

Pianificazione Distribuita

Lavorare insieme

Pianificazione Distribuita

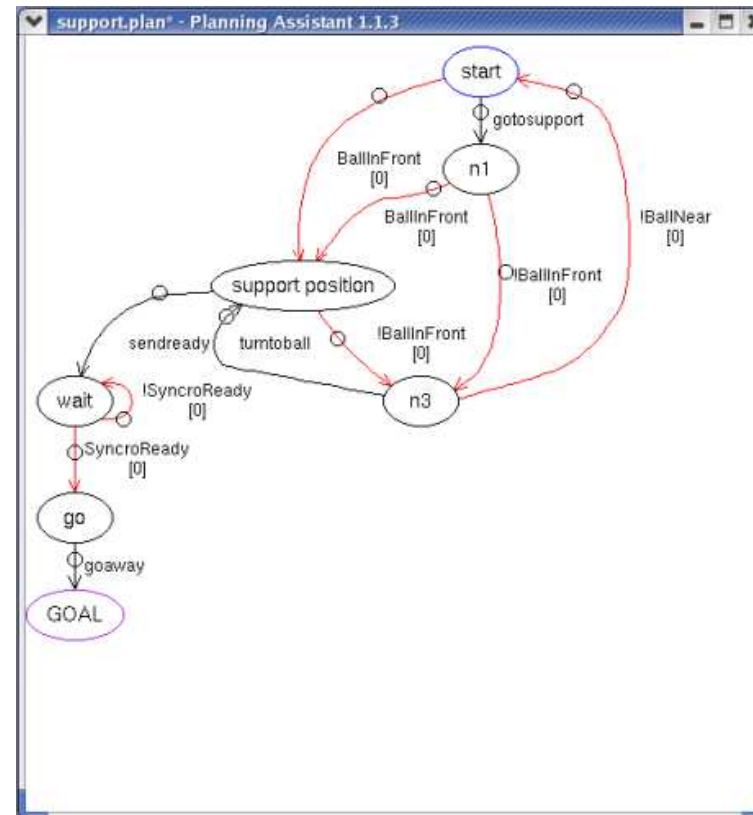
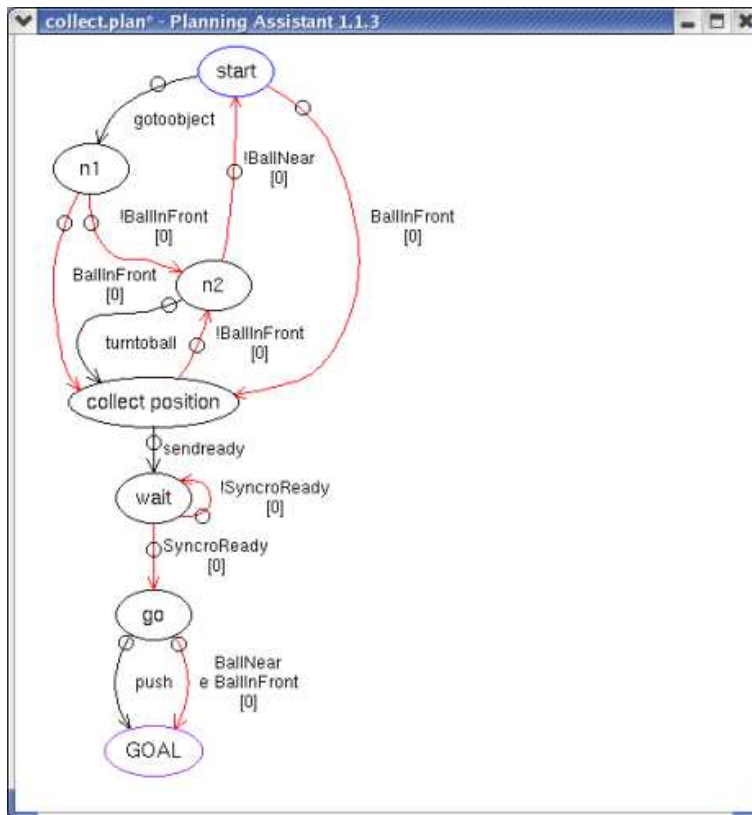
- ◇ [Weiss Cap 3]
- ◇ DCPS per la creazione di piani
- ◇ Cosa é distribuito ?
 - Pianificazione centralizzata per piani distribuiti
 - Pianificazione centralizzata per agenti distribuiti
 - Pianificazione distribuita per piano centrale
 - Pianificazione distribuita per formare un unico piano globale

- Pianificazione distribuita per piani distribuiti
 - assenza di un piano centrale

Pianificazione Centr. – Esec. Distribuita

- ◇ Piani parzialmente ordinati (Partially Ordered Plans POP)
 - ◇ POP possono essere parallelizzati
1. Generare un POP (piú parallelo possibile)
 2. Decomporre il POP (Minimizzare le rel. di ordinamento tra sotto piani)
 3. Inserire nei sotto piani le azioni di sincronizzazione
 4. Generare iterativamente allocazione di sotto-piani ad agenti fino a successo (se fallimento cambiare prima allocazione ed eventualmente decomposizione)
 5. Eseguire piani

Esempio di due piani decomposti



Pianificazione distribuita per un piano centrale

- ◇ Molti agenti cooperano alla creazione di un piano globale
- ◇ Agenti lavorano con piani parzialmente specificati
- ◇ Costruzione del piano
 - incrementale (passaggio di agente in agente di un piano parziale)
 - parallela (Piani locali vengono fusi)

Fusione di Piani (Plan Merging)

- ◇ Problematica fondamentale: risoluzione dei conflitti
- ◇ Agente centrale colleziona tutti i piani genera un piano globale
 - Georgeff (1983)
 - Ricerca sul piano globale
 - Stuart (1985)
 - Deduzione da logica temporale
- ◇ entrambi basati su notazione STRIPS estesa

Georgeff

- ◇ STRIPS aumentato con una **During List**: cambiamenti del mondo durante l'esecuzione della azione
- ◇ Piano = Insieme di stati, Azione = funzione da stato a stato
- ◇ Analisi di interazione tra le azioni
 - Soddisfacibilità
 - A_1, A_2 sodd. $\iff \exists$ una sequenza eseguibile
 - Commutatività
 - A_1, A_2 commutabili $\iff \forall$ sequenza possibile é eseguibile
 - Precedenza
 - $A_1 \succ A_2 \iff A_1$ può essere iniziata prima di A_2

Georgeff II

- ◇ Analisi di sicurezza
 - Semplificazione → tolgo tutte le azioni commutative
 - Determinazione situazioni insicure
 - Iniziare a_i e b_j é insicuro se non commutano
 - Iniziare a_i prima di b_j é insicuro se $a_i \neq b_j$
 - analisi successori
 - Iniziare a_i e b_j é insicuro se uno dei successori é insicuro.
 - Iniziare a_i e terminare b_j é insicuro se terminare a_i e terminare b_j é insicuro
 - Terminare a_i e b_j é insicuro se entrambi i successori sono insicuri
- ◇ Evitare situazioni critiche
 - concetti di sezione critica (comunicazione)

Formazione Iterativa dei Piani

- ◇ Plan Merging Distribuito
- ◇ [Ephrati-Rosenschein] Ricerca sulle combinazioni dei piani
- ◇ ciascun agente pianifica tutti i possibili piani per raggiungere il suo obiettivo
 - Insieme contenente tutti i possibili piani
 - Refinire insieme convergendo verso un piano Coordinato
 - Agenti colloquiano su proposizioni e non su azioni
 - Dato un insieme di proposizioni ogni agente propone dei cambiamenti ottenibili con una sola azione del suo piano
 - Tra le nuove proposizioni viene scelta la migliore (Euristica A^* basata sui costi dei piani)
 - Processo termina se nessun cambiamento é necessario

Ricerca Gerarchica sullo spazio dei piani

- ◇ Piani rappresentati a diversi livelli di astrazione
- ◇ Loop esterno: Identifica il livello di astrazione in cui gestire i conflitti
- ◇ Loop interno: Risolve i conflitti all'interno di un dato livello di astrazione
- ◇ Negoziazione può essere usata per decidere chi recede

Ricerca Gerarchica sullo spazio dei piani II

1. Livello di astrazione = livello piú astratto
2. Agenti scambiano descrizione piani obiettivi per livello corrente
3. Elimino i piani senza conflitti, se non ci sono piú altri piani termino la procedura, altrimenti se risoluzione conflitti deve avvenire a questo livello vai a 5 altrimenti vai a 4
4. Scendi di un livello di astrazione vai a 2
- 5.(a) ordina agenti
 - (b) Agente piú alto in gerarchia (superiore corrente) manda i suoi piani a tutti gli altri
 - (c) altri agenti cambiano i loro piani evitando conflitti con l'agente superiore corrente e tutti i superiori passati
 - (d) prossimo agente diviene superiore corrente vai a b
 - (e) se non ci sono piú agenti termina la procedura

Esempio DD



Diversi livelli di astrazione

- Alto Livello: $R1 \rightarrow D1, R2 \rightarrow D2$
- Livello Medio: R1 parte quando R2 ha liberato la porta
- Livello Basso: R1 ed R2 partono insieme ma si sincronizzano sulla porta

Pianific. Distr. ed esecuzione

◇ Post planning coordination

- Plan merging → poco robusta ai fallimenti
- Contingency Planning → pianificare per tutte le possibili contingenze, ma merging molto piú complesso
- monitoring e replanning
 - Può essere locale (utilizzo dell'astrazione)
 - Può usare piani pre-confezionati

Pianific. Distr. ed esecuzione II

◇ Pre planning coordination

- Leggi sociali e normative

◇ Interleaving

- PGP
- Martha

Progetto Martha

Obiettivo del Progetto:

” Controllo e gestione di una squadra di robot autonomi per il trasporto di materiale”

Requisiti del sistema:

- Distribuito
- Operare in un ambiente non predicibile e dinamico
- Gestire conflitti su risorse (spazio da attraversare)

Progetto Martha: Architettura

◇ Concetti di Base

- Stazione Centrale (CS) ed una squadra di robot autonomi
- Ciascun robot può comunicare con gli altri robot e con la stazione centrale
- Modello topologico e geometrico dell'ambiente

◇ Caratteristiche di base del progetto

- CS pianifica la missione (chi deve fare cosa)
- CS non gestisce il coordinamento tra i robot
- CS assegna ai robot comandi di alto livello (goto ..., dock ...)

Progetto Marta : Coordinamento

◇ Basic Ideas

- Annunciare i possibili conflitti
- Produrre un piano coordinato
- Monitorare la esecuzione delle azioni di interesse
- Approccio al Plan Merging:
 - Locale
 - Incrementale
 - Distribuito

◇ Plan Merging Operation (PMO)

- Avviene quando un robot deve elaborare un nuovo piano (locale)
- Deve essere richiesto un **permesso** per eseguire un PMO
- PMO lascia i piani degli altri robot senza cambiamenti

Progetto Marta : Plan Merging Protocol

◇ Plan Merging Protocol

1. Attende il permesso di eseguire un PMO ed i piani degli altri robot
2. Crea il DAG di tutti i piani coordinati
3. Cerca di aggiungere il proprio piano al DAG aggiungendo vincoli sulle risorse
4. Se il PMO ha successo (DAG creato) aggiungi il nuovo piano ed informa gli altri delle sincronizzazioni necessarie
5. Rilascia il diritto per eseguire un PMO (comunque)

Progetto Marta : Plan Merging Protocol II

- ◇ Se il PMO non ha successo:
 - L'unione dei piani é ancora un DAG e nessun altro piano é stato cambiato
 - Si mantiene un grafo di dipendenza dai piani (**planning dependency graph**)
 - Deadlock → **unique planning operation**