



UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

Introduzione all'Intelligenza Artificiale (e agli Agenti Intelligenti)

Francesco Calimeri

<http://www.mat.unical.it/calimeri>

grazie a **Maria Simi**

<http://www.di.unipi.it/~simi/>

Cos'è l'informatica? ⁽¹⁾

Tutto ciò che riguarda il
trattamento (automatico) dell'informazione
codifica, memorizzazione, elaborazione, trasmissione...



Esempio: **Google Earth**

- Informazioni: mappe
- Elaborazioni:
 - calcolo della prospettiva
 - gestione degli punti di interesse
 - definizione degli itinerari
 - etc...
- Trasmissione: mappe in rete

Cos'è l'informatica? ⁽²⁾

Esempio: **Simulazioni**

- Informazioni: dati geologici
- Elaborazioni:
 - modellazione della realtà
 - acquisizione dati
 - simulazioni
 - rappresentazioni grafiche

(Catania – 1669)



Cos'è l'informatica? ⁽³⁾

Esempio: **Intelligenza Artificiale**

SUDOKU

- Informazioni:
 - schema iniziale
 - regole di gioco
- Elaborazioni:
 - passi da fare per completare lo schema



Intelligenza Artificiale

L'intelligenza artificiale si occupa della

(1) comprensione

(2) riproduzione

del comportamento intelligente.

L'I.A. come scienza

L'approccio della psicologia cognitiva (IA forte):

Obiettivo: comprensione dell'intelligenza umana

Metodo: costruzione di modelli computazionali,
verifica sperimentale

Criterio di successo: risolvere i problemi con gli
stessi processi usati dall'uomo

L'I.A. come ingegneria

L'approccio ingegneristico (IA debole):

Obiettivo: costruzione di entità dotate di
razionalità

Metodo: codifica del pensiero razionale

Criterio di successo: l'importante è risolvere i
problemi che richiedono intelligenza

Definizioni di Intelligenza Artificiale

“L’arte di creare macchine che svolgono funzioni che richiedono intelligenza quando svolte da esseri umani” [Kurzweil 1990].

“Il ramo della scienza dei calcolatori che si occupa dell’automazione del comportamento intelligente” [Luger-Stubblefield 1993].

“L’impresa di costruire artifatti intelligenti” [Ginsberg 1993].

Direzioni Strategiche...

Indagine tecnologica e intellettuale, a lungo termine.
Obiettivi (scientifici e pratici):

- costruzione di macchine intelligenti, sia che operino come l'uomo che diversamente;
- formalizzazione di conoscenza e ragionamento, in tutti i settori di azione dell'uomo; comprensione mediante modelli computazionali del comportamento di uomini, animali e agenti artificiali;
- rendere il lavoro con il calcolatore altrettanto facile e utile che del lavoro con persone, capaci, cooperative e possibilmente esperte.

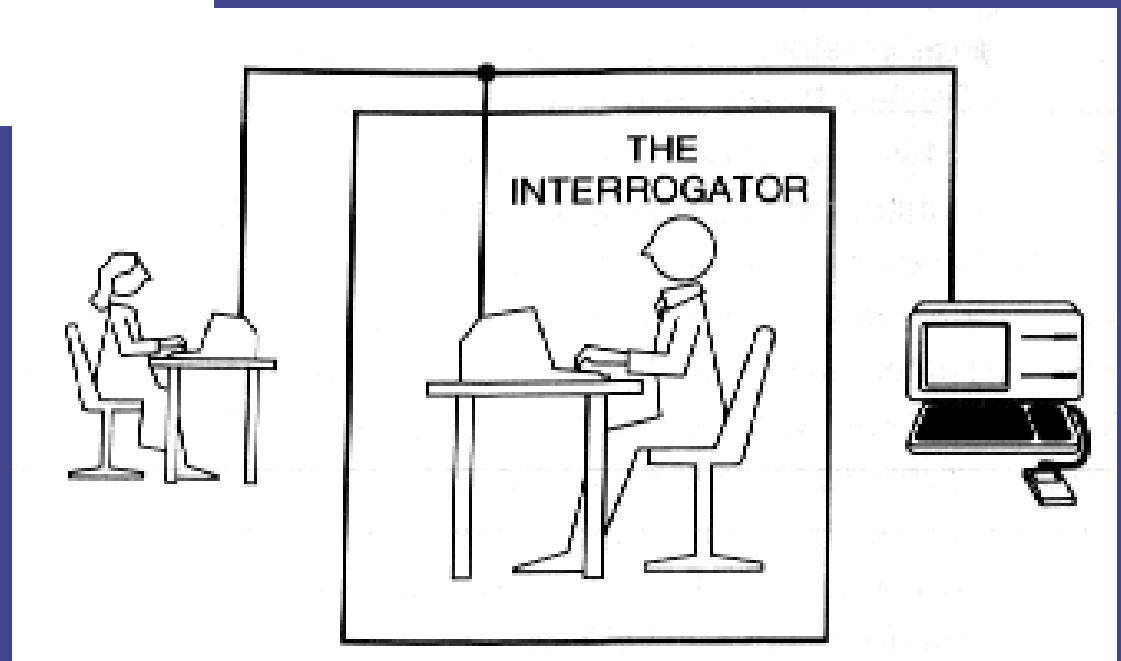
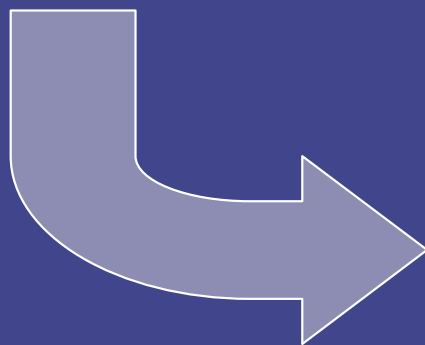
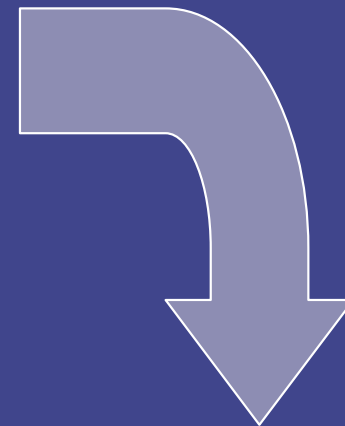
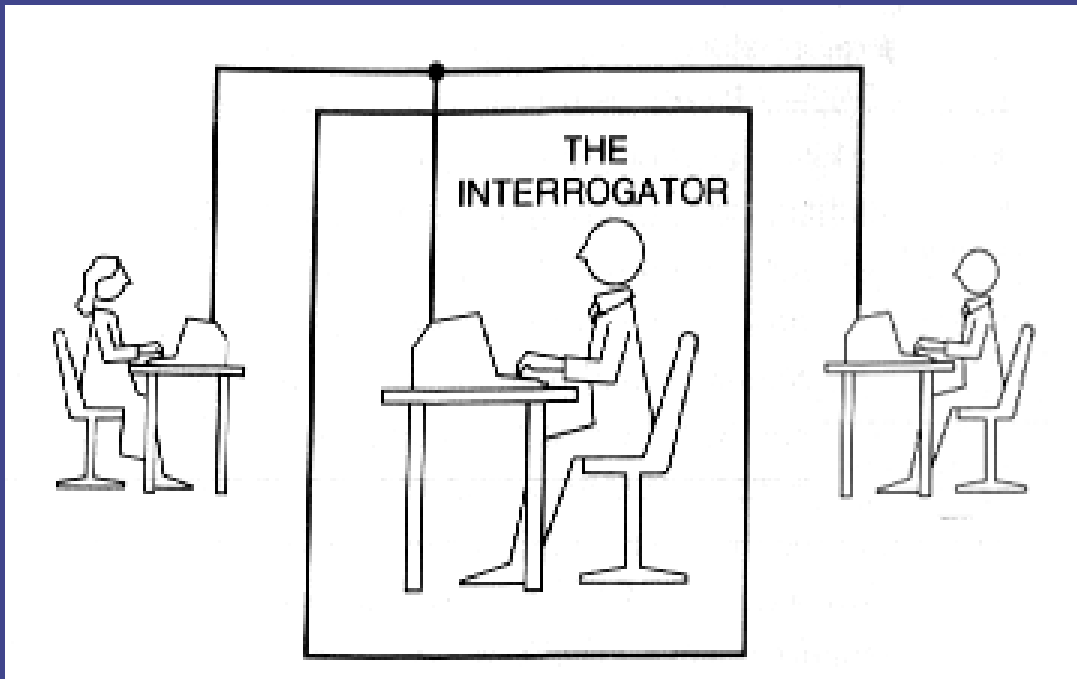
[da *Strategic Directions in Artificial Intelligence*]

Che tipo di capacità?

- Capacità di simulare il comportamento umano?
- Capacità di ragionamento?
- Intelligenza come competenza “da esperto”?
- Intelligenza come “buon senso” (senso comune)?
- Capacità di interagire con un ambiente?
- Capacità sociali, di comunicazione e coordinamento?
- Capacità di comprendere e provare emozioni?

Capacità di simulazione?

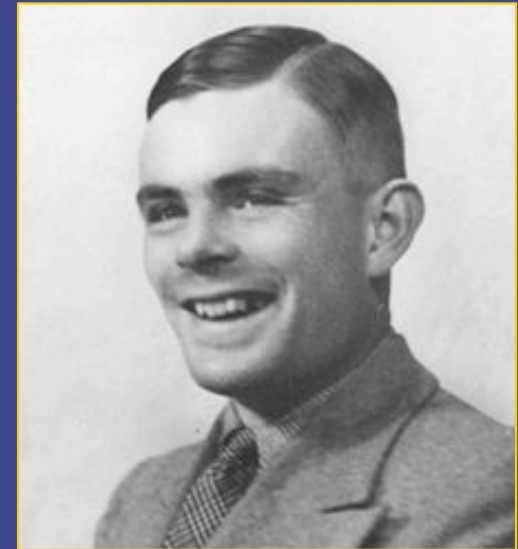
Il test di Turing (1950)



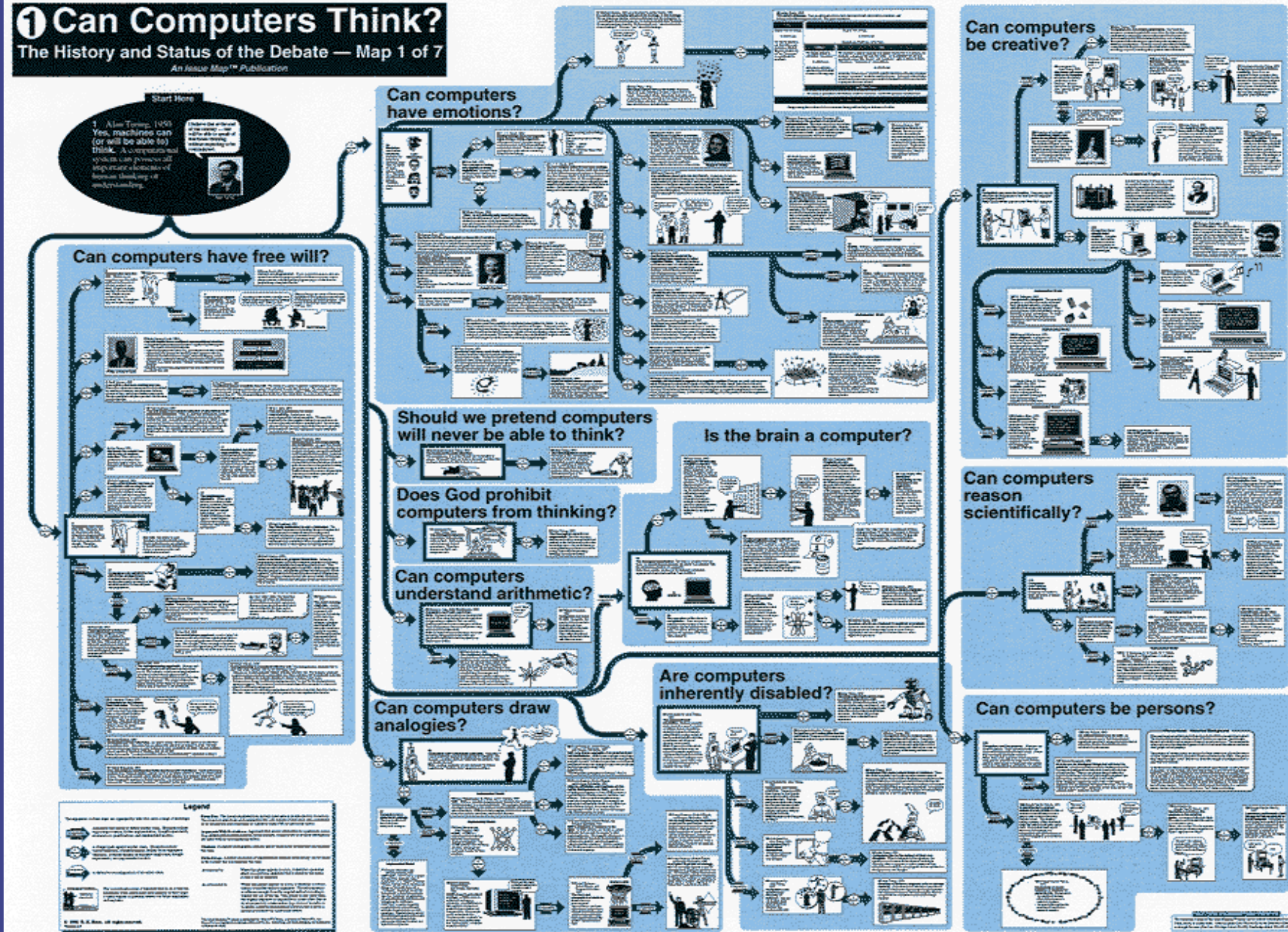
Le previsioni

- *“Credo che tra circa 50 anni sarà possibile programmare computer con una memoria di un miliardo di byte in maniera tale che essi giochino il gioco dell’imitazione tanto bene che una persona comune non avrà più del 70% di identificarli dopo 5 minuti di interrogatorio”*

[Computing machinery and intelligence, Turing 1950]



Un grande dibattito [<http://www.macrovu.com/CCTMap2.html>]



Breve storia: gli inizi (1943-1956)

- Mc Culloch & Pitts (1943): il primo lavoro sulle reti neurali
- Conferenza di Dartmouth (1956)
 - Logic Theorist (Newell & Simon)

Capacità di ragionamento?

- Giocare a scacchi
- Dimostrare teoremi

Le previsioni

- Newell e Simon 1957: tra 10 anni le macchine saranno dichiarate campioni del mondo di scacchi ...
- Dreyfus anni '60: una macchina non sarà mai in grado di giocare a scacchi

[Che cosa non possono fare i computer]

Il racconto [da 'Macchine come noi']

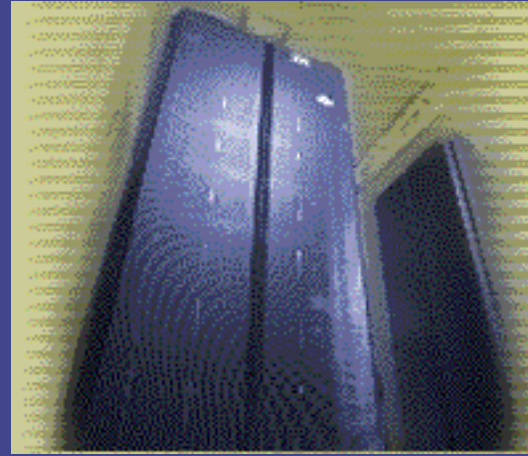
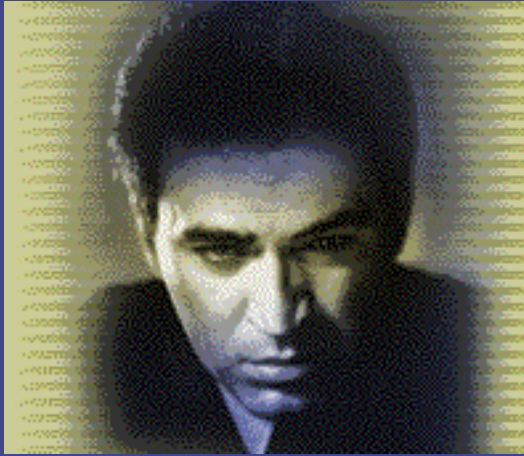
New York, Settima strada, 11 maggio 1997.

*Sta per concludersi una partita a scacchi
formidabile, forse la più seguita di tutti i tempi.*

In palio oltre un miliardo di lire.

*Quello con la testa tra le mani e lo sguardo
corrucciato è il campione G.K., 34 anni, il più
grande giocatore di tutti i tempi ...*

Giocare a scacchi



- 1997: Deep Blue, sconfigge il campione mondiale di scacchi, Kasparov
- Deep Blue, computer IBM Risk 2000 ...
 - riesce a valutare 200 milioni di mosse al secondo
 - conosce 600.000 aperture di partita

... ma è davvero “intelligente”?

- Fortuna?
- Vantaggio psicologico?
 - Contromosse di Deep Blue pressoché immediate
 - Kasparov come “speranza del genere umano”
- Forza bruta?
 - 36 miliardi di posizioni in 3 minuti
- Deep Junior vs Michele Godona (IRST, 2004)

Dimostrare teoremi

- Simon, Newell, Shaw 56: Logic theorist
- Newell e Simon 57: General Problem Solver
- Gelenter: geometria Euclidea
- Slagel 61: Saint (analisi infinitesimale)
- Evans 63: Analogy (test di intelligenza)
- Bobrow : Student (algebra)

Grandi aspettative (1956 -1969)

Non solo dimostrazione di teoremi ...

- Samuel e la dama
- Lisp, *time-sharing*
- Advice Taker (McCarthy)
- Micromondi

Una dose di realismo (1966-1974)

- Manipolazione sintattica non adeguata
- Intrattabilità computazionale
- Rapporto Lighthill in UK (1973)

Knowledge is the power! (1969-1979)

- Conoscenza specifica del dominio
- Successi nei sistemi esperti

Competenza esperta?

- Una serie di successi negli anni 70-80:
 - Dendral, Mycin, Prospector, XCON, ...
- Oggi sono una realtà
- Il collo di bottiglia: l'acquisizione di conoscenza
- La mancanza di “buon senso”

Senso comune?

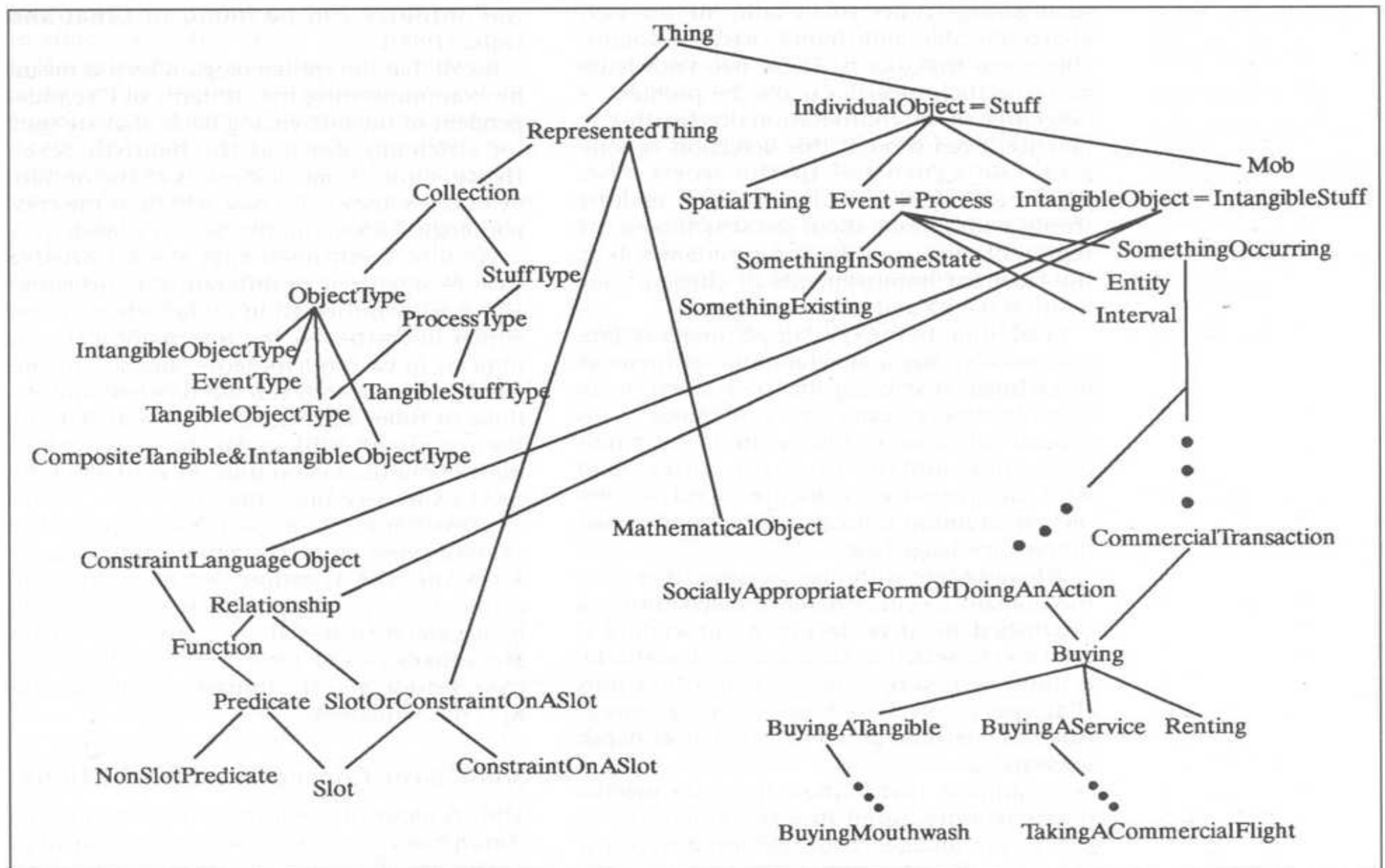
L'abilità mentale che la maggior parte delle persone condividono.

Il ragionamento di senso comune è più complesso di molti compiti intellettuali che suscitano più attenzione e considerazione, perché le abilità mentali che chiamiamo "competenza da esperto [expertise]" coinvolgono una grossa quantità di conoscenza ma di solito impiegano solo poche tipologie di rappresentazione. Diversamente, il senso comune coinvolge molte tipologie di rappresentazione e quindi richiede un insieme più ampio di abilità diverse.

Marvin Minsky, The Society of Mind

CYC (<http://www.cyc.com>)

- Il progetto CYC [Lenat]: costruire una base di conoscenza universale per dotare i computer di “senso comune”
- Progetto di 10 anni iniziato nel 1986 in MCC, che continua dal 1994 in Cycorp
- ~200.000 termini, ~12 asserzioni per termine, divisi in migliaia di microteorie



Open mind (<http://www.openmind.org/>)

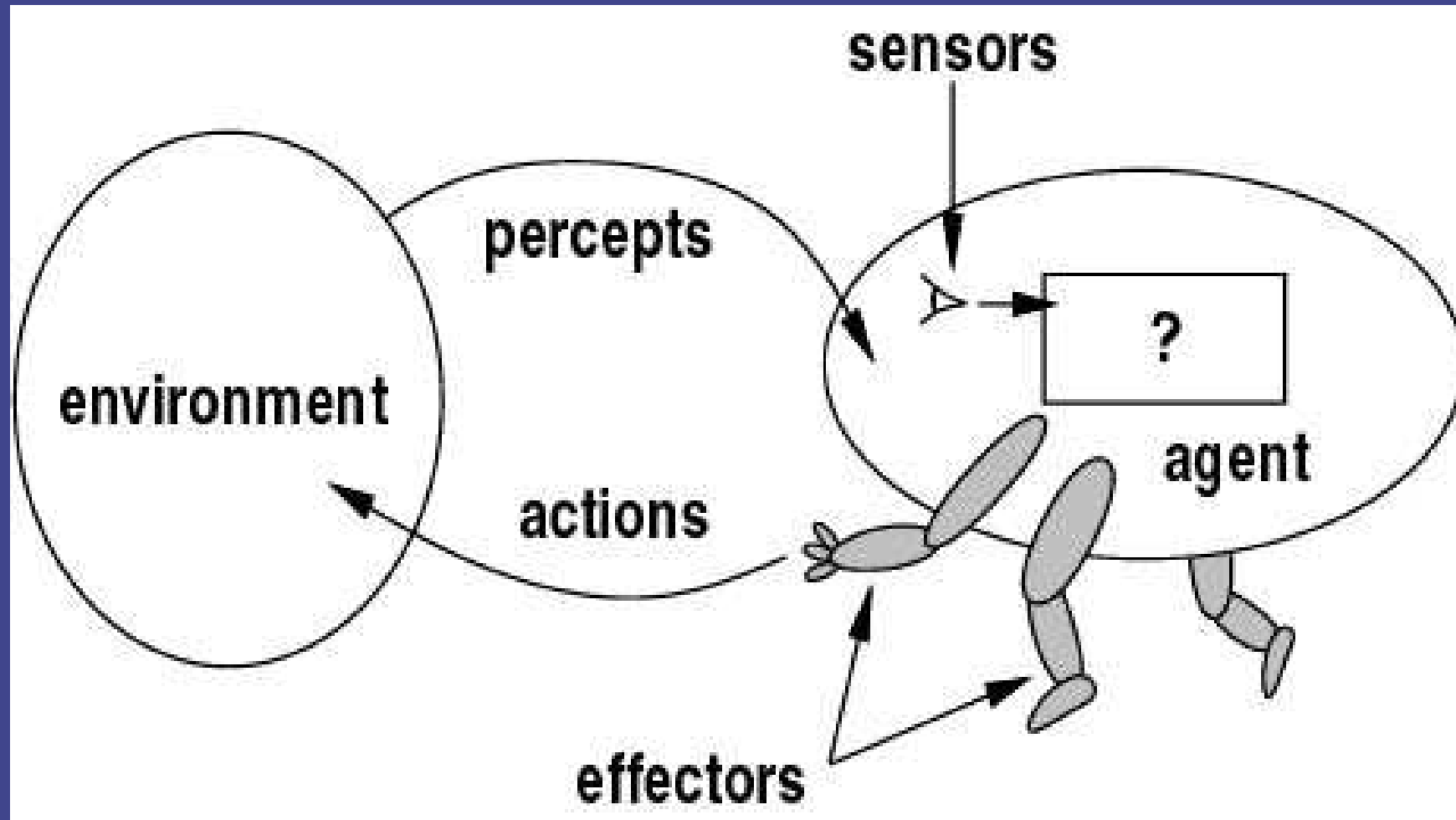
- Progetto più recente e meno ambizioso, che accetta contributi via Web
- ha raccolto in un anno 500.000 fatti di senso comune sotto forma di testo (cf 3 mil in Cyc)
- Esempi:
 - A piece of food usually costs less than a piece of gold.
 - You are likely to find a mouse in a PC store
 - a plain is used for growing crops.
 - going off strike is for reaching an agreement.
 - You can use a dome arch to support a roof
 - The woodchuck is a rodent that is also called the groundhog
 - Something you might do while entertaining someone is doing a belly dance

Definizione di “intelligenza”

“Qualità mentale che consiste nell’abilità di apprendere dall’esperienza, di adattarsi a nuove situazioni, comprendere e gestire concetti astratti. E utilizzare conoscenza per agire sul proprio ambiente”

[Enciclopedia britannica]

Agenti intelligenti



Agenti Intelligenti: la visione “moderna”

- Gli agenti sono **situati**
 - ricevono *percezioni* da un ambiente
 - agiscono sull'ambiente mediante *azioni*
- Gli agenti hanno **abilità sociale**
 - sono capaci di comunicare
 - sono capaci di collaborare
 - sono capaci di difendersi da altri agenti
- Gli agenti hanno **credenze, obiettivi, intenzioni ...**
- Gli agenti hanno un **corpo** e provano **emozioni**

La sfida: RoboCup



La *Robot World Cup Initiative* (RoboCup) è un problema di riferimento per la ricerca in I.A.

Si tratta di realizzare agenti in grado di giocare a calcio (entro il 2050!)

Un problema difficile, da usare come banco di prova per nuove idee e tecnologie.

Tecnologie da sviluppare e integrare

- agenti autonomi
- collaborazione tra agenti
- acquisizione di strategie
- ragionamento e pianificazione in tempo reale
- robotica
- tecnologie hw e sw per infrastruttura

La sfida procede su diversi livelli

- robot reali (*real robot league*)
- versione software simulata (*simulation league*)
- versione limitata ad abilità specifiche, es. tirare un calcio di rigore (*special skill competition*)

La sfida robotica

- Robot di diverse dimensioni
 - Small Size League
 - Middle Size League
 - Legged League
 - Humanoid League

Small size league



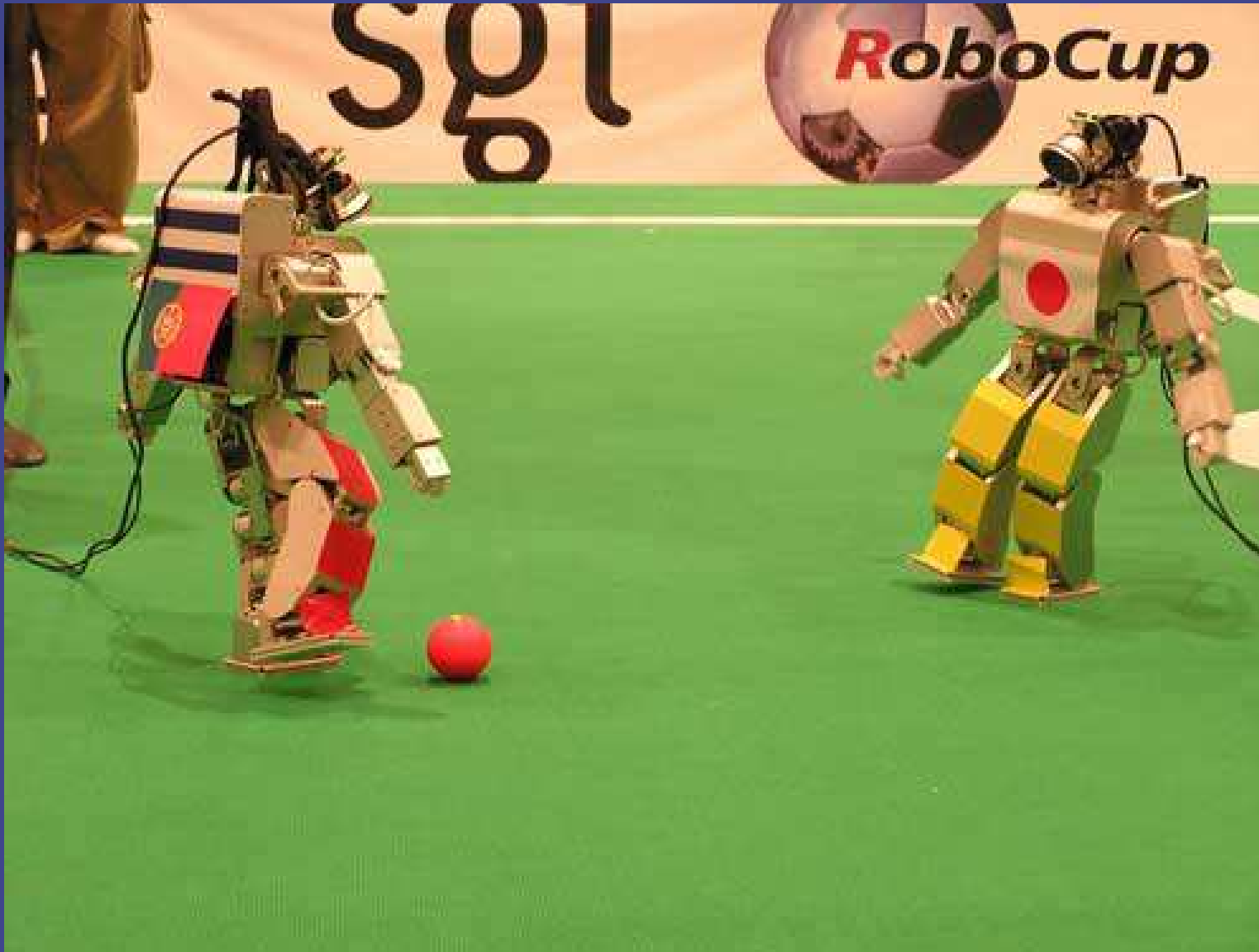
Middle size league



Legged league



Humanoid league



L'umanoide che gioca a calcio

- Le previsioni sono che per il 2050 i robot potranno competere con giocatori umani

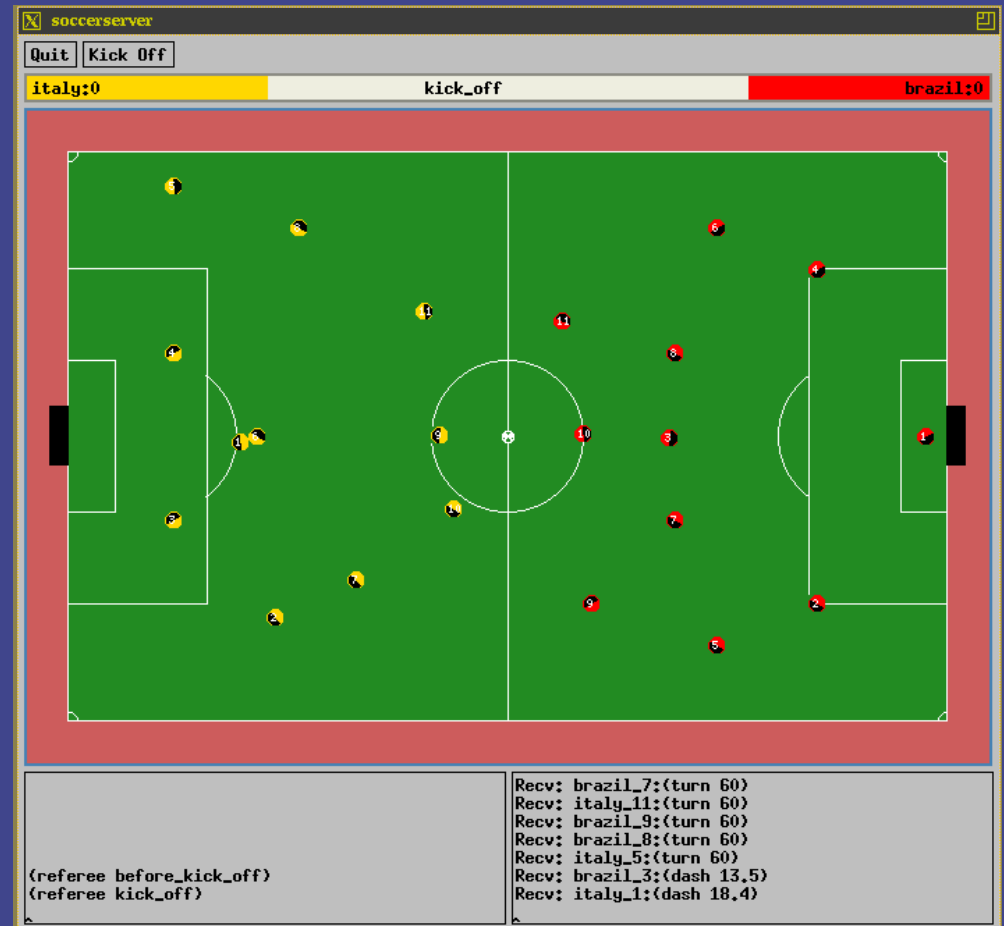


Il problema del calcio simulato

Come il gioco del calcio ma

...

- Mondo in due dimensioni
- Giocatori e palla sono cerchi
- I movimenti sono simulati per passi



RoboCup Rescue

- Prima competizione a IJCAI-2001
- Scenari di disastri di vaste dimensioni
- Obiettivo: salvare vite umane
- Scenari simulati e ambienti per robot
- Ambiente ostile popolato da agenti eterogenei, lavoro di squadra, decisioni critiche in tempo reale

Capacità di interagire con un ambiente?

- Robot capaci di muoversi in un ambiente, evitare ostacoli, compiere semplici missioni ...
- Approccio **top-down** (agenti deliberativi)
- Approccio **bottom-up** (agenti reattivi)
 - Brooks:
 - Il modello è il mondo
 - L'intelligenza emerge dall'interazione con l'ambiente
 - Insetti, animali, bambini elettronici, vita artificiale

Capacità di emozioni?

“The question is not whether intelligent machines can have emotions, but whether machines can be intelligent without any emotions”

[Minsky, The Society of Mind]

Capacità di emozioni?

- Comprendere e dimostrare emozioni
 - Agenti credibili
 - Affective computing
 - Computer indossabili
- Ruolo delle emozioni nel meccanismo di decisione [Damasio]

L'ipotesi di base dell'I.A. simbolica

Ipotesi del sistema dei simboli fisici [Newell, Simon: 1976]

“Un sistema di simboli fisici ha i mezzi necessari e sufficienti per riprodurre un comportamento intelligente”

L'I.A. sub-simbolica e le reti neurali

- Approccio alternativo che prende la mente umana come modello
- Rete di elementi computazionali semplici connessi tra di loro (approccio connessionista)
- Si elaborano segnali continui piuttosto che simboli

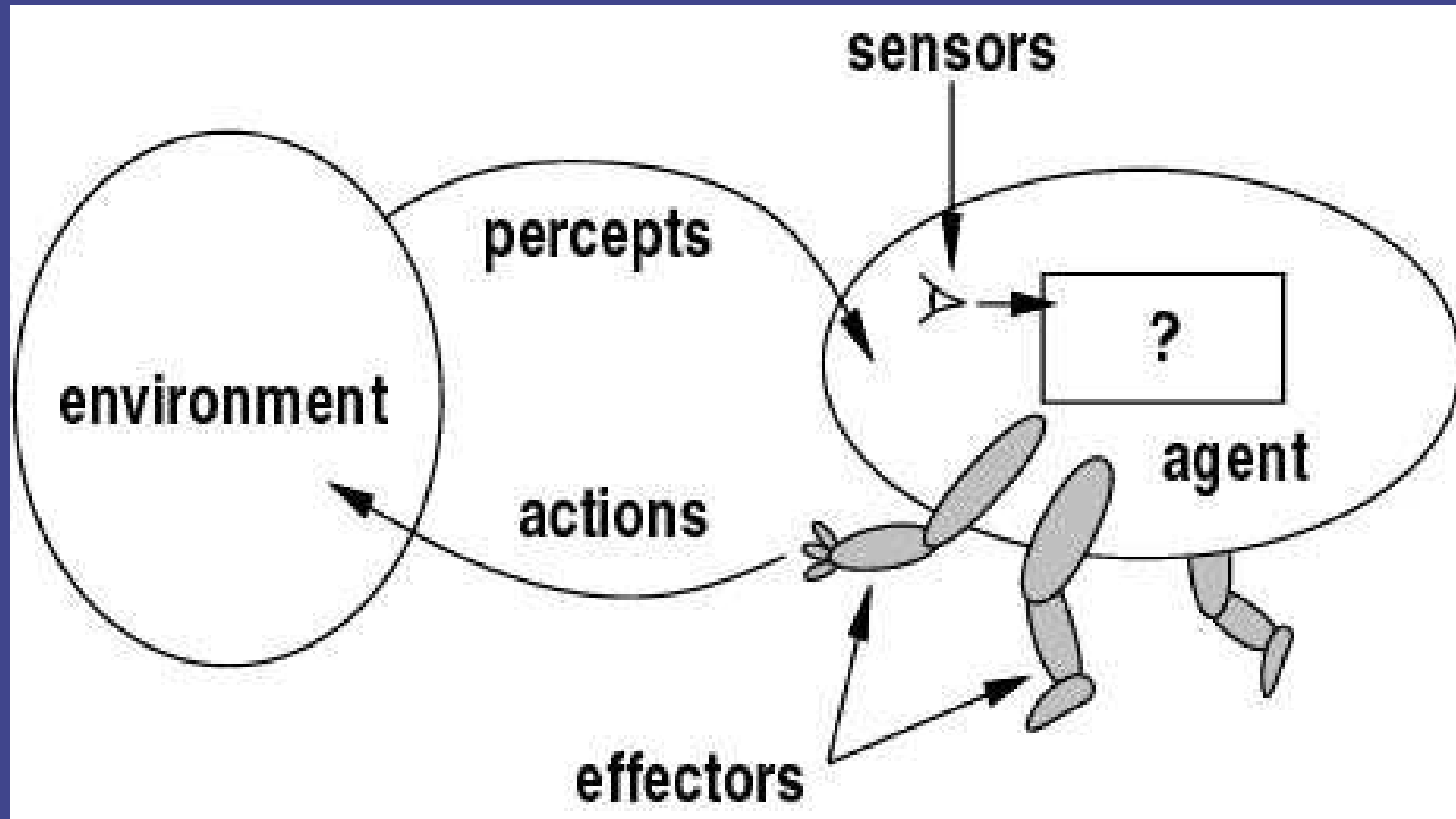
Il presente

- I.A. come scienza matura
- Contributi dalle altre discipline
- Integrazione come componente di sistemi software più tradizionali
- Sistemi di I.A. ibridi
- Visione globale all'intelligenza:
 - agente “situato”
 - agente “embodied” (immerso in un corpo)

Nuove teorie

- *On Intelligence*, Jeff Hawkins
- Intelligenza come capacità di predire il futuro per analogia con il passato
- Cervello come sistema di memoria in grado di immagazzinare pattern e di fare predizioni sulla base di queste memorie
- Un algoritmo di base che spiega tutti i comportamenti intelligenti, inclusa la creatività

Agenti intelligenti



Agenti razionali

- **Agente intelligente:** interagisce con il suo ambiente in maniera “efficace” (fa la cosa giusta)
- **Agente razionale:** criterio di *valutazione delle prestazioni* oggettivo
- **Misura di valutazione delle prestazioni**
 - Esterna (come vogliamo che il mondo evolva?)
 - Valutazione su ambienti diversi

Agente razionale: definizione

- **Agente razionale:** per ogni sequenza di percezioni compie l'azione che massimizza la sua misura delle prestazioni, considerando le sue percezioni passate e la sua conoscenza predefinita.
- La razionalità è relativa a:
 - la misura di prestazioni
 - le conoscenze “a priori” dell'ambiente
 - le percezioni presenti e passate
 - le capacità dell'agente

Razionalità \neq Onniscienza

- Non si pretendono capacità predittive
- Ma potrebbe essere necessarie azioni informative o esplorative

Razionalità \neq Onnipotenza

- Le capacità dell'agente possono essere limitate

Razionalità richiede capacità di apprendere

- Raramente tutta la conoscenza sull'ambiente può essere fornita “a priori”.
- L'agente deve essere in grado di modificare il proprio comportamento con l'esperienza.

Agenti autonomi

- **Agente autonomo:** un agente è autonomo nella misura in cui il suo comportamento dipende dalla sua esperienza.
- Un agente il cui comportamento fosse determinato solo dalla sua conoscenza *built-in*, sarebbe non autonomo e poco flessibile

Bibliografia

- https://www.mat.unical.it/informatica/Sistemi_Intelligenti
- S. Russell, P. Norvig, “Intelligenza Artificiale: Un Approccio Moderno”, Vol. 1-2, Pearson/Prentice Hall Ed., 2005.
- Matt Ginsberg, “Essentials of Artificial Intelligence”, Morgan Kaufmann Ed., 1993 (not published anymore).
- D. C. Dennett, D. R. Hofstadter, “L'io della mente. Fantasie e riflessioni sul sé e sull'anima”, Adelphi Ed., 1997.
- D. R. Hofstadter, “Goedel, Escher, Bach: un'eterna ghirlanda brillante”, Adelphi Ed., 1990.
- <http://www.sci.unich.it/~aroli/dida/iasc/articoli/aiello-IA.pdf>