

# Intelligenza Artificiale

## Introduzione

Alberto Broggi

### Introduzione

## Organizzazione del corso

- Teoria
  - Lezioni
  - Seminari
- Laboratorio
  - Esercitazioni da attuare in gruppi e/o singolarmente
- Tesine/Progetti
  - 30 ore dedicate a progetti

Alberto Broggi

### Introduzione

## Orario lezioni ed esami

- Lezioni:
  - Giovedì 14:00 - 17:00
  - Venerdì 11:00 - 13:00
  - Venerdì 14:00 - 16:00 (14:00 - 18:00)
- Esami:
  - 28 giugno 2001 /\* forse da spostare \*/
  - 10 luglio 2001
  - 20 settembre 2001
  - 27 settembre 2001
  - 8 novembre 2001

Alberto Broggi

### Introduzione

## Modalità di esame

- Per ogni esercitazione in laboratorio sarà necessario preparare una breve relazione che riporti i risultati e i test effettuati
- La relazione di Prolog sarà sostituita da un test al calcolatore via web
- Il voto finale sarà determinato principalmente dal progetto finale, ma influiranno anche le relazioni in itinere

Alberto Broggi

### Introduzione

## Ricevimento studenti

- Dopo le lezioni
- Giovedì, ore 11:00 - 12:00
- Venerdì, ore 9:00 - 11:00

Alberto Broggi

### Introduzione

## Programma del corso

- Introduzione
- Ricerca di soluzioni di problemi
- Logica
- Prolog
- Visione artificiale
- Logica sfumata (fuzzy)
- Reti neurali
- Algoritmi genetici e programmazione genetica
- Esercitazioni - Tesine

Alberto Broggi

**Introduzione**

Gio 9 Marzo 2001 (18h, C3) Introduzione  
 Ven 10 Marzo 2001 (18h, C3) Ricerca di soluzioni  
 Sab 11 Marzo 2001 (18h, C3) Ricerca di soluzioni  
 Dom 12 Marzo 2001 (18h, C3) Ricerca di soluzioni - Vichioli  
 Lun 13 Marzo 2001 (18h, C3) Logica  
 Mar 14 Marzo 2001 (18h, C3) Logica  
 Mer 15 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 16 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 17 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 18 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 19 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 20 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 21 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 22 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 23 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 24 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 25 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 26 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 27 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 28 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 29 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 30 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 31 Marzo 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 1 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 2 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 3 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 4 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 5 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 6 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 7 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 8 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 9 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 10 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 11 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 12 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 13 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 14 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 15 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 16 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 17 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 18 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 19 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 20 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 21 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 22 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 23 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 24 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 25 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 26 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 27 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 28 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 29 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 30 Aprile 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 1 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 2 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 3 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 4 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 5 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 6 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 7 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 8 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 9 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 10 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 11 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 12 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 13 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 14 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 15 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 16 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 17 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 18 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 19 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 20 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 21 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 22 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 23 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 24 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 25 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 26 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 27 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 28 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 29 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 30 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 31 Maggio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 1 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 2 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 3 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 4 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 5 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 6 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 7 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 8 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 9 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 10 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 11 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 12 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 13 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 14 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 15 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 16 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 17 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 18 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 19 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 20 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 21 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 22 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 23 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 24 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 25 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 26 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 27 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 28 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 29 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 30 Giugno 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 1 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 2 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 3 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 4 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 5 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 6 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 7 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 8 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 9 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 10 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 11 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 12 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 13 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 14 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 15 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 16 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 17 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 18 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 19 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 20 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 21 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 22 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 23 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 24 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 25 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 26 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 27 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 28 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 29 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 30 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 31 Luglio 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 1 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 2 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 3 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 4 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 5 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 6 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 7 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 8 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 9 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 10 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 11 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 12 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 13 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 14 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 15 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 16 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 17 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 18 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 19 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 20 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 21 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 22 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 23 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 24 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 25 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 26 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 27 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 28 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 29 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 30 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 31 Agosto 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 1 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 2 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 3 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 4 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 5 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 6 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 7 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 8 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 9 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 10 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 11 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 12 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 13 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 14 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 15 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 16 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 17 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 18 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 19 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 20 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 21 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 22 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 23 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 24 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 25 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 26 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 27 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 28 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 29 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 30 Settembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 1 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 2 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 3 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 4 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 5 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 6 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 7 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 8 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 9 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 10 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 11 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 12 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 13 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 14 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 15 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 16 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 17 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 18 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 19 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 20 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 21 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 22 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 23 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 24 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 25 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 26 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 27 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 28 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 29 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 30 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 31 Ottobre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 1 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 2 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 3 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 4 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 5 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 6 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 7 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 8 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 9 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 10 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 11 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 12 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 13 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 14 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 15 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 16 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 17 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 18 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 19 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 20 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 21 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 22 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 23 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 24 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 25 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 26 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 27 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 28 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 29 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 30 Novembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 1 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 2 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 3 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 4 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 5 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 6 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 7 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 8 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 9 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 10 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 11 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 12 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 13 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 14 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 15 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 16 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 17 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 18 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 19 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 20 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 21 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 22 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 23 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 24 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Lun 25 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mar 26 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Mer 27 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Gio 28 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Ven 29 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Sab 30 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog  
 Dom 31 Dicembre 2001 (18h, C3) Prolog

Alberto Broggi

**Introduzione**

## Lucidi, codice, indirizzi web

- I lucidi presentati a lezione sono disponibili in Internet all'indirizzo:

<http://www.ce.unipr.it/broggi/intart>

- Il sito del corso contiene anche i link al software utilizzato e i sorgenti di alcuni programmi che verranno illustrati a lezione

Alberto Broggi

**Introduzione**

## Testi di riferimento

- S.Russell, P.Norvig, "Artificial Intelligence: a Modern Approach," Prentice Hall, 1995.  
<http://www.cs.berkeley.edu/~russell/aima.html>
- Elaine Rich, Kevin Knight, "Intelligenza Artificiale," seconda edizione, McGraw-Hill, '92

Alberto Broggi

**Introduzione**

## Laboratorio di informatica C3

- Laboratorio con netstations Unix
- Necessità di ottenere un account/login
- Software utilizzato installabile anche a casa (ambienti Unix/Linux, Windows)
- Prolog via rete (Web browser)

Alberto Broggi

**Introduzione**

## Intelligenza Artificiale

È una disciplina che si occupa della

1. Comprensione e
2. Riproduzione

del pensiero intelligente.

Esistono due diversi approcci:

- IA forte
- IA debole

Alberto Broggi

**Introduzione**

## Intelligenza Artificiale

- Approccio della psicologia cognitiva (IA forte):**
  - task:** comprensione e simulazione dell'intelligenza umana
  - metodo:** costruzione di modelli computazionali plausibili della mente umana e dei suoi processi
  - criterio di successo:** risolvere i problemi con gli stessi processi usati dall'uomo
- Approccio ingegneristico (IA debole):**
  - task:** costruzione di entità dotate di intelligenza razionalizzata o razionalità
  - metodo:** continuazione della tradizione logicistica di Aristotele, codifica del pensiero razionale
  - criterio di successo:** più pratico ed utilitaristico; l'importante è risolvere i problemi che richiedono intelligenza

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Cos'è l'Intelligenza

"Qualità mentale che consiste nella 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]

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Cos'è l'Intelligenza Artificiale

- È lo studio di come rendere i calcolatori capaci di pensare nel vero senso letterale del termine (Haugeland, 1985).  
Cioè realizzare sistemi che pensano come gli uomini.
- È lo studio di come far fare ai calcolatori cose che, ora come ora, gli uomini fanno meglio (Rich and Knigh, 1991).  
Cioè realizzare sistemi che agiscono come gli uomini.

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Cos'è l'Intelligenza Artificiale

- È lo studio delle facoltà mentali attraverso l'uso di modelli computazionali (Charniak and McDermott, 1985).  
Cioè realizzare sistemi che pensano razionalmente.
- È lo studio di come spiegare ed emulare il comportamento intelligente attraverso processi computazionali (Schalkoff, 1990).  
Cioè realizzare sistemi che agiscono razionalmente.

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Cos'è l'Intelligenza Artificiale

- È un ramo dell'ingegneria?
- È un ramo dell'informatica?
- È un ramo delle scienze cognitive?
- È un ramo della filosofia?
- È una scienza?

Alberto Broggi

#### Introduzione

### I problemi dell'Intelligenza Artificiale

- Attività formali:
  - giochi
  - dimostrazioni automatiche di teoremi, geometria, logica
- Attività quotidiane:
  - percezione visiva, percezione audio
  - linguaggio naturale (comprensione, generazione, traduzione)
  - ragionamento di senso comune
- Attività specializzate:
  - sistemi esperti (analisi scientifica, diagnosi medica, analisi finanziaria, progetto in ingegneria)

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Le basi dell'Intelligenza Artificiale

- L'Intelligenza Artificiale è una campo di ricerca giovane (1943 o 1956)
- l'Intelligenza Artificiale si basa sulle idee e risultati ottenuti in altri campi:
  - Filosofia
  - Matematica
  - Ingegneria dei calcolatori
  - Psicologia
  - Linguistica

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Basi Filosofiche (428 BC - )

- Platone nel 428 BC: descrive un dialogo in cui Socrate cerca un algoritmo per distinguere la pietà dalla non-pietà
- Aristotele cerca di formulare le leggi che governano la parte razionale della mente
- Rene Descartes (1596-1650) propone la tesi del dualismo
- Wilhelm Leibniz (1646-1716) propone la tesi del materialismo

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Basi Filosofiche (428 BC - )

- Francis Bacon (1561-1626) con il suo lavoro "*Novum Organum*" da vita al movimento degli empiricisti
- David Hume (1711-1776) nel suo lavoro "*A Treatise of Human Nature*" propone il principio dell'induzione
- Bertrand Russell (1872-1970) introduce il positivismo logico

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Basi Matematiche (1800 - )

- George Boole (1815-1864) introduce un linguaggio formale per fare dell'inferenza logica
- Gottlob Frege (1848-1925) definisce una logica che, eccetto alcune modifiche di notazione, è la logica del prim'ordine usata in gran parte dei sistemi odierni di rappresentazione della conoscenza

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Basi Matematiche (1800 - )

- Alfred Tarski (1902-1983) introduce una teoria che permette di mettere in relazione gli oggetti del mondo reale con gli oggetti di una rappresentazione logica
- Kurt Godel (1906-1978) prova il cosiddetto problema dell'indcidibilità
- Alan Turing (1912-1954) introduce la cosiddetta macchina di Turing e la tesi di Church-Turing

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Basi Psicologiche (1879 - )

- Herman von Helmholtz (1821-1894) e Wilhelm Wundt (1832-1920) applicano il metodo scientifico allo studio della visione umana
- John Watson (1878-1958) e Edward Lee Thorndike (1874-1949) con il loro movimento del comportamentismo basano le loro teorie sui concetti di stimolo e risposta e rifiutano ogni teoria basata su processi mentali

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Basi dell'Ingegneria dei Calcolatori (1940 - )

- Nel 1940 in Inghilterra venne costruito dal gruppo di Alan Turing il primo computer moderno, Heath Robinson
- Nel 1941 in Germania venne costruito da Konraad Zuse il primo computer programmabile, Z-3
- Tra il 1940 e il 1942 negli Stati Uniti venne realizzato il primo calcolatore elettronico, ABC
- Nel 1945 viene realizzato per Z-3, il primo linguaggio di programmazione ad alto livello

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Basi Linguistiche (1957 - )

- Nel 1957 Noam Chomsky descrive la teoria delle strutture sintattiche
- I modelli sintattici di Chomsky sono abbastanza formali da poter essere programmati

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Storia dell'Intelligenza Artificiale

- Warren McCulloch e Walter Pitts nel 1943 propongono un modello di neurone artificiale
- Nel 1956 durante il workshop di Dartmouth John McCarthy conio per questi tipi di ricerca il nome di Intelligenza Artificiale
- Allen Newell and Herbert Simon nel 1956 realizzano un programma di ragionamento, Logic Theorist
- Allen Newell and Herbert Simon nel 1956 realizzano un programma per la risoluzione di problemi, General Problem Solver

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Storia dell'Intelligenza Artificiale

- John McCarthy nel 1958 definisce il LISP
- Nel 1963 Marvin Minsky incarica un gruppo di studenti di risolvere alcuni semplici problemi che sembravano richiedere intelligenza
- Nel 1969 Marvin Minsky e Seymour Papert nel loro libro, "*Perceptrons*", mettono in luce i limiti delle reti neurali
- Nello stesso anno, Arthur Bryson e Yu Chi Ho propongono l'algoritmo di apprendimento back propagation

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Storia dell'Intelligenza Artificiale

- Nel 1969 il gruppo di Bruce Buchanan e Edward Feigenbaum realizza il primo sistema esperto, DENDRAL (analisi chimica)
- Nel 1976 lo stesso gruppo realizza MYCIN un sistema esperto per la diagnosi di infezioni del sangue
- Nel 1975 Marvin Minsky propone il frame come struttura per la rappresentazione della conoscenza

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Storia dell'Intelligenza Artificiale

- Nel 1981 le autorità giapponesi annunciano l'avvio del progetto per la quinta generazione dei computer
- Nello stesso periodo sono sviluppati dei calcolatori, LISP Machine, con processori orientati all'esecuzione di programmi LISP
- Nel 1986 David Rumelhart e James McClelland pubblicano i due libri "*Parallel Distributed Processing*"

Alberto Broggi

#### Introduzione

### Storia dell'Intelligenza Artificiale

- I cosiddetti modelli "*Hidden Markov*" permettono ai metodi di riconoscimento del parlato e della scrittura di essere usati in sistemi commerciali
- David Chapman ottiene una elegante sintesi dei programmi di pianificazione esistenti
- Le cosiddette "*Belief network*" diventano la base per il ragionamento incerto e i sistemi esperti
- Allen Newell, John Laird e Paul Rosebloom sviluppano SOAR

Alberto Broggi

Introduzione

## Sistemi Intelligenti

- Quando è che una macchina si può dire intelligente?
- Turing Test
  - elaborazione del linguaggio naturale
  - rappresentazione della conoscenza
  - ragionamento automatico
  - apprendimento
- Total Turing Test
  - visione
  - robotica

Alberto Broggi

Introduzione

## Sistemi Intelligenti

- Si riuscirà mai a passare il test di Turing?  
Forse no, ma possiamo accontentarci di qualcosa in meno della completa imitazione di una persona
- Utilizzo dell' IA in settori più specifici e limitati
- In questi casi i sistemi possono arrivare a comportarsi meglio della maggioranza delle persone (scacchi)

Alberto Broggi

Introduzione

## Sistemi Intelligenti

- Se lo scopo è quello di simulare il comportamento umano, la misura del successo è data dal grado di somiglianza delle prestazioni del sistema con il comportamento umano
- Importante: non si cerca il miglior comportamento possibile, ma si vuole che il sistema possa sbagliare, come l'uomo
- Quindi la domanda se una macchina abbia intelligenza o possa pensare è troppo confusa per poter dare una risposta precisa

Alberto Broggi

Introduzione

## Sistemi Intelligenti

Quali sono le componenti fondamentali di una macchina intelligente?

```

graph LR
    Ingresso[Ingresso  
Comprensione del linguaggio naturale] --> Centro[Rappresentazione della conoscenza  
Ragionamento automatico  
Apprendimento]
    Visione[Visione] --> Centro
    Centro --> Uscita[Uscita  
Generazione del linguaggio naturale]
    Centro --> Movimento[Generazione dei movimenti]
  
```

Alberto Broggi

Introduzione

## Campi di Applicazione

- Percezione
- Linguaggio Naturale
- Giochi
- Matematica
- Ingegneria
- Robotica
- Diagnosi Medica
- Analisi Finanziaria

Alberto Broggi

Introduzione

## Tecniche di Intelligenza Artificiale

- I problemi di IA coprono uno spettro larghissimo e sembra che possano avere poco in comune, eccetto la caratteristica di essere difficili
- L'obiettivo è cercare delle tecniche che possano essere sufficientemente generali
- Uno dei primi risultati certi della ricerca è che:  
**l'intelligenza richiede conoscenza**

Alberto Broggi

## Introduzione

### Tecniche di Intelligenza Artificiale

- Le tecniche di IA manipolano conoscenza
- La conoscenza ha alcune caratteristiche poco desiderabili:
  - è voluminosa
  - è difficile da caratterizzare con precisione
  - è in continuo cambiamento
- Le tecniche di IA sono metodi che sfruttano la conoscenza rappresentata in modo che:
  - dia conto delle generalizzazioni ('conoscenza' vs 'dati')
  - possa essere compresa/definita da coloro che devono fornirla
  - possa essere facilmente modificabile
  - possa essere utilizzata in molte situazioni anche se non è del tutto completa e precisa

Alberto Broggi

## Introduzione

### Il gioco del filetto

- Con l'esempio del gioco del filetto cercheremo di capire cosa si intende per tecnica di IA

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Alberto Broggi

## Introduzione

### Il gioco del filetto: 1 soluzione

- Strutture dati**
  - int Quadro[9] dove:
    - Quadro[i] = 0 se vuoto
    - Quadro[i] = 1 se riempito con X
    - Quadro[i] = 2 se riempito con O
  - int QuadroMosse[9][19683] (19683 = 3<sup>9</sup>)
- Algoritmo**
  - si considera il vettore Quadro come se fosse un numero in base 3 e si converte in decimale
  - si usa questo numero per accedere ad un elemento del vettore Mosse
  - il valore dell'elemento è il nuovo valore di Quadro

Alberto Broggi

## Introduzione

### Il gioco del filetto: 1 soluzione

- Vantaggi**
  - Soluzione molto efficiente in termini di tempo
  - In teoria è in grado di giocare in modo ottimale
- Svantaggi**
  - La memorizzazione della tabella che specifica le mosse corrette richiede molto spazio
  - La specifica di tutti gli elementi della tabella richiede molto lavoro
  - L'inserimento dei valori nella tabella può essere inficiato da errori
  - L'estensione del problema a una dimensione in più (ad es. 3D) richiederebbe di ripetere da capo l'analisi. Inoltre richiederebbe 3<sup>27</sup> elementi nella tabella!

Alberto Broggi

## Introduzione

### Il gioco del filetto: 2 soluzione

- Strutture dati**
  - int Quadro[9] dove:
    - Quadro[i] = 2 se vuoto
    - Quadro[i] = 3 se riempito con X
    - Quadro[i] = 5 se riempito con O
  - int Turno (da 1 a 9)
- Funzioni**
  - Vai(n) esegue:
    - Quadro[n] = 3 se Turno è dispari ; incrementa Turno
    - Quadro[n] = 5 se Turno è pari ; incrementa Turno
  - Fai2() ritorna il primo quadro vuoto tra i quadri: 5,2,4,6,8
  - Possvit(p) ritorna 0 se il giocatore p non può vincere alla prossima mossa, altrimenti il quadro vincente

Alberto Broggi

## Introduzione

### Il gioco del filetto: 2 soluzione

- Algoritmo**
  - se Turno = 1 allora Vai(1)
  - se Turno = 2 se Quadro[5] = 2 allora Vai(5) altrimenti Vai(1)
  - se Turno = 3 se Quadro[9] = 2 allora Vai(9) altrimenti Vai(3)
  - se Turno = 4 se Possvit(x) > 0 allora Vai(Possvit(x)) altrimenti Vai(Fai2())
  - se Turno = 5 se Possvit(x) > 0 allora Vai(Possvit(x)) altrimenti se Possvit(o) > 0 allora Vai(Possvit(o)) altrimenti se Quadro[7] = 2 allora Vai(7) altrimenti Vai(3)

Alberto Broggi

Introduzione

## Il gioco del filetto: 2 soluzione

se Turno = 6      se Possvit(o) > 0 allora Vai(Possvit(o))  
                          altrimenti se Possvit(x) > 0 allora Vai(Possvit(x))  
                          altrimenti Vai(Fai20)

se Turno = 7      se Possvit(x) > 0 allora Vai(Possvit(x))  
                          altrimenti se Possvit(o) > 0 allora Vai(Possvit(o))  
                          altrimenti Vai(i) tale che Quadro[i] = 2

se Turno = 8      se Possvit(o) > 0 allora Vai(Possvit(o))  
                          altrimenti se Possvit(x) > 0 allora Vai(Possvit(x))  
                          altrimenti Vai(i) tale che Quadro[i] = 2

se Turno = 9      se Possvit(x) > 0 allora Vai(Possvit(x))  
                          altrimenti se Possvit(o) > 0 allora Vai(Possvit(o))  
                          altrimenti Vai(i) tale che Quadro[i] = 2

Alberto Broggi

Introduzione

## Il gioco del filetto: 2 soluzione

- **Vantaggi**
  - efficiente in termini di spazio
  - capace di giocare in modo ottimale
  - la strategia di gioco è più comprensibile
- **Svantaggi**
  - meno efficiente in termini di tempo
  - la soluzione è difficilmente estendibile
- **Non soddisfa nessun requisito di una buona tecnica di IA**

Alberto Broggi

Introduzione

## Il gioco del filetto: 2 soluzione (bis)

- Per facilitare il controllo di una possibile vittoria i quadri vengono così numerati:

8	3	4
1	5	9
6	7	2

- La somma risulta sempre 15 in caso di vittoria

Alberto Broggi

Introduzione

## Il gioco del filetto: 2 soluzione (bis)

- **Commento**
  - Modalità di risoluzione dell'uomo e della macchina:
  - Per quale motivo l'uomo trova più semplice il controllo riga per riga, mentre la macchina quello basato sul calcolo?
  - Probabilmente l'uomo è un calcolatore parallelo e può controllare contemporaneamente (visivamente) più quadri
  - La scelta della rappresentazione ha grande influenza sull'efficienza di un programma per la risoluzione di un problema

Alberto Broggi

Introduzione

## Il gioco del filetto: 3 soluzione

- **Strutture Dati**
  - int Quadro[9]
  - una lista di prossime posizioni con associato un valore che rappresenta la stima della probabilità di vittoria se si sceglie quella mossa
- **Algoritmo**
  - si generano tutte le configurazioni raggiungibili in una mossa e si sceglie la migliore:
           » se una configurazione è vincente allora è la migliore
           » altrimenti si considerano tutte le mosse che l'avversario può compiere da quella configurazione (ricorsivamente): si determina la peggiore posizione e si assegna il suo valore alla configurazione che stiamo considerando
           » la configurazione migliore ha il valore più alto

Alberto Broggi

Introduzione

## Il gioco del filetto: 3 soluzione

- **Vantaggi**
  - capace di essere efficiente in termini di spazio
  - capace di giocare in modo ottimale
  - la soluzione è estendibile per altri giochi
- **Svantaggi**
  - poco efficiente in termini di tempo
- **E' un buon esempio di tecnica di IA ed è migliore degli altri perché:**
  - può essere esteso ad altri giochi per i quali l'approccio di enumerazione esaustiva degli altri programmi risulterebbe impossibile
  - Si può migliorare inserendo nuova conoscenza (sottoinsieme delle mosse, ricerca fino a profondità ridotta,...)

Alberto Broggi

## Tecniche di Intelligenza Artificiale

- Il programma finale costituisce un esempio di una tecnica di IA; è più lento, ma coinvolge i seguenti 3 aspetti basilari:
  - **Ricerca** è un modo per risolvere i problemi che non dispongono di un approccio diretto
  - **Uso della conoscenza** risolve problemi complessi, sfruttando la base di conoscenza sugli oggetti
  - **Astrazione**: è un modo per separare le caratteristiche importanti da quelle meno importanti

Alberto Broggi

## Tecniche di Intelligenza Artificiale

- Per la soluzione di problemi **difficili** i programmi che sfruttano queste tecniche possiedono i seguenti vantaggi:
  - sono molto robusti rispetto a piccole perturbazioni nei dati in ingresso
  - sono più comprensibili (e modificabili)
  - funzionano per problemi di grandi dimensioni, dove tecniche più dirette falliscono
- Forse non è possibile fornire definizioni più precise delle tecniche di IA

Alberto Broggi