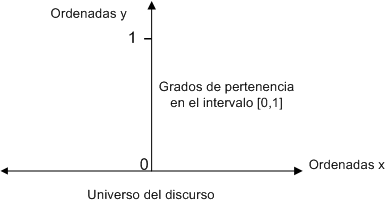
**Funciones de pertenencia**

La [**función de pertenencia**](http://www.dma.fi.upm.es/recursos/aplicaciones/logica_borrosa/web/tutorial_fuzzy/glosario.html#puntofp)de un conjunto nos indica el grado en que cada elemento de un universo dado, pertenece a dicho conjunto. Es decir, la función de pertenencia de un conjunto A sobre un universo X será de la forma: µA:X → [0,1], donde µA (x) = r si r es el grado en que x pertenece a A.

Si el conjunto es nítido, su función de pertenencia (función característica) tomará los valores en {0,1}, mientras que si es borroso, los tomará en el intervalo [0,1]. Si µA(x) = 0 el elemento no pertenece al conjunto, si µA(x) = 1 el elemento sí pertenece totalmente al conjunto.

Las funciones de pertenencia son una forma de representar gráficamente un conjunto borroso sobre un universo.



La función característica del conjunto de los elementos que verifican un predicado clásico está perfectamente determinada. No ocurre lo mismo cuando se intenta obtener la función de pertenencia de un conjunto formado por los elementos que verifican un predicado borroso. Dicha función dependerá del contexto (o universo) en el que se trabaje, del experto, del usuario, de la aplicación a construir, etc.

A la hora de determinar una función de pertenencia, normalmente se eligen funciones sencillas, para que los cálculos no sean complicados. En particular, en aplicaciones en distintos entornos, son muy utilizadas las triangulares y las trapezoidales:

* Función Triangular

Definida mediante el límite inferior **a**, el superior **b** y el valor modal **m**, tal que **a<m<b**. La función no tiene porqué ser simétrica.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Descripción función triangularfuncion triangular |

**Si lo desea puede**[**dibujar funciones triangulares**](http://www.dma.fi.upm.es/recursos/aplicaciones/logica_borrosa/web/tutorial_fuzzy/ejercicioapptrian.html)**con diferentes parámetros.**

* Función Trapezoidal

Definida por sus límites inferior **a**, superior **d**, y los límites de soporte inferior **b** y superior **c**, tal que **a<b<c<d**.  
En este caso, si los valores de b y c son iguales, se obtiene una función triangular.

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función trapezoidal | funcion trapezoidal |

Casos especiales de estas funciones trapezoidales son aquéllas en las que algunos parámetros toman valores no finitos:

* + Funciones Trapezoidales con parámetros a = b = - ∞

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función trapezoidal | funcion trapezoidal |

* + Funciones Trapezoidales que tienen los parámetros c = d = + ∞

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función trapezoidal | funcion trapezoidal |

* + **Puede**[**dibujar funciones trapezoidales**](http://www.dma.fi.upm.es/recursos/aplicaciones/logica_borrosa/web/tutorial_fuzzy/ejercicioapptrap.html)**con diferentes parámetros.**

Además de las funciones de tipo lineal anteriormente expuestas, también se usan las siguientes:

* Función Gamma

Definida por su límite inferior **a** y el valor **k>0**.  
Esta función se caracteriza por un rápido crecimiento a partir de **a**; cuanto mayor es el valor de **k**, el crecimiento es más rápido.

Nunca toma el valor µA (x) = 1, aunque tienen una asíntota horizontal en dicho valor.

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función gamma | funcion gamma |
| Descripción función gamma | funcion gamma |

**Ejemplo**

Cuando los valores de los parámetros son a = 5 y k = 3, se obtienen las siguientes funciones:

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función gamma | funcion gamma |
| Descripción función gamma | funcion gamma |

* Función Sigmoidal

Definida por sus límites inferior **a**, superior **b** y el valor **m** o punto de inflexión, tales que **a<m<b**.  
El crecimiento es más lento cuanto mayor sea la distancia **a-b**. Para el caso concreto de **m=(a+b)/2**, que es lo usual, se obtiene la siguiente gráfica.

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función sigmoidal | funcion sigmoidal |

**Ejemplo**

Cuanto se toma el valor de a = 3, el valor de b = 10 y m = (3+10)/2 = 6.5 se obtiene la siguiente gráfica:

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función sigmoidal | funcion sigmoidal |

* Función Gaussiana

Definida por su valor medio **m** y el parámetro **k>0**.  
Esta función es la típica campana de Gauss y cuanto mayor es el valor de **k**, más estrecha es dicha campana.

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función gaussiana | funcion gaussiana |

**Ejemplo**

Para los valores k = 5 y m = 3:

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función gaussiana | funcion gaussiana |

**Si lo desea puede**[**dibujar funciones gaussianas.**](http://www.dma.fi.upm.es/recursos/aplicaciones/logica_borrosa/web/tutorial_fuzzy/ejergaussiana.html)**Al modificar los parámetros se puede observar la variación de la gráfica.**

* Función Pseudo-Exponencial

Definida por el valor medio **m** y el parámetro **k>1**.  
Cuanto mayor es el valor de **k**, el crecimiento es más rápido y la campana es más estrecha.

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función pseudo-exponencial | funcion pseudo-exponencial |

**Ejemplo**

Para los valores de k = 4 y m = 7 se obtiene:

|  |  |
| --- | --- |
| Descripción función pseudo-exponencial | funcion pseudo-exponencial |

**Puede**[**dibujar funciones pseudo-exponenciales**](http://www.dma.fi.upm.es/recursos/aplicaciones/logica_borrosa/web/tutorial_fuzzy/ejerpsexpon.html)**modificando los parámetros.**