



NOMBRE y DNI: Cigliotti Rocio, 43484816

PROBLEMA 1

Un invernadero necesita mantener una temperatura óptima para el crecimiento de las plantas. Se utiliza un sistema de control difuso para regular la temperatura.

Las variables de entrada son:

- **Temperatura ambiente (TA):** medida en grados Celsius [°C].
- **Humedad relativa (HR):** medida en porcentaje [%].

La variable de salida es:

- **Potencia del calefactor (PC):** medida en porcentaje [%].

Se definen los siguientes conjuntos difusos para las variables de entrada:

Temperatura ambiente (TA):

$$\bullet \text{ Templada (T): } \mu_T(TA) = \begin{cases} \frac{TA - 15}{5} & \text{para } 15 \leq TA \leq 20 \\ 1 - \frac{TA - 20}{10} & \text{para } 20 \leq TA \leq 30 \end{cases}$$

Humedad relativa (HR):

$$\bullet \text{ Media (M): } \mu_M(HR) = \begin{cases} \frac{HR}{50} & \text{para } 0 \leq HR \leq 50 \\ 1 - \frac{HR - 50}{50} & \text{para } 50 \leq HR \leq 100 \end{cases}$$

$$\bullet \text{ Alta (A): } \mu_A(HR) = \frac{HR - 50}{50} \text{ para } 50 \leq HR \leq 100$$

Las reglas difusas del sistema son:

SI TA es Templada Y HR es Media **ENTONCES** $PC = 50 - 0.2TA$

SI TA es Templada Y HR es Alta **ENTONCES** $PC = 40 - 0.1TA + 0.1HR$

Calcular la potencia del calefactor cuando la temperatura ambiente es de 22°C y la humedad relativa es del 60%.
Explicar paso a paso el procedimiento utilizado para obtener el resultado.

Información adicional:

- Se utiliza el operador mínimo (AND) para la conjunción.
- Se utiliza el método de la media ponderada para la defuzzificación.

PROBLEMA 2

- ¿Cuántos parámetros tiene una red neuronal completamente conectada para regresión con ocho entradas, con dos capas ocultas: la primera con 6 neuronas y la segunda con 3 neuronas? Explique los cálculos realizados.
- Dibuje una red neuronal para clasificación en dos clases a partir de cuatro entradas. Especifique funciones de activación y defina la cantidad de parámetros. Puntos extra: describa algún posible uso de su red

PROBLEMA 3

Un médico desea utilizar un sistema de apoyo al diagnóstico basado en lógica difusa para detectar la anemia ferropénica en sus pacientes. Este sistema utiliza un modelo de inferencia difusa y considera dos variables de entrada: el nivel de hemoglobina (Hb) en sangre y el volumen corpuscular medio (VCM) de los glóbulos rojos. La variable de salida es el grado de sospecha de anemia ferropénica (GSA).

Se optimizó con un algoritmo genético en el que se codificaron los genes como una secuencia de parámetros de las funciones de pertenencia, que son **todas triangulares**, en el orden que aparecen en las siguientes definiciones:

- **Hb (g/dL):** Baja, Normal, Alta
- **VCM (fL):** Bajo, Normal, Alto
- **GSA:** Bajo, Moderado, Alto

El individuo obtenido es el siguiente:

$[8, 10, 12, 11, 13, 15, 14, 16, 18, 70, 80, 90, 80, 90, 100, 90, 100, 110, 0, 25, 50, 25, 50, 75, 50, 75, 100]$

(Handwritten labels: Hb, VCM, GSA)

El médico ha establecido la base de reglas difusas:

SI Hb es Baja Y VCM es Bajo ENTONCES GSA es Alto

SI Hb es Normal Y VCM es Normal ENTONCES GSA es Bajo

SI Hb es Baja Y VCM es Normal ENTONCES GSA es Moderado

Un paciente presenta un nivel de hemoglobina de 10.5 g/dL y un VCM de 85 fL.

Grafique el conjunto difuso resultante para la variable de salida GSA antes de la defuzzificación. Debe mostrar gráficamente cómo se obtiene la salida difusa a partir de la activación de las reglas.

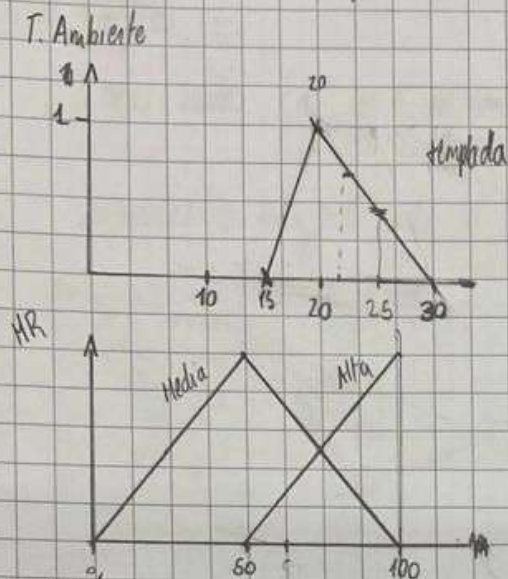
PROBLEMA 4

Una tienda online de ropa desea segmentar (separar) a sus clientes para poder ofrecerles promociones personalizadas y mejorar su experiencia de compra. Se cuenta con un dataset que contiene información sobre el comportamiento de compra de 1000 clientes durante el último año. Las variables disponibles son:

- **Edad:** Edad del cliente en años.
 - **Historial de compras:** Número de días transcurridos desde la primera compra del cliente en la tienda.
 - **Frecuencia de compra:** Número de compras realizadas en el último año.
 - **Gasto total:** Monto total gastado en compras en el último año.
 - **Valor promedio del carrito:** Promedio del valor total de cada compra realizada.
 - **Proporción de compras en categoría A:** Porcentaje del gasto en la categoría "Deportes" sobre el gasto total.
 - **Proporción de compras en categoría B:** Porcentaje del gasto en la categoría "Ropa formal" sobre el gasto total.
- a) ¿Qué algoritmo de IA considera adecuado para segmentar a los clientes de la tienda online?
- b) Describa la necesidad (si existe) de un preprocesamiento de datos que realizaría antes de aplicar el algoritmo.
- c) Explique al menos una manera de determinar ~~un número adecuado de seleccionar~~ los hiperparámetros para este problema.
- (Handwritten note: los valores de)*

Gigliotti
Rocio
①

1) Los CONSEQUENTES de las reglas son una función de las anteriores → FIS Sugeno



Las reglas son:

- Si TA es templada y HR es media entonces

$$PC = 50 - 0,2TA$$

- Si TA es templada y HR es alta entonces

$$PC = 40 - 0,1TA + 0,1HR$$

Fuzzificación

① Primero, debo analizar la PERTENENCIA de los datos a los conjuntos difusos de entrada, ya que eso determinará el GRADO DE ACTIVACIÓN de las reglas

$$TA = 22^{\circ}C \Rightarrow 0,8 \text{ templada}$$

$$HR = 60\% \Rightarrow 0,8 \text{ media} \\ \Rightarrow 0,2 \text{ alta}$$

con estos valores determino el FIRE STRENGTH de las reglas

② INFERENCIA o análisis de reglas

$$1) \text{ Si } \underbrace{TA \text{ es templada}}_{0,8} \text{ y } \underbrace{HR \text{ es media}}_{0,8} \text{ entonces } PC = 50 - 0,2TA$$

$$\text{MÍNIMO} \\ \downarrow \\ \min(0,8; 0,8) = 0,8$$

$$PC_{R1} =$$

$$2) \text{ Si } TA \text{ es templada y } HR \text{ es alta entonces } PC = 40 - 0,1TA + 0,1HR$$

$$0,8 \quad \min(0,8; 0,2) = 0,2$$

$$0,2$$

Agregación y

③ Defuzzificación → media ponderada (en realidad Sugeno no tiene defuzzificación en sí porque los CONSEQUENTES son SINGLETONS)

$$PC = \frac{0,8 * PC(R1) + 0,2 * PC(R2)}{(0,8 + 0,2)} = \frac{0,8 * 45,6 + 0,2 * 43,8}{0,8 + 0,2} = 45,24\%$$

⇒ Según este FIS Sugeno, con $TA = 22^{\circ}C$ y $HR = 60\%$, la $PC = 45,24\%$

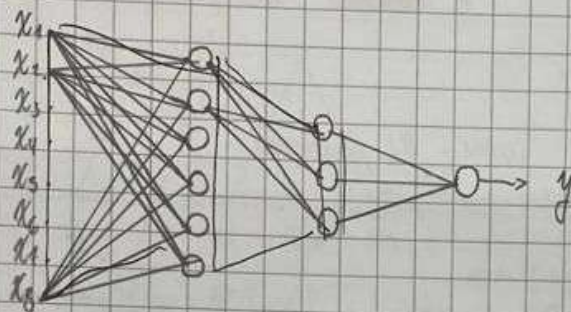
húsares

2) Red FF, FC

✓ a) 8 entradas

2 capas ocultas $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\text{ra}} \text{ con } 6 \text{ neuronas} \\ 2^{\text{da}} \text{ con } 3 \text{ neuronas} \end{array} \right.$

Comenzaremos dibujando esta red.



Para analizar la cantidad de parámetros de esta red, debemos ver el tamaño de las matrices de pesos y de bias.

$W^{(1)}$ tiene 8 entradas y 6 conexiones $\rightarrow W^{(1)} = [6 \times 8] = 48$ parámetros

$b^{(1)}$ es un tensor de orden 1 de 6 elementos $\rightarrow b^{(1)} = [6 \times 1] = 6$ parámetros

$W^{(2)}$ tiene 6 entradas y 3 conexiones $\rightarrow W^{(2)} = [3 \times 6] = 18$ parámetros

$b^{(2)}$ es un tensor de orden 1 de 3 elementos $\rightarrow b^{(2)} = [3 \times 1] = 3$ parámetros

$W^{(3)}$ tiene 3 entradas y 1 conexión $\rightarrow W^{(3)} = [1 \times 3] = 3$ parámetros

$b^{(3)}$ es un tensor de orden 1 de 1 elemento $\rightarrow b^{(3)} = [1 \times 1] = 1$ parámetro

49 parámetros

\Rightarrow En total, tiene 49 parámetros.

\Rightarrow La última capa es de 1 neurona ya que las redes neuronales de regresión tienen una última capa de una neurona.

b)

b) Red Neuronal de clasificación

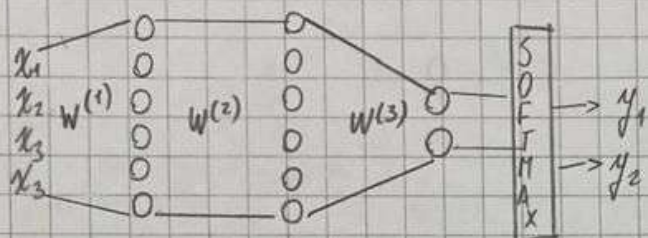
↳ 2 clases

- Especificar Función de act.

- Descubrir algún uso de la red

↳ A partir de 4 entradas

- Definir cant. parám.



Esta red tiene =

2 hidden layers de

6 neuronas cada una

$$\begin{aligned} \text{Cant parámetros} \Rightarrow & \left. \begin{aligned} W^{(1)} &= [6 \times 4] = 24 \text{ parám} \\ b^{(1)} &= [6 \times 1] = 6 \text{ parám} \\ W^{(2)} &= [6 \times 6] = 36 \text{ parám} \\ b^{(2)} &= [6 \times 1] = 6 \text{ parám} \\ W^{(3)} &= [2 \times 6] = 12 \text{ parám} \\ b^{(3)} &= [2 \times 1] = 2 \text{ parám} \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

TOTAL = 86 parámetros

$$\text{Funciones de activación} \Rightarrow \begin{cases} n^{(1)} = W^{(1)}x + b^{(1)} \\ y^{(1)} = \phi(n^{(1)}) \end{cases}$$

(cuáles Funciones de activación elegís)

$$\begin{cases} n^{(2)} = W^{(2)}y^{(1)} + b^{(2)} \\ y^{(2)} = \phi(n^{(2)}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} n^{(3)} = W^{(3)}y^{(2)} + b^{(3)} \\ y^{(3)} = \phi(n^{(3)}) \rightarrow \text{SALIDA FINAL} \end{cases}$$

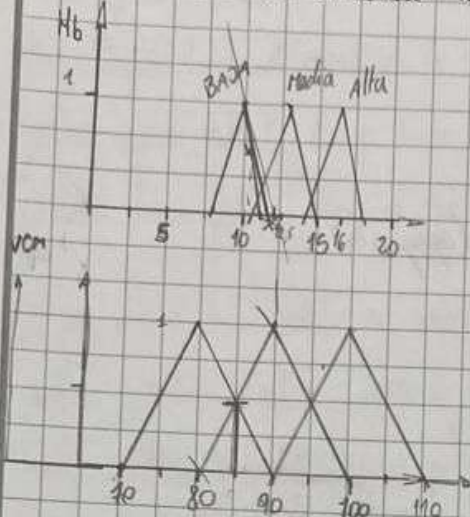
⇒ Esta red puede ser utilizada para cualquier problema de clasificación en 2 grupos dadas 4 entradas

↳ Por ejemplo, dado un grupo de personas que queremos separar entre aquellas con alto riesgo de enfermedad, y otros con bajo riesgo.

Las entradas pueden ser edad, cant. días que hace deporte por semana, presencia de enfermedades previas, si son fumadores o no.

Podríamos analizar a qué parámetros la red le da más peso

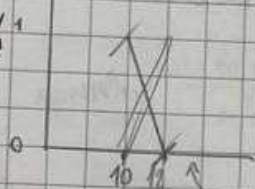
3) Genes = secuencia de parámetros de las mf. → para FIS Nominal



⇒ Hemoglobina = 10,5 g/dL

$$\text{recta } (10, 1) \rightarrow \begin{matrix} x & y \\ 10 & 1 \\ 12 & 0 \end{matrix} \Rightarrow y = 1 - \frac{x-10}{10}$$

Fuzzyficación



$$Hb_{\text{Baja}} = 1 - \frac{x-10}{2} \Rightarrow 1 - \frac{10,5-10}{2} = 0,75 \text{ baja}$$

$$Hb_{\text{Normal}} = 0$$

$$Hb_{\text{Alta}} = 0$$

⇒ VCM = 85 FL

$$VCM_{\text{Baja}} = 1 - \frac{x-80}{10} \Rightarrow 1 - \frac{85-80}{10} = 0,5 \text{ Baja}$$

$$VCM_{\text{Normal}} = \frac{x-80}{10} \Rightarrow \frac{85-80}{10} = 0,5 \text{ Normal}$$

⇒ Ahora que se la pertenencia de mis var a las mf, analizo la ACTIVACIÓN de las REGLAS

inferencia

⇒ para and ("y") utilizo la función PRODUCTO

R1) Si $\underbrace{Hb \text{ es baja}}_{0,75}$ y $\underbrace{VCM \text{ es baja}}_{0,5}$ ENTONCES GSA es ALTO
⇒ GSA es 0,375 ALTO ✓

R2) Si $\underbrace{Hb \text{ es normal}}_0$ y $\underbrace{VCM \text{ es normal}}_{0,5}$ ENTONCES GSA es bajo
⇒ GSA es 0 BAJO (NO se activa la regla) ✓

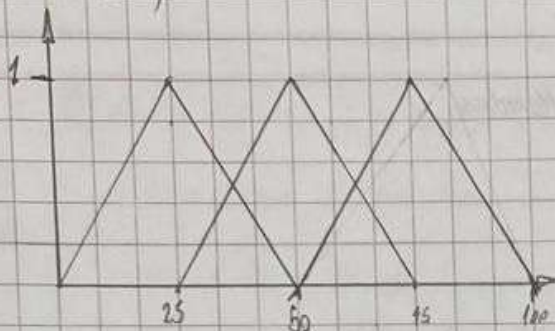
R3) Si $\underbrace{Hb \text{ es baja}}_{0,75}$ y $\underbrace{VCM \text{ es normal}}_{0,5}$ ENTONCES GSA es moderado
⇒ GSA es 0,375 moderado ✓

⇒ Para el conjunto difuso, ESCALO la mf de GSA según los valores obtenidos, 0? ⇒ (en la sig. mejor)

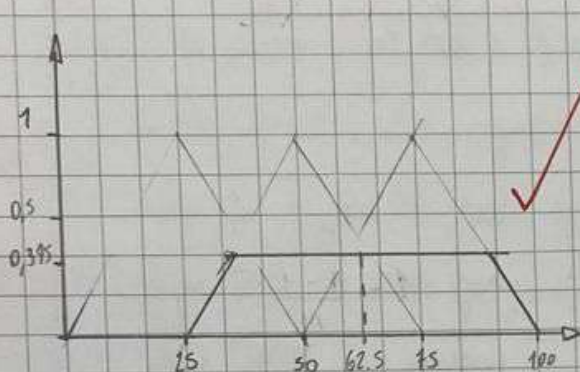
TRUNCO la HF de GSA " " " " " "

húsaes

⇒ GSA (MF)



GSA (antes de defuzzificar) (método = TRUNCAMIENTO) (agregación)



bajo = 0

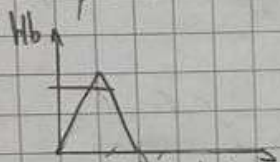
medio = 0,35

alto = 0,35

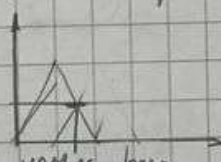
⇒ defuzzifico por
CENTROIDE →
(62.5)

defuzzif.

Para que se vea MÁS CLARAMENTE, hace un gráfico en TODAS LAS REGLAS y la def. inferencia



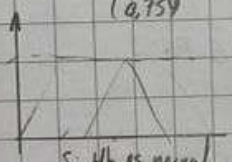
Si Hb es baja
(0.75)



VCM es bajo
(0.5)

ENTONCES

GSA es alto



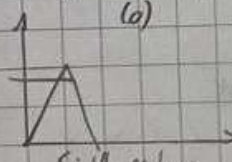
Si Hb es normal
(0)



VCM es normal
(0.5)

ENTONCES

GSA es bajo



Si Hb es baja
(fuzz.)



VCM es normal
(fuzz.)

ENTONCES

GSA es moderado

Normalización



centroide defuzzif.

Gigliotti
Pao
④

9) A) Para segmentar a los clientes de la tienda online, utilizaría un ALGORITMO DE CLUSTERING. Debido a que no tengo ninguna indicación acerca de la cantidad de grupos a los que se desea dividir al grupo de clientes total, podría utilizar tanto K-Means como FCM y analizar con qué cantidad de grupos obtengo un mejor Silhouette. También podría utilizar Clustering Substrativo! ✓

B) El pre-procesamiento de datos es VITAL previo a aplicar cualquier algoritmo de clustering. Los datos tienen distintos RANGOS de valores según la información que representan. En el ejemplo dado, los parámetros de porcentaje irían de 0 a 100, mientras que el GASTO TOTAL podría llegar a los millones! (según la moneda). Si no hacemos un correcto pre-procesamiento de los datos, las variables cuyo VALOR NUMÉRICO sea mayor tendrán más importancia que aquellas cuyo valor numérico sea menor, lo cual es INCORRECTO. Una variable no puede tener MENOR relevancia únicamente porque su RANGO DE VALORES es menor. Por ello, es vital pre-procesar (normalizar) los datos. ✓

C) Si utilizo un algoritmo K-means, el hiperparámetro a definir es la cantidad de clusters K . ✓
Para determinar el valor adecuado podría probar con distintos valores, analizando el Silhouette. Una vez encuentre el número de clusters que acerca más a Silhouette a 1 analizaría qué significan cada grupo y devolvería esta información al equipo de marketing para que decida qué promociones ofrecerle a cada grupo. ✓

Si por el contrario, el equipo ya QUERÍA separar en 2 grupos (gente "dispositiva" y gente "formal"), elegiría $K=2$. ✓

Si utilizan FCM, usaría el mismo método para elegir K , y seguiría un q (exponente de FUZZIFICATION) intermedio. Sin embargo, creo que usaría HCM ya que el equipo podría separar a los clientes en grupos diferenciados con una pertenencia del 100% a cada grupo.

(Silhouette analiza la distancia INTRA cluster (minimizándola) y la INTERCLUSTER (maximizándola)) ✓