

# Sistema Experto

## Expert System

Autor: Cristian Camilo Manzano Calvo

*Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia*

ccmanzano@utp.edu.co

**Resumen**— El presente trabajo es un compendio donde se expone de manera introductoria el origen de los Sistemas Expertos, sus características principales, su vinculación con la inteligencia artificial, las diferentes tecnologías asociadas y su aplicación para la ciencia y la industria. Asimismo, también se presentan brevemente tecnologías y frameworks disponibles en la actualidad para diseñar e implementar un Sistema Experto en diferentes áreas o mercados. Finalmente, se completa el trabajo con un breve análisis describiendo las ventajas, limitaciones y tendencias actuales en Sistemas Expertos.

En la actualidad y ante un mercado diverso y altamente competitivo que exige a las empresas almacenar y analizar una gran diversidad de información, los Sistemas Expertos se destacan entre las herramientas de soporte para la toma de decisiones. Han sido diseñados para facilitar tareas en múltiples campos de aplicación y proporcionar equivalentes resultados que un especialista, emulando la capacidad humana de tomar decisiones de acuerdo a las condiciones del contexto.

**Palabras clave**— sistema experto, inteligencia artificial, lenguajes basados en reglas, Rete, estudio de la literatura.

**Abstract**— This paper is a compendium which introduces the origin of Expert Systems, its main features, its link to artificial intelligence, the different associated technologies and its application to science and industry. In addition, it briefly describes the technologies and frameworks available today to design and implement an Expert System in different areas or markets. Finally, the work is completed with a brief analysis describing the advantages, limitations and current trends in Expert Systems.

Nowadays and considering the diverse and highly competitive market, companies are required store and analyse a wide variety of information. Expert Systems stand out from the support tools of decision-making. They are designed to facilitate tasks in many application fields and provide results equivalent to a specialist, emulating the human capacity to make decisions according to context conditions.

**Key Word** — expert system, artificial intelligence, rule-based languages, Rete, literature study.

## I. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Expertos (SE) pueden ser considerados como un subconjunto de la IA (Rossini, 2000). El nombre Sistema Experto deriva del término “sistema experto basado en conocimiento”. Un Sistema Experto es un sistema que emplea conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieran de expertos humanos. Los sistemas bien diseñados imitan el proceso de razonamiento que los expertos utilizan para resolver problemas específicos. Dichos sistemas pueden ser utilizados por no-expertos para mejorar sus habilidades en la resolución de problemas. Los SE también pueden ser utilizados como asistentes por expertos. Además, estos sistemas pueden funcionar mejor que cualquier humano experto individualmente tomando decisiones en una específica y acotada área de pericia, denominado como dominio (Turban, 1995).

Hacia los años ‘80, comienza a surgir la industria de los Sistemas Expertos (Waltz, 1997). Se realizaron importantes inversiones en varios países de Europa, Asia y América, con el fin de lograr generar un sistema capaz de reproducir la actividad de un experto humano en tópicos específicos. Como en otras áreas de la inteligencia artificial, los primeros resultados fueron atractivos y eso generó una expectativa desmesurada. Pero la comunidad halló severas dificultades en la manipulación de la gran cantidad de información necesaria para poder llevar a cabo una actividad realmente experta en el sentido humano. En esta área resulta estratégico poder resolver las siguientes tareas de forma eficiente y completa:

- Identificar la información necesaria para el tópico en cuestión, conformando la Base de Conocimiento.
- Codificar de manera concisa, eficiente y precisa la información, de modo que la manipulación sea efectiva y ubicua.

Como la comunidad aún no estaba preparada para este otro salto (que se dará mucho después con el advenimiento de las técnicas de minería de datos hacia los años 90), esto derivó en resultados tibios que no cubrieron los ambiciosos objetivos planteados para estas tecnologías. En consecuencia, los fondos y el interés mudaron rápidamente a otras tecnologías. Ante esto, la comunidad reacciona con nuevas metodologías como

el aprendizaje automático con refinamiento automático (para evitar los problemas de selección de variables y codificación), y sistemas basados en sentido común (para cubrir los huecos de conocimientos del SE).

## II. CONTENIDO

### Concepto:

Los Sistemas Expertos, como parte o rama de la Inteligencia Artificial, son sistemas informáticos que incorporan en forma explícita, extensible y modificable el conocimiento exacto o impreciso que posee una persona o un grupo de expertos en un tema. Estos sistemas simulan el proceso de aprendizaje, memorización, razonamiento y comunicación, para la generación de ayudas en el análisis de problemas y toma de decisiones semejantes a las que proporcionaría el grupo de expertos. Como consecuencia de todo lo anterior, este tipo de tecnologías hará posible el desarrollo de respuestas rápidas y pragmáticas para muchas problemáticas. En este orden de ideas, es posible mejorar el sistema con adiciones a la base de conocimientos o al conjunto de reglas, proporcionando información actualizada para desarrollar un análisis oportuno.

Con la ayuda de un Sistema Experto, las personas con poca experiencia pueden resolver problemas que requieren un "conocimiento formal especializado", de forma más rápida que los expertos humanos, con una base de conocimiento adquirido y dejando de lado la subjetividad que puede generarse por las personas, lo cual brinda conclusiones más acertadas para la mejora de los procesos o sistemas analizados.

Por lo anterior, el Sistema Experto muestra ciertas ventajas en comparación con un experto humano, entre las cuales podemos destacar:

- Mayor disponibilidad.
- Costo reducido.
- Peligro reducido.
- Permanencia.
- Experiencia múltiple.
- Mayor confiabilidad.
- Explicación.
- Respuesta rápida, sólida, completa y sin emociones.
- Tutoría inteligente.

Sin embargo, el Sistema Experto presenta algunas desventajas. Es evidente que para actualizarse necesita la reprogramación de las reglas (tal vez esta sea una de sus limitaciones más acentuadas), además que estos programas son poco flexibles a cambios y de difícil acceso a información no estructurada; carecen de sentido común, para un SE no hay nada obvio, además no es posible mantener una conversación informal con estos. Para un sistema experto es muy

complicado aprender de sus errores y de errores ajenos y no son capaces de distinguir cuales son las cuestiones relevantes de un problema y separarlas de cuestiones secundarias.

Por otra parte, la inteligencia artificial no ha podido desarrollar sistemas que sean capaces de resolver problemas de manera general o de aplicar el sentido común para resolver situaciones complejas ni controlar situaciones ambiguas.

### Arquitectura de un sistema experto:

**Estructura:** Los SE están compuestos por dos partes principales: el ambiente de desarrollo y el ambiente de consulta. El ambiente de desarrollo es utilizado por el constructor para crear los componentes e introducir conocimiento en la base de conocimiento. El ambiente de consulta es utilizado por los no-expertos para obtener conocimiento experto y consejos (Turban, 1995).

**Subsistema de adquisición de conocimiento:** Es la acumulación, transferencia y transformación de la experiencia para resolver problemas de una fuente de conocimiento a un programa de computadora para construir o expandir la base de conocimiento. El estado del arte actual requiere un ingeniero en conocimiento que interactúe con uno o más expertos humanos para construir la base de conocimiento.

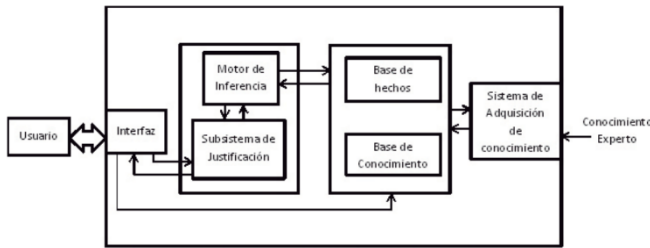
**Base de conocimiento:** Contiene el conocimiento necesario para comprender, formular y resolver problemas. Incluye dos elementos básicos: heurística especial y reglas que dirigen el uso del conocimiento para resolver problemas específicos en un dominio particular.

**Base de hechos:** Es una memoria de trabajo que contiene los hechos sobre un problema, alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desean tratar.

**Motor de inferencia:** Es el cerebro del SE, también conocido como estructura de control o interpretador de reglas. Este componente es esencialmente un programa de computadora que provee metodologías para razonamiento de información en la base de conocimiento. Este componente provee direcciones sobre cómo usar el conocimiento del sistema para armar la agenda que organiza y controla los pasos para resolver el problema cuando se realiza una consulta. Tiene tres elementos principales:

- (1) Intérprete, ejecuta la agenda seleccionada.
- (2) Programador, mantiene el control sobre la agenda.
- (3) Control de consistencia.

**Subsistema de justificación** Se encarga de explicar el comportamiento del SE al encontrar una solución. Permite al usuario hacer preguntas al sistema para poder entender las líneas de razonamiento que este siguió. Resulta especialmente beneficioso para usuarios no expertos que buscan aprender a realizar algún tipo de tarea.



### Ejemplo Base:

Tomemos como ejemplo un SE de reconocimiento de enfermedades

|    |                |            |
|----|----------------|------------|
| 01 | FIEBRE         | SINTOMA    |
| 02 | TOS            | SINTOMA    |
| 03 | MALESTAR       | SINTOMA    |
| 04 | GRIPA          | ENFERMEDAD |
| 05 | FARINGITIS     | ENFERMEDAD |
| 06 | VOMIDO         | ENFERMEDAD |
| 07 | DESHIDRATACION | SINTOMA    |

Teniendo la base de conocimiento el sistema asignará a cada síntoma una enfermedad

| Regla | Sintoma        | Enfermedad |
|-------|----------------|------------|
| R1    | FIEBRE         | GRIPA      |
| R2    | TOS            | GRIPA      |
| R3    | MALESTAR       | GRIPA      |
| R4    | DESHIDRATACION | GRIPÁ      |
| R5    | FIEBRE         | FARINGITIS |
| R6    | TOS            | FARINGITIS |
| R7    | MALESTAR       | FARINGITIS |
| R8    | MALESTAR       | MIGRAÑA    |
| R9    | DESHIDRATACION | MIGRAÑA    |

Motor de inferencia:

|            |              |
|------------|--------------|
| GRIPA      | ACETAMINOFEN |
| DIARREA    | SMEGTA       |
| FARINGITIS | DIPIRONA     |
| VIRUELA    | INTERNACION  |

### Herramientas:

**CLIPS:** A mediados de los años ochenta, la NASA requería el apoyo de Sistemas Expertos para el desarrollo de proyectos. Por lo tanto, una serie de prototipos surgen pero sus resultados no fueron lo suficientemente buenos para cumplir con los requerimientos internos. En consecuencia, se desarrolló un prototipo de un Sistema Experto, denominado CLIPS (C Language Integrated Production System) cuya principal

característica era su capacidad para funcionar con otros sistemas existentes. Posteriores mejoras y ampliaciones han convertido CLIPS en un punto de referencia para el desarrollo de otros Sistemas Expertos (CLIPS, 1994).

**Historia de CLIPS:** Durante el año 1984, en el Lyndon B. Johnson Space Center, la sección de Inteligencia Artificial había desarrollado alrededor de una docena de prototipos de sistemas expertos usando hardware y software de aquella época. A pesar del demostrado potencial de los sistemas expertos, la mayoría de aquellos prototipos no estaban siendo usados regularmente. Según la NASA esto se debió a que el lenguaje de programación usado para el desarrollo de estas aplicaciones era LISP. Se encontraron varias debilidades de LISP, entre las que se destacan tres: no estaba disponible para una amplia variedad de equipos de cómputo, no era fácilmente integrable con otras aplicaciones, y su costo era muy elevado.

La sección de Inteligencia Artificial notó que el uso de un lenguaje convencional (como C) eliminaría la mayoría de esos inconvenientes. Al principio se buscó que la nueva herramienta fuera desarrollada por terceros, pero los costos aún eran demasiado altos y los tiempos de entrega no eran satisfactorios. Por lo tanto, fue necesario que la sección de Inteligencia Artificial desarrollara su propio lenguaje para sistemas expertos basado en C.

Ejemplo de CLIPS: A modo de ejemplo, supongamos un sistema en el que almacenamos hechos sobre personas y edades. Para ello necesitaríamos una plantilla adecuada:

```
(deftemplate persona
  (slot nombre)
  (slot edad)
)
```

Y después podríamos crear hechos sobre personas de la siguiente forma:

```
(defacts personas_empadronadas
  (persona (nombre "Manolo") (edad
54))
  (persona (nombre "Ignacio") (edad
18))
  (persona (nombre "Marisa") (edad
34))
)
```

En el fragmento de código de arriba se han definido 3 hechos: existe un objeto de la clase `persona` con `nombre "Manolo"`

y edad 54, otro objeto de la clase persona con nombre "Ignacio" y edad 18 y por último otro de la clase persona con nombre "Marisa" y edad 34.

```
(defrule censar
  (persona (nombre ?n) (edad ?e))
  (test (> ?e 17))
  =>
  (assert (elector (nombre ?n)))
)
```

En el fragmento de código de arriba se ha definido una regla:

- Para todo objeto de la clase persona con nombre n y edad e, si e es mayor que 17, existe un objeto de la clase elector con nombre n.

### III. CONCLUSIONES

Los Sistemas Expertos han sido diseñados para facilitar las tareas en múltiples campos de aplicación y proporcionar equivalentes resultados a los de un experto humano. Se sabe que no son aptos para resolver problemas generales pero su eficiencia aumenta mientras más acotado o específico sea el dominio de aplicación. Actualmente los Sistemas Expertos son empleados en áreas diversas y existe una importante variedad de herramientas y tecnologías para implementarlos. Como todo sistema, poseen fortalezas y debilidades, no obstante y en términos generales, por su flexibilidad, confiabilidad y escalabilidad se los puede considerar como una tecnología de probada efectividad y lo suficientemente madura para confiar decisiones de considerable criticidad.

### REFERENCIAS

- Clips search from Wikipedia by Wiki.org <https://es.wikipedia.org/wiki/CLIPS>
- Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones por Sebastián Badaró, Leonardo Javier Ibañez1 y Martín Jorge Agüero.
- Hurtado, S., Manco, O. (2007). Diseño de un Sistema Experto Difuso: Evaluación de Riesgo Crediticio en Firms Comisionistas de Bolsa para el Otorgamiento de Recursos Financieros. ICESI. Colombia