

Introduzione

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

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

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

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)

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

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

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”

[Encyclopedia 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 Knight, 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 un 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
- René 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" dà 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 primo 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 Gödel (1906-1978) prova il cosiddetto problema dell'indecidibilità
- Alan Turing (1912-1954) introduce la cosiddetta macchina di Turing e la tesi di Church-Turing

Alberto Broggi

Introduzione

Basi Psicologiche (1879 -)

- Hermann 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 comportamentalismo 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 Konrad 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 coniò 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 MYCIM 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 Rosenthal 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
    In[Ingresso  
Comprensione  
del linguaggio naturale] --> S[Stato Interno]
    S --> U[Uscita  
Generazione  
del linguaggio naturale]
    S --> V[Visione]
    S --> GM[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	✗	6
	5	
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 Quadro Mosse[9][19683] (19683=3⁹)
- 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 3⁷ 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
 - Fai20() 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(Fai20())
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))
    se Turno = 7      altrimenti se Possvit(x) > 0 allora Vai(Possvit(x))
    se Turno = 8      altrimenti Vai(Fai2())
    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
                      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 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

Introduzione

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

Introduzione

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