

Ejercicio 1

Supongamos que un médico pediatra realiza un primer diagnóstico observando si hay Fiebre, Dolor de garganta, Sarpullido.

- Si hay sólo fiebre media o alta, se puede pensar en una virosis de origen dudoso y se observa al paciente durante las siguientes 24 hs. Medicar con antitérmico.
- Si hay fiebre alta y dolor de garganta intenso, se puede pensar en una laringitis. Medicar con antitérmico/analgésico.
- Si hay fiebre alta y dolor de garganta y sarpullido rojo de textura áspera como la del papel de lija, se debe pensar en escarlatina (*Streptococcus* grupo A, escarlatina). Medicar con antibiótico.

Los valores normales de fiebre son desde 36 grados por debajo (alrededor) de 37 grados, entre 37 y 38 se puede pensar en fiebre media, a partir de los 39 grados, fiebre francamente alta.

Los niveles de dolor de garganta son evaluados por el paciente con una escala de 0 a 1: Bajo-Medio-Alto conjuntos separados en forma regular según las formas semi-trapezoidal inferior, triangular, semi-trapezoidal superior, respectivamente.

El aspecto del sarpullido se puede medir entre color y textura del 1 al 10 por un experto según las formas semi-trapezoidal inferior (poco color/textura), triangular (color o textura visible), semi-trapezoidal superior (color y textura importante)

Identificar:

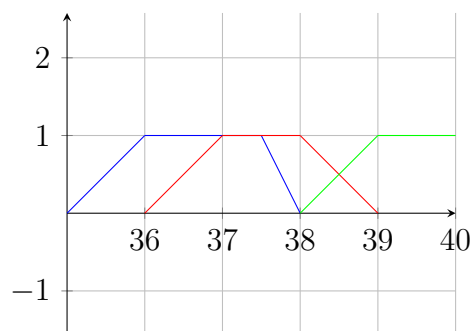
1. Las variables lingüísticas.
2. Los conjuntos borrosos. Dibujarlos.
3. Las reglas borrosas.

Predecir la acción del pediatra según observe las siguientes entradas:

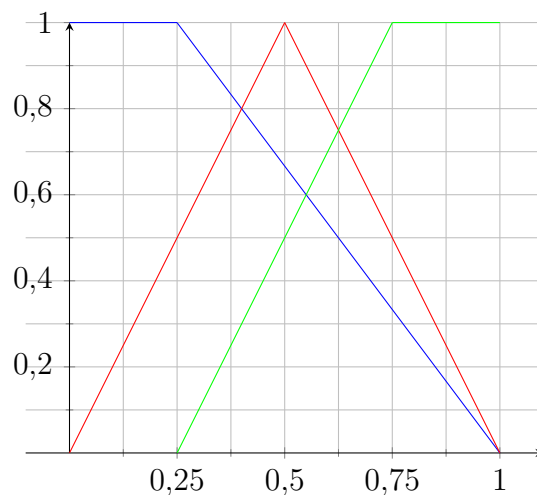
4. Fiebre de 38 grados, dolor de garganta agudo (del 1 al 10 el paciente dice 7 durante el día y 9 al atardecer), no hay sarpullido. Qué operaciones borrosas utiliza?
5. Fiebre de 39 grados, dolor de garganta medio (del 1 al 10 el paciente dice 6 durante el día y 7 al atardecer), hay sarpullido rojo tipo lija (del 1 al 10 el médico observa un 7). Qué operaciones borrosas utiliza?

Solución

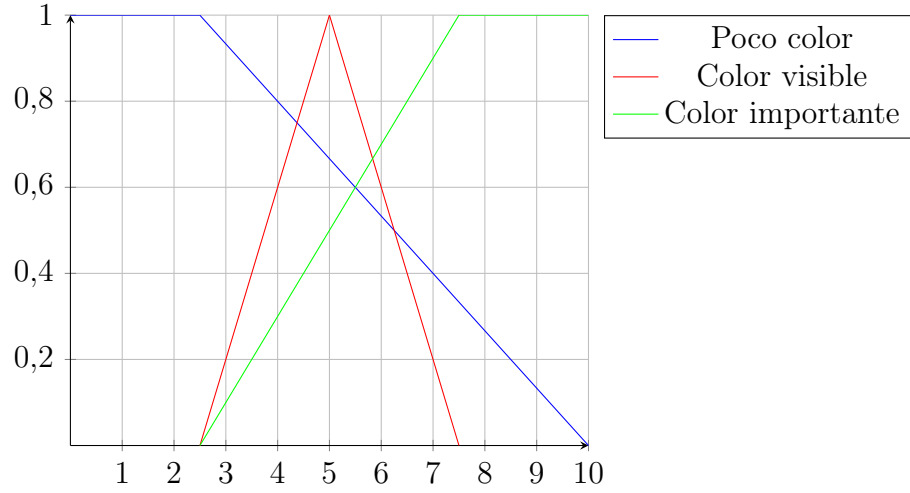
1. Son variables lingüísticas: «fiebre», «dolor de garganta» y «aspecto del sarpullido».
- 2.



— Fiebre Normal
— Fiebre Media
— Fiebre Alta



— Dolor bajo
— Dolor medio
— Dolor alto



3.

- $\text{solo fiebre} : M \Rightarrow \text{virosis} \wedge \text{antibiotico}$
- $\text{solo fiebre} : A \Rightarrow \text{virosis} \wedge \text{antibiotico}$
- $\text{fiebre} : A \wedge \text{dolor} : A \Rightarrow \text{laringitis} \wedge \text{antitermico/analgesico}$
- $\text{fiebre} : A \wedge \text{dolor} : M \wedge \text{sarpullido} : I \Rightarrow \text{escarlatina} \wedge \text{antibiotico}$

4. Observemos que las primeras dos reglas no intervienen en nuestra decisión pues además de fiebre también hay dolor. Para las restantes tenemos $\text{alta}(38) = 0$ por lo cual tampoco intervienen. Por lo tanto no podemos tomar una decisión con nuestro modelo.
5. Observemos que las primeras dos reglas no intervienen en nuestra decisión pues además de fiebre también hay dolor. Para las restantes tenemos:

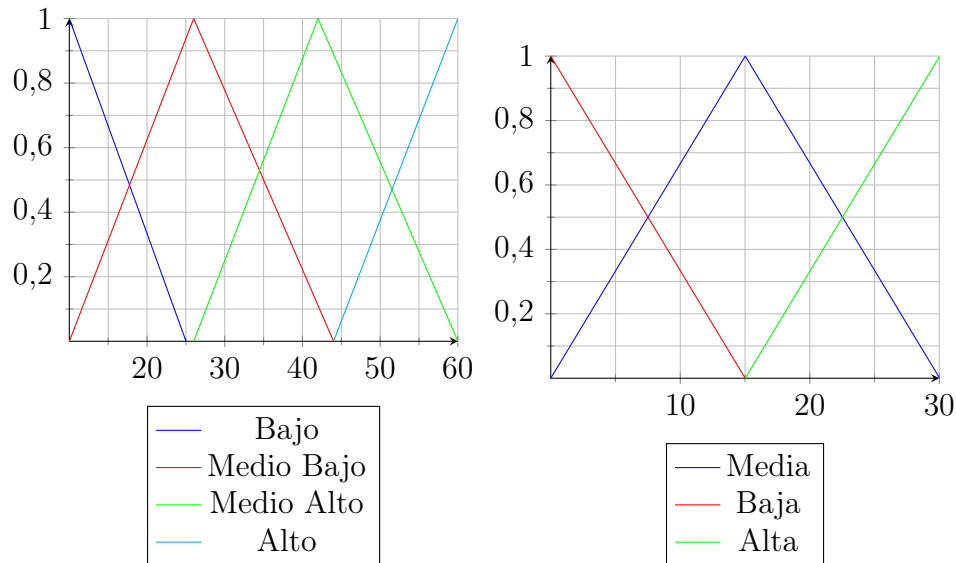
- $normal(39) = 0$; $media(39) = 0$; $alta(39) = 1$.
- $medio(6) = 0,8$; $alto(6) = 0,7$; $medio(7) = 0,6$; $alto(7) = 1$.
- $intenso(7) = 0,9$.

Para la tercer regla durante el día, usando la T-norma mínimo obtenemos un disparo de $\min(1; 0,7) = 0,7$ y por el atardecer $\min(1; 0,6) = 0,6$.

Para la cuarta regla durante el día $\min(1; 0,8; 0,9) = 0,9$ y durante el atardecer $\min(1; 0,6; 0,9) = 0,6$.

Ejercicio 2

Consideremos el siguiente modelo de conocimiento borroso que vincula el «índice de masa corporal» ICM ($peso/altura^2$), la presión arterial y el riesgo a padecer enfermedades cardíacas.



Calcule el Grado de Veracidad de las reglas para los valores:

1. ICM = 55; Presión = 25.
2. ICM = 55; Presión = 15.

- Si el ICM es Alto y la Presión NO es Media THEN ... hay riesgo.
- Si el ICM es Medio_alto y la Presión es Alta THEN ... hay riesgo.

Utilice distintos operadores AND.

Solución

1. Observemos que:

- $alto(55) = 0,6875$.
- $media(25) = 0,335$.
- $medio_alto(55) = 0,278$.
- $alta(25) = 0,665$.

Luego, usando la T-norma mínimo tenemos que el grado de veracidad de la primer regla es $\min\{0,6875; 1 - 0,335\} = 0,665$ y el de la segunda $\min\{0,278; 0,665\} = 0,278$.

Si utilizamos el producto entonces el grado de veracidad de la primer regla es $0,6875 \cdot (1 - 0,335) = 0,457188$ y el de la segunda $0,278 \cdot 0,665 = 0,18487$.

2. Observemos que:

- $media(15) = 1$.
- $alta(15) = 0$.

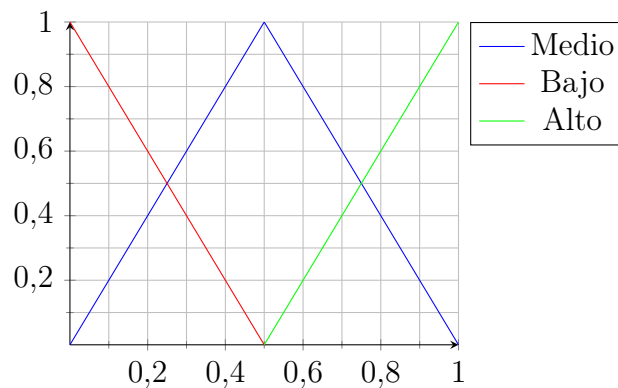
Luego, usando la T-norma mínimo tenemos que el grado de veracidad de la primer regla es $\min\{0,6875; 1 - 1\} = 0$ y el de la segunda $\min\{0,278; 0\} = 0$.

Si utilizamos el producto tenemos que el grado de veracidad de la primer regla es $0,6875 \cdot (1 - 1) = 0$ y el de la segunda $0,278 \cdot 0 = 0$.

Ejercicio 3

Nuevamente, consideremos el siguiente modelo de conocimiento borroso que vincula el ICM, la presión arterial y el riesgo a padecer enfermedades cardíacas.

1. $bajo \Rightarrow alto$.
2. $medio_bajo \wedge baja \Rightarrow bajo$.
3. $medio_bajo \wedge media \Rightarrow bajo$.
4. $medio_bajo \wedge alta \Rightarrow medio$.
5. $medio_alto \wedge baja \Rightarrow medio$.
6. $medio_alto \wedge media \Rightarrow medio$.
7. $medio_alto \wedge alta \Rightarrow alto$.
8. $alta \Rightarrow alto$.



Para las entradas $IMC = 35$ y $Presión = 15$

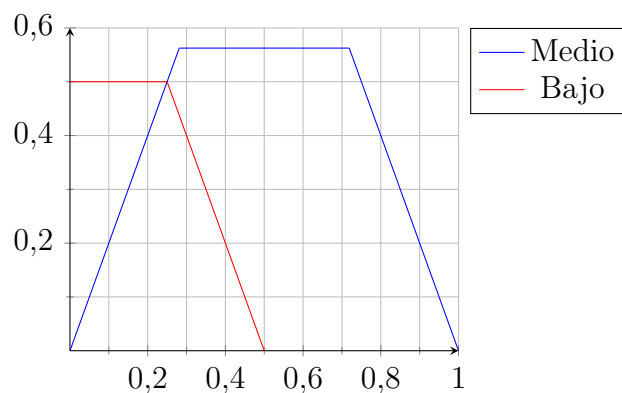
- a) Determine el grado de veracidad o disparo de cada una de las reglas.
- b) Estime el Riesgo según el método de inferencia MaxMin y defuzificación según el valor medio del máximo.
- c) Analice si se puede reescribir el modelo en un número de reglas menor admitiendo el uso de más operadores lógicos. Qué cambios haría?

Solución

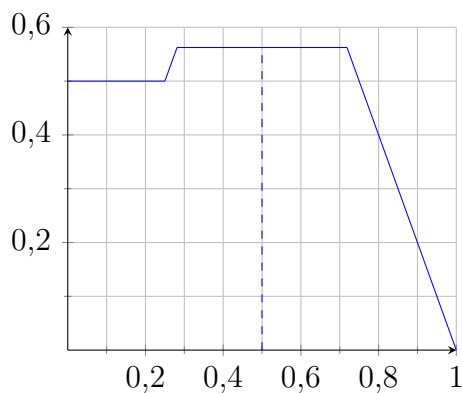
a) Utilizaré T-norma mínimo:

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1) 0. | 5) $\min \{0,5625; 0\} = 0$. |
| 2) $\min \{0,5; 0\} = 0$. | 6) $\min \{0,5625; 1\} = 0,5625$. |
| 3) $\min \{0,5; 1\} = 0,5$. | 7) $\min \{0,5625; 0\} = 0$. |
| 4) $\min \{0,5; 0\} = 0$. | 8) 0. |

b) La regla 3 se dispara con un grado de 0,5 y la regla 6 con 0,5625, luego tenemos las siguientes gráficas para el consecuente:



y considerando el máximo entre ambas tenemos:



de donde concluimos que el valor medio del máximo es $\frac{0,71875 + 0,28125}{2} = 0,5$.

c) COMPLETAR.

Ejercicio 4

Considere la base de conocimiento que vincula la velocidad de un vehículo prototipo (v) y la fuerza de frenado (f), y la fuerza de frenado f con el tiempo de vida t de los frenos formada por las siguientes reglas:

1. Si v es baja entonces f debe ser baja.
2. Si v es alta entonces f debe ser elevada.
3. Si f es baja entonces t es elevado.
4. Si f es alta entonces t es bajo.

Con los siguientes conjuntos borrosos:

- $v_{\text{Baja}} (\text{Km/h}) = (0/0 \ 0.25/10 \ 0.5/20 \ 0.75/30 \ 1/40 \ 0.75/50 \ 0.5/60 \ 0.25/70 \ 0/80)$
- $v_{\text{Alta}} (\text{Km/h}) = (0/40 \ 0.25/50 \ 0.5/60 \ 0.75/70 \ 1/80 \ 0.75/90 \ 0.5/100 \ 0.25/110 \ 0/120)$
- $f_{\text{Baja}} (\text{N}) = (0/0 \ 0.5/100 \ 0.75/150 \ 1/200 \ 0.75/250 \ 0.5/300 \ 0/400)$
- $f_{\text{Alta}} (\text{N}) = (0/200 \ 0.5/300 \ 1/400 \ 0.5/500 \ 0/600)$
- $t_{\text{Bajo}} (\text{años}) = (1/0 \ 1/2 \ 0.75/2.5 \ 0.5/3 \ 0.25/3.5 \ 0/4)$
- $t_{\text{Alto}} (\text{años}) = (0/0 \ 0.5/3 \ 1/4 \ 1/5)$

- a) Determinar la *fuerza de frenado* f para una velocidad $v = 50 \text{ Km/h}$ de un hecho específico según el modelo de inferencia de Mamdani (Max-Min).

OBS: para defuzzificar, usar la técnica del primer valor máximo del área.

- b) Considerando el valor crisp de fuerza de frenado f del punto anterior, obtener el tiempo de vida t de los frenos.

OBS: para defuzzificar, usar la técnica del valor medio del máximo del área.

- c) Indique si hay alguna regla que no se disparó para evaluar el hecho $v = 50 \text{ Km/h}$ versus t de vida de los frenos.

Solución COMPLETAR.

Ejercicio 5

Considere las siguientes reglas como parte de la base de conocimiento de un robot autónomo. En ellas se muestra la relación entre las variables sensadas: distancia a un objeto ($Dist$); Fuerza de Rozamiento (Fr) y acciones consecuentes que realiza el objeto: aplicación de fuerza de frenado ($Ffrena$).

1. Si $Dist$ es *media* y Fr es *baja* entonces $Ffrena$ es *alta*.
2. Si $Dist$ es *cerca* y Fr es *baja* entonces $Ffrena$ es *media*.
3. Si $Dist$ es *lejos* y Fr es *baja* entonces $Ffrena$ es *media*.
4. Si $Dist$ es *cerca* y Fr es *alta* entonces $Ffrena$ es *media*.
5. Si $Dist$ es *cerca* y Fr es *media* entonces $Ffrena$ es *alta*.

Con las siguientes variables lingüísticas y conjuntos borrosos:
COMPLETAR.

- a) Determinar cuántas y qué reglas se disparan si ocurre un hecho donde un robot tiene un objeto a una distancia $Dist = 70$ metros siendo la Fuerza de Rozamiento $Fr = 23 \text{ N}$. Indique el grado de veracidad (disparo) de cada regla usando la Tnorma mínimo.
- b) Estimar la fuerza de frenado $Ffrena$ para dicho hecho ($Dist = 70$; $Fr = 23 \text{ N}$) según el modelo de inferencia de MaxMin.

OBS: para defuzzificar, usar la técnica del valor medio del valor máximo del área.

- c) Nuevamente, determinar cuántas y qué reglas se disparan si ocurre otro hecho donde el robot tiene un objeto a una distancia $\text{Dist} = 50$ metros siendo la Fuerza de Rozamiento $F_r = 30$ N.

Solución COMPLETAR.

Ejercicio 6 (opcional)

Solución COMPLETAR.