

DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL A LA INGENIERÍA DE CONOCIMIENTOS

Ing. ALFONSO PEREZ GAMA

IEEE Senior Member

RESUMEN

Hoy para nadie es un secreto la madurez de la Inteligencia Artificial especialmente su incidencia en la industria, el comercio y en los mismos planes de estudio, por lo cual hoy se requiere e.g. el diseño y la implementación de los llamados Negocios Inteligentes con una demanda creciente en áreas como el Comercio Electrónico. Es preocupante que en muchos programas de Ingeniería de Sistemas la Inteligencia Artificial aparece como una electiva y muy poco se referencia la Ingeniería de Conocimientos. En esta conferencia se hará una revisión teórica, metodológica y conceptual de la IA y en particular su aplicación tecnológica como Ingeniería de Conocimientos. En este trabajo también se recontextualiza la Ingeniería de Sistemas, que constituye una herramienta gerencial de gran importancia estratégica en la postmodernidad. La caracterización reciente de la Ingeniería de Sistemas se apoya en los Estándares 732 y 632 de la AIE como también del IEEE STD 1220. Se muestra el impacto del conocimiento como parte esencial de la ingeniería de sistemas y como una de las competencias requeridas del Ingeniero de Sistemas del III Milenio. En este sentido la Ingeniería de Conocimientos se articula plenamente con la misma evolución de le

Palabras Claves: Inteligencia Artificial, Ingeniería de conocimientos, Sistemas Inteligentes de Información Gerencial, capas de conocimientos, Resolución de Problemas, Ingeniería de Sistemas en la Sociedad del Conocimiento

PRIMERA PARTE

1.0 INTRODUCCION

En Comercio Electrónico, cuya Teoría Económica se está apenas escribiendo, el incremento de los negocios inteligentes es impresionante apoyados por agentes y

sistemas expertos. La Ingeniería de conocimientos³ ha alcanzado mucha madurez. Como antecedentes cabe mencionar que nuestra investigación⁴ se originó para facilitar el uso de metodologías de desarrollo de sistemas de información y evolucionarlo hasta la incorporación de capas de conocimientos para obtener un SISTEMA INTELIGENTE DE

INFORMACIÓN GERENCIAL

-SIIG- ante los diversos cambios organizacionales y tecnológicos que se presentan en la construcción de nuevos sistemas; satisfaciendo las necesidades del cliente en las mejoras de los procesos, redocumentación, comprensión y conocimiento del sistema de información existente y fundamentalmente por lograr un desempeño inteligente.

La metodología desarrollada, se fundamenta en Las especificaciones y requerimientos del sistema, la organización y los expertos en el área, por el cual permite construir un sistema inteligente de información gerencial que contribuya a mejorar la solución de problemas (dado que la empresa no permanece resuelta) lo cual implica un plan de ordenamiento y toma de decisiones en las organizaciones.

La metodología probada tiene cuatro fases: Una fase de pre-reingeniería la cual nos ayuda a determinar y seleccionar con exactitud el sistema o sistemas aptos para ser mejorados. Una fase de reingeniería de software en esta fase se trabaja en la recuperación de toda la información relacionado con el software para tener una visión general del sistema existente con el fin de mejorarlo de acuerdo con los requerimientos que se le hagan. Una fase de Incorporación de conocimientos la cual requiere de un grupo de personas altamente especializadas y con experiencia en este campo, por que se trata de alimentar la Base de Conocimientos (BC) la cual es la esencia de la metodología.

Por último una fase de instalación y seguimiento, en donde se integra el nuevo sistema de información con los demás sistemas existentes y se pone en marcha el SIIG.

1.1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL E INGENIERÍA DE CONOCIMIENTOS

La inteligencia artificial⁵, es la rama de la ciencia computacional que investiga procesos simbólicos, razonamientos no algorítmicos y representaciones simbólicas de conocimientos usados en máquinas con desempeño inteligente que imitan o simulan el comportamiento y la actividad inteligente del ser humano.

Un programa inteligente, debe trabajar de tal manera que exhiba una conducta inteligente o simule la forma en que una persona se enfrenta a un problema, resolviéndolo y dando solución a problemas complejos dentro del sistema de información a través del computador, mediante la aplicación de procesos análogos al esquema de razonamiento humano. De ahí que la inteligencia artificial sea la asimilación de los procesos inductivos y deductivos del cerebro humano. La inteligencia artificial se ha desarrollado entre otras, en las siguientes áreas:

El procesamiento del lenguaje natural consiste en que las máquinas computacionales (y todas sus aplicaciones en robótica) puedan comunicarse con las personas sin ninguna dificultad de comprensión, ya sea oralmente o por escrito, de tal manera que el hombre pueda hablar con ellas y que éstas entiendan e interpreten el lenguaje. Junto al lenguaje, aparece otro objetivo, consiste en el tratamiento de gráficos y la visión artificial. De este planteamiento se derivan aspectos como los de percepción electrónica, selección y almacenamiento de imágenes, reconocimiento visual de formas y objetos, producción de imágenes y diseño industrial.

1.2 La IA y SOLUCION de PROBLEMAS:

Utilizando la IA en el desarrollo de la solución de un problema se deben llevar a cabo fundamentalmente los siguientes pasos:

- 1) Determinar el problema a resolver, donde cada elemento es único dentro de su dominio. Esto implica haber elaborado una ingeniería de requerimientos.
- 2) Determinar dentro del espacio del problema el conjunto de estados iniciales dentro del espacio definido (estado del mundo - precondiciones).
- 3) Determinar el conjunto de estados objetivo finales que formarán la(s) solución (es) aceptable (s) al problema (post-condiciones).
- 4) Definir el conjunto de operadores o mecanismos que permitan navegar por el conjunto de estados, representados en una estructura de información apropiada, desde el estado inicial hasta el estado final.
- 5) Aplicar los operadores paso a paso o reglas hacia una solución factible y aceptable. En cada paso intermedio definir las precondiciones y las postcondiciones.
- 6) Razonamiento directo o "hacia delante": El proceso comienza en un estado inicial y termina en un estado objetivo, aplicando las reglas hasta alcanzar la solución que satisfaga.
- 7) Razonamiento retroaccionado (hacia atrás): comienza, a diferencia del anterior, en un estado objetivo y procede hacia atrás a un estado inicial. El razonamiento se hace a partir de los datos disponibles.

2.0 LA INGENIERÍA DE CONOCIMIENTOS

La Ingeniería de Conocimientos, IC se considera como la sistematización de la inteligencia y se apoya en las tareas de organización, representación y manejo de conocimientos como un sustituto del razonamiento humano y fundamento suficiente para encapsular solución a problemas, tareas difíciles, también sirve para identificar las capas de conocimientos de un sistema de información.

En sí la ingeniería de conocimientos es la Tecnología para construir sistemas y agentes inteligentes. Es evidente la madurez de la IC, que requiere de una labor disciplinada y un tratamiento de los Problemas, análisis y soluciones apoyadas por conocimientos.

En e-Comerce el incremento de los negocios inteligentes es impresionante apoyados por sistemas expertos y agentes inteligentes. Un SE busca una solución satisfactoria lo suficientemente buena para realizar el trabajo, aunque no sea la óptima. La potencia de un sistema experto depende de la cantidad de conocimientos y profundidad del análisis que se haga sobre el conocimiento del o de los expertos.

3.0. GESTION DE LA INGENIERIA DE CONOCIMIENTOS.

Las técnicas de obtener conocimientos, representarlo y usarlo apropiadamente para construir y explicar líneas de razonamiento, son problemas importantes en el diseño de sistemas apoyados por conocimientos (9) (12).

3.1 PLANIFICACION de la IC

Se parte por establecer el compromiso de los altos directivos y el involucramiento del grupo de expertos del dominio. Se hacen reuniones preliminares con este grupo de expertos definido, en las cuales se analizan los aspectos a considerar que estén relacionados con las capas de conocimientos a adicionar. También se hace una planeación en cuanto a forma y medio para adquirir dichos conocimientos.

3.2 ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS

A partir del problema y su descomposición modular seguida de la conceptualización del conocimiento relevante, se debe delimitar su ámbito.

Cuando se haya recolectado el conocimiento, se debe analizar, codificar y documentar de tal manera que dichas actividades tomen lugar de acuerdo con la técnica de adquisición elegido. También se debe priorizar para representarlo en la Base de Conocimientos. Posteriormente se formaliza para determinar el método de adquisición. La etapa de adquisición puede ser difícil en la medida en que se extraiga conocimiento directamente de los expertos humanos. Una vez se realice la formalización, se debe hacer la implementación lo que comprende la programación y codificación del conocimiento en el computador diseñando un prototipo de sistema experto, lo que permite refinar y contrastar los resultados. Finalmente se realiza la prueba en la cual, el ingeniero de conocimientos la BC por medio de ejemplos (casos) y contrasta los resultados con los expertos, para examinar la validez del conocimiento.

3.3 REPRESENTACIÓN DE CONOCIMIENTOS

La representación de conocimientos implica el uso coherente de lógicas matemáticas y estructuras de información. Las teorías en ingeniería de conocimientos se agrupan en dos categorías: de mecanismos y de contenido. Las ontologías (1) son teorías de contenidos sobre clases de objetos, sus propiedades y sus interrelaciones que posibilitan la especificación en el dominio de conocimientos. La representación tiene varios roles:

- Como un sustituto al razonamiento humano
- Como un acuerdo ontológico para razonar sobre el mundo
- Como un componente o parte del razonamiento inteligente
- La representación de conocimientos como medio para lograr alta eficiencia computacional.
- Como medio de expresión humana para expresar cosas sobre el mundo

3.4 METODOS DE ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS

La ingeniería de conocimientos implica un trabajo trasdisciplinario en equipo, en el cual el ingeniero es el intermediario entre la BC y los expertos, refinándolo y representándolo en la base de conocimientos. Existen al menos tres métodos para la adquisición de conocimientos como son: Manuales, Semiautomáticos con el apoyo del computador y Automáticos o aprendizaje artificial o maquina.

3.4.1 Métodos Manuales en Ingeniería de Conocimientos

Los métodos manuales son lentos, costosos

ALGUNAS IMPLICACIONES DE LA SOLUCION INGENIERIL INTELIGENTE

- ✓ Amplio conocimiento en el tema,
- ✓ Dominio y aplicación de técnicas de búsqueda en la estructura de información apropiada que utiliza el modelo de representación de conocimientos.
- ✓ Soporte para análisis heurístico o la misma creatividad.
- ✓ Capacidad para inferir conocimiento.
- ✓ Capacidad de razonamiento o procesamiento simbólico.
- ✓ Capacidad para aplicar una lógica propia del problema.

COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO TRADICIONAL

- ✓ *Subsistema de Adquisición de conocimientos:* Es el componente que permite introducir nuevos conocimientos en el SE por medio de la técnica de representación adoptada (e. g. reglas, marcos, redes)
- ✓ *Motor de Inferencia:* Es el corazón del sistema experto, permite deducir conocimientos de tal forma que el sistema pueda responder a situaciones reales; está formado por la capa de software que se encarga de ubicar conocimientos e inferir utilizando la base de conocimientos.
- ✓ *Medios y Facilidades de Explicación:* Permite determinar las causas por las cuales se llegó a una conclusión y describir el porqué se solicitó cierta información para obtener dicha conclusión. Este componente tiene gran poder educativo en términos de aprendizaje.
- ✓ *Interfaz (hombre-máquina):* Es el subsistema que interactúa con el usuario y dirige las consultas. La incorporación del SE al sistema de información no debe crear traumatismos a los usuarios, debe adaptarse a la capacidad de las herramientas de tal forma que la comunicación usuario-base de conocimientos sea sencilla, motivante y amigable.
- ✓ *Base de Conocimientos BC:* Es el subsistema que está formado por el repositorio de las primitivas de conocimientos; su estructura es tarea de los ingenieros de conocimientos.
- ✓ *Administrador de la Base de Conocimientos:* Es un subsistema que permite organizar y mantener actualizada la BC.

y en algunos casos, inexactos, sin embargo constituyen un buen intento para extraer conocimientos y automatizar el proceso de razonamiento.

3.4.2 Métodos Semiautomáticos Computacionales

Comprenden dos categorías aquellos que

intentan apoyar al experto en la construcción de la base de conocimientos, guiándolo en las tareas necesarias con ninguna o muy poca ayuda del ingeniero de conocimientos, y aquellas que intentan ayudarlo apoyándolo en la realización de las tareas necesarias de la manera más eficiente. El propósito del computador es ayudar al experto a reducir o

eliminar los problemas que se hayan discutido con anterioridad especialmente aquellos que implican ambigüedad. Para este fin se emplea el SHELL que permite al experto representar sus conocimientos de manera muy sencilla y refinar su BC. Para construir el modelo inicial del dominio se emplean la simulación o el modelamiento visual. El objetivo de este enfoque es brindar al usuario la capacidad de visualizar los problemas del mundo real y manejar sus elementos a través de las gráficas.

3.4.3 Métodos Automáticos y Aprendizaje Maquinal

En esta clase de métodos los roles del experto y del ingeniero de conocimientos se minimizan o prácticamente se eliminan. Un ejemplo es el caso en que el desarrollador de la BC puede

ser un analista de sistemas. El experto participa como fuente de conocimientos y como evaluador de resultados, el ingeniero de conocimientos sería el mismo analista.

3.5 DISEÑO DE SOLUCIONES

El diseño de las respuestas a los problemas o necesidades planteadas para ser apoyada por conocimientos se presenta en varios pasos, que se describen a continuación.

3.5.1 Definición de las soluciones potenciales.

El primer paso organizando el dominio del conocimiento relacionado con el módulo seleccionado, es listar todas las posibles soluciones, entradas, salidas, respuestas,

GESTION DE CONOCIMIENTOS	
✓	<i>Planificación:</i> Determinación del sistema (estructura y componentes), el modelo (comportamiento), especificación detallada del problema, selección de los métodos y técnicas, los requerimientos de usuario y de interfaz, identificación de los tipos de datos y objetos y calidad de la solución.
✓	<i>Adquisición de Conocimientos o proceso de aprendizaje maquinal:</i> Obtención del conocimiento que requiere el sistema, en forma sistematizada o automática o con la ayuda de los expertos. Este conocimiento puede ser específico cuando el dominio del problema y los procedimientos son la solución del mismo; o puede ser conocimiento general, por ejemplo conocimiento sobre toda una empresa.
✓	<i>Ontología, Representación y Organización de Conocimientos:</i> Se distribuye, jerarquiza, organiza, se desarrolla el mapa de conocimientos y se representa por medio de algún formalismo o estructura de información u objetos en la base de conocimientos, para posibilitar su uso computacional.
✓	<i>Diseño de alternativas y selección de la Solución</i>
✓	<i>Construcción del Prototipo</i>
✓	<i>Verificación, Validación, Contratación Legitimación:</i> la metodología se emplea correctamente para el problema en cuestión. Comprobar fuentes de conocimientos. Se legitima y se verifica que el conocimiento que se ha representado en la BC, es el correcto. Se comprueba que la solución y conclusiones son las esperadas. La <i>Inferencia</i> , se basa en el diseño del software, que permite al computador inferir en el conocimiento representado en la BC.
✓	<i>Explicación y justificación.</i> Comprende el diseño y la programación, por medio del cual la BC le explica al usuario cómo obtuvo cierta conclusión, es decir, como y porque la respuesta fue generada por el computador.
✓	<i>Obtención del Sistema final</i>

alternativas o recomendaciones. Se deben identificar las salidas exactas que deben ser presentadas al usuario en la pantalla del computador.

El objetivo de este paso es que la BC brinde consejos en el momento en que se requiera y no de repente basada en una conclusión momentánea, debe conocer cada respuesta posible a través del tiempo.

3.5.2 Determinación del conocimiento relacionado con el aspecto aplicativo del módulo.

Las capas de conocimientos a introducir se deben plantear en los diferentes niveles de la organización, en este momento, se determina el conocimiento operativo, es decir, lo que está relacionado con la aplicación (operación) del sistema.

Conocimiento del dominio del módulo: Se determina el conocimiento que requiere el usuario para desempeñarse apropiadamente en la empresa.

Conocimiento deducido: Se precisa el conocimiento que se puede inferir por medio de la utilización de la inteligencia artificial y que apoya al usuario.

Conocimiento sobre los proceso y tareas del módulo: Se identifica el conocimiento que se requiere para el desarrollo de las tareas del

sistema, y se relaciona con la base de planes. Estas capas también sirven de soporte para la planeación a nivel estratégico y táctico, y se emplean en la generación y reconocimiento de planes.

3.5.3 Determinación del conocimiento relacionado con la resolución de problemas.

Las capas de conocimientos que se introduzcan también deben apoyar la administración a nivel táctico y operativo, por lo cual se debe determinar el conocimiento que apoya la resolución de problemas.

Conocimiento sobre habilidades gerenciales: Comprende el razonamiento decisional y el SSD (sistema de soporte a las decisiones) teniendo en cuenta el estilo gerencial del usuario, con el fin de identificar el subespacio datos-información que demanda el ejecutivo para la tomadesus decisiones en cada una de las aplicaciones que contiene el módulo específico. Estas capas de conocimientos deben determinarse de acuerdo con el nivel administrativo que apoyan, es decir, diferenciando lo estratégico de lo táctico.

Conocimiento sobre la interfaz con el usuario: En donde se debe hacer la representación del conocimiento del usuario y se debe considerar el estilo cognitivo y el gerencial. En este aspecto se persigue una interfaz en lenguaje natural para trabajar con bases de datos del sistema.

FIN PRIMERA PARTE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. R. Chandrasekaram et al What are Ontologies and Why Do We Need Them: IEEE Intelligent Systems Vol 14 N 11999.
2. L Fang et al: A Decision Support System for Interactive Decision Making Part I and Part II IEEE Systems Man and Cybernetics February 2003 9
3. Rouse, Will: Need to Know –Information, Knowledge and decision Making IEEE Systems Man and Cybernetics November 2002
4. Nadin Jamali, et al: Agent Communication Languages; The Current LandScape IEEE Intelligent Systems Vol 14 Number 2 2002
5. Watson J: Applying: Case Based Reasoning: Tecniques for Enterprises Systems. Morgan Kaufman, Ca USA 1997
6. Kolodner J: Case Based Reasoning: Morgan Kaufman, Ca USA 1993
7. CHIKOFSKY, E.J. y CROSS, J.H. III. Reverse Engineering and Design Recovery: A Taxonomy. IEEE Software. Enero, 1990. Pp. 13-17.
8. DAVIS, J. WELLS, IEEE Engineering Management. Clarkson University. Canadá U.S.. Volúmen 26, Número 3. 1998.
9. HADA JESSICA PÉREZ GUTIÉRREZ, RAÚL ALEXANDER ALONSO MARROQUÍN Y JAVIER HUMBERTO GARCÍA TORRES. Desarrollo de un sistema para incorporar capas de conocimiento a un SIG (Sistema de Información Gerencial) y convertirlo en un SIG Inteligente (SIIG), con el apoyo e la Reingeniería de Software y la Ingeniería de Conocimientos” Un-Metodreing, Universidad Nacional de Colombia, Núcleo de Investigación EIDOS, 1995. Dirección Alfonso Pérez Gama
10. IEEE Software ReEngineering NewsLetter. April 1998.
11. PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software, Un enfoque Práctico –Adaptado por Darle Ince. McGraw Hill /Interamericana de España, S.A. 5 edición. México. 2002.