## Lógica difusa

**Necesidad de trabajar con imprecisión**: “Mucho calor” es una noción difusa; depende de la persona, lugar, contexto (depende de la propia percepción y no de un termómetro). Una persiana gestionada por un sistema informático que, con 25º grados baja la persiana y con menos la sube, estará constantemente trabajando cuando haya 25º - 24,9º en un entorno con nubes.

**Usos**: Controlador de ABS, sistemas industriales (apertura de válvulas, control de carga), domótica.

**Conjuntos difusos y grados de pertenencia**:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | El conjunto difuso tiene una fase de transición entre Verdadero y Falso. Con 23º hace calor en un 60%. El grado de pertenencia define el conjunto difuso. |

Funciones de pertenencia: Cada función debe asociarse con un grado entre 0 y 1 para cada valor potencial del dominio.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Triangular | Trapezoidal | ½ trapecio a der | ½ trapecio a izq | Gaussiana | Sigmoide |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Las funciones tienen meseta y soporte.  Fíjate que los ángulos de las rectas no tienen por qué ser iguales.  La suma de los grados de pertenencia debe ser siempre 1 para un valor determinado (no es obligatorio, pero sí una buena práctica). |

**Operadores difusos**:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Negación difusa: μĀ(X)= 1-μA(X) Si hace calor a un 40% hace No calor a un 60%.  Unión: μAUB(X) = MAX(μA(X),μB(X))  Intersección: μA∩B(X) = MIN(μA(X),μB(X))  Gracias a estos operadores sobre conjuntos se pueden escribir reglas difusas y evaluarlas para tomar decisiones. |
|  |  |

**Creación de reglas**:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | Sombra (claridad) | Media (claridad) | Fuerte (claridad) | | Frío | R1 Subida | R2 Subida | R3 Subida | | Fresco | R4 Subida | R5 Subida | R6 Media altura | | Buen tiempo | R7 Subida | R8 Media altura | R9 Bajada | | Calor | R10 Subida | R11 Media altura | R12 Bajada | | Usando las variables de entrada “temperatura” y “claridad”, vamos a controlar la variable de salida “altura de la persiana” de 115 cm de altura.  Lo primero que debemos hacer es crear una tabla de reglas. Es una tabla xq tiene dos variables de entrada y una de salida. Pero podría tener muchas más variables de entrada o salida. |

**Fuzzificación:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | En este paso hay que analizar hasta qué punto la regla debe aplicarse (fuzzificación).  Analicemos la regla R8 para 21º y 80.000 lux.  A 21º hace buen tiempo al 80%  A 80.000 lux la claridad es media al 25% |

La regla es verdadera al 25%. El término menos verdadero es el que determina el valor de verdad de una regla completa. Este criterio lo usan en todos los libros, pero podría ser discutible.

Calculo del grado de pertenencia:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Para determinar el grado de pertenencia de un valor numérico pueden ocurrir tres casos:  Valor fuera del intervalo: Grado de pertenencia nulo.  Se ha definido un punto para el valor en el conj difuso: Devolver grado.  No se ha definido ningún punto para ese valor: Hay que interpolar el grado de pertenencia (necesitamos el punto anterior y posterior). |

Aplicación de reglas:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Existen dos opciones para determinar el conjunto difuso resultante. A la izq Mandani.  Der Larsen. La función de pertenencia se reduce para limitar el grado de verdad de la regla. Equivale a multiplicar todos los valores de la función por el grado correspondiente. |
| Se suele usar Larsen xq es más rápido de calcular. Para Mamdani es preciso calcular las nuevas coordenadas de los puntos límites de la meseta.  Para 21º y 80.000 lux hay solo 4 reglas que pueden aplicarse: R8, R9, R11 y R12. | | |
|  |  | R9: temperatura buena (verdad al 80%), claridad fuerte (verdad al 75%): Altura al 75%.  R11: Calor (verdadero al 20%), claridad media (V al 25%). Altura al 20%. |
|  |  | R12: Calor (V al 20%) y claridad fuerte (V al 75%). Altura al 20%.  Los conjuntos difusos se componen mediante el operador unión para obtener la salida del sistema.  Derecha conjunto final. |

**Defuzzicación:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Hay que obtener un valor único que pasar al sistema como salida. Hay dos posibles soluciones: cálculo de la media y baricentro (centro de gravedad). |

Cálculo de la media: Es el más sencillo. Se calcula la media de la meseta más elevada (de 0 cm a 25 cm), la media son 12,5 cm.

Centro de gravedad: Permite tener en cuenta el conjunto de reglas y no solo la regla mayoritaria. Hay que calcular la media ponderada de las distintas formas (rectángulos y triángulos) que componen la forma global. E incluso realizar integrales si la forma no es un polígono. Dividimos el conjunto en formas sencillas, calculamos su baricentro y se pondera según el área de la forma. Realizamos la media ponderada para obtener el centro de gravedad. Este método da una altura de 34,1 cm (solución mucho más precisa).

Es la coordenada en X lo que se busca. CX=∑CixAi/∑Ai (Ai es el área de la forma i y Ci las coordenadas del centroide de la forma i). El centro de gravedad de los rectángulos está en su centro y de los rectángulos rectángulos está a 1/3 del lado del ángulo recto.

**Pseudocódigo:**

Determinamos variables de entrada y salida.

Determinamos funciones de pertenencia y rango de valores para cada variable.

Creamos la tabla de reglas.

Leemos las variables de entrada

Recorremos las reglas analizando cuales aplican y cuáles no.

Calculamos en qué medida es verdadera cada regla -> Valor menos verdadero de cada variable de entrada.

Obtenemos el conjunto difuso resultante de la regla mediante el método Larsen.

Calculamos el centro de gravedad del conjunto difuso final

Dividimos el conj final en rectángulos y triángulos, calculamos su área y su centro de gravedad.

Devolver solución.

Fin.