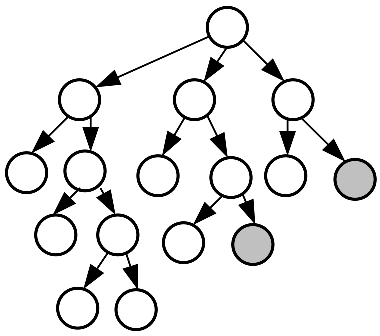
Sistemas Inteligentes – Examen Final (Bloque 1), 8 enero 2019
Test B (2 puntos) puntuación: max (0, (aciertos – errores/3)/3)

Apellidos:							**Nombre**:
Grupo:	A	B	C	D	E	F	G

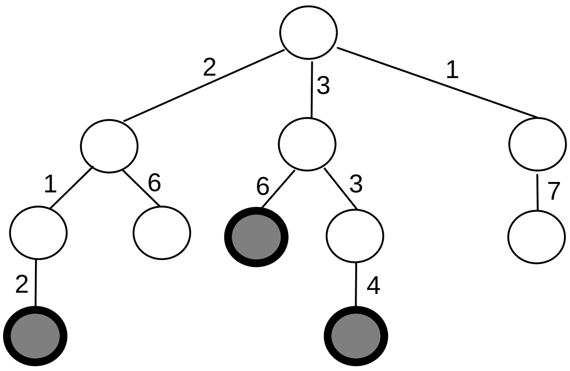
1) Considerando el siguiente árbol de búsqueda, ¿cuántos nodos como máximo se almacenan en memoria, aplicando un procedimiento de búsqueda en profundidad iterativa? (Asúmase que a igual profundad se elige el nodo más a la izquierda)



A. 3
B. 4
C. 5
D. 6

---

2) Dado el árbol de la figura, donde los nodos sombreados son nodos objetivo, indica la respuesta **CORRECTA**:



A. La aplicación de una estrategia en anchura devuelve la misma solución que una estrategia de profundidad a nivel máximo de profundidad m=2.
B. La aplicación de una estrategia en anchura devuelve la misma solución que una estrategia de profundidad a nivel máximo de profundidad m=3.
C. La aplicación de una estrategia en anchura devuelve la misma solución que coste uniforme.
D. La aplicación de una estrategia por coste uniforme devuelve la misma solución que profundización iterativa.

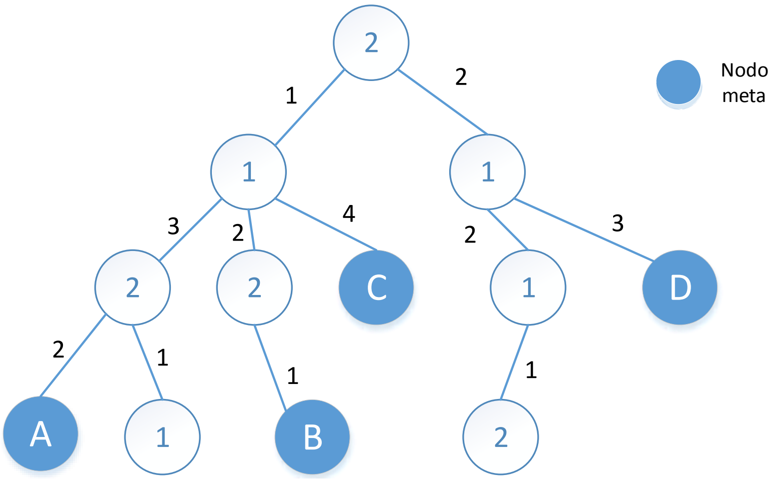
---

3) La aplicación de una heurística admisible, h1, a un problema devuelve un nodo solución *G1* y el número de nodos que expande es n1. La aplicación de una heurística admisible, h2, al mismo problema, donde h2 domina a h1, devuelve un nodo solución *G2* y expande un número de nodos igual a n2. Indica la respuesta **CORRECTA**:

   A. Se cumple que n1 < n2
   B. Se cumple h1(*G1*) < h2(*G2*)
   C. Se cumple que *g*(*G1*) < *g*(*G2*)
   D. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

---

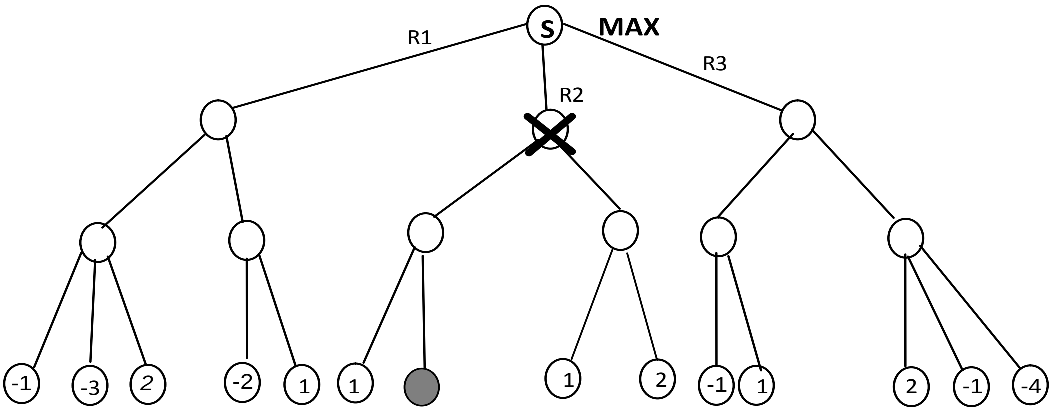
4) Dado el árbol de la siguiente figura, ¿cuántos nodos se generarían (incluyendo nodo inicial) si se aplicara un algoritmo A? (en caso de igualdad de f(n), se expande el nodo más a la izquierda).



   A. 10
   B. 9
   C. 8
   D. 6

---

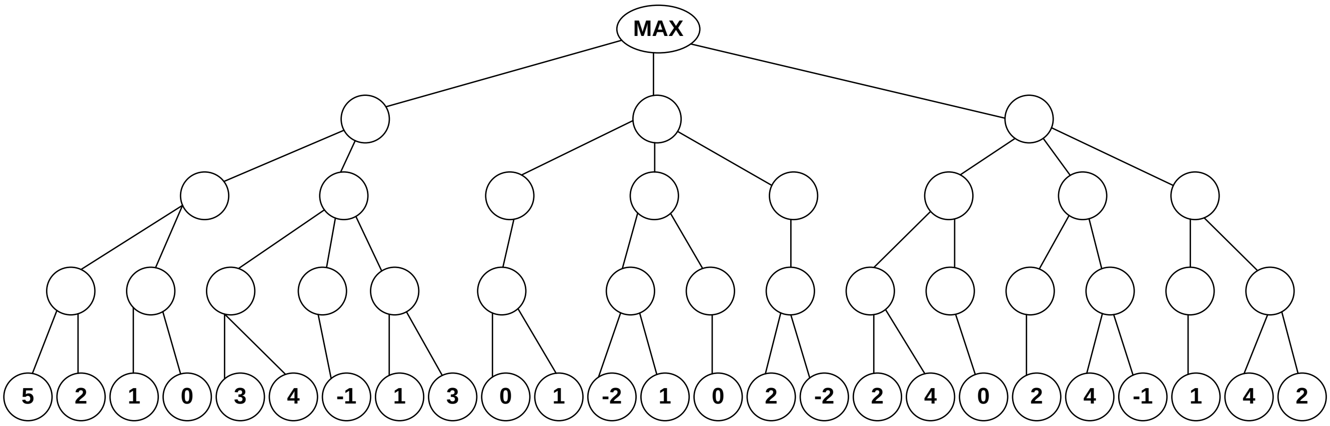
5) Dado el espacio de búsqueda de un juego representado en la figura siguiente, asumiendo que se aplica un procedimiento alfa-beta, indica el valor que debería tomar el nodo sombreado para que se produzca el corte señalado en la rama R2:



A. Un valor en [1, +∝]
B. Un valor en [- ∝, 1]
C. El nodo sombreado solo puede tomar el valor 1
D. No se puede producir el corte de la figura.

---

6) Dado el siguiente árbol de juego y aplicando un procedimiento alfa-beta, ¿cuántos nodos terminales no hace falta generar?



A. 17
B. 16
C. 15
D. 13

Sistemas Inteligentes – Examen Final (Bloque 1), 8 enero 2019
Problema: 3 puntos

En un aeropuerto se disponen de varios trenes de equipaje para llevar las maletas desde la zona de facturación al avión asignado al vuelo de las maletas. Una maleta facturada lleva la etiqueta del vuelo correspondiente. Inicialmente los trenes no están asignados a ningún vuelo. El vuelo asignado a un tren será el vuelo de la primera maleta que se cargue en el tren. Un tren solo puede llevar maletas para un único vuelo y cada vuelo solo se puede asignar a un tren.

El patrón para representar la información dinámica de un estado de este problema es:

(aeropuerto [TREN num^s $dest^s$ mal^m]^m) donde

num $\in$ INTEGER ;; es un número que identifica el tren
dest $\in$ {nada, F1, F2, F3,…} ;; es un símbolo que representa el vuelo asignado al tren (inicialmente cuando el vuelo es desconocido, el símbolo será nada)
mal $\in$ {M1, M2, M3,…};; es un símbolo que representa el identificador de la maleta (inicialmente este campo está vacío)

Una posible situación inicial del problema es la siguiente:

- Se tienen cinco maletas (M1, M2, M3, M4 y M5), las dos primeras están facturadas para el vuelo F14, la tercera para el vuelo F2 y las dos últimas para el vuelo F10
- Se dispone de tres trenes para recogida y reparto de equipaje y los trenes están vacíos

Se desea resolver este problema mediante un proceso de búsqueda en un espacio de estados con el diseño de un SBR en CLIPS. Se pide:

1) (0.7 puntos) Escribe la Base de Hechos correspondiente a la situación inicial que se muestra arriba. Incluye los patrones adicionales que necesites para representar la información estática del problema, así como los hechos asociados a dichos patrones.
2) (1 punto) Escribe una regla para cargar la primera maleta en un tren y asignar el vuelo de la maleta cargada a dicho tren.
3) (0.8 puntos) Escribe una regla para cargar una maleta a un tren cuando el tren ya tiene asignado un vuelo. El vuelo de la maleta debe ser el mismo que el del tren y la maleta no debe estar ya cargada en el tren.
4) (0.5 puntos) Supongamos el patrón (vuelo vol^s) donde $vol^s \in$ {F1, F2, F3,…} es el identificador de un vuelo. Asumiendo un hecho que representa un vuelo determinado, escribe una regla que muestre por pantalla todas las maletas cargadas en el tren para dicho vuelo. Se deberá mostrar un único mensaje del tipo: "Las maletas X X X han sido cargadas en el tren Y".

```
(deffacts datos
  (destino M1 F14)
  (destino M2 F14)
  (destino M3 F2)
  (destino M4 F10)
  (destino M5 F10)
  (aeropuerto TREN 1 nada TREN 2 nada TREN 3 nada))
```

```
(defrule tren_vuelo
   (destino ?mal ?flight)
   (aeropuerto $?y TREN ?n ?dest $?z)
   (test (eq ?dest nada))
   (test (not (member ?flight $?y)))
    (test (not (member ?flight $?z)))
  =>
   (assert (aeropuerto $?y TREN ?n ?flight ?mal $?z)))

 (defrule maleta_tren
    (destino ?mal ?flight)
    (aeropuerto $?x TREN ?n ?flight $?maletas)
    (test (not (member ?mal $?maletas)))
  =>
    (assert (aeropuerto $?x TREN ?n ?flight ?mal $?maletas)))


(defrule listado_maletas
    (vuelo ?flight)
    (aeropuerto $? TREN ?n ?flight $?maletas $?resto)
    (test (not (member TREN $?maletas)))
    (test (or (= (length$ $?resto) 0) (eq (nth$ 1 $?resto) TREN)))
   =>
    (printout t "Las maletas " $?maletas " han sido cargadas en el tren "  ?n crlf))
```

Examen Final de SIN: bloque 2 (5 puntos) (tipo B)

ETSINF, Universitat Politècnica de València, 8 de enero de 2019

Apellidos: ____________________ **Nombre:** ____________

Grupo: ☐ **3A** ☐ **3B** ☐ **3C** ☐ **3D** ☐ **3E** ☐ **3F** ☐ **3G** ☐ **4IA**

Cuestiones (2 puntos)

Marca cada recuadro con una única opción. Puntuación: max(0, (aciertos - errores/3) / 3).

1 $\boxed{\text{C}}$ Sea un problema de clasificación en dos clases, $c = 1, 2$, para objetos en un espacio de representación de 4 elementos, $E = \{\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3, \mathbf{x}_4\}$. La tabla de la derecha recoge las (verdaderas) probabilidades a posteriori $P(c \mid \mathbf{x})$, para todo c y $\mathbf{x}$; así como la (verdadera) probabilidad incondicional, $P(\mathbf{x})$, para todo $\mathbf{x}$. Asimismo, dicha tabla incluye la clase asignadada a cada $\mathbf{x} \in E$ por un cierto clasificador $c(\mathbf{x})$. Con base en el conocimiento probabilístico dado, la probabilidad de error de $c(\mathbf{x})$, ε, es:

	$P(c \mid \mathbf{x})$			
$\mathbf{x}$	$c=1$	$c=2$	$P(\mathbf{x})$	$c(\mathbf{x})$
$\mathbf{x}_1$	1	0	1/3	1
$\mathbf{x}_2$	3/4	1/4	1/4	1
$\mathbf{x}_3$	1/4	3/4	1/4	1
$\mathbf{x}_4$	1/2	1/2	1/6	2

A) $4/4 \geq \varepsilon > 3/4$.
B) $3/4 \geq \varepsilon > 2/4$.
C) $2/4 \geq \varepsilon > 1/4$. $\quad \varepsilon = \frac{1}{3} \cdot 0 + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} + \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$
D) $1/4 \geq \varepsilon \geq 0/4$.

2 $\boxed{\text{D}}$ Considérese la probabilidad de error del clasificador de Bayes, o error de Bayes, para el problema de clasificación descrito en la cuestión anterior. Dicho error, que denotamos como ε^*, es:

A) $4/4 \geq \varepsilon^* > 3/4$.
B) $3/4 \geq \varepsilon^* > 2/4$.
C) $2/4 \geq \varepsilon^* > 1/4$.
D) $1/4 \geq \varepsilon^* \geq 0/4$. $\quad \varepsilon^* = \frac{1}{3} \cdot 0 + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{24} = 0.2083$

3 $\boxed{\text{A}}$ Sea un problema de clasificación en cuatro clases de objetos representados en $\mathbb{R}^3$. Se tiene un clasificador cuyas funciones discriminantes son lineales con vectores de pesos (en notación homogénea):

$$\mathbf{a}_1 = (-2, 1, 2, 0)^t \qquad \mathbf{a}_2 = (0, 2, 2, 0)^t \qquad \mathbf{a}_3 = (1, 1, 1, 0)^t \qquad \mathbf{a}_4 = (3, 0, 0, 2)^t$$

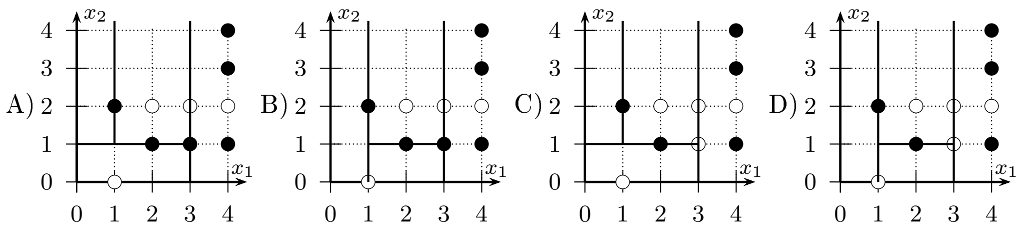
Indica a qué clase se asignará el objeto $\mathbf{x} = (1, 2, 2)^t$ (*no* en notación homógenea).

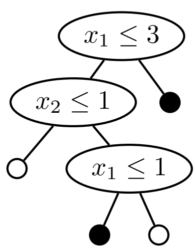
A) 4. $\quad 3 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 2 \cdot 2 = 7$
B) 3. $\quad 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 2 = 4$
C) 2. $\quad 0 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 0 \cdot 2 = 6$
D) 1. $\quad -2 + 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 0 \cdot 2 = 3$

4 $\boxed{\text{B}}$ Supóngase que se está aplicando el algoritmo Perceptrón con $b = 1.5$ y que los vectores de pesos actuales de las clases son los dados en la cuestión 3. Asimismo, supóngase que el objeto $\mathbf{x} = (1, 2, 2)^t$ dado en la cuestión 3 es la siguiente muestra de entrenamiento a procesar, la cual suponemos perteneciente a la clase 3. Entonces:

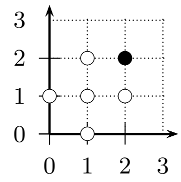
A) No se modificará ningún vector de pesos. $\quad g_1(\mathbf{x}) + b > g_3(\mathbf{x})? \to 4.5 > 4?$ Sí $\to$ mod $\mathbf{a}_1$
B) Se modificarán todos los vectores de pesos. $\quad g_2(\mathbf{x}) + b > g_3(\mathbf{x})? \to 7.5 > 4?$ Sí $\to$ mod $\mathbf{a}_2$
C) Se modificarán los vectores de pesos $\mathbf{a}_2$, $\mathbf{a}_3$ y $\mathbf{a}_4$. $\quad g_4(\mathbf{x}) + b > g_3(\mathbf{x})? \to 8.5 > 4?$ Sí $\to$ mod $\mathbf{a}_4$
D) Se modificará sólo el vector de pesos $\mathbf{a}_3$. $\quad$ Se ha producido algún error? Sí $\to$ mod $\mathbf{a}_3$

5 $\boxed{\text{C}}$ Dado el árbol de clasificación de muestras bidimensionales de 2 clases (○ y ●) de la figura de la derecha, ¿cuál de las siguientes particiones representa correctamente el árbol?





6 $\boxed{B}$ En la figura de la derecha se muestra una partición de 6 puntos bidimensionales en 2 clústers, $\circ$ y $\bullet$, obtenida mediante el algoritmo C-medias (convencional o "popular"). Si transferimos los puntos $(1,2)^t$ y $(2,1)^t$ del clúster $\circ$ al clúster $\bullet$, entonces:



A) se produce un incremento de la SEC.
B) se produce un decremento de la SEC.
C) no se altera la SEC.
D) se produce una SEC igual a 0.

$J' = J'_\circ + J'_\bullet = 4 + 0 = 4$
$J = J_\circ + J_\bullet = \frac{4}{3} + \frac{4}{3} = \frac{8}{3}$
$\Delta J = J - J' = \frac{8}{3} - 4 = -\frac{4}{3} < 0$

Problema (3 puntos)

Sea M un modelo de Markov de conjunto de estados $Q = \{1, 2, F\}$; alfabeto $\Sigma = \{a, b, c\}$; probabilidades iniciales $\pi_1 = \frac{1}{2}, \pi_2 = \frac{1}{2}$; y probabilidades de transición entre estados y de emisión de símbolos:

A	1	2	F
1	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{4}$
2	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

B	a	b	c
1	$\frac{2}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
2	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{4}$

Sea $x =$"`ac`". Se pide:

1. $(0,75$ puntos) Haz una traza del algoritmo *Forward* para hallar la probabilidad $P_M(x)$ de que M genere x.
2. $(0,75$ puntos) Realiza una traza del algoritmo de *Viterbi* para obtener la secuencia de estados más probable, $\tilde{q}_M(x)$, con la que M genera x.
3. $(0,50$ puntos) Con base en los resultados obtenidos en los apartados anteriores, podemos afirmar que M genera x con probabilidad $P_M(x)$, siguiendo la secuencia de estados $\tilde{q}_M(x)$. ¿Cierto o falso? Razona brevemente la respuesta.
4. (1 punto) A partir de las cadenas de entrenamiento x y "`cb`", y sabiendo que $\tilde{q}_M(\texttt{cb}) =$ "$21F$", reestima los parámetros de M mediante el algoritmo de reestimación por Viterbi (hasta convergencia).

1.

α_{qt}	a	c
1	$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$	$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{64} + \frac{1}{64} = \frac{2}{64}$
2	$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$	$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{16} + \frac{1}{64} = \frac{5}{64}$

$P_M(x) = \frac{2}{64} \cdot \frac{1}{4} + \frac{5}{64} \cdot \frac{1}{4} = \frac{7}{256}$

2.

V_{qt}	a	c
1	$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$	$\max\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4}, \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4}\right) = \max\left(\frac{1}{64}, \frac{1}{64}\right) = \frac{1}{64}$
2	$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$	$\max\left(\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}, \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2}\right) = \max\left(\frac{1}{16}, \frac{1}{64}\right) = \frac{1}{16}$

$\tilde{P}_M(x) = \max\left(\frac{1}{64} \cdot \frac{1}{4}, \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{4}\right) = \frac{1}{64}$

$\tilde{q}_M(x) =$ "$12F$"

3. Falso, M genera x con probabilidad $P_M(x)$, siguiendo la secuencia de estados "12F" ($\tilde{q}_M(x)$), "11F", "21F" o "22F". Más precisamente, M genera x mediante "12F" con probabilidad $\tilde{P}_M(x)$; pero también puede generar x mediante una secuencia distinta de "12F", con probabilidad $P_M(x) - \tilde{P}_M(x) = \frac{7}{256} - \frac{1}{64} = \frac{3}{256}$.

4. En la primera iteración, debemos hallar la secuencia de estados más probable con la que M genera "`ac`", así como la secuencia de estados más probable con la que M genera "`cb`". La primera, obtenida en el apartado segundo, es "$12F$". La segunda, dada en el enunciado, es "$21F$". A partir de los pares ("`ac`","$12F$") y ("`cb`","$21F$"), obtenemos:

$\pi_1 = \frac{1}{2}, \quad \pi_2 = \frac{1}{2}$

A	1	2	F
1	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
2	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$

B	a	b	c
1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
2	0	0	$\frac{2}{2}$

En la segunda iteración, partimos de un modelo en el que los símbolos "`a`" y "`b`" sólo se emiten en el estado 1, mientras que "`c`" sólo se emite en el 2. Por tanto, "`ac`" sólo puede generarse por el camino "$12F$", y "`cb`" sólo por "$21F$". Esto es, obtenemos los mismos pares (cadena-de-entrenamiento, camino-más-probable) que en la primera iteración, por lo que la segunda iteración termina con el mismo modelo que la primera y el algoritmo de re-estimación acaba.