

EJERCICIOS-BLOQUE-2-SI-II.pdf



Anónimo



Sistemas Inteligentes II



3º Grado en Ingeniería Informática



Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática
Universidad de Málaga



Estamos de
Aniversario

De la universidad al
mercado laboral:
especialízate con los posgrados
de EOI y marca la diferencia.

EOI Escuela de organización industrial

saber más



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

EJERCICIOS
APRENDIZAJE
PAJESIANO

EJERCICIO 3.1.

Calcular el modelo de máxima verosimilitud si el conjunto de observaciones es:

i) Cara, Cara

ii) Cara, Cruz

iii) Cara, Cara, Cara

i) Sea $\Omega = \{0_1, 0_2\} = \{\text{cara}, \text{cruz}\}$ y $\theta \in \mathbb{R}^n$, en este caso $n=1$ un modelo. Se define la función de verosimilitud del modelo dadas las observaciones como

$$L(\theta | \Omega) = P[\Omega_1, \Omega_2 | \Omega] = \prod_{i=1}^2 P[\Omega_i | \theta] =$$

$= \theta^2$, buscamos maximizar la función

θ^2 con $\theta \in [0, 1]$, luego se toma $\theta = 1$, así el modelo de máxima verosimilitud sería

$$\theta = P[\text{cara}] = 1$$

ii) Sería análogo solo que habría que maximizar $(1 - \theta)^2$ (luego para que eso ocurra)

$$\theta = P[\text{cara}] = 0$$

iii) Habría que maximizar

$$f(\theta) = \theta^2(1 - \theta) \Rightarrow \theta^2 - \theta^3 \Rightarrow f'(\theta) = 2\theta - 3\theta^2$$
$$= (2 - 3\theta)\theta = 0 \Rightarrow \theta = 0 \quad \checkmark \quad \theta = 2/3$$



Es creciente la función en $(0, 2/3)$ para $f' > 0$, luego el máximo es $\theta = 2/3$

WUOLAH

Ejercicio 3.2.

Calcular el resto.

$$P[\text{edad} > 50] = 8/20$$

$$P[\text{obesidad} = \text{si}] = 6/20$$

$$P[\text{hemia} = \text{si} \mid \text{edad} > 50, \text{obesidad} = \text{si}] = 3/3$$

$$P[\text{hemia} = \text{si} \mid \text{edad} < 50, \text{obesidad} = \text{no}] = 1/5$$

$$P[\text{hemia} = \text{no} \mid \text{edad} < 50, \text{obesidad} = \text{si}] = 0$$

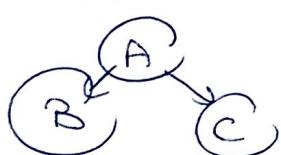
$$P[\text{hemia} = \text{no} \mid \text{edad} < 50, \text{obesidad} = \text{no}] = 0$$

$$P[\text{indigestion}] = \dots$$

Es contar.

EJERCICIO EJEMPLO ALTERNATIVA 1 (MODA)

Red:



	A	B	C
O ₁	+a	-b	+c
O ₂	+a	+b	-c
O ₃	+a	-b	-c
O ₄	-a	+b	-c
O ₅	-a	-b	+c
O ₆	+a	-b	

Calcular
frecuencia
de ocurrencia
y
el

Estableceremos que para completar datos se usa la moda de C, que es -c.

Así ahora necesitamos aprender

$$P[+a]$$

$$P[-b|+a]$$

$$P[-b|-a]$$

$$P[+c|-a]$$

$$P[+c|+a]$$

, sea respectivamente

$$4/6$$

$$2/4$$

$$1/2$$

$$1/4$$

$$1/2$$

$$\text{Ahora } \hat{e} = \frac{1}{6} \left(\sum_{i=1}^6 P(O_i) \right)$$

$$\cancel{\frac{1}{6} \left(\frac{4}{6} + \frac{2}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{0}{6} \right)} = \cancel{0.555} = 0.555$$

$$P[\text{C}_1 | \Theta] = P[a_1, +b_1, +c_1] = P[a_1] P[b_1 | a_1] P[c_1 | a_1]$$

↑
Th. Fundamental

$$= \frac{4}{6} \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$$

$$P[\text{C}_2 | \Theta] = P[a_2] P[b_1 | a_2] P[c_1 | a_2] =$$

$$= \frac{4}{6} \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$$P[\text{C}_3 | \Theta] = P[a_3] P[b_1 | a_3] P[c_1 | a_3] =$$

$$= \frac{4}{6} \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$$

$$P[\text{C}_4 | \Theta] = P[a_4] P[b_1 | a_4] P[c_1 | a_4] =$$

$$= \frac{2}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{12}$$

$$P[\text{C}_5 | \Theta] = P[a_5] P[b_1 | a_5] P[c_1 | a_5] =$$

$$= \frac{2}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{12}$$

$$P[\text{C}_6 | \Theta] = P[a_6] P[b_1 | a_6] P[c_1 | a_6] =$$

$$= \frac{2}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$$\Rightarrow \hat{\ell} = \frac{1}{6} (3\log \frac{1}{4} + 3\log \frac{1}{12}) = -1.9356$$

EJERCICIO
EJEMPLO ALTERNATIVA &
ELIMINAR INCALCULABLES

$$P[a_1] = \frac{3}{6}$$

$$P[b_1 | a_1] = \frac{2}{3}$$

$$P[c_1 | a_1] = \frac{1}{2}$$

$$P[b_1 | a_2] = \frac{1}{3}$$

$$P[c_1 | a_2] = \frac{1}{2}$$

Entendiendo θ_i , calcular $\theta_i = P[\text{C}_i | \Theta]$ como antes y por último $\hat{\ell}$



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

PREGUNTA 1

¿Qué modelo de urnas confiaza? ¿Y más?

- a) verosimilitud = 2
- b) verosimilitud = 0'9
- c) verosimilitud = 0'1
- d) verosimilitud = 0'0001

Menos: d)
Más: b)

PREGUNTA 2

¿Qué modelo de urnas confiaza si el promedio de bc log-verosimilitud es ...?

- a) 0'9
- b) -90
- c) -10
- d) -1

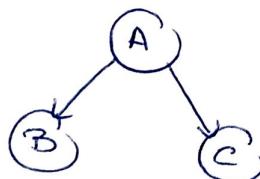
Más: d)
Menos: b)

RECORDATORIO

$$0 \leq L \leq 1$$
$$\hat{e} \leq 0$$

L cerca de 1/V
 \hat{e} cerca de 0/V

EJERCICIO EJEMPLO ALTERNATIVA 3 (ANEXO E-4)



	A	B	C
O ₁	+a	+b	+c
O ₂	+a	+b	-c
O ₃	+a	-b	-c
O ₄	-a	+b	-c
O ₅	-a	-b	+c
O ₆	+a	-b	

¿Máxima verosimilitud?

Necesitamos aprender

$$\Omega_1 = P[+a]$$

$$\Omega_2 = P[+b|+a] \quad [P[+b|-a]] = \Omega_3$$

$$\Omega_3 = P[+c|+a] \quad [P[+c|-a]] = \Omega_5$$

para tener los datos incompletos, valores a aplicar Alg. EM.

WUOLAH

Calcularmos de ese modelo en gree

$$\theta_{1i} = \theta_{1S} \quad \forall i \in \{1, \dots, S\}$$

Ese la fase de expectación, es decir de dar un valor fijo para el dato que falta, dejando la probabilidad de cada uno, ie, tener la tabla anterior donde

θ_{1S}	$+a$	γb	$P[+c +a, \gamma b] =$	$= P[+c +a] = 1/2$	$P[\gamma c +a, \gamma b] = 1 - 1/2 = 1/2$

Así que si ahora pasamos a una fase de actualización

$$\theta_{11} = P[+a] = 4/6$$

$$\theta_{12} = P[+b+a] = 1/2$$

$$\theta_{13} = P[+b|\gamma a] = 1/2$$

$$\theta_{14} = P[+c| +a] = \frac{1/2}{4}$$

$$\theta_{15} = P[+c|\gamma a] = 1/2$$

$$\text{Así ahora } P[+c| +a, \gamma b] = 1/2/4$$

$$P[\gamma c| +a, \gamma b] = 1 - 1/2/4 = \frac{7/8}{4}$$

Hacemos otra iteración nueva.

$$\theta_{2i} = \theta_{1i} \quad \forall i \in \{1, 2, 3, 4\}$$

$$\theta_{24} = P[c| +a] = \frac{1 + 1/2}{4} = \frac{1}{32}$$

Determinemos ya el algoritmo de esta iteración y calculemos

$$\hat{\ell}(\theta, \varphi) = \frac{1}{G} \left(\sum_i \log(P[\alpha_i | \theta]) \right)$$

Calcularemos $P[\alpha_i | \theta]$



¿Hasta cuándo vas a aguantar así?

Déjate de Keep Calm.



Haz terapia psicológica online. Cómodo,
rápido y por solo 30€. Jovenmind.
Tu mente se lo merece.



¡Escanea!

$$P[\alpha_1 | \theta] = P[+a] P[+b|+a] P[+c|+a] = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{11}{32} = \frac{11}{96}$$

↑
Th.Fund.

$$P[\alpha_2 | \theta] = P[+a] P[-b|+a] P[-c|+a] = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{21}{32} = \frac{7}{32}$$

$$P[\alpha_3 | \theta] = P[+a] P[-b|-a] P[-c|-a] = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{21}{32} = \frac{7}{32}$$

$$P[\alpha_4 | \theta] = P[-a] P[+b|+a] P[-c|+a] = \frac{2}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{12}$$

$$P[\alpha_5 | \theta] = P[-a] P[+b|-a] P[-c|-a] = \frac{1}{12}$$

$$P[\alpha_6 | \theta] = P[-a] P[-b|+a] \left(P[-c|+a] + P[-c|-a] \right)$$

$$= \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{11}{32} + \frac{21}{32} \right) = \frac{1}{3}$$

Luego $\hat{e}(\theta|\psi) = \frac{1}{6} \left(2\log \frac{1}{12} + 3\log \frac{7}{32} - 1\log \frac{11}{96} + 1\log \frac{1}{3} \right)$

$$= \underline{\underline{-1.879088}}$$



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

| Ejercicio 3.3 |

obtener la función de utilidad en su desarrollo del promedio del logaritmo para la siguiente estructura y observaciones: Hacer 2 iteraciones del alg. EM.

obs	A	B	C
O ₁	+a	+b	+c
O ₂	+a	+b	-c
O ₃	+a	-b	-c
O ₄	-a	+b	-c
O ₅	-a	-b	+c
O ₆	+a	-b	



Necesitamos aprender:

$$P[a] = \theta_1$$

$$P[+b|+a] = \theta_2$$

$$P[+c|+b] = \theta_3$$

$$P[+b|-a] = \theta_4$$

$$P[+c|-b] = \theta_5$$

Colectamos con el modelo $\theta_o = (\theta_{o1}, \theta_{o2}, \dots, \theta_{os}) = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \right) \in \mathbb{R}^s$

Ahora consideramos $P[+c|-a, +b] = \theta_6$

$$P[+c|-a, -b] = \theta_7$$

Hacemos una primera iteración

$$\theta_{11} = P[+a] = \frac{4}{6}$$

$$\theta_{12} = P[+b|+a] = \frac{1}{2}$$

$$\theta_{13} = P[+b|-a] = \frac{1}{2}$$

$$\theta_{14} = P[+c|+b] = \frac{1}{3}$$

$$\theta_{15} = P[+c|-b] = \frac{1}{3} = \frac{1}{2}$$

~~$$\theta_{16} = P[+c|-a, +b] = \frac{1}{3}$$~~

Se ha mantenido

$$P[+c|-a, -b] = \frac{1}{2}$$

y en nuevas

iteraciones ocurra igual,

luego no segun

WOLAH



Pasamos a calcular

$$\hat{e}(\theta, \varphi) = \frac{1}{6} \left(\log(P[\text{O}_1 | \theta]) + \log(P[\text{O}_2 | \theta]) + \log(P[\text{O}_3 | \theta]) + \log(P[\text{O}_4 | \theta]) \right) = \textcircled{4}$$

~~1/6~~

Calculamos

$$P[\text{O}_1 | \theta] = P[+a] P[-b | +a] P[-c | -b] = \\ \underset{\text{Th. Fuel}}{\downarrow} = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$$

$$P[\text{O}_2 | \theta] = P[+a] P[-b | +a] P[-c | +b] = \\ = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2}{9}$$

$$P[\text{O}_3 | \theta] = P[+a] P[-b | -a] P[-c | -b] = \\ = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$$

$$P[\text{O}_4 | \theta] = P[+a] P[-b | -a] P[-c | +b] \\ = \frac{2}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{9}$$

$$P[\text{O}_5 | \theta] = P[-a] P[-b | -a] P[-c | -b] \\ = \frac{2}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{12}$$

$$P[\text{O}_6 | \theta] = P[+a] P[-b | +a] = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \hat{e} = \frac{1}{6} \left(2 \log \frac{1}{9} + \log \frac{2}{9} + \log \frac{1}{12} + \log \frac{1}{3} + \log \frac{1}{6} \right) = \\ = -1.1889.$$

Ejercicio 3.4.

Realizar el ejercicio anterior con una iteración del algoritmo EM considerando como modelo inicial Θ el obtenido con la alternativa 1 (moda).

Tomamos como modelo inicial

$$\begin{aligned}\Theta &= (P[a] \ P[b|a] \ P[c|ba] \ P[d|b] \ P[e|d]) \\ &= \left(\frac{4}{6}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \right)\end{aligned}$$

Así, ahora tendremos $P[c|d+a, db] = P[c|db] = 1/3$
 $P[e|c|d+a, db] = 1 - 1/3 = 2/3$

Realizamos una iteración del algoritmo EM.

Lo único que cambia es $P[d|e|b] = \frac{1+1/3}{3} = \frac{4}{9}$

$$\Rightarrow \Theta = \left(\frac{4}{6}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{4}{9} \right)$$

Fundemos tendremos

$$\hat{e}(\theta, \varphi) = \frac{1}{6} \left(\sum \log(P[\alpha_i | \Theta]) \right) = \hat{\Theta} = \hat{e}$$

Calculamos

$$P[\alpha_1 | \Theta] = P[a] P[b|a] P[c|ba] P[d|b] = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$$

$$P[\alpha_2 | \Theta] = P[a] P[b|a] P[c|ba] P[e|d] = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2}{9}$$

$$P[\alpha_3 | \Theta] = P[a] P[b|a] P[c|ba] P[e|d] = \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{9} = \frac{4}{27}$$

$$P[\alpha_4 | \Theta] = P[b|a] P[c|ba] P[d|b] P[e|d] = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{9}$$

$$P[\alpha_5 | \Theta] = P[b|a] P[c|ba] P[d|b] P[e|d] = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{9} = \frac{2}{27}$$

$$P[\alpha_6 | \Theta] = P[a] P[b|a] P[c|ba] \cancel{P[d|b]} \frac{4}{6} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{9} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \hat{e} = \frac{1}{6} \left(\log \frac{1}{9} + \log \frac{2}{9} + \log \frac{1}{9} + \log \frac{4}{27} + \log \frac{2}{9} + \log \frac{1}{3} \right) =$$

$$= -0.94$$

Mucha mejor que el del ejercicio

3.4.



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

PREGUNTA 2 |

El clasificador Naïve Bayes se diferencia así porque...

- a) diseñado por Naïve y Bayes
- b) supone de forma ingenua que en la estructura de la red hay un solo padre y todos los hijos son independientes dado el padre.
- c) supone de forma ingenua que las variables binarias
- d) supone de forma ingenua que hay un solo hijo y que todos sus padres son independientes dado el hijo

Sol: b.

EJEMPLO
3.4. NAÏVE BAYES
JUGAR TENIS

Dadas las 14 observaciones establecidas en la tabla de los apuestas buscando conocer la si jugar o no al tennis considerando que está solar, la temperatura es fria, hay alta humedad y viento fuerte.

Buscamos calcular

$$P[JT = \text{Sí} | E] \text{ y } P[JT = \text{no} | E]$$

$$\text{Caso } P(JT | E) = \frac{P(JT, E)}{P(E)}$$

y solo queremos saber si es más alto para JT = sí o no, nos basta con calcular $P(JT, E)$ que el denominador es una constante presente en ambos lados.

WUOLAH

$$P[JT, E] = P(JT) \cdot P[E|JT], \text{ pero } E \text{ no es una}$$

↓

Hipótesis Nula
⇒ Th. Fiendental

que notación para abbreviar, debemos calcular

$$P[JT, E] = P(JT) P[T|JT] P[TE|JT] P[+|JT] P[V|JT]$$

Así que valores a calcular todos los datos necesarios a partir del modelo de la tabla.

$$P[+|JT] = \frac{9}{14} \quad P[-|JT] = \frac{5}{14}$$

$$P[t = \text{solo} | jt = \text{si}] = \frac{2}{9}$$

$$P[t = \text{cuando} | jt = \text{si}] = 4/9$$

$$P[t = \text{lluvia} | jt = \text{si}] = 3/9$$

$$P[t = \text{fria} | jt = \text{si}] = 3/9$$

$$P[t = \text{sola} | jt = \text{si}] = 4/9$$

$$P[t = \text{alta} | jt = \text{si}] = 2/9$$

$$P[h = \text{nueva} | jt = \text{si}] = 6/9$$

$$P[h = \text{alta} | jt = \text{si}] = 3/9$$

$$P[v = \text{debil} | jt = \text{si}] = 6/9$$

$$P[v = \text{fuerte} | jt = \text{si}] = 3/9$$

$$P[t = \text{solo} | jt = \text{no}] = 3/5$$

$$P[t = \text{cuando} | jt = \text{no}] = 0$$

$$P[t = \text{lluvia} | jt = \text{no}] = 2/5$$

$$P[t = \text{fria} | jt = \text{no}] = 1/5$$

$$P[t = \text{sola} | jt = \text{no}] = 2/5$$

$$P[t = \text{alta} | jt = \text{no}] = 2/5$$

$$P[h = \text{nueva} | jt = \text{no}] = 1/5$$

$$P[h = \text{alta} | jt = \text{no}] = 4/5$$

$$P[v = \text{debil} | jt = \text{no}] = 2/5$$

$$P[v = \text{fuerte} | jt = \text{no}] = 3/5$$

Delego $P[jt = \text{si} | E] = \frac{9}{14} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{3}{7} \cdot \frac{3}{4} =$

$$= \frac{3}{81 \cdot 7} = \underline{\underline{0.0033}}$$

$$P[jt = \text{no} | E] = \frac{5}{14} \cdot \frac{3}{9} \cdot \frac{1}{7} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{4} = \frac{36}{125 \cdot 14} =$$

$$= \underline{\underline{0.02}}$$

Caso $0.02 \geq 0.0033 \Rightarrow$ No juega tenis,

EJEMPLO 3.5
CLASIFICADOR
DE SPAM

Dada la tabla del modelo,
nos llega un mensaje que dice
"review your account" que comienza un
si & clasifica como spam

Vamos a calcular los datos del modelo

$$P[\text{spam} = \text{si}] = 4/6 \quad P[\text{spam} = \text{no}] = 2/6$$

$$P[P|\text{spam} = \text{si}] = 2/4$$

$$P[r|\text{spam} = \text{si}] = 1/4$$

$$P[s|\text{spam} = \text{si}] = 3/4$$

$$P[u|\text{spam} = \text{si}] = 3/4$$

$$P[y|\text{spam} = \text{si}] = 3/4$$

$$P[a|\text{spam} = \text{si}] = 1/4$$

$$P[P|\text{spam} = \text{no}] = 2/2$$

$$P[r|\text{spam} = \text{no}] = 1$$

$$P[s|\text{spam} = \text{no}] = 1/2$$

$$P[u|\text{spam} = \text{no}] = 1/2$$

$$P[y|\text{spam} = \text{no}] = 1$$

$$P[a|\text{spam} = \text{no}] = 0$$

Observamos que hay 1's y 0's, lo cual indica que con un solo ya salte como si (1) o no (0), vamos a aplicar leyes de logica.

Calculamos m y q .

Para todas, como los valores que tienen el si o no se tiene $m=2$ y $q=\frac{1}{2}$, luego si recalculamos obtenemos

$$P[\text{spam} = \text{si}] = 4/6 = 2/3$$

$$P[P|\text{spam} = \text{si}] = 2/4 = 1/2$$

$$P[P|\text{spam} = \text{si}] = \frac{1+mp}{4+2} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$P[s|\text{spam} = \text{si}] = 3/4$$

$$P[u|\text{spam} = \text{si}] = 3/4$$

$$P[y|\text{spam} = \text{si}] = \frac{3+1}{4+2} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

$$P[a|\text{spam} = \text{si}] = \frac{1+1}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$P[\text{spam} = \text{no}] = 1/3$$

$$P[P|\text{spam} = \text{no}] = 1/2$$

$$P[r|\text{spam} = \text{no}] = 3/4$$

$$P[s|\text{spam} = \text{no}] = 1/2$$

$$P[u|\text{spam} = \text{no}] = 1/2$$

$$P[y|\text{spam} = \text{no}] = 3/4$$

$$P[a|\text{spam} = \text{no}] = \frac{1}{4}$$



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

Estas son las probabilidades de "Review your account".

Lo que tenemos que hacer es calcular

$$P[\text{spare} = \text{si} | E] \text{ y } P[\text{spare} = \text{no} | E]$$

$$\frac{P[\text{spare}, E]}{P[E]}$$

$$\frac{P[\text{not spare}, E]}{P[E]}$$

Más vale calcular $P[\text{spare}, E]$ y $P[\text{not spare}, E]$ y sumar para comparar.

$$P[\text{spare}, E] = P[\text{spare}] P[\text{not sp} | \text{spare}] P[\text{r} | \text{spare}]$$

Hipótesis
Nueva + Th.
fundamental

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{648} = 0.0015$$

C 1/3 1/3 ?

$$P[\text{not spare}, E] = P[\text{not spare}] P[\text{sp} | \text{not spare}] P[\text{r} | \text{not spare}]$$
$$= P[\text{not sp}] P[\text{sp} | \text{not sp}] P[\text{r} | \text{not sp}]$$
$$= \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{3}{256} = 0.0118$$

⇒ No spare ($0.0118 > 0.0015$)



WUOLAH

EJERCICIO 3.5
CLASIFICACIÓN DE PELÍCULAS

Opiniones

Just plain Boring -

Entirely predictable and lacks energy -

No surprises and very few laughs -

Very powerfull +

The most free film of the summer +

Clasificar "predictable with no feel" responde Nancie Bayes
con corrección de Laplace $p=1/2$ $\alpha=2$

		place	Boring	Predictable	Lacks Energy	No Surprises	Few Laughs	But Fun
		C1	1	1	0	0	0	0
		C2	0	0	1	1	0	0
		C3	0	0	0	0	1	0
		C4					1	0
		C5						1

dejamos tendencias

$$\begin{aligned} \text{P}[place|+] &= \text{P}[boring|+] = \text{P}[pred|+] \\ &= \text{P}[lackE|+] = \text{P}[NS|+] = \text{P}[FL|+] = \\ &= \frac{1+\frac{1}{2}}{3+2} = 2/5 \end{aligned}$$

$$\text{P}[---] = 1/5 \quad (\text{para cuantos son negativos})$$

$$\text{P}[place|-] = 1/5 \quad y \quad 1/2 \text{ si es positivo.}$$

$$\text{P}[fun|-] = 1/5$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Negativo: } &\frac{3}{5} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{5} \cdot \left(\frac{3}{5}\right)^4 = 0.024 \Rightarrow \text{Negativo} \\ \Rightarrow \text{Positivo: } &\frac{2}{5} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2}{5}\right)^4 = 0.015 \end{aligned}$$

¿Hasta cuándo vas a aguantar así? Déjate de Keep Calm. Jovenmind.

GRUPO
S.G.
MEDIDAS
RENDIMIENTO

Para un conjunto de datos se han obtenido los siguientes resultados para 3 modelos diferentes:

a)

	VP	FP
B	63	28
37	72	
VN		

b)

77	77
23	23

c)

24	88
76	12

i) Calcular

Tasa Verdaderos Positivos,

Tasa Falsos Positivos

Tasa Verdaderos Negativos

Precisión

ii) Representar Gráficamente falsos positivos y verdaderos negativos. Dedicar mejor.

i) Para a)

$$TVP = \frac{VP}{VP + FN} = \frac{63}{63 + 37} = 0'63$$

$$TFP = \frac{FP}{VN + FP} = \frac{28}{28 + 72} = 0'28$$

$$TVN = \frac{VN}{VN + FP} = \frac{72}{28 + 72} = 0'72$$

$$AC = \frac{VN + VP}{total} = \frac{63 + 72}{200} = 0'675$$

Para b)

$$TVP = 0'77$$

$$TFP = 0'77$$

$$TVN = 0'23$$

$$AC = 0'5$$

Para c)

$$TVP = 0'24$$

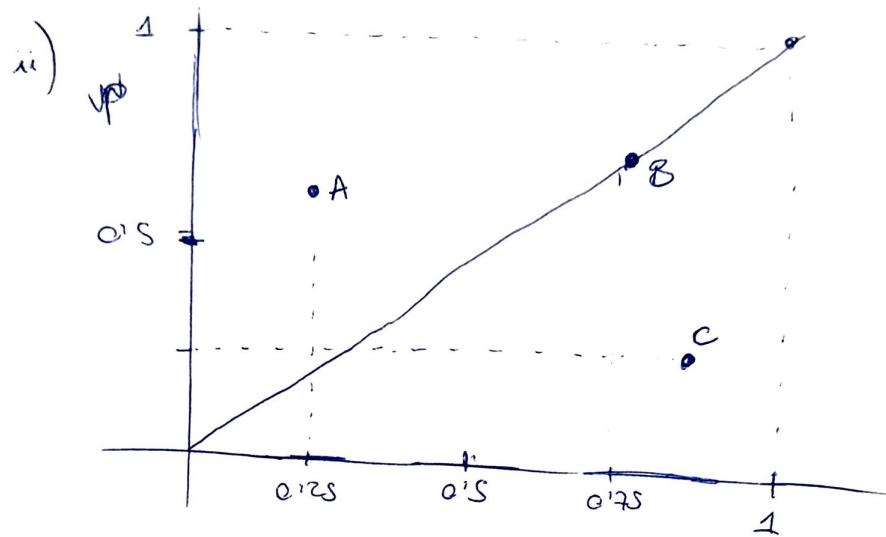
$$TFP = 0'88$$

$$TVN = 0'12$$

$$AC = 0'18$$



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE



Mejor es A. Acuerda más y folla menos.

FP

PREGUNTA
DIAPPOSITIVAS
ESPACIO ROC

¿Cuál inspira mayor confianza?

a) $\begin{pmatrix} \text{se} & \text{se} \\ \text{se} & \text{se} \end{pmatrix}$ b) $\begin{pmatrix} \text{70} & \text{30} \\ \text{30} & \text{70} \end{pmatrix}$

c) $\begin{pmatrix} \text{s} & \text{9s} \\ \text{9s} & \text{s} \end{pmatrix}$

d) $\begin{pmatrix} \text{9s} & \text{s} \\ \text{9s} & \text{s} \end{pmatrix}$

o

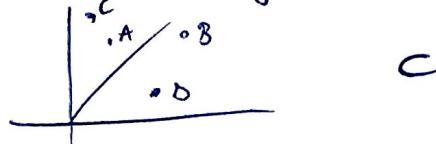
El de mayor diagonal dominante. En este caso b)

Si pediesemos coger C y tener C^* de foco
que si C dice a, entonces C^* dice b) y cuando
C dice b, C^* dice a, cogería C que C^* dice

$$\begin{pmatrix} \text{7s} & \text{s} \\ \text{s} & \text{9s} \end{pmatrix}$$

Pregunta
Diapositivas
Espacio Roc II

¿Real más confiable?



PREGUNTA 3
DIAPPOSITIVAS
CURVA ROC

Queremos decidir si el jurado condena a
Cadena perpetua a un sospechoso o lo deja libre.
Se aplica la presunción de inocencia como
principio

- a) Condenaría culpable si la probabilidad de serlo es mayor de 0'4
- b) " 0'5
- c) " 0'9

La correcta sería en 0'9 pues de esta forma evitamos
falsos positivos, aunque aumentan falsos negativos, es
decir, disminuimos la probabilidad de condenar a alguien
inocente cuando quedan sin condenar los culpables libres.

PREGUNTA 1
CURVA ROC

Clasificador con más confianza?

- a) AUC 0'9
- b) AUC 0'2
- c) AUC 10
- d) Ninguno

→ Este, el mayor auc posible
(10 no puede tener auc < 1)

PREGUNTA
ULTIMA CLASE
9 10 11

Afirmación más acertada?

- a) La única forma fiable de comparar modelos es la medida de discriminación, mejor discriminación, mejor modelo.
- b) Curva forma de comparar modelos es AUC. Mayor AUC, mejor modelo.
- c) Una forma de comparar modelos es precisión, mejor que un mejor modelo.
- d) Ninguna → Esta frase todas son formas válidas, no son únicas.

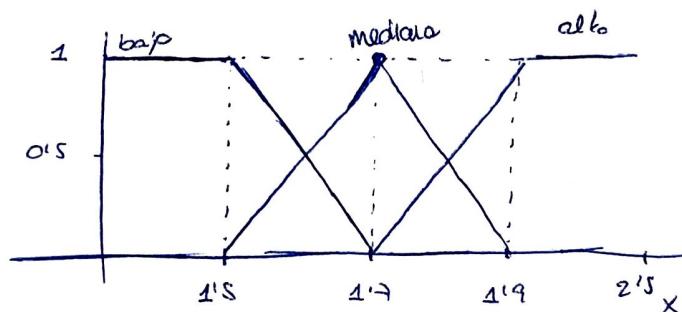


LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

EJERCICIOS
LOGICA
DIFUSA

EJEMPLO 4.1. ACTURA

Consideremos la variable lingüística altura de los seres humanos que toma valores en el universo de discurso $U = [1'4, 2'5]$. Consideraremos alto, mediano y bajo como los conjuntos difusos siguientes:



- Calcular alpha-corte 0'5 de mediano.
- Núcleo de mediano
- Sóporte de mediano
- Punto de cruce de mediano.

a) En qué punto alcanza 0'5 de mediano?
los círculos son

$$1 = u \cdot 1'7 + n$$

$$0 = u \cdot 1'5 + n$$

$$1 = 0'2u \Rightarrow u = \frac{1}{0'2} = 5$$

$$0 = 5(1'5) + n \Rightarrow n = -7'5$$

$$0'5 = 5x - 7'5$$

$$\Rightarrow x = 8/5 = 1'6$$

$$1 = u \cdot 1'7 + n$$

$$0 = u \cdot 1'9 + n$$

$$1 = -0'2u \Rightarrow u = -5$$

$$0 = 1'9(-5) + n \Rightarrow n = 5 \cdot 1'9 = 9'5$$

$$0'5 = -5x + 9'5$$

$$\Rightarrow x = 9/5 = 1'8$$

II

α-corte 0'5 = [1'6, 1'8]

b) 1'7

c) (1'5, 1'9) d) 1'6, 1'8

Ejercicio 4.2.

A partir de los siguientes datos, graficar el conjunto difuso A, sabiendo que toma valores discretos.

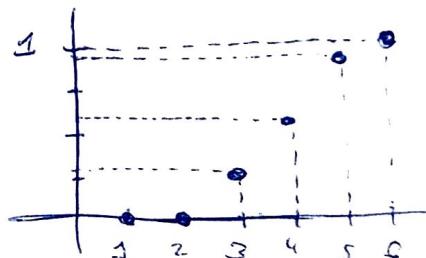
Tirada	Pertenencia
1	0
2	0
3	0.3
4	0.6
5	0.9
6	1

Calcular:

- Soporte
- Núcleo
- Aplicar corte 0.6 y estricto
- Altura

— 0 —

- Soporte es aquello en que toma pertenencia > 0
 $S = \{3, 4, 5, 6\}$
- Núcleo es donde toma 1,
 (luego $N = 6$)
- 0.6 -corte = $\{4, 5, 6\}$
 0.6 -corte estricto = $\{5, 6\}$
- $h=1$ (normalizado)



Ejercicio 4.1.

Sea $U = [0, 24] \subset \mathbb{R}$. Consideremos un día de verano.

Dar definiciones matemáticas de los siguientes conjuntos difusos.

- la mañana
- la tarde
- la noche
- la madrugada
- sobre las dos de la tarde

— 0 —



¿Hasta cuándo vas a aguantar así?

Déjate de Keep Calm.



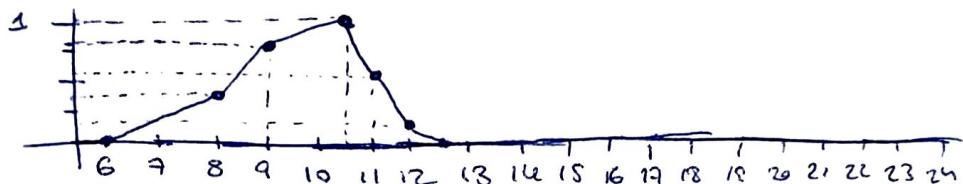
Haz terapia psicológica online. Cómodo,
rápido y por solo 30€. Jovenmind.
Tu mente se lo merece.



¡Escanea!

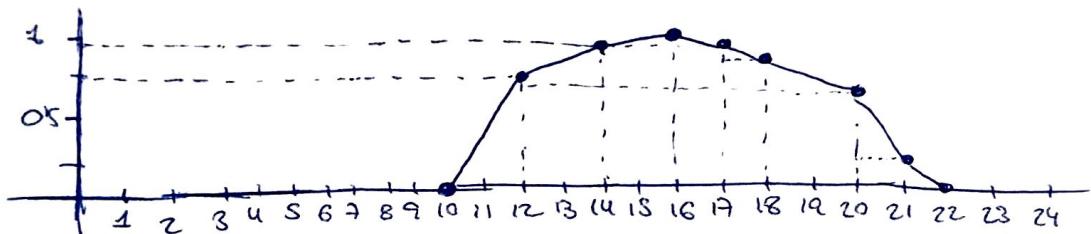
Considerando valores continuos:

a) Mañana: $((0'16), (0'4, 8), (0'8, 9)(1, 10'5)(0'6, 11)$
 $(0'3, 12)(0, 12'3))$

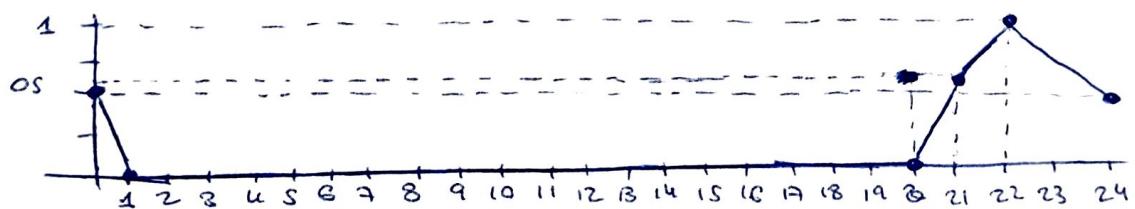


b) Tarde

$((0'10)(0'7, 12)(0'9, 14)(1, 16)(0'9, 17)(0'8, 18)(0'7, 20)$
 $(0'2, 19)(0, 22))$

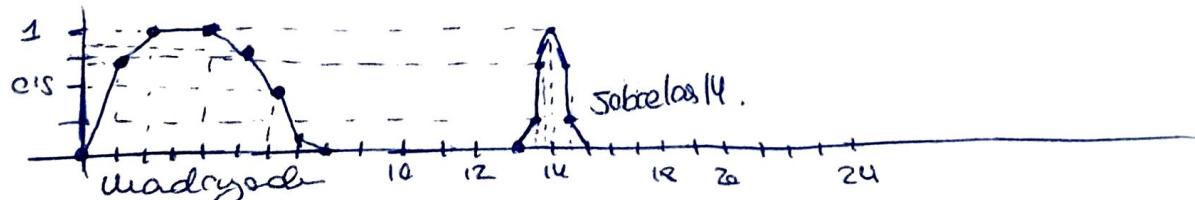


c) Noche $((0/20)(0'5/21)(1/22)(0'5/24)(0'5/10)(0,1))$



d) Madrugada

$((0/0)(0'7, 12)(0'2, 12)(0'4, 14)(0'8, 15)(0'5, 16)(0/8)(0'1, 7))$



Sobre los 2 de la tarde

$((0/13)(0'2, 13)(0'5, 13)(0'8, 13)(1/14)(0'8, 14)(0'2, 15)(0'1, 15))$



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

EJERCICIO 4.2

Para cada función siguiente, indicar si puede ser una función de pertenencia de un conjunto difuso sobre \mathbb{R} .

En caso afirmativo, dar una descripción verbal intuitiva.

a) $\text{sen}(x)$

b) $|\text{sen}(x)|$

c) $u(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 0 \\ 1 & \text{si } x \geq 0 \end{cases}$

d) $f(x) = \begin{cases} \infty & \text{si } x = 0 \\ 0 & \text{si } x \neq 0 \end{cases}$

e) $f(x)$ función de densidad de probabilidad

f) $F(x)$ función de distribución de probabilidad.

a) No puede que $\text{sen}(x)$ tome valores negativos.

b) Si puede



Números que tiene parte entera que se encuentran a una distancia más o menos de $\pi/2$ de un múltiplo de π en la forma $n\pi$, con $n \in \mathbb{Z}$.

c) Si, numeros positivos > negativos

d) No, toma valores mayores a 1

e) No, $\int_a^b f$ puede tomar valores mayores que 1.

f) Si, que simboliza la misma cosa que la distribución

Ejercicio
4.3.

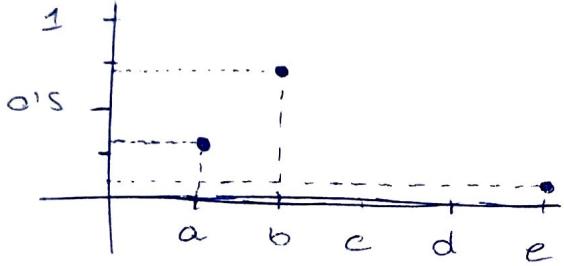
Sea $U = \{a, b, c, d, e\}$

Coeficiente difuso $C = 0'3/a + 0'7/b + 0'1/c$

- a) Núcleo
b) Soporte
c) Altura

d) Mayor α tal que α -corte no esté vacío = soporte (C)
e) " " " " " " " " " " " " " " " " = núcleo

— a —



Núcleo = \emptyset

Soporte = $\{a, b, c, d\}$

Altura = $0'7$

d) $\alpha = 0'2$

e) $\alpha = 1$

Ejercicio 4.4.

$U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$

Alfa-cortes no estrictos

$$C_\alpha = \begin{cases} \{1, 3, 4, 6\} & 0 < \alpha \leq 0'3 \\ \{1, 3, 6\} & 0'3 < \alpha \leq 0'8 \\ \{1, 6\} & 0'8 < \alpha \end{cases}$$

Todos los coeficientes difusos que satisfacen esas condiciones
Señale los D_i tales que

$$D_i = 1/d_i + 2/\alpha + 3/\beta_i + 4/\gamma_i + 5/\delta_i + 6/\varepsilon_i$$

donde $\alpha \geq 0'8$, $\beta_i \in [0'3, 0'8]$, $\gamma_i \in [0, 0'3]$, $\delta_i \in [0'8, 1]$, $\varepsilon_i \in [0, 0'3]$

Ejercicios

Definimos sobre \mathbb{N} los siguientes conjuntos.

"Uros Cuartos": $0^1S/3 + 1^14 + 1^15 + 0^1S/6$

"Poco Mayor que Uso": ~~0^12~~ + $0^18/3 + 0^1S/4 + 0^12/5$

F_3 : Resultado de unir uros cuartos veces un numero mayor que uno.

Queremos unir y separar de F_3 .

Si se unen 3 veces el 2 tendríamos 6,
¿con pertenencia? es una especie de composición
luego tomemos el producto $1 \cdot 0^1S = 0^1S$.

Unir 3 veces el 3 \Rightarrow 9 con pertenencia $0^18 \cdot 0^1S = 0^14$

3 veces el 4 \Rightarrow 12 con pertenencia 0^12S

3 veces el 5 \Rightarrow 15 con pertenencia 0^11

$$\begin{aligned} 3 &\rightarrow 1 \\ 9 &\rightarrow 0^14 \\ 12 &\rightarrow 0^18 \\ 15 &\rightarrow 0^18 \\ 16 &\rightarrow 0^15 \\ 20 &\rightarrow 0^15 \\ 25 &\rightarrow 0^12 \end{aligned}$$

4 veces el 2 \Rightarrow 8 con función de pertenencia $1 \cdot 1 = 1$

$$\begin{aligned} 18 &\rightarrow 0^14 \\ 24 &\rightarrow 0^12S \\ 30 &\rightarrow 0^11 \end{aligned}$$

4 veces el 3 \Rightarrow 12 con función de pertenencia 0^18

4 veces el 5 \Rightarrow 40 con función de pertenencia 0^15

4 veces el 5 \Rightarrow 20 con función de pertenencia 0^12

$$5 \cdot 2 = 10 \quad 1 \cdot 1 = 1 \quad 8 \cdot 4 = 32 \quad 1 \cdot 0^1S = 0^1S$$

$$5 \cdot 3 = 15 \quad 1 \cdot 0^18 = 0^18 \quad 5 \cdot 5 = 25 \quad 1 \cdot 0^12 = 0^12$$

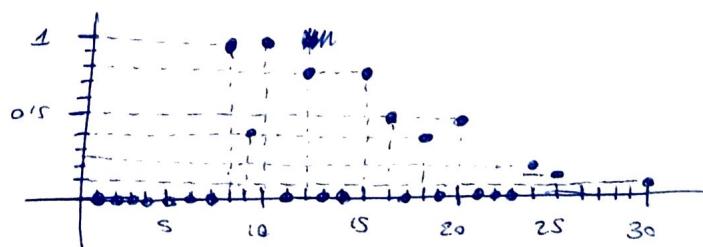
$$6 \cdot 2 = 12 \quad 0^1S \cdot 1 = 0^15$$

$$6 \cdot 3 = 18 \quad 0^15 \cdot 0^18 = 0^14$$

$$6 \cdot 4 = 24 \quad 0^15 \cdot 0^15 = 0^12S$$

$$6 \cdot 5 = 30 \quad 0^15 \cdot 0^12 = 0^11$$

Otras funciones y graficas



$$\text{Núcleo} = \{8, 10\}$$

$$\text{Soporte} = \{8, 9, 10, 12, 15, 16, 18, 20, 24, 25, 30\}$$



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

Exercicio
4.7

Una relación difusa entre dos conjuntos definidos es un conjunto difuso sobre $U \times V$.

Dar relaciones lógicas entre:

- " x disfruta estudiando $y"$ \rightarrow x soy yo e y una asignatura que cumplo ahora
- " x cerca de $y"$ $\forall x, y \in \{$ Nerja, Marbella, Fuengirola, Bilbao $\}$
- " x nubes mayor que $y"$ donde $x, y \in \mathbb{N}$.

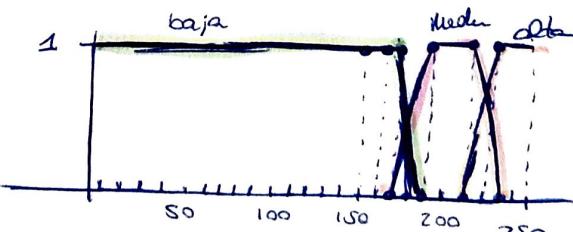
— o —

$$\text{i) } 0^{1/4}/\text{SII} + 0^{1/7}/\text{Cáceres} + 0^{1/5}/\text{Software} + 0^{1/9}/\text{HNII} + \\ + 0^{1/5}/\text{AUV} + 0^{1/7}/\text{Cávadas}$$

$$\text{ii) } 0^{1/7}/\text{Nerja} \times \text{Marbella} + 0^{1/6}/\text{Nerja} \times \text{Fuengirola} + 0^{1/5}/\text{Nerja} \times \text{Bilbao} + \\ + 0^{1/9}/\text{Marbella} \times \text{Fuengirola} + 0^{1/03}/\text{Marbella} \times \text{Bilbao} \rightarrow 0^{1/02}/\text{Fuengirola} \times \text{Bilbao}$$

$$\text{iii) } \psi(x,y) = \begin{cases} 0^{1/2} & \text{si } |x-y| > 10 \\ 0^{1/2} & \text{si } |x-y| > 20 \\ \vdots \\ 1 & \text{si } |x-y| > 100 \end{cases}$$

Exercicio 3
CLASES TU
PARTE 1



No alta $\rightarrow 1 - \text{alta}$ ($1 - 0^{1/20}, 1 - 0^{1/20}, 0^{1/24} \approx 0^{1/20}$)

Bajo/Medio \rightarrow Sacaremos la intersección de los dos

$$1 = 180u + n$$

$$0 = 190u + n$$

$$1 = -10u \Rightarrow u = -0^{1/10}$$

$$1 = 180(-0^{1/10}) + n \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 19 = n$$

$$y = -0^{1/10}x + 19$$

$$0^{1/10}x - 8^{1/10} = -0^{1/10}x + 19 \Leftrightarrow x = 183^{1/10} \Rightarrow y = 0^{1/10}$$

$$190u + n = 1$$

$$170u + n = 0$$

$$20u = 1 \Rightarrow u = 1/20 = 0^{1/10}$$

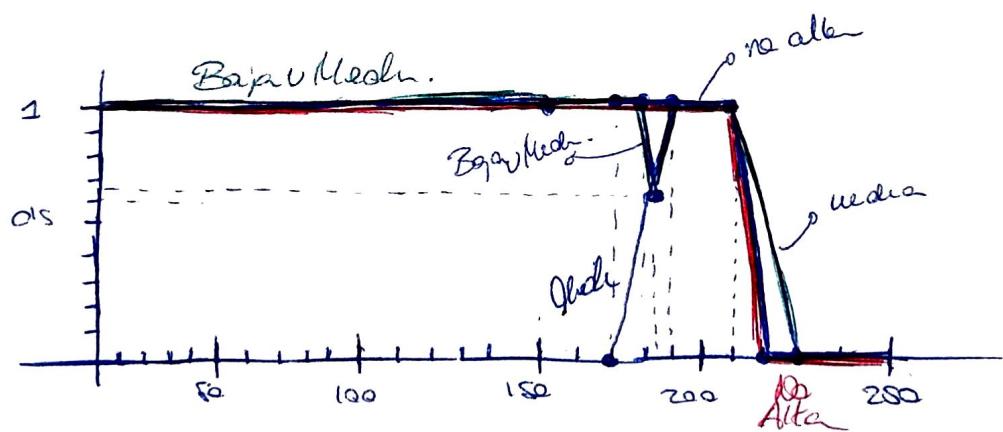
$$n = 170(0^{1/10}) + n$$

$$n = -8^{1/10}$$

$$y = +0^{1/10}x - 8^{1/10}$$

$$\Rightarrow \text{Baja u Medio} = (11180, 11170, 11180, 0166/183'3, \\ 1120, 11210, 01230)$$

$$\text{Media n No Alta.} = (01120, 11190, 11210, 01220)$$



¿Hasta cuándo vas a aguantar así? Déjate de Keep Calm. Jovenmind.

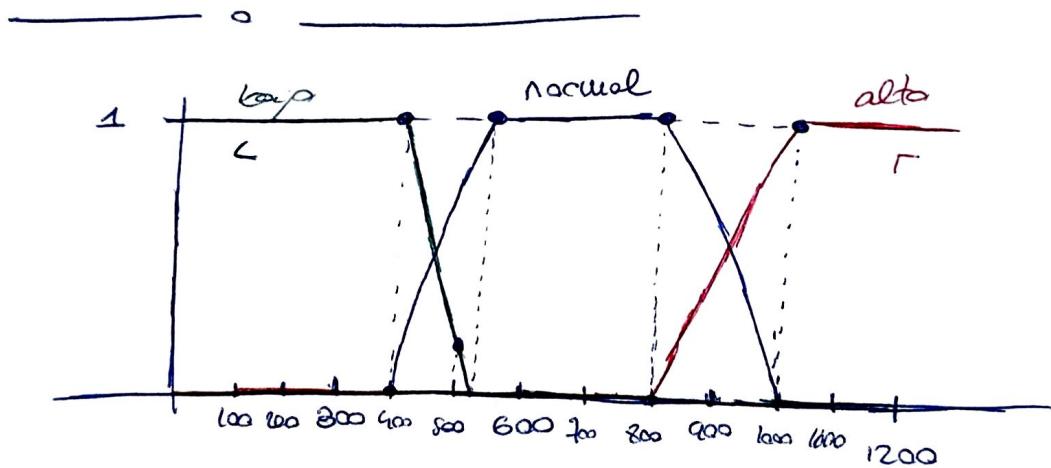
Ejercicio u.8

Números Redondos

Alto > 1000 1200 tipos
algo alto 800

bajo < 400, algo bajo < 800

- Representar Gráficamente todo esto con funciones L, Γ, π
- Indicar para cuál de los tres no es alto ni bajo

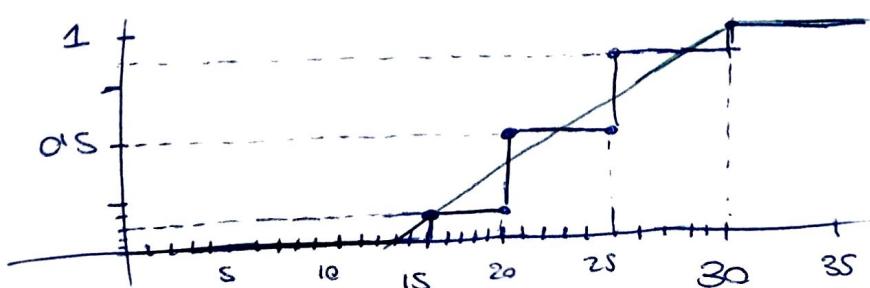


Ejercicio u.9

Servicio

$$serv(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 15 \\ 0.167 & \text{si } 15 \leq x < 20 \\ 0.50 & \text{si } 20 \leq x < 25 \\ 0.823 & \text{si } 25 \leq x < 30 \\ 1 & \text{si } x \geq 30 \end{cases}$$

en color este
definible
actualmente



Buscando la media



PASAS DE TU TFG PERO NO DE LA CALLE



Recta que pasa por
 $(15, 16.7)$ y $(30, 100)$

$$100 = 30m + n$$

$$\underline{16.7 = 15m + n}$$

$$83.5 = 15m \Rightarrow m = 5.56$$

$$100 = 30(5.56) + n \Rightarrow n = -67$$

$$\Rightarrow y = 5.56x - 67$$

stęp la recta será

$$0 = 5.56x - 67 \Leftrightarrow x = \frac{67}{5.56} \Rightarrow x = 12.05 \approx 12$$

$$y(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 12.05 \\ 5.56x - 67 & \text{si } 12.05 \leq x < 30 \\ 1 & \text{si } x \geq 30 \end{cases}$$

WUOLAH

EJERCICIO
4.11

Para el ejemplo 4.1.

Representar:

i) No Bajo

iii) Algo Bajo

ii) Muy alto

iv) Más o menos medianas

Calcular x en que way difieren Bajo y Algo bajo. Valor de esa diferencia

$$\text{Bajo} = ((1|1|5)(0|1|7))$$

$$\text{Mediana} = ((0|1|5)(1|1|7)(0|1|9))$$

$$\text{Alto} = ((0|1|0)(1|1|9))$$

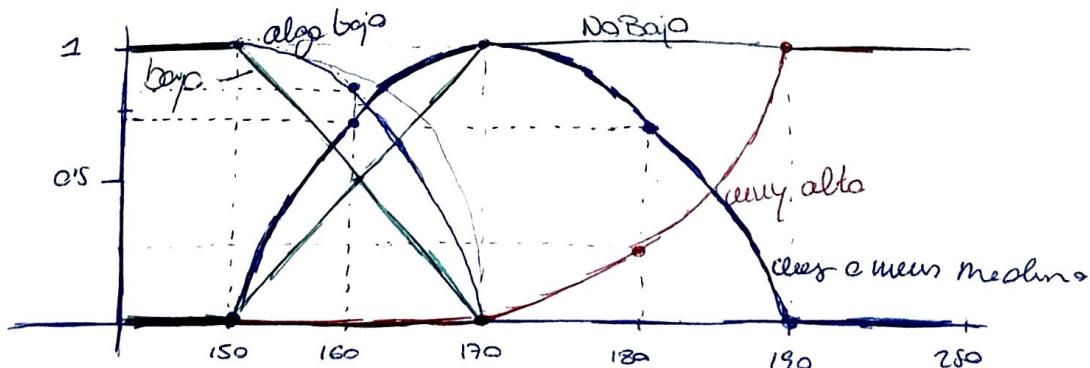
$$i) \text{No Bajo} = ((0|1|5)(1|1|7))$$

$$ii) \text{Muy Alto} = ((0|1|7), (1|1|9)) \quad (\text{alto}^2) \rightarrow 1'8 \approx 0'25$$

$$iii) \text{Algo Bajo} = \sqrt[3]{\text{bajo}} \rightarrow 1'6 \approx 0'79 \approx 0'8$$

$$iv) \text{Más o menos medianas} = \sqrt[3]{\text{mediana}}$$

$$\approx 1'6 \text{ y } 1'8 \approx 0'7$$



Buscamos alrededor de diferencia manana entre algo bajo y bajo.

La recta que define a bajo es la siguiente

$$1 = 150m + n$$

$$0 = 170m + n$$

$$-1 = 20m \Rightarrow m = -\frac{1}{20} = 0'05$$

$$-0'05x + 8'15$$

$$n = -170 \left(-\frac{1}{20}\right) = 8'15$$

algo bajo quedaria como $\sqrt[3]{\text{bajo}}$

Maximaiza algo bajo - bajo

$$f(t) = \sqrt[3]{t} - t$$

$$f'(t) = \frac{1}{3\sqrt[3]{t^2}} - 1$$

aloca ~~para~~ ~~reducir~~

$$f \circ g(x) = \sqrt[3]{-0'05x + 8'5} + 0'05x - 8'5$$

$$(f \circ g)'(x) = \frac{1}{3\sqrt[3]{(-0'05x + 8'5)^2}} \cdot (-0'05) + 0'05$$

Se cumple $\Leftrightarrow 0'05 - \frac{0'05}{3\sqrt[3]{-0'05x + 8'5}} = 0$

$$\Leftrightarrow 3\sqrt[3]{(-0'05x + 8'5)^2} = 1 \Leftrightarrow \cancel{27}(-0'05x + 8'5)^2 = 1$$

$$\Leftrightarrow -0'05x + 8'5 = \frac{1}{\sqrt{27}} \Leftrightarrow x = \frac{1}{\sqrt{27}} - 8'5 = 170$$

No tiene sentido que en 170 dure

colocada, graficarla se ve que se alcanza en
160 que es lo que

de habrá equivocado al calcular.



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

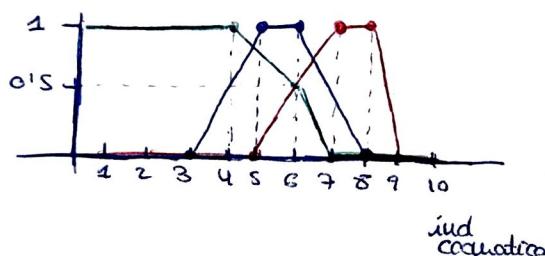
**Ejercicio
4.18**

Reglas

- 1) PocoCrudos \rightarrow TempAlta
- 2) GalletasLeidas \rightarrow TempMedra
- 3) Doraditas \rightarrow TempBaja

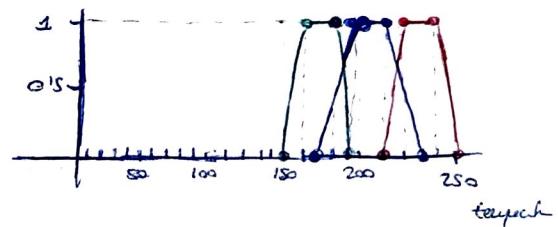
Conjuntos Difusos

- PocoCrudos: $(114, 0.15, 0.1)$
- MedioHechas: $(0.13, 118, 116, 0.18)$
- Doraditas: $(0.15, 117, 118, 0.19)$



Temperatura

- Baja ($0.1150, 11180, 11180, 0.1190$)
- Medra ($0.1190, 11190, 11210, 0.1230$)
- Alta ($0.1210, 11220, 11240, 0.1250$)



$$\text{Indice Cocinados} = 6$$

- a) Trazar graficamente el sistema mostrando el resultado producido por cada regla y el conjunto difuso resultado de temperatura.
- b) Temperatura aplicada con técnica media valores máximos.

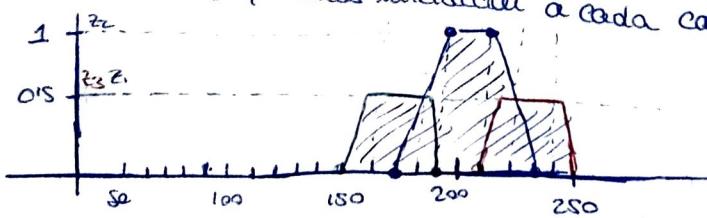
Como la entrada es unitaria, $iC = 6$. Calcularemos las activaciones de cada regla, z_i con $\mu_i(6)$.

Para poco crudos $\mu_{PC}(6) = 0.15 = z_1$

Para medio hechas $\mu_{MH}(6) = 1 = z_2$

Para doraditas $\mu_D(6) = 0.15 = z_3$ (graficiente)

Luego usamos la siguiente fórmula para temperaturas aplicándolas (aplicando intersectión a cada consecuente de los reglas $z_i \wedge z_j$)



Aplicamos la unión y quedará la función de la zona

$$\text{Sobreadas} \Rightarrow t = \frac{210 + 190}{2} = 200$$

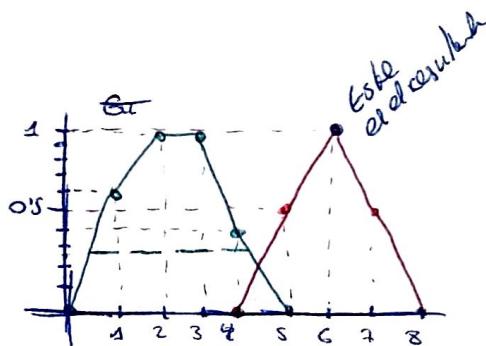
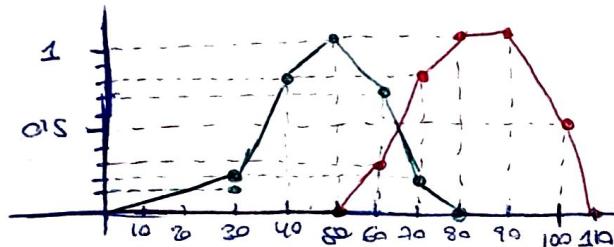
WUOLAH

Ejercicio
4.19.

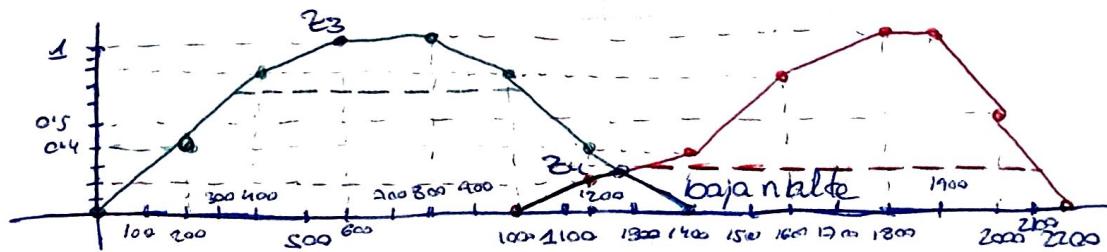
Reglas

- R1) T alta \Rightarrow P alta
- R2) T baja \Rightarrow P baja
- R3) P baja \Rightarrow Comb Grande
- R4) P alta \Rightarrow Comb Pequeña

Conjuntos difusos



Pbaja
Palta



Primer valor menor . Temp₀ = 60°C

Apliquemos primero R1 y R2

$$\mu_{baja}(60) = 0.7 = z_2$$

$$\mu_{alta}(60) = 0.3 = z_1 \quad \text{Entonces se selecciona presión baja}$$

Ahora sabiendo que predomina la baja. Calculamos las intersecciones baja baja = baja baja alta

$$z_3 = 1$$

z₄ es intersección de dos rectas

$$0.4 = 1200m + n$$

$$0 = 1400m + n$$

$$\therefore 0.4 = 1200m \Rightarrow m = -\frac{0.4}{200} = -0.002$$

$$\therefore a = 1400(-0.002) = 2.8$$

$$y = -0.002x + 2.8$$

$$0.001x - 1 = -0.002x + 2.8$$

$$0.003x = 3.8$$

$$x = 1266.6 \quad \therefore z_4 = 0.001 \cdot 1266.6 - 1 = 0.26$$

G de Combustible

$$0.2 = 1200m + n$$

$$0.4 = 1400m + n$$

$$0.2 = 1200m = m = 0.001$$

$$0.2 = 1200 \cdot 0.001 + n$$

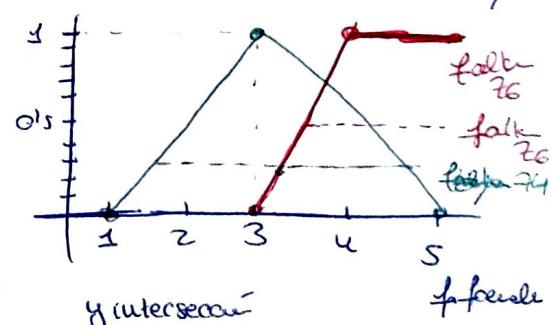
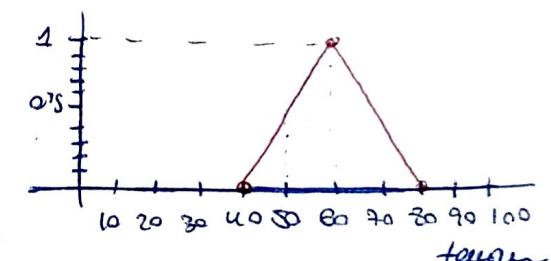
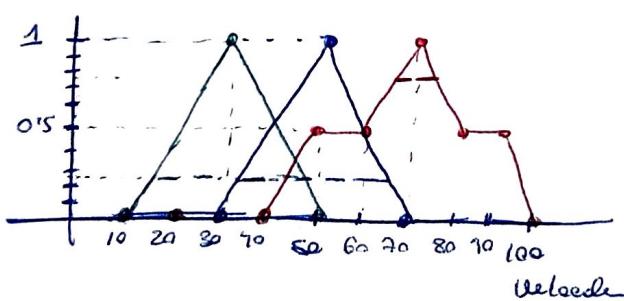
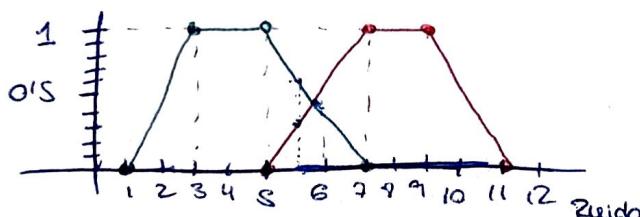
$$\therefore n = -1$$

$$y = 0.001x - 1$$

**Ejercicio
4.20**

- R1) Ruido Normal n Temp Alta \Rightarrow Velocidad Sencilla
- R2) Ruido Normal n Temp No Alta \Rightarrow Velocidad Media
- R3) Ruido Bajo \Rightarrow Velocidad alta
- R4) Velocidad Sencilla \Rightarrow Ff normal
- R5) Velocidad Media \Rightarrow Ff alta.
- R6) Velocidad alta \Rightarrow Ff alta.

Coincidencias Difusas

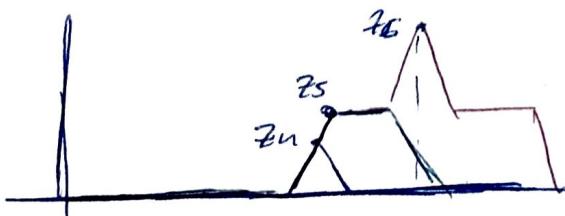


$$\begin{aligned} Z_{11} &= \mu_{\text{normal}}(5,5) = 0,25 \text{ aprox visual} \\ Z_{12} &= \mu_{\text{alta}}(50) = 0,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{21} &= \mu_{\text{normal}}(5,5) = 0,25 \\ Z_{22} &= \mu_{\text{normal}}(50) = 1 - 0,25 \end{aligned} \quad \Rightarrow Z_1 = 0,25$$

$$Z_3 = 0,25 \Rightarrow \text{Aplicar reglas} \Rightarrow (\text{líneas disinturas})$$

Calcularemos intersecciones y $Z_6 = 1$ y el resto ceros bajos



$$\Rightarrow Ff_{\text{alta}} : \text{Velocidad Normal} = \frac{76 - 5}{2} = 41,5$$

- * bajar n alta
- * alta n alta
- * alta u media

(Nuevas disinturas)

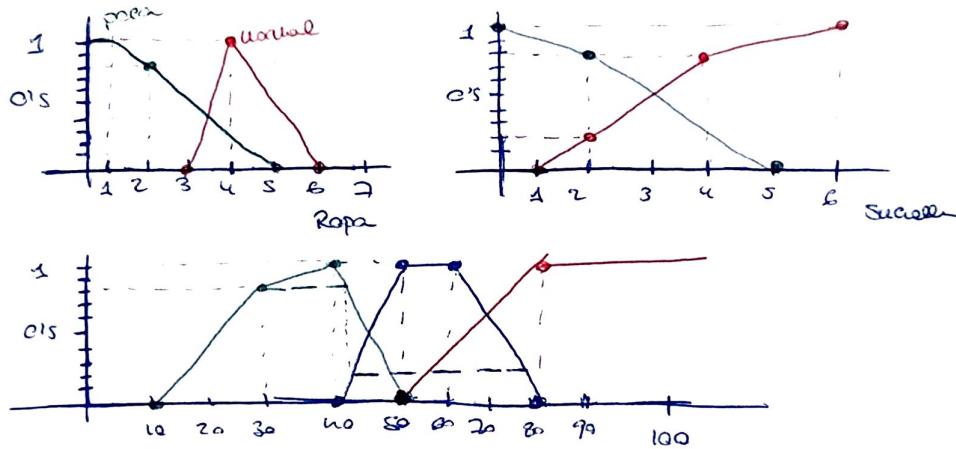
$$\frac{76 - 5}{2} = 41,5$$



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

EJERCICIO 2
ANTECEDENTES COMBINADOS

- R1) Para Ropa & Suela Alta \Rightarrow Det Escasa
 R2) Para Ropa n Suela Alta \Rightarrow Det Normal
 R3) Normal Ropa n Suela Baja \Rightarrow Det Normal
 R4) Normal Ropa n Suela Alta \Rightarrow Det Poco.



$$IS = 2 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} Z_{11} &= 0.8 \\ Z_{12} &= 0.8 \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{1}} \\ \xrightarrow{\text{2}} \end{array} \right. \quad \begin{aligned} Z_1 &= 0.8 \\ Z_{21} &= 0.8 \\ Z_{22} &= 0.2 \end{aligned} \quad \begin{aligned} &\downarrow \\ &\text{y corte} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{31} &= 0 \\ Z_{41} &= 0 \end{aligned} \quad \text{sobre sesiones} \Rightarrow Z_3 = Z_4 = 0 \Rightarrow \text{No aplican}$$

Corte bajo \Rightarrow Det Escasa entre 30 y 42 usando la media $\Rightarrow 38 \text{ g}$ de det.

$$\underbrace{\begin{matrix} 11 \\ 36 \end{matrix}}_{2}$$

\downarrow
 recta operativa
 de 1 en 40 a
 0 en 50, baja media
 a media,

Corte bajo a 0.8,
 de 1, baja 2 ady,
 luego x para 2, ie, 42



WUOLAH

Exercicio
4.21

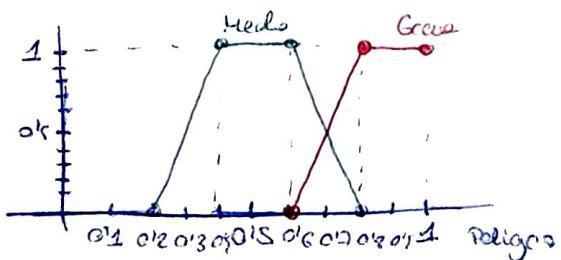
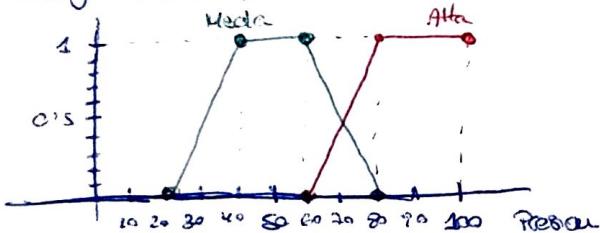
Presión C [20, 100]
Grado Peligro ∈ [0, 1]

- R1) Pr Alta → GP Grea
R2) Pr Media → GP medio

- a) P = 60
b) P = 70



Coyuntos Difusos.



a) P = 60

$$\Rightarrow z_1 = \mu_{\text{media}}(60) = 1$$

$$z_2 = \mu_{\text{alta}}(60) = 0$$

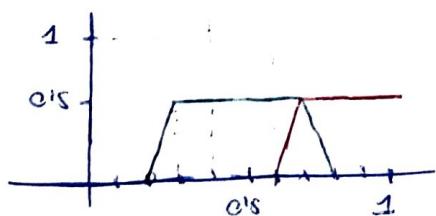
Luego aplica la regla 1, luego GP = medio en concreto
teniendo la medida de valores máximos GP=0.50

b) P = 70

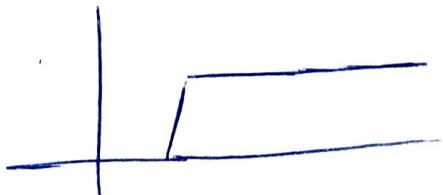
$$z_1 = \mu_{\text{alta}}(70) = 0.15$$

$$z_2 = \mu_{\text{medio}}(70) = 0.15$$

II



Aplícamos la unión
y obtenemos



(La medida de los valores

$$\text{máximos es } \frac{0.15 + 1}{2} = 0.65$$

EXERCICIO
4.22.

- a) Definir variables y valores lenguisticas necesarios
 b) Vta 750 rpm. ¿Fuerza sobre el botón?

a) Velocidad

$$\text{Despacio: } ((500)(1)(1000)(0))$$

$$\text{Depresa: } ((1000)(0)(1500)(1))$$

FuerzaBotón

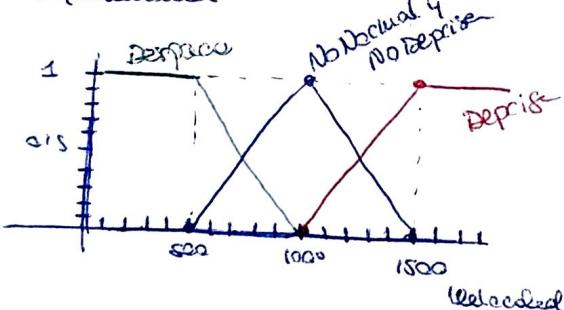
$$\text{Poco} ((6(1)(10)(0)))$$

$$\text{Medio} (10(0)(14,1))$$

$$\text{Normal} ((6(0)(10)(1)(14)(0)))$$

- b) R1) Despacio \Rightarrow Nivel
 R2) Depresa \Rightarrow Poco
 R3) No Despacio y No Depresa \Rightarrow Normal

Representación

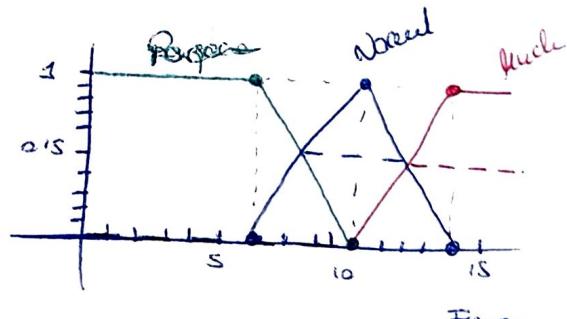


750 rpm

$$z_1 = \mu_{\text{desp}}(750) = 0.15$$

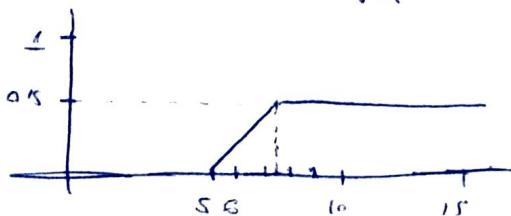
$$z_3 = \mu_{\text{dep}}(750) = 0.15$$

$$z_2 = \mu_{\text{nodo}}(750) = 0 \quad (\text{No aplica})$$



Fuerza

Últimos resultados y gráfica



Cayendo Difuso de Salida

Valor utida de

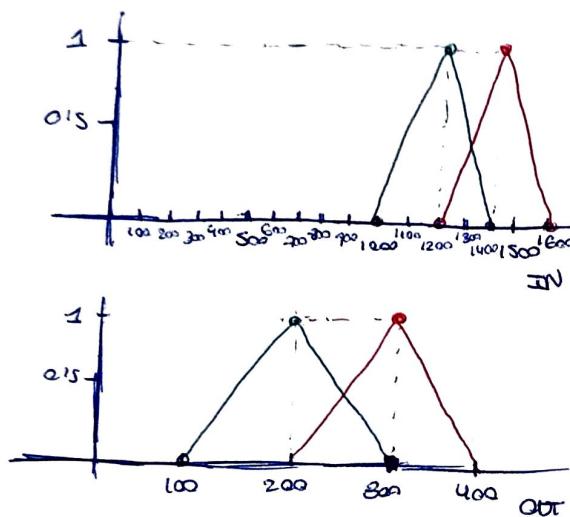
$$\text{Salida} = \frac{7.15 + 15}{2} = 11.125$$

✓



LOS RESULTADOS DE TU EXAMEN MEJOR EN LA CALLE

EJERCICIO
4.23



- R1) In Bajo \Rightarrow Out Bajo
R2) In Alto \Rightarrow Out Alto

- a) \times Nitido con
Centroide
b) \times nitido NO
c) \times $[x-20, x+20] \cap$
NO

a) Calculamos

$$z_1 = \mu_{\text{bajo}}(x)$$

$$z_2 = \mu_{\text{alto}}(x)$$

$$\text{Sea } z = \max \{ z_1, z_2 \}$$

$$\text{Considero } \text{outBajo}^* = \min \{ \text{outBajo}, z_1 \} = \alpha_1$$

$$\text{outAlto}^* = \min \{ \text{outAlto}, z_2 \} = \alpha_2$$

Todos como resultado de cálculo difuso

A = $\alpha_1 \text{outBajo}^* + \alpha_2 \text{outAlto}^*$ y cálculo el valor nitido res = COG(A)

b) Igual pero res tanta IOM(A)

c) Considero de cálculo difuso

B dado por una función de soporte $[x-20, x+20]$

Consideremos

$$z_1 = \max \{ \beta \text{in outBajo} \}$$

$$z_2 = \max \{ \beta \text{in outAlto} \}$$

$$z = \max \{ z_1, z_2 \}$$

y res como auto.

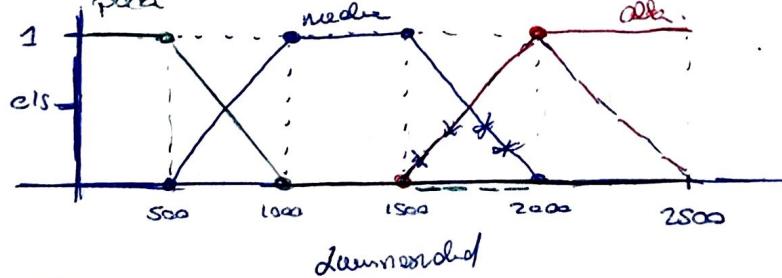
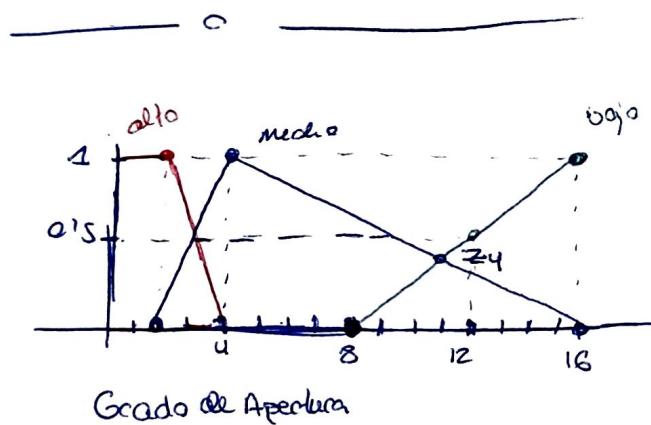
WUOLAH

Ejercicio 4.24

- R1) Luminosidad Poco \Rightarrow G.A. alto
 R2) Luminosidad Media \Rightarrow G.A. Medio.
 R3) Luminosidad Intensa \Rightarrow G.A. bajo
 R4) G.A. alto o medio \Rightarrow V. opt. rápida
 R5) G.A. bajo \Rightarrow V. opt. lenta.

Luminosidad
Actual

(0,1500, 1/2000, 0,12500)



$$\begin{aligned} z_1 &= 0 \\ z_2 &= 0.15 \\ z_3 &= 1 \end{aligned} \quad \left\{ \Rightarrow g.a. \text{ bajo} \right.$$

$$z_4 = 0$$

$$z_5 : 1 = 4u + n$$

$$0 = 16u + n$$

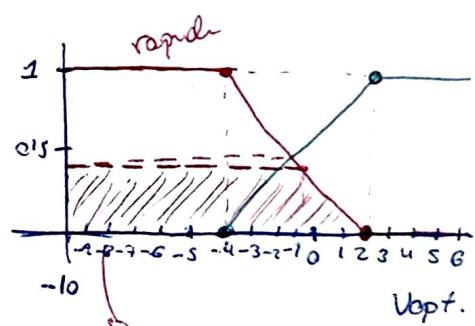
$$-1 = 12u \Rightarrow u = -\frac{1}{12}$$

$$n = -16(-\frac{1}{12}) = \frac{4}{3}$$

$$y = -\frac{1}{12}x + \frac{4}{3}$$

$$-\frac{1}{12}x + \frac{4}{3} = \frac{1}{8}x - 1 \Leftrightarrow x = \frac{7}{3}/\frac{5}{12} = 11/2$$

$$z_6 = 7/5 = 0.4$$



Círculo
Difuseo

- otra neta
- la actual
- alta inter electrode
- *-- media electrode

$$-4u + n = 1$$

$$2u + n = 0$$

$$-6u = 1$$

$$u = -\frac{1}{6} \quad y = -\frac{1}{6}x + \frac{1}{3}$$

$$n = \frac{1}{3}$$

$$0.4 = -\frac{1}{6}x + \frac{1}{3}$$

$$\Leftrightarrow x = -2/5$$

$$\frac{-10 - 2/5}{2}$$

$$\frac{1}{5} \\ -5/2$$

$$0 = 8u + n$$

$$1 = 16u + n$$

$$1 = 8u \Rightarrow u = \frac{1}{8}$$

$$n = -1$$

$$y = \frac{1}{8}x - 1$$