

## Introduzione all'intelligenza artificiale

Maria Simi  
a.a. 2011/2012

## Intelligenza Artificiale

L'intelligenza artificiale si occupa della

1. comprensione
  2. riproduzione
- del comportamento *intelligente*.

## L' IA 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'IA come ingegneria

L'approccio ingegneristico (IA debole):

**Obiettivo:** costruzione di entità dotate di *razionalità*

**Metodo:** codifica del pensiero razionale; comportamento razionale

**Criterio di successo:**

l'importante è risolvere i problemi che richiedono intelligenza

## Definizioni di IA

umanamente

razionalmente

pensare	"[L'automazione delle] attività che associamo al pensiero umano, come il processo decisionale, la risoluzione di problemi, l'apprendimento ..." [Bellman 1978]	"Lo studio delle facoltà mentali attraverso l'uso di modelli computazionali" [Charniak, McDermott, 1985]
agire	"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]

## Da "Strategic directions ... [1996]"

Il settore dell'IA consiste nell'indagine tecnologica e intellettuale, a lungo termine, che mira al raggiungimento dei seguenti obiettivi scientifici e pratici:

- costruzione di macchine intelligenti, sia che operino come l'uomo che diversamente;
- formalizzazione della conoscenza e meccanizzazione del ragionamento, in tutti i settori di azione dell' uomo;

continua ...

## ... continua

- comprensione mediante modelli computazionali della psicologia e 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*, ACM 1996]

## I fondamenti dell'IA

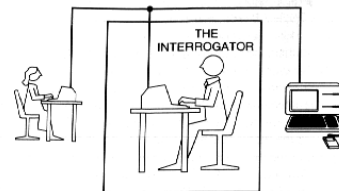
- Filosofia
- Matematica
- Economia
- Neuroscienze
- Psicologia
- Informatica
- Teoria del controllo e cibernetica
- Linguistica

## 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?
- Altro?

## Capacità di simulazione?

Il test di Turing (1950): un tentativo di definizione operativa di intelligenza



## Le previsioni

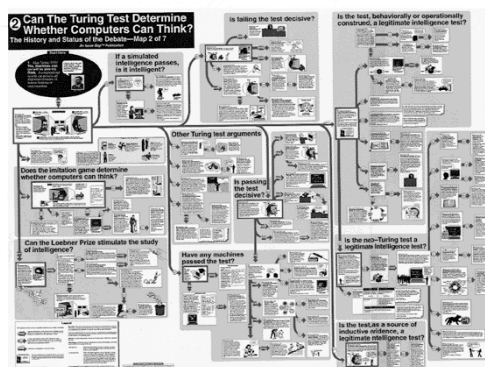
*"Credo che tra circa 50 anni sarà possibile programmare computer con una memoria di un miliardo di byte in maniera tale che essi giochino il gioco dell'imitazione tanto bene che una persona comune non avrà più del 70% di probabilità di identificarli dopo 5 minuti di interrogatorio"*



[*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)
  - Viene coniato il termine "Intelligenza Artificiale"
  - Presenti tutti i big: Minsky, McCarthy, Shannon, Samuel ... (10 persone per due mesi)
  - 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']

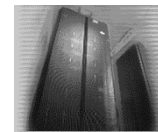
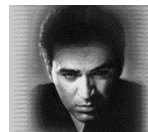
*New York, Settima strada, 11 maggio 1997.*

*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: Geometry Theorem Prover (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?

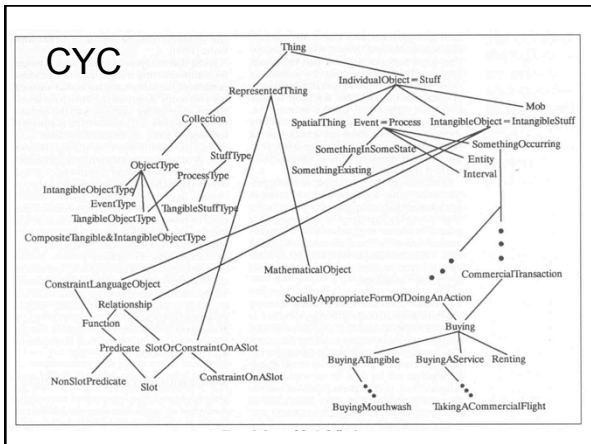
*L'abilità mentale che la maggior parte delle persone condividono.*

*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/>)

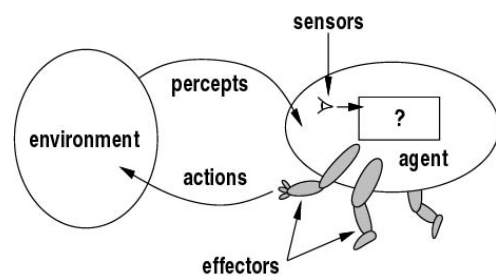
- Progetto più recente e meno ambizioso, che accetta contributi via Web
- ha raccolto in un anno 500.000 fatti di senso comune sotto forma di testo (cf 3 mil in Cyc)
- Esempi:
  - A piece of food usually costs less than a piece of gold.
  - You are likely to find a mouse in a PC store
  - a plain is 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” (dal 1995)

- 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

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

## Eventi (<http://www.robocup.org/>)

- IJCAI 97 (Giappone)
- MAAMAW (Parigi, giugno 98)
- Convegno AI\*IA (Padova, settembre 98)
- IJCAI 99 (Stoccolma, agosto 99).
- Congresso AI\*IA (Bologna, ottobre 99)
- Campionato Europeo (Amsterdam, 2000); Campionato mondiale (Melbourne, 2000)
- Campionato mondiale (Seattle, 2001)
- Campionato mondiale (Fukuoka, 2002)
- Campionato mondiale (Padova 2003)
- 2004 Lisbona, 2005 Osaka, ... 2012 Messico

## Il problema del calcio simulato

Come il gioco del calcio ma ...

- Mondo in due dimensioni
- Giocatori e palla sono cerchi e ognuno è un agente con percezioni limitate
- I movimenti sono simulati per passi



## La sfida robotica

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

## Small size league



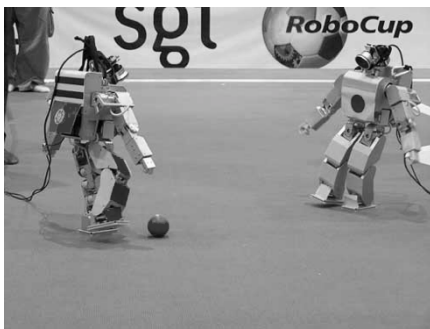
### Middle size league



### Legged league



### Humanoid league



### Robocup a Singapore - 2010



### Con avversari umani



### 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
- <http://www.robocuprescue.org/>

## 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 ed evolutivi)

## Capacità di emozioni?

*"The question is not whether intelligent machines can have emotions, but whether machines can be intelligent without any emotions"*

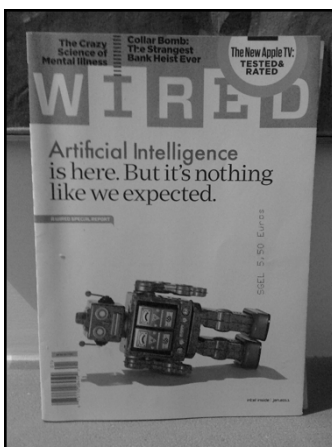
[Minsky, The Society of Mind]

## Capacità di emozioni?

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

## Nuove teorie

- *On Intelligence*, Jeff Hawkins [2004]
- 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 previsioni sulla base di queste memorie
- Numenta fondata nel 2005.
- Un algoritmo di base (HTM) che spiega tutti i comportamenti intelligenti, inclusa la creatività



## La cronaca

WIRED  
January 2011

Artificial intelligence is here ...  
In fact it's all around us

But it is nothing like we expected

## The AI revolution?

- Successi in compiti specifici (AI non unitaria)
  - Magazzini intelligenti
  - Aspirapolveri intelligenti (iRobot Roomba)
  - Guida semi-automatica
  - Sistemi di "raccomandazione" (Amazon, Netflix, ...)
  - *Fraud detection*, agenti di borsa ...
- Algoritmi di apprendimento automatico che estraggono *significati* (modelli statistici predittivi) da immense quantità di dati



## IBM Watson: *grand challenge*

What is Watson?

### The Next Grand Challenge

## Watson a Final Jeopardy

What is Watson?

### Final Jeopardy! and the Future of Watson

### La disponibilità di insiemi di dati di dimensioni ingenti (dal 2001)

- L' enfasi si sposta dagli algoritmi ai dati
- Esempi dalle tecnologie del linguaggio:
  - Disambiguazione delle parole basata su apprendimento automatico, anche con pochi esempi (Yarowsky, 1995)
  - La traduzione automatica di Google
- Più dati, maggiore l'accuratezza, ... apparentemente senza limite
- L' intelligenza collettiva sta nei dati?

### Programma 2012 – I modulo

- Introduzione
  - Obiettivi e caratterizzazione dell'Intelligenza Artificiale
  - La visione dell'Intelligenza Artificiale come costruzione di "agenti intelligenti"
- Risoluzione di problemi come ricerca
  - Formulazione di problemi come ricerca in uno spazio di stati
  - Strategie di ricerca non informata ed euristica
  - Problemi di soddisfacimento di vincoli
  - Problemi con avversario

### Programma 2012 – I modulo

- Rappresentazione della conoscenza e ragionamento
  - Motivazioni e questioni basilari nella rappresentazione della conoscenza
  - Il calcolo proposizionale e la soddisfacibilità
  - Il calcolo dei predicati e metodo di risoluzione
  - Sistemi a regole
  - Basi di dati deduttive e programmazione logica
  - Rappresentazioni strutturate
  - Logiche descrittive e web semantico

### Programma 2012 – I modulo

- Pianificazione
  - Il calcolo di situazioni e il problema del contorno
  - Pianificazione come ricerca nello spazio degli stati
  - Pianificazione come ricerca nello spazio dei piani

## Programma 2012 - Il modulo

- Introduzione all'apprendimento automatico
  - Forme di apprendimento
  - Apprendimento induttivo di concetti
  - Metodi di apprendimento statistico
  - Apprendimento di alberi di decisione
  - Apprendimento statistico: Naive Bayes
  - Apprendimento con metodi lineari
  - Apprendimento basato su istanze: Nearest-Neighbours
  - ...

## Testi di riferimento

S. Russell, P. Norvig, "Intelligenza Artificiale: un approccio moderno", Prentice Hall, 2005 (AIMA)  
[Traduzione italiana dei primi 12 capitoli]

The Description Logic Handbook, F. Baader, D. L. McGuinness, D. Nardi, P. F. Patel-Schneider.

T. Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill 1997

## Pagine Web

Pagina del corso

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

Sito del libro

<http://aima.cs.berkeley.edu/>

