

AVANCES EN INTERACCIÓN HOMBRE – MÁQUINA

NEW ADVANCES IN MAN – MACHINE INTERACTION

Fernando Ramírez - Icaza.

Manuel Villavicencio 1331, Lima -14, Perú.

RESUMEN

En el presente artículo de investigación se pone énfasis en las diferentes formas de Interacción Hombre – Máquina, las cuales se masificarán, en un futuro no muy lejano, a través de Robots Físicos, Robots Virtuales, u órdenes procedentes del cerebro humano procesadas por electrodos capaces de captar la energía propia del proceso bioquímico entre las neuronas y por ende leer el pensamiento humano.

Los robots durante la interacción Hombre – Máquina deben constantemente tomar decisiones para lo cual es importante tener en consideración en la construcción de las Bases de Conocimientos los siguientes pasos: análisis de la información, análisis de la representación de la información sobre la base de criterios taxonómicos, identificación de axiomas, sugerencia de mecanismo de protección de axiomas, sugerencia de mecanismo de inferencia, evaluación de Sistemas Formales, recomendación del Sistema Formal más conveniente y expresivo para la representación de cada uno de los axiomas, recomendación al equipo de Ingenieros de Software el mecanismo más idóneo para la incorporación de axiomas y reglas.

Finalmente, se expone las conclusiones y reflexiones del autor sobre este nuevo paradigma de las Ciencias Computacionales.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Interacción Hombre - Máquina, Robots, Bases de Conocimientos, Agentes Inteligentes de Software o Softbots, Verbots.

ABSTRACT

This article emphasizes research on different forms of interaction between man - machine, which will widely spread out in a not too distant future through physical robots, virtual robots, or orders issued by the human brain processed by electrodes capable of capturing the energy of the biochemical process between neurons and thus read human thought.

Robots during Man – Machine interaction must constantly make decisions. Therefore, when building knowledge bases it is important to consider the following steps: analysis of data, analysis of the representation of information based on taxonomic criteria, identification of axioms, suggested protective mechanism of axioms, inference mechanism suggestion, evaluation of formal systems, recommendation of formal systems, recommendation of the most convenient and expressive formal system for the representation of each of the axioms, recommendation to the team of software engineers of the most appropriate mechanism for incorporating axioms & rules.

Finally, it draws conclusions and reflections of the author on this new paradigm of Computer Sciences.

Keywords: Artificial Intelligence, Interaction Man - Machine, Robots, Knowledge Bases, Intelligent Software Agents or Softbots, Verbots.

INTRODUCCIÓN

Las actuales formas de interacción Hombre – Máquina que se investigan, están avanzando gracias a la contribución teórica en Inteligencia Artificial, Física, Neurociencias, Matemáticas Aplicadas, entre otros.

Se puede observar el desarrollo de la interacción Hombre - Máquina a través del Robot ASIMO, habilidades psicomotrices demostradas por el robot violinista, órdenes efectuadas al Robot ASIMO a través del pensamiento humano, así como el desarrollo de la silla de ruedas controlada por la mente humana. Si bien es cierto que se están dando pasos importantes en Inteligencia Artificial, aún falta mucho por hacer sobretodo en lo concerniente a la comprensión del cerebro humano.

Estas diversas formas de interacción Hombre - Máquina han permitido la comprobación de la hipótesis formulada a nivel teórico de la posibilidad de la lectura del pensamiento humano en los próximos años. Siendo el contenido de esa hipótesis parte del siguiente texto: *“permitiendo con ello que en un futuro no muy lejano, se puedan diseñar sensores capaces de captar el pequeño campo electromagnético emitido por las neuronas a través de sus reacciones bioquímicas. Al poderse captar estos pequeños campos electromagnéticos, utilizando los sensores idóneos, se estaría en la capacidad, dentro del campo teórico, de poder diseñar sistemas inteligentes capaces de leer el pensamiento humano. Estos sistemas computacionales inteligentes, serán de vital importancia para aquellas áreas, como la aeronavegación, donde el factor crítico es el tiempo”*, el cual fue escrito, formulado y sustentado en acto público; permitiéndome con ello titularme como Ingeniero de Sistemas [1].

De otro lado, se propone los pasos que el autor considera oportuno tener en consideración para la construcción de las Bases de Conocimientos; núcleo básico de la toma de decisiones.

Finalmente, el autor expone las conclusiones referentes al presente trabajo.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para el presente trabajo ha sido la recopilación y estructuración de la información en forma sistemática desde el año 2000.

Ello ha permitido aclarar conceptos tales como: Agentes Inteligentes de Software o Softbots, Verbots, diferenciación de Softbots con respecto a los Sistemas Expertos, diferenciación de Agentes Inteligentes de Software con respecto de la Metodología Orientada a Objetos, consideraciones necesarias e incorporación de módulos básicos para la construcción de una Base de Conocimientos.

Los avances logrados hasta el momento permitirán que en un futuro no muy lejano se consolide una metodología que sea aceptada por profesionales vinculados a Ciencias Computacionales que haga posible desarrollar e implementar una nueva generación de lenguajes de programación basados en autogeneración de código que permita la factibilidad de construir software de una manera sencilla capaz de realizar tareas complejas en lo concerniente a la toma de decisiones, pero demostrando autonomía e iniciativa propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Interacción Hombre - Máquina se puede realizar a través de un Robot Físico, el cual previo entrenamiento, es capaz de entablar un diálogo. Siendo un ejemplo de ello el robot ASIMO con características humanoides más avanzado en la actualidad, el único capaz de pasar la prueba de Alan Turing y de realizar tareas complejas, pero bajo ciertas restricciones [1].



Figura 1. Imagen extraída de la siguiente dirección: <http://paulbuckley14059.files.wordpress.com/2007/07/asimo1.jpg>; correspondiente al Robot ASIMO. Del mismo modo, a través de los siguientes links: <http://www.youtube.com/watch?v=9Q0ubRMw8L8&NR=1>, <http://www.youtube.com/watch?v=Q3C5sc8b3xM&feature=related>; podrán apreciar los videos correspondientes al Robot ASIMO.

Otro ejemplo de Robot Físico es AIBO, el cual es capaz de tocar una melodía musical demostrando habilidades psicomotrices de una manera natural al igual que lo haría el ser humano.

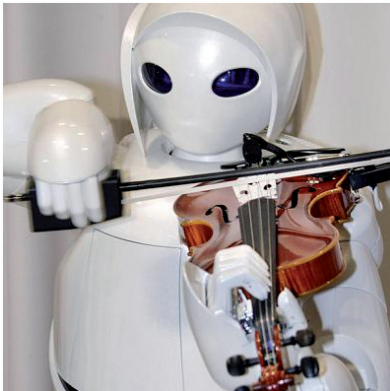


Figura 2. Imagen extraída de la siguiente dirección: <http://www.guiadconcursos.com/Lavigaenmijo/?p=126>; correspondiente al Robot Violinista. Del mismo modo, a través del presente link: <http://www.youtube.com/watch?v=EzjkBwZtxp4&feature=fvst>; se podrá apreciar el video correspondiente al Robot Violinista.

La Interacción Hombre - Máquina puede ser realizada a través de Robots Virtuales. En el caso de que sea solo un programa se denomina Agente Inteligente de Software, [2] de lo contrario si además hubiese una interfaz de por medio que permita establecer un diálogo o tratamiento de voz (reconocimiento de voz del usuario por parte del computador y emisión de sonidos por parte del mismo) se denomina Verbot [1], [2]. Se observa a lo largo de este proceso de ida y vuelta (tratamiento de voz) cada una de las siguientes etapas: intención, generación, síntesis, percepción, análisis, precisión e incorporación; que la barrera lingüística es uno de los obstáculos que impide su masificación [2].



Figura 3. Imagen correspondiente a un Verbot extraída de la siguiente dirección: http://download.cnet.com/Verbot/3000-2130_4-10277575.html.

La Interacción Hombre - Máquina puede concretarse a través de sensores capaces de captar la energía propia del proceso bioquímico entre las neuronas y por ende interactuar con el mundo externo [1].



Figura 4. Imagen extraída de la siguiente dirección: <http://eldiario.pe/toyota-desarrolla-silla-de-ruedas-controlada-por-ondas-cerebrales/>; correspondiente a la silla de ruedas controlada por el pensamiento humano. Del mismo modo, a través del presente link <http://www.youtube.com/watch?v=Bv9CyQYa7BY>; se podrá apreciar el video correspondiente a la silla de ruedas controlada por la mente humana.

Las diversas formas de Interacción entre el hombre y la máquina son posibles siempre y cuando se construya en forma adecuada una Base de Conocimientos que permita que los robots en sus diferentes formas de interacción con el ser humano puedan tomar la mejor decisión del momento en un determinado instante [2]. Dichas Bases de Conocimientos deben incluir: reglas principales o axiomas, datos que bajo técnicas de normalización se conviertan en información, experiencias intercambiables propias del proceso de aprendizaje, creencias o experiencias subjetivas experimentadas por un Robot Físico, Robot Virtual u órdenes procedentes del cerebro humano [1], [2].

Es así que en base a lo expuesto referente a las tres formas de Interacción Hombre - Máquina, pongo énfasis en el Caso de Estudio concerniente a la lectura del pensamiento humano dado que fue formulado como hipótesis a nivel teórico en el año 2003 [1].



Figura 5. Consideraciones para la construcción de una Base de Conocimientos.

Caso de Estudio: Asumimos que se trata de una persona cuyo único medio de comunicación con el mundo externo es la energía propia del proceso bioquímico entre las neuronas la cual se manifiesta en el mundo externo a través del movimiento de la silla de ruedas.

Del caso de estudio se deduce que se requiere conformar un equipo multidisciplinario integrado por: un profesional médico especialista en neurociencias, un profesional de ingeniería electrónica que constantemente esté perfeccionando los electrodos que serán colocados en ciertas áreas del cerebro humano y que permitirán capturar la energía propia del proceso bioquímico entre las neuronas, profesionales en ciencias computacionales capaces de diseñar un software bajo un lenguaje de programación que esté almacenado en el disco duro y que sirva de intermediario entre la mente de la persona y la silla de ruedas, profesionales matemáticos capaces de recomendar los sistemas formales más expresivos para la representación de las principales reglas o axiomas, así como el mecanismo de inferencia más idóneo que permita alcanzar el estado meta.

Concierno al equipo multidisciplinario considerar la información más relevante que le permita establecer las reglas principales que conformarán la Base de Conocimientos.

El equipo multidisciplinario debe considerar como reglas: la captura de la señal biológica proveniente de la actividad cerebral, en caso de que dicha señal tuviese alguna distorsión producto de su captura a través del electrodo deberá ser reconstruida; considerar que las señales biológicas provenientes de la actividad cerebral son numerosas para lo cual se deberán contemplar mecanismos de

compresión así como de descompresión sin que la señal biológica durante este procedimiento experimente distorsión alguna; considerar que las señales biológicas provenientes del cerebro difieren de los estados 0 y 1 que entienden las computadoras para lo cual deberán ser convertidos sin ninguna distorsión de por medio; convertida la señal biológica a estados 0 y 1 se estará en la capacidad de descifrar la orden que ha dado la persona.

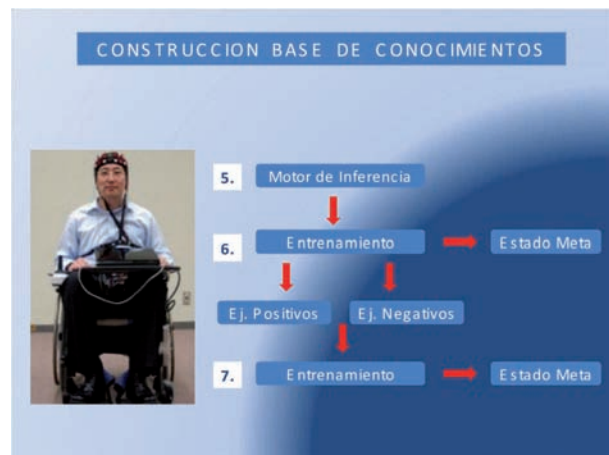


Figura 6. Consideraciones para la construcción de una Base de Conocimientos.

Si el equipo multidisciplinario ha identificado correctamente estas reglas principales y si han sido modeladas adecuadamente bajo un Sistema Formal concierne al motor de inferencia bajo mecanismos de encadenamiento hacia adelante, hacia atrás o mixto alcanzar el estado meta que no es más que la orden que dio la persona discapacitada. Es necesario para que el motor de inferencia alcance el estado meta que el software que está almacenado en el disco duro de la laptop haya pasado por un primer entrenamiento el cual consiste en el que el equipo multidisciplinario le ordena a la persona discapacitada simular un número finito de situaciones. Al final de este primer entrenamiento concierne al equipo multidisciplinario evaluar el grado de certeza sobre criterios de ejemplos positivos, falsos positivos, ejemplos negativos, falsos negativos. Si el grado de certeza es menor a 80 % ,considero, que habrá que revisar si las reglas o axiomas han sido bien identificadas, si han sido bien modeladas o si el motor de inferencia está usando el mecanismo idóneo para alcanzar el estado meta; de lo contrario si estamos ante un grado de certeza sobre la línea del 80 %, recomiendo, pasar a un segundo entrenamiento en el

cual el equipo multidisciplinario ordena a la persona discapacitada simular nuevamente un número finito de casos diferenciándolo del primer entrenamiento en que solo la persona discapacitada sabe cuantos son ejemplos positivos o negativos. Una vez culminado este proceso concierne al equipo multidisciplinario evaluar el grado de certeza. Si el grado de certeza es inferior al 80% habrá que revisar que está sucediendo en el primer entrenamiento para que haya inconsistencia con respecto al segundo entrenamiento, de lo contrario si estamos sobre un grado de acierto de 80 % significa que estamos por buen camino. De esa manera se irá poco a poco agregando el grado de dificultad y mejorando el software que hace de intermediario entre la mente y la silla de ruedas.

Lo expuesto a través del Caso de Estudio en el ECI 2010v fue la forma como concebí la posibilidad de la lectura del pensamiento humano.

En años posteriores me daría mucha satisfacción personal que la empresa Honda presentase el prototipo expuesto en ECI 2010v. Observando a lo largo del video correspondiente a la silla de ruedas controlado por el pensamiento humano que el equipo multidisciplinario de la empresa Honda considera el parámetro del flujo sanguíneo para que el grado certeza de su algoritmo sea superior a 90%. Debo ser sincero que no tengo una respuesta contundente ante esa interrogante pero una primera posibilidad es que el equipo de investigadores de la empresa Honda haya encontrado la manera de identificar los neurotransmisores que se activan durante el proceso de entrenamiento, siendo otra posible respuesta que a mayor actividad por parte de cierta área del cerebro humano mayor sea el flujo sanguíneo; logrando con ello optimizar el grado de certeza del respectivo software. Una interrogante que servirá para posteriores investigaciones en esta nueva área de las ciencias computacionales.

Es por ello que en base a lo expuesto en el Caso de Estudio el autor del presente artículo considera oportuno con la finalidad de diseñar e implementar adecuadamente una Base de Conocimientos tener en consideración los siguientes aspectos:

Analizar la información del Caso de Estudio.

Entrevistarse con expertos, de un dominio en particular, con la finalidad de disipar todas las dudas y poder comprender a cabalidad el Caso de Estudio a ser tratado, permitiendo con ello construir una Base de Conocimientos clara y correcta [2].

Analizar la representación de la información del Caso de Estudio teniendo en consideración criterios taxonómicos tales como: categoría, medidas, objetos compuestos, tiempo, espacio, evento, hechos, procesos, sustancias, creencias, entre otros [2].

Identificar los axiomas o reglas principales que constituyan el núcleo de la Base de Conocimientos. Los axiomas, previamente identificados, deben ser considerados un punto de partida, no cuestionable tampoco refutable a los cuales denominaremos Axiomas. Es a partir de estas verdades absolutas que se producirán una cadena de reglas. Estos Axiomas son las reglas de partida que nos permitirán, previo entrenamiento, deducir nuevas situaciones mediante un motor de inferencia, para que de estado en estado, podamos alcanzar el estado meta o tarea para la cual ha sido diseñado el Robot Físico, Robot Virtual u orden procedente del cerebro humano [2].

Sugerir el Sistema Formal más conveniente y expresivo para la representación de cada uno de los axiomas perteneciente a la Base de Conocimientos del Caso de Estudio. Estas sugerencias deberán ser en base a la evaluación de los Sistemas Formales más conocidos tales como: Lógica Propositiva, Lógica de Primer Orden, Lógica de Orden Superior, Lógica Temporal, Teoría de Probabilidades, Lógica Difusa, entre otros; dado que los Sistemas Formales permiten representar todo el conocimiento relevante [2].

Considerar un mecanismo de protección de los axiomas o reglas principales con la finalidad de que a posteriori si son incorporadas nuevas reglas los axiomas principales no entren en contradicción con éstas.

Recomendar un mecanismo de inferencia que permita, a partir de los axiomas previamente identificados, iniciar los procesos concernientes a la toma de decisiones tales como el aprendizaje. Se sugiere considerar

los mecanismos de encadenamiento hacia adelante, encadenamiento hacia atrás o la combinación de ambos como mecanismos de inferencia. El mecanismo de encadenamiento hacia adelante es conveniente considerarlo en caso quisiésemos inferir nuevas conclusiones a partir de una regla incorporada a la Base de Conocimientos, mientras el mecanismo de encadenamiento hacia atrás es conveniente considerarlo si quisiésemos demostrar un hecho o acontecimiento dadas las oraciones que permitieron llegar a esa conclusión con la finalidad de establecer las premisas correspondientes [2].

Sugerir, a un equipo conformado por los Ingenieros de Software, el mecanismo más idóneo para la incorporación de reglas en las respectivas Bases de Conocimientos; la cual puede ser realizada a través de dos formas: Bases de Conocimientos con un mismo Sistema Formal, Bases de Conocimientos con diferentes Sistemas Formales. Si los Robots Físicos o Robots Virtuales, comparten entre sí un mismo Sistema Formal de representación interna común, no es necesario el empleo de un lenguaje externo [2].

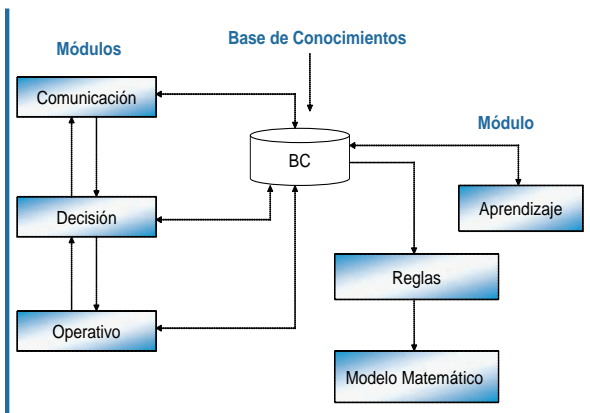


Figura 7. Esquema de módulos correspondiente a la Base de Conocimientos [3].

Las diversas formas de Interacción Hombre – Máquina: Robots Físicos, Robots Virtuales, órdenes procedentes del cerebro humano; solo podrán masificarse siempre y cuando se formalice una metodología que sea aceptada por el equipo multidisciplinario que permita poner más énfasis en aspectos más relevantes como se discutió en el Caso de Estudio tales como la captura de la señal biológica y no esté focalizada en incrustar sentencias de programación en lenguajes de programación

que permitan implementar software que realice tareas complicadas. Del mismo modo, es necesario desarrollar una nueva generación de lenguajes de programación basado en autogeneración de código capaz de implementar software que realice tareas complejas pero que permita que el ser humano interactúe en las diferentes formas expuestas. Finalmente, se requiere investigar en una nueva generación de computadores que permita calcular en el menor tiempo posible todos los modelos matemáticos identificados para cada Caso de Estudio y por ende hacer que las diferentes formas de interacción se desenvuelvan de una manera más fluida.

CONCLUSIONES

El concepto de robot debe ser concebido desde el punto de vista de la comprensión del funcionamiento del cerebro humano teniendo en consideración la teoría de las multiinteligencias, dado que en opinión personal es la que mejor explica el potencial intelectual del ser humano. Un robot no será capaz de crear metaconocimiento pero sin embargo será capaz de desarrollar habilidades reconocidas en la teoría de multiinteligencias tales como: musical, psicomotriz, lingüística, lógica- matemática, entre otros [1], [4].

En el Evento ITLA 2004, realizado en la ciudad de Trujillo, se lograron identificar los siguientes modelos matemáticos necesarios para implementar Robots Virtuales tales como: procesamiento natural del lenguaje para el proceso de tratamiento de voz, procesos estocásticos avanzados que contemplen las implicancias de emitir caracteres durante la emisión de sonidos, modelo matemático para el tratamiento y comprensión de la voz, modelo de planificador que contemple planes jerárquicos y de contingencias para alcanzar el estado meta, redes neuronales para el proceso de aprendizaje, procesos estocásticos para el entrenamiento previo y posterior de la Base de Conocimientos, técnicas de simulación en tiempo discreto o continuo del ambiente en donde se desenvuelven los Robots, sistemas formales que permitan representar los axiomas, mecanismos de inferencia para la toma de decisión [5].

Las diversas formas de Interacción Hombre - Máquina, que son materia de investigación, darán un gran paso, siempre y cuando se investigue en una nueva generación de Computadores basada en principios de Nanotecnología, dado que la implementación de la tecnología expuesta requiere de numerosos modelos matemáticos y demanda demasiado tiempo en cuanto al cálculo.

La construcción de una Base de Conocimientos debe ser clara y concisa lo que va a permitir identificar tendencias de los usuarios más que patrones de comportamiento. Siendo estas tendencias solo identificables, al igual que el comportamiento de las personas, en el tiempo; permitirán con ello, que en un futuro no muy lejano, el comercio electrónico sea más personalizado.

En opinión personal, todavía no se ha desarrollado la tecnología adecuada para implementar verdaderos Agentes Inteligentes de Software o Softbots, siendo el Software JADE una alternativa interesante enfocada en la comunicación de Softbots.

En la actualidad la tecnología de Robots Virtuales es materia de investigación para una nueva generación de interfases a través del Proyecto Persona de Microsoft, asistentes personales, Proyecto KIDSIM [6]. Del mismo modo, se viene investigando aplicaciones industriales tales como el Proyecto ARCHON utilizado en el control de procesos industriales concerniente a la administración del transporte de energía, control del aceleramiento de partículas [6]. Por otro lado, en la industria de aeronavegación es materia de estudio el Proyecto OASIS empleado en el aeropuerto de Sydney [6]. Por la contraparte, en el área comercial se viene implementando el Prototipo ADEP el cual está conformado por una comunidad de Agentes Inteligentes de Software o Multiagentes correspondiéndole a cada Softbot una área específica de una empresa [6]. De otro lado, dentro de las aplicaciones médicas que se están desarrollando e investigando están tanto el prototipo que contempla el monitoreo de pacientes como el del cuidado de la salud [6]. Finalmente, en el área de entretenimiento se está desarrollando el Juego TETRIS [6].

Si bien es cierto que ha habido aportes significativos desde que el hombre manipuló

la célula y el átomo, como consecuencia de ello también han surgido problemas que la humanidad padece hoy en día. En opinión personal, el día que el hombre combine tecnología con biología humana se deberán considerar las implicancias negativas que puedan acarrear en contra de la civilización humana. Una implicancia podría ser el nacimiento de una raza superior a la del ser humano y con ello su fin. A mi entender, Inteligencia Artificial debe considerarse como una disciplina que mejore la calidad de vida del ser humano, mas no reemplazarlo. En disciplinas como la medicina deberá ser una herramienta más en la contribución de un mejor diagnóstico, pero nunca reemplazar al médico. En el caso de otras disciplinas, facilitar las tareas que usualmente desempeñan los seres humanos en sus quehaceres, pero nunca reemplazarlos. Inteligencia Artificial debe considerarse como una disciplina que mejore la calidad de vida de muchos seres humanos, pero nunca ser usada con fines de crear especies híbridas superiores a la raza humana [1].

Pasamos a la era del Conocimiento y las futuras investigaciones se realizarán intercambiando experiencias entre países desarrollados que posean equipos sofisticados de investigación y países que solo posean conocimientos por lo que ante los cambios vertiginosos que se vienen dando no deba extrañarnos que en un futuro no muy lejano las empresas soliciten consultoría a profesionales con el grado académico de Doctor en las diversas especialidades, dada la gran cantidad de conocimiento generado por el hombre en los últimos tiempos, así como los avances en las respectivas disciplinas. Por citar algunos ejemplos: en el campo de la física se cuestiona la comprensión del Universo a través de la Teoría de las Súper Cuerdas. Por otro lado, en el ámbito de la medicina los avances en priónica cada vez son más importantes en la explicación de enfermedades que no tenían un sustento viral, bacterial o de otra índole. Del mismo modo, los avances en Robótica son cada vez más relevantes gracias al aporte sostenido de Inteligencia Artificial; avances que se verán reforzados con el dominio y comprensión de las diversas técnicas en Nanotecnología.

REFERENCIAS

- [1] F. Ramírez-Icaza, Tesis de Bachiller: "Agentes Inteligentes de Software o Softbots ", Universidad de Lima, 2003.
- [2] S. Russell, P. Norvig, Inteligencia Artificial Un Enfoque Moderno, Prentice Hall Hispanoamericana S.A, 1996.
- [3] F. Ramírez-Icaza, E. Soto Zubieta, "Arquitectura de Agentes Inteligentes de Software o Softbots", Vol. 1 (4 ta Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (IIS) CISCI, Florida, 2005), pp. 97 - 100.
- [4] H. Gardner, Multiple Intelligences, <http://www.thomasarmstrong.com/multiple_intelligences.htm>.
- [5] F. Ramírez-Icaza, E. Soto Zubieta, "Agentes Inteligentes de Software o Softbots", Resúmenes (V Conferencia Italo - Latinoamericana de Matemática Aplicada e Industrial ITLA 2004, Trujillo, 2004), pp. 11.
- [6] M. Wooldridge, N. Jennings, Applications of Intelligent Agents, <<http://www.ecs.soton.ac.uk/%7Eenrj/download-files/agt-technology.pdf>>.

E-mail: fernando.ramirez_icaza@ymail.com