

# Proyecto de Lógica Difusa

Juan David Menéndez del Cueto

November, 2020

## 1 Sistema de Inferencia Difuso

La implementación de un sistema de inferencia difuso se basa en los siguientes conceptos: variable lingüística, valor lingüístico, función de pertenencia, valor difuso, regla difusa, función de inferencia, función de agregación y función de Defuzzyficación.

En dependencia de estos conceptos un sistema de inferencia difusa puede ser visto como un todo, en el cual un subconjunto de variables difusas son variables de entrada y otro subconjunto, no necesariamente disjunto ni complementario, son variables de salida.

El sistema debe permitir a partir de los valores reales de las variables lingüísticas de entrada y un conjunto de reglas expresadas en valores lingüísticos, inferir el valor real de las variables lingüísticas de salida.

### 1.1 Variables Lingüísticas

Una variable lingüística no es mas que una variable continua o discreta, que además de tener este valor real puede tomar valores lingüísticos. Por ejemplo una variable lingüística podría ser la presión, que es una variable continua que puede tomar valores lingüísticos como alta o baja.

### 1.2 Valores Lingüísticos

Un valor lingüístico es una palabra que tiene un valor semántico que está asociado a una variable lingüística, sin embargo su valor real puede diferir de un observador a otro. Retomando el ejemplo de la presión, un valor lingüístico sería alta, todos sabemos lo que es que la presión sea alta, pero no para todos alta se corresponde a los mismos valores de presión.

### 1.3 Función de Pertenencia

En la lógica bivalente las funciones de pertenencia son de la forma:

$$f_{Height} : T \rightarrow \{0, 1\}$$

O sea una presión pertenece(1) o no(0) al conjunto de las presiones alta. Sin embargo en la lógica difusa las relaciones de pertenencia son más flexibles.

$$f_{High} : T \rightarrow [0, 1]$$

O sea una presión puede pertenecer al conjunto de presiones altas con cualquier valor real entre 0 y 1. Donde 0 representa que no pertenece y 1 que pertenece completamente a dicho conjunto.

Todos los valores lingüísticos tienen asociada una función de pertenencia.

## 1.4 Valor Difuso

Llamaremos valor difuso a un real  $v \in [0, 1]$  para los que se definen las siguientes operaciones:

$$Not : 1 - v$$

$$And : \min v_1, v_2$$

$$Or : \max v_1, v_2$$

## 1.5 Reglas Difusas

Las reglas difusas son las que permiten al sistema hacer inferencias y no son más que un conjunto de implicaciones de lógica difusa.

$$if(cond) then(cons)$$

$$cond : \{V_1, V_2 \dots V_n\} \rightarrow [0, 1]$$

$$then : \{W_1, W_2 \dots W_m\} \rightarrow \{o_1, o_2, o_m\}$$

$cond$  es cualquier expresión válida de la lógica difusa y por tanto su resultado es un valor difuso.

$cons$  es el resultado de aplicar una función  $I$  a cada  $W_i$  y obtener un conjunto de  $O_i$  que son los valores de salida que propone la regla para las variables  $W_i$ . Llamaremos a  $I$  función de Inferencia.

## 1.6 Función de Inferencia

La función de inferencia es el mecanismo del sistema para aplicar un consecuente distinto en función del resultado de la condición de la implicación.

O sea  $\forall i O_i = I(W_i, v)$  donde  $v$  es el valor difuso que resulta de la condición.

Esto permite que el valor propuesto para la variable  $W_i$  sea distinto en función del grado de pertenencia de la condición.

## 1.7 Función de Agregación

Como una variable puede ser variable de salida de varias reglas, al aplicar todas las reglas una variable puede tener más de un valor propuesto. La función de agregación se encargan de acumular un conjunto de valores propuestos en uno solo.

## 1.8 Funciones de Defuzzyficación

El proceso de defuzzyficación es el proceso mediante el cual el sistema calcula el valor real de la variable, a partir de una función de pertenencia y un valor difuso propuesto para la pertenencia de dicha variable a tal función.

## 2 Implementación

La implementación se realizó en Python, lenguaje multiparadigma con facilidades para la programación funcional. La utilización de decoradores, una característica muy poderosa de este lenguaje, permitió mantener el código simple y legible.

En el sistema implementado se encuentran las funciones de pertenencia triangulares y trapezoidales, los métodos de agregación de Mamdani y Larsen, y los métodos del centroide, de bisección y de la media de máximos como los los métodos de desdifusificación

## 3 Problema

Construir un sistema de inferencia difusa para en dependencia de la jugabilidad, los controles y los gráficos de un juego, determinar la calidad del mismo.

### 3.1 Variables de Entrada

Las variables de entrada de nuestro problema son la calidad de la jugabilidad, de los controles y de los gráficos del juego. Todas son continuas, satisface que son medidas en el rango de valores  $[1, 10]$ , y puede tomar como valores lingüísticos {"mala", "normal", "buena"}.

En la escala de 1 a 10, el valor 1 es malo y 10 es bueno.

### 3.2 Variables de Salida

La variable de salida de nuestro problema es la calidad del juego. Esta variable es continua, es medida en el rango  $[1, 10]$  y puede tomar como valores lingüísticos {"mala", "normal", "buena"}.

### 3.3 Reglas difusas

Se consideraron las siguientes reglas:

$R_1$ : si "jugabilidad" es "mala", entonces "calidad" es "mala".

$R_2$ : si "controles" es "mala", entonces "calidad" es "mala".

$R_3$ : si "gráficos" es "mala" y "jugabilidad" es "normal" y "controles" es "normal", entonces "calidad" es "normal"

$R_4$ : si "gráficos" es "normal" y "jugabilidad" es "normal" y "controles" es "normal", entonces "calidad" es "normal"

$R_5$ : si "gráficos" es "normal" y "jugabilidad" es "buena" y "controles" es "buena", entonces "calidad" es "buena"

$R_6$ : si "gráficos" es "buena" y "jugabilidad" es "buena" y "controles" es "buena", entonces "calidad" es "buena"

### 3.4 Consideraciones del problema

Para el dar una buena calificación al juego a partir de los datos de la entrada, se necesita la opinión de un experto en temas de juego a la hora de determinar los valores lingüísticos, las funciones de pertenencia de los valores mismos y los modelos más apropiados de Inferencia y Defuzzyficación. También para la construcción de reglas más elaboradas.

## 4 Conclusiones

La lógica difusa ayuda a resolver un problema complejo con una simplicidad de computo importante, a tal punto que es programable en hardware. Se resolvió el problema de calificar un juego a partir de un sistema de inferencia difusa.