

SPADES

Sistema middleware per la realizzazione
di simulazioni multi-agente distribuite

Relatore: **Marco Pracucci** (pracucci@csr.unibo.it)

Sommario

- Introduzione alla simulazione
- Sistemi multi-agente
- SPADES
- Esempi di simulazione multi-agente

Simulazione: introduzione

Definizione:

una **simulazione** è l'imitazione dell'evoluzione di un particolare sistema nel tempo, attraverso l'ausilio di un altro sistema.

L'evoluzione del sistema viene studiata attraverso un **modello di simulazione**.



Insieme di assunzioni sul funzionamento del sistema

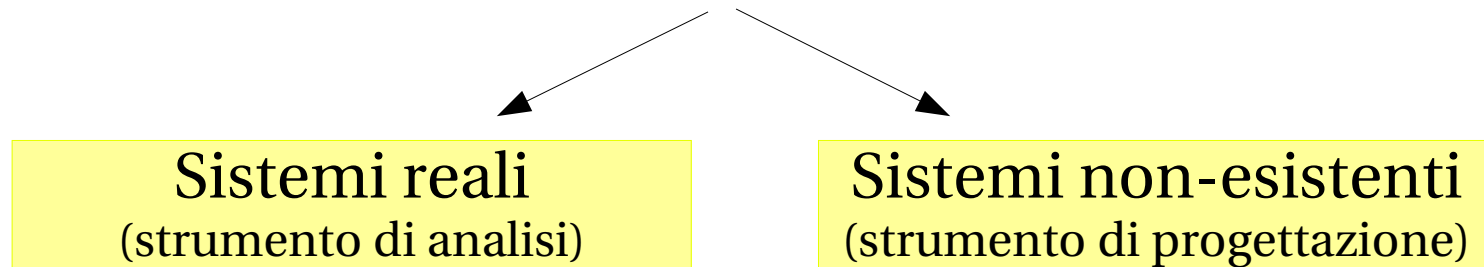


Relazioni matematiche e logiche tra le *entità*,
parte integrante del sistema

Simulazione: introduzione

Scopo della simulazione:

La simulazione consente di **studiare...**



Obiettivi:

- **Analizzare il comportamento** del sistema
- **Analizzare l'evoluzione** del sistema nel tempo
- Rispondere a domande del tipo:
“come si comporta il sistema nel caso in cui...?”

Quando non *scomodare* la simulazione

La simulazione non è lo strumento appropriato, quando:

- Il problema può essere risolto analiticamente
- E' più semplice effettuare esperimenti direttamente sul sistema
- Il costo (della simulazione) supera il suo beneficio
- Mancano risorse o tempo
- La simulazione richiede un quantitativo di dati, non disponibili
- Non è possibile validare il modello di simulazione
- Il comportamento del sistema non è definibile

Tratto da:

Don't Simulate When: 10 rules
for determining when
simulation is not appropriate
Banks, Gibson

Vantaggi e svantaggi

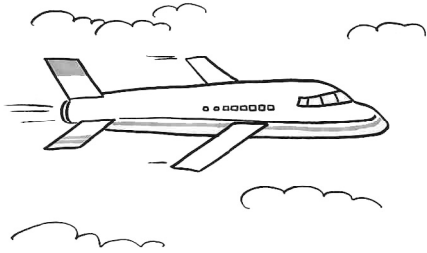
Vantaggi:

- Esplorazione di nuove politiche, procedure, regole decisionali, flussi di informazioni, ecc, senza influenzare il sistema reale
- Il tempo può essere compresso o dilatato
- Risposta a tutte le domande del tipo: “cosa accade se... ?”
- La progettazione di un modello di simulazione aumenta la conoscenza del sistema di interesse

Svantaggi:

- La costruzione di un modello di simulazione è spesso complessa, richiede tempo e risorse
- I risultati della simulazione possono essere difficili da interpretare

Esempio (chiariamo le idee)



Copyright (C), Yoko Katagiri & RikoppoWeb

Sistema fisico

Tempo fisico



Modello di simulazione



Simulazione

Tempo simulato

Simulatore: programma che riproduce il comportamento del sistema fisico nel tempo.

Un insieme di **variabili di stato** (variabili del programma) rappresentano lo stato corrente del sistema simulato.

Discrete-Event Simulation (DES)

- Simulazione che usa un modello del sistema a **tempo discreto**

Modello a tempo discreto: lo stato delle variabili è definito in istanti di tempo discreti.

Es. $t, t+1, t+2, \dots$

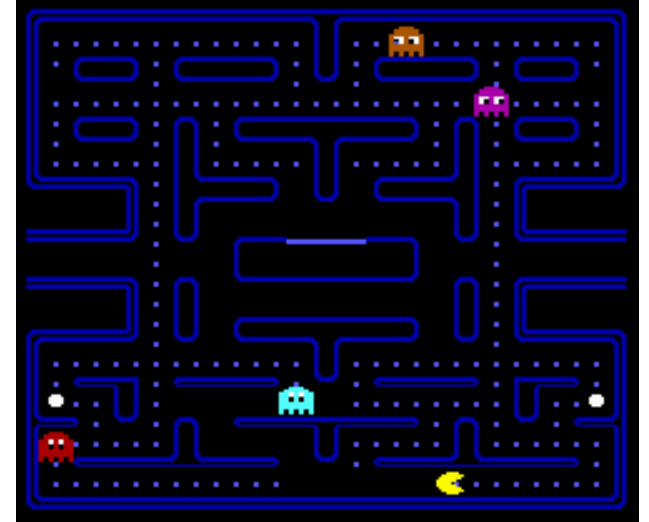
- Le variabili di stato cambiano solo in corrispondenza ad **eventi discreti**

Evento: cambiamento nello stato del sistema avviene al tempo simulato t (discreto)

Multi-Agent Systems

Un **agente** è un sistema informatico capace di prendere decisioni ed agire autonomamente.

Un **multi-agent system** è un sistema composto da un certo numero di agenti, nel quale interagiscono, cooperano, si coordinano, negoziano, ...



Perchè ci interessano?

Un'architettura di questo tipo può essere utilizzata per realizzare simulazioni di **sistemi complessi**.

SPADES

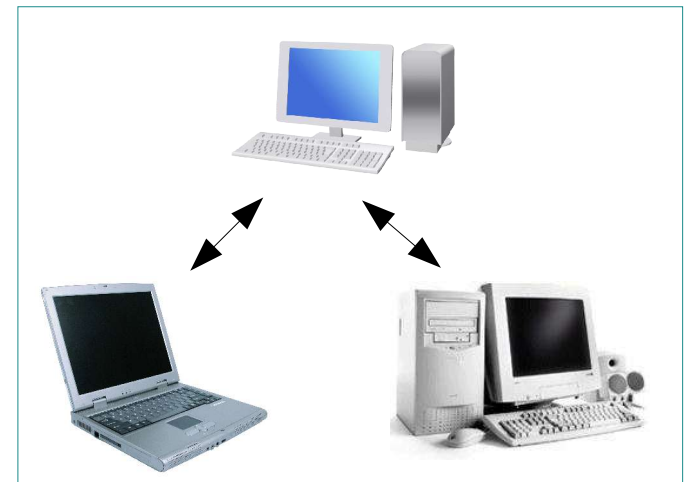
System for **P**arallel **A**gent **D**iscrete **E**vent **S**imulation

Sistema **middleware** per la realizzazione di simulazioni multi-agente distribuite.

Linguaggio: C++
Licenza: LGPL
Autore: Patrick F. Riley

Caratteristiche principali:

- Simulatore ad **Eventi-Discreti**
- Modelli **Multi-Agente**
- Simulazioni **Distribuite**



SPADES: features

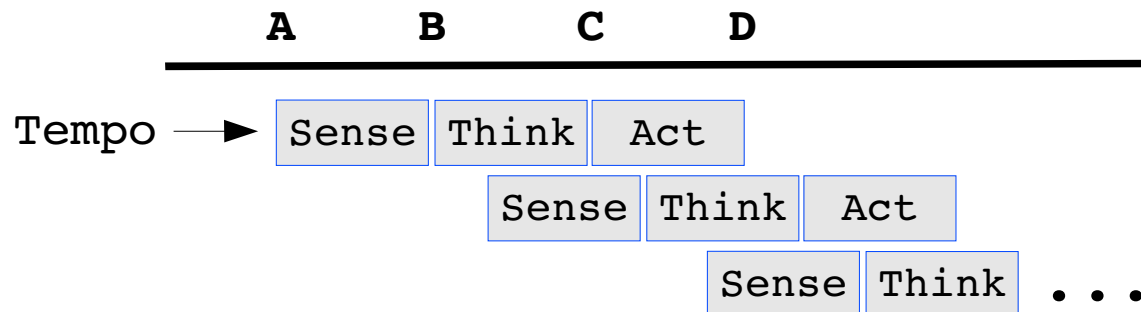
- L'implementazione degli agenti non è vincolata ad un particolare linguaggio di programmazione
-->L'unico vincolo è che il processo agente possa leggere e scrivere su pipe
- Le comunicazioni di rete sono gestite interamente da SPADES
- La distribuzione degli agenti tra più elaboratori collegati ad una rete è completamente trasparente al progettista della simulazione
- Il risultato della simulazione non è influenzato da ritardi di rete o dal carico delle macchine coinvolte nella simulazione
- Ogni simulazione è perfettamente riproducibile
- Possibilità di estrarre dal simulatore informazioni sullo stato del sistema simulato

Gli agenti secondo SPADES

Agente: entità computazionale che riceve sensazioni (sense) dal mondo simulato e decide (think) le azioni da eseguire (act).

Principali caratteristiche:

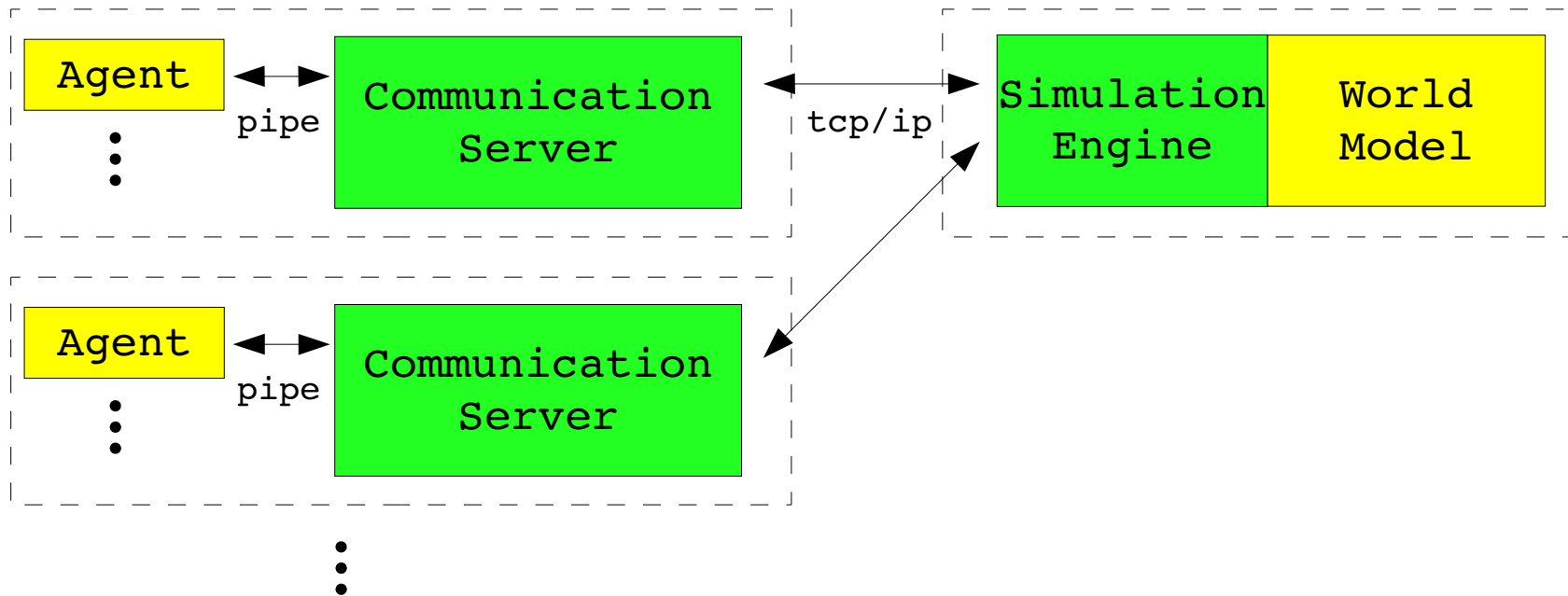
- Una fase di think può essere iniziata solo al ricevimento di una sense
- Un agente non può effettuare calcoli fuori dalla fase di think
- Le fasi di due differenti cicli possono sovrapporsi, ad eccezione della fase di think



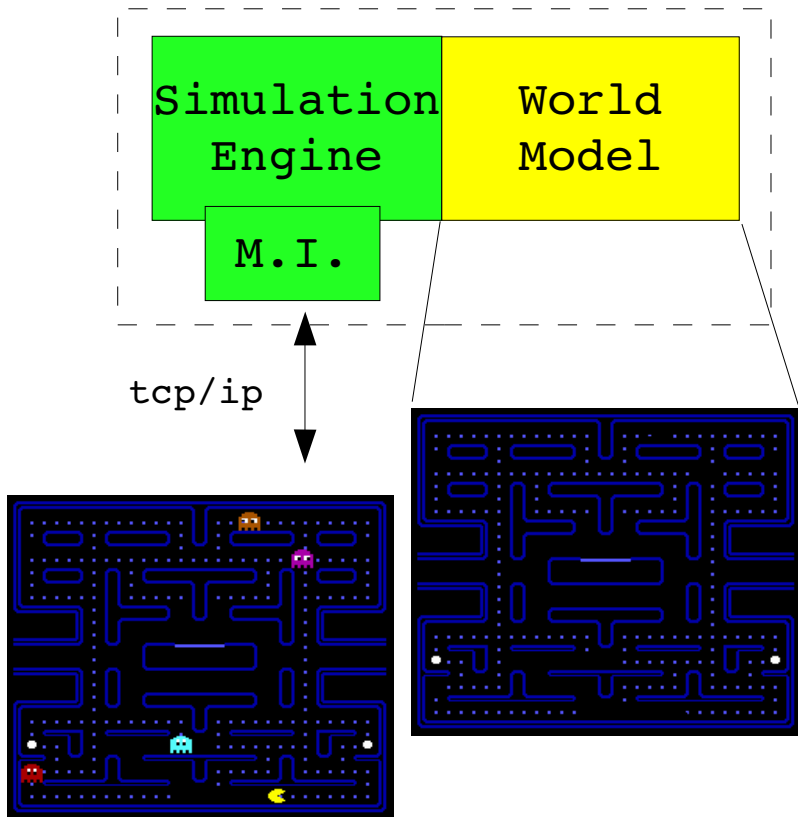
Esempio di timeline per il ciclo sense-think-act di un agente

Architettura del sistema

CLIENT - SERVER



Simulation Engine e World Model



Monitor Interface:

Componente del SE che permette di estrarre informazioni sullo stato del mondo

World Model:

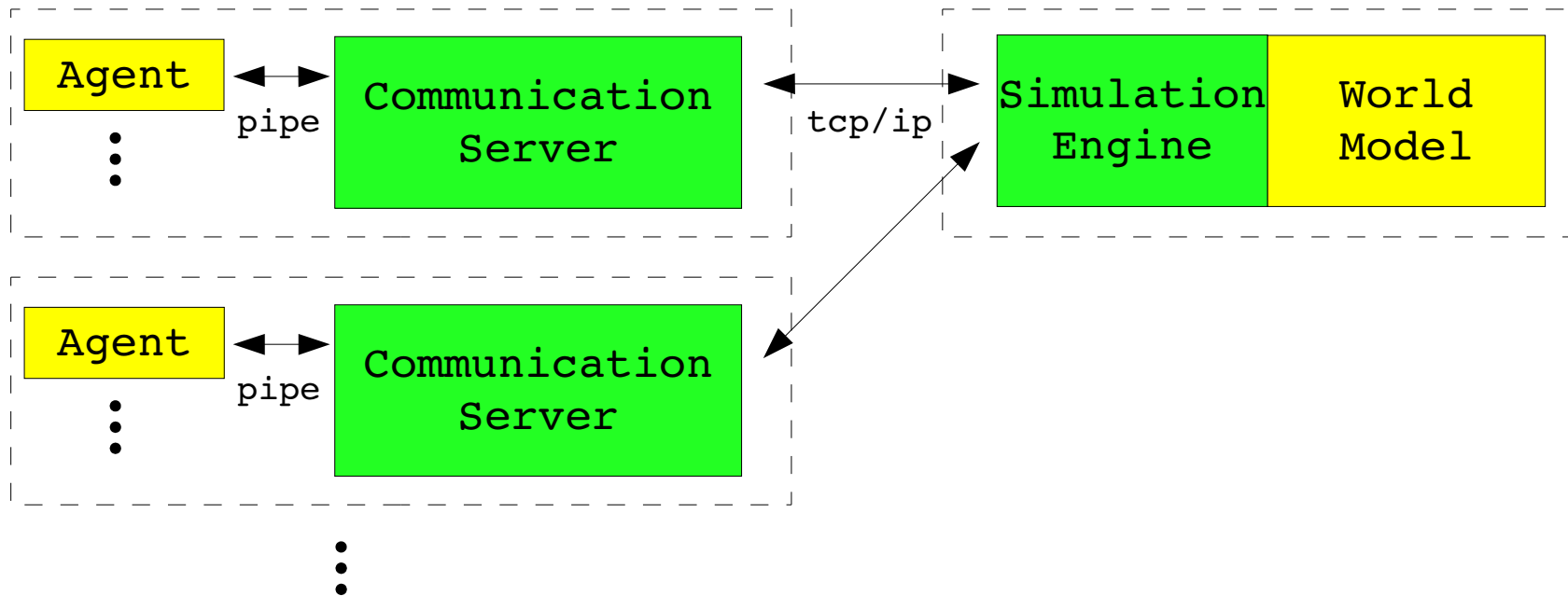
- Descrive il comportamento dell'ambiente virtuale
- Avanza lo stato della simulazione
- Realizza gli eventi, modificando di conseguenza lo stato del mondo
- Genera le sensazioni da inviare agli agenti

Simulation Engine:

- Coordina la realizzazione gli eventi
- Garantisce che l'ordine di realizzazione degli eventi non violi vincoli di causalità (approccio conservativo)

Architettura del sistema

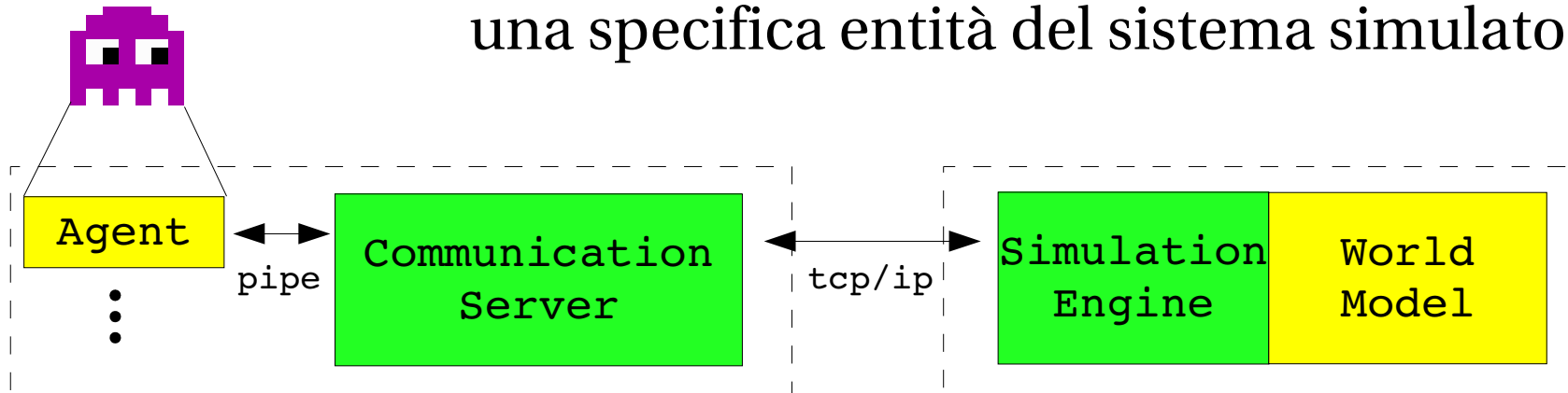
CLIENT - SERVER



Communication Server ad Agenti

Agente:

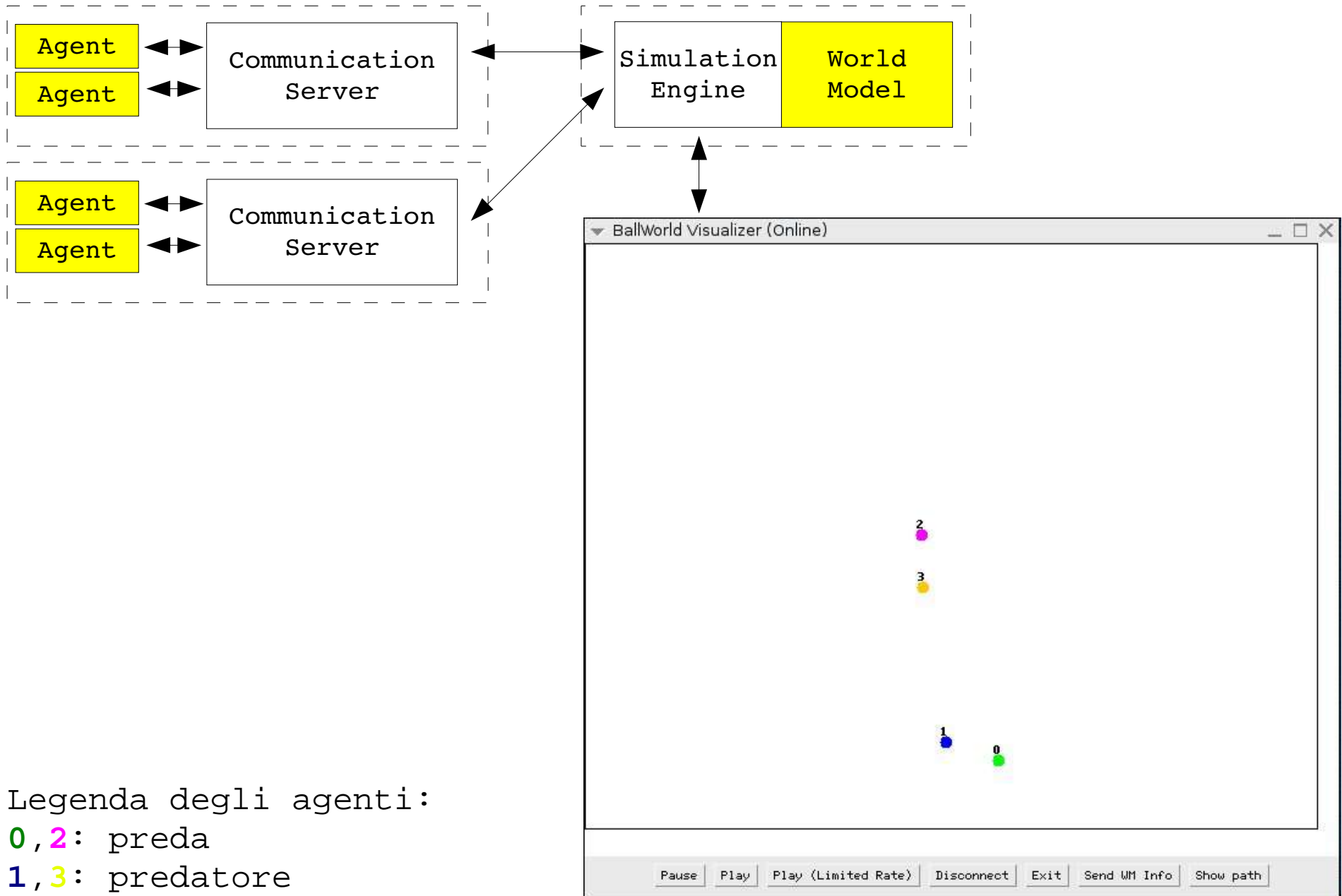
Processo che implementa il comportamento di una specifica entità del sistema simulato



Communication Server:

Gestisce le comunicazioni di rete tra gli agenti ed il Simulation Engine

Esempio 1: Preda - Predatore



Esempio 2: RoboCup

RoboCup è un progetto internazionale che promuove, attraverso il gioco del calcio, la robotica, l'AI ed i campi legati a queste discipline.

RoboCup Soccer:

- Small-Sized Robot League
- Middle-Sized Robot League
- 4 Legged Robot League
- Humanoid League
- **3D Simulation League**



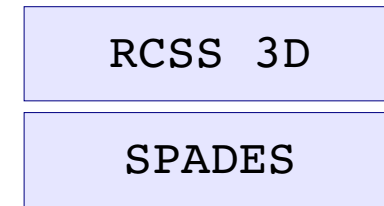
RoboCup – 3D Simulation League

“Torneo di calcio” nel quale si sfidano squadre composte da 11 **agenti virtuali**. Le partite vengono giocate attraverso un simulatore 3D che fornisce una realistica simulazione dei sensori ed attuatori dei robot utilizzati nelle altre competizioni.

RoboCup Soccer Simulator 3D

rcsserver3D (sserver.sourceforge.net)

Sistema di simulazione multi-agente per agenti fisici in ambienti a 3 dimensioni, basato su SPADES.



Struttura (abstratta) a livelli

In accordo con l'architettura di SPADES, un agente è un processo che, a ciclo continuo, riceve informazioni dal campo di gioco riguardo il suo stato (inclusi disturbi ed una visione parziale), decide un'azione da intraprendere e la restituisce al mondo simulato.

RoboCup – 3D Simulation League



Riferimenti

Web:

SPADES

<http://spades-sim.sourceforge.net>

Multi-Agent Systems

<http://www.multiagent.com>

RoboCup

<http://www.robocup.org>

RoboCup Soccer Simulator

<http://sserver.sourceforge.net>

Marco Pracucci (lucidi e documenti)

<http://www3.csr.unibo.it/~pracucci>

Libri:

Discrete-Event System Simulation

Jerry Banks, John Carson, Barry Nelson, David Nicol
Prentice Hall