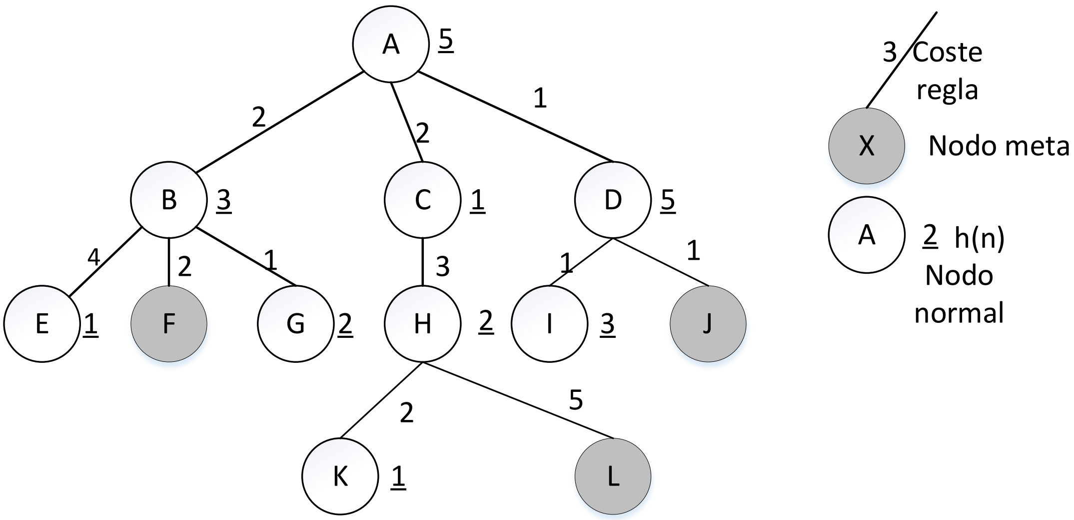
Sistemas Inteligentes – Examen Final (Bloque 1), 17 enero 2019
Test (2 puntos) <u>puntuación</u>: max (0, (aciertos – errores/3)/3)

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

1) Para el espacio de estados de la figura y dada una búsqueda voraz, ¿cuál es el nodo meta que se elegirá en primer lugar como solución? (en caso de igualdad de $f(n)$ se expande el nodo más a la izquierda)



A. L
B. J
C. I
D. F

---

2) 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 **<u>CORRECTA</u>**:

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

---

3) Dada la siguiente parte izquierda de una regla

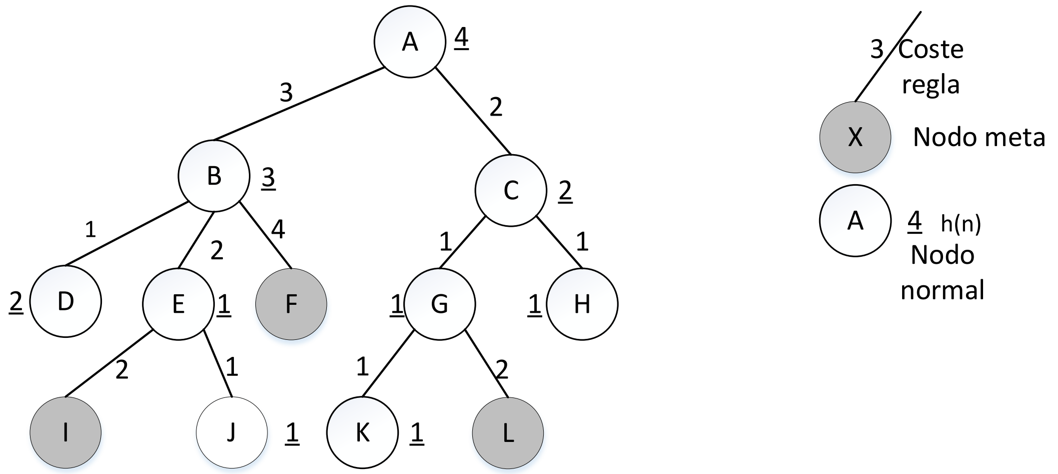
```
(defrule r1
        (lista $?x $?w ?y ?z $?x)
=>
```

Y el siguiente hecho: (lista a b a b c c), ¿Cuántas instancias de esta regla se incluirán en la agenda?:

A. 0
B. 1
C. 3
D. 5

---

4) Para el espacio de estados de la figura y dada una búsqueda tipo A ($f(n)=g(n)+h(n)$), ¿cuál de las siguientes afirmaciones es **FALSA**:



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

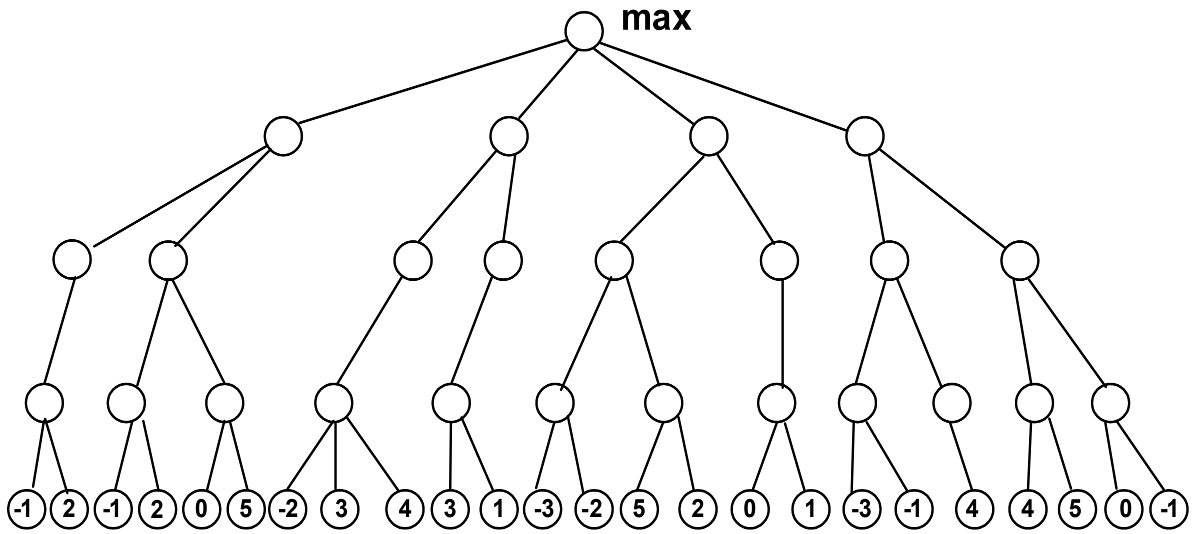
---

5) Dado un problema de búsqueda en el que todos sus operadores tienen el mismo coste, indica cuál de las siguientes afirmaciones es **CORRECTA**:

A. Un algoritmo de búsqueda con una heurística admisible devolverá la solución más corta
B. La estrategia en anchura devolverá la solución más corta pero no la solución de menor coste
C. La estrategia de coste uniforme devolverá la solución de menor coste pero no la solución más corta
D. Una estrategia en profundidad devolverá siempre la solución de menor coste

---

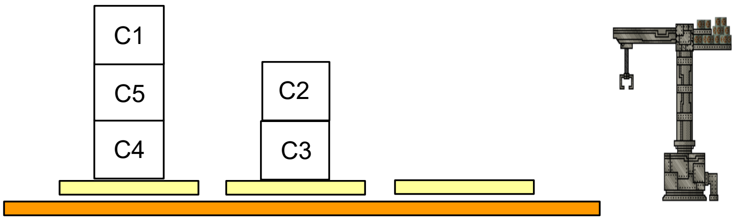
6) Indica cuantos nodos terminales se generarían si se aplicara un procedimiento alfa-beta al siguiente árbol de juego:



A. 13
B. 12
C. 11
D. 14

Sistemas Inteligentes – Problema Bloque 1, 17 enero 2019 (3 puntos)

En un puerto se dispone de un conjunto de contenedores apilados en varias pilas. Un ejemplo de estado inicial se puede ver en la figura donde hay un máximo de tres pilas, los contenedores C1 C5 y C4 están en la pila 1 y los contenedores C2 y C3 están en la pila 2 y la pila 3 está vacía. Los contenedores están apilados de tal modo que un contenedor Ci solo puede estar apilado encima de otro contenedor Cj si el peso de Ci es menor que el peso de Cj.



Se dispone también de una grúa que puede coger una torre de n contenedores de una pila, donde n <= 3, pudiendo ser n todos los contenedores de la pila. Asumimos que la torre de contenedores que coge la grúa están en la misma posición que aparecen en la pila. Esto es, si la grúa coge la torre de contenedores [C1 C5], el contenedor C5 es la base de la torre y el contenedor C1 es el tope de la pila. Y si la grúa coge la torre de contenedores [C1 C5 C4], la base de la torre será C4 y el tope de la pila será C1. La grúa puede depositar una torre de contenedores en una pila vacía o bien sobre otro contenedor Ci siempre y cuando el peso del contenedor de la base de la torre sea menor que el peso de Ci. Por ejemplo, la grúa puede depositar la torre [C1 C5] encima de C2 siempre y cuando el peso de C5 sea menor que el peso de C2.

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

(puerto [pila num^s $cont^m$ finpila]^m grua $cogr^m$) donde

num ∈ INTEGER ;; es un número que identifica la pila
cont ∈ {C1, C2, C3,...} ;; es un símbolo que representa un contenedor, el campo representa los contenedores de la pila
cogr ∈ {C1, C2, C3,...} ;; representa los contenedores que tiene la grúa

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) (0.7 puntos) Escribe una regla que permita a la grúa coger todos los contenedores de una pila siempre y cuando se satisfaga la restricción de que el número de contenedores de la pila sea < = 3
3) (0.8 puntos) Asumiendo que la grúa está sujetando una torre de contenedores, escribir una regla para depositar esta torre completa de contenedores en una pila que contenga al menos un contenedor, siempre y cuando se satisfaga la restricción de pesos indicada en el enunciado.
4) (0.8 puntos) Escribe una regla que muestre los contenedores de una pila. La regla deberá mostrar un mensaje de siguiente tipo para cada bloque contenido en una pila. "El contenedor Y está en la pila X".

```
(deffacts datos
   (puerto pila 1 C1 C5 C4 finpila pila 2 C2 C3 finpila pila 3 finpila grua)
   (peso C1 10)
    (peso C5 20)
   (peso C4 30)
    (peso C2 33)
    (peso C3 35))

(defrule coger_n_bloques
    (puerto $?x pila ?num $?resto finpila $?y grua)
    (test (and (<= (length$ $?resto) 3) (>= (length$ $?resto) 1)))
    (test (not (member pila $?resto)))
  =>
     (assert (puerto $?x pila ?num finpila $?y grua ?top $?resto)))

(defrule dejar_bloques
    (puerto $?x pila ?num ?top $?resto finpila $?y grua $?restrob ?base)
    (peso ?top ?pestop)
    (peso ?base ?pesbas)
    (test (not (member pila $?resto)))
    (test (< ?pesbas ?pestop))
  =>
     (assert (puerto $?x pila ?num $?restrob ?base ?top $?resto finpila $?y
grua)))

 (defrule mostrar
     (puerto $?x pila ?num $?p1 ?con $?p2 finpila $?y grua)
     (test (not (member pila $?p1)))
     (test (not (eq ?con pila)))
      (test (not (member pila $?p2)))
    =>
      (printout t "La pila " ?num " tiene el bloque " ?con crlf))
```

Examen Final de Recuperación de SIN: bloque 2 (5 puntos)

ETSINF, Universitat Politècnica de València, 17 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 $\boxed{\text{B}}$ Sea un clasificador en 2 clases ($c = 1, 2$) para $x \in \{0, 1\}$ donde $P(c)$ y $p(x)$ son distribuciones de probabilidad uniformes, y $p(x \mid c) = \frac{1}{c} \cdot x + (1 - \frac{1}{c}) \cdot (1 - x)$. ¿Cuál es la probabilidad de error p_e del clasificador de Bayes?

A) $p_e < 0.25$

B) $0.25 \leq p_e < 0.50$ $\quad \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = 0.25$

C) $0.50 \leq p_e < 0.75$

D) $0.75 \leq p_e$

x	$p(x \mid c=1)$	$p(x \mid c=2)$	$p(x)$
0	0.0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
1	1.0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

2 $\boxed{\text{A}}$ La notación homogénea se usa para poder escribir funciones discriminantes lineales $g(\cdot)$ en forma vectorial compacta. Sean: E un espacio de representación de dimensión 3; $\mathbf{y} \in E$ un punto de E; a_0, a_1, a_2 y a_3 cuatro coeficientes reales; $\mathbf{w} \stackrel{\text{def}}{=} (a_1, a_2, a_3)^t$ un vector real de dimensión 3; y $\mathbf{a} \stackrel{\text{def}}{=} (a_0, a_1, a_2, a_3)^t$ un vector real de dimensión 4. Indica cuál de las siguientes expresiones hace un uso *incorrecto* de la notación homogénea:

A) $g(\mathbf{y}) = \mathbf{a}^t\, \mathbf{y}$

B) $g(\mathbf{y}) = \mathbf{w}^t\, \mathbf{y} + a_0$

C) $g(\mathbf{y}) = \mathbf{a}^t\, \mathbf{x}$, donde $\mathbf{x} \stackrel{\text{def}}{=} (1, y_1, y_2, y_3)^t$

D) $g(\mathbf{y}) = a_0 + (a_1, a_2, a_3)^t\, \mathbf{y}$

3 $\boxed{\text{C}}$ Sea $S = \{(\mathbf{y}_1, c_1), \ldots, (\mathbf{y}_N, c_N)\}$, $1 \leq c_j \leq C, 1 \leq j \leq N$, un conjunto *linealmente separable* de muestras representativas de aprendizaje en notación homogénea. S se usa como entrada al algoritmo *Perceptrón*, inicializado con $\mathbf{a}'_j = \mathbf{0}$, $1 \leq j \leq C$. Tras un número suficientemente grande de iteraciones con un factor de aprendizaje $\alpha = 1$ y margen $b = 10$, el algoritmo termina y obtiene C vectores de pesos, en notación homogénea, $\mathbf{a}_j$, $1 \leq j \leq C$. Indica cuál de las siguienes afirmaciones es *correcta*.

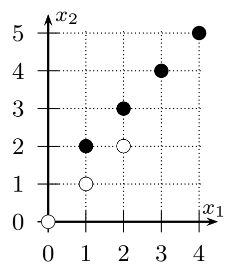
A) Se cumplen las $N \cdot C$ inecuaciones:
$\mathbf{a}_i^t \mathbf{y}_i > \mathbf{a}_j^t \mathbf{y}_j \;\; 1 \leq i \leq N, \;\; 1 \leq j \leq C, \;\; i \neq j$

B) Las N muestras de S se clasifican correctamente; es decir, se cumplen las N inecuaciones:
$\mathbf{a}_{c_i}^t \mathbf{y}_i > \mathbf{a}_j^t \mathbf{y}_i, \;\; 1 \leq i \leq N, \;\; j \neq c_i$

C) Las N muestras de S se clasifican correctamente, es decir, se cumplen las $N \cdot (C - 1)$ inecuaciones:
$\mathbf{a}_{c_i}^t \mathbf{y}_i > \mathbf{a}_j^t \mathbf{y}_i, \;\; 1 \leq i \leq N, \;\; 1 \leq j \leq C, \;\; j \neq c_i$

D) Aunque S es separable, como $b \gg \alpha > 0$, no se puede afirmar que todas las muestras de S se clasifiquen correctamente con los vectores de pesos $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \ldots, \mathbf{a}_C$.

4 $\boxed{\text{A}}$ Sea t un nodo de un árbol de clasificación que incluye las 7 muestras bidimensionales de 2 clases, $\bullet$ y $\circ$, de la figura de la derecha. Sea t_L el subconjunto de muestras de t tales que $x_d \leq r$ para un split dado, $s = (d, r)$, y tómese la impureza de t_L como la entropía de la distribución empírica de las probabilidades a posteriori de las clases en t_L. Dados los splits $s_1 = (1, 1)$ y $s_2 = (1, 2)$, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?



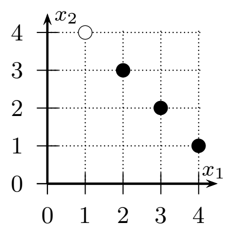
A) El split s_1 provoca menor impureza en t_L que el split s_2.

B) Ambos splits provocan igual impureza en t_L. $\quad s_1 \to \mathcal{I}(t_L) = -\frac{1}{3} \log \frac{1}{3} - \frac{2}{3} \log \frac{2}{3} = .92$

C) El split s_2 provoca menor impureza en t_L que el split s_1.

C) No es posible comparar impurezas. $\quad s_2 \to \mathcal{I}(t_L) = -\frac{2}{5} \log \frac{2}{5} - \frac{3}{5} \log \frac{3}{5} = .97$

5 $\boxed{\text{D}}$ La figura a la derecha muestra una partición de 4 puntos bidimensionales en 2 clústers (representados mediante los símbolos $\bullet$ y $\circ$). La transferencia del punto $(2, 3)^t$ del clúster $\bullet$ al $\circ$ conduce a una variación de la SEC, ΔJ, tal que:



A) $\Delta J > 0.$

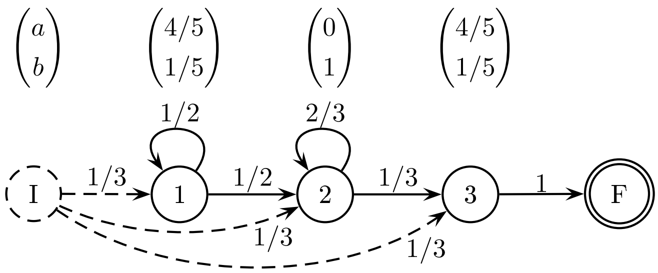
B) $0 \geq \Delta J > -1.$

C) $-1 \geq \Delta J > -2.$

D) $-2 \geq \Delta J.$ $\quad \Delta J = \frac{2}{2} - \frac{6}{2} = -2$

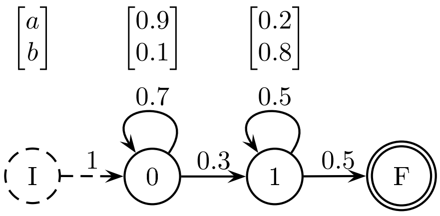
6 $\boxed{\text{C}}$ Sea M el modelo de Markov representado gráficamente a la derecha. ¿Cuántas cadenas distintas de longitud 3 puede generar M?

A) Ninguna.
B) Entre 1 y 3.
C) Entre 3 y 6. 4 (aba, abb, bba, bbb)
D) Más de 6.



Problema (3 puntos)

Se tiene un problema de clasificación en dos clases, A y B, de objetos representados mediante cadenas de símbolos en el alfabeto $\Sigma = \{a, b\}$. Las probabilidades a priori de las clases son $P(A) = 0.6$ y $P(B) = 0.4$. La función de probabilidad condicional de la clase A viene caracterizada por un cierto modelo de Markov M_A; esto es, $P(x \mid A) = P_{M_A}(x)$. Asimismo, la de la clase B viene dada el modelo de Markov M_B, $P(x \mid B) = P_{M_B}(x)$:



Sea $x =$"`aab`". Se sabe que $P_{M_A}(x) = 0.063872$. Se pide:

1. (1.5 puntos) Calcula $P_{M_B}(x)$ mediante el algoritmo *Forward*.
2. (0.5 puntos) Sea $\tilde{P}_{M_B}(x)$ la aproximación de Viterbi a $P_{M_B}(x)$. Sabemos que, en general, la aproximación de Viterbi no es mayor que la probabilidad exacta, si bien pueden coincidir. En el caso que nos ocupa ($\tilde{P}_{M_B}(x)$ y $P_{M_B}(x)$) y a la vista de la representación gráfica de M_B, sin necesidad de calcular $\tilde{P}_{M_B}(x)$, ¿se puede afirmar que no coinciden, esto es, que $\tilde{P}_{M_B}(x)$ es *estrictamente* menor que $P_{M_B}(x)$?
3. (0.5 puntos) Halla $P(A \mid x)$ y $P(B \mid x)$.
4. (0.5 puntos) Clasifica x por mínima probabilidad de error.

1.

α_{qt}	a	a	b
0	$1 \cdot .9 = .9$	$.9 \cdot .7 \cdot .9 + 0 = .567$	$.567 \cdot .7 \cdot .1 + .054 \cdot 0 \cdot .1 = .03969$
1	$0 \cdot .2 = 0$	$.9 \cdot .3 \cdot .2 + 0 = .054$	$.567 \cdot .3 \cdot .8 + .054 \cdot .5 \cdot .8 = .15768$

$$P_{M_B}(x) = .03969 \cdot 0 + .15768 \cdot .5 = .07884$$

2. En general, la aproximación de Viterbi es *estrictamente* menor que la probabilidad exacta siempre que haya dos o más caminos que generen la cadena con probabilidad no nula. Esto es así en el caso de x ya que M_B puede generarla con probabilidad no nula por dos caminos: $001F$ y $011F$.

3.

$$P(x) = P(A)\,P_{M_A}(x) + P(B)\,P_{M_B}(x) = .6 \cdot .063872 + .4 \cdot .07884 = .0383232 + .031536 = .0698592$$

$$P(A \mid x) = \frac{P(A)\,P_{M_A}(x)}{P(x)} = \frac{.0383232}{.0698592} = .5486$$

$$P(B \mid x) = \frac{P(B)\,P_{M_B}(x)}{P(x)} = \frac{.031536}{.0698592} = .4514$$

4.

$$c(x) = \underset{c \in \{A,B\}}{\arg\max}\; P(c \mid x) = A$$