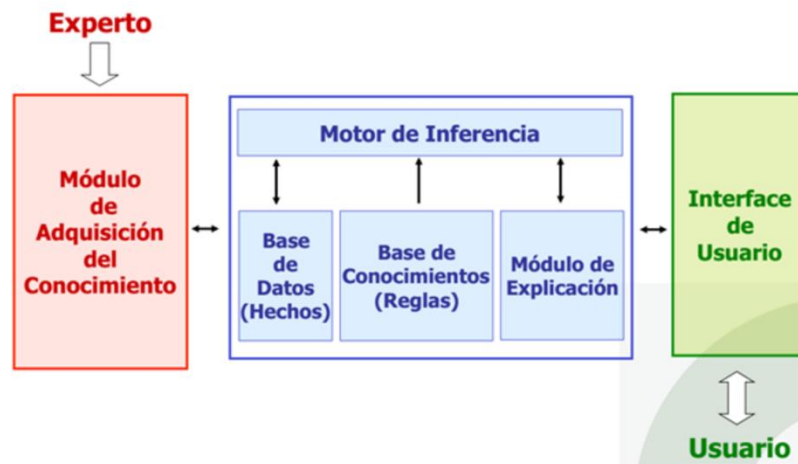


Investigación de Sistemas Expertos

1) Sistemas Expertos Basado en Reglas

Un sistema experto está diseñado para trabajar como si fuera una persona experta en algún tema específico. Trata de replicar o de simular el conocimiento que han adquirido estas personas basándose en las herramientas que ofrece la inteligencia artificial. Su función principal es tratar de ofrecer soluciones que puedan resolver problemas prácticos o también la creación de conocimiento nuevo.



- **Experto:** es la persona que interactúa con el sistema para “transferirle su conocimiento”, mediante la inserción de reglas.
- **Módulo de Adquisición del Conocimiento:** es la interface entre el sistema experto basado en reglas y el humano experto, por medio del cual ingresa nuevo conocimiento a la base de conocimientos.
- **Base de Datos (Hechos):** son los datos importantes o relevantes relacionados al problema específico. Consta de Permanente son los hechos que no cambian y que siempre se presentan en el problema y Temporalson hechos variantes que cambian mientras se intenta solucionar el problema.
- **Base de Conocimientos (Reglas):** na regla es solo una parte del conocimiento con el cual se soluciona el problema, las reglas pueden contener variables. Estas variables aumentan la expresividad de las reglas, la complejidad de su gestión y facilitan la modificación de las reglas.
- **Módulo de Explicación:** este es el encargado de generar los resultados o diagnósticos para el usuario, que se han obtenido del motor de inferencia.
- **Motor de Inferencia:** es el encargado de la generación de conocimiento nuevo utilizando el que ya se tiene, por medio de la simulación de un procedimiento de

razonamiento. Este procedimiento parte de una serie de datos hasta obtener una solución.

- **Interface de Usuario:** es la parte del sistema experto basado en reglas con la que interactúa el usuario.
- **Usuario:** es la persona que consulta el sistema para obtener una respuesta y así poder llegar a una conclusión.

Aplicaciones de los Sistemas Expertos Basados en Reglas

- Medicina
- Química
- Ingeniería Civil
- Geología
- Economía

2) Sistemas Expertos Basado en Probabilidad

Los sistemas basados en reglas generalmente no tienen en cuenta la incertidumbre, Sin embargo, en la mayor parte de las aplicaciones, la incertidumbre es lo común y no la excepción. En los primeros sistemas expertos, se eligió la probabilidad como medida para tratar la incertidumbre.

La única descripción satisfactoria de la incertidumbre es la probabilidad. Esto quiere decir que toda afirmación incierta debe estar en forma de una probabilidad, que varias incertidumbres deben ser combinadas usando las reglas de la probabilidad, y que el cálculo de probabilidades es adecuado para manejar situaciones que implican incertidumbre. En particular, las descripciones alternativas de la incertidumbre son innecesarias.

- Medida de probabilidad.

Para medir la incertidumbre se parte de espacio muestral S , que incluye todos los posibles resultados de un cierto experimento como conjunto exhaustivo y mutuamente exclusivo

Para que las medidas tengan significado físico claro y práctico, se imponen condiciones o propiedades intuitivas adicionales que definen una clase de medidas que se conocen como medidas de probabilidad.

Una función p que proyecta los subconjuntos $A \subseteq S$ en el intervalo $[0, 1]$ se llama medida de probabilidad si satisface los siguientes axiomas:

- Axioma 1 (Normalización): $p(S) = 1$.

- Axioma 2 (Aditividad): Para cualquier sucesión infinita A_1, A_2, \dots , de subconjuntos disjuntos de S , se cumple la igualdad

$$p\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right) = \sum_{i=1}^{\infty} p(A_i).$$

De los axiomas anteriores pueden deducirse propiedades muy interesantes de la probabilidad. Por ejemplo:

- Propiedad 1 (Normalización): $p(\varphi) = 0$.
- Propiedad 2 (Monotonidad): Si $A \subseteq B \subseteq S$, entonces $p(A) \leq p(B)$.
- Propiedad 3 (Continuidad-Consistencia): Para toda sucesión creciente $A_1 \subseteq A_2 \subseteq \dots$ o decreciente $A_1 \supseteq A_2 \supseteq \dots$ de subconjuntos de S se tiene

$$\lim_{i \rightarrow \infty} p(A_i) = p\left(\lim_{i \rightarrow \infty} A_i\right).$$

- Propiedad 4 (Inclusión-Exclusión): Dado cualquier par de subconjuntos A y B de S , se cumple siempre la siguiente igualdad:

$$p(A \cup B) = p(A) + p(B) - p(A \cap B).$$

- Distribuciones de probabilidad.

La distribución de probabilidad, se refiere a todos los resultados posibles que pueda tener una variable aleatoria, es decir, describe el comportamiento de dicha variable dentro de un intervalo de valores o de posibles resultados.

Sea $\{X_1, \dots, X_n\}$ un conjunto de variables aleatorias discretas y $\{x_1, \dots, x_n\}$ el conjunto de sus posibles realizaciones. Nótese que las variables aleatorias se denotan con mayúsculas y que sus realizaciones se denotan con minúsculas. Por ejemplo, si X_i es una variable binaria, entonces x_i puede ser 1 ó 0. Los resultados que siguen son también válidos si las variables son continuas, pero en este caso los símbolos de suma deben sustituirse por integrales.

- Dependencia e independencia.

Sean X e Y dos subconjuntos disjuntos del conjunto de variables aleatorias $\{X_1, \dots, X_n\}$. Entonces se dice que X es independiente de Y si y solamente si

$$p(x|y) = p(x)$$

para todos los valores posibles x e y de X e Y; en otro caso, X se dice dependiente de Y .

- **Teorema de Bayes.**

El teorema de Bayes es utilizado para calcular la probabilidad de un suceso, teniendo información de antemano sobre ese suceso.

Para calcular la probabilidad tal como la definió Bayes en este tipo de sucesos, necesitamos una fórmula. La fórmula se define matemáticamente como:

$$P[A_n/B] = \frac{P[B/A_n] \cdot P[A_n]}{\sum P[B/A_i] \cdot P[A_i]}$$

Donde B es el suceso sobre el que tenemos información previa y A(n) son los distintos sucesos condicionados. En la parte del numerador tenemos la probabilidad condicionada, y en la parte de abajo la probabilidad total.

- **Tipos de errores.**

Error de Tipo I: Un paciente no tiene la enfermedad pero el doctor concluye que la tiene.

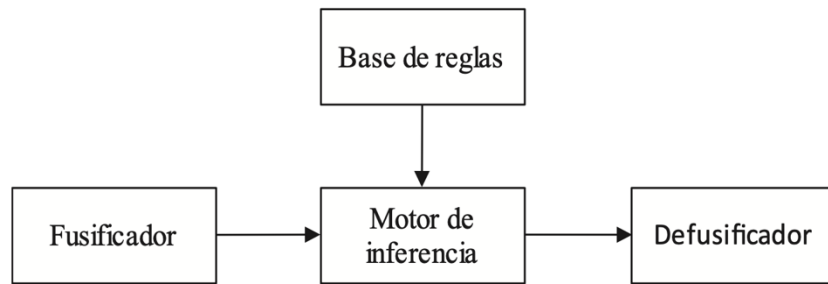
Error de Tipo II: Un paciente tiene la enfermedad pero el doctor concluye que no la tiene.

3) **Sistemas Expertos Basado en Lógica Difusa**

Los primeros estudios de la lógica difusa fueron realizados en 1965 por el ingeniero Lotfy A. Zadeh, con el principio de incompatibilidad: Conforme la complejidad de un sistema aumenta, nuestra capacidad para ser precisos y construir

La lógica difusa permite a los sistemas trabajar con información que no es exacta, es decir dicha información contiene un alto grado de imprecisión, contrario a la lógica tradicional que trabaja con información definida y precisa.

Componentes del modelo de lógica difusa



Las operaciones básicas entre conjuntos difusos son las siguientes :

- El conjunto complementario A de un conjunto difuso A es aquel cuya función característica viene definida por:

$$\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

- La unión de dos conjuntos difusos A y B es un conjunto difuso $A \cup B$ en U cuya función de pertenencia es :

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

- La intersección de dos conjuntos difusos A y B es un conjunto difuso $A \cap B$ en U

con función característica:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

4) Sistemas Expertos Basado en Casos (CBR)

El CBR es una técnica basada en el uso de la memoria y trata de replicar lo hace el ser humano para resolver problemas, La idea es de resolver problemas usando experiencias pasadas. Para esto se considera lo siguiente:

- obtener la descripción del problema
- medir la similitud del problema actual con problemas y sus soluciones previamente guardados en memoria.
- recuperar los casos uno o más casos similares y tratar de reusar la solución de dicho caso.
- luego de adaptarlo de acuerdo a los requerimientos del nuevo caso

metodología de razonamiento basado en casos

En el proceso de dividir el razonamiento basado en casos en diferentes subprocesos nos encontramos el ciclo que lo conforman puede ser dividido en 4 procesos claramente diferenciados:

1. **RECORDAR** los casos similares al que analizamos.
2. **REUTILIZAR** la información y el conocimiento que tenemos en este caso para resolver el problema.
3. **REVISAR** la solución propuesta.
4. **RETENER** las partes de esta experiencia que nos puedan ser útiles para la resolución de futuros problemas.

