

Influencia del Software Inteligente: Aporte de los Sistemas Multiagentes

**Jair Enrique Otero
Foliaco**

*Ingeniero de Sistemas
Joven Investigador
jotero@tecnocomfenalco.edu.co
Fundación Universitaria
Tecnológico Comfenalco*



RESUMEN: La idea de este documento es identificar los conceptos necesarios para afrontar la incursión en el estudio y desarrollo de los sistemas Multiagentes, además de evidenciar las diferentes concepciones expuesta por partes de algunas disciplinas científicas e investigadores acerca de la construcción de los sistemas inteligentes. Por otro lado, demostrar la importancia de los sistemas inteligentes en las diferentes comunidades de producción que implementan sistemas Multiagentes. El resultado de esta investigación expone algunas de las utilidades designadas a los sistemas Multiagentes, los aspectos básicos presentes al momento de construir este tipo de herramientas, además busca apoyar los procesos de mejoras o innovación de futuros trabajos que giran en torno a las temáticas de los sistemas Multiagentes.

PALABRAS CLAVE: Agentes Inteligentes, Inteligencia Artificial, Metodologías de construcción, Sistemas Multiagentes, Trabajo Distribuidos.

ABSTRACT: The idea of this paper is to identify the concepts necessary to deal with the incursion into the study and development of multi-agent systems, besides the different conceptions of evidence exposed by some scientific disciplines and researchers about the construction of intelligent systems. On the other hand demonstrate the importance of intelligent systems in the different communities that implement multi-agent systems production. The result of this research exposes some of the utilities designated Multiagent systems, the basic aspects present when building such tools, and support processes for improvement and innovation of future works that revolve around the themes of systems multiagent.

KEYWORDS: Intelligent Agents, Artificial Intelligence, Methodologies for building, Multiagent systems, Distributed Work.

1. Introducción

Actualmente el objetivo del software de aplicación es ofrecer soporte a tareas específicas o generales, para solucionar, parcial o totalmente, una problemática particular (R. McLeod, 2000). Pero en el momento que involucran en el desarrollo de los sistemas software áreas de la inteligencia artificial, se espera un procesamiento inteligente por parte del producto final (P. Martínez F., 2007).

El resultado esperado al momento de involucrar la inteligencia artificial en sistemas de computadora se debe a los aportes hechos históricamente. Se destacan: años 40 se resalta la iniciativa de Warren McCulloch y Walter Pitts de un modelo abstracto y simple de una neurona artificial (Rodrigo S., 2010), en los años 50 se oficializa el surgimiento de la inteligencia artificial con una serie de aportes significativos:

- Alan Turing (1950), con la publicación de *Mind: Computing Machinery and Intelligence*, en la circulación afirmaba que a través de una terminal de una computadora era imposible diferenciar entre un ser humano y una máquina.

- Conferencia de Dartmouth College, Hanover (Estado de New Hampshire) en 1956, en la cual un grupo de diez especialistas en matemática y lógica, expresaban la posibilidad de crear programas de computadoras con la capacidad de comportarse o pensar inteligentemente (M.I Rendueles at all, 2007)

- En 1957, la fundación del laboratorio de inteligencia artificial en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) hecha por John McCarthy.

No existe un concepto universal acerca de la Inteligencia Artificial (IA), pero algunas descripciones

conceptuales tienen una gran aceptación, ejemplo: IA es la rama o especialidad de la informática que estudia el diseño y la construcción de computadores inteligentes, el nivel de inteligencia de la computadora es asignado en base a las capacidades y labores que puede desempeñar un ser humano.

La inteligencia artificial posee una variedad de campos de estudios, de los cuales, se resalta la Inteligencia artificial Distribuida (IAD), esta surge de la necesidad de dar solución a los problemas ocasionados por los avances tecnológicos que demandaban la necesidad de compartir y coordinar procesos en escenarios distribuidos.

En la publicación hecha sobre los sistemas Multiagentes en la ingeniería de la organización (María Delgado, 2009), afirma que IAD se define como el estudio, construcción y aplicación de los sistemas Multiagentes (M. del Carmen Delgado R., 2009:58-56).

El manejo de un Sistema Multiagente (SMA) requiere de la depuración del concepto de agente inteligentes (Ana Garcia, S. Ossowski, 1998). , debido a que un SMA busca dar solución a problemas complejos por medio de la designación de tareas pequeñas para los agentes que los conforman..

En la implementación de un sistema Multiagente, hay que tener en cuenta aspecto como; comportamiento de los agentes que conformaran el sistema, arquitectura de trabajo, metodología de apoyo, entorno de ejecución, estrategia de coordinación y la forma de comunicar a los agente, para garantizar la eficiencia del sistema.

2. Marco Referencial

El manejo conceptual de los sistemas Multiagentes

desliga muchas definiciones que abarcan varias características y enfoque, por tal motivo es necesario familiarizarse con aspectos fundamentales para el manejo y comprensión de las temáticas que giran entorno a los sistemas Multiagentes:

2.1 Inteligencia Artificial

Según Rusell y Norvig, la conceptualización de la inteligencia artificial (IA) gira entorno a cuatro aspectos: procesos mentales, procesos de racionamientos, conducta humana y conducta racional (Stuart Russell, 2004). Lo que ha permitido definir la Inteligencia Artificial (ver tabla 1, 2, 3 y 4).

Sistemas que piensan como humanos

"El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los computadores piensen... maquinas con mente, en el más amplio sentido literal" (Haugeland, 1985).

"La automatización de actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje..." (Bellman, 1987).

Tabla 1. Definición de IA con el aspecto de procesos mentales

Sistemas que piensan racionalmente

"El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales" (Charniak y McDermott, 1985).

"El estudio de los cálculos que hace posible percibir, razonar y actuar" (Winston. 1992).

Tabla 2. Definición de IA con el aspecto de los procesos de racionamiento.

Sistemas que actúan como humanos

"El arte de desarrollar maquinas con capacidad para realizar funciones que, cuando son realizadas por personas, requieren de inteligencia"(Kurzweil, 1990)

"El estudio de cómo lograr que los computadores realicen tareas que, por

Tabla 3. Definición de IA con el aspecto de la conducta humana

Sistemas que actúan racionalmente

"La inteligencia computacional es el estudio del diseño de agentes inteligente" (Poole et al, 1998).

"IA... está relacionada con conductas inteligentes en artefacto" (Nilson, 1998).

Tabla 4. Definición de IA con el aspecto de la conducta racional

Basados en los enfoques detectados por Rusell y Norvig, muchas disciplinas y campos productivos han designado definiciones de la inteligencia artificial según la utilidad que le dan:

Perspectiva jurídica: define la IA, "rama de la informática que tiene como objetivo tratar las funciones inteligentes complejas- por ejemplo, hacer un diagnóstico- o tratar inteligentemente funciones simples, como buscar un documento mediante un sistema informático" [9], otra conceptualización manejada de la inteligencia artificial es "la facultad de comprender las relaciones entre los hechos y las cosas" (Hachette enciclopedia, 1994).

Psicología: la IA solo se limita al "estudio y el diseño de agentes inteligentes, es decir, sistemas que perciben el entorno y que llevan a cabo acciones que maximizan las posibilidades de éxito" (A. Furnhan, 2010).

Sector industrial: la IA es "una técnica de software que los programas utilizan para resolver problemas expresados en términos simbólicos más que

numéricos" (Wendy b. at all, 1989). Pero este enfoque ha cambiado con los avances tecnológicos y la implementación de la IA en diferentes sectores y las problemáticas que han subsanado con procedimientos no convencionales.

2.2. Inteligencia Artificial Distribuida

Una definición de la Inteligencia Artificial Distribuida (IAD), la clasifica como rama de la inteligencia artificial que investiga problemas relacionados con la conexión y cooperación entre computadoras distantes y distintos (Paul Thagard, 2008). IAD se centra en la gestión de entornos distribuidos conformados por computadores que requieren compartir recursos, procesar y coordinar actividades para lograr un objetivo..

La IAD da soporte a entidades inteligente para realizar trabajos colaborativos entre sí, se define la IAD "aquella parte de la IA que se centra en comportamientos inteligentes colectivos que son producto de la cooperación de diversos agentes" (P. Salcedo L., 2003).

La inteligencia artificial Distribuida se basa en tres ejes; Sistemas Multiagentes, resolución distribuida de problemas y la inteligencia artificial en paralelo (J. Jiménez, at alls, 2008). Los sistemas Multiagentes pueden trabajar de una forma distribuida o no distribuida dentro de una red de computadores, independiente del funcionamiento, arquitectura, objetivo o finalidad.

2.3 Agentes Inteligentes

Un concepto indispensable para realizar una aplicación Multiagente es el de agente inteligente, algunos definen a los agentes inteligentes como componente informático que está situado en algún ambiente, capaces de hacer acciones autónomas

dentro de un entorno para cumplir con un objetivo planteado, por medio de acciones que conllevan a la percepción y modificación de su entorno (García, R. Linares, 2006). Otros autores lo definen como el componente que posee la capacidad de realizar acciones autónomas flexibles con el propósito de lograr un objetivo propuesto (C. Salazar S. 2003)..

En torno a los agentes inteligentes gira la conceptualización de un sistema informático situado en un ambiente, que actúa de forma autónoma y flexible para cumplir objetivos (ver figura 1).

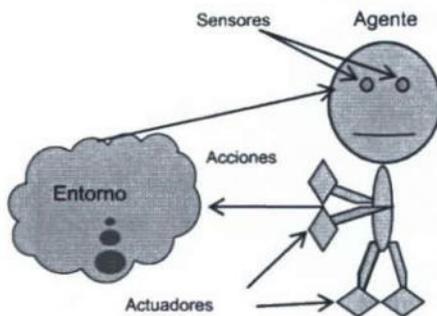


Figura 1. Comportamiento de un agente

Un Agente se considera inteligente cuando cumple las siguientes con características fundamentales (Mas Ana, 2005):

- **Autonomía:** capacidad de actuar sin la participación humana.
- **Habilidad Social:** interactuar con otros agentes, valiéndose de un lenguaje de comunicación.
- **Reactividad:** propiedad que permite al agente percibir las variables que componen el ambiente y actuar sobre estas en un tiempo preestablecido.
- **Orientación por objetivos:** característica que permite que un agente plante estrategias para cumplir sus metas.

Por otro lado, los agentes pueden poseer características opcionales que permiten tener

comportamientos y acciones particulares, estas son: continuidad temporal, movilidad, veracidad, benevolencia, racionalidad.

2.3 Sistemas Multiagentes

La esencia de un Sistema Multiagentes (SMA) está enmarcada en la interacción de los agentes inteligentes que los conforman. En las estructuras de red distribuidas, los agentes se definen como "objetos de trabajos sociales y proactivos que pueden juntarse para conformar una estructura conocida como arquitectura Multiagentes" [24].

"Los SMA se conciben como sistemas computacionales en los cuales varios agentes semi-autónomos interactúan entre sí, ya sea para colaborar en la solución de un problema, o en la consecución de una serie de objetivos individuales o colectivos" (Martínez, A. et al., 2010),

La idea base alrededor de los SMA es que son un conjunto de agente inteligente que posee tres características: organización, coordinación y comunicación (ver Figura 2). La organización establece una jerarquía social entre los agentes, coordinación puede ser por cooperación y/o competición, y la comunicación se realiza por medio de protocolos que permiten estructurar la interacción entre agente. (Ortiz et al., 2008).

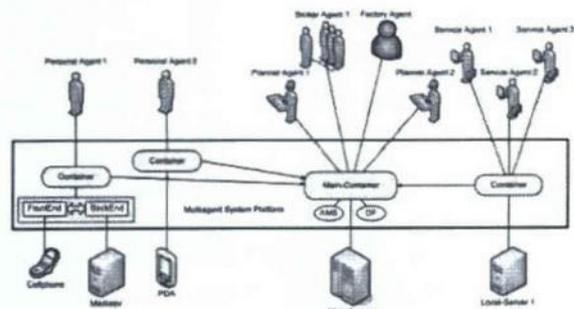


Figura 2. Plataforma de un sistema Multiagente

Los sistemas Multiagentes son estructuras complejas y robustas, que proporcionan soluciones a problemas particulares, en muchos casos los problemas requieren tener presente la tolerancia a fallos, coordinación entre los componentes, estructuras flexibles, diseños detallados y el mantenimiento; para evitar estas preocupaciones se proponen metodologías que apoyan la implementación de un sistema Multiagente.

3. Enfoques para el Desarrollo de Sistemas Multiagentes

El desarrollo de un sistema Multiagente, puede estar apoyado en una metodología o plataforma de desarrollo.

3.1 Metodologías de desarrollo

Las metodologías de desarrollo son consideradas guías para la construcción del ciclo de vida de un sistema Multiagente (Gómez, 2003).

Las metodologías existentes en el mercado son extensión de metodologías orientadas a objetos y metodologías de ingeniería de conocimientos.

Algunas metodologías disponibles para la construcción de sistemas Multiagente son: MASINA, Vowel Engineering, MAS-CommonKADS, Arquitectura BDI, Mase], GAIA, INGENIAS, MESSAGE, TROPOS, PROMETHEUS, ADELFE, PASSI, ROADMAP, AUML

De las metodologías existentes en el área no hay una dominante, Debido a que cada una de esta presenta ventajas y desventaja en algún tipo de situación.

3.2 Plataformas de trabajo

Existen plataformas de desarrollo que permiten

soluciones en el modelado de comportamiento y coordinación de agentes. Entre los servicios que proporcionan las plataformas se resaltan la gestión de agentes, librería de algoritmos, locación de agentes y movilidad (Marchetti at all, 2003). Algunas plataformas para el desarrollo de agentes son: JADE, ABLE, AGLETS, JACK, MADK, y ZEUS.

4 Antecedentes de Implementación

Con base en un rastreo hecho desde enero de 2005 hasta marzo de 2011, se identificaron sistemas, estudios, análisis, diseños y modelos que presentan una influencia directa de los sistemas Multiagentes, se evidencia la premisa de ofrecer soluciones a problemas y necesidades presentes en situaciones específicas, los sistemas Multiagentes encontrados se resaltan por medio de la siguiente clasificación designada para comprender los objetivos que cumplen:

4.1 Gestión

Enmarca la administración de recursos por medio de acciones que ayudan a mejorar y mantener el correcto funcionamiento de procesos, que involucran una información particular. Tomando la descripción anterior se categorizan las siguientes propuestas:

En primer lugar, el estudio hecho por Juan Serrano y Rina Suros (2007), miembros de la universidad Central de Venezuela, quienes plantean el diseño de un sistema Multiagente para la gestión de recursos en entorno distribuido, el objetivo del sistema es permitir la detección, uso, monitoreo y control de los recursos utilizables en una red, además de la ejecución de aplicaciones en sistemas distribuidos sobre redes de alto rendimiento. El proyecto propone un diseño que permita el trámite del uso de los recursos en una red de manera eficiente y eficaz para usuarios que requieran realizar una actividad específica, al

momento de construir el sistema se encontraron con problemas como; la localización de los recursos que puedan ser utilizados, selección de los recursos aptos para el proceso a desempeñar (tiene en cuenta la cantidad de procesamiento a efectuar y las necesidades del solicitante) y ubicación de centros de almacenamiento para recopilar los resultados en caso de ser necesario. Para implementar el diseño del sistema Multiagente se apoyaron en la metodología MAS commonKADS [29,41-42], (extensión de commonKADS), esta propone siete (7) modelos para el desarrollo de un sistema Multiagente.

La estrategia de desarrollo se llevo a cabo por medio de la clasificación de una fase de conceptualización y la ejecución de los modelos ofrecidos por la metodología MAS commonKADS de la siguiente manera:

- **Fase de conceptualización:** consiste en la depuración del problema, definición de los actores que utilizaran el sistema, y la definición de los casos de usos.
- **Modelo de agente:** consiste en la definición de los agentes, objetivos que tienen que cumplir dentro del sistema y las características que tiene que tener.
- **Modelo de tarea:** consiste en la definición de las tareas que deben cumplir cada agente para garantizar el cumplimiento de los objetivos.
- **Modelo de coordinación:** consiste en la especificación de las iteraciones que deben tener los agentes entre si y las máquinas para dar solución a un problema.
- **Modelo de comunicación:** consiste en la definición de la intercesión del usuario a través de un agente interfaz con los demás agentes que conforman el sistema.
- **Modelo de organización:** se basa en el modelando de las relaciones estructurales entre agentes y la organización humana que interviene.

- **Modelo de experiencia:** se determina las tareas genéricas, para definir las estructuras de inferencia para cada labor del modelo de tarea que requieran un conocimiento.

- **Modelo de diseño:** consiste en la determinación y documentación de la infraestructura de red para el sistema Multiagente, como también el diseño de la arquitectura, ambiente de desarrollo del sistema.

La elección de la metodología, estaba asociada a la necesidad de tener plantillas que permitan el desarrollo y documentación del sistema.

Por otro lado, se resalta la propuesta de la ingeniería Maritza Bieliukas hecha a la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), la propuesta consiste en el diseño de un sistema Multiagente para la gestión de servicios de emergencia médica hospitalaria (Maritza V. Bieliukas. 2010), el ambiente de estudio, pruebas y el primer beneficiado con la implementación del diseño es el Hospital Central Universitario de Barquisimeto en Venezuela. La idea central del proyecto es proporcionar una herramienta distribuida que permita de forma eficiente y eficaz la gestión de la información de los pacientes que lleguen al centro de atención, el flujo esperado es; al llegar un paciente nuevo al hospital el sistema permita el registro de los tratamiento que se le realizarán, las remisiones que tenga con especialista, la información básica del paciente. El objetivo del registro es alimentar al sistema con toda la información que se genere del nuevo paciente, cuando al hospital llega un paciente antiguo que tenga registro, el sistema Multiagente debe proporcionar toda la información organizada que tenga que ver con los procedimientos, actividades hechas en los anteriores ingresos al hospital del paciente. La finalidad es disponer toda la información del paciente, para que los encargados puedan proceder de una manera rápida y adecuada.

Para lograr el diseño completo del sistema se optó por la metodología INGENIAS, específicamente con la herramienta Ingenias Development Kit (IDK) [50] (Juan Pavón M., 2006), para la construcción del diseño del sistema Multiagente. La estrategia implementada para lograr la construcción del sistema fue la segmentación por fases.

- **Fase 1:** Involucro la creación de modelo de organización, modelo de Objetivos/Tareas, modelo de Flujo y Eventos.
- **Fase 2:** Se construyó el modelo de Iteración y el modelo de Agente. Para verificar el correcto funcionamiento se creó un prototipo con lenguaje de programación Java (Luis Joyanes at all, 2002.) y para la simulación se utilizó la plataforma de agentes Jades para comunicación entre agentes.

4.2 Control

Implica la verificación del cumplimiento de procesos o acción, donde previamente se hace una planeación del comportamiento ideal para determinar la aceptación o no (Luis Quintero, 2009), Tomando la descripción anterior se categorizar las siguientes propuestas.

En primer lugar, la investigación a cargo de Juan García, Richard Linares y José Paredes, consiste en el desarrollo de un sistema Multiagente para la venta de libros, la finalidad de este proyecto de investigación es modelar una aplicación Multiagente, para garantizar la implementación, se apoyaron en un ejemplo proporcionado por la Plataforma Jade (Java agents DEvelopment Plaform), (Fabio Luigi Bellifemine, Giovanni Caire, & Dominic Greenwood, 2007), conocido con el nombre de BookTrading, este ejemplo abarca todos los sucesos que pueden llevarse a cabo para vender un libro, la disponibilidad de ejemplares existente para la venta, la evaluación

de las propuestas para los compradores, y la gestión de los procesos involucrado en la venta de un libro. Para implementar el sistema se optó el apoyo de la metodología GAIA, (Jorge Gómez, 2003) y la estrategia fue dividir el desarrollo en fases de la siguiente manera:

- **Fase de Análisis:** se definieron los actores que intervienen en los procesos y las características que posee cada uno en una plantilla de una forma muy detallada, para definir las características se tuvieron en cuenta las responsabilidades, roles, requerimientos de ambientes de trabajo, restricciones, iteraciones con los recursos, y los resultados esperados.
- **Fase de Diseño:** en esta fase se construyeron tres modelos: el modelo de agentes con la finalidad de identificar los tipos de agente que intervienen en el sistema, los roles específicos que jugarán, y el número de clases para trabajar, el modelo de servicio se creó para relacionar las funcionalidad de los agentes con un rol, para definir la relación se tuvo en cuenta las variables de entrada y salida para cumplir un objetivo, y por último y no menos importante el modelo de comunicación se creó para definir la relación que tiene el agente comprador y vendedor y como se van comunicar
- **Fase de implementación:** esta consistió en el desarrollo de clases para ejecutarlas en la plataforma jades.

La elección de la metodología estaba sujeta a la experiencia de los investigadores para el desarrollo de sistemas Multiagentes y la documentación que necesitaban generar.

Por otro lado, se resalta la propuesta hecha en el décimo congreso de ingeniería de organización, realizado en Valencia España el 7 y 8 de septiembre de 2006, liderada por Antonio Abarca Albares con el diseño de un sistema Multiagente para el control de Stock basado en RFID, (Antonio Abarca A., 2006), la

idea del proyecto se basa en la gestión de los procesos de recolección de información de la empresa Grupo Lo Monaco, la gestión de la información radica en la solitud hecha hacia los proveedores sobre un recurso y/o producto requerido en la empresa, el sistema Multiagente controla el número de recursos y materiales que tiene la empresa para el desarrollo de sus funciones, por medio de la localización y cuantificación de los materiales para gestionar de compra de los mismo ante los proveedores de una forma autónoma. En el desarrollo del diseño se optó por la metodología INGENIAS, la estrategia que se implemento fue el desarrollo de los cinco pilares que ofrece la metodología:

- Modelos de agente
- Modelo de Organización
- Modelo de Entorno
- Modelo de Tareas
- Modelo de objetivos e iteración

La justificación de la implementación de la metodología fue por la necesidad de una solución descentralizada de alta disponibilidad y rendimiento (complejidad), además de la necesidad de una capacidad de adaptación y aprendizaje de la experiencia y datos históricos.

4.3 Monitoreo

Involucra un conjunto de procesos para la recolección de información sobre un ambiente u objeto, donde previamente se definen un conjunto de patrones en las actividades hechas en el ambiente o en los objetos para poder realizar la búsqueda de la información, (María G. Alexandres, 2007). Tomando la descripción anterior se categorizar las siguientes propuestas.

En primer lugar, se resalta la investigación liderada por la Universidad Pontifica de Salamanca y Universidad de Oviedo, a cargo de Leon Welicki y Juan Cueva, la idea del proyecto consiste en una plataforma basada en sistemas Multiagentes y servicios web para monitorización de aplicaciones en entornos heterogéneos, (Welicki & Juan Manuel Cueva, 2003), la finalidad de la propuesta es la construcción de un sistema que permita verificar los patrones anormales dentro de un sistema informático sin importar la plataforma de ejecución, para evitar daño que comprometan la integridad del sistema involucrado, por otro lado, una variante que presenta el sistema es la utilización de servicios web para efectuar el trabajo, dado que evita los problemas de adaptación entre las diferentes plataformas involucradas. Para la implementación del sistema Multiagente no se optó por una metodología especifica pero el entorno de ejecución fue la plataforma Jade, la estrategia manejada fue, definición de los agentes al igual que las responsabilidades que debían tener dentro del sistema, determinar la forma de interactuar de cada agente al igual del protocolo de comunicación, y para comprobar el correcto funcionamiento realizaron un prototipo de la aplicación para evidenciar los resultados.

Por otro lado, se resalta la propuesta del diseño de una Arquitectura Multi-Agente para la Detección de Anomalías y Diagnóstico Inteligente de sistemas industriales (AMADIS), (Antonio Arranz, Alberto Cruz & Miguel Sanz, 2006), la propuesta era liderada por Antonio Arraz, Alberto Cruz y Miguel Sanz miembros del Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia Comilla, El objetivo fundamental de la propuesta es facilitar a los usuarios el diagnostico en tiempo real de los comportamiento de los componentes involucrados en los sistemas industriales, que permitan actuar de forma adecuada

ante las anomalías que se detecten y no se ocasionen más adelante un fallo al sistema industrial. Para el desarrollo del sistema se optó por un diseño distribuido donde un conjunto de agentes estarán distribuidos en la red para ejecutar los códigos remotos por parte del sistema donde se ejecute el sistema Multiagente, a diferencia de los demás diseños y sistemas Multiagente este no implementa ninguna metodología para la creación del mismo.

5. Recomendaciones

Al momento de construir una aplicación Multiagente, debe tener en cuenta la definición detallada del comportamiento de los agentes inteligentes involucrados, la selección de una metodología que encaje con la situación del problema y el dominio por parte del desarrollador de proyecto.

Cuando se inicia con el desarrollo de sistemas Multiagentes lo mejor es seleccionar una metodología que proporcione una herramienta que apoye la construcción del sistema.

La forma de respaldar la funcionalidades de un sistema Multiagente es describiendo al máximo los procesos que se involucran para cumplir un objetivo.

6. Conclusiones

La aceptación de un sistema Multiagente depende directamente de la información recolectada y la asignación estratégica de los objetivos designados para los agentes inteligentes que conforman el sistema.

Existe un gran potencial y aceptabilidad para las soluciones que se basen en los sistemas Multiagentes en cualquier sector productivo.

Todas las problemáticas de software no se solucionan con sistemas Multiagentes, hay que tener en cuenta la problemática y el entorno de ejecución.

Al estar presente por lo menos dos agentes inteligentes que interactúen, y coordinen sus funciones para lograr una meta, se garantiza que se está trabajando un SMA.

La implementación de los sistemas Multiagentes se está convirtiendo en una tendencia para los países pertenecientes a Suramérica, se resalta el uso de estos para la gestión de un recurso o usuario.

Referencias

- Raymond McLeod. (2000), *Sistemas de información gerencial*. Séptima edición Pearson Educación, México
- Pascual Martínez Freire. (2007). *La Importancia del Conocimiento*. Edición 2. Filosofía y Ciencias Cognitivas, ISBN 8497451724, 9788497451727, Editorial Netbiblio.
- Rodrigo Salas (2010), *Redes Neuronales Artificiales*. Departamento de computación de la Universidad de Valparaíso.
- Miguel Rendueles Mata, & Mercedes Dreher Grosch. (2007), *Télématique: Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*, ISSN 8156-4194, Vol. 6, N°. 1, págs. 158-169
- Antonio González. (2010), *Estudio de la influencia de Topoñogias de comunicación en sistemas multiagente bioinspirados*. Trabajo de grado disponible online en [http://www.eps.uam.es/esp/alumnos/trabajos_fin_ma ster/Gonzalez_Pardo_Antonio.pdf], consultado el 19 de abril de 2011

Stuart Russell, (2004), *Inteligencia Artificial Un Enfoque Moderno, Segunda Edición*. Editorial Prentice Hall .ISBN 842054003.

María del Carmen Delgado Román, (2009). *Dirección y organización: Revista de dirección, organización y administración de empresas*, ISSN 1132-175X, N° 38, págs. 58-65

Danièle Bourcier & Pompeu Casanovas. (2003). *Inteligencia artificial y derecho*. Primera edición. Editorial UOC. ISBN 84-8318-974-7

Adrian Furnhan. (2010). *50 cosas que hay que saber sobre psicología*, ISBN 8434469073, 9788434469075, Editorial Ariel.

Wendy b. & Rauch-Hindln. (1989). *Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial de la ciencia y la industria*. Editorial Prentice-Hall. ISBN 84-87189-07-5.

Bibiana Vallejo, Sandra Vallejo. (2006). *Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutica*. Rev. Col. Cienc. Quím. Farm. Vol. 35 (1), 47-63. Disponible online en [<http://www.farmacia.unal.edu.co/publicaciones/art/122/35-N1/V35N1-03.pdf>], consultado el 6 de mayo del 2011.

Maritza Correa. (2010). *Inteligencia artificial para la predicción y control del acabado superficial en procesos de fresado a alta velocidad*. Tesis Doctoral Disponible online en [<http://digital.csic.es/bitstream/10261/33107/1/PhD.pdf>], consultado el 3 de mayo del 2011.

Ricardo Contreras, Maria Pinninghoff, Evelyn Osses. *Sistema de apoyo a procesos productivos en Pymes:*

un caso de aplicación. Disponible online en [http://www.dcc.uchile.cl/~mmarin/revista-sccc/sccc-web/Vol6/Valdivia_Contreras_Final.pdf], consultado el 8 de mayo del 2011.

Paul Thagard. (2008). *La Mente: Introducción a las ciencias cognitivas*. Editorial Katz. ISBN 978-987-1283-63-7.

Ana Garcia, Sascha Ossowski. (1998). *Inteligencia Artificial Distribuida y Sistemas Multiagentes*. Disponible online en [<http://www.dia.fi.upm.es/~phernan/AgentesInteligentes/referencias/garcia98.pdf>], consultado el 1 de abril del 2011.

Pedro Salcedo Lagos. (2003). *Inteligencia Artificial Distribuida y Razonamiento Basado en Casos en la Arquitectura de un Sistema Basado en el Conocimiento para la Educación a Distancia (SBC-ED)*. Ingeniería informática, ISSN 0717-4195, N° 9

Jovani Jimenez, Demetrio Ovalle & John Ochoa. (2008). *SMART: Sistemas Multi-Agente Robotico*, Dyna, Año 75. Nro. 154. Pp 179-186. ISSN 0012-7353.

Juan García, Richard Linares & José Paredes. (2006). *Desarrollo de sistemas multi-agente metodología gaia implementación de booktrading*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Carla Salazar Serrudo. (2003). *Agentes y Multiagentes Inteligentes: Conceptos, Arquitecturas y Aplicaciones*, Universidad Mayor de San Simón.

Pedro Cuesta & Juan Corchado. (1999). *Utilización de Agentes Inteligentes para la Construcción de Sistemas de Información Aplicados al Turismo*, Universidad de Vigo.

Gabriel Hernan Tolosa & Fernando Raul Alfredo Bordignon. (1999). Revisión: tecnología de agentes de software. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 28, n. 3, p. 302-309, set./dez.

Mas Ana. (2005). *Agentes Software y Sistemas Multiagente: conceptos, arquitectura y aplicaciones*. Pearson-Prentice Hall

Adres Quintero & Rodolfo Villamizar (2010). Estado del arte en monitorización de salud estructural: un enfoque basado en agentes inteligentes. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 20, núm. pp. 117-132

Sebastián Ortiz, Ana Isabel Oviedo & Cesar López (2008). Sistema Multiagente para el Monitoreo Distribuido de Inventario de Software y Hardware en una Red Corporativa – MasterLAN.

Intelligent Agents and Multi-Agent Systems: 11th Pacific Rim International Conference on Multi-Agent, PRIMA 2008, Hanoi, Vietnam, December 15-16, 2008, Proceedings. Editorial Springer, ISBN 978-3-540-89673-9.

Carlos Iglesias. (1998). Definición de una metodología para el desarrollo de sistemas Multiagentes. Disponible online en [<http://www.upv.es/sma/teoria/agentes/tesiscif.pdf>], consultado el 15 de abril del 2011.

Francis Martínez, Jose Aguilar & Cesar Bravo. (2010), Planificación en automatización basado en sistemas multi-agente. *Revista Avances en Sistemas e Informatices*, Vol 8 No. 3, Julio de 2011. ISSN 1657-7663

Jorge Gómez. Metodologías para el desarrollo de sistemas Multiagentes. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. No.18 (2003), pp. 51-63. ISSN: 1137-3601

Telecom Italia, JADE (java Agent DEvelopment Framework). Disponible online en [<http://jade.tilab.com/>], consultado el 8 de mayo del 2011.

Danny Lange, & Mitsuru Oshima. *Mobile Agents With Java: The Aglet API*. Disponible online en [[http://pisis.unalmed.edu.co/cursos/material/3004653/1/MovilJAVA%20\(16\).pdf](http://pisis.unalmed.edu.co/cursos/material/3004653/1/MovilJAVA%20(16).pdf)], consultado el 8 de mayo del 2011.

Guillermo Fonseca, & María González. (2008), BESA, una plataforma para el desarrollo de sistemas Multiagente. Disponible online en [http://www.acis.org.co/fileadmin/Revista_107/09.pdf]. *Sistemas No. 107* ISSN 0120-5919, consultado el 7 de mayo del 2011.

Tulio Marchetti, & Alejandro García. (2003). Evaluación de plataformas para el desarrollo de sistemas Multiagentes. Disponible online en [[http://cs.uns.edu.ar/~ajg/papers/2003\(Cacic\)MarchettiGarcia.pdf](http://cs.uns.edu.ar/~ajg/papers/2003(Cacic)MarchettiGarcia.pdf)], consultado el 12 de mayo del 2011.

AOS (2011). JACK® Intelligent Agents Agent Manual. Disponible online en [http://www.aosgrp.com/documentation/jack/Agent_Manual_WEB/index.html], consultado el 10 de mayo del 2011.

MADKIT (2008). Disponible online en [<http://www.madkit.org/>], consultado el 10 de mayo del 2011.

Jamie Stark. (2001). *The Zeus Agent Building Toolkit: My First Zeus Application*. Disponible online en [<http://www.upv.es/sma/plataformas/zeus/Zeus-lessonone.pdf>], consultado el 24 de abril del 2011.

J.J. Aguilar, I. Bessembel, M. Cerrada, F. Hidrobo, & F.

Narciso. Una metodología para el modelado de sistemas de ingeniería orientada a agentes. Disponible online en <http://aepia.lcc.uma.es/index.php/ia/article/viewFile/975/956>, consultado el 14 de abril del 2011.

José Aguila, Reina Castellanos. Modelo ontológico de verificación de sistemas Multi-agentes diseñados bajo MASINA. Disponible online en http://www2.unalmed.edu.co/~pruebasminas/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=448&tmpl=component&format=raw&Itemid=285, consultado el 16 de abril del 2011.

GRASIA. INGENIAS Developpe Kit, Disponible online en [<http://grasia.fdi.ucm.es/main/?q=en/node/127>], consultado el 14 de abril del 2011.

Norma Muñoz, Cobos, William Rivera, Jaime Lopez Martha Mendoza. Uso de la metodología GAIA para modelar el comportamiento de personajes en un juego de estrategia en tiempo real. Disponible online en [<http://jaibana.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro053/Articulo%2020.pdf>], consultado el 14 de abril del 2011.

Francisco Gallego, Faraon Llorens, & Ramon Rizo. Breve Análisis de Algunas metodologías de diseño de SMA. Disponible online en [<http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/assignaturas/AI/docs/SMA.pdf>]

Oscar Garavito, Juan Ocampo, Miguel Torres. Metodología de pruebas para Sistemas. Multi-Agentes (SMA) integrada a AOPOA. Disponible online en [<http://pisis.unalmed.edu.co/3CCC/pdf/52.pdf>], consultado el 22 de abril del 2011.

Pedro Cuesta. Ingeniería de Software Orientada a Agentes. Disponible online en

[http://eia.udg.es/~blopez/escuela06/info/AOSE_1pagina.pdf], consultado el 22 de abril del 2011.

Ingrid Oliveira, Uira Kulesza, Camila Bazilio, Elder Reoli, & Carlos Pereira. (2008). Extending PASSI to Model Multi-agent Systems Product Lines. Disponible online en [ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/08_32_nunes.pdf]. ISSN 0103-9741, consultado el 4 de mayo del 2011.

Alicia Martínez Rebollar, Hugo Estrada Esquivel, & Luís Antonio Gama Moreno (2008). Una guía rápida de la metodología tropos. Disponible online en [<http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/162>], consultado el 30 de abril del 2011.

Nestor Castaño. (2006). SMA Aplicado a la Gestión de Trafico de voz en redes LAN. Disponible online en [<http://www.bdigital.unal.edu.co/2011/1/nestorjaimecastanop.2006.pdf>], consultado el 1 de mayo del 2011.

Serrano Juan F., & Suros Rina (2007). Diseño de un Sistema Multiagente para la Gestión de Recursos usando la Metodología MAS CommonKADS, Universidad Central de Venezuela.

Maritza Valentina Bieliukas Dorante. (2010). Diseño de un sistema multiagente para la gestión de servicios de emergencia médica hospitalaria usando metodología ingenias, UCLA.

Juan Pavón Mestra. (2006), INGENIAS: Desarrollo dirigido por modelos de SMA, Dep. de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial Universidad Complutense Madrid.

Luis Joyanes Aguilar, & Ignacio Zahonero Martínez. (2002). Programación en Java 2: algoritmos, estructuras de datos y programación orientada a objetos, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de

España. ISBN: 84-481-3290-4

Fabio Bellifemine, Giovanni Caire, Agostino Poggi, Giovanni Rimassa (2008). Localización: Information and software technology, ISSN 0950-5849, Vol. 50, N° 1-2, págs. 10-21.

Luis Quintero, (2009), Un modelo de control inteligente para sistemas de manufactura basado en los paradigmas holónico y Multia-Agente (capítulo 4). Disponible online en [<http://www.bdigital.unal.edu.co/1904/1/71770457.20101.pdf>], consultado el 28 de abril del 2011.

Fabio Luigi Bellifemine, Giovanni Caire, & Dominic Greenwood. (2007). Developing Multi-Agent Systems with JADE, ISBN: 978-0-470-05747-6 Ed. Wiley.

Antonio Abarca Álvarez, (2006). Sistema Multiagente para control de Stock basado en RFID, Universidad de Jean.

María G. Alexandres. (2007). Arquitectura tolerante a fallos mediante un sistema Multiagente para el sistema de control de robot móvil (Antecedentes). Tesis Doctoral disponible online en [<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/3442/tesiSUPV2720.pdf>], consultado el 4 de mayo del 2011.

Andrés quintero, Rodolfo Villamizar. (2010). Estado del Arte en monitorización de salud estructural: un enfoque basado en agentes inteligentes. Disponible online en [http://www.umng.edu.co/www/resources/Vol20_1art_8.pdf], consultado el 1 de mayo del 2011.

Welicki & Juan Manuel Cueva. (2003). Una plataforma basada en sistemas multiagentes y servicios Web para monitorización de aplicaciones en entornos

heterogéneos, investigación conjunta Universidad Pontificia de Salamanca y Universidad de Oviedo.

Antonio Arranz, Alberto Cruz & Miguel Sanz (2006). AMADIS: Arquitectura Multi-Agente para la Detección de Anomalías y Diagnóstico Inteligente de sistemas industriales, Universidad Pontificia Comillas.

Notas

¹Op cit. Pascual Martínez Freire. (2007). La Importancia del Conocimiento. Edición 2. Filosofía y Ciencias Cognitivas, ISBN 8497451724, 9788497451727, Editorial Netbiblio.

²Guillermo Fonseca, & María González (2008), BESA, una plataforma para el desarrollo de sistemas Multiagente. Disponible online en [http://www.acis.org.co/fileadmin/Revista_107/09.pdf], consultado el 13 de mayo del 2011.