

## Introduzione al concetto di agente

*Sistemi intelligenti distribuiti LS*  
Prof. Andrea Omicini  
A.A. 2004-2005

## 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*

## 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")*
  - *attitudini (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*