

Lógica difusa

Recientemente, la cantidad y variedad de aplicaciones de la lógica difusa han crecido considerablemente. La lógica difusa es una lógica alternativa a la lógica clásica que pretende introducir un grado de vaguedad en las cosas que evalúa. En el mundo en que vivimos existe mucho conocimiento ambiguo e impreciso por naturaleza. El razonamiento humano con frecuencia actúa con este tipo de información. La lógica difusa fue diseñada precisamente para imitar el comportamiento del ser humano.

La lógica difusa se inició en 1965 por Lotfi A. Zadeh, profesor de la Universidad de California en Berkeley. Surgió como una herramienta importante para el control de sistemas y procesos industriales complejos, así como también para la electrónica de entretenimiento y hogar, sistemas de diagnóstico y otros sistemas expertos [7].

La lógica difusa en comparación con la lógica convencional permite trabajar con información que no es exacta para poder definir evaluaciones convencionales, contrario con la lógica tradicional que permite trabajar con información definida y precisa.

3.1 ¿En qué situaciones es útil aplicar la lógica difusa?

La lógica difusa se puede aplicar en procesos demasiado complejos, cuando no existe un modelo de solución simple o un modelo matemático preciso. Es útil también cuando se necesite usar el conocimiento de un experto que utiliza conceptos ambiguos o imprecisos. De la misma manera se puede aplicar cuando ciertas partes de un sistema a controlar son desconocidas y no pueden medirse de forma confiable y cuando el ajuste de una variable puede producir el desajuste de otras. No es recomendable utilizar la lógica difusa cuando algún modelo matemático ya soluciona eficientemente el problema, cuando los problemas son lineales o cuando no tienen solución [6].

3.2 Algunas aplicaciones de la lógica difusa

Actualmente la lógica difusa tiene un sin número de aplicaciones que afectan nuestra vida cotidiana de alguna u otra manera, pero en ocasiones no nos percatamos. La lógica difusa se ha desarrollado en diferentes áreas y a continuación se mencionan algunas:

- Control de sistemas: Control de tráfico, control de vehículos, control de compuertas en plantas hidroeléctricas, centrales térmicas, control en máquinas lavadoras, control de metros (mejora de su conducción, precisión en las paradas y ahorro de energía), ascensores, etc. [7].
- Predicción de terremotos, optimización de horarios [7].

- Reconocimiento de patrones y Visión por ordenador: Seguimiento de objetos con cámara, reconocimiento de escritura manuscrita, reconocimiento de objetos, compensación de vibraciones en la cámara, sistemas de enfoque automático [7].
- Sistemas de información o conocimiento: Bases de datos, sistemas expertos [7].

3.3 Teoría de conjuntos difusos

La lógica difusa permite tratar con información que no es exacta o con un alto grado de imprecisión a diferencia de la lógica convencional la cual trabaja con información precisa. El problema principal surge de la poca capacidad de expresión de la lógica clásica.

3.3.1 Conjuntos Clásicos

Los conjuntos clásicos surgen por la necesidad del ser humano de clasificar objetos y conceptos. Estos conjuntos pueden definirse como un conjunto bien definido de elementos o mediante una función de pertenencia μ que toma valores de 0 ó 1 de un universo en discurso para todos los elementos que pueden o no pertenecer al conjunto [7].

Un conjunto clásico se puede definir con la función de pertenencia mostrada en la ecuación 3.1.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \notin A \\ 1 & \text{si } x \in A \end{cases} \quad 3.1$$

3.3.2 Conjuntos Difusos

La necesidad de trabajar con conjuntos difusos surge del hecho que existen conceptos que no tienen límites claros. Un conjunto difuso se encuentra asociado por un valor lingüístico que está definido por una palabra, etiqueta lingüística o adjetivo. En los conjuntos difusos la función de pertenencia puede tomar valores del intervalo entre 0 y 1, y la transición del valor entre cero y uno es gradual y no cambia de manera instantánea como pasa con los conjuntos clásicos [7]. Un conjunto difuso en un universo en discurso puede definirse como lo muestra la ecuación 3.2.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\} \quad 3.2$$

Donde $\mu_A(x)$ es la función de pertenencia de la variable x , y U es el universo en discurso. Cuando mas cerca este la pertenencia del conjunto A al valor de 1, mayor será la pertenencia de la variable x al conjunto A , esto se puede ver en la figura 3.1.

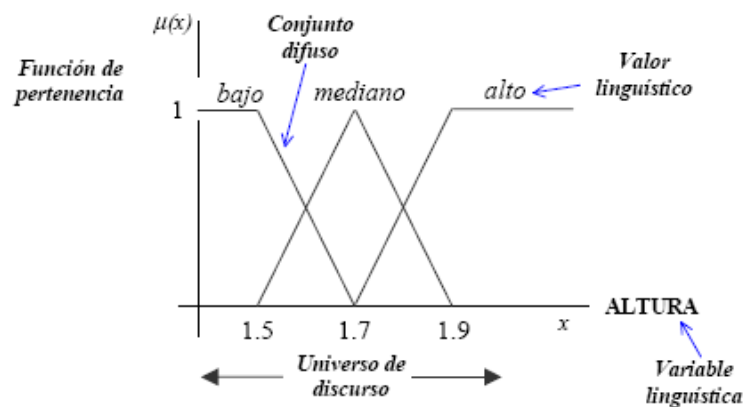


Figura 3.1: Ejemplo de Conjuntos Difusos [7].

3.4 Funciones de Pertenencia

Aun cuando cualquier función puede ser válida para definir un conjunto difuso, existen ciertas funciones que son más comúnmente utilizadas por su simplicidad matemática, entre éstas se encuentran las funciones de tipo triangular, mostrado en la figura 3.2, trapezoidal mostrado en la figura 3.3, gaussiana, etc.

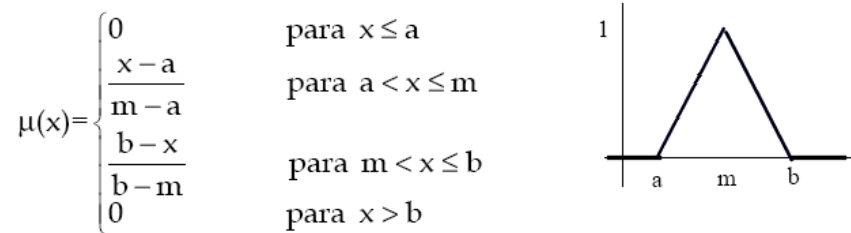


Figura 3.2: Función de transferencia para un conjunto difuso triangular [7].

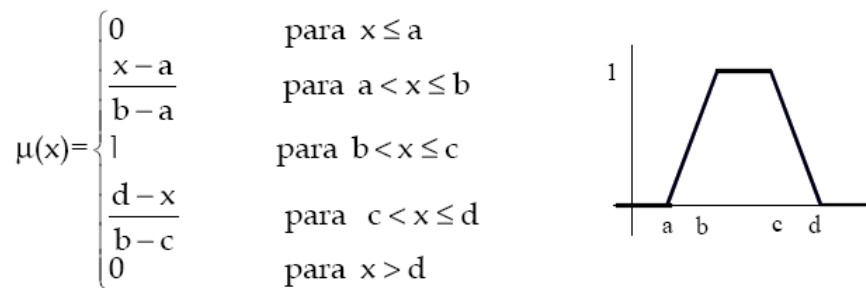


Figura 3.3: Función de transferencia para un conjunto difuso trapezoidal [7].

3.5 El Controlador Difuso

La lógica difusa se aplica principalmente en sistemas de control difuso que utilizan expresiones ambiguas para formular reglas que controlen el sistema. Un sistema de control difuso trabaja de manera muy diferente a los sistemas de control convencionales. Estos usan el conocimiento experto para generar una base de conocimientos que dará al sistema la capacidad de tomar decisiones sobre ciertas acciones que se presentan en su funcionamiento [7]. Los sistemas de control difuso permiten describir un conjunto de reglas que utilizaría una persona para controlar un proceso y a partir de estas reglas generar acciones de control. El control difuso puede aplicarse tanto en sistemas muy sencillos como en sistemas cuyos modelos matemáticos sean muy complejos. La estructura de un controlador difuso se muestra en la figura 3.4.

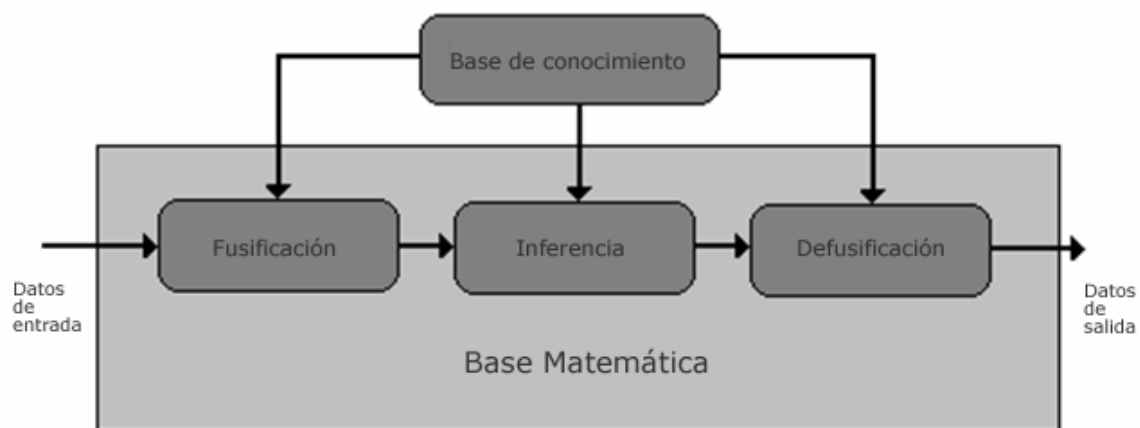


Figura 3.4: Estructura de un modelo difuso [10].

3.5.1 Fusificación

La fusificación tiene como objetivo convertir valores *crisp* o valores reales en valores difusos. En la fusificación se asignan grados de pertenencia a cada una de las variables de entrada con relación a los conjuntos difusos previamente definidos utilizando las funciones de pertenencia asociadas a los conjuntos difusos [7].

3.5.2 Base de Conocimiento

La base de conocimiento contiene el conocimiento asociado con el dominio de la aplicación y los objetivos del control. En esta etapa se deben definir las reglas lingüísticas de control que realizarán la toma de decisiones que decidirán la forma en la que debe actuar el sistema [8].

3.5.3 Inferencia

La inferencia relaciona los conjuntos difusos de entrada y salida para representar las reglas que definirán el sistema. En la inferencia se utiliza la información de la base de conocimiento para generar reglas mediante el uso de condiciones, por ejemplo: *si caso1 y caso2, entonces acción1* [8].

3.5.4 Defusificación

La defusificación realiza el proceso de adecuar los valores difusos generados en la inferencia en valores *crisp*, que posteriormente se utilizarán en el proceso de control. En la defusificación se utilizan métodos matemáticos simples como el método del Centroide, Método del Promedio Ponderado y Método de Membresía del Medio del Máximo [7].

En este capítulo se describió de forma breve pero concisa el material básico de la lógica difusa. Es importante conocer el material de este capítulo con la idea de comprender como debe aplicarse para realizar el sistema de control difuso que se utilizará en el Robot UDLAP.