



Laboratory for Applied Ontology

Institute of Cognitive Science and Technology  
Italian National Research Council

Introduzione all'Intelligenza Artificiale

Stefano Borgo e Nicola Guarino  
Laboratorio di Ontologia Applicata (LOA)  
Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione (ISTC-CNR)  
Trento, Italy

[www.loa.cnr.it](http://www.loa.cnr.it)

---

---

---

---


---

---

---

Sommario

- Organizzazione del corso
- Programma
- Cos'è l'IA
- Un po' di storia
- Stato dell'arte



Corso Introduzione all'Intelligenza Artificiale, 2007

2

---

---

---

---


---

---

---

Organizzazione del corso

- Orari
  - Mercoledì e Giovedì, 27/2-22/3; 18/4-19/4
  - Giovedì, 26/4; 10/5-24/5;
  - Mercoledì e Giovedì, 30/5-31/5
- Altri docenti:
  - Alessandro Oltramari
  - Laure Vieu
- Sito web per materiale vario: ...
- Ricevimento: ...



Corso Introduzione all'Intelligenza Artificiale, 2007

3

---

---

---

---

---

---

---

## Libro di testo

- S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, Second Edition, Prentice Hall Series in Artificial Intelligence, 2003.
- S. Russell, P. Norvig Intelligenza Artificiale, Un Approccio Moderno, Traduzione Italiana della 2° edizione, Vol. 1, Pearson Education, 2005.
- Lucidi tratti dal libro di testo, con il contributo di
  - Bernardo Magnini
  - Luigia Carlucci Aiello e Daniele Nardi
  - Paolo Salvaneschi



---

---

---

---

---

---

---

## Programma

- 1 Introduzione (Guarino/Borgo)
- 2 Logica proposizionale e ragionamento (Borgo)
- 3 Tecniche di risoluzione di problemi (Guarino)
- 4 Agenti intelligenti (Guarino)
- 5 Il problema della rappresentazione (Guarino)
- 6 La dinamica interna della rappresentazione (Oltamari)
- 7 Logica del primo ordine (Borgo)
- 8 Logica e rappresentazione della conoscenza (Borgo)
- 9 Tecniche di rappresentazione di conoscenza strutturata (Borgo)
- 10 Formalismi di modellazione concettuale (Borgo)
- 11 Sistemi multi-agente (Borgo)
- 12 Linguaggio naturale (Vieu)
- 13 Introduzione alle ontologie (Guarino)
- 14 Gli strumenti dell'analisi ontologica (Guarino)
- 15 Ingegneria della conoscenza e sistemi intelligenti (Guarino)
- 16 Conclusioni



---

---

---

---

---

---

---

## Argomenti non affrontati

- Pianificazione
- Apprendimento
- Visione artificiale
- Robotica
- *Focus* sulla rappresentazione della conoscenza e la modellazione concettuale



---

---

---

---

---

---

---

## Cos'è l'Intelligenza Artificiale

|                                      |                              |
|--------------------------------------|------------------------------|
| <i>Pensare come gli esseri umani</i> | <i>Pensare razionalmente</i> |
| <i>Agire come gli esseri umani</i>   | <i>Agire razionalmente</i>   |

---

---

---

---

---

---

---

---

## Cos'è l'Intelligenza Artificiale

|   |   |
|---|---|
| "[Automazione di] attività che noi associamo al pensiero umano, attività quali il prendere decisioni, la risoluzione automatica di problemi, l'apprendimento ..."<br>(Bellman 1978) | "Lo studio delle facoltà mentali mediante l'uso di modelli computazionali"<br>(Charniak McDermott 1985)         |
| "Lo studio di come far fare ai calcolatori cose per le quali al momento gli uomini sono migliori" (Rich Knight 1991)  | "la branca dell'informatica che riguarda l'automazione di comportamenti intelligenti" (Luger Stubblefield 1993) |

---

---

---

---

---

---

---

---

## Pensare come gli umani

*"Il nuovo sforzo entusiasmante di far pensare i computer/macchine con la mente, nel senso completo e letterale"* (Haugeland, 1985)

- Modellazione cognitiva
- Analisi scientifica delle attività interne del cervello
- Quale livello di astrazione?
  - "conoscenza" o "circuiti"?
- Come validare i modelli?
  - Predire e testare il comportamento di soggetti umani (top-down)
  - Identificazione diretta da dati neurologici (bottom-up)
- Le scienze cognitive sono oggi distinte dall'AI (benche' collegate)

---

---

---

---

---

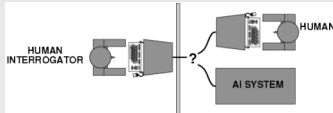
---

---

---

## Agire come gli umani: il test di Turing

- Turing (1950): "Computing machinery and intelligence"
  - Pensare -> Comportarsi in modo intelligente
  - Test: imitazione di un umano da parte di un computer
  - Requisiti
    - Elaborazione linguaggio naturale
    - Rappresentazione della conoscenza
    - Ragionamento automatico
    - Apprendimento
  - Test "completo": visione artificiale, robotica



Corso Introduzione all'Intelligenza Artificiale, 2007

10

---

---

---

---

---

---

---

---

## L'importanza del test di Turing

- Entro il 2000, 30% delle chance di ingannare una persona inesperta per 5 minuti
- Previsti tutti i maggiori argomenti contro l'AI nei successivi 50 anni
- Problema: il test di Turing non e' riproducibile ne' riconducibile a formalizzazione matematica.



Corso Introduzione all'Intelligenza Artificiale, 2007

11

---

---

---

---

---

---

---

---

## Pensare in modo razionale: le leggi del pensiero

- Normative (prescrittive) piuttosto che descrittive
  - (Aristotele: quali sono le corrette argomentazioni)
- Filo diretto con la matematica e la filosofia
- Problemi:
  - Non tutte le inferenze corrette sono cognitivamente rilevanti
  - Necessarie euristiche per limitare la complessita' computazionale del ragionamento
  - Onniscienza logica



Corso Introduzione all'Intelligenza Artificiale, 2007

12

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sistemi che agiscono razionalmente

- "Il ramo dell'informatica che si occupa di automatizzare un comportamento intelligente" (Luger, Stubblefield, 1993)
- Fare la cosa giusta: quella che ci si aspetta massimizzi il risultato, a fronte dell'informazione disponibile
- Non tutti i comportamenti razionali coinvolgono inferenze (es. togliere una mano dal fuoco)



---

---

---

---

---

---

---

## Agenti razionali

- Un agente è un'entità che *percepisce* e *agisce*
- In astratto, si può pensare come una funzione da storie di percezione ad azioni:

$$[f: P^* \rightarrow A]$$



---

---

---

---

---

---

---

## Breve storia dell'AI

- **Summer Research Project on Artificial Intelligence**  
Giugno-agosto 1956, Dartmouth (New Hampshire)

*In linea di principio si può descrivere ogni aspetto dell'apprendimento e dell'intelligenza con una precisione tale da permetterne la simulazione con macchine appositamente costruite. Si cercherà di costruire macchine in grado di usare il linguaggio, di formare astrazioni e concetti, di migliorare se stesse e risolvere problemi che sono ancora di esclusiva pertinenza degli esseri umani.*

John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, Claude Shannon



---

---

---

---

---

---

---

## L'esordio dell'AI

- 1943 McCulloch Pitts: modello del cervello a circuiti boolean
- 1943 Nasce la cibernetica (Wiener: behavior, purpose, and teleology)
- 1950 Turing "Computing Machinery and Intelligence"
- 1952-69 Look, Ma, no hands!
- 1950 Primi programmi di AI, la dama (Samuel), LogicTheorist (Newell & Simon), Geometry Engine (Gelernter)
- **1956 Scuola di Dartmouth: il nome "Artificial Intelligence"**
- 1957 General Problem Solver (Newell&Simon)
- ~1960 DARPA investe sulla traduzione automatica
- 1965 Robinson introduce il metodo di risoluzione
- 1964-66: Eliza (Weizenbaum)



---

---

---

---

---

---

---

---

## Eliza

- Paziente: Gli uomini sono tutti uguali?
- Dottore: In che senso?
- P: Stanno sempre a punzecchiarsi su una cosa o su un'altra.
- D: Può ricordare un esempio specifico?
- P: Beh, il mio ragazzo mi ha fatto venire qui.
- D: Il suo ragazzo l'ha fatta venire qui?
- P: Dice che sono depressa quasi sempre.
- D: Mi dispiace sentire che lei e' depressa.
- P: E' vero, non sono felice.
- D: Pensa che venire qui l'aiuterà a non essere infelice?
- P: Ho bisogno di un po' d'aiuto, questo sembra certo.
- D: Cosa potrebbe significare per lei ricevere un aiuto?
- P: Forse potrei farcela con mia madre.
- D: Mi dica di più sulla sua famiglia.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Storia dell'AI: 1970-1979

- Il mondo dei blocchi
  - Linguaggio naturale: SHRDLU (1971, Winograd)
  - Apprendimento (Winston, 1970)
  - Pianificazione (Fahlman, 1974)
- Sistemi esperti basati su regole
- Cala la ricerca sulle reti neurali
- 1966-74 L'AI scopre la complessità computazionale
- Frames (Minsky, 1975)
- Sistemi basati sulla conoscenza
- Conceptual dependency (Shank, 1975)



---

---

---

---

---

---

---

---

### Storia dell'AI: 1980-89

- "Menti, cervelli e programmi" (Searle, 1980)
- Rappresentazione della conoscenza: KL-ONE
- Fifth generation (1981): progetto giapponese
- Esplode l'industria dei sistemi esperti
- CYC (Lenat, 1984)
- Tornano in voga le reti neurali: Parallel Distributed Processing (Rumelhart, 1986)
- Apprendimento automatico
- Risorgono i metodi probabilistico (Pearl, 1988)
- Esplode l'industria dei sistemi esperti



---

---

---

---

---

---

---

---

### Storia dell'AI: 1990 - oggi

- Crolla l'industria dei sistemi esperti (1989-93). L'"Inverno dell'AI"
- Nascono le "ontologie" (1991)
- Nascono le logiche descrittive
- Ritorna la robotica e la visione (1993)
- Programmazione genetica
- Riconoscimento del parlato
- Agenti e multi agenti
- Deep Blue (1997)
- Robocup
- Agenti distribuiti
- Web semantico



---

---

---

---

---

---

---

---

### Le prospettive sull'AI

- Prospettiva filosofica: fondamenti
- Prospettiva tecnologica: sviluppo di soluzioni informatiche avanzate
- Prospettiva applicativa: il mercato delle applicazioni



---

---

---

---

---

---

---

---

## Le discipline coinvolte

- Filosofia (della mente, del linguaggio, ontologia...)
- Matematica (logica, computazione, probabilità'...)
- Linguistica
- Psicologia
- Economia
- Neuroscienze
- Cibernetica



---

---

---

---

---

---

---

## La prospettiva filosofica

- Mente e cervello
- IA forte:
  - E' possibile costruire macchine che abbiano *menti coscienti*?
- IA debole:
  - E' possibile costruire macchine che agiscano *come se* fossero intelligenti?
- Limiti intrinseci:
  - Incompletezza dei sistemi formali
  - Complessita' della conoscenza
- Gli aspetti etici
  - Vantaggi e svantaggi dell'automazione
  - Aumenta o diminuisce l'intelligenza umana?
  - Fino a che punto delle macchine possono essere ritenute responsabili?
  - Privacy...



---

---

---

---

---

---

---

## La prospettiva tecnologica

- Sistemi intelligenti
- Macchine *trasparenti*
- Tecnologie "embedded"



---

---

---

---

---

---

---



## Possono le macchine pensare?

- Turing (1950) “*Calcolatori e intelligenza*”: Per rispondere alla domanda dobbiamo definire i termini:
  - **Macchina**: calcolatore a stati discreti (macchina universale di Turing)
  - **Pensare**: gioco dell'imitazione



Corso Introduzione all'Intelligenza Artificiale, 2007

25

---

---

---

---

---

---

---

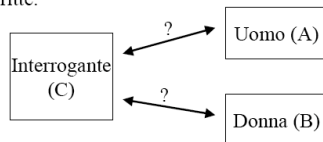
## Turing: il gioco dell'imitazione

Partecipanti:

un **uomo** (A): deve far credere a C di essere B, quindi può mentire

una **donna** (B): deve aiutare C

un **interrogante** (C): una persona in una stanza separata da A e B; deve scoprire chi è l'uomo e chi la donna facendo qualsiasi domanda; le risposte sono scritte.



---

---

---

---

---

---

---