

MULTICIENCIAS, Vol. 8, N° Extraordinario, 2008 (261 - 267)
ISSN 1317-2255 / Dep. legal pp. 200002FA828

Modelización de agentes virtuales inteligentes en actividades de entrenamiento industrial

Yelitza Marcano Aular y Rosalba Talavera Pereira

Universidad del Zulia, Núcleo Punto Fijo, Programa de Ciencia y Tecnología
E-mail: ymarcanao@hotmail.com; talaverap@hotmail.com

Resumen

Las investigaciones recientes de la Inteligencia Artificial sobre las capacidades humanas, están orientadas a delinear Agentes Virtuales Inteligentes (AVIs), a efectos de obtener experiencias más reales, considerando las diferencias particulares de los individuos que participan en actividades de entrenamiento industrial; por tanto, es imperativo identificar cuáles son los aspectos que será necesario analizar para la inserción de los factores subjetivos de los individuos en la modelización de los AVIs, para mejorar los procesos de entrenamiento a nivel industrial, basado en competencias.

Palabras clave: Agentes virtuales inteligentes, competencias, actividades de entrenamiento industrial.

Modelling of Virtual Intelligent Agents During Industrial Training Activities

Abstract

Recent research in the field of artificial intelligence, specifically on human capabilities, are oriented to design virtual intelligent agents (IVAs) to obtain more real experiences, taking into account the specific differences of the individuals who participate in industrial training activities. Therefore, it is very important to identify which are the aspects that will need to be analyzed in order to insert the subjective factors of the individuals in the modelling of the IVAs, aiming to improve the industrial training processes, based on competences.

Key words: Virtual intelligent agents, competences, industrial training activities.

1. Introducción

Si se toman en cuenta hoy día las investigaciones recientes sobre capacidades humanas, referidas a la percepción del ser humano, sus emociones, comportamientos, control motor de sus capacidades físicas y la carga cognitiva e historia pasada que éstos poseen, entonces es posible delinear agentes virtuales inteligentes, a fin de obtener experiencias más reales, tomando en cuenta las diferencias particulares de los individuos que participan en actividades de entrenamiento industrial. Por lo antes expuesto, como objetivo de esta revisión, resulta imperativo identificar los aspectos que serán necesarios analizar para la inserción de los factores subjetivos de los individuos en la modelización de Agentes, para mejorar los procesos de entrenamiento en el área de Higiene y Seguridad Industrial (HySI), planteando al final un modelo conceptual preliminar que permita en otro estudio, su diseño. La investigación se apoya en la premisa de Marcano y Talavera (2006) quienes plantean que las competencias representan estadios superiores a los conocimientos, y por tanto éstas deben abordarse al momento de pensar en el diseño de entornos virtuales.

Como objetivos específicos, el estudio buscó: (1) Determinar la situación actual de los Agentes Inteligentes ante sus emociones, comportamiento y percepciones, en función de la inferencia que éstos puedan tener en ambientes de aprendizaje, (2) Explorar la contribución de los

Agentes Virtuales Inteligentes, en el aprendizaje eficiente de tareas, que requieren una carga cognitiva previa (historia pasada), (3) Identificar los factores a considerar en el diseño de agentes virtuales inteligentes, basado en las necesidades actuales de los individuos participantes de un programa de entrenamiento industrial y las posibilidades que ofrecen los agentes inteligentes; vistos desde el enfoque de las competencias laborales.

2. Método

Se realizó una investigación documental, entendida por UPEL (2001) como el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos. En función de los objetivos del estudio, la investigación propuesta se enmarca dentro del tipo de revisiones críticas del estado del conocimiento, en cuanto a la integración, organización y evaluación de la información teórica y empírica existente sobre un problema. Por otro lado, en cuanto al diseño de la investigación éste es de orden bibliográfico, pues se realizó a través de la revisión sistemática de material documental. De acuerdo al nivel de investigación, se asumirá en una perspectiva de tipo descriptiva en concordancia con la definición dada por Hernández, Fernández y Baptista (2000) quien señala que “*los estudios descriptivos buscan especificar las propie-*

dades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis" (p. 60), en este caso particular, sobre los Agentes Virtuales Inteligentes y los individuos que participan en un actividades de Entrenamiento en el sector industrial.

3. Aproximaciones sobre el objeto de estudio

3.1. Situación de los agentes inteligentes (AI) ante su sistema de emociones, percepciones y comportamiento

Según Shoham (1998), un agente es una entidad cuyos estados se ven constituidos por componentes mentales como las creencias, las capacidades y las decisiones, para caracterizar al agente, éstas determinan las cosas que el agente es capaz de hacer. Mientras que Wooldridge y Jennings (1995), agregan que es un sistema computacional que está situado en algún entorno, y que es capaz de realizar acciones autónomas en éste, con el propósito de conseguir los objetivos para los que fue diseñado, sin la intervención directa del ser humano u otros sistemas; lo que entonces le permitirá tener control sobre sus estados internos y sobre su comportamiento según lo establecido por Wooldridge (1999).

En este orden de ideas, Poole y col. (1998) expresan que las entradas de un agente vienen dadas por: el conocimiento previo del mundo, las experiencias anteriores de las que puede aprender, los objetivos a conseguir y valores sobre lo que considere importante, las observaciones sobre su entorno y sobre sí mismo y como salida se generan las acciones que toma el agente. Considerando el criterio de Innocenti (2000), un AI será entonces aquel capaz de percibir su entorno y responder de manera oportuna a los cambios que en él ocurren (Reactividad), deben ser capaces de actuar no solamente en respuesta a su entorno, sino que deben exhibir un comportamiento intencionado tomando la iniciativa (Proactividad) y por último que sean capaces de interactuar con otros agentes o seres humanos, a través de alguna clase de lenguaje de comunicación (Habilidad Social).

De igual manera, Innocenti (2000) define otros atributos para los agentes, tales como: la capacidad de racionalidad, benevolencia, veracidad y movilidad, a lo cual Nwana (1996), agrega otros atributos como: continuidad temporal, autonomía y adaptatividad; donde este último está relacionado con el aprendizaje que un agente es capaz de realizar y si puede cambiar su comportamiento en ello. Tal como lo señala Nilsson (2001), el sistema de comporta-

miento de un agente está compuesto por los siguientes componentes principales: la base de conocimiento, el motor de inferencia y la memoria de trabajo. La base de conocimiento por su parte, codifica en forma de reglas aspectos relativos a la intención, estado del actor y del mundo, además de las acciones a realizar en un entorno determinado. La memoria de trabajo está formada por los hechos que se consideran válidos y que serán contrastados. Por otro lado, el motor de inferencia se compone de todos los procesos que manipulan la base de conocimiento y que permiten deducir la información necesaria, para determinar el comportamiento adecuado del actor en cada momento, mediante la validación de las reglas de producción en función de la memoria de trabajo y la base de hechos.

Con respecto a las técnicas de modelado de comportamiento, éstas han pasado de tener un enfoque basado en Inteligencia Artificial a un enfoque basado en Virtualidad Artificial; el argumento central de esta evolución, es que se está demostrando que se puede conseguir un comportamiento complejo a partir de una combinación adecuada de comportamientos sencillos: es lo que se denomina comportamiento emergente planteado por Perales y col., (2005). Algunos de los sistemas de percepción-acción que se han empleado para modelar el comportamiento han estado orientados a la animación de personajes autónomos, creación de actores sintéticos guiados e interactivamente autónomos a través de la redes; en todos ellos, se busca un equilibrio razonable del sistema en cuanto a reactividad, autonomía, complejidad computacional y adaptabilidad.

3.2. Inclusión de la historia pasada en los mecanismos de razonamiento de los agentes inteligentes

Desde el punto de vista de la Psicología y Sociología, se han identificado una serie de rasgos que definen el comportamiento de un individuo. Rasgos como la personalidad, emociones, comportamientos, actitudes, intenciones y la historia pasada del individuo, están estrechamente relacionados y tienen ingerencia los unos sobre los otros.

Partiendo de la premisa, de que al emular individuos en espacios sintéticos o no reales, la inclusión de la historia pasada o conocimiento (previo), permitiría mantener cierta coherencia en el comportamiento por ejemplo de un avatar y así lograr que sus acciones y actitudes estén en correspondencia con los rasgos particulares de cada individuo real, se dará sustento a esta proposición, estableciendo una comparación entre lo disponible y lo deseable, en cuanto a la carga cognitiva. Para ello, se partirá de la defi-

nición de conocimiento planteada por Davenport y Prusak (1998), de que el conocimiento se describe como una mezcla fluida de la experiencia acumulada, los valores, la información contextualizada y la intuición del experto; lo cual crea un marco de referencia para la evaluación y la incorporación de nuevos aprendizajes y de información, haciendo hincapié que esto se origina y se aplica en la mente del conocedor, es decir del individuo, ante una situación de toma de decisiones.

En función a lo planteado anteriormente, surgen las siguientes interrogantes: ¿Es posible extrapolar la concepción de conocimiento que plantean Davenport y Prusak (Ob.cit.), cuando hacen alusión a que el conocimiento tiene un alto contenido de experiencia acumulada?; a lo que Imbert (2005) ha llamado historia pasada del agente. En base a lo anterior, las investigadoras plantean las siguientes reflexiones: ¿cómo lograr que el agente inteligente contextualice la información que recibe de su entorno u otros agentes?, o por el contrario, si es el ambiente o entorno quien debe dotarlo de un conocimiento contextualizado sobre la tarea y el lugar donde va a desarrollar o ejecutar una actividad, y para ser un poco más temerarios ¿cómo se puede dotar al agente de intuición, si se entiende por ello, la capacidad que tenga el agente para tomar decisiones sin necesidad de utilizar el razonamiento?; sin duda alguna estas premisas pueden parecer y en efecto son difíciles de imaginar y mucho más de operacionalizar, cuando se busca dotar al agente de un componente que hasta el momento es una exclusividad del “ser humano”. Para abordar estas preguntas y dar respuestas sustentables, se creará un marco de referencia teórico interdisciplinario, en función de la visión de varios investigadores en el área de la Psicología, Sociología e Inteligencia Artificial.

Dentro de los aportes que evidencian que el conocimiento depende directamente de la forma en que se estructura y conceptualiza la información, están los estudios de Bruner (1979). Según este autor, los estímulos se perciben e interpretan activamente de forma organizada, usando expectativas adquiridas y tomando como base las experiencias anteriores parecidas al estímulo actual. Esta teoría asume la idea de que cada persona interpreta los sucesos externos según van ocurriendo y los incorpora a un esquema único de clasificación que, además de ser capaz de representar una cantidad ingente de información, puede interactuar con ella filtrándola, borrándola, reclasificándola, integrándola, etc. (Bryan-Kinns y Makwana 1999). Acota además Bruner (1979), que los estímulos son percibidos y posteriormente son interpretados como informa-

ción en forma de imágenes, conceptos u otras unidades-objeto representativas. Posteriormente, son clasificadas teniendo en cuenta patrones que obedecen a similitudes entre ellas y ciertos estereotipos. En resumen, según esta propuesta se puede inferir que para aprender es necesario disponer de una clasificación global del conocimiento y de una forma flexible y activa de gestionarlo.

En relación al conocimiento Bryan-Kinns y Makwana (1999), plantean una taxonomía para lo cual distinguen tres tipos: conocimiento explícito, embebido y comunitario. El explícito es el conocimiento de los datos y no tiene ambigüedad en su significado o intención; por su parte el embebido es específico del dominio y puede ser tácito y explícito a la vez y el comunitario es el sistema de creencias comunes y generalmente es tácito, se refiere a los hechos particulares que se conocen, su rol y el “saber cómo” es necesario para completar la tarea en curso, en términos de lo expuesto también destacan que el valor del conocimiento, puede ser más o menos significativo.

Para ejemplificar esta clasificación, se debe pensar en los individuos que participan en un programa de entrenamiento a nivel industrial, en ese contexto un individuo puede o no tener conocimiento explícito (conocimiento dado por la formación previa del trabajador), embebido (conocimiento signado por la experiencia en la actividad o actividades similares) y comunitario (conocimiento tácito conformado por sus creencias), sobre la actividad a desarrollar, éstos individuos son continuamente expuestos a entrenamientos relacionados a módulos de seguridad como: Riesgo en espacios confinados, Prácticas de trabajo seguro, entre otros tópicos, relacionados al área de HySI, para que gestionen el conocimiento sobre una temática en particular. Cabe entonces hacerse la siguiente pregunta: ¿Es necesario que los AI, tengan un conocimiento previo, cuando se emulan los mecanismos de razonamiento asociados a una actividad de entrenamiento industrial?. Para responder a esta interrogante, se recurrió a De la Herrán (1995), quien disertó sobre un planteamiento teórico sobre cómo obtener la descripción de las características que debe poseer un sistema cognitivo artificial para permitir el aprendizaje sin conocimiento previo o con el mínimo posible; argumenta entonces que un sistema físico de símbolos constituye el medio necesario y suficiente para una acción inteligente general.

Ahora bien, si se parte del supuesto de que el comportamiento inteligente en el hombre se produce a un nivel superior con independencia de los niveles inferiores, estaría esta premisa íntimamente relacionada con el debate

entre el enfoque holístico o creencia en que el todo es más que la suma de sus partes y el reduccionismo, o creencia en que un todo puede ser comprendido completamente si se entienden sus partes, y la naturaleza de su suma.

En el caso de los AI, los esfuerzos desarrollados en la definición de las Arquitecturas para ellos, son puramente reduccionistas; en contraposición, el holismo subyacente en los modelos conexionistas como las Redes Neuronales Artificiales, que sugieren el aspecto de la interdependencia entre algunos niveles, o lo que es lo mismo, la imposibilidad de sustituir un nivel (las conexiones neuronales, como sistema sub-simbólico), por otro, que realice sus mismas funciones (sistema simbólico); sin embargo, también las Redes Neuronales Artificiales pueden ser consideradas reduccionistas si se tienen en cuenta otros niveles aún más bajos.

Otra iniciativa partió de Drescher (1993), quien analiza con gran acierto el problema del aprendizaje sin conocimiento previo. La primera cuestión es decir si existe o no conocimiento previo, innato o a priori. La respuesta a esta pregunta surge en el debate entre las posturas constructivista y nativista, analizadas desde el dominio del aprendizaje del lenguaje natural; según el autor, la primera propone que el conocimiento no es innato, sino que se crea a partir de la abstracción de la interacción de los sujetos con el mundo. Siguiendo este planteamiento, se infiere entonces que la experiencia es la única fuente de todo el conocimiento. Por otro lado, la postura nativista, se centra en defender la existencia del conocimiento innato o congénito.

Dentro de las conclusiones planteadas por Drescher (1993), están que no puede existir “aprendizaje sin conocimiento previo puro”, ya que siempre es necesario un conocimiento previo para que se pueda dar aprendizaje, que será el conocimiento sobre cómo adquirir conocimiento. Esta explicación según el autor es aceptable desde un punto de vista reduccionista, pero tal vez no lo sería desde la visión conexionista u holista. Termina acotando el autor, que el interés se centraría en buscar el conocimiento mínimo que debe poseer a priori un sistema cognitivo para poder realizar a partir de él, procesos que obtengan el máximo aprendizaje con el mínimo de recursos (tiempo y espacio de almacenamiento).

En síntesis, la mayoría de los sistemas basados en el conocimiento son objetivistas en cuanto a que contienen información capturada y previamente clasificada y validada por el diseñador del sistema, a través de reglas, proposiciones y propiedades. Por otro lado, el pensar en diseñar un agente o un entorno para apoyar las actividades de entrenamiento industrial sin conocimiento previo, sería una visión reduccionista del individuo. En cuanto al mecanismo

para la adquisición inductiva de conocimientos, éste estará basado en la observación pasiva del entorno y en la realimentación de los efectos de las acciones que se realizan en el entorno, dando oportunidad, por ejemplo, a que el aprendizaje se pueda dar por ensayo y error.

3.3. Individuos participantes en un Programa de Entrenamiento Industrial

Asociado al término *seguridad industrial*, están la prevención y la protección de toda *persona* que pudiera verse afectada por la actividad industrial, tanto en lo que respecta a su integridad física y su salud, como a la integridad de sus bienes, y al medio ambiente. En tal sentido, todo individuo que participa en un programa de entrenamiento, ya sea como facilitador o como aprendiz, tiene necesidades que van desde aquellas relacionadas con los aspectos psicológicos, biológicos, conductuales, entre otros, así como también aquellos requerimientos solicitados por la organización, tales como metas, normas, reglamentos, estándares, además de los relacionados con la tarea a realizar (procedimientos, materiales, entre otros) y por último se encuentran los referidos en sí, a las condiciones de seguridad y las condiciones ambientales. A continuación, las autoras de este estudio proponen una clasificación que agrupan esas necesidades, contextualizándolos en el área de HySI; con el objetivo de que sirvan como guía al momento de diseñar Agentes Virtuales Inteligentes, guiada bajo la perspectiva de las competencias laborales:

a) Factores relacionados al aprendiz y facilitador: Factores psicológicos (motivaciones, preocupaciones, actitudes, creencias, intenciones, deseos, emociones, alivio, ansiedad, miedo, culpa), Factores Físicos (reflejos, deseos, sentido de la audición, sentido de la vista, sentido del olfato, sentido del tacto), Factores biológicos (hambre, cansancio), Factores Conductuales (metas, estándares, planes, comportamientos individuales y colectivos, habilidades, colaboración), Factor conocimiento (nivel de instrucción, experiencias o habilidades previas, carga cognitiva), Factor de organización y ordenación del trabajo (monotonía, repetitividad, posibilidad de iniciativa, aislamiento, participación, descanso, entre otros).

b) Factores relacionados con la tarea a realizar: Tarea a desempeñar (características de la tarea, condiciones previas para ejecutarla, contenido a facilitar o enseñar, importancia /urgencia y dificultad de la tarea), Instalaciones: tipo de instalación (tanques, cisternas,...), condiciones físicas (ventilación, iluminación), materiales empleados (tipo de material, actualización, formato).

c) **Factores relacionados con la Organización:** metas, objetivos, estándares, multiculturalidad de los individuos que forman parte de la organización.

d) **Factores relacionados con las Condiciones de seguridad:** Características generales de los locales (espacios, pasillos, suelos, escaleras...), instalaciones (eléctrica, de gases, de vapor, entre otros), equipos de trabajo (máquinas, herramientas, aparatos a presión, de elevación, de manutención...), almacenamiento y manipulación de cargas u otros objetos, de materiales y de productos, existencia o utilización de materiales o productos inflamables, existencia o utilización de productos químicos peligrosos en general, normas de HySI: disposiciones legales, normativas, reglamentos.

e) **Factores relacionados con las Condiciones ambientales:** Exposición a agentes físicos (ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes, ...), exposición a agentes químicos y ventilación industrial, exposición a agentes biológicos, climatización y ventilación general, calidad del aire, iluminación.

En el mismo orden de ideas, los autores plantean algunas consideraciones importantes que deben ser cubiertas al momento de desarrollar AI, para apoyar las actividades de entrenamiento, entre éstas están: (a) Identificación del proceso cognitivo desarrollado por el aprendiz (estilo de procesamiento e interiorización de la información, capacidad de percepción, su atención selectiva, su capacidad de respuesta, evaluación, interpretación y asociación de los datos), (b) Determinar la capacidad de *presentación* y *transformación* de la información en cualquier tipo de formato en el que puedan presentarse los datos, (c) Determinar la capacidad de *contestación* frente a las distintas interacciones del aprendiz, (d) Identificar las *operaciones* que es capaz de procesar el sistema acordes con las solicitudes específicas del usuario. Por otra parte, con respecto a las conductas competitivas o defensivas de los individuos que participan en programas de entrenamiento industrial (facilitadores, adiestrados o aprendices), deben considerarse los siguientes factores: Control, retención de información y superioridad ante los demás. Cabe destacar, que en función de los planteamientos anteriores, no se pretende presentar de manera exhaustiva los factores a ser considerados al momento de modelar IVAs, en función de los individuos que participan en programas de entrenamiento industrial, pero sí es de interés, presentar su estructuración bajo la visión de las competencias laborales.

4. Consideraciones finales

El uso de AI, asociados a los avatares en un entorno virtual, es una forma de lograr un grado aceptable de credibilidad, cuando de interacción se trata. El poder proveer a un agente de algunas acciones, para que la decisión que tome, esté basada en sus emociones, su experiencia previa o la carga cognitiva que tenga sobre uno o varios temas, sin duda alguna es una ardua tarea, ya que sería tan difícil como reproducir una copia de un individuo, con capacidad de razonar basado en su conocimiento tanto tácito como explícito.

Basándose en todo lo expuesto, surge de esta revisión documental, la necesidad de incluir en la arquitectura de los agentes que manejan la historia pasada, procedimientos para el intercambio de información entre dos o más agentes, en pro de generar un mayor número cursos de acción, para apoyar la toma de decisión de los agentes; premisa que se justifica en el hecho de que la historia pasada de un agente, influye o puede influir sobre las acciones de otros agentes. De igual manera, la inserción de las competencias laborales al momento de la modelización de un individuo para actuar en un espacio sintético, aporta nuevos elementos, que permitirían hacer más “real” la situación simulada. Cabe destacar que las decisiones del agente van a estar sin duda, influenciadas por la “visión” que tiene del “mundo o de la verdad” el experto que formuló las premisas que servirán de base para validar los cursos de acción, y no necesariamente estarán representadas en ella la “visión del aprendiz”.

Referencias

- UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR (UPEL) (2001). **Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**, Fedupel, Caracas.
- BRUNER, Jeronome (1979). **On knowing: essays for the left hand**. Cambridge, Mass: Belknap press of Harvard University.
- BRYAN-KINNS, Nike, MAKWANA, Rajesh (1999). **Understanding shared expertise in communities of practice**. España: Ediciones Gestión 2000 SA.
- DAVENPORT, Thomas; PRUSAK, Lawrence (1998). **Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know**. Cambridge, MA: Harvard Business School Press.
- DE LA HERRÁN, Manuel (1995). Aprendizaje sin conocimiento previo. Búsqueda de un comportamiento emergente a partir de la interacción de múltiples entidades mediante vida artificial. **Revista REDcientífica**. ISSN:1579-0223.
- DRESCHER, Gary (1993). **Made Up Minds**. Vol 8, Nº 6. Mit Press.

- HERNÁNDEZ, Sampieri; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA Lucio (2000). **Metodología de la Investigación**. Segunda Edición. México. Editorial Mc Graw Hill.
- IMBERT, Ricardo (2005). Una Arquitectura Cognitiva Multinivel para Agentes con Comportamiento Influido por Características Individuales y Emociones, Propias y de Otros Agentes. Ph.D. Tesis. Universidad Politécnica de Madrid.
- INNOCENTI, Bianca (2000). **Representación de la Dinámica del Cuerpo Físico de Agentes Físicos en Capacidades Atómicas**. Universitat de Girona.
- MARCANO, Yelitza; TALAVERA, Rosalba (2006). Los ambientes Virtuales Inteligentes como estrategia para el entrenamiento del capital humano en el área de Higiene y Seguridad Industrial Petrolera. **Revista Arbitrada Multidisciplinaria Multiciencias**. p. 139. ISSN: 1317-2255. Venezuela.
- NILSSON, N. (2001). **Inteligencia artificial**. Una nueva síntesis. Mc Graw-Hill-Interamericana de España, S.A.U.
- NWANA, Hyacinth (1996). **Software Agents: An Overview. Intelligent Systems Research**. AA&T, BT Laboratories, Ipswich, United Kingdom.
- PERALES, Francisco; VARONA, Javier; MIRO, Margaret; FIOL, Gabriel; FUSTER Pilar; CEREZO, Eva; BALDASARRI, Sandra; REMIRO, Virginia; SERON, Francisco; PINA, Alfredo; AZKUE, Iosu (2005). **El proyecto INEVAI 3D: Agentes Autónomos 3D, Escenarios virtuales e Interfaces Inteligentes para aplicaciones de Domótica y de Realidad Virtual**. Departamento de Matemática e Informática. Universidad Pública de Navarra.
- POOLE, David; MACKWORTH, Alan; GOEBEL, Randy (1998). **Computational Intelligence (A Logical Approach)**. Oxford University Press.
- SHOHAM, Yoav (1998). **Agent-oriented programming**. Readings in Agents. Morgan Kaufmann Publishers.
- WOOLDRIDGE, Michael (1999). **Intelligent Agents**. MIT Press, USA
- WOOLDRIDGE, Michael; JENNINGS, Nicholas (1995). Agent Theories, **Architectures and Languages: A survey**. In M.J.
-