

Introduzione al concetto di agente

Sistemi intelligenti distribuiti LS

Prof. Andrea Omicini

A.A. 2005-2006

Il contesto di ricerca

- **Convergenza di varie aree**
 - Intelligenza artificiale (distribuita) – DAI
 - Sistemi paralleli e distribuiti – P&D
 - Linguaggi e paradigmi di programmazione – PL
 - Ingegneria del software – SE
 - Robotica – R
- **Conflitto**
 - cosa diamine è un agente?

Un agente–DAI è “intelligente”

- ha una rappresentazione del mondo
- è situato nel mondo
- risolve un problema che richiede intelligenza
- delibera / pianifica
- flessibile
- adattabile
- impara

Un agente rappresenta il mondo

- **cosa rappresentare**
 - cosa è rilevante, cosa no
 - rappresentazione parziale del mondo
- **come rappresentare**
 - linguaggi e formalismi KR
- **come mantenere la rappresentazione**
 - consistenza della conoscenza
 - percezione di un mondo dinamico
 - rapporto tra percezione e rappresentazione

Un agente risolve problemi

- può trovare soluzioni
 - nuova conoscenza
 - capacità inferenziali
- può cambiare il mondo
 - “attuatori”
 - capacità limitata

Un agente delibera e pianifica

- ha uno scopo da perseguire
 - goal, task
 - rappresentato implicitamente o esplicitamente
- conosce le sue capacità
 - azioni ed effetti
 - rappresentazione
 - relazione con percezione
- sa costruire un piano d'azione
 - pianificazione
 - verifica

Un agente è flessibile e adattabile

- ?!?!?
 - cosa vuol dire?
 - rispetto a cosa?
- può cambiare goal?
- può risolvere diversi problemi in diversi contesti, o con contesto dinamico?
- può cambiare strategia?
- proprietà apparentemente intuitiva...

Un agente impara

- apprendimento \neq percezione dinamica
- apprendimento \neq cambiamento di stato
- apprendimento
 - nuove conoscenze
 - nuove leggi del mondo
 - nuove regole di inferenza?
- machine learning, abductive/inductive reasoning, data mining, reti neurali, ...

Riassumendo, un agente–DAI...

- ha una rappresentazione parziale del mondo
- ha una percezione del mondo limitata ma dinamica
- ha capacità inferenziali
- ha una limitata ma nota capacità di agire sul mondo
- ha un goal da perseguire
- sa pianificare le sue azioni e verificarne l'effetto
- è flessibile e adattabile...
- apprende, qualunque cosa questo voglia dire...

Un agente-PL è “autonomo”

- **complessità nel flusso di controllo**
 - astrarre dal controllo
- **un agente incapsula il controllo**
 - locus indipendente di controllo
 - non è invocato, segue il suo flusso di controllo
- **un agente è autonomo**
 - non è soggetto a controllo esterno
 - persegue il suo scopo

Un agente-PL non è...

- un programma
 - rappresenta un singolo flusso di controllo in una molteplicità
 - correlazioni dinamiche tra flussi diversi
- un oggetto
 - in generale, non può essere invocato, al più può decidere di rispondere
 - agents can say “no” (Jim Odell)

Un agente–P&D è “mobile”

- un agente non è legato alla VM dove nasce
 - non è che gli agenti sono mobili...
 - sono gli oggetti che sono immobili
- nuova dimensione, nuova astrazione
 - modelli, tecnologie, metodologie
- problemi classici
 - reliability, impiego di banda, fault-tolerance, ...

Un agente–SE è un'astrazione

- **Astrazione HW/SW**
 - incapsula la complessità in termini di
 - controllo
 - task
 - intelligenza?
 - mobilità?

Agent-Oriented Software Engineering

- **Costruire sistemi complessi ad agenti**
 - ingegneria dei sistemi SW/HW con gli agenti
- **Metodologia**
 - processi, fasi, documenti
- **Astrazioni di base**
 - agenti
 - società
 - ambienti

Metodologie

- Task-oriented / Goal-oriented
 - decomposizione in task / goal
 - task / goal sociali e individuali
 - ambiente in termini di servizi
- Ruoli, organizzazioni, società
- Gaia, Tropos, PASSI, SODA, Gaia + coordinazione
- ... work in progress

DAI+PL+P&D+SE+R= MAS

- All'intersezione di DAI, PL, P&D, SE, R
 - nasce la comunità Multi-Agent Systems (MAS)
- Astrazione
 - entità autonoma “situata” che persegue il suo goal interagendo con l'esterno
 - autonomia & proattività
 - interattività (reattività, situatedness)

Un agente–MAS è autonomo

- Task-oriented / Goal-oriented
 - incapsula il controllo
 - un agente è un confine attraverso il quale non passano informazioni di controllo
 - controllo finalizzato allo svolgimento del task
- Svolge il suo task
 - pro-attivamente, non in risposta a uno stimolo
- Task globale vs. task individuale
 - come contemperare con autonomia?

Un agente–MAS è interattivo

- **Percezione limitata, capacità limitata**
 - dipende da agenti / risorse esterne
 - società di agenti + ambienti
 - problema della comunicazione
- **Task globale / sociale**
 - risultante dell'attività (task) di molti individui
 - abbattimento della complessità: subtask
 - problema della coordinazione

Un agente–MAS non vive isolato

- Vive in società
 - capacità & percezione limitate
 - multi-agent systems (MAS)
- Immerso in un ambiente
 - agente “reattivo”
 - agent environment
 - supporto vitale, info sources, risorse, ...

Quale ambiente?

- **Ambiente fisico?**
 - robot, agenti SW/HW
 - ambiente modellabile, parzialmente modificabile
 - leggi fisiche
- **Ambiente virtuale?**
 - agenti SW
 - ambiente ingegnerizzabile
 - leggi virtuali
- **Ambienti ibridi**
 - mobile devices

Un ambiente virtuale...

- è costituito da risorse
 - “supporto vitale” (VM)
 - sorgenti di conoscenza
 - servizi
- ha una topologia
 - mobilità
- ha politiche di visibilità e accesso
 - autenticazione, autorizzazione

Ambiente tipico: Internet

- Internet come tipico agent environment
 - aperto
 - eterogeneo
 - a controllo decentralizzato
 - dinamico
 - non affidabile
 - non predicibile
- Come fa un agente a vivere qui???

Agente come entità sociale

- Due punti di vista
 - soggettivo – da dentro l'agente
 - oggettivo – fuori dagli agenti
- DAI
 - concentrata su soggettivo
 - sociale come somma/composizione di individui
- PL/SE
 - concentrata su oggettivo
 - sociale come infrastrutture abilitanti/regolanti l'interazione tra individui

“Problemi sociali”

- Interazione
- Competizione
- Comunicazione
- Coordinazione
- Cooperazione
- Norme / Istituzioni elettroniche

Comunicazione

- Sintassi
 - i simboli
- Semantica
 - l'interpretazione
- Ontologia
 - il sistema di riferimento

Agent Communication Languages

- ACL
 - comunicazione in “soggettivo”
 - problema: eterogeneità
 - l’agente deve capire e farsi capire
- Tre strati
 - sintattico (famiglie di linguaggi)
 - semantico/ontologico (“ontologies”)
 - attitudinali (speech acts)

KQML & FIPA

- KQML (Finin),
 - Knowledge Query Manipulation Languages
 - parte di Knowledge Sharing Effort
- FIPA (www.fipa.org)
 - Foundation for Intelligent Physical Agents
 - sforzo di standardizzazione
 - semantica chiara
 - standard “aperto”

Aspetti oggettivi della comunicazione inter-agente

- Ontologies
 - possono essere incapsulate in infrastrutture
 - si possono costruire servizi pubblici
- Mediatori (Wiederhold)
 - architetture di knowledge mediation
 - mediazione fuori dagli agenti
- Fuori o dentro gli agenti?
 - criteri di fattorizzazione, gestione e riuso

Coordinazione

- **Concetto multi-disciplinare**
 - molti settori dell'Informatica
 - PL, AI, HCI, SE, R, P&D, OR, MAS
 - molte discipline fuori dall'Informatica
 - scienze sociali, biologia, economia, ...
- **Coordinazione ~ governo dell'interazione**
 - sistemi multi-componente
 - sistemi interattivi
- **Modelli e linguaggi di coordinazione**

Coordinazione – in soggettiva

- **Aspetti soggettivi**
 - ogni agente si coordina con gli altri
 - può delegare o ricevere task
 - può scambiare informazione
 - può decidere di collaborare o competere
- **Algoritmi, modelli, piani, ...**
 - entra in gioco tutta la capacità percettiva e deliberativa di ogni singolo agente
 - performative / speech acts in ACL

Coordinazione – in oggettiva

- **Coordinazione fuori dagli agenti**
 - Più in generale, controllo fuori dagli agenti
 - leggi di coordinazione
 - leggi sociali
 - leggi del mondo virtuale
- **Astrazioni di coordinazione**
 - società come entità di prima classe
- **Separazione tra aspetti sociali e individuali**
 - comportamenti / task sociali

Esempi di astrazioni di coordinazione

- Servizi di CORBA
- Conversational protocols in FIPA
- Mediatori (Wiederhold)
- Spazi di tuple in Linda
- Coordinatori in MANIFOLD
- Centri di tuple in TuCSoN
- JavaSpaces in Jini

Riassumendo

- Abbiamo dato le prime idee su cosa sia, o possa essere un agente
- Abbiamo capito che il singolo agente non basta a costruire un sistema
- Abbiamo suggerito che un sistema multiagente (MAS) è più dell'insieme dei singoli agenti