



Software para Definición y Simulación de Controladores Difusos

Alba M. Sánchez Gálvez¹, Arturo Rojas López¹, Ricardo Alvarez González²

1) **Facultad de Ciencias de la Computación**

14 sur y Av. San Claudio

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

2) **Facultad de Ciencias de la Electrónica**

18 sur y Av. San Claudio

MÉXICO

agalvez@solarium.cs.buap.mx, arl1221@hotmail.com, algor@kim.ece.buap.mx

Resumen: Se presenta un software para la definición y simulación de un controlador difuso, en el cual el usuario define los parámetros que determinan el controlador. La constante simulación y en su defecto adaptación, permiten evaluarlo, por lo que se considera al software como una herramienta didáctica en el área del control.

1 Introducción

La lógica difusa ha sido aplicada en campos tales como control de procesos, reconocimiento de imágenes, robótica y sistemas expertos. El control difuso es la primera aplicación exitosa industrial de la lógica difusa [1].

El control difuso refiere principalmente al control de procesos por medio de descripciones lingüísticas difusas. El fin del controlador es incorporar el conocimiento de un experto humano en el algoritmo de control.

Un controlador difuso es aquel que controla procesos por medio de un algoritmo difuso; diseñarlo consiste en generar y simular dicho algoritmo a partir de la siguiente secuencia de pasos:

- Determinar las variables y valores lingüísticos.
- Definir las funciones de membresía.
- Establecer las reglas difusas.
- Para cada valor de entrada determinar el grado de membresía del valor lingüístico (Fuzificación).
- Para cada regla determinar el grado del consecuente y el valor lingüístico de salida (Inferencia).
- Calcular el valor de salida (Defuzificación).

El uso del software está dirigido a usuarios, que familiarizados en el ambiente de ventanas, tenga la intención de experimentar el diseño y simulación de un algoritmo difuso. El software solicitará los datos necesarios para definir el controlador difuso de forma secuencial y para la simulación los datos de entrada que el usuario proporcione serán evaluados directamente o bien detallando el proceso. Los controladores difusos que se definan pueden ser almacenados en un archivo para sus futuras observaciones.

La aplicación de la lógica difusa en el área de control ha propuesto desde sus inicios varios modelos para la definición de un algoritmo difuso, por lo que es importante conservar los siguientes puntos:

- La definición de funciones de membresía con forma triangular.
- Mínimo dos variables lingüísticas de entrada y una de salida.
- Para la inferencia de valores de salida el uso de la composición max - min, el operador de implicación Mandani-min y el método de defuzificación centroide.

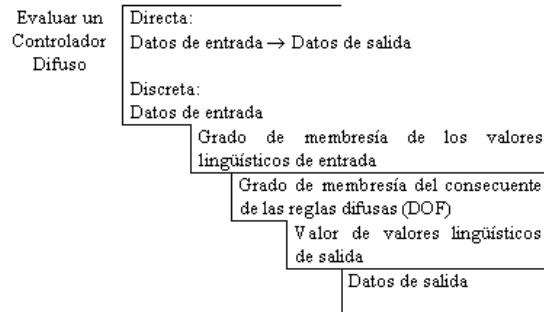
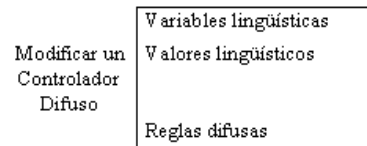
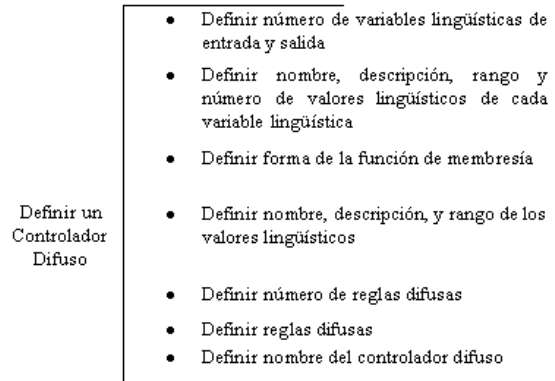
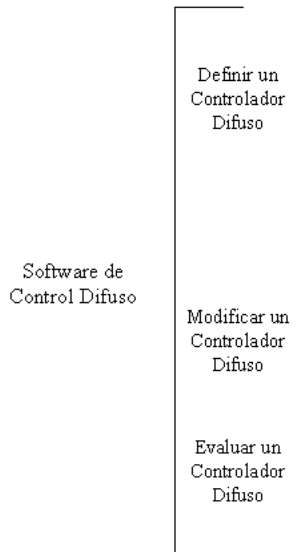


2 Formulación del Problema

El desarrollo de un sistema de control basado en lógica difusa requiere antes de ponerlo en práctica, simular lo mejor posible su operación, esto obedece a que los resultados no son del todo predecibles y muchas veces se requiere de ajustes en las reglas difusas antes de encontrar los parámetros adecuados [2]. Las más importantes aplicaciones se han desarrollado por la experimentación del sistema a controlar usando software que simule el comportamiento. Cuando se tiene la conducta deseada es materializado el controlador para que opere en el ambiente deseado. Por lo anterior, se necesita un software donde el usuario defina los valores que determinan un controlador difuso y pueda simular su respuesta a diferentes valores de entrada.

3 Solución del Problema

Un software para el desarrollo de controladores difusos básicamente debe permitir la definición y simulación. El esquema general es el siguiente:



Para el desarrollo del Software de Control Difuso se empleó el entorno Visual J++ 6.0, que permitió generar los siguientes formularios:

Para la definición del controlador, se aceptan como máximo 5 variables de entrada y dos de salida (Fig. 1).

Fig.1

Se deben dar los datos de las variables lingüísticas cuando se da clic en el botón *Definir Variables Lingüísticas*, el número máximo de valores lingüísticos por variable es de 5. El nombre será una abreviación de máximo tres letras de la variable lingüística. Se debe determinar la forma de la función de membresía, junto se encuentra un botón para ver las posibles combinaciones de las formas establecidas (Lineal, Triangular y Trapezoidal). Al dar clic en el botón *Siguiente* si los datos son propios al sistema, se abre la siguiente ventana, en caso contrario se muestran los mensajes de error (Fig. 2).

Fig. 2

Al dar clic en el botón *Definir Valores Lingüísticos* aparecen las variables definidas, en la parte inferior un botón para definir o mostrar los valores de la variable seleccionada, se almacenan los datos cuando se da clic en el botón *Guardar*. En la parte inferior se encuentra un campo para dar el número de reglas a definir (máximo 25, Fig.3).

Fig. 3

Para concluir la definición del controlador se genera el sistema de reglas, sólo se deben dar los valores de entrada pues las variables son fijas. Según el número de reglas se escoge una de ellas y se insertan los datos correspondientes, al finalizar todas, se escribe el nombre del controlador y el proceso es terminado al dar clic en el botón *Terminar* regresando al menú de inicio.

Para la evaluación aparece una ventana donde se escoge el nombre del controlador a evaluar, una vez seleccionado se determina de que forma se quiere realizar: a Detalle o Directa.

Fig. 4

La forma a Detalle funciona de la siguiente manera: al presionar el botón *Iniciar* (Fig. 4) se activan los campos propios de los datos de entrada al controlador, al



escribirlos la siguiente opción es el botón *Grados de Membresía* que mostrará en la ventana el grado correspondiente de las funciones de membresía a los datos dados; se activa el botón *Consecuentes* que permitirá ver cuáles reglas fueron “disparadas” por los datos de entrada lo que representa el DOF de la regla; ahora se activa el botón *Valores de Salida* que muestra en la ventana cuál es el grado que corresponde a los valores de las funciones de membresía de salida que contribuyen al valor final que es el último botón en activarse para proporcionar el nombre y valor de salida.



Fig. 5

En la evaluación Directa al dar clic en el botón *Iniciar* se activan los campos necesarios para los datos de entrada así como el botón *Evaluar* que al presionarlo dará el nombre y valor de salida (Fig. 5).

Para modificar el controlador las opciones a cambiar son : variables, valores lingüísticos y las reglas difusas, determinada la opción se da clic en el botón *Siguiente* y se realizan los cambios de la misma forma que se definen o bien se cancela la ventana regresando al menú de inicio; las figuras 6, 7 y 8 lo muestran.

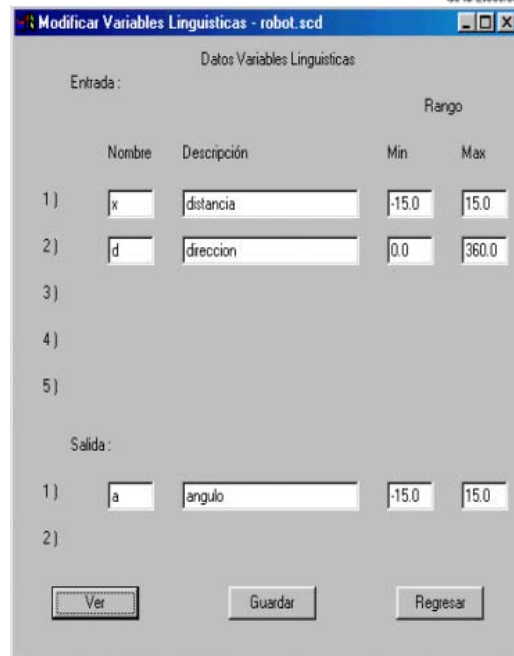


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

4 Conclusión

Se desarrolló un software capaz de ilustrar la forma comúnmente usada para definir y evaluar un controlador difuso, es decir, el



funcionamiento operativo para la inferencia. Se emplearon las técnicas mas usadas para evaluar el controlador: el método de composición max – min, el operador de implicación Mandani - min y el método de defuzificación centroide. Se pueden ver los datos obtenidos en cada una de las etapas de la evaluación confirmando el resultado y finalmente el controlador difuso caracterizado puede ser almacenado en un archivo para sus futuras referencias. El número de las aplicaciones difusas sigue incrementándose cada año, generando un gran incentivo a los investigadores dedicados al desarrollo del control difuso. Existe la necesidad de la experimentación simulada, debido a que no fue posible abarcar toda la teoría y métodos existentes, por el momento esta es la primera



versión del software y es nuestra intención continuar con su crecimiento.

Referencias:

- [1] Mehdi R.-Zargham, *Computer Architecture Single and Parallel Systems*, Prentice Hall, Pag. 371-389.
- [2] Gabriel Escarpita Monárrez, José Mireles Jr. García, Tablilla Electrónica de Control Basada en Lógica Difusa, *Memorias Electro97 XIX Congreso Internacional Académico de Ingeniería Electrónica*, Pag. 405-410.