

Lógica difusa y sus aplicaciones

• Introducción

Mientras que en la lógica tradicional tendríamos incertidumbre, en la lógica difusa se permite manejar grados de pertenencia acerca de un conjunto, gracias a esto podemos implicar que un lobo es 40% salvaje y 60% domestico, permitiendo así llegar a conclusiones razonadas a partir de información ambigua o poco precisa. Esta teoría fue introducida por el matemático Lotfi Zadeh en 1965 con el propósito de mejorar el tratamiento de incertidumbre en sistemas de control y toma de decisiones.

En la actualidad, los sistemas tecnológicos buscan tomar decisiones más cercanas a la lógica humana. Es aquí cuando la lógica difusa surge como una alternativa para modelar problemas donde la información es imprecisa o ambigua, permitiendo tomar decisiones basadas en grados de verdad en lugar de valores estrictamente binarios.

A diferencia de la lógica tradicional, donde una proposición solo puede ser verdadera o falsa, en la lógica difusa se permite una transición gradual entre estos valores, asignando grados de pertenencia en un rango continuo entre 0 y 1, lo que resulta especialmente útil en aplicaciones como control de temperatura, sistemas de reconocimiento de patrones, inteligencia artificial y robótica.

A lo largo de esta investigación se explicarán los principios de la lógica difusa, sus aplicaciones en diferentes áreas y un ejemplo detallado de su implementación en el control de temperatura de aires acondicionados.

• Contenido

La lógica difusa se basa en la idea de que muchos conceptos en la vida real no tienen límites definidos. Por ejemplo, la categoría "personas altas" no se puede definir con un único valor (como "todas las personas mayores de 180 cm son altas"). En su lugar, la lógica difusa asigna a cada individuo un grado de pertenencia que indica qué tan alto es en comparación con otros.

Un conjunto difuso es una colección de elementos en la que cada miembro tiene un grado de pertenencia entre 0 y 1. Para definir estos conjuntos, se utilizan funciones de pertenencia, que asignan a cada elemento un valor que representa su nivel de inclusión en el conjunto.

Por ejemplo, en un sistema de climatización se clasifica la temperatura del ambiente en tres conjuntos difusos, siendo frio de 0 a 18 grados, templado de 16 a 26 grados y caluroso de 24 a 35 grados.

Si la temperatura es de 22 grados, entonces podría pertenecer al conjunto de frío y templado con valores como 0.3 frío, 0.7 templado y 0 caluroso, permitiendo así tomar decisiones flexibles que las reglas rígidas que impone la lógica clásica.

Las operaciones básicas de la lógica difusa son unión en la que se toma el máximo grado de pertenencia, intersección, en el que se toma el mínimo grado de pertenencia y complemento, en el que se invierte el valor de pertenencia.

Estas operaciones permiten combinar conjuntos difusos para mejorar la toma de decisiones en sistemas complejos.

La lógica difusa tiene aplicaciones en diversas áreas, tales como:

Controladores Difusos: Sistemas que ajustan variables de manera gradual, como el control de temperatura en aires acondicionados.

Electrodomésticos Inteligentes: Lavadoras que adaptan el tiempo y velocidad del lavado según la suciedad de la ropa.

Automóviles: Control de frenado ABS y ajuste de transmisión automática en función de la velocidad y estilo de conducción.

Medicina: Diagnóstico asistido por computadora con base en síntomas que no son completamente determinantes.

Inteligencia Artificial: Algoritmos de reconocimiento de voz e imágenes que procesan datos con incertidumbre.

Un aire acondicionado tradicional funciona con reglas simples: si la temperatura es mayor a 25 grados encender el aire acondicionado y si es menor a 22 grados apagar el aire acondicionado, lo que nos da como resultado un sistema ineficiente porque genera cambios bruscos de temperatura y consume más energía.

Un sistema de control difuso puede ajustar la velocidad del aire acondicionado en función de la temperatura ambiente. Definiendo conjuntos variables obtenemos las variables de entrada de temperatura fría que sería de 10 a 20 grados, templado de 18 a 26 grados y caluroso de 24 a 35 grados. Además, agregamos las variables de humedad y potencia del aire acondicionado siendo baja del 0 al 40%, media de 30 al 70% y alta del 60 al 100%.

A continuación, agregamos las reglas difusas, considerando que, si la temperatura es fría y la humedad es baja, le damos al ventilador la instrucción de bajar potencia, mientras que, si la temperatura es templada y la humedad es media, ajustamos el ventilador a una potencia media y por último si tenemos una temperatura calurosa o humedad alta aumentamos la potencia del ventilador.

En caso de que la temperatura fuera de 23 grados y la humedad del 65%, entonces los valores de pertenencia serían 0.6 templado y 0.4 caluroso, y por el lado de la humedad

tendríamos 0.7 media y 0.3 alta. Usando las reglas difusas con estos valores se calcularía la velocidad del aire acondicionado con un valor intermedio evitando cambios bruscos en la temperatura buscando la satisfacción del usuario y el ahorro de energía ya que la temperatura se ajusta progresivamente en lugar de cambios abruptos y el aire acondicionado no funciona siempre al 100%, sino que ajusta su potencia según sea necesario, además se reduce el desgaste del equipo al evitar encendidos y apagados constantes.

Otro ejemplo que seguirá desarrollándose en el futuro es el de la conducción automática, sabemos que un sistema de conducción autónoma debe ajustar la velocidad del vehículo en función de la distancia con el automóvil de enfrente. Un enfoque basado en lógica clásica sería: si la distancia es mayor a 20 metros, mantener velocidad constante, mientras que, si es menor a 10 metros, dar la instrucción de frenar.

Como ya vimos en el ejemplo anterior, este método genera cambios bruscos y no refleja el comportamiento humano.

Empezamos definiendo las variables difusas para distancia al vehículo delantero siendo corta entre 0 y 10 metros, media entre 8 y 20 metros y larga entre 15 y 50 metros, velocidad actual del vehículo baja de 0 a 40 km/h, media de 30 a 80 km/h y alta de 70 a 120 km/h, y los distintos tipos de ajuste de aceleración siendo frenado fuerte de -100 a -50% , frenado suave de -50 a -10% , mantener velocidad de 0% , aceleración leve de 10 a 30% y aceleración fuerte de 30 a 100% .

Las reglas serían las siguientes, si la distancia es corta y la velocidad alta, aplicar frenado fuerte. Si la distancia es corta y la velocidad es media, aplicar frenado suave. Si la distancia es media y la velocidad es baja, mantener la velocidad actual. Si la distancia es larga y la velocidad es baja, acelerar levemente. Y por último, si la distancia es larga y la velocidad es alta, mantener la velocidad.

Un ejemplo de uso sería que un vehículo que viaja a 70 km/h y la distancia respecto al carro que va enfrente es de 12 metros, entonces los valores de pertenencia serían distancia media 0.6 y distancia corta 0.4, mientras que de velocidad sería media 0.7 y alta 0.3.

Al aplicar las reglas difusas, se obtiene una combinación de frenado suave con ligera reducción de aceleración, en lugar de un frenado brusco.

• Conclusión

La lógica difusa es una herramienta poderosa para modelar sistemas donde las variables no tienen límites definidos. A diferencia de la lógica tradicional, que solo permite valores binarios, la lógica difusa maneja grados de pertenencia que permiten tomar decisiones más precisas en situaciones ambiguas. Sus aplicaciones incluyen control automático, inteligencia artificial, procesamiento de imágenes y diagnóstico médico. Un ejemplo clave es el control

de temperatura en aires acondicionados, donde un sistema difuso ajusta la velocidad del ventilador de forma progresiva, reduciendo consumo de energía y mejorando la eficiencia.

En el futuro, el uso de lógica difusa seguirá creciendo en áreas como vehículos autónomos, robótica y sistemas de toma de decisiones avanzados, mejorando la interacción entre humanos y máquinas.

- **Referencias**

Universidad Nacional Autónoma de México. (s.f.). *Introducción a la Lógica Difusa*.

Recuperado el [fecha de consulta], de

https://virtual.cuautitlan.unam.mx/intar/?page_id=997

Sancho Caparrini, F. (s.f.). *Introducción a la Lógica Difusa*. Universidad de Sevilla.

Recuperado el [fecha de consulta], de

https://www.cs.us.es/~fsancho/Blog/posts/Introduccion_logica_Difusa.md.html