

Proyecto de Lógica Difusa. Simulación.

Antonio Jesús Otaño Barrera
Grupo C411

A.OTANO@ESTUDIANTES.MATCOM.UH.CU

1. Características del sistema de inferencia propuesto

El sistema de inferencia propuesto acepta reglas con múltiples variables de entrada y múltiples variables de salida. Las variables en la entrada pueden ser tanto valores (singleton) como conjuntos difusos. El sistema permite trabajar con funciones de membresía triangulares, trapezoidales, singleton, y rectas. Los métodos de inferencia que tiene implementados son los de Mamdani y Larsen, y los métodos de desfusificación que brinda son los de Centroide (Center of Area), Bisección (Bisector of Area), y Media de los Máximos (Mean of Maximum).

2. Principales ideas seguidas para la implementación del sistema

El sistema fue implementado en Python y consiste en una librería que permite a cualquier otro programador usarla para resolver (siempre y cuando esté bien modelado) cualquier problema cuya solución se obtenga mediante inferencia difusa. El programador puede escoger el método de inferencia y el método de desfusificación que más se ajuste al problema con que está tratando. Dado que el dominio de las variables lingüísticas puede ser un conjunto continuo es necesario particionar el mismo en un número finito de segmentos o niveles para poder llevar a cabo los métodos de inferencia y desfusificación. La discretización que se realiza es uniforme sobre todo el dominio y es tarea del programador definir el número de segmentos o niveles en que se divide el mismo. La implementación del sistema utiliza cuatro entidades fundamentales: conjuntos difusos, variables lingüísticas, reglas difusas y bases de reglas difusas. Las variables lingüísticas son representadas con un dominio y un conjunto de términos en forma de conjuntos difusos cuyo dominio es el mismo que el de la variable y cuya función de membresía es decidida por el programador entre los posibles tipos explicados en la sección 1. Por otro lado, las reglas difusas constan de un antecedente y un consecuente; cada uno es una lista de pares (variable, término). Las bases de reglas difusas guardan un conjunto de reglas difusas, que sólo son de tipo MISO (múltiples entradas y una única salida). Para manejar las variables de tipo MIMO (múltiples entradas y múltiples salidas) se procede convirtiéndolas en múltiples reglas de tipo MISO, una por cada variable de control. Los métodos de agregación reciben como entrada una lista de conjuntos difusos que representan los valores que toman las variables de estado y devuelven una lista de conjuntos difusos que representan a las variables de control. Si la entrada consiste de valores simples entonces es necesario convertirla en conjuntos difusos de tipo singleton. A manera de ejemplo, si la entrada es el valor puntual x_0 entonces necesita ser transformado como se muestra en la figura 1:

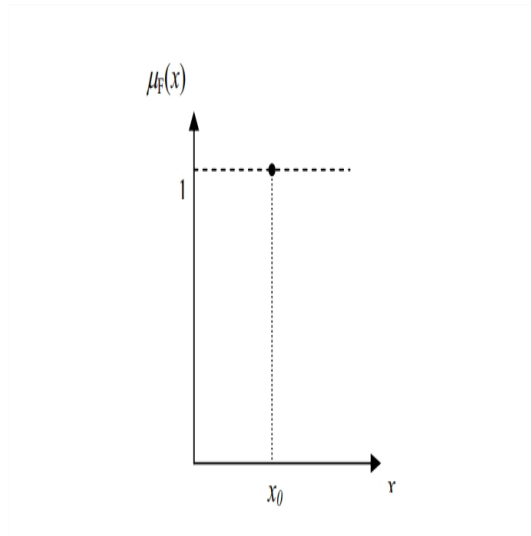


Figura 1: Método de fusificación.

Los métodos de desfusificación se encargan de convertir los conjuntos difusos que devuelven los métodos de agregación en valores puntuales. Como se dijo en la sección 1 hay tres variantes de desfusificación: Centroide,

Bisección y Media de los máximos. En el caso del Método de Bisección, se utiliza el Método de los Trapecios como método de integración.

3. Propuesta de problema a solucionar mediante inferencia difusa

El problema propuesto consiste en simular el movimiento de un robot sobre un pasillo en el que existen obstáculos. El robot tiene sensores que le permiten detectar la distancia a la que se encuentra del objeto más cercano así como el ángulo que forma con el mismo. Conocidos estos parámetros el robot debe determinar que dirección tomar para evitar chocar con el obstáculo. Las siguientes reglas definen en detalle el problema.

1. La distancia se mide en metros y los ángulos en grados sexagesimales
2. Los obstáculos tienen forma rectangular y sus lados varían entre 5 y 10 metros
3. El robot es un punto en el espacio que se desplaza un metro de distancia por cada unidad de tiempo
4. El pasillo constituye un rectángulo de ancho 60 y alto 100
5. El robot concluye existosamente su tarea si llega al final del pasillo sin chocar con ningún obstáculo
6. Las paredes del pasillo también constituyen obstáculos
7. El robot comienza en la posición (30, 0)
8. Los obstáculos están situados aleatoriamente en los últimos 70 metros del pasillo
9. El total de objetos en el pasillo siempre será 5
10. Para medir la distancia y el ángulo con respecto al obstáculo tomamos como referencia el punto más cercano del obstáculo al robot (Figura 2)

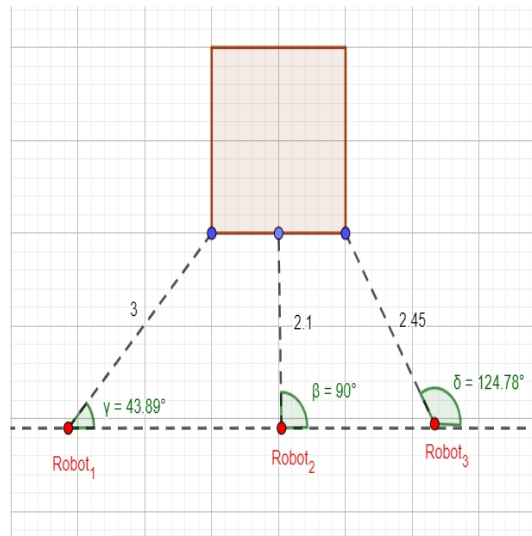


Figura 2: Ejemplos de cómo se determina la distancia y el ángulo respecto a un obstáculo

3.1 Variables lingüísticas definidas

A partir del enunciado anterior podemos definir tres variables lingüísticas que nos permitirán modelar el problema, como se muestra en la Tabla 1.

3.2 Selección de las funciones de membresía

En las figuras 3, 4 y 5 se muestran las funciones de membresía asignadas a los términos de las variables Distancia, Ángulo y Dirección respectivamente.

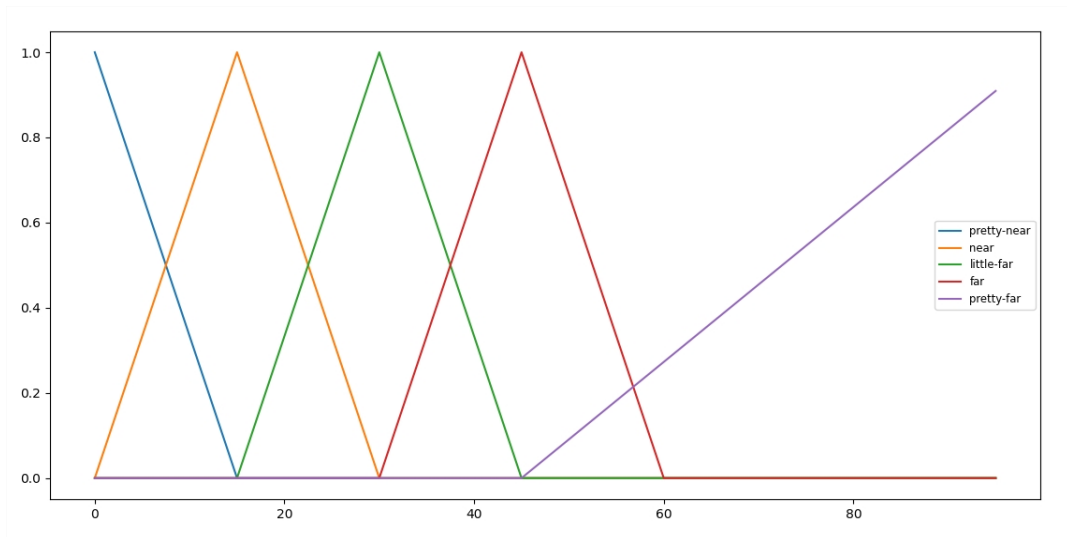


Figura 3: Distancia

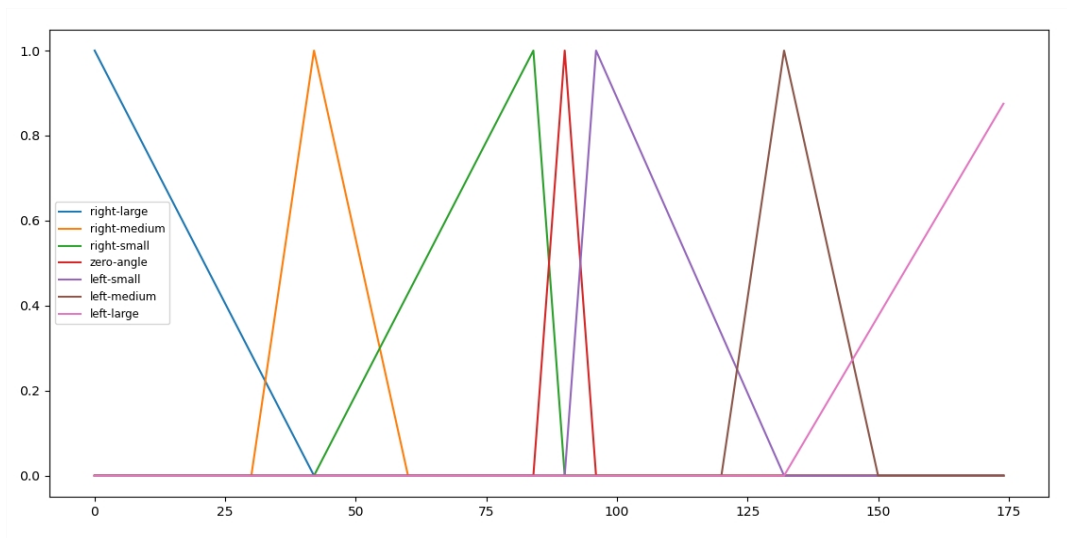


Figura 4: Ángulo

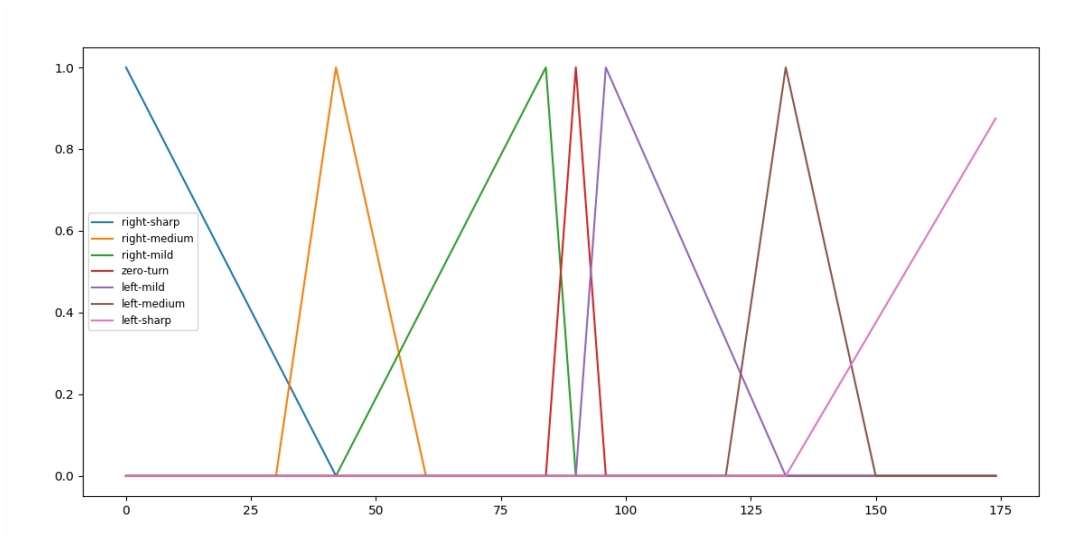


Figura 5: Dirección

Variable	Tipo	Dominio	Términos
Distancia	Estado	[0, 100]	muy cerca (PN), cerca (N), un poco lejos (LF), lejos (F), muy lejos (PF)
Ángulo	Estado	[0, 180]	der-grande (RL), der-mediano (RM), der-pequeño (RS), nulo (Z), izq-pequeño (LS), izq-mediano (LM), izq-grande (LL)
Dirección	Control	[0, 180]	izq-cerrado (LS), izq-moderado (LME), izq-leve (LMI), recto (ZT), der-leve (RMI), der-moderado (RME), der-cerrado (RS)

Cuadro 1: Variables lingüísticas del problema

3.3 Construcción de la base de reglas difusas

Para representar el conocimiento utilizamos reglas difusas de la forma:

“Si la distancia es A_i y el ángulo es B_i , entonces la dirección es C_i .”

A partir de un análisis detallado del problema se pudo construir el conjunto de reglas difusas representado en la Figura 6. Para leer una regla escogemos una fila para la distancia y una columna para el ángulo y la intersección es la dirección. Por ejemplo, si la distancia es cerca(N) y el ángulo es pequeño a la derecha (RS) entonces la dirección que debemos tomar es doblando a la izquierda cerrado (LS).

	RL	RM	RS	Z	LS	LM	LL
PF	ZT						
F			LMI	RMI			
LF		LMI	LME	RME			
N	LMI		LS	RS		RMI	
PN	LME	LME				RME	RME

Figura 6: Base de reglas difusas

4. Consideraciones obtenidas a partir de la solución del problema con el sistema de inferencia implementado

Fue necesario encontrar un número adecuado de segmentos en los que dividir el dominio de las variables para obtener un balance entre calidad y rapidez. Los mejores parámetros encontrados fueron de 20 para la distancia y

30 para la dirección y el ángulo. El método de desfusificación de Media de los Máximos fue descartado desde el comienzo al no brindar resultados satisfactorios. Se realizaron un total de 30 simulaciones con las combinaciones de Larsen y Centroide, Larsen y Bisección, Mamdani y Centroide y Mamdani y Centroide, pasando todas las pruebas con éxito.

5. Sobre la estructura del proyecto

La implementación consta de dos partes:

1. La implementación del sistema de inferencia, localizada en el directorio */src/fis*. La misma consta de los siguientes módulos:

classes.py Definición de las clases que representan las variables lingüísticas, conjuntos difusos, reglas y bases de reglas difusas.

defuzzification.py Métodos de desfusificación (Centroide, Bisección y Media de los Máximos)

fuzzy_inference_system.py Provee la interfaz necesaria para trabajar con el sistema de inferencia difusa.

inference_methods.py Métodos de inferencia (Mamdani y Larsen).

membership_functions.py Implementación de funciones de membresía (triangular, trapezoidal, singleton, recta)

2. La solución del problema propuesto, localizada en */src*. A su vez consta de 3 módulos:

main.py Interfaz de usuario que permite evaluar el sistema de inferencia difusa a través del problema propuesto. El usuario provee los parámetros de distancia y ángulo y obtiene la correspondiente dirección.

simulation.py Encargado de realizar las simulaciones.

robot_motion.py Modelación del problema usando el sistema de inferencia propuesto.