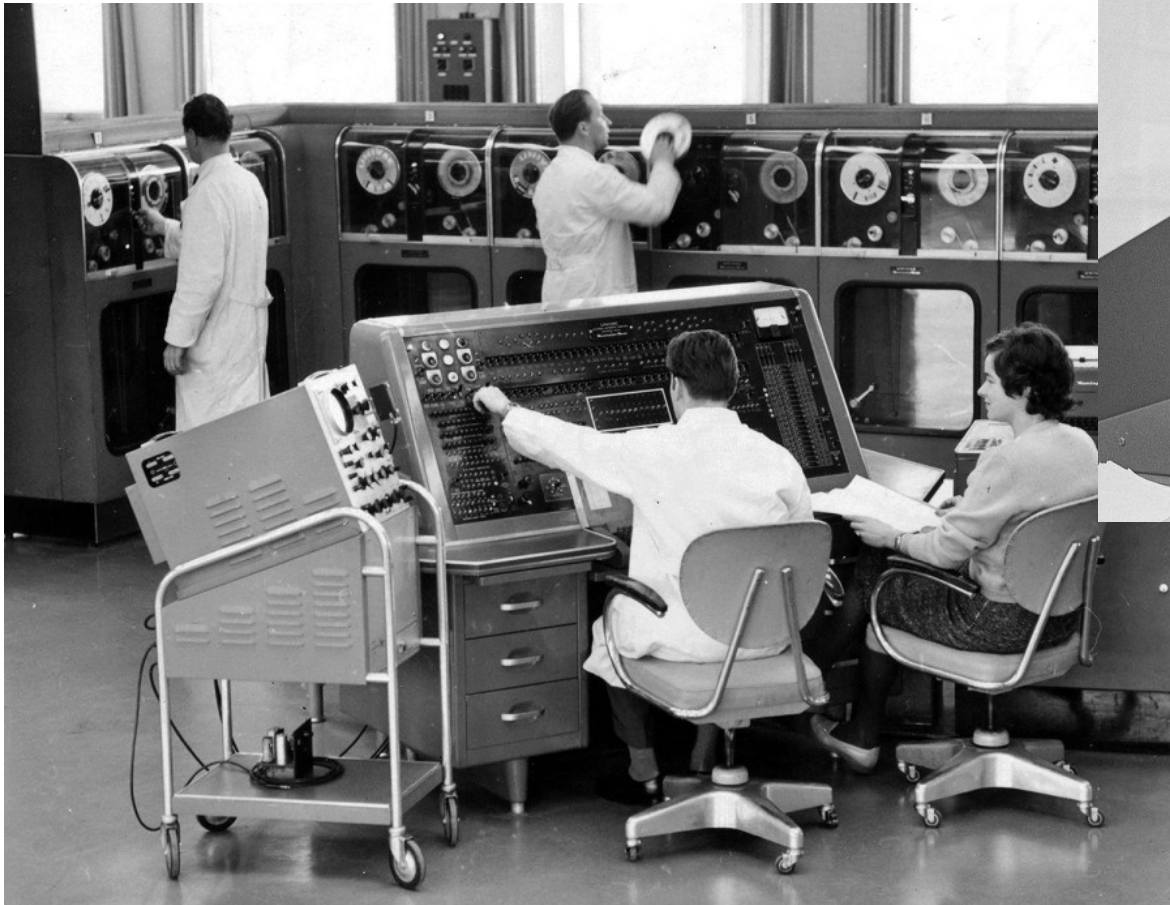


Ray Solomonoff, Marvin Minsky, Gloria Minsky, John McCarthy, Claude Shannon, Trenchard More, Nat Rochester, Oliver Selfridge, Julian Bigelow, W. Ross Ashby, W.S. McCulloch, Abraham Robinson, Tom Etter, John Nash, David Sayre, Arthur Samuel, Kenneth R. Shoulders, Alex Bernstein, Herbert Simon, Allen Newell, ... non ci sono Turing (mancato nel '54) e von Neumann (molto malato)

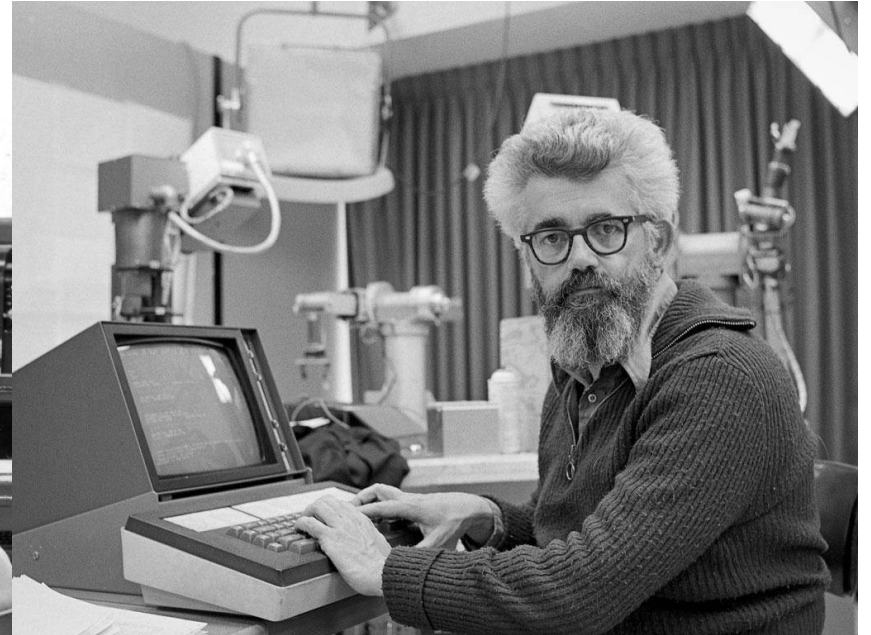
AI: carta di identità

- **Data e luogo di nascita dell'AI:**
 - **Dartmouth Conference (USA), 1956**
 - Nome scelto da **John McCarthy**
- **In precedenza (primi anni '50):**
 - **Una macchina può “pensare” ed essere considerata intelligente?**
 - Vari approcci: cybernetics, automata theory, complex information processing
 - **Turing Test**
- **Successivamente, primi anni '60:**
 - Primi tentativi (scacchi, giochi, dimostrazioni automatiche)

Il contesto



Computer nel 1956



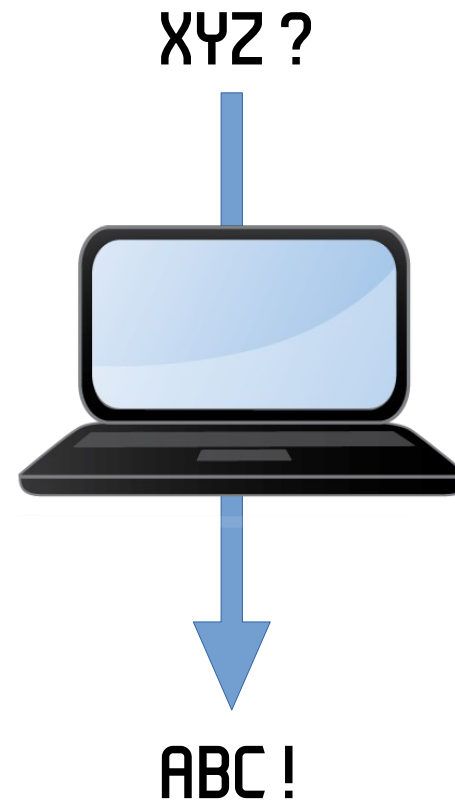
John McCarthy

Più precisamente

- I computer erano un po' diversi:
 - Niente tastiere, dischi magnetici, monitor
 - Al MIT: primi esperimenti con computer ad input diretto da tastiera (e non da schede perforate)
 - All'IBM: creazione dei precursori dei supporti di memoria a disco magnetico (invece dei nastri)

<http://www.computerhistory.org/timeline/1956/>

Il test di Turing cattura davvero l'intelligenza?



Basta produrre gli *output attesi* per dire che vi è comprensione?

Intelligenza => intenzionalità, comprensione

Dove si trova Torino?

- ☐ In Lombardia
- ☒ In Piemonte
- ☐ In Liguria

Valeria ha studiato geografia e sceglie senza esitazione la risposta giusta

Dove si trova Torino?

- ☐ In Lombardia
- ☒ In Piemonte
- ☐ In Liguria

Rossella ha tirato a caso ed è stata fortunata

Intelligenza => intenzionalità, comprensione

Dove si trova Torino?

- ☐ In Lombardia
- ☒ In Piemonte
- ☐ In Liguria

Valeria ha studiato geografia e sceglie senza esitazione la risposta giusta

Ha delle conoscenze che ha usato, insieme a delle regole di ragionamento, per produrre la risposta. Ha collegato la richiesta della domanda alle conoscenze possedute

Dove si trova Torino?

- ☐ In Lombardia
- ☒ In Piemonte
- ☐ In Liguria

Rossella ha tirato a caso ed è stata fortunata

Non ha alcuna conoscenza. Non è in grado di collegare la domanda al contesto, non la capisce. Non sceglie una certa risposta perché la immagina giusta

Test di Turing: intelligenza e comprensione

Il fatto che di fronte agli stessi input un uomo e un computer producano gli stessi output significa che entrambi capiscono cosa stanno facendo?

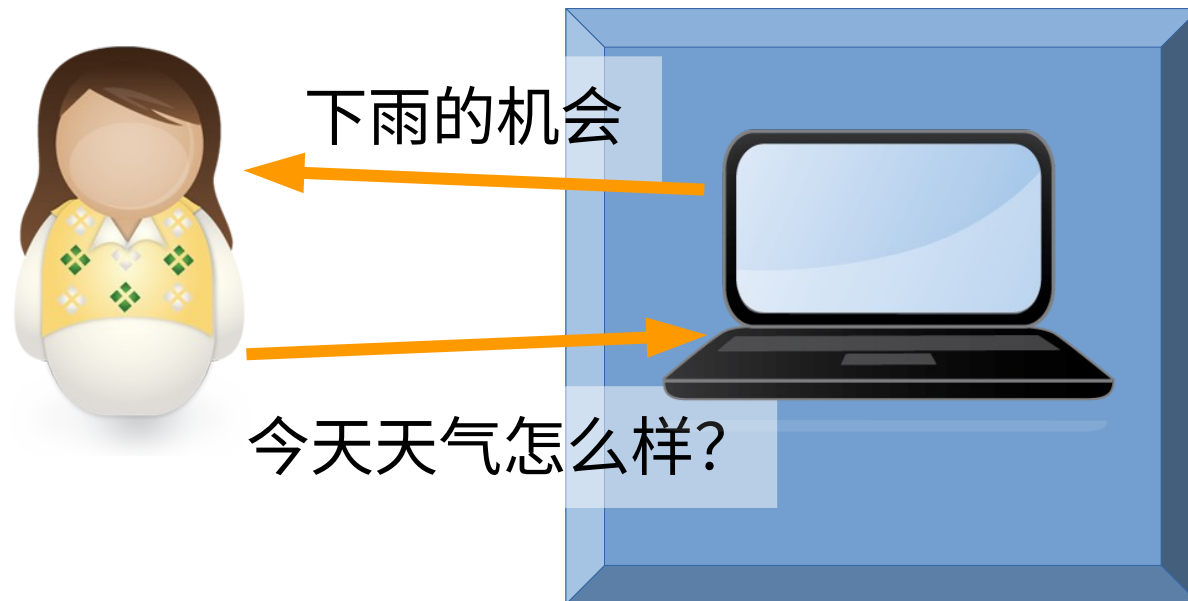
Searle, John. R. (1980) *Minds, brains, and programs*.
Behavioral and Brain Sciences 3 (3): 417-457



Esperimento della stanza cinese (John Searle)

Una persona interagisce con un computer, programmato per rispondere con certi ideogrammi cinesi ad altri ideogrammi cinesi ricevuti in input.

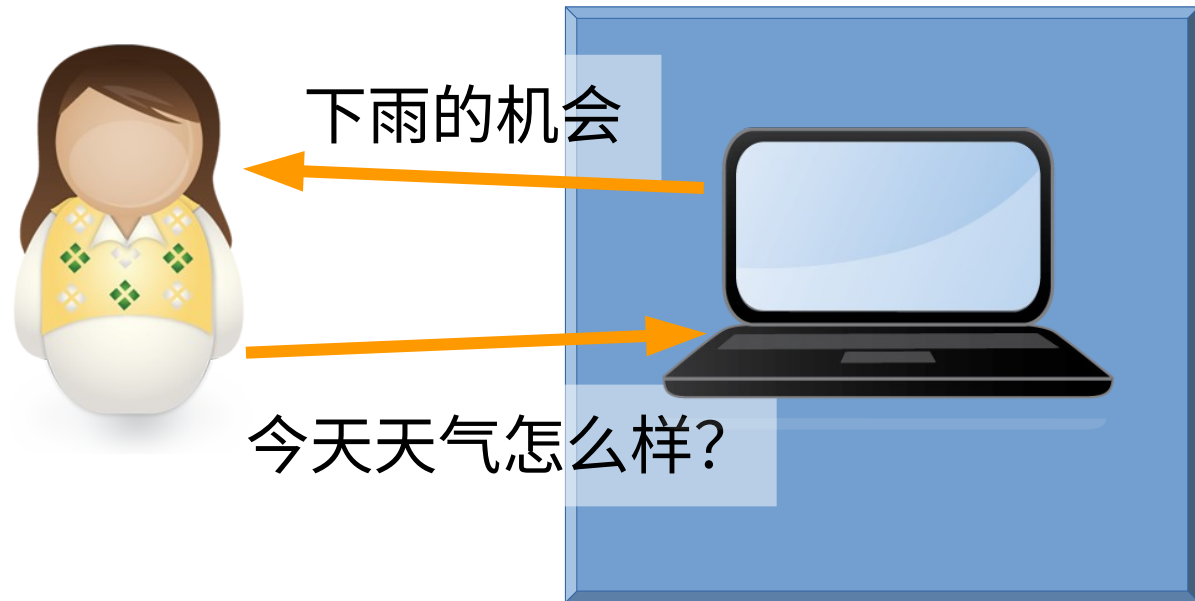
La persona non vede il suo programma



Esperimento della stanza cinese (John Searle)

**Il computer
parla cinese?**

Lo capisce?

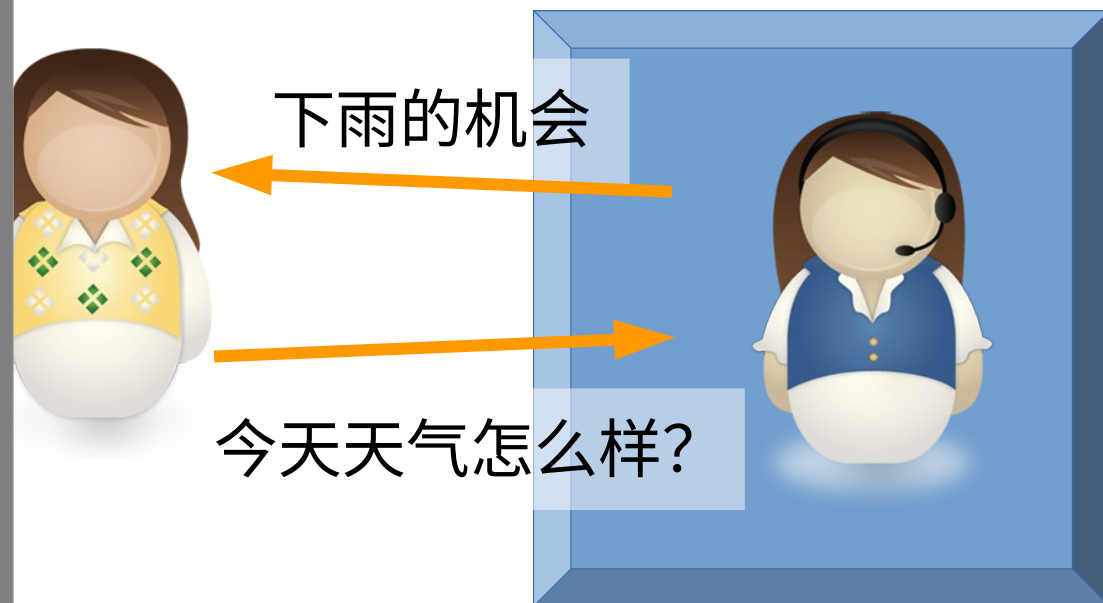


domande	risposte
-	-
-	--

Esperimento della stanza cinese (John Searle)

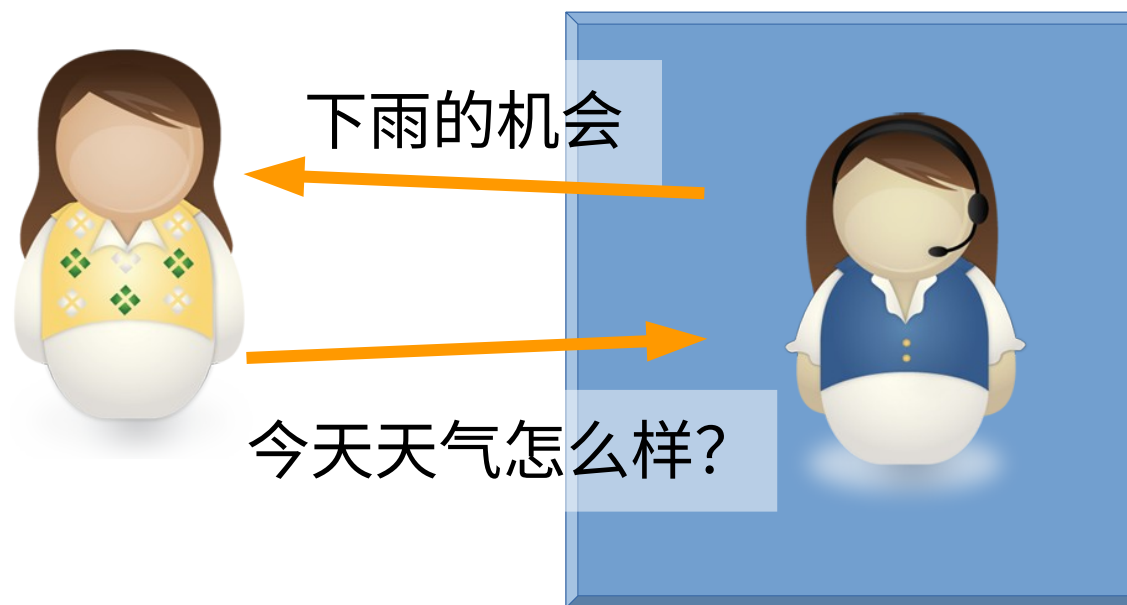
Una **persona** chiusa in una stanza ha istruzioni per rispondere con certi ideogrammi cinesi in risposta ad altri ideogrammi cinesi

Parla cinese?
Lo capisce?



domande	risposte
-	-
-	--

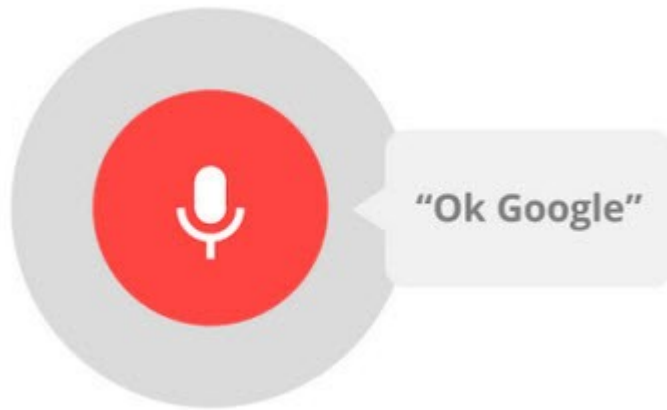
Consapevolezza? Intenzionalità?



domande	risposte
-	-
-	--

“Instantiating a computer program is never by itself a sufficient condition of intentionality”

Sono intelligenti?



Impressionante

Capiscono quel che dite ... *oppure no?*

By ChatGPT - This vector image includes elements that have been taken or adapted from this file:, Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=128598384>

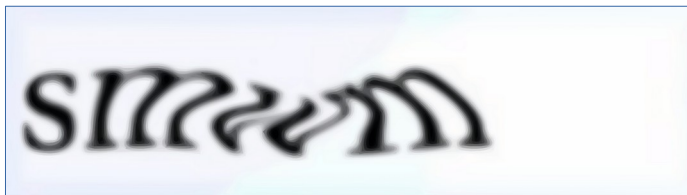
Test di Turing inverso

“Completely Automated Public Turing-test to tell Computers and Humans Apart”

Test di Turing inverso

“Completely Automated Public Turing-test to tell Computers and Humans Apart”

C.A.P.T.C.H.A.



Usato per intercettare bot (programmi) che cercano di accedere a form o a dati

Di No original authorship - File:Captcha.jpg Obtained from en:Captcha.jpg, Pubblico dominio,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15762011>

1997, sviluppato nel contesto del programma AltaVista, uno dei primi motori di ricerca

Strong e weak AI

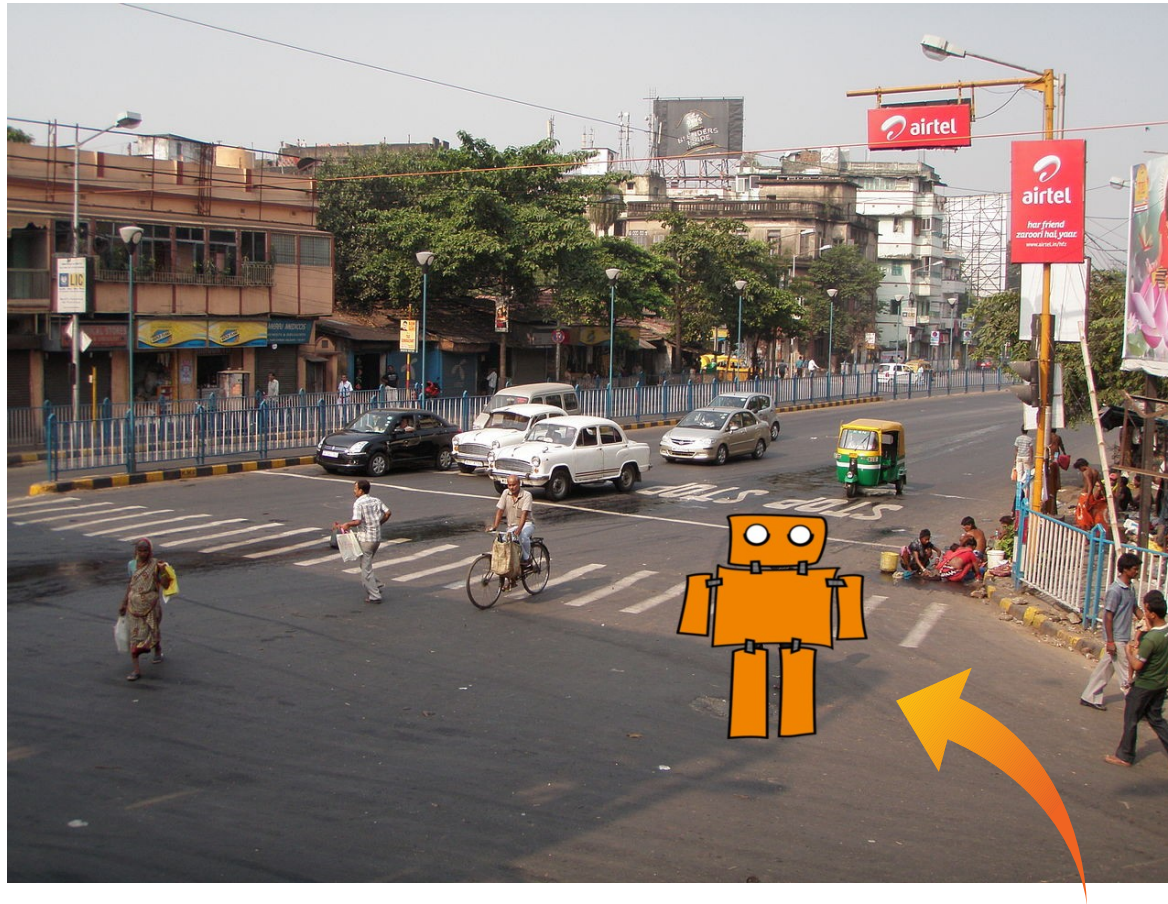
- 1) **Strong AI:** è possibile riprodurre l'intelligenza umana?
 - Studio del pensiero e del comportamento umano (scienze cognitive)
- 2) **Weak AI:** è possibile trovare dei modi per risolvere problemi che, se risolti dagli esseri umani richiederebbero intelligenza?
 - task-oriented, studio del pensiero e del comportamento razionale

Quanto è difficile attraversare una strada?



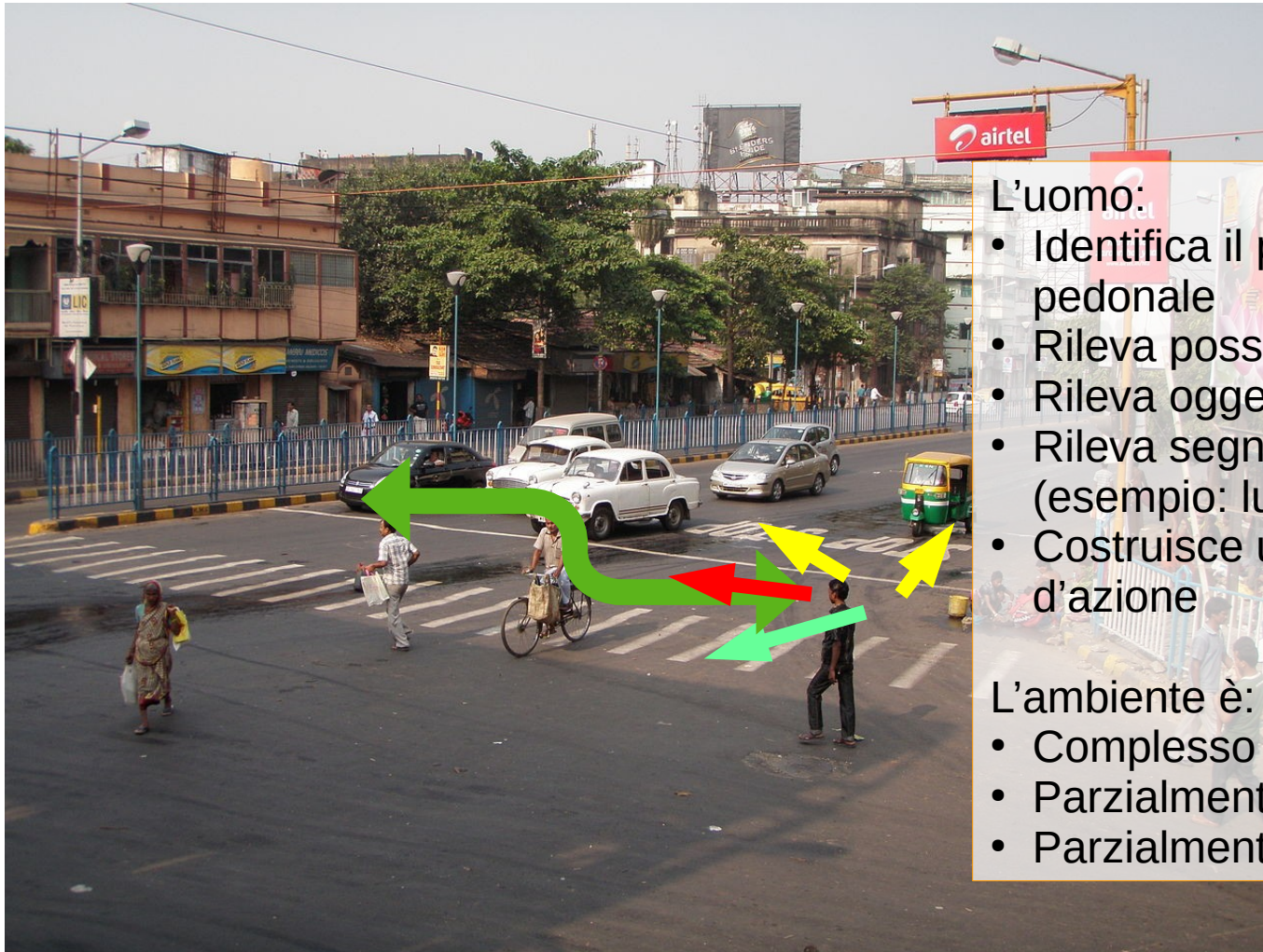
Un uomo
attraversa la
strada

Quanto è difficile attraversare una strada?



Un agente
artificiale
attraversa la
strada

Quanto è difficile attraversare una strada?

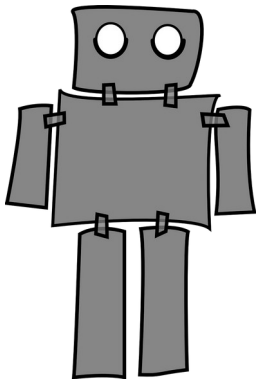


L'uomo:

- Identifica il passaggio pedonale
- Rileva possibili ostacoli
- Rileva oggetti in movimento
- Rileva segnali significativi (esempio: luce semaforica)
- Costruisce un piano d'azione

L'ambiente è:

- Complesso
- Parzialmente prevedibile
- Parzialmente collaborativo



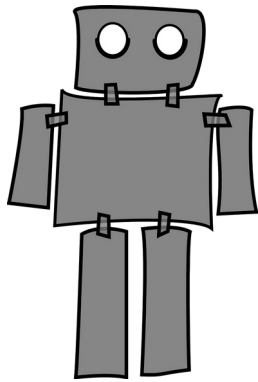
Come programmo un agente artificiale in grado di:

- Identificare un passaggio pedonale
- Rilevare possibili ostacoli
- Rilevare oggetti in movimento
- Rilevare segnali significativi (esempio: luce semaforica)
- Costruire un piano d'azione

In un ambiente che è:

- Complesso
- Parzialmente prevedibile
- Parzialmente collaborativo

Emergono le prime astrazioni



Come programmo un **agente artificiale** in grado di:

- Identificare un passaggio pedonale
- Rilevare possibili ostacoli
- Rilevare oggetti in movimento
- Rilevare segnali significativi (esempio: luce semaforica)
- Costruire un piano d'azione

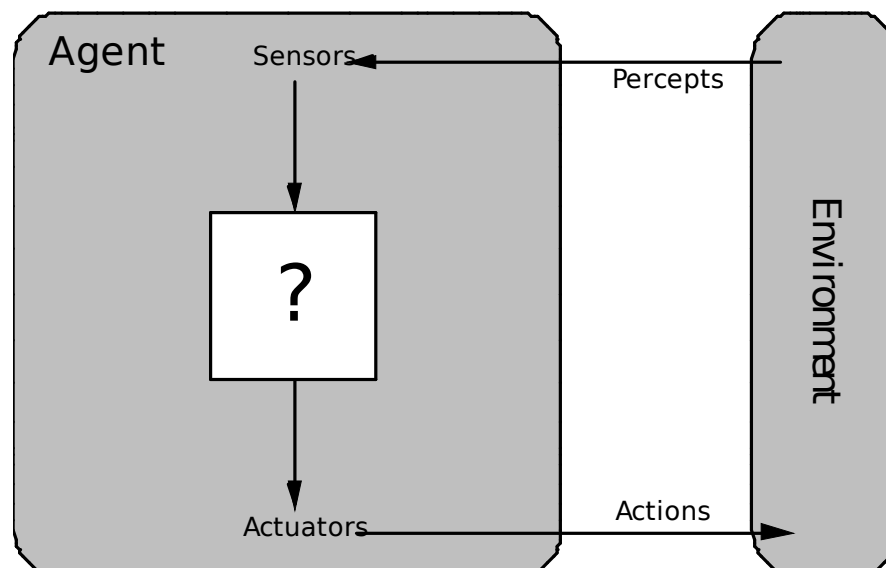
In un **ambiente** che è:

- Complesso
- Parzialmente prevedibile
- Parzialmente collaborativo

Binomio <agente, ambiente>

Astrazione di agente

- **Agente**: **astrazione** che rappresenta un qualsiasi sistema che percepisce il proprio **ambiente** tramite dei **sensori** ed agisce su di esso tramite degli **attuatori**



Non esistono agenti che non siano situati in un ambiente

Agente e ambiente costituiscono un binomio inscindibile

Il '?' rappresenta la funzione deliberativa esercitata dall'agente, che permette di determinare l'azione da eseguire

Caratteristiche dell'ambiente

Completamente osservabile

in ogni istante i sensori danno accesso a tutti gli aspetti dell'ambiente rilevanti per la scelta dell'azione

Parzialmente osservabile

i sensori danno accesso solo a parte dell'informazione rilevante (cause: sensori imprecisi oppure non in grado di rilevare alcuni dati)



Deterministico

lo stato successivo è determinato dallo stato corrente e dall'azione applicata

Stocastico

applicando più volte una stessa azione in uno stesso stato si possono raggiungere stati diversi. Si dice **strategico** quando è stocastico solo per quanto riguarda le azioni degli altri agenti.

Episodico

l'esperienza degli agenti è divisa in episodi atomici: un episodio è dato da una percezione seguita da una singola azione (esempio: classificazione)

Sequenziale

Attività composta da più passi ognuno dei quali in generale influenzerà i successivi

Caratteristiche dell'ambiente

Statico

l'ambiente non cambia mentre l'agente "pensa" (cioè mentre decide quale azione eseguire)

Dinamico

l'ambiente può cambiare mentre l'agente "pensa"

Discreto

possono essere discreti stato, tempo, percezioni, azioni (esempio: gli scacchi hanno stati, percezioni, azioni discreti)

Continuo

possono essere continui stato, tempo, percezioni, azioni (esempio: gli scacchi hanno tempo continuo)

Singolo Agente

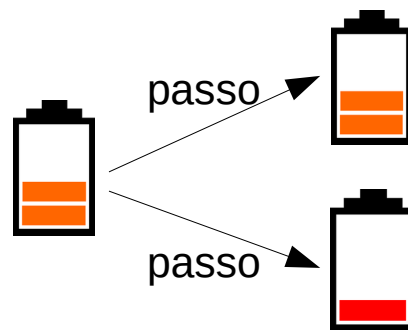
Viene modellata come agente una sola entità

Multiagente

Vengono modellate come agenti più entità

- **Parzialmente osservabile / stocastico:**

vi è una connessione. Spesso viene visto come stocastico un ambiente che è parzialmente osservabile perché non si ha la percezione di quegli aspetti che renderebbero deterministico il mondo. Esempio: batteria con carica bassa, media alta, si consuma in modo continuo ma l'agente percepisce solo i tre stati citati. La stessa azione passo eseguita con carica media potrebbe portare sia a un carica bassa sia a rimanere nello stato carica media.



- **Singolo agente / multiagente:**

talvolta il programmatore deve decidere se modellare alcune entità del mondo come agenti o come elementi dell'ambiente. Quali devono essere rappresentate come agenti? Quelle il cui comportamento tenta di massimizzare una misura di prestazione che dipende anche dal comportamento di altri agenti.

- **Caso più complesso:**

ambiente parzialmente osservabile, stocastico, sequenziale, dinamico, continuo e multiagente.

Esempio di ambiente: parole crociate

- Osservabilità: totale
- Agenti: singolo
- Deterministico: deterministico
- Episodico: sequenziale
- Statico: statico
- Discreto: discreto

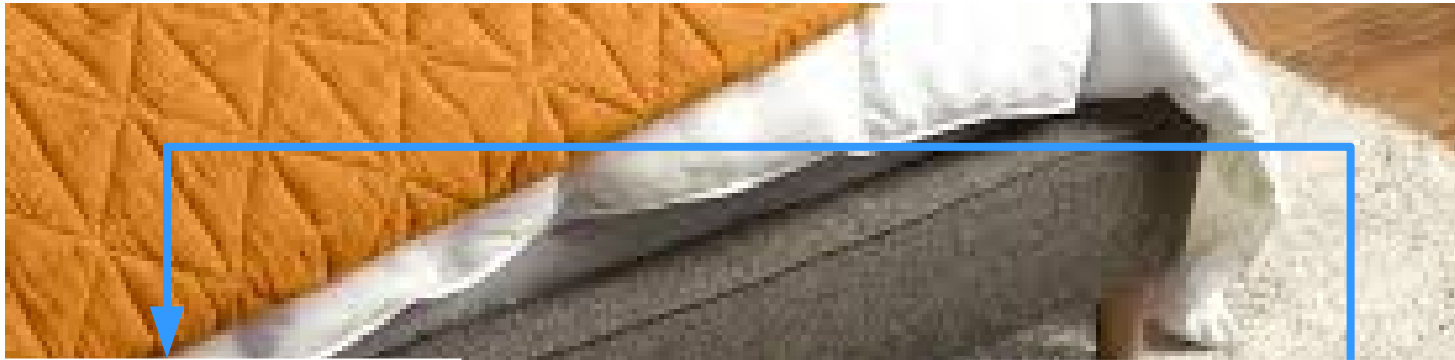
Esempio di ambiente: guidare un taxi

- Osservabilità: parziale
- Agenti: multiagente
- Deterministico: stocastico
- Episodico: sequenziale
- Statico: dinamico
- Discreto: continuo

Esempio di agente: termostato

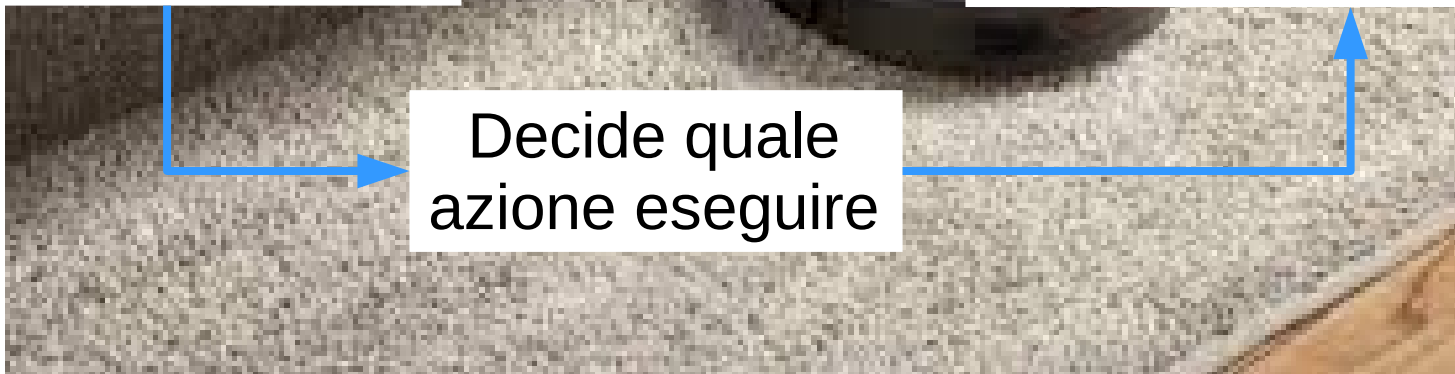


Esempio di agente: roomba & simili



Percepisce ostacoli
(oggetti, scale)
e batteria

Si muove, ferma, gira
va alla stazione di ricarica
(comportam. predefinito)



Decide quale
azione eseguire

Impatto sulla struttura del software

Approccio tradizionale

Paradigma imperativo

Paradigma a oggetti

Non-AI software

- Risolve un singolo compito
- Tipicamente strutturato come sequenza di passi **(how)**

```
list ins_ord(list L, int dato) {  
    if (!L) return(crea_nodo(dato));  
    else if (L->d < dato) {  
        L->next =  
            ins_ord(L->next, dato);  
        return L;  
    }  
    else {  
        list tmp = crea_nodo(dato);  
        tmp->next = L;  
        return(tmp);  
    }  
}
```

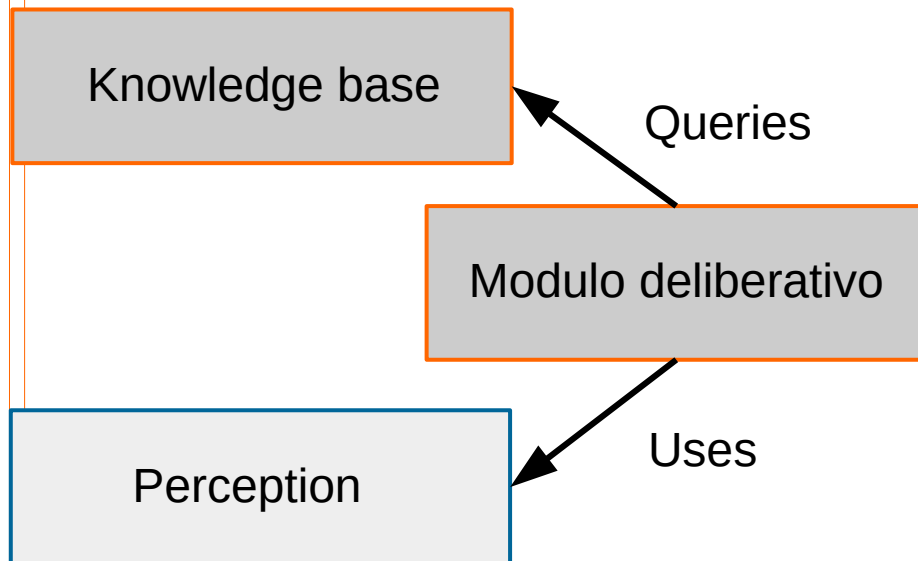
**PASSI CHE PRODUCONO
UN RISULTATO**

Approccio dichiarativo

Paradigma dichiarativo

AI software

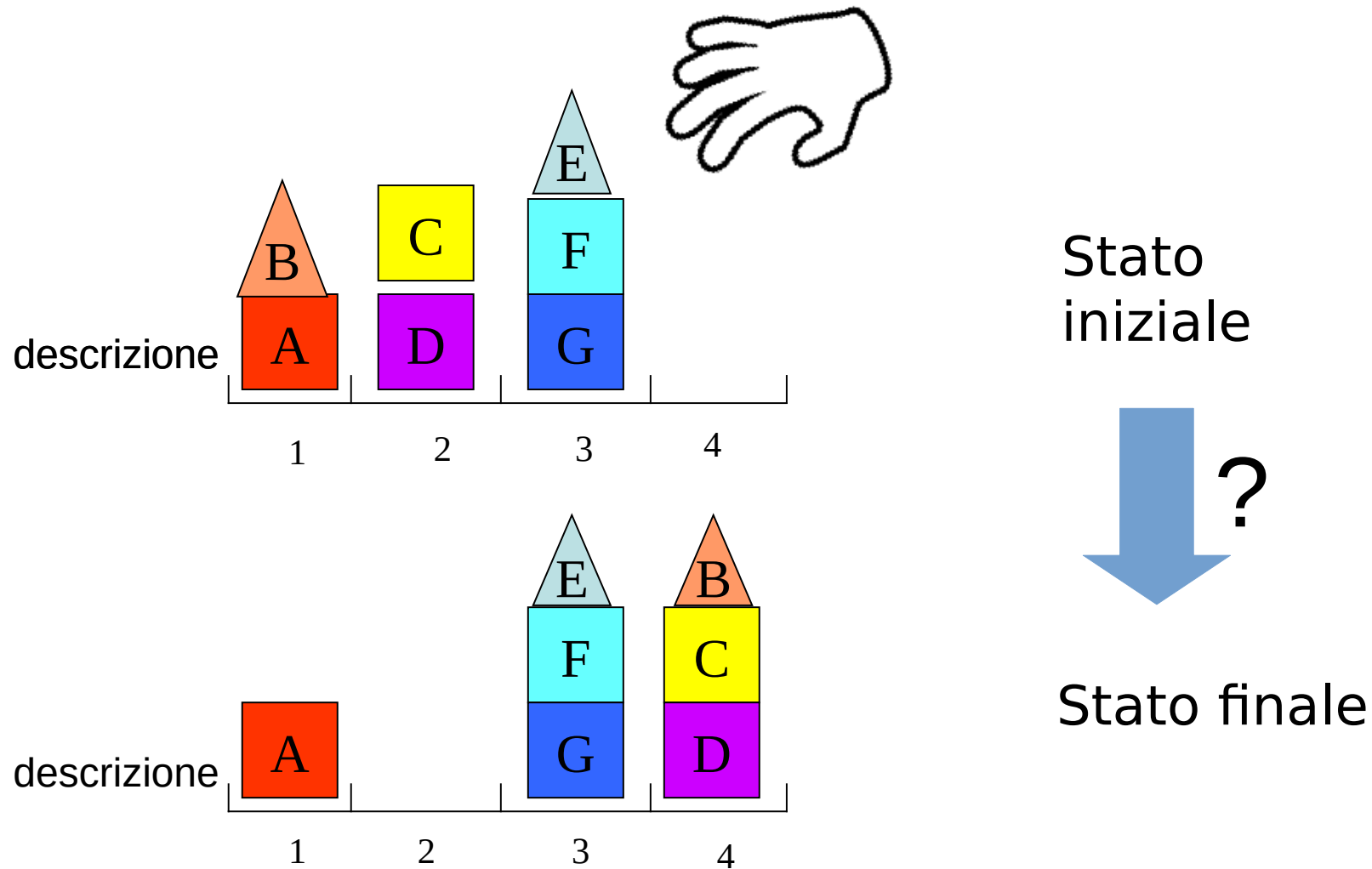
- Separa una descrizione dichiarativa (**what**) da un programma generale
- Lo stesso programma è applicato a diverse descrizioni per risolvere problemi diversi



COSA SO:

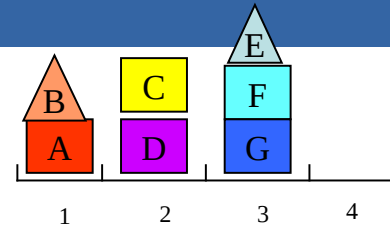
- rappresentazione di un corpo di conoscenze applicabili a molteplici situazioni
- la percezione viene integrata nelle conoscenze

Esempio (toy problem)

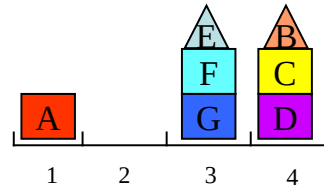


AGENTE AUTONOMO NEL MONDO DEI BLOCCHI

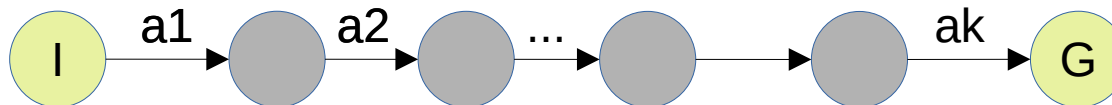
Mondo dei blocchi



- 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