

# Agenti intelligenti: una introduzione

Viviana Mascardi

Università degli Studi di Genova  
Dipartimento di Informatica e Scienze dell'Informazione

14 Aprile 2005

- 1 Introduzione ad agenti e MAS
- 2 Storia di agenti e MAS
- 3 Agenti come metafora per ingegnerizzare il software
- 4 Agenti come sorgenti di tecnologia
- 5 Applicazioni di agenti e MAS
- 6 Previsioni di sviluppo industriale
- 7 Lettere consigliate

# Contenuti

- 1 Introduzione ad agenti e MAS
- 2 Storia di agenti e MAS
- 3 Agenti come metafora per ingegnerizzare il software
- 4 Agenti come sorgenti di tecnologia
- 5 Applicazioni di agenti e MAS
- 6 Previsioni di sviluppo industriale
- 7 Letture consigliate

## Alcune opinioni sugli agenti

N. Negroponte, WIRED Columns, 1995

*“Una società di agenti elettronici sarà in grado di comunicare molto più efficientemente di una società di cuochi, domestiche, autisti e maggiordomi [...] Io sostengo costantemente nei miei articoli e nelle mie presentazioni che gli agenti sono il futuro inequivocabile dell'informatica.”*

## Alcune opinioni sugli agenti

N. Negroponte, WIRED Columns, 1995

*“Una società di agenti elettronici sarà in grado di **comunicare molto più efficientemente** di una società di **cuochi, domestiche, autisti e maggiordomi** [...] Io sostengo costantemente nei miei articoli e nelle mie presentazioni che gli agenti sono il futuro inequivocabile dell'informatica.”*

## Alcune opinioni sugli agenti

- **Comunicare molto più efficientemente** → Importanza della capacità sociale degli agenti, previsione di un paradigma di progettazione del software top-down, orientato alla organizzazione sociale (ruoli, relazioni di subordinazione, responsabilità reciproche) delle componenti.
- **Cuochi, domestiche, autisti e maggiordomi** → la metafora dell'agente come un fidato "maggiordomo digitale" al quale delegare compiti, sottointende le capacità di un agente di apprendere, adattarsi, essere autonomo e prefigura l'affermarsi della classe di agenti "assistenti personali".

## Alcune opinioni sugli agenti

H. S. Nwana, KE Review, 11(3), 1996

*"L'insieme di industrie e università che perseguono attivamente la tecnologia ad agenti è ampia ed in crescita. Include piccole compagnie [...] organizzazioni di dimensione media (ad esempio CMU, General Magic, MIT, University of London) e grandi multinazionali (ad esempio Alcatel, Apple, AT&T, BT, Daimler-Benz, DEC, HP, IBM, Lotus, Microsoft, Oracle, Sharp). [...] gli agenti sono qui per restarci, non ultimo per [...] l'ampio spettro di compagnie che investono su di essi. Come procediamo sempre più addentro all'era della informazione, una organizzazione basata sulla informazione che non investa nella tecnologia ad agenti potrebbe commettere un hara-kiri commerciale."*

## Alcune opinioni sugli agenti

H. S. Nwana, KE Review, 11(3), 1996

*"L'insieme di industrie e università che perseguono attivamente la tecnologia ad agenti è ampia ed in crescita. Include **piccole compagnie** [...] **organizzazioni di dimensione media** (ad esempio CMU, General Magic, MIT, University of London) e **grandi multinazionali** (ad esempio Alcatel, Apple, AT&T, BT, Daimler-Benz, DEC, HP, IBM, Lotus, Microsoft, Oracle, Sharp). [...] gli agenti sono qui per restarci, non ultimo per [...] l'ampio spettro di **compagnie che investono su di essi**. Come procediamo sempre più addentro all'era della informazione, una organizzazione basata sulla informazione che non investa nella tecnologia ad agenti potrebbe commettere un hara-kiri commerciale."*



## Alcune opinioni sugli agenti

- Piccole compagnie, organizzazioni di dimensione media, grandi multinazionali che investono sugli agenti → Da sempre, forte interesse industriale ed accademico nella ricerca sui sistemi basati su agenti. Oggi **AgentLink** include tra i suoi 31 partner industriali British e France Telecom, Telecom Italia, GlaxoSmithKline, Lost Wax Media Ltd, Siemens AG Corporate Technology, Tryllian Solutions BV, Whitestein Technologies AG; **FIPA** include IBM, Mitsubishi Electric, Nippon Telegraph and Telephone Corporation, Société National des Chemin de Fer, The Boeing Company, Toshiba.

## Alcune opinioni sugli agenti

M. Luck, JAAMAS, 9(3), 2004

*"I sistemi basati sugli agenti sono una delle aree di ricerca e sviluppo più vibranti ed importanti tra quelle emerse nella tecnologia dell'informazione a partire dagli anni '90, e sottostanno a molti aspetti delle infrastrutture ed applicazioni proprie dell'informatica moderna. [...] La tecnologia ad agenti non è ristretta ad un dominio specifico di elaborazione o di comunicazione. Piuttosto, è adatta a giocare un ruolo in molti aspetti dell'informatica. Aree critiche di interesse affrontano aspetti di risoluzione di problemi complessi in ambito scientifico, sociale, industriale e commerciale...."*

## Alcune opinioni sugli agenti

M. Luck, JAAMAS, 9(3), 2004

*"I sistemi basati sugli agenti sono una delle **aree di ricerca e sviluppo** più vibranti ed importanti tra quelle emerse nella tecnologia dell'informazione a partire dagli anni '90, e sottostanno a molti aspetti delle **infrastrutture** ed **applicazioni** proprie dell'informatica moderna. [...] La tecnologia ad agenti non è ristretta ad un dominio specifico di elaborazione o di comunicazione. Piuttosto, è adatta a giocare un ruolo in **molti aspetti** dell'informatica. Aree critiche di interesse affrontano aspetti di risoluzione di problemi complessi in ambito **scientifico, sociale, industriale e commerciale**...."*

## Alcune opinioni sugli agenti

- **Aree di ricerca e sviluppo; infrastrutture ed applicazioni** → La ricerca sugli agenti ha una forte connotazione applicativa. Si tratta di una disciplina ingegneristica e non solo scientifica, volta alla costruzione di sistemi intelligenti e non alla loro esclusiva comprensione e modellazione.
- **Molti aspetti: scientifico, sociale, industriale e commerciale** → La ricerca sugli agenti è fortemente interdisciplinare.

# Cosa è un agente?

N. Jennings, K. Sycara, M. Wooldridge, JAAMAS 1(1), 1998

*Un agente è un sistema hardware o software*

- *collocato in un ambiente*
- *autonomo*
- *flessibile*
  - *reattivo*
  - *proattivo*
  - *sociale*

## Cosa è un agente?

Un agente è un sistema hw o sw che, oltre a possedere le caratteristiche “deboli” viste prima, è concettualizzato o implementato usando attributi che sono solitamente applicati agli esseri umani.

- *Y. Shoham, Artificial Intelligence, 60(1), 1993; A. S. Rao, M. P. Georgeff, Proc. of KR&R-92*

*Nozioni tipiche della mente umana: conoscenze, credenze, desideri, intenzioni, obbligazioni . . .*

- *J. Bates, Communications of the ACM, 37(7), 1994*

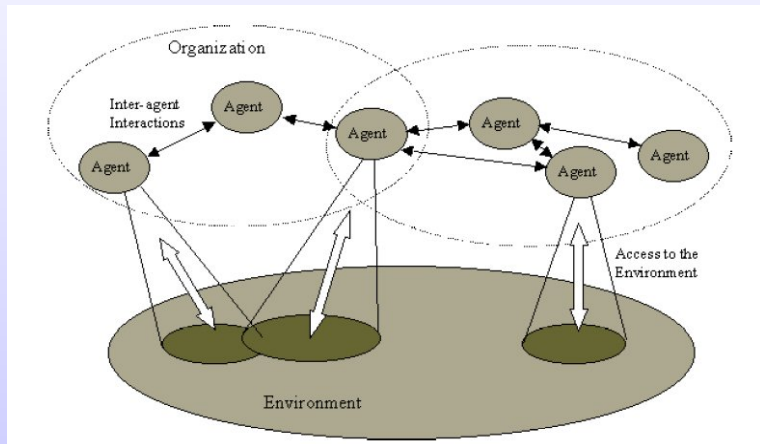
*Nozioni emozionali: amichevolezza, fiducia, diffidenza; gli agenti devono essere credibili*

# Cosa è un MAS?

I Multi-Agent System (MAS) compongono, insieme al “Distributed Problem Solving” (DPS), il campo della Intelligenza Artificiale Distribuita. Le caratteristiche principali di un MAS sono:

- ogni agente ha informazione o capacità incompleta, quindi ogni agente ha un punto di vista dell’ambiente limitato;
- non c’è un controllo globale del sistema;
- i dati sono decentralizzati;
- la interazione è asincrona, dinamica e ad alto livello.

# Cosa è un MAS?





# Cosa è un MAS?

F. Zambonelli, A. Omicini, JAAMAS, 9(3), 2004

*“[...] la stragrande maggioranza degli scenari che impiegano sistemi distribuiti moderni sono intrinsecamente inclini ad essere sviluppati in termini di sistemi multi-agente, [...] i sistemi distribuiti moderni sono già di fatto dei sistemi multi-agente, essendo costituiti da componenti autonome, collocate in un ambiente e sociali.”*

# Contenuti

- 1 Introduzione ad agenti e MAS
- 2 Storia di agenti e MAS**
- 3 Agenti come metafora per ingegnerizzare il software
- 4 Agenti come sorgenti di tecnologia
- 5 Applicazioni di agenti e MAS
- 6 Previsioni di sviluppo industriale
- 7 Lettere consigliate

# Storia degli agenti

- Intelligenza artificiale
- Programmazione a oggetti
- Interfacce uomo-macchina

# Intelligenza artificiale

- L'attività di ricerca “antica” più vicina al campo degli agenti intelligenti è il “planning” (*A. Newell e H. A. Simon, Lernende Automaten, 1961; R. E. Fikes e N. Nilsson, Artificial Intelligence, 5(2), 1971*).
- Fino agli inizi degli anni '80 non si dedica molta attenzione allo studio degli agenti intelligenti, ma alle loro diverse componenti del comportamento intelligente.
- Sistemi esperti: “disembodied intelligence”, niente real-time, niente abilità sociale.

# Intelligenza artificiale

- Prime delusioni con il planning: il first-principle planning (= per soddisfare un goal, un agente formula un piano interamente nuovo per quel goal) non consente la realizzazione di agenti reattivi (“calculative rationality”) ed in molti casi è indecidibile (*D. Chapman, Artificial Intelligence, 32, 1987*)
- L’intelligenza artificiale simbolica delude.... si fa strada la “behavioural AI”, o “reactive AI” (*R. Brooks, Artificial Intelligence, 47, 1991*).

# Intelligenza artificiale

- Negli anni '90 si constata che architetture puramente reattive, alla “Brooks”, ed architetture puramente deliberative, alla “first-principle planning”, hanno entrambe vantaggi e svantaggi  $\Rightarrow$  architetture ibride, solitamente a strati (*Touring Machines di I. A. Ferguson, 1992, InteRRaP di J. P. Muller e M. Pischel, 1994*).
- Practical reasoning: il ragionamento pratico che usiamo per decidere cosa fare.  
L'architettura per ragionamento pratico più nota è la BDI, Belief-Desire-Intention (*M. P. Georgeff e A. L. Lansky, Proc. di AAAI-87, 1987*).

# Intelligenza artificiale

- 1993: si prende coscienza che gli agenti costituiscono un campo di ricerca autonomo; a Y. Shoham, grazie al suo articolo *"Agent-oriented programming", Artificial Intelligence 60(1)*, si attribuisce la paternità della programmazione agent-oriented.

# Programmazione a oggetti

- Gli oggetti sono definiti come entità computazionali che incapsulano uno stato, sono in grado di eseguire azioni (metodi) su questo stato e comunicano tramite scambio di messaggi.
- Qual è la differenza tra un oggetto ed un agente?



# Programmazione a oggetti

Differenze tra agenti ed oggetti:

- *Autonomia*: l'oggetto può essere un passivo fornitore di metodi; l'agente deve essere autonomo nel perseguire i propri obiettivi.
- *Proattività*: non è richiesto che l'oggetto sia attivo; l'agente deve esserlo.
- *Capacità sociale*: un gruppo di agenti solitamente condivide un linguaggio di comunicazione strutturato, ad alto livello e comune a tutti gli agenti. La chiamata di un metodo si colloca ad un livello più basso.

# Interfacce uomo-macchina

Rispetto al paradigma di interazione noto come “manipolazione diretta”, si vorrebbe disporre di programmi che agiscono come un “maggior-domo digitale”.

N. Negroponte, Being Digital, 1995

- *“L’agente risponde al telefono, riconosce il chiamante, ti disturba se appropriato ed eventualmente racconta una bugia al tuo posto”.*
- *“Come un comandante di un esercito che manda un ricognitore avanti, tu manderai agenti in giro per collezionare informazioni al tuo posto”.*

# Contenuti

- 1 Introduzione ad agenti e MAS
- 2 Storia di agenti e MAS
- 3 Agenti come metafora per ingegnerizzare il software**
- 4 Agenti come sorgenti di tecnologia
- 5 Applicazioni di agenti e MAS
- 6 Previsioni di sviluppo industriale
- 7 Lettere consigliate

# Introduzione

M. Luck, P. McBurney, C. Preist, JAAMAS, 9(3), 2004

*“L'utilizzo degli agenti come uno strumento di astrazione, o una metafora, per la progettazione e la costruzione di sistemi fornì l'impeto iniziale per lo sviluppo nel settore. Da una parte, gli agenti offrono un modo appropriato per considerare i sistemi complessi composti da più componenti distinte ed indipendenti. Dall'altra, essi consentono anche la aggregazione di funzionalità differenti che erano prima trattate distintamente (pianificazione, apprendimento, coordinazione, etc.) in un “tutto” concettualmente integrato e collocato in un ambiente.”*

# Introduzione

F. Zambonelli, A. Omicini, JAAMAS, 9(3), 2004

*“Oltre che una tecnologia, la computazione basata su agenti può essere considerata come un nuovo e generico paradigma per lo sviluppo di software che tende ad influenzare drasticamente il modo in cui un sistema software è concepito e sviluppato e che richiede nuovi approcci di ingegnerizzazione del software specifici per agenti.”*

## Strumenti e tecniche necessari

- Architetture per il singolo agente
- Architetture per il MAS
- Metodologie
- Notazioni
- Infrastrutture

# Architetture per il singolo agente

P. Maes, 1991

*“Una architettura è una particolare metodologia per costruire agenti. Essa specifica come un agente deve essere decomposto nella costruzione di un insieme di moduli componenti e come questi moduli devono interagire.”*

- 1 Architetture deliberative
- 2 Architetture reattive
- 3 Architetture ibride

# Architetture per il MAS

Gli approcci per la modellazione del sistema ad agenti sono ispirati principalmente a tre metafore:

- 1 sociale
- 2 organizzativa
- 3 biologica



# Metodologie

M. Luck, P. McBurney, C. Preist, JAAMAS, 9(3), 2004

*“Il lavoro su metodologie ed ingegneria del software per sistemi ad agenti sfrutta la sinergia proveniente dalla interazione con comunità esistenti quali le comunità della ingegneria del software e della ingegneria della conoscenza, e pone un forte accento sull'utilizzo pratico nelle industrie. L'obiettivo principale è di determinare come le qualità degli agenti influiscono sulla ingegneria del software e quali strumenti e concetti addizionali sono necessari per applicare i processi di ingegneria del software ai MAS.”*

## Metodologie: estensioni object-oriented

Nelle estensioni object-oriented, l'interazione tra i ruoli segue protocolli complessi e gli agenti sono caratterizzati dal loro stato mentale. Tra queste citiamo: AO Analysis and Design (*B. Burmeister, KI'96 Workshop on AOP&DS, 1996*), Agent Modelling Technique for Systems of BDI agents (*D. Kinny, M. Georgeff, A. Rao, Agents Breaking Away, 1996*), MASB (*B. Moulin, M. Brassard, First Australian Workshop on DAI, 1996*), AO Methodology for Enterprise modeling (*E. A. Kendall, M. T. Malkoun, C. Jiang, First Australian Workshop on DAI, 1996*), Gaia (*F. Zambonelli, N. R. Jennings, M. Wooldridge, ACM Transactions on SE&M, 12(3), 2003*), Tropos (*J. Mylopoulos, M. Kolp, P. Giorgini, Proc. of SETN'02*), Prometheus (*L. Padgham, M. Winikoff, Proc. of AAMAS'02*).

## Metodologie: estensioni di knowledge engineering

Nelle estensioni di knowledge engineering, solitamente meno flessibili di quelle object-oriented, vengono fornite tecniche per modellare la conoscenza degli agenti. Tra queste citiamo: CoMoMAS ([N. Glaser, Ph.D. Thesis, 1996](#)), MAS-CommonKADS ([C. Iglesias, M. Garijo, J. González, J. Velasco, Proc. of ATAL'97](#)) e Cassiopeia ([A. Collinot, A. Drogoul, e P. Benhamou, Proc. of ICMAS'96](#)).

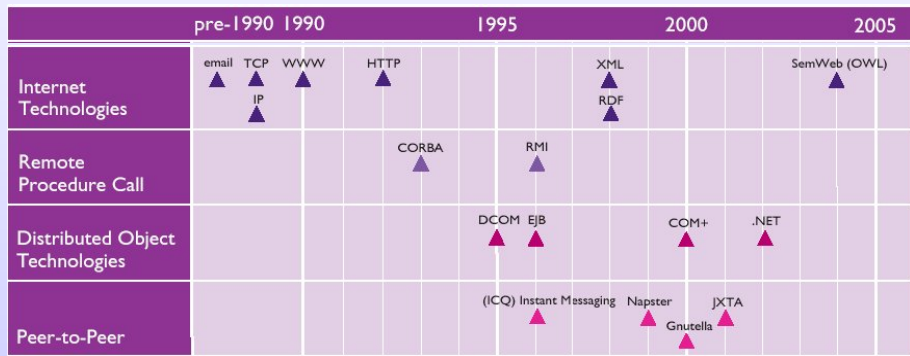
## Notazioni

Le notazioni nate per sistemi object- e component- oriented da sole non sono sufficienti ad ingegnerizzare e sviluppare sistemi multi-agente ==> esigenza di sviluppare notazioni ad hoc per sistemi ad agenti. In questo contesto, la proposta di un linguaggio di modellazione unificato basato sugli agenti (Agent-based Unified Modeling Language, AUML <http://www.auml.org/>), sta ottenendo ampi consensi e AUML sta diventando uno standard di fatto.

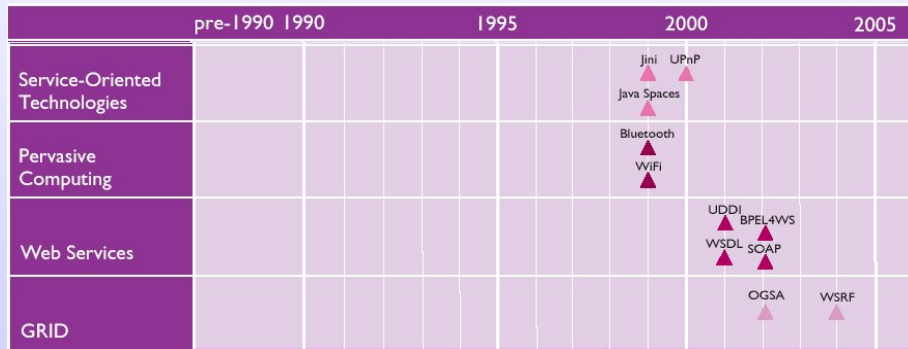
La filosofia generale di AUML è:

*Quando ha senso riutilizzare porzioni di UML, fallo;  
quando non ha senso usare UML, usa qualcos'altro o crea  
qualcosa di nuovo.*

# Infrastrutture



# Infrastrutture



## Infrastrutture

- *Agenti mobili*: rappresentano anch'essi una infrastruttura ed hanno contribuito allo sviluppo di meccanismi efficienti per la mobilità del codice e per il ritrovamento di risorse in rete. Esempi di piattaforme per agenti mobili sono le Aglets Java e Concordia.
- *Piattaforme aderenti allo standard FIPA*: forniscono infrastrutture e strumenti per lo sviluppo di sistemi ad agenti o per la loro prototipazione rapida. Esempi di piattaforme "FIPA-compliant" sono JADE di TiLAB, JACK di Agent Oriented Software, l'ambiente per agenti di Lost Wax.

# Contenuti

- 1 Introduzione ad agenti e MAS
- 2 Storia di agenti e MAS
- 3 Agenti come metafora per ingegnerizzare il software
- 4 Agenti come sorgenti di tecnologia**
- 5 Applicazioni di agenti e MAS
- 6 Previsioni di sviluppo industriale
- 7 Lettere consigliate



# Introduzione

I sistemi basati sugli agenti sono stati una sorgente di tecnologia per molte aree di ricerca, sia teorica che applicata. Queste aree includono comunicazione e coordinazione, pianificazione e decisione distribuita, meccanismi automatici di aste, sistemi informativi.

## Comunicazione e coordinazione

- “Agent Communication Languages”: KQML ([T. Finin, Y. Labrou, J. Mayfield, in Software Agents, 1997](#)), FIPA ACL ([FIPA, Standard SC00037J, 2002](#)), entrambi basati sulla teoria degli “atti comunicativi”.
- *Meccanismi di coordinazione*: Contract Net Protocol ([R. Davis, R. Smith, Artificial Intelligence, 20\(1\), 1983](#)), meccanismi di interazione in un mercato elettronico ([T. W. Sandholm, in MAS: A Modern Introduction to DAI, 1999](#)), ottimizzazione della coordinazione tra gli agenti ([U. Endriss, N. Maudet, Proc. of ESAW'03](#)).

## Negoziazione ed aste

- Amazon ed eBay applicano versioni automatiche dei meccanismi di asta classici.
- Nel 2000, General Electric Corporation ha fornito merci per un valore di 6 miliardi di dollari tramite aste on-line.
- Volvo ha recentemente contrattato la fornitura di materiale di imballaggio tramite Internet, risparmiando 7.1 milioni di corone svedesi.
- Un terzo delle transazioni di NASDAQ sono condotte da programmi di commercio elettronico.

## Agenti informativi ed ontologie

- Gli agenti informativi hanno tipicamente accesso a sorgenti di informazione distribuita ed eterogenea e cercano informazioni rilevanti per conto del proprio utente o di altri agenti.
- Le loro attività principali includono il recupero, l'analisi, la manipolazione e l'integrazione di informazione disponibile in Internet o nelle intranet aziendali.
- Per raggiungere i propri obiettivi gli agenti informativi possono avere bisogno di vocabolari comuni ai quali fare riferimento (ontologie, trattate nella presentazione successiva).
- L'utilizzo di agenti informativi può essere visto come un passaggio dalla Enterprise Application *Integration* (EAI) alla Enterprise Application *Collaboration*.

# Contenuti

- 1 Introduzione ad agenti e MAS
- 2 Storia di agenti e MAS
- 3 Agenti come metafora per ingegnerizzare il software
- 4 Agenti come sorgenti di tecnologia
- 5 Applicazioni di agenti e MAS**
- 6 Previsioni di sviluppo industriale
- 7 Lettere consigliate

# Introduzione

Le applicazioni potenziali degli agenti possono essere divise in tre categorie:

- 1 Agenti assistenti personali.
- 2 Sistemi di decisione multi-agente.
- 3 Sistemi di simulazione multi-agente.

# Agenti assistenti personali

La Trading Agent Competition (*M. P. Wellman, A. R. Greenwald, P. Stone, P. R. Wurman, Electron. Markets 13(1), 2002*), nella quale gli agenti cercano di prenotare alberghi e organizzare viaggi per gli utenti umani che assistono, è un esempio di applicazione di questo tipo.

# Sistemi di decisione multi-agente

In questi sistemi, gli agenti coinvolti devono prendere qualche decisione congiunta. Per esempio, un sistema di agenti che rappresentano le varie componenti di una rete di telecomunicazioni e che cooperano per allocare risorse limitate agli utenti, è una applicazione di questo tipo (si considerino ad esempio i progetti europei ACTS e EURESCOM, che hanno visto la partecipazione dei maggiori fornitori europei di telecomunicazioni).



# Sistemi di simulazione multi-agente

In questo caso, il sistema multi-agente è usato come un modello per simulare qualche dominio reale, ad ha come obiettivo ultimo la comprensione di tale dominio. Applicazioni di questo tipo si trovano anche nel campo dell'intrattenimento (si pensi a *Creatures*, *S. Grand, D. Cliff, A. Malhotra, in Proc. of ICAA'97*).

## Applicazioni industriali e commerciali

- *Controllo di processi*: ARCHON di D. Cockburn e N. Jennings, una piattaforma per la costruzione di sistemi multi-agente applicata in diversi domini, tra cui il trasporto di energia ed il controllo di acceleratori di particelle.
- *Supply Chain Management*: YAMS (Yet Another Manufacturing System) di Parunak, per la gestione della supply chain in una industria manifatturiera. Più recentemente Lost Wax e Cap Gemini hanno sviluppato un sistema di controllo della supply chain per la riparazione di aereomobili.

# Applicazioni industriali e commerciali

- *Commercio elettronico*: Kasbah di A. Chavez e P. Maes, un semplice mercato elettronico nel quale gli agenti scambiano merci.
- *Controllo del traffico aereo*: OASIS di M. Ljunberg e A. Lucas, un sistema di controllo del traffico aereo sperimentato nell'aeroporto di Sydney.

# Applicazioni industriali e commerciali

- *Applicazioni mediche*: GUARDIAN di B. Hayes-Roth, un sistema che supporta la cura dei pazienti nella unità chirurgica di cura intensiva.
- *Intrattenimento*: Alcune scene di battaglia nel film “Le due torri”, nella trilogia “Il signore degli anelli” sono state simulate utilizzando il sistema ad agenti Massive.

# Contenuti

- 1 Introduzione ad agenti e MAS
- 2 Storia di agenti e MAS
- 3 Agenti come metafora per ingegnerizzare il software
- 4 Agenti come sorgenti di tecnologia
- 5 Applicazioni di agenti e MAS
- 6 Previsioni di sviluppo industriale**
- 7 Letture consigliate

# Introduzione

M. Luck, P. McBurney, C. Preist, JAAMAS 9(3), 2004

*"[...] i sistemi attualmente prodotti mostrano caratteristiche che si trovavano descritte in articoli di ricerca e/o integrate in prototipi accademici già 3-5 anni fa. Osservando gli interessi della ricerca accademica corrente e le aree sulle quali si focalizza l'attenzione, siamo in grado di identificare l'andamento futuro dei sistemi sviluppati industrialmente."*

# Software prodotto in ambito industriale

## Breve Termine

Peer to peer

Better development tools

Web Services

Agent UML

## Medio Termine

Generic Designs for Coordination

Libraries for  
agent-oriented development

## Lungo Termine

Best practice in agent systems design

# Standard sui quali c'è accordo

## Breve Termine

FIPA ACL

Peer to peer

Better development tools

Web Services

Semantic description

## Medio Termine

Flexible business/trading languages

Libraries of interaction protocols

## Lungo Termine

Tools for evolutions  
of communications  
languages and protocols



# Infrastrutture per comunità aperte

## Breve Termine

Web mining  
Semantic interaction  
Data integration and Semantic Web

## Medio Termine

Agent-enabled semantic web (services)  
Electronic institutions

## Lungo Termine

Shared, improved ontologies  
Dynamic norms, roles, laws

# Supporto al ragionamento in ambienti aperti

## Breve Termine

Organisational views of agent systems

## Medio Termine

Enhanced understanding  
of agent society dynamics

Theory and practice  
of argumentation strategies

Norms and  
social structure

Theory and practice  
of negotiation strategies

## Lungo Termine

Automated eScience systems  
and other application domains

# Tecnologie per l'apprendimento

## Breve Termine

Adaptation

Personalisation

Hybrid technologies

## Medio Termine

Evolving Agents

Self organisation

Distributed learning

## Lungo Termine

Run-time reconfiguration  
and re-design

# Fiducia e reputazione

## Breve Termine

## Medio Termine

## Lungo Termine

Security and verifiability  
for agents

Reliability testing for agents

Self-enforcing protocols

Norms and social structures

Reputation  
mechanisms

Formal methods  
for open agent systems

Electronic contracts

Trust techniques for coping  
with malicious agents

# Contenuti

- 1 Introduzione ad agenti e MAS
- 2 Storia di agenti e MAS
- 3 Agenti come metafora per ingegnerizzare il software
- 4 Agenti come sorgenti di tecnologia
- 5 Applicazioni di agenti e MAS
- 6 Previsioni di sviluppo industriale
- 7 Lettere consigliate

## Due classici

- *M. Wooldridge, N. R. Jennings. Intelligent agents: Theory and practice. The Knowledge Engineering Review, vol. 10(2) pp. 115–152, 1995.*

[www.csc.liv.ac.uk/~mjw/pubs/ker95.pdf](http://www.csc.liv.ac.uk/~mjw/pubs/ker95.pdf)

- *N. R. Jennings, K. Sycara, M. Wooldridge. A Roadmap of Agent Research and Development. Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 1, pp. 7–38, 1998.*

[www.ecs.soton.ac.uk/~nrj/download-files/roadmap.pdf](http://www.ecs.soton.ac.uk/~nrj/download-files/roadmap.pdf)

## Due letture recentissime

- *Agentlink III. Agent Technology Roadmap: Overview and Consultation Report. 2004.*

[www.agentlink.org/roadmap/roadmapreport.pdf](http://www.agentlink.org/roadmap/roadmapreport.pdf)

- *M. Luck, P. McBurney, C. Preist. A Manifesto for Agent Technology: Towards Next Generation Computing. Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 9(3), pp. 203-252, 2004.*