

Collaborazione e Coordinamento

Lavorare insieme

Sommario

- ◇ Tecniche per la collaborazione [Wooldridge Cap 9]
- ◇ Condivisione dei ruoli [Ferber Cap 7]
- ◇ Condivisione dei risultati [Wooldridge Cap 9, Weiss Cap 3]
- ◇ Coordinamento [Wooldridge Cap 9, Weiss Cap 3]

Cooperazione e Coordinamento

- ◇ Cooperazione: sistemi che devono interagire fra di loro per completare i propri task

- ◇ Coordinamento fra agenti:
 - Agenti self-interested
 - La cooperazione deve essere autonoma e dinamica

- ◇ Condivisione di task ed informazione

- ◇ Coordinamento (tecniche generali di cooperazione dinamica ed autonoma)

Soluzione cooperativa di problemi distribuiti

- ◇ Cooperative Distributed Problem Solving (CDPS)
- ◇ Scenario particolare di coordinamento
- ◇ Caratteristiche principali del CDPS:
 - Rete di agenti con goal comune
 - Nessun agente può risolvere il problema da solo
 - Diverse capacità, risorse ed informazioni
 - Assunzione di benevolenza, unico progettista (altrimenti problema di raggiungimento dell'accordo)

Esempi di scenari e caratteristiche

- ◇ Torre di Hanoy (ToH) distribuita: Parallelismo → riduzione della complessità
- ◇ Progettazione di una rete di sensori distribuita (DSNE): Capacità distribuita
- ◇ Monitoraggio di veicoli distribuiti (DVM): Conoscenza distribuita
- ◇ Trasporto distribuito (DD): Pianificazione distribuita

Concetti fondamentali per CDPS

◇ Coerenza

- Efficienza del sistema
- Qualità della soluzione
- Efficienza nell'uso delle risorse
- Scalabilità del sistema

◇ Coordinamento

- Grado con cui le attività esterne al compito vengono evitate
- Meno attività esterne ci sono meglio é

Problematiche da affrontare in CDPS

- ◇ Decomposizione del problema
- ◇ Sintesi del risultato
- ◇ Ottimizzazione della coerenza
- ◇ Massimizzazione del Coordinamento

DCPS in passi...

- ◇ Decomposizione del problema
- ◇ Allocazione dei sotto-problemi
- ◇ Soluzione dei sotto-problemi
- ◇ Sintesi della soluzione

Esempio torre di Hanoi

◇ Decomposizione del problema

- decomposizione ricorsiva
- regole: muovere il disco piú grande sull' asta goal.

◇ Allocazione dei sotto-problemi

- abbiamo infiniti agenti inoperosi tutti capaci di risolvere i sottoproblemi
- allocazione random

Esempio torre di Hanoi II

◇ Soluzione dei sotto-problemi

- Ciascun sotto problema continua ad essere decomposto
- Decomposizione termina quando lo stato iniziale e finale coincidono

◇ Sintesi della soluzione

- Ciascun agente passa verso l'alto la soluzione del suo sotto problema

Decomposizione problema

- ◇ Tipicamente gerarchica
- ◇ Granularit  dei sottoproblemi difficile da definire
 - Livelli di decomposizione → Livelli di astrazione
- ◇ Come decomporre e' un problema cooperativo di per s  (DSNE)
- ◇ Risolutori influenzano la decomposizione

Condivisione dei Task e dei Risultati

◇ Condivisione dei task

- Allocazione dei task problematica fondamentale
- Agenti hanno tutti la stessa capacità: banale (?)
- Agenti diverse capacità

◇ Condivisione dei risultati

- Agenti scambiano informazioni **rilevanti** ai loro task
- Proattiva
- Reattiva

Modi di allocazione

◇ Predefinita

- Centralizzata

- Imposta
- tramite Trader

- Distribuita

- Rete di Conoscenze
- Contract Net Protocol

◇ Emergente

Allocazione centralizzata

◇ Imposta

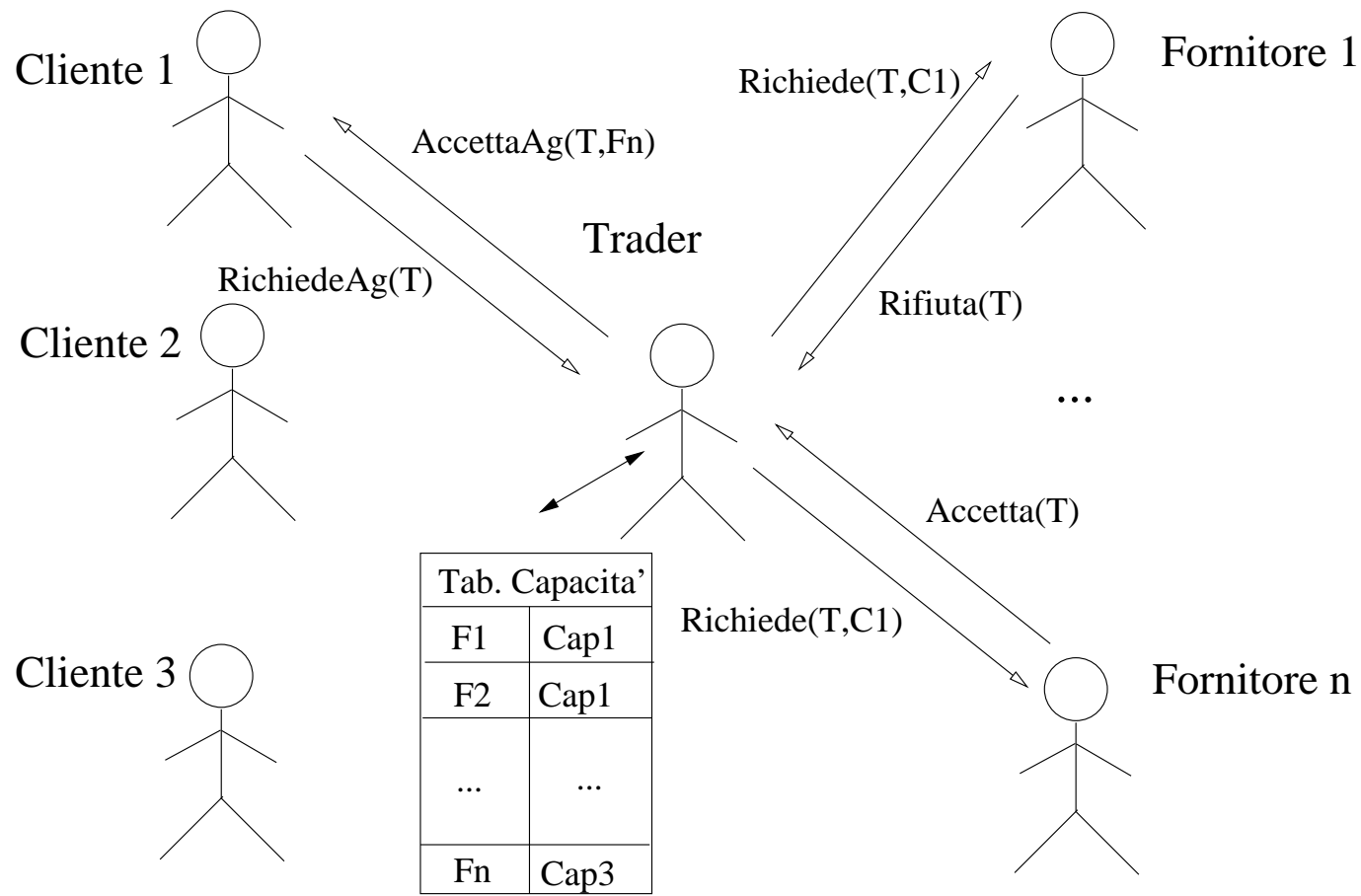
- Struttura gerarchica di subordinamento
- Allocazione rigida e definita a priori
- Come chiamata a procedura in linguaggi imperativi

◇ Tramite Trader

- Trader agente speciale che gestisce la allocazione
- Tecniche centralizzate per organizzazioni variabili

Allocazione centralizzata

◇ Trader, Clienti e Fornitori



Caratteristiche Alloc. centralizzata

- ◇ Coerenza del sistema assicurata
- ◇ Num. messaggi scambiati = $\alpha k N (2 + 2\beta N) \Rightarrow O(N^2)$
 - α = Clienti potenziali/Clienti totali
 - β = Fornitori potenziali/Fornitori totali
 - k = richieste per unità di tempo
- ◇ Molto sensibile ai fallimenti

Allocazione tramite rete di conoscenza

◇ Acquaintance Network → rete di conoscenza

	Ag_1	Ag_3	Ag_j
Cap_1	0	1	1
Cap_2	0	0	0
Cap_i	1	0	0

◇ Ciascuna tabella é corretta, non completa e statica.

Allocazione diretta

- ◇ Ogni agente alloca task solo a chi conosce direttamente
- ◇ Per ogni task richiede a tutti i conoscenti di eseguirlo
- ◇ Se nessuno lo può fare:
 - Allocazione forzata
 - Rimando ad un agente centrale
- ◇ Agenti non sanno della presenza degli agenti che non conoscono direttamente

Allocazione per deroga

◇ Ricerca in tutta la rete

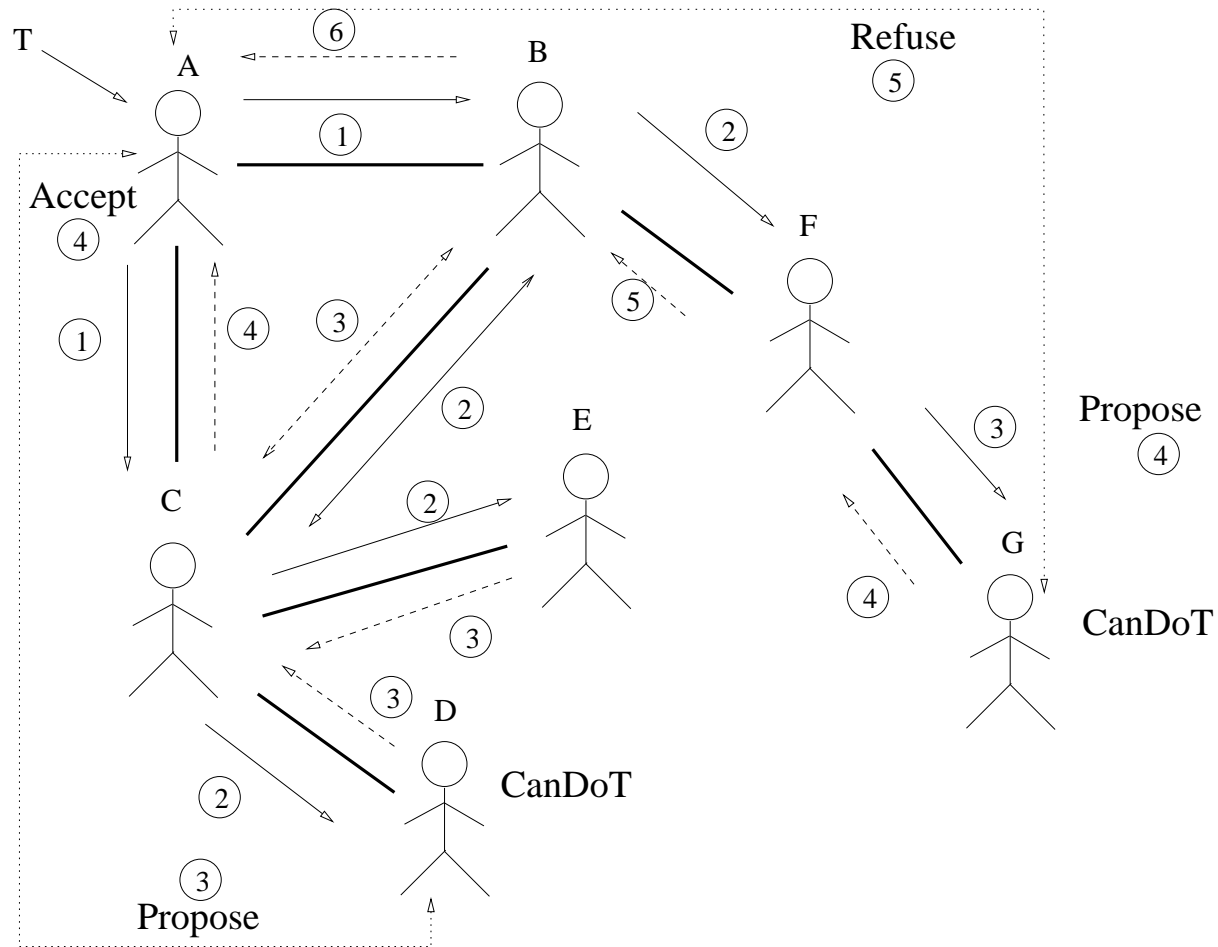
- Profondità
- Ampiezza

◇ Ricerca in ampiezza parallela

◇ Basata su algoritmi di diffusione

- Visitare tutti gli agenti: Acknowledge (Ho cercato tutto il tuo sottoalbero)
- Visitarli una sola volta: Marcatura

Es. di allocazione per deroga



Problemi allocazione per deroga

- ◇ Ricerca non ottimizzata (mando messaggi a tutti)
- ◇ Computazione inutile per agenti dopo che almeno un agente ha accettato
- ◇ Neesun Livello di Capacità considerato

Riorganizzare una rete di conoscenze

◇ Cambio Capacità

- Comunicare quando una capacità cambia
 - Broadcast del cambiamento, ma chi sa delle mie capacità ? (necessaria bidirezionalità su rete e maggiore complessità)
 - Sincronizzazione tra cambiamento e richieste da gestire
- Rete adattiva
 - A modifica la sua rete quando riceve un diniego
 - Frequenza dei cambiamenti può essere un problema

◇ Inserimento ed eliminazione agenti

Contract Net Protocol

- ◇ Smith (1979)
- ◇ Semplice e veloce da implementare
- ◇ **Manager** e **Fornitori** colloquiano tramite **offerte**

CNP alg. single Manager

1. Manager manda una **descrizione** del task a tutti i possibili fornitori (RequestForBid(T,M))
2. Fornitori **valutano** l'offerta e mandano un **proposta** al Manager (Propose(T,Off,Ag) oppure NotInterested(T,Ag))
3. Manager **valuta** le proposte alloca il contratto al miglior fornitore (Award(T,Ag,M))
4. Il fornitore prescelto risponde positivamente o negativamente al Manager (Accept(T,Ag) Refuse(T,Ag))

CNP Messaggi utilizzati

◇ Smith ha definito un linguaggio di specifica per i contratti

To: *

From: 25

Type: Task Announcement

Contract: 22-3-1

Eligibility Specification:
Must-Have SENSOR
Must-Have Position Area A

Task Abstraction:
Task Type Signal
Position LAT 47N LONG 17E
Area Name A Specification (...)

Bid Specification: Position Lat Long
Every Sensor Name Type

Expiration Time: 28 1730Z FEB 1979

To: 25

From: 42

Type: BID

Contract: 22-3-1

Node Abstraction:
LAT 47N LONG 17E
Sensor Name S1 Type S
Sensor Name S2 Type S
Sensor Name T1 Type T

CNP Caratteristiche

- ◇ Contattare tutti gli agenti é un problema notevole
- ◇ Token-Ring soluzione possibile (tradeoff con velocità)
- ◇ Caching per minimizzare comunicazioni (tradeoff con performance)
- ◇ Data di limite per i contratti:
 - evita comunicazioni inutili di agenti non interessati
 - evita blocchi dovuti a malfunzionamenti di agenti
 - comporta tempo fisso di attesa → inefficienza

CNP Multi manager

- ◇ Normalmente multi manager → possono interferire tra loro
- ◇ problemi di interferenza dovuti a conoscenza incompleta dei fornitori:
 - relativa al tempo (nessuna predizione dei futuri task) vero anche nel caso singolo manager
 - relativa allo spazio (altre proposte)

	T_a	T_b
X	90	80
Y	80	20

- relativa al carico di lavoro (vero anche singolo manager)

CNP problemi di sincronia

◇ Sincronia tra la sottomissione della proposta e l'arrivo dell'award

- Agenti prudenti
 - propongo solo ciò che posso fare
 - se pochi agenti strategia buona
- Agenti sfrontati
 - propongo anche se non ho la possibilità
 - può generare nuove sottomissioni di task
 - buona se tanti agenti
- Agenti moderati
 - decision theoretic per proporre
 - peso le risorse necessarie in base alla possibilità di accettazione della mia proposta

CNP con sotto contraenti

- ◇ Fornitori possono sub-appaltare contratti
- ◇ Simile a situazione precedente ma con risorse condivise
- ◇ Varie strategie
 - Early commitment
 - Fornitori mandano proposte prima di avere tutte le risorse necessarie
 - Molte riorganizzazioni necessarie
 - Più rapido
 - Late commitment
 - Fornitori mandano proposte solo dopo aver acquisito tutte le risorse necessarie
 - Possibili deadlock
 - Agenzie fisse
 - Meno adattabile più stabilità

CNP Caratteristiche

◇ Pro

- Molto semplice e rapido da implementare
- Dinamico e facilmente adattabile
- Contratto bilaterale → molti parametri considerati nella allocazione

◇ Contro

- Molti messaggi $O(nm)$
- Problemi di sincronia
- Problemi con sub-contraenti

CNP Variazioni

- ◇ CNP guidato da proposte
- ◇ Fusione di rete di conoscenze e CNP
 - differenziazione sui task (complessità priorità) ed allocazione rete di conoscenze (rapida, poco accurata) CNP (costoso, più accurato)
 - Ricorrere a CNP solo in situazioni di fallimento della rete di conoscenze
- ◇ Rete di conoscenze → cache memory per CNP

Allocazione emergente

- ◇ Allocazione dei task per agenti reattivi
- ◇ Segnali e non messaggi (comm. stigmergica)
- ◇ Behavior agenti dipendono dall'intensità dei segnali...
- ◇ ...e dalla tendenza interna degli agenti (semplice stato)
- ◇ Molto usato in MRS (taglia i costi della comm. diretta)
- ◇ Non orientato all'efficienza ma alla scalabilità
- ◇ Artificial Life, Swarm (Brooks, Mataric)

Sistema Manta

- ◇ Simula un nido di formiche

- ◇ Tipologia delle entità
 - Beneficarie (larve, uova, ...)
 - Curatrici (Regina, lavoratori, ...)
 - entità rilevanti del sistema (Cibo, Sorgenti di luce, ...)

- ◇ Ogni stimolo proveniente dall'ambiente é in relazione con uno ed un solo task

Sistema Manta II

- ◇ I task hanno un peso per determinarne il grado di attivazione
 - FeedBack positivo (avvicinamento al cibo)
 - FeedBack negativo (nutrire una larva)

- ◇ Studiare l'emergenza di divisione dei compiti
 - Task: occuparsi di cibo, uova o larve
 - Dagli esperimenti é emersa una chiara suddivisione del lavoro