Sistemas Expertos y Lógica Difusa

Autor 1: Juan Sebastián Sánchez Gómez

*Departamento Ingenierías, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia*

Correo-e: sebastiansanchez9902@utp.edu.co

***Resumen*— Los sistemas expertos son sistemas computarizados capaces de emular a un experto humano en alguna área siendo capaces de contestar consultas, hacer inferencias sobre algún tema en particular , sacar conclusiones acerca de un problema o simplemente platicar de algún tema en beneficio del usuario (como por ejemplo un psicólogo como sistema experto).**

***Palabras clave—* Experto, Conocimientos, Hechos, Reglas, Lógica, Difusa**

***Abstract*— Expert systems are computerized systems capable of emulating a human expert in some area, being able to answer queries, make inferences about a particular topic, make conclusions about a problem or simply talk about a topic for the benefit of the user (such as a psychologist as an expert system).**

***Key Word* —** **Expert, Knowledge, Facts, Rules, Logic, Fuzzy**

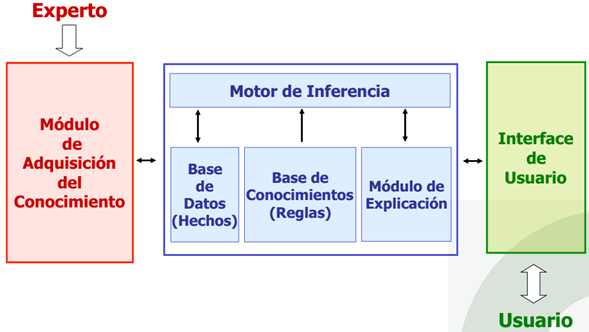
1. **INTRODUCCIÓN**

En este documento hablaremos todo lo relacionado con sistemas expertos y lógica difusa. Este tipo de sistemas están cambiando la forma de ver el mundo y de resolver los problemas de nuestra vida diaria. Muy seguramente revolucionaran totalmente el mundo empresarial llegando a sustituir las formas en las que se maneja el conocimiento dentro de una organización. Empezaremos viendo su concepto, pasaremos por la arquitectura, un poco de su historia y terminaremos con ejemplos de problemas resueltos con sistemas expertos.

1. **CONTENIDO**

**SISTEMAS EXPERTOS**

Es un sistema de información basado en el conocimiento que usa su conocimiento de un área de aplicación compleja y específica a fin de actuar como un consultor experto para los usuarios finales. Los sistemas expertos proporcionan respuestas sobre un área problemática muy específica al hacer inferencias semejantes a las humanas sobre los conocimientos obtenidos en una base de conocimientos especializados.



**Base De Conocimientos:** Se trata de una base de datos centralizada que permite recopilar, organizar, buscar y compartir información y datos.

Es, además, el conjunto de reglas que permiten representar los conocimientos del dominio de experto, donde cada regla aisladamente tiene significado propio. Normalmente los conocimientos son de tipo declarativo por lo cual la Base de Conocimientos casi siempre es una descripción de dichos conocimientos del experto y requiere de algún mecanismo que obtenga las inferencias adecuadas para resolver el problema, sea capaz de seleccionar las reglas y que las vaya ejecutando: el motor de inferencias. Esas estructuras de datos se concretan en conocimientos estructurados en hechos y reglas, que permiten generar más conocimiento y que el sistema aprenda de sus actuaciones.

**Base De Hechos:** Contiene los hechos sobre unproblema que se han descubierto durante unaconsulta. Se trata de una memoria temporal auxiliarque almacena los datos del usuario, datos inicialesdel problema, y los resultados intermedios obtenidosa lo largo del proceso de resolución.

**El Motor De Inferencias:** Es un programa de control cuya función es seleccionar las reglas posibles a satisfacer el problema, para ello se vale de ciertas estrategias de control sistemáticas o de estrategias heurísticas. La estrategia de control sistemática es un programa de control hecho de forma algorítmica que aplica una heurística de propósito general cuya función es una exploración exhaustiva y metódica de la base de conocimientos.

**Subsistema de explicación**: Básicamente lo que trata es de explicar al usuario tanto las reglas usadas como el conocimiento aplicado en la resolución de un determinado problema. Usando el módulo del subsistema de explicación, un sistema experto puede proporcionar una explicación al usuario de por qué está haciendo una pregunta y cómo ha llegado a una conclusión.

**Interfaz de usuario:** Todo sistema dispone de una interfaz de usuario, que gobierna el diálogo entre el sistema y el usuario lo que hace posible la comunicación. Por tanto debe ser interactiva siguiendo el patrón de la conversación entre seres humanos. Un requerimiento básico del interfaz es la habilidad de hacer preguntas. Para obtener información fiable del usuario hay que poner especial cuidado en el diseño de las cuestiones.

**Módulo de adquisición de conocimiento:** Le sirve al experto para que pueda construir la base de conocimiento de una forma sencilla, así como disponer de una herramienta de ayuda para actualizar de la base de conocimiento cuando sea necesario. El módulo de adquisición del conocimiento, forman el esqueleto o sistema esencial, y que, separadas de las bases de conocimiento y de hechos, constituyen una herramienta *software* para el desarrollo de los sistemas basados en el conocimiento

**Evolución Histórica**

* En el año de 1965 aparece DENDRAL, este fue el primer sistema experto. Es en este año cuando Feigenbaum ingresa al departamento de Informática de Stanford, ya en Stanford conoció a Joshua Lederberg, el cual quería indagar cuál era la estructura de las moléculas orgánicas completas. El objetivo principal de DENDRAL fue estudiar un compuesto químico.

El descubrimiento de la estructura global de un compuesto exigía buscar en un árbol las posibilidades. Antes de DENDRAL, para los químicos solo existía una forma de resolver el problema: tomar unas hipótesis relevantes como soluciones posibles, y someterlas a prueba comparándolas con los datos.

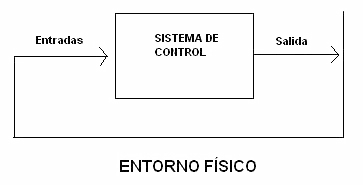
* Posteriormente en 1972, se desarrolla MYCIN en la Universidad de Standford, sistema experto dentro del campo de la medicina para diagnosticar enfermedades infecciosas en la sangre. Tomando los resultados de análisis de sangre, cultivos bacterianos y demás datos, el programa era capaz de definir, o al menos, sugerir el microorganismo que estaba causando la infección. Después de llegar a una conclusión, el sistema prescribía una medicación que se adaptaba perfectamente a las características físicas de la persona.
* Luego, en 1972 aparece el lenguaje PROLOG, basado en las teorías de Minsky.
* En 1973 se desarrolla otro sistema experto llamado TIERESIAS. El propósito de este sistema experto era el de servir de intérprete entre MYCIN y los especialistas que lo manejaban, a la hora introducir nuevos conocimientos en su base de datos. El especialista tenía que usar MYCIN de una forma normal, y cuando éste cometiera un error en un diagnóstico (Hecho producido por la falta o fallo de información en el árbol de desarrollo de teorías) TEIRESIAS tenía que corregir dicho fallo, eliminando la regla en caso de que fuera falsa o ampliándola, si es eso lo que se necesita.
* En 1979 aparece XCON. La misión de XCON sería la de configurar todos los ordenadores que saliesen de la DEC. El proyecto presentó resultados positivos y se empezó a trabajar en el proyecto más seriamente en diciembre de 1978.
* En abril de 1979, el equipo de investigación que lo había diseñado pensó que ya estaba preparado para salir al mundo real, y fue entonces cuando se hizo una prueba real, esperando resolver positivamente un 95 % de las configuraciones, el porcentaje real fue de un 20%; XCON volvió al laboratorio, donde fue revisado y a finales de ese mismo año funcionó con resultados positivos en la DEC.
* En el año de 1980 se instauró totalmente en DEC. Y en 1984, el XCOM había crecido 10 veces su tamaño inicial. El XCOM supuso un ahorro de cuarenta millones de dólares al año para la DEC.
* Entre los años 1980 a 1985 se produce la revolución de los Sistemas Expertos. En estos 5 años se crearon diversos sistemas expertos como el DELTA, de General Electric Company para la reparación de locomotoras diesel y eléctricas. "Aldo en Disco" para la reparación de calderas hidroestáticas giratorias usadas para la eliminación de bacterias.
* Se crearon multitud de empresas dedicadas a los sistemas expertos como Teknowledge Inc., Carnegie Group, Symbolics, Lisp Machines Inc., Thinking Machines Corporation, Cognitive Systems Inc. formando una inversión total de 300 millones de dólares. Los productos más importantes que creaban estas nuevas compañías eran las "máquinas Lisp", que eran unos ordenadores que ejecutaban programas LISP con la misma rapidez que en un ordenador central; el otro producto fueron las "herramientas de desarrollo de sistemas expertos".
* En 1987 XCON empieza a no ser rentable. Los técnicos de DEC tuvieron que actualizar XCOM rápidamente, gastando más de dos millones de dólares al año para mantenimiento. Algo similar ocurrió con el DELTA. También en 1987 aparecieron los microordenadores Apple y compatibles IBM con una potencia parecida a los LISP. El software se transfirió a máquinas convencionales utilizando el lenguaje "C" lo que acabó con el LISP.
* A partir de los 1990 y con el desarrollo de la Informática, se produce un amplio desarrollo en el campo de la Inteligencia artificial y los Sistemas Expertos, pudiéndose afirmar que estos se han convertido en una herramienta habitual en determinadas empresas en la actualidad.

**Ejemplos de problemas resueltos con sistemas expertos:**

Prácticamente, los sistemas expertos puedes resolver toda clase de problemas. Algunos ejemplos serían:

* Un sistema de diagnóstico de enfermedades, no solo humanas sino que también animales e incluso vegetales.
* Un sistema de sugerencia para compra de celulares según gustos y especificaciones.
* Aprendizaje de una máquina.
* Las aplicaciones de sistemas expertos resuelven problemas en muchísimas áreas tales como la militar, informática, telecomunicaciones, agricultura, medicina, etc.
* La gran mayoría de empresas disponen infraestructura tecnológica para dar soporte a funciones básicas de tratamiento de la información: contabilidad general, decisiones financieras, gestión de la tesorería, planificación.
* Los Sistemas Expertos se aplican a una gran diversidad de campos y/o áreas, por ejemplo: Militar, Informática, Telecomunicaciones, Química, Derecho, Aeronáutica, Geología, Arqueología, Agricultura, Electrónica, Transporte, Educación, Medicina, Finanzas y Gestión.

**LÓGICA DIFUSA**

Se basa en lo relativo de lo observado como posición diferencial. Este tipo de lógica toma dos valores [aleatorios](https://es.wikipedia.org/wiki/Aleatoriedad), pero contextualizados y referidos entre sí. Así, por ejemplo, una persona que mida dos metros es claramente una persona alta, si previamente se ha tomado el valor de persona baja y se ha establecido en un metro. Ambos valores están contextualizados a personas y referidos a una medida métrica lineal. 

**Ventajas E Inconvenientes**

Como principal ventaja, cabe destacar los excelentes resultados que brinda un [sistema de control](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control) basado en lógica difusa: ofrece salidas de una forma veloz y precisa, disminuyendo así las transiciones de estados fundamentales en el entorno físico que controle. Por ejemplo, si el aire acondicionado se encendiese al llegar a la temperatura de 30º, y la temperatura actual oscilase entre los 29º-30º, nuestro sistema de aire acondicionado estaría encendiéndose y apagándose continuamente, con el gasto energético que ello conllevaría. Si estuviese regulado por lógica difusa, esos 30º no serían ningún umbral, y el sistema de control [aprendería](https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_automático) a mantener una temperatura estable sin continuos apagados y encendidos.

También está la indecisión de decantarse bien por los expertos o bien por la tecnología (principalmente mediante [redes neuronales](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_neuronal_artificial)) para reforzar las reglas heurísticas iniciales de cualquier sistema de control basado en este tipo de lógica.

**Aplicaciones**

La lógica difusa se utiliza cuando la complejidad del proceso en cuestión es muy alta y no existen modelos matemáticos precisos, para procesos altamente no lineales y cuando se envuelven definiciones y conocimiento no estrictamente definido. En cambio, no es una buena idea usarla cuando algún modelo matemático ya soluciona eficientemente el problema, cuando los problemas son lineales o cuando no tienen solución. Esta técnica se ha empleado con bastante éxito en la industria, principalmente en [Japón](https://www.ecured.cu/Japón), y cada vez se está usando en gran multitud de campos. La primera vez que se usó de forma importante fue en el [metro](https://www.ecured.cu/Metro) japonés, con excelentes resultados.

* Sistemas de control de acondicionadores de [aire](https://www.ecured.cu/Aire)
* Sistemas de foco automático en cámaras fotográficas
* Optimización de sistemas de control industriales
* Sistemas de reconocimiento de escritura
* Mejora en la eficiencia del uso de combustible en motores
* Sistemas expertos del conocimiento
* Tecnología informática
* Bases de datos difusas: Almacenar y consultar información imprecisa. Para este punto, por ejemplo, existe el lenguaje FSQL.

En Inteligencia artificial, la lógica difusa se utiliza para la resolución de una variedad de problemas, principalmente los relacionados con control de procesos industriales complejos y sistemas de decisión en general, la resolución la compresión de datos. Los sistemas de lógica difusa están también muy extendidos en la tecnología cotidiana, por ejemplo en cámaras digitales, sistemas de aire acondicionado, etc. Los sistemas basados en lógica difusa imitan la forma en que toman decisiones los humanos, con la ventaja de ser mucho más rápidos. Estos sistemas son generalmente robustos y tolerantes a imprecisiones y ruidos en los datos de entrada. Consiste en la aplicación de la lógica difusa con la intención de imitar el razonamiento humano en la programación de computadoras. Con la lógica convencional, las computadoras pueden manipular valores estrictamente duales, como verdadero/falso, sí/no o ligado/desligado. En la lógica difusa, se usan modelos matemáticos para representar nociones subjetivas, para valores concretos que puedan ser manipuladas por los ordenadores.

1. **CONCLUSIONES**

Actualmente el duro, difícil y cambiante mercado competitivo se vuelve más complejo por la gran diversidad de información que se ven obligados a almacenar y analizar, razón por la cual las empresas se ven en la necesidad de recurrir a poderosas y/o robustas [herramientas](https://www.monografias.com/trabajos11/contrest/contrest.shtml) o sistemas que les sirvan de soporte a la hora de tomar decisiones. De esta forma estos inteligentes, precisos y eficientes sistemas son adoptados por más organizaciones, en las cuales se convierten y/o transforman en una importante [estrategia](https://www.monografias.com/trabajos11/henrym/henrym.shtml) de negocio.

Por otra parte es importante mencionar que estos seguirán siendo usados en los todos y cada una de las áreas y/o campos donde los expertos humanos sean escasos. Por consecuencia de lo anterior estos sistemas son utilizados por personas no especializadas, por lo cual el uso frecuente de los (SE) les produce y/o genera conocimiento a los usuarios.

REFERENCIAS

[1] Sistemas Expertos (SE) Disponible en <https://www.monografias.com/trabajos16/sistemas-expertos/sistemas-expertos.shtml>

[2] Arquitecturas de Un Sistema Experto Disponible en <https://maricelamaldonado.wordpress.com/2011/03/23/arquitectura-de-un-sistema-experto/>

[3] Futuro de la inteligencia artificial Disponible en <https://cibernetico.org/2015/07/21/cuales-son-los-componentes-de-un-sistema-experto/>

[4] Sistema Experto Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_experto>

[5] Lógica Difusa de EcuRed Disponible en [https://www.ecured.cu/L%C3%B3gica\_difusa](https://www.ecured.cu/Lógica_difusa)

[6] Técnicas de softcomputing, lógica difusa Carlos Gonzalez Morcillo Disponible en <https://www.esi.uclm.es/www/cglez/downloads/docencia/2011_Softcomputing/LogicaDifusa.pdf>

[7] Lógica Difusa Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica\_difusa](https://es.wikipedia.org/wiki/Lógica_difusa)