

Sistema de Inferencia Difusa para una Lavadora

Daniel de la Osa Fernandez

Grupo C-411

D.OSA@ESTUDIANTES.MATCOM.UH.CU

Tutor(es):

1. El problema

Las lavadoras automáticas son unas maquinas que nos han facilitado enormemente la vida realizando una tarea que nos quitaba tiempo que podemos usar en otras cosas. Pero parte de esto fue posible a la lógica. Esta nos brinda la posibilidad de automatizar el proceso mediante un sistema de inferencia difusa que dado las variables de entrada nos devuelve el valor numérico para las variables de salida.

El sistema usado en para este problema pretende a partir del peso de la ropa en lavadora y el pH determinar que cantidad de agua que necesita así como la cantidad de detergente necesario para realizar el proceso de lavado obteniendo valores deseables de limpieza de la ropa. Teniendo en cuenta que mientras mas ácida este el pH mas sucia esta la ropa.

2. Principales ideas seguidas para la implementación del sistema

Para la implementación de este sistema se tuvo en cuenta el clásico esquema siguiente:

1. Difuzificación de las variables de entrada.
2. Evaluación de las reglas.
3. Agregación de las salidas de las reglas.
4. Desdifuzificación

Es te esquema es usado siguiendo el modelo de Mandami y Larsen. En el caso del modelo de Tsukamoto el proceso de 3 y 4 ocurre a la vez.

Para el proceso de difuzificación es necesario clasificar el grado de pertenencia de cada variable de entrada respecto al las diferentes clasificaciones a través de las funciones de pertenencia. Esto nos lleva a definir dos elementos mas que serian estas funciones y las clasificaciones. Las funciones usadas son del tipo triangular y trapezoidal y se define una por cada clasificación a la que puede pertenecer tato las variables de entrada como las de salidas.

Como son 4 variables y por cada una tenemos 3 clasificaciones, se tienen un total de 9 funciones de pertenencia. A partir de las variables de entrada (valores numéricos) se difuzifican mediante las funciones de

pertenencia correspondientes obteniéndose el grado de pertenencia de esa variable con ese valor a las diferentes clasificaciones. Estas funciones devuelven un valor entre cero y uno que indica este grado de pertenencia.

Luego viene el proceso de evaluación de las reglas de las cuales se obtiene los valores lógicos para hacer la inferencia. Tener en cuenta que los operadores AND se toman como el mínimo de los grados de pertenencia que se le aplica y los OR se toman como el máximo. Notar que todas las reglas siempre se evalúan ya que siempre existe un número que define el valor para el antecedente de la regla.

En este momento entran los diferentes modelos a seguir, ya que ellos definen como se realiza el proceso de obtención del consecuente así como la difuzificación para obtener los valores de las variables de salida.

2.1 Mandami

Mandami lo que plantea es que a partir del valor generado por el antecedente, usarlo para generar un corte paralelo al eje x de la función que define el grado de pertenencia para la clasificación que se encuentra en el consecuente(que pertenece a una variable de salida).

Luego de hacer este proceso con todos los consecuentes nos queda un conjunto de todas estas funciones recortadas. Aquí viene el proceso de agregación de dichas funciones mediante el operador de \cup creando un conjunto difuso que describe la variable de salida.

Pero esto nos da el valor todavía hasta ahora tenemos un conjunto, pero hay que elegir un elemento de este conjunto; y aquí entra la desdifuzificación. Este proceso se puede realizar mediante varios métodos en este sistema presentamos los resultados obtenidos realizando los siguientes métodos:

1. Centroide
2. Bisección
3. Mínimo de los Máximos
4. Máximo de los Máximos
5. Media de los Máximos

Estos métodos dado el conjunto difuso obtenido de la agregación nos devuelven un valor para la variable de salida.

2.2 Larsen

Este modelo es muy similar al de Mandami solo que en vez de recortar las funciones consecuentes las escala, es decir multiplica el valor resultado del antecedente por los valores de la función del consecuente. Luego el proceso continua igual que Mandami

2.3 Tsukamoto

En este caso se tiene muchas mas diferencias con respecto a los métodos anteriores. En este caso no hace falta desfuzificación con uno de los métodos expuestos anteriormente. El resultado de una variable Z que se quiere predecir se calcula mediante la siguiente formula:

$$Z = \frac{\sum w_i z_i}{\sum w_i} \quad (1)$$

Donde w_i representa el valor, producto de aplicar el antecedente en la regla i ; y z_i es w_i evaluado en la inversa de la función del consecuente en la regla i . Tener en cuenta que si la función consecuente no es inyectiva puede generarse dos o mas z_i por lo que se debe tomar una decisión con cual quedarse. En nuestro caso se eligió el primero pero pueden haber muchas mas decisiones por ejemplo el máximo la media de máximos etc. Varía con los problemas, pudiera también ser factible no usar este modelo si tenemos esta situación.

3. Características del Sistema de Inferencia Propuesto

Ahora se presentara las diferentes valores lingüísticos para las variables de salida y entrada que componen el sistema:

1. Peso de Ropa

- a) Ligero
- b) Medio
- c) Pesado

2. pH del Agua

- a) Ácido
- b) Neutral
- c) Básico

3. Cantidad de Agua

- a) Poca
- b) Media
- c) Mucha

4. Cantidad de Detergente

- a) Poco
- b) Medio
- c) Mucho

Para lograr obtener los grados de membrecía se usaron funciones triangulares y trapezoidales las cuales mostramos en la figura 1. Mediante estas funciones se obtuvieron los grados de membrecía para los valores de entrada para la posterior aplicación de las reglas.

El sistema de inferencia consta con las siguientes reglas:

- peso ligero \wedge pH ácido \implies detergente mucho
- peso ligero \wedge pH ácido \implies agua media
- peso ligero \wedge pH neutral \implies detergente medio
- peso ligero \wedge pH neutral \implies agua poco
- peso ligero \wedge pH básico \implies detergente poco
- peso ligero \wedge pH básico \implies agua poco
- peso medio \wedge pH ácido \implies detergente mucho
- peso medio \wedge pH ácido \implies agua mucho
- peso medio \wedge pH neutral \implies detergente medio
- peso medio \wedge pH neutral \implies agua medio
- peso medio \wedge pH básico \implies detergente poco
- peso medio \wedge pH básico \implies agua medio
- peso pesado \wedge pH ácido \implies detergente mucho
- peso pesado \wedge pH ácido \implies agua mucho
- peso pesado \wedge pH neutral \implies detergente medio
- peso pesado \wedge pH neutral \implies agua mucho
- peso pesado \wedge pH básico \implies detergente poco
- peso pesado \wedge pH básico \implies agua mucho

Al tener estas reglas se aplica los modelos de los que se vieron en la sección anterior. Si observamos la figura 2,4 y la figura 3,5 nos dan los resultados de la agregación luego de aplicar las reglas para los modelos de Larsen y Mandami respectivamente. Luego sobre es agregación se aplicaron todos los métodos implementados de desfuzificación de los que se trato en la sección anterior. Y los resultados gráficos los podemos observar en las figuras 6,7,8,9.

4. Consideraciones del problema usando este sistema

Hemos obtenidos diversos resultados al aplicar este sistema a nuestro problema de los cuales no se puede decir del todo si están bien o mal. Es decir en la práctica hubiera que probarlos con máquinas reales para realizar los ajustes necesarios así como elegir el mejor modelo a tomar. Ya que todo depende mucho de las funciones de membrecía que se declaren, a lo mejor con otras funciones o con las mismas utilizadas pero en diferentes posiciones pudieran lograr mejores resultados que otras.

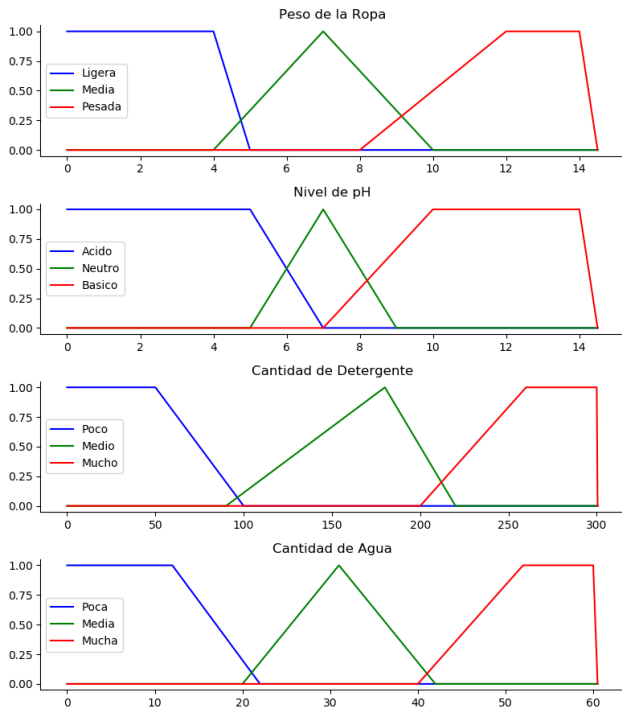


Figura 1: Funciones de Membrecia

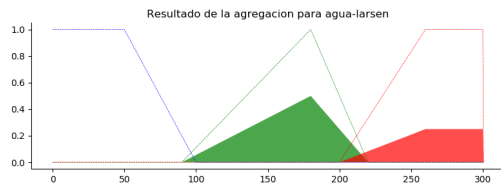


Figura 2: Resultado de la agregacion para agua-Larsen

Lo que si se cumplen es que los valores obtenidos cumplen las reglas , es decir los valores se corresponden con las clasificaciones que según las reglas y los valores de entrada deberían dar. Los resultados se pueden ver al ejecutar el sistema.

Tener en cuenta que en algunos casos puede que los métodos de desfuzificación podrían darnos valores no deseados como por ejemplo el mínimo de los máximos en la figura 6 o 7. Lo cual si se analiza está claro que se puede achacar en este caso a una función para describir la cantidad de agua poca mal definida, quizás con una función triangular o trapezoidal pudiera ser más factible para nuestro problema.

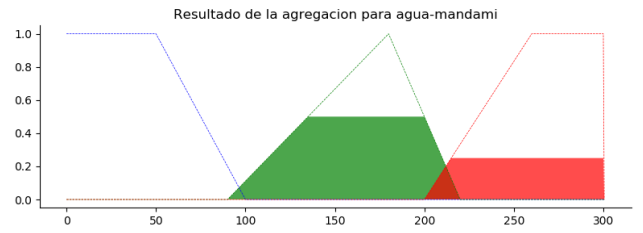


Figura 3: Resultado de la agregacion para agua-Mandami

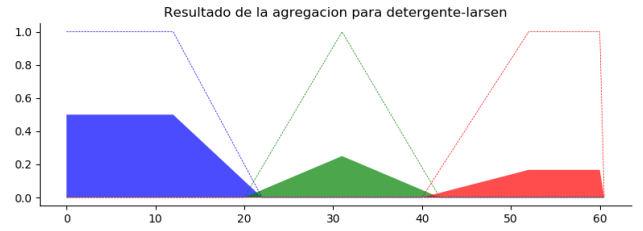


Figura 4: Resultado de la agregacion para detergente-Larsen

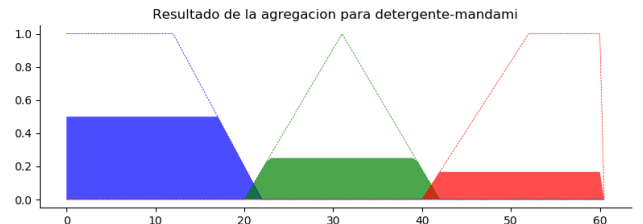


Figura 5: Resultado de la agregacion para detergente-Mandami

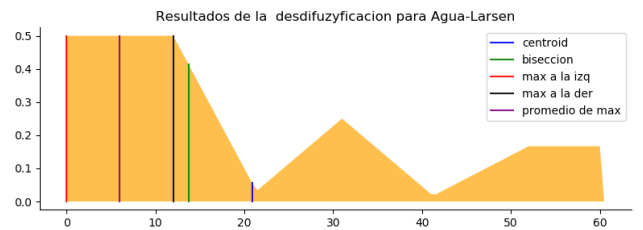


Figura 6: Resultado de la desfuzificacion para agua-Larsen

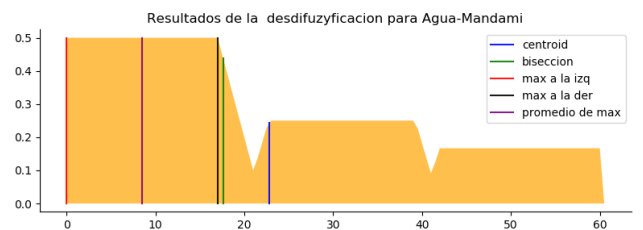


Figura 7: Resultado de la agregacion para Agua-Mandami

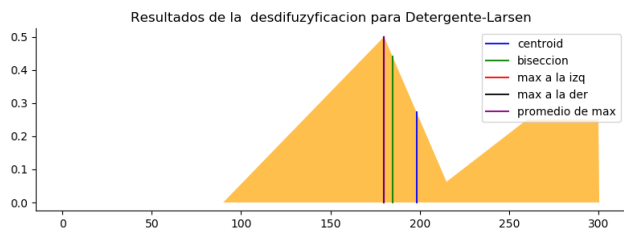


Figura 8: Resultado de la agregacion para detergente-Larsen

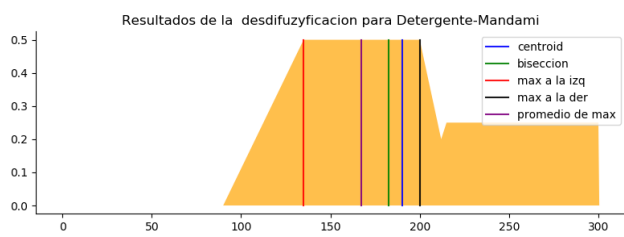


Figura 9: Resultado de la agregacion para Detergente-Mandami