

Agenti basati su Ricerca: Introduzione

Intelligenza Artificiale

Prof. Alfonso E. Gerevini
Dipartimento di Elettronica per l'Automazione
Facoltà di Ingegneria
Università degli Studi di Brescia

1

Un Agente “Risolutore di Problemi”

Segue un processo ciclico composto da 4 fasi:

- **Formulazione dell'obiettivo** (goal). Ad es: essere in una certa città
- **Formulazione del problema (o dominio)**
 - Stati e azioni (NB: stato ricerca = insieme di stati “reali”)
 - È importante una appropriata astrazione
- **Ricerca**: trovare una sequenza di azioni che porta dallo stato iniziale a quello goal (algoritmo di ricerca)
- **Esecuzione** della sequenza di azioni (o della prima azione)

2

Un Agente “Risolutore di Problemi”



3

Definizione di un Problema di Ricerca

Ambienti deterministici e accessibili (completamente osservabili):

- Insieme di **stati** del mondo (ambiente) semplificato
- Insieme di **operatori** (o azioni) possibili: **una funzione successore** (oppure **azioni + modello transizione**)
- Uno **stato iniziale** in cui l'agente sa di essere
- Uno o più **stati obiettivo**: **un goal test**
- Un costo per ogni sequenza di azioni (sequenza di stati attraversati): **una funzione costo**

⇒ *Trovare una sequenza di azioni (cammino tra stati) che trasforma lo stato iniziale in uno stato obiettivo (algoritmo o motore di ricerca)*

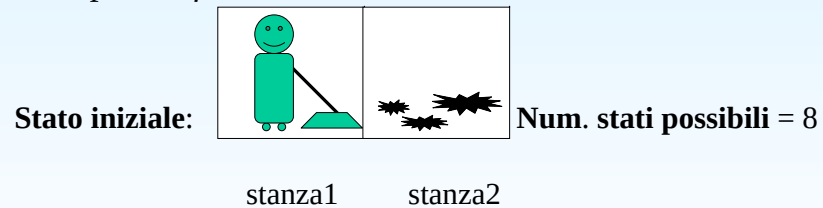
4

Problema a Stato Unico

Un semplice esempio (Roby = robot aspirapolvere):

Ambiente: 2 stanze, Roby, polvere. 

Esempi di info irrilevante?



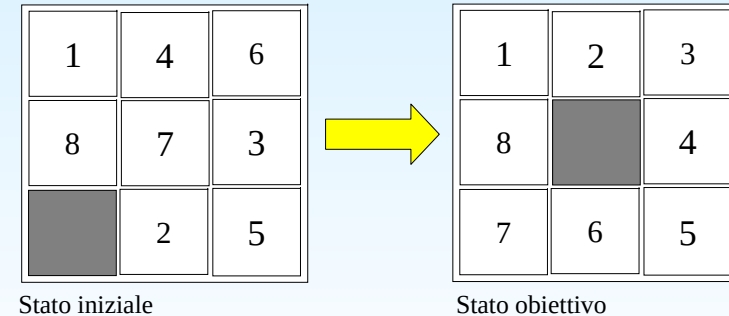
Azioni: VaiDestra, VaiSinistra, Aspira

Stati Obiettivo = tutti gli stati in cui non c'è polvere

Soluzione = VaiDestra, Aspira

5

Esempio: “Rompicapo dell’8”



Stati = configurazione delle caselle

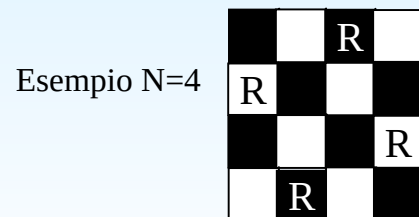
Info irrilevanti: colore, dimensione, peso, materiale, ecc.

Operatori = muovere ciascuna casella in alto, basso, sinistra, destra (oppure muovere casella vuota; **è meglio???**)

6

Esempio: “Problema delle N Regine”

Problema: Disporre N regine su una scacchiera $N \times N$ senza che queste si attacchino. NB: Mi interessa trovare uno stato con determinate proprietà e non una sequenza di azioni.



Stati = configurazioni di una o più regine sulla scacchiera

Stato iniziale = nessuna regina sulla scacchiera

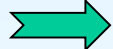
Stati obiettivo = N regine sulla scacchiera e nessun attacco

7

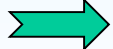
Problema delle N Regine

Operatori (2 possibilità):

- mettere una regina qualsiasi sulla scacchiera (8×8)

 se 8 regine, 64^8 sequenze di azioni

- regina i -esima sulla colonna i -esima (senza attacco alle precedenti)

 se 8 regine, solo 2057 sequenze!

Ma il problema resta non banale per n grande (se $n=100$, ho 10^{52} possibili sequenze!)

8

Problema a Stati Multipli

Spesso l'ambiente non è completamente accessibile

Caso limite: completa ignoranza (no sensori)

Esempio robot aspirapolvere:

Stato iniziale: uno imprecisato degli 8 possibili

➡ INSIEME di 8 stati (“belief state”)

Ogni azione trasforma un belief state in un altro

Soluzione: Trasforma l'insieme iniziale di stati in un insieme contenente solo soluzioni (in questo caso un solo stato):

➡ *VaiDestra, Aspira, VaiSinistra, Aspira*

9

Problema con Contingenze ✱

Problemi in cui la soluzione deve contenere azioni “sensoriali” per acquisire informazioni necessarie

Esempio robot aspirapolvere

- Ambiente parzialmente accessibile (2 sensori)

Stato Iniziale:

R	
✱✱	✱✱

 oppure

R	
✱✱	

- Informazioni incompleta su effetti azioni (non determinismo):

Aspira talvolta deposita polvere se non c'è

Soluzione: ???

E' necessaria un'azione sensoriale per sapere se c'è polvere!

10

Formalizzare un problema di ricerca

- Un' “arte” in cui si cerca un buon **livello di astrazione** per modellare il problema:
 - Informazioni irrilevanti sugli stati (limitare il numero di stati)
 - Informazioni (precondizioni/effetti) irrilevanti su azioni
 - Azioni irrilevanti
- Esercizio di formalizzazione: il problema dei **Missionari e Cannibili** (Amarel 1968)
 - Quali informazioni sono rilevanti e quali irrilevanti?
 - Stati?
 - Operatori?
 - Goal test?
 - Costo soluzione?
- Come risolvereste “a mano” questo problema di ricerca?

11

Algoritmi di Ricerca

Ragionamento come esplorazione dello **spazio degli stati possibili**

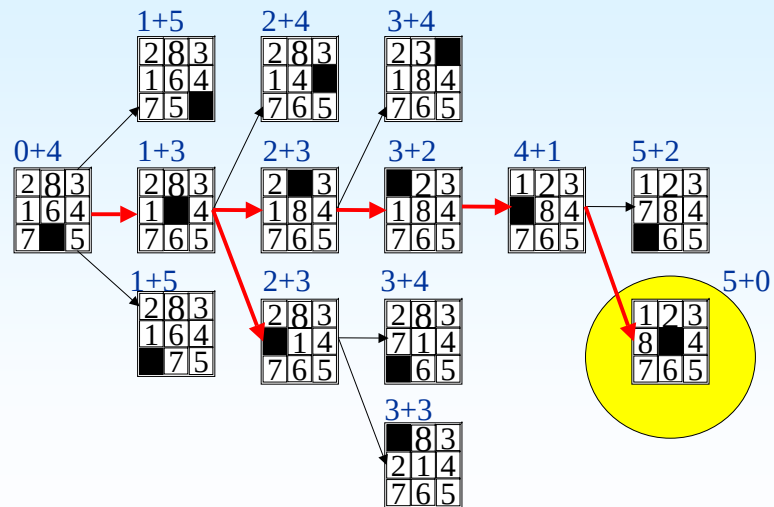


Qualità Soluzione (per scegliere tra più possibili)

- Tempo richiesto per derivarla: **costo off-line**
- Numero e “costo” azioni (mosse): **costo on-line**

12

Esempio Albero di Ricerca



13

Concetti e definizioni preliminari

- Spazio degli stati e transizioni possibili
- Albero di ricerca
- Espansione di un nodo
- Profondità di un nodo
- Fattore di diramazione (branching factor)
- Ricerca come esplorazione dell'albero
- Procedura generale di ricerca/esplorazione
- Strategie di esplorazione: cieche e euristiche (esempi per il "rompicapo dei tasselli")
- Proprietà fondamentali di una strategia/algoritmo di ricerca: correttezza, complessità (tempo e spazio), ottimalità

14