Il problema della pianificazione automatica

Pianificazione: determinare sequenze di azioni che consentono di raggiungere gli obiettivi dell'agente, a partire da una data situazione iniziale.

Pianificazione automatica:
sintesi automatica di una soluzione, dato un

problema di pianificazione:

- descrizione dello stato iniziale
- descrizione delle azioni eseguibili e dei loro effetti
- descrizione dell'obiettivo

Soluzione di un problema di pianificazione:

sequenza di azioni che, se eseguite, trasformano lo stato iniziale in uno stato obiettivo.

Pianificare richiede la capacità di rappresentare e ragionare su azioni e stati che evolvono nel tempo.

Terminologia

Piano : sequenza di azioni che, se eseguite, trasformano lo stato iniziale in uno stato obiettivo

Planning Agent : data la situazione iniziale, decide un obiettivo da raggiungere, cerca un piano per raggiungere l'obiettivo e lo esegue

Algoritmo di pianificazione : data la descrizione di stato iniziale, obiettivo e azioni possibili, sintetizza un piano

Nella versione più semplice, durante l'esecuzione non avviene percezione (conoscenza completa del mondo, nessun cambiamento dovuto a eventi esterni)

Plianificazione classica: ambiente completamente osservabile, deterministico, finito, statico (modificabile solo dall'agente), descreto.

Search e Pianificazione

Un problema di pianificazione si può anche vedere come un problema di search e si può affrontare mediante tecniche di search.

In questo caso:

- AZIONI: programmi che generano i successori di uno stato
- STATI: descrizione completa (struttura dati)
  usati per: generare i successori, valutare la funzione euristica, eseguire il goal test
- GOAL: goal test + funzione euristica (scatola nera)
- PIANI: sequenze di azioni, a partire dallo stato iniziale

Limiti del search

- Per ogni problema si deve determinare una struttura dati adeguata per rappresentare gli stati e scrivere i programmi che rappresentano gli operatori.
- Per ogni problema si deve fornire una funzione euristica adatta: l'agente difetta di autonomia
- In generale i problemi di pianificazione sono troppo complessi per essere risolti mediante search.
- L'uso di un'euristica aiuta a "eliminare" stati, ma non azioni: ad ogni stato devono comunque essere applicati tutti gli operatori possibili.
- Il risolutore non può avvantaggiarsi della tecnica di scomposizione in sottoproblemi.

Esempio

Obiettivo: avere il libro di Intelligenza Artificiale di Russell e Norvig

Stato iniziale: non si ha il libro di Intelligenza Artificiale di Russell e Norvig

Operatori applicabili allo stato iniziale:

- acquistare "Gli arancini di Montalbano"
- acquistare "Io Robot" di Asimov
- acquistare l'enciclopedia Treccani
- ...
- acquistare il libro di Intelligenza Artificiale di Russell e Norvig
- ....

Ci sono troppe azioni e troppi stati da considerare

Un pianificatore efficiente dovrebbe essere in grado di costruire un piano sfruttando la descrizione dell'obiettivo e quella dell'azione *Acquistare(x)*.

Approcci alla pianificazione

Complessità dei problemi di pianificazione:

Rappresentazione del problema mediante un linguaggio formale (**linguaggio di pianificazione**), che consenta di tener conto della struttura degli stati, degli obiettivi e delle azioni, e della relazione tra uno stato, un'azione e il suo risultato.

Idea chiave della pianificazione

"Aprire" la rappresentazione di stati, obiettivo e azioni: descrizione in qualche linguaggio formale (logica del primo ordine o sottolinguaggio)

stati e obiettivo : rappresentati da insiemi di enunciati

azioni : descrizione logica di precondizioni e effetti

Conseguenze

- Il metodo di rappresentazione dei problemi è generale.
- Il pianificatore può mettere in relazione stati e azioni:

  $Goal = have(Russel\&Norvig) \wedge ...$
  Effetto di $buy(x)$: $have(x)$
  $\Rightarrow$ val la pena considerare il piano che include $buy(Russel\&Norvig)$

  Si possono escludere azioni irrilevanti

- Un obiettivo può essere scomposto in sotto-obiettivi, che possono essere trattati separatamente, per poi integrare i sotto-piani risultanti.

Approcci alla pianificazione

Approcci logici: un problema di pianificazione viene rappresentato da una teoria logica e la pianificazione viene ridotta a un problema logico generale.

- **Pianificazione come deduzione:** la pianificazione viene ridotta a un problema di deduzione logica.

  Se $Axioms$ è la teoria che descrive il dominio di pianificazione e $Goal(p)$ è la formula che rappresenta l'enunciato "la sequenza di azioni p porta dallo stato iniziale a uno stato obiettivo", allora un problema di pianificazione si risolve dimostrando che

  $$Axioms \vdash \exists p\, Goal(p)$$

  Prova costruttiva: fornisce un'istanza della sequenza di azioni che risolvono il problema.

  Un piano si può sintetizzare come effetto collaterale della dimostrazione di teoremi

- **Pianificazione come soddisfacimento:** la pianificazione viene ridotta a un problema di ricerca di modelli.

Approcci basati su search

- Restrizione del linguaggio di rappresentazione: uso di un linguaggio *ad hoc*, che si può vedere come la restrizione di un linguaggio logico.
- Uso di un *planner* (algoritmo specializzato) invece di un theorem prover generale. Il planner può codificare anche principi "difficili" da esprimere in modo dichiarativo.