

2023

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

# CÁTEDRA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS





Esta guía de ejercicios tiene como principal propósito reforzar el aprendizaje del estudiante en momentos extra-áulicos y a la vez armar su propio Portfolio que certificará su ejercitación.

## Tema: INTRODUCCIÓN A LA IA

### EJERCICIOS

1.- Defina con sus propias palabras: inteligencia, inteligencia artificial

2.- En realidad los computadores no son inteligentes, hacen solamente lo que le dicen los programadores. ¿Es cierta esta aseveración, e implica a la primera? 

4.- Explique sintéticamente las cuatro categorías que se vienen siguiendo respecto de la definición de inteligencia artificial. 

3.- Consulte en la literatura existente sobre la IA si alguna de las siguientes tareas se puede efectuar con computadores: a) Jugar una partida de tenis de mesa (ping-pong) decentemente. b) Conducir un coche en el centro del Cairo. c) Comprar comestibles para una semana en el mercado. d) Comprar comestibles para una semana en la web. e) Descubrir y demostrar nuevos teoremas matemáticos. f) Escribir intencionadamente una historia divertida. g) Ofrecer asesoría legal competente en un área determinada. h) Traducir inglés hablado al sueco hablado en tiempo real. i) Realizar una operación de cirugía compleja.

## TEMA: AGENTES INTELIGENTES

### EJERCICIOS


- 1.- Defina con sus propias palabras los siguientes términos: agente, función de agente, programa de agente, racionalidad, autonomía, agente reactivo, agente basado en modelo, agente basado en objetivos, agente basado en utilidad, agente que aprende.
- 2.- Identifique la descripción REAS que define el entorno de trabajo para cada uno de los siguientes agentes:  
a) Robot que juega al fútbol; b) Agente para comprar libros en Internet; c) Explorador autónomo de Marte; d) Asistente matemático para la demostración de teoremas.
- 3.- Dados los siguientes tipos de agente: a) Robot que juega al fútbol; b) Agente para comprar libros en Internet; c) Explorador autónomo de Marte; d) Asistente matemático para la demostración de teoremas, caracterice el medio de acuerdo con las propiedades de los entornos de trabajo:  
  - a) Totalmente observable vs. parcialmente observable
  - b) Determinista vs. estocástico
  - c) Episódico vs. secuencial
  - d) Estático vs. dinámico
  - e) Discreto vs. continuo
  - f) Agente individual vs. multiagente
- 4.- Represente a través de diagramas esquemáticos los cuatro tipos de modelos de agentes.

# Tema: RAZONAMIENTO EN AMBIENTES DETERMINISTAS


## AGENTES RESOLVENTES-PROBLEMAS

### EJERCICIOS

1.- Defina con sus propias palabras los siguientes términos: estado, espacio de estados, árbol de búsqueda, nodo de búsqueda, objetivo, acción, función sucesor, y factor de ramificación.

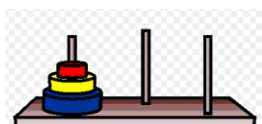
2.- Explique por qué la formulación del problema debe seguir a la formulación del objetivo. 

3.- Defina para cada uno de los problemas de juguete planteados: **Estados, Estado inicial, Función sucesor, Espacio de Estados, Test objetivo, Costo del camino.**

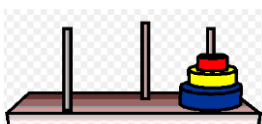
a) El mundo de la aspiradora b) El 8-puzzle c) Las 8-reinas 

4.- Supongamos que ACCIONES-LEGALES(s) denota el conjunto de acciones que son legales en el estado "s", y RESULTADO(a,s) denota el estado que resulta de la realización de una acción legal "a" para un estado "s". Defina: **Estados, Estado inicial, Función sucesor** en términos ACCIONES-LEGALES y RESULTADO.

5.- Dado el problema de las Torres de Hanoi, donde se deben colocar los tres discos en la torre C, partiendo de la torre A y valiéndose de la torre B para cumplir con el objetivo, defina: **Estados, Estado inicial, Función sucesor.**



A B C  
Estado Inicial (1,2,3; ; )



A B C  
Estado Final ( ; ;1,2,3)



6.- Genere el árbol de búsqueda para el problema de las Torres de Hanoi.

7.- Genere el árbol de búsqueda para el problema del 8 –puzzle. Acción: mover el blanco (izquierda, derecha, abajo, arriba).

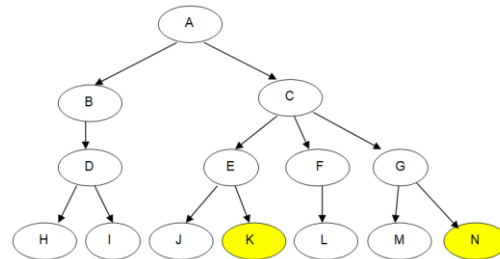
2	8	3
1	6	4
7		5

Estado Inicial

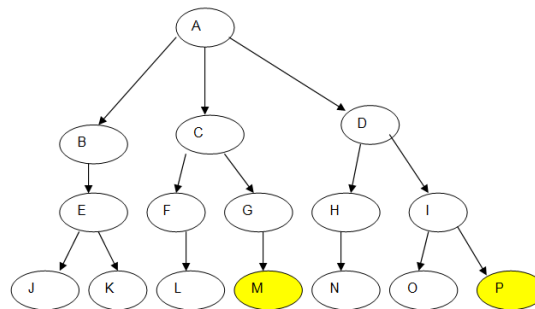
1	2	3
8		4
7	6	5

Estado Objetivo

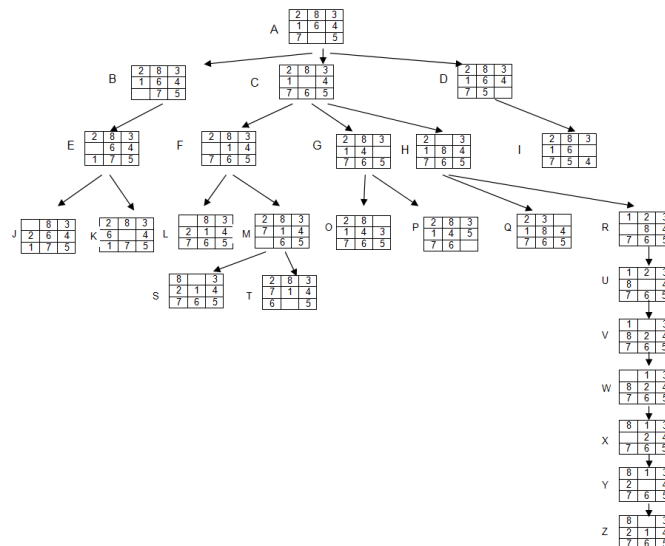
8.- Si este árbol representa el árbol de búsqueda para el problema de las Torres de Hanoi, aplique la estrategia Búsqueda Primero en Anchura. Evalúe la estrategia en función de los criterios: Completitud, Optimización, Tiempo y Espacio. Considere que en el espacio de estados, el nodo **A** representa el estado inicial y los nodos **K** y **N** son estados objetivos.



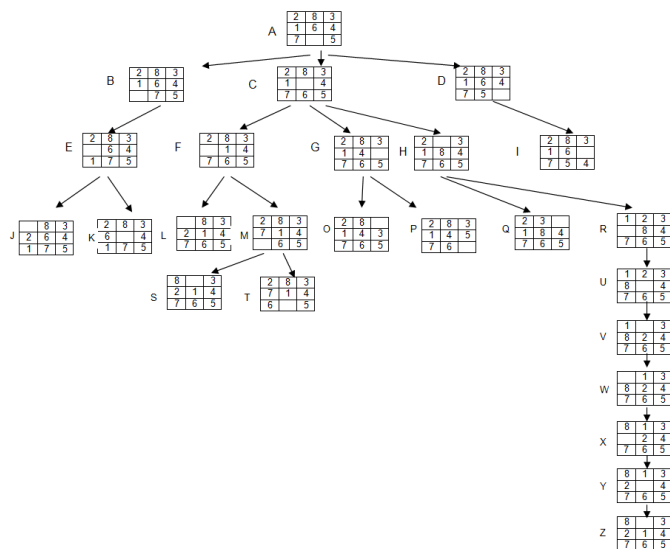
9.- Si este árbol representa el árbol de búsqueda para el problema del 8-Puzzle, aplique la estrategia Búsqueda Primero en Profundidad. Evalúe la estrategia en función de los criterios: Completitud, Optimización, Tiempo y Espacio. Considere que en el espacio de estados, el nodo **A** representa el estado inicial y los nodos **M** y **P** son estados objetivos.



10.- Dado el problema del 8-Puzzle, utilice la Heurística admisible  $h_1$  = número de piezas mal ubicadas, asigne a cada nodo del siguiente árbol su  $h(n)$  y resuelva aplicando el método de Búsqueda Primero el Mejor. Considere el nodo **A** como raíz del árbol y los nodos **S** y **Z** nodos objetivos.



11.- Dado el problema del 8-Puzzle, utilice la Heurística admisible  $h_1$ = número de piezas mal ubicadas, asigne a cada nodo del siguiente árbol su  $h(n)$  y resuelva aplicando el método de Búsqueda A\*. Considere el nodo **A** como raíz del árbol y los nodos **S** y **Z** nodos objetivos.



POR CUESTIÓN DE ESPACIO NO SE CONTINUARÁ CON EL DESARROLLO DEL ÁRBOL, PERO EJEMPLIFICA LA EXPLOSIÓN DE CAMINOS ALTERNATIVOS PARA ARRIBAR A UNA SOLUCIÓN.

12.- Escriba un programa que implemente un método de Búsqueda No Informado o Informado; puede seleccionar alguno de los enunciados propuestos en el libro de la Cátedra en el capítulo 3 o, si le resulta más conveniente, puede proponer usted una situación problemática.

# Tema: RAZONAMIENTO EN AMBIENTES DETERMINISTAS

## AGENTES BASADOS EN CONOCIMIENTO

### EJERCICIOS



1.- Defina con sus propias palabras: Base de Conocimiento, Sentencia, Inferencia, Sintaxis de una sentencia, Semántica de una sentencia.

2.- Dada la siguiente inferencia en Lenguaje Natural, evaluar la validez de la misma por resolución:

*“La casa de enfrente parece deshabitada desde hace unos días. Algunos diarios mojados yacen en el jardín. El pasto se ve crecido. Por lo tanto, la gente de esa casa debe estar de viaje”.*

Se puede representar los hechos aludidos mediante las cláusulas siguientes:

P = la gente de la casa de enfrente están en casa

Q = ellos juntan los diarios

R = ellos cortan el césped

Sentencia original	Forma clausal	Significado
$\neg Q$	$\neg Q$	No juntan los diarios
$\neg R$	$\neg R$	No cortan el césped
$P \Rightarrow Q$	$\neg P \vee Q$	Si están en casa, juntan los diarios
$P \Rightarrow R$	$\neg P \vee R$	Si están en casa cortan el césped

3.- A partir de la siguiente información y utilizando los siguientes predicados, aplique el método de resolución por contradicción, demostrando que  $BC \models \alpha$  probando que  $BC \wedge \neg \alpha$  es insatisfacible derivando la cláusula vacía, para las consignas:

$\alpha$  = Personas mayores de 18 años.

Juan tiene 20 años, Pedro tiene 13 años, Ana tiene 10 años, Alejandra tiene 15 años, Jorge tiene 30 años, Luis tiene 28 años.

Predicados:

PERSONA (nombre, sexo, edad)

MAYOR\_EDAD (nombre)

4.- A partir de la siguiente información y utilizando los siguientes predicados, aplique el método de resolución por contradicción, demostrando que  $BC \models \alpha$  probando que  $BC \wedge \neg \alpha$  es insatisfacible derivando la cláusula vacía, para las consignas:

a)  $\alpha$  = Son sospechosos del asesinato de Susana los hombres que tuvieron relación con Susana. Es Juan sospechoso?

b)  $\alpha$  = Son sospechosas las mujeres que tuvieron relación con hombres que Susana conocía. Es sospechosa Bárbara?

Información:

Bárbara es amiga de Juan, Bárbara es amiga de Roberto, Bárbara es amiga de María, Susana es amiga de Juan, Susana es amiga de Pedro.



Predicados:

PERSONA(nombre,sexo)

AMISTAD(mujer,hombre)

SOSPECHOSO(nombre)

5.- A partir de la siguiente información y utilizando los siguientes predicados, aplique el método de resolución por contradicción, demostrando que  $BC \models \alpha$  probando que  $BC \wedge \neg\alpha$  es insatisfacible derivando la cláusula vacía, para la consigna:

$\alpha$  = ¿Es Miguel un socio escalador de montañas?

Antonio y Miguel son socios de un club alpino

Todo socio que no es un esquiador, es un escalador de montañas

A los escaladores de montañas no les gusta la lluvia

Si a alguien no le gusta la nieve, no es un esquiador

A Miguel le disgusta todo lo que a Antonio le gusta y le gusta todo lo que a Antonio le disgusta.

A Antonio le gusta la nieve y la lluvia

Predicados:

SOCIO(nombre)

ESCALADOR(X)  $\leftarrow$  SOCIO(X),  $\neg$ ESQUIADOR(X),  $\neg$ GUSTA\_LLUVIA(X)

GUSTA\_LLUVIA(nombre)

GUSTA\_NIEVE(nombre)

$\neg$ ESQUIADOR(X)  $\leftarrow$   $\neg$ GUSTA\_NIEVE(X)

# Tema: RAZONAMIENTO EN AMBIENTES DETERMINISTAS

## PLANIFICACIÓN

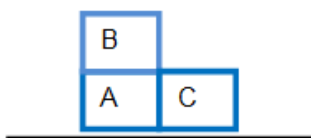
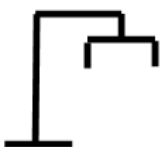
### EJERCICIOS

Dada la siguiente configuración de bloques y los operadores que se muestran a continuación, mostrar la evolución de la pila de objetivos para poder llegar desde el estado inicial al estado final.

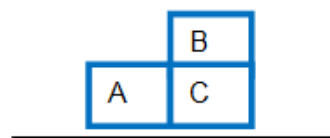
- APILAR(x,y)  
P: despejado(y) ^ agarrado(x)  
B: despejado(y) ^ agarrado(x)  
A: brazolibre ^ sobre(x,y)
- DESAPILAR(x,y)  
P: sobre(x,y) ^ despejado(x) ^ brazolibre()  
B: sobre(x,y) ^ brazolibre()  
A: agarrado(x) ^ despejado(y)
- TOMAR(x)  
P: despejado(x) ^ sobrelamesa(x) ^ brazolibre()  
B: sobrelamesa(x) ^ brazolibre()  
A: agarrado(x)
- BAJAR(x)  
P: agarrado(x)  
B: agarrado(x)  
A: sobrelamesa(x) ^ brazolibre()



1)

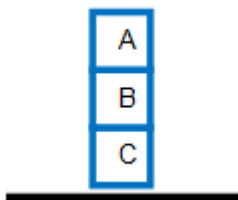


Estado Inicial

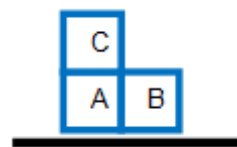


Estado Objetivo

2)

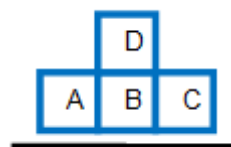


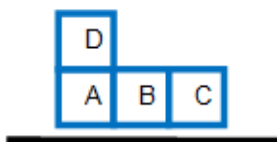
Estado Inicial



Estado Objetivo

3)

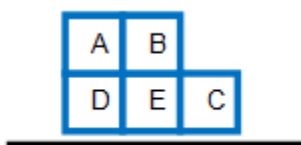




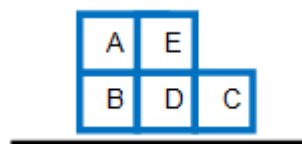
Estado Inicial

Estado Objetivo

4)

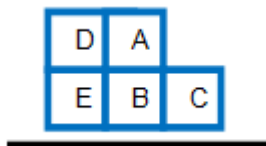


Estado Inicial

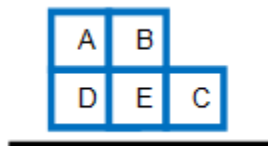


Estado Objetivo

5)



Estado Inicial



Estado Objetivo

# Tema: RAZONAMIENTO BAJO INCERTIDUMBRE

## LÓGICA DIFUSA

### EJERCICIOS

- 1.- Defina que es un Sistema de Inferencia basado en Lógica Difusa.
- 2.- Mencione las etapas en el proceso de resolución en un Sistema de Inferencia basado en Lógica Difusa y explique brevemente cada una.
- 3.- Suponiendo un tanque como el de la fig. 1, el cual recibe un flujo de líquido de acuerdo a la apertura de una válvula V1, la estrategia para la toma de decisión en cuanto al manejo de esta válvula, podría ser descrita por un experto siguiendo una serie de reglas empíricas. Estas reglas se pueden utilizar mediante un sistema de inferencia difuso para manejar la apertura de V1 mediante una señal  $s$ , donde un ejemplo de cómo podría implementarse para una situación particular dada, de acuerdo a los valores que toma la presión  $P$  en la parte superior del tanque y la temperatura  $T$  en el interior del fluido, se muestra mediante los ejercicios que siguen:

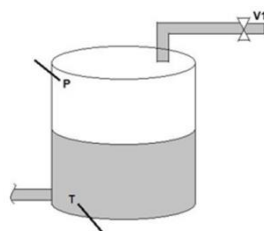


Figura 1

- 3.1.- Fuzzificar la variable  $P=110\text{KPa}$ , cuyo rango va de  $0\text{KPa}$  a  $200\text{KPa}$ , según los siguientes conjuntos difusos:

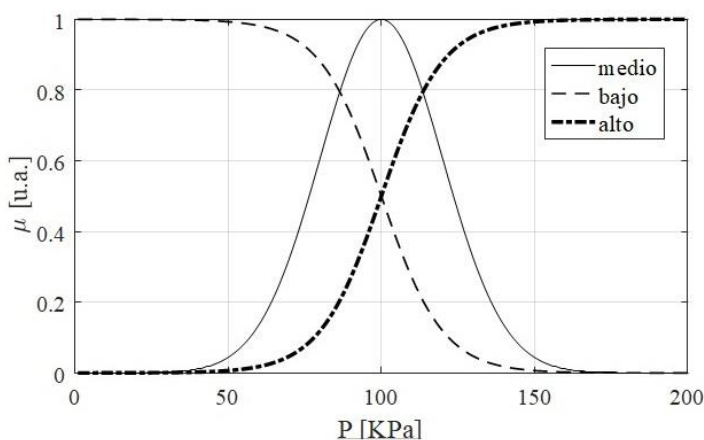


Figura 1

$$\left\{ \mu_{bajo} = 1 - \frac{1}{1+e^{-0,1(P-100)}}; \mu_{medio} = e^{-\frac{(P-100)^2}{800}}; \mu_{alto} = \frac{1}{1+e^{-0,1(P-100)}} \right\} \quad (1)$$



3.2.- Fuzzificar la variable  $T=35^\circ\text{C}$ , cuyo rango va de  $0^\circ\text{C}$  a  $80^\circ\text{C}$ , según los conjuntos difusos definidos a continuación:

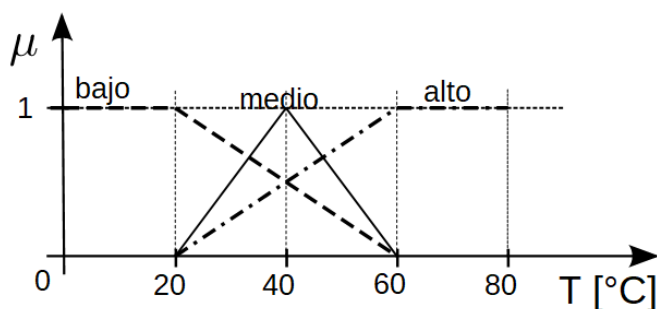


Figura 2

Dato: ecuación de la recta a partir del gráfico:

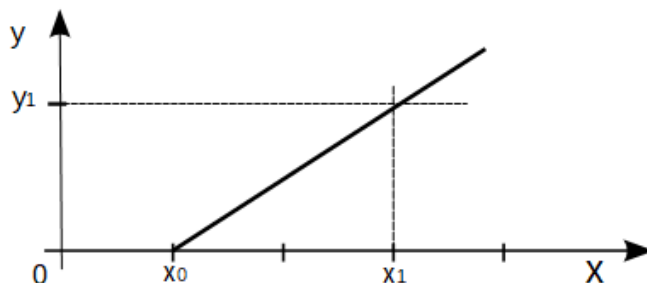


Figura 3

$$y = \frac{y_1}{(x_1 - x_0)} (x - x_0)$$

3.3.- Dado un sistema de inferencia difusa cuyas entradas están dadas por las variables  $T$  y  $P$  según se definió en los ejercicios 3.1) y 3.2) y cuya salida es una variable difusa normalizada, que aplica a un dominio  $s = \{ 0 \leq \mathbb{R} \leq 90 \}$ , y contiene tres conjuntos difusos: *bajo*, *medio*, *alto*; definidos como sigue:

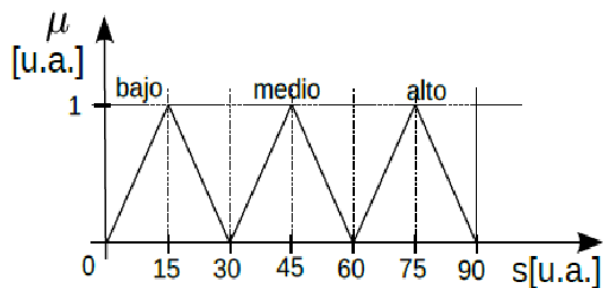


Figura 4

Se pide encontrar cual será el conjunto difuso que resulte de evaluar cada una de las siguientes reglas de inferencia:

a) If  $T$  es bajo AND  $P$  es bajo, THEN  $s$  es alto



b) If  $T$  es medio OR  $P$  es bajo, THEN  $s$  es medio

Considerar el Sistema de Inferencia Difuso y resolver los operadores lógicos de variables difusas.

3.4.- Si a partir de las dos reglas definidas en el ejercicio 3.3) para un sistema de inferencia difuso se quiere obtener un único valor de  $s$ , defusificando utilizando el método del centroide o centro de gravedad; cual será entonces la magnitud de  $s$ .



# Tema: APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

## RECONOCIMIENTO DE PATRONES

### EJERCICIOS

1.- Defina: reconocimiento de patrones, patrón, clase.

2.- Dados los siguientes vectores de entrada (0 0) (0 1) (1 0) (1 1) determinar la función de decisión lineal que realiza la correcta clasificación de las mismas según el siguiente vector de salidas  $y = [1 \ 1 \ -1 \ -1]$ .

Dato: el cálculo de la inversa es

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -0.5 \\ 0 & 1 & -0.5 \\ -0.5 & -0.5 & 0.75 \end{bmatrix}$$

3.- Dados los siguientes vectores de entrada (0 0) (0 1) (1 0) (1 1) determinar la función de decisión lineal que realiza la correcta clasificación de las mismas según el siguiente vector de salidas  $y = [1 \ 1 \ -1 \ -1]$ .

Dato: el cálculo de la inversa es

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -0.5 \\ 0 & 1 & -0.5 \\ -0.5 & -0.5 & 0.75 \end{bmatrix}$$

4.- Dados los siguientes vectores de entrada (0 0) (0 1) (1 0) (1 1) determinar la función de decisión lineal que realiza la correcta clasificación de las mismas según el siguiente vector de salidas  $y = [1 \ -1 \ -1 \ -1]$ . En este caso se trata de la función lógica **OR**.

Dato: el cálculo de la inversa es

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -0.5 \\ 0 & 1 & -0.5 \\ -0.5 & -0.5 & 0.75 \end{bmatrix}$$

5.- Dados los siguientes vectores de entrada (0 0) (0 1) (1 0) (1 1) determinar la función de decisión lineal que realiza la correcta clasificación de las mismas según el siguiente vector de salidas  $y = [1 \ 1 \ 1 \ -1]$  En este caso se trata de la función lógica **AND**.

Dato: el cálculo de la inversa es

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -0.5 \\ 0 & 1 & -0.5 \\ -0.5 & -0.5 & 0.75 \end{bmatrix}$$

6.- Dados los siguientes vectores de entrada (0 0) (0 1) (1 0) (2 2) determinar la función de decisión lineal que realiza la correcta clasificación de las mismas según el siguiente vector de salidas  $y = [1 \ 1 \ 1 \ -1]$ .

Dato: el cálculo de la inversa es

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 0.6 & -0.38 & -0.16 \\ -0.38 & 0.61 & -0.16 \\ -0.16 & -0.16 & 0.5 \end{bmatrix}$$

7.- Dados los siguientes vectores de entrada (0 0) (1 0) (2 0) (0 1) (1 1) (2 1) determinar la función de decisión lineal que realiza la correcta clasificación de las mismas según el siguiente vector de salidas:

$$y = [1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1]$$

Dato: el cálculo de la inversa es

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 0.25 & 0 & -0.25 \\ 0 & 0.66 & -0.33 \\ -0.25 & -0.33 & 0.583 \end{bmatrix}$$



# Tema: REDES NEURALES

## EJERCICIOS

1.- Defina: redes neurales. Topología de una red neuronal. Aprendizaje de una red neuronal.

2.- Dada una Red perceptron que reproduce el comportamiento de una compuerta lógica OR. Se pide:

- Sabiendo que las salidas posibles para dicha función son 0 y 1, graficar la solución a la que se arribará.
- Dado el siguiente cuadro de iteración de la red perceptron para la función lógica OR responder:

(x,s)		Pesos	Salida	Ajuste de pesos	Error
Entrada	Salida				
1 0 0	0	-2,5 0,5 1,5	$f(-2,5) = 0$	$\begin{Bmatrix} -2,5 \\ 0,5 \\ 1,5 \end{Bmatrix} + (0) \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -2,5 \\ 0,5 \\ 1,5 \end{Bmatrix}$	0
1 0 1	1	-2,5 0,5 1,5	$f(-1,0) = 0$	$\begin{Bmatrix} -2,5 \\ 0,5 \\ 1,5 \end{Bmatrix} + (1) \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -1,5 \\ 0,5 \\ 2,5 \end{Bmatrix}$	1
1 1 0	1	-1,5 0,5 2,5	$f(-1,0) = 0$	$\begin{Bmatrix} -1,5 \\ 0,5 \\ 2,5 \end{Bmatrix} + (1) \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -0,5 \\ 1,5 \\ 2,5 \end{Bmatrix}$	1
1 1 1	1	-0,5 1,5 2,5	$f(3,5) = 1$	$\begin{Bmatrix} -0,5 \\ 1,5 \\ 2,5 \end{Bmatrix} + (0) \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -0,5 \\ 1,5 \\ 2,5 \end{Bmatrix}$	0

b.1.- ¿Qué representan los tres elementos que se dan como entrada?

b.2.- ¿Por qué se modifican los pesos en algunos casos?

b.3.- ¿Cómo se obtiene la columna de la “Salida Calculada”?

3.- Dado un perceptron en una red neural de una capa, con dos entradas y una salida, ajuste los pesos asociados a cada entrada para que la salida de este sistema responda según la función OR de las entradas. La función de activación estará dada por:

$$y = \begin{cases} 1 & \text{si } u > 0 \\ 0 & \text{si } u \leq 0 \end{cases}$$

Siendo:

$$u = \sum w_j \cdot x_j = w_1 * x_1 + w_2 * x_2 + w_3$$

Con los pesos:

a)  $w_0 = [1,5 \ 0,5 \ 1,5]$  -> Condiciones iniciales del vector de pesos. Se representan las entradas de la función con  $x_1$  y  $x_2$ . Factor  $\alpha = 1$ . ( $W_1 = 1,5$   $W_2 = 0,5$   $W_3 = 1,5$ )

b)  $w_0 = [1,5 \ 1 \ 1,5]$  -> Condiciones iniciales del vector de pesos. Factor  $\alpha = 1$ .

$w_j$  es el vector de pesos.  $x_j$  son las entradas.

4.- Dado un perceptron en una red neural de una capa, con dos entradas y una salida, ajuste los pesos asociados a cada entrada para que la salida de este sistema responda según la función AND de las entradas. La función de activación estará dada por:

$$y = \begin{cases} 1 & \text{si } u > 0 \\ 0 & \text{si } u \leq 0 \end{cases} \quad \text{Siendo:} \quad u = \sum w_j \cdot x_j = w_1 * x_1 + w_2 * x_2 + w_3$$

Con los pesos:

a)  $w_0 = [0 \ -2,5 \ 1,5]$  ( $W_1 = 0$   $W_2 = -2,5$   $W_3 = 1,5$ )

Factor  $\alpha = 1$

b)  $w_0 = [1,5 \ 0,5 \ 2,5]$  Factor  $\alpha = 1$