

Trabajo practico 2

Sistemas borrosos para calefacción y enfriamiento

Introducción a la Inteligencia Artificial

Facundo Emmanuel Messulam y Franco Ignacio Vallejos Vigier

Junio 2022

1 Introducción

Para este trabajo sobre lógica borrosa y su implementación tomamos un caso de calefacción y enfriamiento de dos ambientes, uno arriba del otro, y modelamos el movimiento de la temperatura para generar reglas que permiten generar las situaciones difíciles en las que la lógica borrosa brilla.

La información para este trabajo fue generada con el conocimiento experto de los integrantes del grupo.

2 Desarrollo

2.1 Definición del problema

Se propone que existe un espacio de trabajo con dos habitaciones, una arriba de la otra, con una escalera que las comunica, las habitaciones estas refrigeradas por un sistema HVAC (sistema de humedad, ventilación y aire acondicionado).

Como las habitaciones tienen una columna de aire en común (la escalera, que no está separada por puertas), la temperatura se normaliza entre ambas de la siguiente forma: si abajo hace más calor, este sube, si arriba hace más frío, este baja.

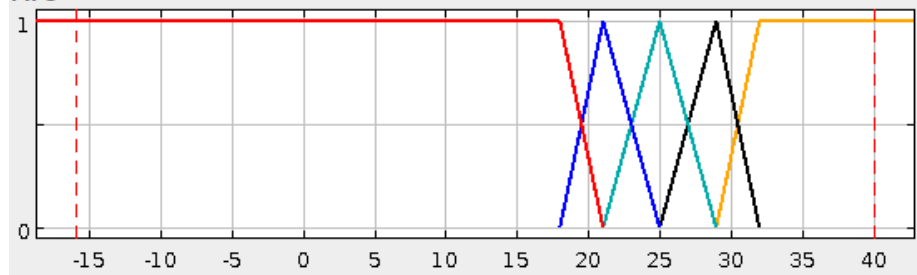
Además, las reglamentaciones (de espacios de trabajo) no permiten extremo frío (menor a $18C$) o extremo calor (mayor a $32C$). Los empleados desean (en promedio) una temperatura de $25C$ y se considera que la temperatura en la región geográfica puede variar de $-18C$ a $40C$.

Se proveen un termostato en cada habitación (T_1 abajo y T_0 arriba).

2.2 Representación del problema

2.2.1 Entradas

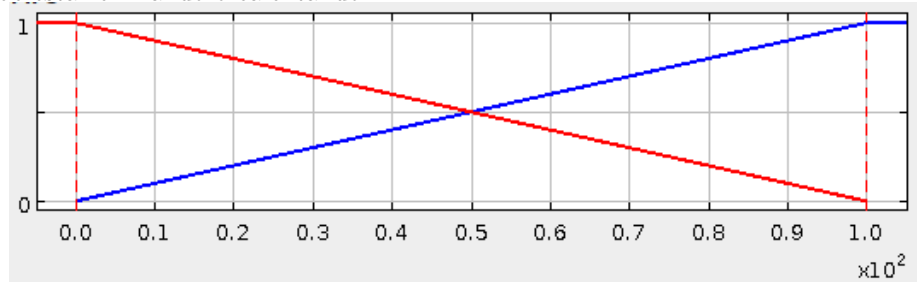
Acá se ve la representación de la entrada con una entrada fuzzy, en el eje X la temperatura en celcius. En el eje y la pertenencia a cada conjunto, los conjuntos son: En rojo “Muy frio”, en azul “Frio”, en cian “Normal”, en negro “Caliente”, en amarillo “Muy caliente”.



2.2.2 Salidas

Para la salida se definen dos salidas “HVAC caliente” y “HVAC frio”. Esto es un artefacto del modelado, el HVAC puede enfriar, calentar, ambos o ninguno; en la realidad, si se busca enfriar y calentar, se hace intermitentemente. La utilidad de esto es que si la habitación inferior esta caliente y la superior fria, se puede calentar ambas, y enfriar ambas, bajo el modelo, el calor sube a la superior y el frio baja a la inferior.

Se muestra la salida fuzzy, en rojo “Apagado”, en azul “Prendido”. Si se desea se puede pensar la salida de cada uno como la cantidad de tiempo que debe estar enfriando o calentando.



2.2.3 Reglas

T_0	T_1	HVAC Caliente	HVAC frio	Explicacion
Muy frio	Muy frio	Prendido	Apagado	
	Frio			
	Normal			
	Caliente			
Muy frio	Muy caliente	Prendido	Prendido	Frio baja y calor sube
Frio	Muy Frio	Prendido	Apagado	
	Frio			
	Normal			
Frio	Caliente	Prendido	Prendido	Frio baja y calor sube
Frio	Muy Caliente	Apagado	Prendido	Muy caliente es ilegal, enfriar lo mas rapido posible
Normal	Muy frio	Prendido	Apagado	
	Frio			
Normal	Normal	Apagado	Apagado	Este es el estado ideal
Normal	Caliente	Apagado	Prendido	
	Muy caliente			
Caliente	Muy frio	Prendido	Apagado	Muy frio es ilegal, calentar lo mas rapido posible
Caliente	Frio	Apagado	Apagado	No es posible arreglar esto bajo el modelo
Caliente	Normal	Apagado	Prendido	
	Caliente			
	Muy caliente			
Muy caliente	Muy frio	Apagado	Apagado	No es posible arreglar esto bajo el modelo
Muy caliente	Frio	Apagado	Prendido	
	Normal			
	Caliente			
	Muy caliente			

Notese como el “trabajo” que hace el modelo es para llevar el edificio a Normal y prioriza las necesidades legales a las de los trabajadores.

3 Pruebas (ajustando parámetros)

Las pruebas se hicieron teniendo en cuenta que resultados se quieren en ciertos casos especiales, estos son:

- Que pasa cuando ambas temperaturas son entre $24C$ y $26C$, el ideal es que no este prendido ni enfriando, ni calentando.
- Que pasa en las temperaturas extremas.

3.1 T-norma

T-norma	T_0	T_1	HVAC Caliente	HVAC Frio
Producto	24.3	25.3	17.5	7.5
Minimo			21.7	13.0
Lukasiewicz			11.7	0.0
Producto	17.5	17.5	100.0	0.0
Minimo			100.0	0.0
Lukasiewicz			100.0	0.0
Producto	19.5	30.5	75.0	75.0
Minimo			75.0	75.0
Lukasiewicz			0.0	0.0
Producto	30.5	30.5	0.0	100.0
Minimo			0.0	100.0
Lukasiewicz			0.0	0.0

Claramente Lukasiewicz es ideal bajo el primer ítem. Pero no sirve por los errores en las siguientes dos temperaturas, entonces se elije el mínimo.

3.2 Defuzificacion

Defusificador	T_0	T_1	HVAC Caliente	HVAC Frio
Area	24.3	25.3	23.6	14.0
Media maxima			5.0	0.0
Sugeno			21.7	13.0
Area	17.5	17.5	100.0	0.0
Media maxima			100.0	0.0
Sugeno			100.0	0.0
Area	19.5	30.5	65.5	65.5
Media maxima			100.0	100.0
Sugeno			75.0	75.0
Area	30.5	30.5	0.0	100.0
Media maxima			0.0	100.0
Sugeno			0.0	100.0

Minimizando los gastos de climatización, se elije la media máxima, además, esta la única que enfría y calienta al máximo en el caso de $19.5C$ y $30.5C$

3.3 T-conorma

T-conorma	T_0	T_1	HVAC Caliente	HVAC Frio
Sum	24.3	25.3	5.0	0.0
Max			8.8	8.8
Sum	17.5	17.5	100.0	0.0
Max			100.0	0.0
Sum	19.5	30.5	100.0	100.0
Max			50.0	50.0
Sum	30.5	30.5	0.0	100.0
Max			25.0	75.0

Se toma la suma, porque minimiza los costos de climatización cerca de los 25.0C y la climatización en los otros casos es muy buena.

4 Resultados

He aquí los resultados para temperaturas particulares a modo de ejemplo:

T_0	T_1	HVAC Caliente	HVAC Frio
24.3	25.3	5.0	0.0
17.5	17.5	100.0	0.0
19.5	30.5	100.0	100.0
30.5	30.5	0.0	100.0
22.5	27.5	100.0	100.0
27.5	22.5	0.0	0.0

Como se ve, se logran los resultados deseados de “acercarse” a 25C, sin embargo, el gasto energético para temperaturas aceptables (22.5 y 27.5) son muy altos, pero pueden considerarse aceptables si esta temperatura cambia rápidamente, ya que el gasto decrece rápido cerca de 25C.

5 Conclusiones

Se lograron resultados muy útiles para el modelo dado. A pesar de las limitaciones propias de la capacidad de inferencia con reglas, el sistema en general es aceptablemente bueno. Sin embargo, es claro que la cantidad de reglas necesarias para incluso un modelo simple crece exponencialmente (en nuestro caso es 5^x donde x representa la cantidad de habitaciones con termostato). Esto lleva a pensar que una inferencia que extrapole de menos reglas, o reglas que se solapen, sería más útil.