

LEZIONE 2

PLANNING II

STRIPS, Situation Calculus, Event Calculus

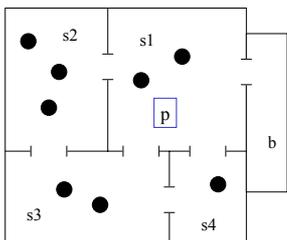
- Riprendendo le considerazioni generali della lezione scorsa, vediamo tre casi di rappresentazione
 - STRIPS (Stanford Research Institute Problem Solver)
 - Situation Calculus (McCarty & Hayes, 1969, ...)
 - Event Calculus (Kowalski & Sergot, 1986, ...)
- È bene distinguere fra rappresentazione e pianificazione
 - pianificatore: algoritmo che determina un piano, ovvero una successione di azioni che porta ad un goal
 - uno stesso pianificatore può essere applicato a rappresentazioni diverse

- Ricordiamo:
 - rappresentazione del tempo (stati, orologio, eventi)
 - rappresentazione degli stati (mondo+agente)
 - primitivo/derivato, statico/dinamico
 - rappresentazione del cambiamento prodotto da un'azione
 - cosa non cambia (frame problem)
 - precondizioni (qualification problem)
 - cosa cambia o effetto (ramification problem)

1. Rappresentazione di STRIPS

- Tempo basato sugli stati, non reificato;
 - si hanno i predicati che consentono di descrivere un qualsiasi stato (una "istantanea")
- Rappresentazione delle azioni:
 - **precondizione** : [Body] che deve aver successo nello stato corrente perché l'azione sia possibile
 - **effetto**:
 - delete list [F1,...,Fn] diventano falsi
 - add list [A1,...,An] diventano veri
- Assunzione STRIPS (**assioma d'inertzia**)
 - se il valore di verità di un fatto non è alterato da un'azione, non cambia

Esempio



Relazioni statiche

stanza(s1).

....

da(s1,s2).

....

Relazioni dinamiche STRIPS.

sporco(s1,2).

sporco(s2,3).

sporco(s3,2).

sporco(s4,1).

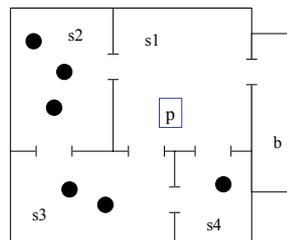
in(s1,p).

pulizia(p).

Eseguo: **pulisci(p,s1)**

azione pulisci(P,S): pre: [stanza(S),pulizia(P),in(S,P),sporco(S,N)]
del: [pulizia(P), sporco(S,N)]
add: [spostamento(P), sporco(S,0)]

Esempio



Relazioni statiche

stanza(s1).

....

da(s1,s2).

....

Relazioni dinamiche STRIPS.

sporco(s1,0).

sporco(s2,3).

sporco(s3,2).

sporco(s4,1).

in(s1,p).

spostamento(p).

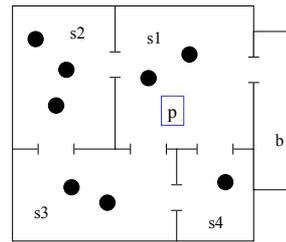
Eseguo: **pulisci(p,s1)**

azione pulisci(P,S): pre: [stanza(S),pulizia(P),in(S,P),sporco(S,N)]
del: [pulizia(P), sporco(S,N)]
add: [spostamento(P), sporco(S,0)]

2. Rappresentazione del situation calculus

- Il tempo è rappresentato da stati-azioni, detti *situazioni*. Ogni situazione è determinata da un termine:
 - init rappresenta la situazione iniziale
 - do(A,S) la situazione raggiunta con l'azione A a partire da S
- Una relazione dinamica r(X) in una situazione S è rappresentata da:
 - holds(r(X),S) e varianti, oppure
 - r(X,S)
 a seconda delle convenienze

Esempio



Relazioni statiche

stanza(s1).

.....

da(s1,s2).

.....

Relazioni dinamiche STRIPS.

sporco(s1,2,init).

sporco(s2,3,init).

sporco(s3,2,init).

sporco(s4,1,init).

in(s1,p,init).

pulizia(p,init).

in(s2,p,do(va(p,s1,s2),init))

2.1. Codifica delle azioni e del loro effetto

- Precondizioni:** può convenire l'uso di un meta-predicato poss(A,S)
 - A è possibile nello stato S
 - ad esempio:


```
poss(va(P,A,B),S) :- in(A,P,S), sporco(S,0).
```
- Effetto:** indica il nuovo valore della relazione dinamica modificata:
 - con il meta-predicato holds è possibile dare la legge di cambiamento:


```
holds(P,do(A,S)) :- poss(A,S),
                       toTrue(P,A,S).
```
 - e poi codificare toTrue.
 - Assumendo il mondo chiuso, toFalse vale per default se non si indica toTrue

Il frame problem

- MA:
- Il principio di inerzia richiede che ciò che esplicitamente non cambia resta invariato:
- ciò che era vero e deve restare vero
 - gli assiomi che mantengono veri gli atomi prima veri ed invariati son detti frame axioms
 - sono costosi (poche parti cambiano, molte restano invariate)
 - frame problem: come convivere con questo problema

ESEMPIO. Per ogni predicato un frame axiom. Ad es. per in:

```
/* frame axiom:*/
in(St,P,do(A,S)) :- nonMod(A,in), poss(A,S), in(St,P,S).
in(St1,P,do(va(P,St,St1),S)) :- poss(va(P,St,St1),S).
.....
```

```
nonMod(A,in) :- not(A = va(_,_,_)).
```

Con il metapredicato holds, un unico frame axiom

```
holds(Pred,do(A,S)) :- nonMod(A,Pred),
                       poss(A,S),
                       holds(Pred,S).
```

3. Rappresentazione dell'event calculus

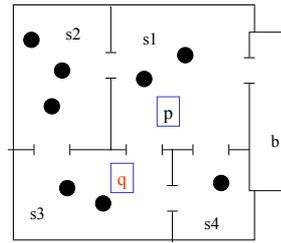
- Tempo orologio, possibile intervalli di tempo
- Meta-rappresentazione delle relazioni e degli eventi nel tempo:
 - ordinamento < sui tempi
 - holds(P,T): P vale al tempo T
 - event(E,T): si ha l'evento E al tempo T
 - inziates(E,P,T): l'evento E al tempo T rende vero T
 - terminates(E,P,T): l'evento E al tempo T rende falso P
 - clipped(P,T1,T2): nell'intervallo (T1..T2) occorre un evento che rende falso P

La meta-teoria dell'event calculus (dal libro):

holds(P,T) :- event(E,T0),
 T0 < T,
 initiates(E,P,T0),
 not(clipped(P,T0,T)).

clipped(P,T1,T2) :- event(E,T1),
 terminates(E,P,T0),
 T0 < T1,
 T1 < T2.

Esempio



Relazioni statiche

Relazioni dinamiche EC.
 holds(sporco(s1,2),0).
 holds(sporco(s2,3),0).
 holds(sporco(s3,2),0).
 holds(sporco(s4,1),0).
 holds(in(s1,p),0).
 holds(in(s3,q),0)

terminates(pulisci(P,S),sporco(S,N),T) :- poss(pulisci(P,S),T).
 initiates(pulisci(P,S),sporco(S,0),T):- poss(pulisci(P,S),T).

poss(pulisci(P,S),T) :- holds(in(S,P),T),
 holds(sporco(S,N),T),
 N > 0.

terminates(va(P,S1,S2),in(S1,P),T) :- poss(va(P,S1,S2),T).
 initiates(va(P,S1,S2),in(S2,P),T):- poss(va(P,S1,S2),T).

poss(va(P,S1,S2),T) :- holds(in(S1,P),T),
 holds(sporco(S1,0),T).

Relazioni statiche
 Relazioni dinamiche EC.

holds(sporco(s1,2),0).
 holds(sporco(s2,3),0).
 holds(sporco(s3,2),0).
 holds(sporco(s4,1),0).
 holds(in(s1,p),0).
 holds(in(s3,q),0)
 event(pulisci(p,s1),1)
 event(pulito(p,s1),3)
 event(pulisci(q,s3),1)
 event(pulito(q,s3),2)
 event(va(q,s4,s1),3)
 event(va(p,s1,s2),4)

ESERCIZIO: dare holds ai tempi 1,2,3,4

4. Breve confronto

- STRIPS ha tempo basato sugli stati, situation calculus su azioni-stato
 - situation calculus più espressivo di STRIPS: è possibile definire STRIPS nel situation calculus, non viceversa
- Event calculus:
 - tempo orologio
 - possibile ragionare su tempo discreto, continuo, intervalli
 - nel caso di più agenti, vi è un tempo comune ed eventi paralleli sono possibili, mentre nel caso basato su stati è necessario interleaving

Eszercizi

- Rappresentare il mondo dei missionari-cannibali e quello dei blocchi in STRIPS, Situation calculus, Event calculus