Sistemas Inteligentes – Examen Final (Bloque 1)
ETSINF, Universitat Politècnica de València
20 enero 2016 (2 puntos)

Apellidos:									
Nombre:									
Grupo:	A	B	C	D	E	F	Flip	RE1	RE2

1) Dada la siguiente parte izquierda de una regla

```
(defrule r1
    (lista $? ?x $? ?y)
    (test (< ?x ?y))
=>
```

, y el siguiente hecho: (lista 1 3 2 1 3 6), ¿Cuántas instancias de esta regla se incluirán en la agenda?:

A. 0
B. 1
C. 5
D. Más de 5

---

2) Dados 3 algoritmos de búsqueda, M1 implementa una búsqueda de coste uniforme, M2 es algoritmo de tipo A con una heurística admisible y M3 implementa una búsqueda voraz, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es INCORRECTA?:

A. M1 y M2 encontrarán la solución de coste óptimo
B. Se garantiza que M3 encontrará la solución más rápidamente que M1 y M2
C. No se puede garantizar que M3 encontrará la solución óptima
D. M1 expandirá más nodos que M2

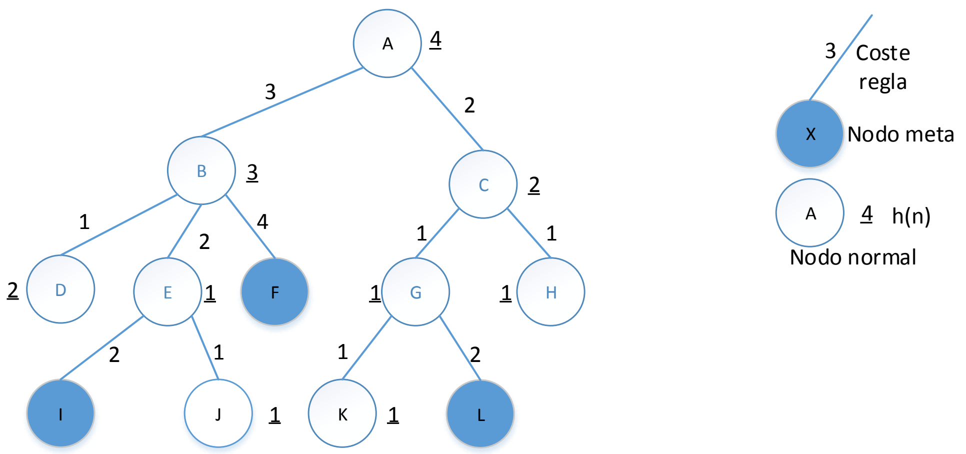
---

3) Sean dos funciones de evaluación $f1(n)=g(n)+h1(n)$ y $f2(n)=g(n)+h2(n)$, tales que $h1(n)$ es admisible y $h2(n)$ no lo es, indica la respuesta correcta:

A. El uso de ambas funciones en un algoritmo de tipo A garantiza encontrar la solución óptima
B. Se garantiza que $f2(n)$ generará un menor espacio de búsqueda que $f1(n)$
C. Sólo si h1(n) es una heurística consistente, $f1(n)$ generará un menor espacio de búsqueda que $f2(n)$
D. Existe algún nodo n para el que $h2(n)>h^*(n)$

---

4) Para el espacio de estados de la figura y dada una búsqueda en anchura (expandiendo por la izquierda), cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:



A. Devuelve el nodo I
B. Genera 8 nodos
C. Expande 4 nodos
D. Ninguna de las tres anteriores

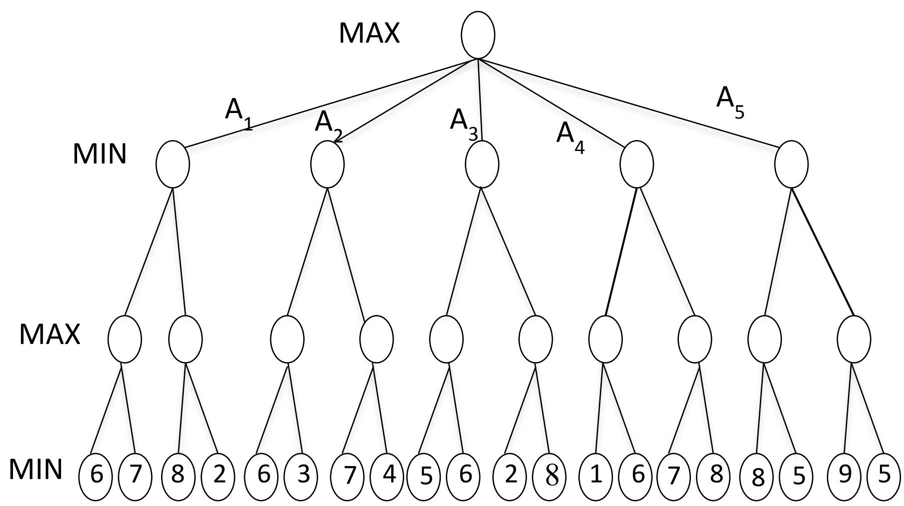
---

5) Para el árbol de estados de la pregunta anterior, y suponiendo una búsqueda de tipo A (f(n)=g(n)+h(n)), ¿cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA:

A. Es admisible
B. Devuelve el nodo L
C. Expande 3 nodos
D. Genera 7 nodos

---

6) ¿Cuál será la mejor jugada para el nodo raíz si aplicamos el algoritmo α-β para el árbol de la figura?



A. Cualquiera de las ramas A1 y A4
B. La rama A4
C. La rama A5
D. Cualquiera de las ramas A1 y A2

Sistemas Inteligentes – Problema Bloque 1
ETSINF, Universitat Politècnica de València,
20 de enero 2016 (<u>3 puntos</u>)

En una población hay tres almacenes (A, B y C) cada uno de los cuales tiene guardados paquetes cuyo destino final es alguno de los otros dos almacenes. De este modo, el almacén A puede tener paquetes que son para B y/ó C, el almacén B tener paquetes que son para los almacenes A y/ó C, y el almacén C tener paquetes que son para los almacenes A y/ó B. El objetivo del problema es dejar todos los paquetes en su almacén destino.

Para transportar los paquetes, se dispone de un único camión que puede almacenar un máximo de 10 paquetes. El camión puede desplazarse entre cualquier par de almacenes. Cuando el camión está en un almacén X, se puede cargar en él paquetes que están en el almacén X y que tienen que ser transportados a otro almacén destino. Asimismo, cuando el camión se encuentra en un almacén X, se puede descargar únicamente paquetes del camión cuyo destino final sea dicho almacén X.

Ejemplo de situación inicial:

- En el almacén A hay 7 paquetes: 4 paquetes para B y 3 para C.
- En el almacén B hay 10 paquetes: 7 paquetes para A y 3 para C
- En el almacén C hay 6 paquetes, 3 paquetes para A y 3 paquetes para B.
- El camión está inicialmente en el almacén A y está vacío.

Dado el siguiente patrón para representar la información dinámica del problema

(transporte [almacen ?ciu [destino ?dest ?num]^m]^m camion ?loc [?dest_paq ?num_paq]^m total ?tot)

donde

?ciu, ?loc $\in$ {A,B,C}
?dest $\in$ {A,B,C} tal que ?dest $\neq$?ciu ;; destino
?num $\in$ INTEGER ;; número de paquetes a destino, inclusive cuando el número de paquetes es 0

?tot $\in$ INTEGER ;; número total de paquetes que lleva el camión

?dest_paq $\in$ {A,B,C} ;; destino, solo si existen paquetes para dicho destino
?num_paq $\in$ INTEGER tal que ?num_paq $\neq$ 0 ;; número de paquetes a destino siempre y cuando el número de paquetes sea distinto de 0

NOTA 1: Si el camión no lleva paquetes para un destino X entonces la etiqueta [X 0] no se almacena en el hecho.
NOTA 2: En cada almacén solo se representan el número de paquetes que tienen que ser transportados a otro almacén (se ignora los paquetes del propio almacén).
NOTA 3: Pueden añadirse hechos estáticos a la representación del problema si son necesarios para alguna de las reglas que se solicitan.

a) (0.5 puntos) Describe la BH inicial para reflejar la situación inicial descrita arriba.

(transporte almacen A destino B 4 destino C 3 almacen B destino A 7 destino C 3 almacen C destino A 3 destino B 3 camion A total 0)

b) (1 punto) Escribe una única regla que sirva para cargar en el camión todos los paquetes que hay en un almacén para un destino determinado y asumiendo que el camión no lleva previamente paquetes para dicho destino. Debe de cumplirse la restricción sobre el total de paquetes que puede llevar el camión.

```
(defrule cargar
   (transporte $?x1 almacen ?alm $?y1 destino ?dest ?num $?y2 camion ?alm $?z total ?total)
    (test (> ?num 0))
    (test (not (member almacen $?y1)))
    (test (<= (+ ?total ?num) 10))
  =>
   (assert (transporte $?x1 almacen ?alm $?y1 destino ?dest 0 $?y2 camion ?alm ?dest ?num $?z
total (+ ?total ?num))))
```

c) (0.8 puntos) Escribe una única regla que muestre un mensaje por pantalla por cada destino para el cual el camión NO lleva paquetes. Se debe mostrar un mensaje del tipo "El camión NO lleva paquetes para el destino XXXX ", para cada uno de los destinos que cumplan esta condición.

Generamos un hecho (destinos A B C)

```
(defrule mostrar
   (transporte $?x camion ?loc $?z total ?tot)
   (destinos $? ?d $?)
   (test (not (member ?d $?z)))
  =>
   (printout t "El camión no lleva paquetes para el destino "?d crlf))
```

d) (0.7 puntos) Escribe una única regla para descargar todos los paquetes que lleva el camión para un destino determinado. La regla deber servir para cualquier destino y en el hecho resultante no debe aparecer la etiqueta del destino ni número de paquetes.

```
(defrule descargar
   (transporte $?x camion ?loc $?y ?loc ?elem2 $?z total ?tot)
  =>
   (assert (transporte $?x camion ?loc $?y $?z total (- ?tot ?elem2))))
```

Examen Final de Sistemas Inteligentes: Bloque 2

ETSINF, Universitat Politècnica de València, 20 de enero de 2016

Apellidos: ____________ **Nombre:** ____________

Grupo: ☐ **3A** ☐ **3B** ☐ **3C** ☐ **3D** ☐ **3E** ☐ **3F** ☐ **3FLIP** ☐ **RE1** ☐ **RE2**

Cuestiones (2 puntos; tiempo estimado: 30 minutos)

Marca cada recuadro con una única opción de entre las dadas.

1 $\boxed{\text{D}}$ ¿Cuál de las siguientes expresiones es correcta?

A) $P(x,y) \;=\; \sum_z P(x)\,P(y)\,P(z)$.

B) $P(x,y) \;=\; \sum_z P(x)\,P(y \mid z)$.

C) $P(x,y) \;=\; \sum_z P(x \mid z)\,P(y \mid z)\,P(z)$.

D) $P(x,y) \;=\; \sum_z P(x,y \mid z)\,P(z)$. $\quad P(x,y) = \sum_z P(x,y,z) = \sum_z P(x,y \mid z)\,P(z)$

2 $\boxed{\text{A}}$ Un entomólogo descubre lo que podria ser una subespecie rara de escarabajo, debido al patrón de su espalda. En la subespecie rara, el 98 % de los ejemplares tiene dicho patrón. En la subespecie común, el 5 % lo tiene. La subespecie rara representa el 0.1 % de la población. La probabilidad P de que un escarabajo con el patrón sea de la subespecie rara es:

A) $0.00 \leq P < 0.05$. $\quad P = P(r \mid p) = \frac{P(r)\,P(p|r)}{P(p)} = \frac{P(r)\,P(p|r)}{P(r)\,P(p|r)+P(c)\,P(p|c)} = \frac{1/1000\cdot 98/100}{1/1000\cdot 98/100+999/1000\cdot 5/100} = \frac{98}{5093} = 0.0192$

B) $0.05 \leq P < 0.10$.

C) $0.10 \leq P < 0.20$.

D) $0.20 \leq P$.

3 $\boxed{\text{C}}$ Sea x un objeto (vector de características o cadena de símbolos) a clasificar en una clase de C posibles. Indica cuál de los siguientes clasificadores *no* es de error mínimo:

A) $c(x) \;=\; \underset{c=1,\dots,C}{\arg\max}\; \log_2 p(c \mid x)$

B) $c(x) \;=\; \underset{c=1,\dots,C}{\arg\max}\; \log_{10} p(c \mid x)$

C) $c(x) \;=\; \underset{c=1,\dots,C}{\arg\max}\; a\,p(c \mid x) + b$ $\quad$ siendo a y b dos constantes reales cualesquiera

D) $c(x) \;=\; \underset{c=1,\dots,C}{\arg\max}\; p(c \mid x)^3$

4 $\boxed{\text{C}}$ Para un problema de clasificación de dos clases en $\Re^2$ se han construido tres clasificadores distintos. Uno está formado por las dos funciones discriminantes lineales siguientes: $g_1(y) = 2\,y_1 + y_2 + 3$ y $g_2(y) = y_1 + 2$. El segundo clasificador por $g_1'(y) = -2\,y_1 + y_2 - 1$ y $g_2'(y) = -y_1 + 2\,y_2$. El tercero por $g_1''(y) = -2\,y_1 - y_2 - 3$ y $g_2''(y) = -y_1 - 2$. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

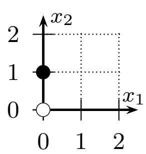
A) (g_1, g_2) y (g_1', g_2') son equivalentes, pero (g_1, g_2) y (g_1'', g_2'') no lo son.

B) (g_1, g_2) y (g_1', g_2') no son equivalentes, pero (g_1, g_2) y (g_1'', g_2'') lo son.

C) (g_1, g_2) y (g_1', g_2') no son equivalentes, pero (g_1', g_2') y (g_1'', g_2'') lo son. Front. común $y_2 = -y_1 - 1$ pero $R \neq R' = R''$

D) Los tres no son equivalentes entre sí.

5 $\boxed{\text{C}}$ En la figura de la derecha se representan dos muestras de aprendizaje bidimensionales de 2 clases: $(\mathbf{x}_1,\circ)$ y $(\mathbf{x}_2,\bullet)$. Dados el conjunto de pesos $\mathbf{a}_\circ = (0,1,-2)^t$ y $\mathbf{a}_\bullet = (0,0,1)^t$, si aplicamos el algoritmo Perceptrón procesando únicamente la muestra $\mathbf{x}_1$, obtenemos un nuevo conjunto de pesos $\mathbf{a}_\circ = (1,1,-2)^t$ y $\mathbf{a}_\bullet = (-1,0,1)^t$. ¿Qué valor tienen el factor de aprendizaje α y el margen b?



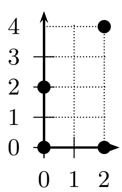
A) $\alpha = \;\;\, 1.0\;$ y $b = 0.0$

B) $\alpha = -1.0\;$ y $b = 0.5$

C) $\alpha = \;\;\, 1.0\;$ y $b = 0.5$

D) No es posible determinar los valores de α y b

6 $\boxed{\text{A}}$ Considérese la partición $\Pi = \{X_1 = \{(0,0)^t, (0,2)^t\}, X_2 = \{(2,0)^t, (2,4)^t\}\}$ de los puntos de la figura a la derecha. Las medias de esta partición son $\mathbf{m}_1 = (0,1)^t$ y $\mathbf{m}_2 = (2,2)^t$. Su suma de errores cuadráticos, SEC, es 10. Si el punto $(0,2)^t$ se cambia de grupo, entonces:



A) La nueva SEC será mayor que 10. $\|(0,2)^t - (4/3,2)^t\|^2 + \|(2,0)^t - (4/3,2)^t\|^2 + \|(2,4)^t - (4/3,2)^t\|^2 = 32/3$

B) La nueva SEC será mayor que 8 y no mayor que 10.

C) La nueva SEC será mayor que 6 y no mayor que 8.

D) La nueva SEC no será mayor que 6.

Examen Final de Sistemas Inteligentes: Bloque 2

ETSINF, Universitat Politècnica de València, 20 de enero de 2016

Apellidos: **Nombre:**

Grupo: ☐ **3A** ☐ **3B** ☐ **3C** ☐ **3D** ☐ **3E** ☐ **3F** ☐ **3FLIP** ☐ **RE1** ☐ **RE2**

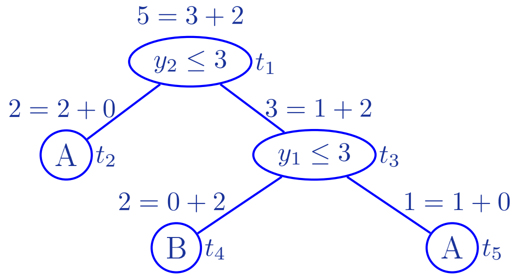
Problemas (3 puntos; tiempo estimado: 45 minutos)

1. **(1 punto)**

Para aprender un árbol de clasificación, se dispone de las muestras de aprendizaje indicadas en la tabla, formada por 5 puntos en un espacio bi-dimensional, con sus correspondientes etiquetas de clase. El primer *split*, es $(2,3)$, es decir, $y_2 \leq 3$ y el segundo y último es $(1,3)$, o sea, $y_1 \leq 3$.

y_1	2	2	2	4	6
y_2	2	4	6	6	2
c	A	B	B	A	A

a) Representar gráficamente el árbol que se construye mediante el proceso indicado y clasificar el punto $(4,4)^t$



Al recorrer el árbol con el punto $(4,4)^t$, se llega al nodo t_5, por la que la hipótesis de clasificación es la clase A.

b) Estimar las siguientes probabilidades para cada nodo *no*-terminal t:

- Probabilidades de las clases, $P(c \mid t),\ c \in \{A, B\}$
  $P(A \mid t_1) = 3/5, \quad P(B \mid t_1) = 2/5; \qquad P(A \mid t_3) = 1/3, \quad P(B \mid t_3) = 2/3$

- Probabilidades de decisión por los hijos izquierdo y derecho, $P_t(L),\ P_t(R)$
  $P_{t_1}(L) = 2/5, \quad P_{t_1}(R) = 3/5 \qquad P_{t_3}(L) = 2/3, \quad P_{t_3}(R) = 1/3$

c) Calcular la impureza en bits, $\mathcal{I}(t_1)$, del nodo raíz, t_1

$$\begin{aligned}\mathcal{I}(t_1) &= -P(A \mid t_1)\, log_2 P(A \mid t_1) - P(B \mid t_1)\, log_2 P(B \mid t_1) \\ &\approx -0.6(-0.737)\ -0.4(-1.322) \ = \ 0.971 \text{ bits.}\end{aligned}$$

d) Calcular los siguientes praámetros para cada nodo terminal, t:

- Probabilidad estimada de nodo terminal, $P(t)$
  $P(t_2) = 2/5, \quad P(t_4) = 2/5, \quad P(t_5) = 1/5$

- Impureza en bits, $\mathcal{I}(t)$
  $\mathcal{I}(t_2) = \mathcal{I}(t_4) = \mathcal{I}(t_5) = 0$ bits.

e) Obtener una estimación de error por resustitución del árbol construido.

Como los tres nodos terminales son puros, el error estimado por resustitución es 0.

2. **(2 puntos)** Sea M un modelo de Markov de conjunto de estados $Q = \{1, 2, F\}$; alfabeto $\Sigma = \{a, b, c\}$; probabilidades iniciales $\pi_1 = \frac{6}{10}, \pi_2 = \frac{4}{10}$; y probabilidades de transición entre estados y de emisión de símbolos:

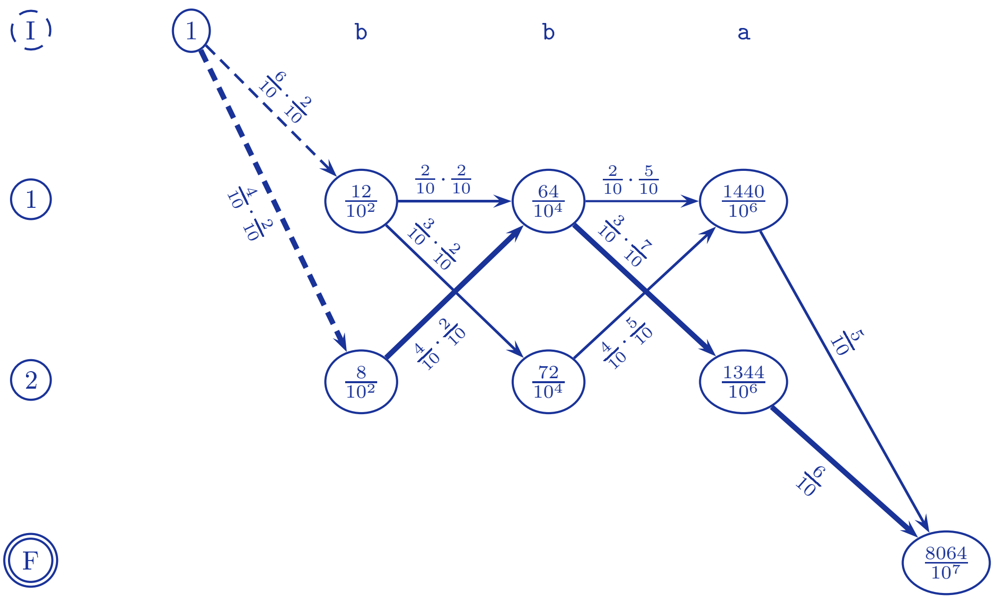
A	1	2	F
1	$\frac{2}{10}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{5}{10}$
2	$\frac{4}{10}$	0	$\frac{6}{10}$

B	a	b	c
1	$\frac{5}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{3}{10}$
2	$\frac{7}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{1}{10}$

a) Realiza una traza del algoritmo de *Viterbi* para obtener la secuencia de estados más probable con la que M genera la cadena "`bba`".

b) Calcula el modelo $\mathcal{M}'$ tras una iteración de reestimación por Viterbi de $\mathcal{M}$ utilizando la cadena de aprendizaje del apartado anterior junto con las cadenas "`ac`", "`cacb`" y "`a`". Para el cálculo, ten en cuenta que se cumple que, $\tilde{P}(ac \mid M) = P(ac, q_1q_2 = 21 \mid M)$, $\tilde{P}(cacb \mid M) = P(cacb, q_1q_2q_3q_4 = 1212 \mid M)$ y $\tilde{P}(a \mid M) = P(a, q_1 = 2 \mid M)$.

a)



$$\tilde{Q} = (2, 1, 2, F)$$

b)

$$\pi_1 = \frac{1}{4}, \pi_2 = \frac{3}{4}$$

A	1	2	F
1	0	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
2	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$

B	a	b	c
1	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$
2	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	0