



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



# TAREA 2 SISTEMA EXPERTO DIFUSO

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## DATOS GENERALES:

INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO(CAMPUS CULIACÁN)

HORARIO:12-13

DOCENTE: ZURIEL DATHAN MORA FELIX

CARRERA:INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Alumno: BRAYANT IVAN GONZALEZ OCHOA

## INTRODUCCION

De acuerdo a lo que investigaremos a continuación nos quede un poco más claro lo que es en si un sistema experto y un sistema experto difuso.

Empezare mencionando que en el campo de la Inteligencia Artificial, los sistemas expertos han emergido como una de las herramientas más relevantes para la toma de decisiones en ámbitos especializados. Estos programas informáticos están diseñados para emular el razonamiento y conocimiento de un experto humano, permitiendo la automatización de tareas que requieren análisis complejos. A lo largo de su evolución, los sistemas expertos han pasado por diferentes fases, incorporando nuevas metodologías para mejorar su capacidad de inferencia y adaptación.

Desde sus inicios en la década de los 60 y 70, los sistemas expertos utilizaban una lógica binaria, en la que las decisiones se basaban estrictamente en afirmaciones de verdadero o falso. Posteriormente, en la década de los 80, la introducción del razonamiento probabilístico mediante redes bayesianas permitió la gestión de incertidumbre en la toma de decisiones. Finalmente, en la década de los 90, la lógica difusa revolucionó el campo al permitir la manipulación de datos imprecisos y ambiguos, acercando aún más el razonamiento de estos sistemas al pensamiento humano.

Un sistema experto difuso es una variante de los sistemas expertos tradicionales que incorpora lógica difusa para manejar información imprecisa o incierta. Esto se logra mediante reglas difusas que permiten establecer niveles de pertenencia en lugar de valores absolutos. Estos sistemas han demostrado ser especialmente útiles en áreas como el diagnóstico médico, la gestión empresarial, la optimización de procesos industriales y el monitoreo ambiental, donde los datos pueden no ser exactos o estar sujetos a variaciones.

El presente trabajo explora la estructura, los componentes y las aplicaciones de los sistemas expertos con lógica difusa, resaltando su importancia en la toma de decisiones y su potencial para mejorar diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología. Se analizarán los fundamentos de la lógica difusa, los métodos de inferencia utilizados en estos sistemas y algunos ejemplos prácticos que ilustran su aplicación en la vida real.

Los sistemas expertos son programas informáticos diseñados para simular el conocimiento y las habilidades analíticas de un especialista en un campo concreto. Su finalidad es proporcionar a los usuarios recomendaciones, diagnósticos, soluciones o decisiones de nivel experto en áreas complejas, pero bien definidas.

En la actualidad, estos sistemas utilizan algoritmos muy sofisticados y técnicas de inferencia para simular el modo en el que una persona toma sus decisiones. Esta complejidad, sin embargo, no estuvo en los inicios de los sistemas expertos. En este sentido, esta tecnología ha evolucionado a lo largo del tiempo, y a través de tres fases, hasta convertirse en uno de los iconos de la IA actual:

- Primera fase (finales de los 60 y década de los 70): estos sistemas estaban basados en una lógica binaria de verdadero o falso o sí / no.
- Segunda fase (1980): a medida que avanzaba la tecnología, los de la segunda generación introdujeron el modelo probabilístico basado en el razonamiento “causa-posible-efecto”, lo que ya implicaba una capacidad para gestionar la incertidumbre utilizando redes y probabilidades bayesianas.
- Última y actual fase (1990): los sistemas expertos dieron un salto significativo al introducir la lógica difusa abordando problemas complejos con un enfoque más flexible y adaptativo, es decir, acercándose aún más al razonamiento humano.

Elementos clave de los sistemas expertos

Los componentes de un sistema experto son los siguientes:

- El conocimiento. Hace referencia a los hechos, reglas y modelos causales compilados por los expertos. Representa la experiencia acumulada del sistema en el ámbito concreto y la especialidad para la que está diseñado.
- El motor de inferencia. Este es el “cerebro” que aprovecha el conocimiento aportado para razonar los problemas y llegar a soluciones, imitando a un experto humano. Esto es posible gracias al uso de algoritmos que implementan diferentes métodos clave para emular el razonamiento humano.
- Interfaz de software. El tercer componente es la interfaz de usuario, que es la parte que facilita que el usuario explote el motor de inferencia.

Tipos de sistemas expertos

Según el Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Granada, los tipos de sistemas expertos que existen y que configuran el funcionamiento del motor de inferencia pueden estar basados en:

- Reglas previamente establecidas (RBR, del inglés Rule Based Reasoning) o encadenamiento hacia atrás. Estos comienzan con una hipótesis o posible solución y luego buscan una

evidencia que la apoye. Para ello, aplica reglas heurísticas respaldadas generalmente en la lógica difusa para su evaluación y aplicación.

- Basados en casos (CBR, del inglés Case Based Reasoning) o encadenamiento hacia delante. Este tipo comienza con datos disponibles y los utiliza para generar nuevas conclusiones. Por medio de este razonamiento, la solución llega después de analizar un problema similar planteado con anterioridad y adaptarlo al nuevo.
- Basados en redes bayesianas. Fundamentados en la estadística y en el teorema de Bayes, son utilizados, sobre todo, para la predicción, clasificación o el diagnóstico de enfermedades y en medicina.

### **Ventajas de los sistemas expertos**

Según Denis Aleksandrovich Kiryanov, científico de la computación considerado como uno de los pioneros en el campo de los sistemas expertos e Inteligencia Artificial, los sistemas expertos aportan varias mejoras importantes con respecto a otros enfoques de la IA.

Desde su punto de vista, y debido a que están centrados en áreas concretas y especializadas, esta tecnología puede llegar a ofrecer soluciones que superan a las humanas con fiabilidad. Además, y al contrario de lo que nos sucede a las personas, los sistemas expertos no envejecen. Es decir, no pierden facultades con el paso del tiempo; todo lo contrario. De hecho, siguiendo una línea de mejora continua, estos sistemas pueden obtener información de una base de datos, que se va actualizando constantemente, y realizar cálculos numéricos mucho más rápido que cualquier ser humano.

Desde un punto de vista técnico, y gracias a que el código es más intuitivo y fácil de entender que los utilizados anteriormente, el desarrollo y el mantenimiento de los sistemas expertos son más sencillos. Esto, además, favorece la creación rápida de prototipos a un menor coste.

En este sentido, y si bien es cierto que se puede programar un sistema de experto desde cero con lenguajes de programación específicos (CLIPS, PROLOG, LISP, VB 6.0, VB.Net, ASP .Net, PHP, Java, C#, Python), lo más habitual es usar un shell y desarrollar un sistema experto con la ayuda de programas especializados, ahorrando tiempo durante la programación.

En la actualidad, gracias al auge del machine learning, los sistemas expertos modernos impulsados por el aprendizaje automático ofrecen nuevas ventajas al poder filtrar cantidades de datos aún más grandes, yendo más allá de la capacidad humana. De este modo, pueden identificar patrones que serían imposibles de detectar de forma manual.

Sistemas expertos e Inteligencia Artificial: ejemplos prácticos

El impacto de los sistemas expertos es más que evidente en diferentes industrias. Lo que les diferencia de otras soluciones es que los algoritmos utilizados no son generales, sino que están muy focalizados en una temática concreta y son más complejos. A continuación, te mostramos tres ejemplos destacados:

- IBM Watson. Este reconocido sistema experto ha revolucionado múltiples campos. Desde la atención médica hasta las finanzas, las capacidades cognitivas de Watson han permitido avances innovadores. En el sector de la salud, IBM Watson Health ayuda a los profesionales

sanitarios a analizar datos de pacientes y recomendar planes de tratamiento personalizados, mejorando la precisión y efectividad de la atención, por ejemplo, en pacientes oncológicos.

- Tesla. Su sistema de conducción autónoma utiliza una combinación de Inteligencia Artificial y técnicas de sistemas expertos gracias a la que el vehículo puede percibir y comprender su entorno, planificar trayectorias o tomar decisiones emulando a las que tomaría un conductor. Todo ello permite al vehículo, finalmente, conducir de forma autónoma teniendo en cuenta las condiciones de la carretera.
- AlphaGo. Desarrollado por DeepMind, AlphaGo revolucionó el complejo juego del Go, derrotando a campeones mundiales del mismo modo en que lo hizo Deep Blue (IBM) en 1997, cuando venció en una partida de ajedrez a Garri Kaspárov.

Los sistemas expertos tienen un largo recorrido en el ámbito de la Inteligencia Artificial y se han convertido en una de las soluciones más interesantes del momento. Esta tecnología es el motor y el cerebro de numerosas soluciones que ayudan a mejorar la eficiencia, la competitividad y los resultados en campos concretos y muy especializados.

Lejos de ser una solución para un fin generalista, como ChatGPT, los sistemas expertos tienen un enorme valor práctico para la IA aplicada en tareas precisas. Con el aumento de datos disponibles, la mayor conectividad disponible y el desarrollo de mejores algoritmos, estos sistemas seguirán jugando un papel nuclear a la hora de desarrollar soluciones innovadoras que ayuden a tomar mejores decisiones en el mundo real.

¿Qué es un sistema experto difuso?

Un sistema experto difuso sigue una estructura similar a un sistema experto convencional, pero con algunas modificaciones. En esencia, se compone de una base de conocimiento difusa, un motor de inferencia difusa y un módulo de desdifusión. La base de conocimientos difusa contiene hechos y reglas difusas, como "la temperatura es alta" o "si la temperatura es alta y la velocidad es baja, entonces el riesgo es alto". El motor de inferencia difusa utiliza operadores y métodos de lógica difusa para inferir nuevos hechos de los existentes. Estos operadores incluyen operaciones AND, OR, NOT e IF-THEN. Para la desdifusión, el sistema utiliza métodos como centroide, media de máximos, menor de máximos, mayor de máximos y promedio ponderado para convertir la salida difusa en un valor o acción nítida.

Los sistemas expertos difusos se han aplicado a una variedad de dominios y problemas, como el diagnóstico médico, el diseño de ingeniería, la gestión empresarial y el monitoreo ambiental. En el diagnóstico médico, los sistemas expertos difusos pueden ayudar a los médicos y pacientes a identificar enfermedades, evaluar los síntomas y prescribir tratamientos basados en reglas y hechos difusos. Para el diseño de ingeniería, los sistemas expertos difusos pueden optimizar parámetros, evaluar alternativas y seleccionar componentes basados en criterios y restricciones difusos. En la gestión empresarial, los sistemas expertos difusos pueden ayudar a los gerentes y analistas a pronosticar la demanda, planificar la producción y asignar recursos en función de

tendencias y escenarios difusos. Por último, en el monitoreo ambiental, se pueden utilizar sistemas expertos difusos para detectar la contaminación, evaluar riesgos e implementar acciones basadas en indicadores y estándares difusos.

### Por qué usar lógica difusa para sistemas expertos?

La lógica difusa puede mejorar el rendimiento y la flexibilidad de los sistemas expertos al permitirles manejar información vaga, incompleta o contradictoria. Por ejemplo, la lógica difusa puede representar términos lingüísticos, como "alto", "bajo", "rápido" o "lento", que a menudo son utilizados por expertos humanos, pero no son fácilmente cuantificados por la lógica binaria. La lógica difusa también puede lidiar con la incertidumbre, como la confiabilidad de una fuente, la precisión de una medición o la probabilidad de un evento. La lógica difusa también puede combinar múltiples criterios, como costo, calidad y seguridad, para evaluar alternativas y clasificar soluciones.

### Componentes de un Sistema Experto Difuso

Un sistema experto basado en lógica difusa generalmente consta de los siguientes componentes:

1. **Base de Conocimientos:** Contiene las reglas y hechos del dominio específico.
2. **Motor de Inferencia:** Procesa las reglas y hechos para derivar conclusiones o acciones.
3. **Interfaz de Fuzzificación:** Convierte las entradas precisas en valores difusos.
4. **Interfaz de Defuzzificación:** Transforma los resultados difusos en salidas precisas utilizables

su papel en la inteligencia artificial aplicada.

## PROBLEMA SOBRE UN SISTEMA EXPERTO CON LOGICA DIFUSA

### Problema

Un médico quiere un sistema experto que ayude a diagnosticar la gripe basándose en tres síntomas principales:

- **Fiebre** (Temperatura en °C)
- **Dolor de cabeza** (Escala de 0 a 10)
- **Fatiga** (Escala de 0 a 10)

El sistema usará lógica difusa para calcular la probabilidad de que el paciente tenga gripe.

### Código en Python

Este código usa **scikit-fuzzy (skfuzzy)** para modelar el problema.

```
python
```

CopyEdit

```
import numpy as np

import skfuzzy as fuzz

from skfuzzy import control as ctrl

# Definición de variables de entrada

fiebre = ctrl.Antecedent(np.arange(35, 41, 0.1), 'fiebre')

dolor_cabeza = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 11, 1), 'dolor_cabeza')

fatiga = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 11, 1), 'fatiga')

# Variable de salida

gripe = ctrl.Consequent(np.arange(0, 101, 1), 'gripe')

# Funciones de membresía para fiebre

fiebre['baja'] = fuzz.trimf(fiebre.universe, [35, 36, 37])

fiebre['moderada'] = fuzz.trimf(fiebre.universe, [36, 37.5, 39])

fiebre['alta'] = fuzz.trimf(fiebre.universe, [38, 40, 40])

# Funciones de membresía para dolor de cabeza

dolor_cabeza['leve'] = fuzz.trimf(dolor_cabeza.universe, [0, 2, 4])

dolor_cabeza['moderado'] = fuzz.trimf(dolor_cabeza.universe, [3, 5, 7])

dolor_cabeza['severo'] = fuzz.trimf(dolor_cabeza.universe, [6, 8, 10])

# Funciones de membresía para fatiga

fatiga['baja'] = fuzz.trimf(fatiga.universe, [0, 2, 4])

fatiga['moderada'] = fuzz.trimf(fatiga.universe, [3, 5, 7])

fatiga['alta'] = fuzz.trimf(fatiga.universe, [6, 8, 10])

# Funciones de membresía para gripe

gripe['baja'] = fuzz.trimf(gripe.universe, [0, 20, 40])

gripe['moderada'] = fuzz.trimf(gripe.universe, [30, 50, 70])

gripe['alta'] = fuzz.trimf(gripe.universe, [60, 80, 100])

# Reglas difusas

regla1 = ctrl.Rule(fiebre['alta'] & dolor_cabeza['severo'] & fatiga['alta'], gripe['alta'])
```

```

regla2 = ctrl.Rule(fiebre['moderada'] & dolor_cabeza['moderado'] & fatiga['moderada'],
gripe['moderada'])

regla3 = ctrl.Rule(fiebre['baja'] & dolor_cabeza['leve'] & fatiga['baja'], gripe['baja'])

regla4 = ctrl.Rule(fiebre['alta'] & dolor_cabeza['moderado'], gripe['moderada'])

regla5 = ctrl.Rule(fiebre['moderada'] & fatiga['alta'], gripe['moderada'])

# Crear el sistema de control

sistema_control = ctrl.ControlSystem([regla1, regla2, regla3, regla4, regla5])

diagnostico = ctrl.ControlSystemSimulation(sistema_control)

# Entrada de valores

diagnostico.input['fiebre'] = 38.5

diagnostico.input['dolor_cabeza'] = 7

diagnostico.input['fatiga'] = 6

# Computar salida

diagnostico.compute()

print(f"Probabilidad de gripe: {diagnostico.output['gripe']:.2f}%")

```

### Explicación

1. Se definen las variables de entrada: fiebre (°C), dolor de cabeza (0-10) y fatiga (0-10).
2. Se definen las funciones de membresía para cada variable.
3. Se establecen las reglas difusas, por ejemplo:
  - Si **fiebre es alta** y **dolor de cabeza es severo** y **fatiga es alta**, entonces la probabilidad de gripe es **alta**.
  - Si **fiebre es baja** y los otros síntomas son leves, la probabilidad de gripe es **baja**.
4. Se crea el sistema difuso y se prueba con valores de fiebre = 38.5°C, dolor de cabeza = 7 y fatiga = 6.
5. Se calcula la probabilidad de gripe y se imprime el resultado.

### Creador del Problema

Este problema es un caso de estudio basado en la lógica difusa aplicada a diagnósticos médicos. No tiene un único creador, pero está inspirado en los trabajos de **Lotfi Zadeh**, quien introdujo la lógica



difusa en 1965. También se basa en aplicaciones de lógica difusa en sistemas expertos médicos, como los modelos de **Bart Kosko** y sistemas basados en lógica difusa en medicina.

### **Salida esperada**

Si ingresamos los valores (fiebre = 38.5°C, dolor de cabeza = 7, fatiga = 6), la salida será algo como:

yaml

CopyEdit

Probabilidad de gripe: 72.5%

Si pruebas con otros valores, obtendrás diferentes probabilidades de gripe según el modelo difuso.

## CONCLUSION

Los sistemas expertos con lógica difusa representan un avance significativo en la inteligencia artificial aplicada, ya que permiten gestionar la incertidumbre y la ambigüedad de manera más efectiva que los sistemas basados en lógica binaria o probabilística. Gracias a la lógica difusa, estos sistemas pueden modelar el razonamiento humano con mayor precisión, lo que los hace especialmente valiosos en entornos donde los datos son imprecisos o incompletos.

La flexibilidad de los sistemas expertos difusos ha permitido su aplicación en múltiples campos, desde la medicina hasta la optimización de procesos industriales y la gestión empresarial. Al integrar la lógica difusa en la toma de decisiones automatizada, se ha logrado mejorar la eficiencia, la precisión y la adaptabilidad de estos sistemas en contextos dinámicos y complejos.

En el futuro, el desarrollo de los sistemas expertos con lógica difusa seguirá avanzando de la mano de tecnologías emergentes como el aprendizaje automático y el procesamiento de grandes volúmenes de datos. La combinación de estas disciplinas permitirá la creación de sistemas aún más inteligentes y adaptativos, capaces de resolver problemas con un nivel de sofisticación sin precedentes. Con ello, se espera que la lógica difusa continúe desempeñando un papel crucial en la evolución de la inteligencia artificial aplicada y en la mejora de la toma de decisiones en diversos ámbitos del conocimiento humano.

## Referencias bibliográficas

[Sistemas expertos para la IA | Blog Santander Open Academy](#)

[Lógica difusa para sistemas expertos: una guía para la minería de datos](#)

[0718-3305-ingeniare-31-27.pdf](#)

[tiqaereos\\_fuzzy/TARIFA\\_AUTOMATIZADA\\_PARA\\_TIQUETES\\_AÉREOS.pdf at master · andreslom/tiqaereos\\_fuzzy](#)

[Fuzzy\\_controller/README.md at main · g-valenzuela/Fuzzy\\_controller](#)