Strategie di ricerca

Esercitazione del 17 Maggio 2004

- *Scopo:*
  1. Assestare la comprensione delle strategie di ricerca viste a lezione
  2. Imparare ad utilizzare la libreria aima.search, che vi potrà essere utile per eventuali tesine

- *Com'è organizzata l'esercitazione:*
  1. Velocissimo ripasso delle strategie
  2. Un po' di osservazioni su come rappresentare lo stato
  3. Introduzione alla libreria aima.search
  4. Esempio di utilizzo

CERCARE SOLUZIONI

Alcuni concetti:

- *Espansione*: si parte da uno stato e applicando gli operatori (o la funzione successore) si generano nuovi stati.

- *Strategia di ricerca*: ad ogni passo scegliere quale stato espandere.

- *Albero di ricerca*: rappresenta l'espansione degli stati a partire dallo stato iniziale (la radice dell'albero).

- Le foglie dell'albero rappresentano gli stati da espandere.

STRATEGIE DI RICERCA

- STRATEGIE DI RICERCA **NON-INFORMATE**:
  - breadth-first (a costo uniforme);
  - depth-first;
  - depth-first a profondità limitata;
  - ad approfondimento iterativo.

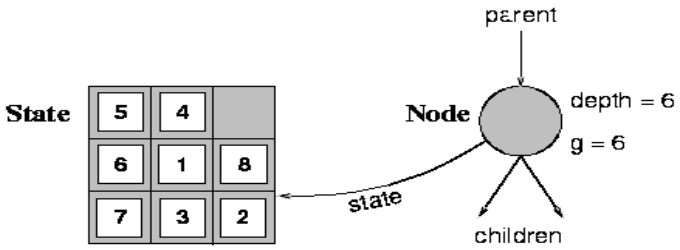
STRATEGIE DI RICERCA

- STRATEGIE DI RICERCA **INFORMATE**:
  - Best first
    1. Greedy
    2. A*
    3. IDA*
    4. SMA*

IDA* e SMA* non sono stati visti a lezione… li potete trovare sul Russell-Norvig nel capitolo dedicato alle ricerche informate…

Strutture dati per l' albero di ricerca (struttura di un nodo)

- Lo stato nello spazio degli stati a cui il nodo corrisponde.
- Il nodo genitore.
- L'operatore che è stato applicato per ottenere il nodo.
- La profondità del nodo.
- Il costo del cammino dallo stato iniziale al nodo



L'algoritmo generale di ricerca

function GENERAL-SEARCH(*problem, strategy*) **returns** a solution, or failure
  initialize the search tree using the initial state of *problem*
  loop do
    if there are no candidates for expansion **then return** failure
    choose a leaf node for expansion according to *strategy*
    if the node contains a goal state **then return** the corresponding solution
    else expand the node and add the resulting nodes to the search tree
  end

L'algoritmo generale di ricerca

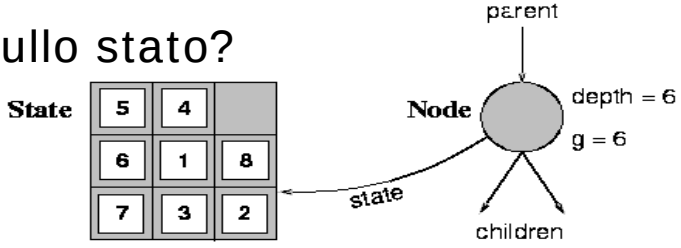
```
function GENERAL-SEARCH(problem, QUEUING-FN) returns a solution, or failure

  nodes ← MAKE-QUEUE(MAKE-NODE(INITIAL-STATE[problem]))
  loop do
    if nodes is empty then return failure
    node ← REMOVE-FRONT(nodes)
    if GOAL-TEST[problem] applied to STATE(node) succeeds then return node
    nodes ← QUEUING-FN(nodes, EXPAND(node, OPERATORS[problem]))
  end
```

Tramite l'argomento **Queuing-Fn** viene passata una funzione per accodare i nodi ottenuti dall'espansione

Primo passo: Definizione del problema

- Come rappresento un problema?
  1. In generale utilizzo una rappresentazione a stati (ho quindi degli operatori che mi permettono di operare sugli stati)
  2. Ho uno stato iniziale
  3. Ho un goal da soddisfare
- Come rappresento uno stato?
  - Strutture dati che rappresentano lo stato
- E gli operatori sullo stato?



Primo passo: Definizione del problema

- Usando un approccio “object-oriented”, rappresento uno stato tramite una classe
- Gli operatori sullo stato vengono rappresentati tramite `metodi` della classe stessa
- E poi, quali altri metodi?
  - boolean **`isGoalTest(…)`** → mi dice se ho raggiunto il goal (metodo definito dall’interfaccia **`aima.search.framework.GoalTest`**)

La libreria **`aima`** non pone nessun vincolo su come rappresentare lo stato: richiede solo che sia una istanza di **`java.lang.Object`**

…operatori sullo stato… bastano questi?

- Con questi metodi, quali strategie posso applicare?
  1. Breadth-first
  2. Depth-first
  3. Depth-bounded
  4. Iterated Deepening
- Ma se non tengo traccia della “strada” percorsa per giungere alla soluzione, posso solo dire che esiste una soluzione ma non posso dire come generarla
  - Es: nel gioco del filetto, so che c’è una soluzione, ma se non conosco le mosse per giungervi…

Il concetto di successore

- Il successore è una struttura dati che tiene traccia di:
  1. Lo stato
  2. L'operatore applicato per giungere in tale stato

- La libreria **`aima.search.framework`** offre già la classe **`Successor.java`**
- lista_di_successori **`getSuccessors()`** → restituisce chi sono i possibili successori di questo stato applicando tutti gli operatori applicabili (interfaccia **`aima.search.framework.SuccessorFunction`**)
- Attenzione! Non confondete il concetto di successore con un nodo dell'albero di ricerca…

Riepilogo: fin qui abbiamo…

Dunque se costruisco una classe java che mi rappresenta uno stato, e che implementa rispettivamente le interfacce **`GoalTest`** e **`SuccessorFunction`**, allora posso applicare i seguenti metodi di ricerca:

1. Breadth-first
2. Depth-first
3. Depth-bounded
4. Iterated Deepening

E la strategia a Costo Uniforme?

Se voglio sapere il costo per giungere a tale soluzione, devo anche conoscere il **costo degli operatori** applicati per giungervi…

A tal scopo è specificata l'interfaccia
`aima.search.framework.StepCostFunction`

con il metodo:

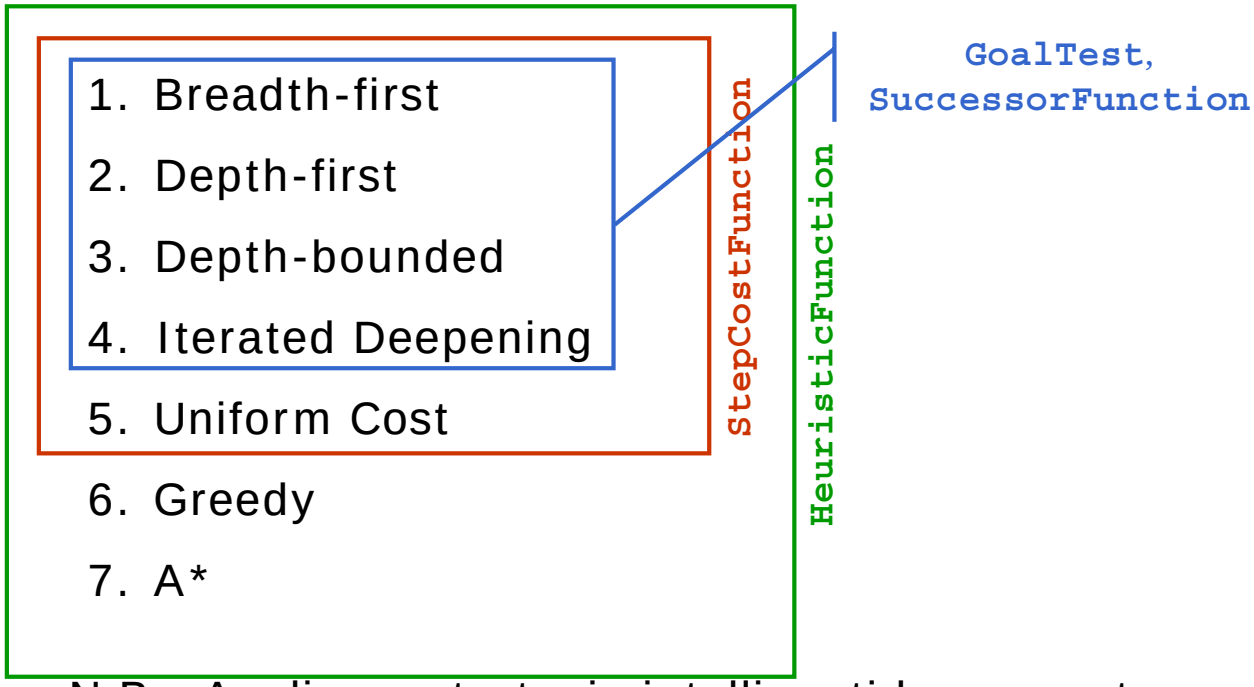
`calculateStepCost(…)`

Strategie Informate

- E se voglio applicare delle strategie informate?
- Ricordiamoci la definizione di **euristica**: una funzione che mi restituisce una stima (più o meno esatta) di quanto mi costa giungere fino al goal a partire da un certo stato…
- L'interfaccia
  `aima.search.framework.HeuristicFunction`
  definisce quindi soltanto un nuovo metodo

  `int getHeuristicValue(…)`
- Ricordiamoci che poi, a seconda della strategia, si può scegliere di considerare soltanto l'euristica, o una qualche funzione più elaborata…

Riepilogo: come implementare uno stato



N.B.: Applicare strategie intelligenti ha un costo in termini di "conoscenza" che devo fornire…

Com'è costruita la libreria
`aima.search`

Fornisce la classe:

- `aima.search.framework.Problem`,

rappresentante il problema, a cui è possibile fornire lo stato iniziale (una qualunque istanza di `java.lang.Object`), e le implementazioni delle interfacce (secondo necessità):

- `GoalTest`
- `SuccessorFunction`
- `StepCostFunction`
- `HeuristicFunction`

Com'è costruita la libreria
`aima.search`

Fornisce direttamente l'implementazione dei nodi di un albero (grafo) di ricerca, tramite le classi:

- `aima.search.framework.Node`,
- `aima.search.framework.QueueSearch`, che implementa l'algoritmo GeneralSearch, con le sottoclassi:
  - `BreadthFirstSearch`
  - `DepthFirstSearch`
  - `DepthLimitedSearch`
  - `IterativeDeepeningSearch`
  - `GreedyBestFirstSearch`
  - `SimulatedAnnealingSearch`
  - `HillClimbingSearch`
  - `AStarSearch`

L'algoritmo generale di ricerca

function GENERAL-SEARCH(*problem*, QUEUING-FN) **returns** a solution, or failure

nodes ← MAKE-QUEUE(MAKE-NODE(INITIAL-STATE[*problem*]))
loop do
  if *nodes* is empty **then return** failure
  node ← REMOVE-FRONT(*nodes*)
  if GOAL-TEST[*problem*] applied to STATE(*node*) succeeds **then return** *node*
  nodes ← QUEUING-FN(*nodes*, EXPAND(*node*, OPERATORS[*problem*]))
end

Tramite l'argomento **Queuing-Fn** viene passata una funzione per accodare i nodi ottenuti dall'espansione

Com'è costruita la libreria
aima.search

Per attuare le varie strategie, la libreria aima.search utilizza diverse queuening function:

- aima.search.datastructures.FIFOQueue
- aima.search.datastructures.LIFOQueue
- aima.search.datastructures.PriorityQueue

Com'è costruita la libreria
aima.search

Alla classe QueueSearch (cioè alle sue sottoclassi) è possibile specificare anche se si sta effettuando la ricerca su un albero o su un grafo (controlla di non ripassare per uno stato già visitato). A tal scopo fornisce anche le classi:

- aima.search.framework.TreeSearch
- aima.search.framework.GraphSearch

Com'è costruita la libreria
`aima.search`

Viene fornita infine la classe:

`aima.search.framework.SearchAgent`

che provvede direttamente a cercare la soluzione nello spazio degli stati.

Riceve come parametri di ingresso un problema (istanza della classe **`Problem`**), ed una strategia di ricerca (istanza dell'interfaccia **`Search`**).

Un primo problema semplice: Missionari e Cannibali

ESEMPIO:

- 3 missionari e 3 cannibali devono attraversare un fiume. C'è una sola barca che può contenere al massimo due persone. Per evitare di essere mangiati i missionari non devono mai essere meno dei cannibali sulla stessa sponda (stati di fallimento).
- Stato: sequenza ordinata di tre numeri che rappresentano il numero di missionari, cannibali e barche sulla sponda del fiume da cui sono partiti.
- Perciò lo stato iniziale è: (3,3,1) (nota l'importanza dell'astrazione).

Un primo problema semplice: Missionari e Cannibali

- Operatori: gli operatori devono portare in barca
  - 1 missionario, 1 cannibale,
  - 2 missionari,
  - 2 cannibali,
  - 1 missionario
  - 1 cannibale.
- Al più 5 operatori (grazie all'astrazione sullo stato scelta).
- Test Obiettivo: Stato finale (0,0,0)
- Costo di cammino: numero di traversate.

Esempio

```
MCState initState = new MCState();
Problem problem = new Problem(
      initState,
      new MCSuccessorFunction(),
      new MCGoalTest());

Search search =
new BreadthFirstSearch(new TreeSearch());

SearchAgent agent =
new SearchAgent(problem, search);


// semplici metodi di stampa dei risultati…
printActions(agent.getActions());
printInstrumentation(agent.getInstrumentation());
```

Un secondo problema : Quadrato Magico

- E' dato un quadrato di 10 caselle per 10 (in totale 100 caselle).
- Nello stato iniziale tutte le caselle sono vuote tranne la più in alto a sinistra che contiene il valore 1.
- Problema: assegnare a tutte le caselle un numero consecutivo, a partire da 1, fino a 100, secondo le seguenti regole:
- A partire da una casella con valore assegnato x, si può assegnare il valore (x+1) solo ad una casella vuota che dista 2 caselle sia in verticale, che orizzontale, oppure 1 casella in diagonale.

Un secondo problema : Quadrato Magico

- Se il quadrato è ancora vuoto, per una casella generica ci sono 7 possibili caselle vuote su dove andare
- Perché le caselle sono 7 e non 8 (4 in diagonale e 4 in orizzontale/verticale) ?
- Man mano che si riempe il quadrato, le caselle libere diminuiscono → diminuisce il fattore di ramificazione
- La profondità dell'albero è 100 (dobbiamo assegnare 100 numeri – 99 se il primo è già stato assegnato)

In laboratorio

1. Lanciare Eclipse
2. Collegarsi al server CVS (Concurrent Versioning System) per scaricare il codice di esempio:

   Window -> Open Perspective -> CVS Repository Exploring

   Tasto wizard nel menù in alto

   Add CVS Repository:

   host: 192.168.70.13 (137.204.57.129)

   repository path: /space/ai

   usr: anonymous

   pwd:

In laboratorio

3. Scaricare il codice dal server CVS:

   ... come sopra ...

   In HEAD: tasto destro sul progetto da scaricare -> Check Out As Project

   => scaricato e visibile da Java perspective

4. Dopo il download scollegarsi dal server CVS:

   In Java perspective tasto destro sul progetto scaricato -> team -> Disconnect from repository (Also delete ...)

Esempio

- Il problema del “23”
- Il mio stato è rappresentato da un numero intero
- Le operazioni ammesse sono add2 (con costo 2) e add3 (con costo 4)
- Lo stato iniziale è 0
- Problema: quale sequenza di operatori devo applicare per poter avere stato che sia multiplo di 23, partendo dallo stato iniziale 0?
- Goal: soddisfatto se (stato % 23) == 0