



APELLIDOS:

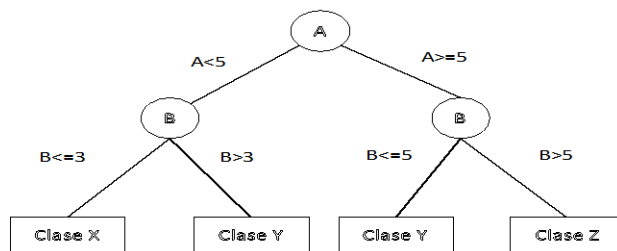
PL:

NOMBRE:

DNI:

ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**SISTEMAS INTELIGENTES****Examen Final de Teoría. Lunes 11 de Enero de 2016.**

1.- 1.5 puntos] Dado el siguiente árbol de decisión y el conjunto de test de la tabla adjunta:



Ejemplo	A	B	CLASE
EJ1	3	3	Y
EJ2	2	2	X
EJ3	5	2	X
EJ4	7	6	Y
EJ5	7	7	Y
EJ6	8	6	Z
EJ7	2	4	Y
EJ8	8	9	Z
EJ9	5	5	Z
EJ10	1	4	X

a) Calcula la matriz de confusión asociada al modelo descrito por el árbol de decisión.

Se deben evaluar todos los ejemplos utilizando el árbol y comprobar a qué clase los asigna. Así la matriz de confusión es

Clase Real			
Clase Predicha	X	Y	Z
X	1	1	0
Y	2	1	1
Z	0	2	2

b) Calcula los valores de TP y TN para cada una de las clases.

El número de TP están en la tabla anterior, son los aciertos clasificados por el árbol con la clase de la que son. Los TN son los ejemplos no clasificados como de una clase cuando no son de esa clase. Así, nuevamente, contando, obtenemos

Clase	TP	TN
X	1 (EJ2)	6 (EJ4,4J5,EJ6,EJ7,EJ8,EJ9)
Y	1 (EJ7)	3 (EJ2,EJ6,EJ8)
Z	2 (EJ6,EJ8)	5 (EJ1,EJ2,EJ3,3J7,EJ10)

c) ¿Qué clase tiene una precisión mayor? Justifica tu respuesta.

Para calcular la Precisión, tenemos que calcular el número de FP para cada clase. El número de FP para cada clase es

Clase	FP
X	1(EJ1)
Y	3 (EJ3EJ9,EJ10)
Z	2 (EJ 4, EJ5)

Como la Precisión es $TP/(TP+FP)$, se obtiene que las clases X y Z tienen una precisión del 50% ambas y la Y del 25%. Así que X y Z tienen la mejor precisión.

2.- [1.5 puntos] Dado el conjunto de ejemplos $S=\{EJ1, EJ2, \dots, EJ9\}$ descrito a continuación

Examples	ATT1	ATT2	ATT3	Class
EJ1	0	250	36	A
EJ2	10	150	34	B
EJ3	4	20	1	B
EJ4	6	78	8	B
EJ5	2	90	10	A
EJ6	1	170	70	A
EJ7	6	200	45	A
EJ8	8	160	41	B
EJ9	10	180	38	A

a) Completa la siguiente tabla de entropías de las particiones asociadas a los atributos ATT1, ATT2, ATT3:

Entropía	YES	NO
$ATT1 \leq 5$	0.811	0.971
$ATT2 \leq 160$	0.722	
$ATT3 \leq 40$		0.918

$$E(ATT2 > 160) = -(0/4)\log_2(0/4) - (4/4)\log_2(4/4) = 0$$

$$E(ATT3 \leq 40) = -(3/6)\log_2(3/6) - (3/6)\log_2(3/6) = 1$$

b) Sabiendo que $E(S)=0.991$, y utilizando los datos de la tabla del apartado a), calcula el atributo más informativo según la GANANCIA DE INFORMACIÓN.

Sólo hay que aplicar la fórmula

$$IG(ATT1) = 0.9911 - (4/9 \cdot 0.811 + 5/9 \cdot 0.9710) = 0.0911$$

$$IG(ATT2) = 0.9911 - (5/9 \cdot 0.7219) = 0.59$$

$$IG(ATT3) = 0.9911 - (6/9 \cdot 1 + 3/9 \cdot 0.9183) = 0.0183$$

Por tanto el atributo más informativo es ATT2

c) Utilizando el conjunto $=\{EJ1, EJ2, \dots, EJ8\}$ como entrenamiento, clasifica el ejemplo EJ9 utilizando 3NN con la distancia euclídea. ¿Es un acierto?
Se debe calcular la distancia euclídea del ejemplo EJ9 al resto.

$$\text{Por ejemplo } d(EJ1, EJ9) = \text{SQRT}((10-9)^2 + (180-250)^2 + (38-36)^2)$$

Calculando lo mismo para los 7 ejemplos restantes, obtenemos que los que están a menor distancia del ejemplo Ej9 son Ej2, Ej7 y EJ8 clasificados como B.A,B. Por tanto, el EJ9 se clasifica como de la clase B según 3NN, por tanto es un fallo.

3.- Se trata de resolver, mediante el algoritmo A*, el siguiente problema: Tenemos un conjunto de n clientes y un conjunto de m servidores candidatos, con $m \geq n$. Hay una matriz de costes C , tal que $C_{ij} \geq 0$ representa el coste de asignar al cliente i el servicio j . El objetivo es asignar a cada cliente un servidor distinto de modo que el coste total sea mínimo.

Concretamente, se pide responder de forma razonada y precisa a las siguientes cuestiones:

a) [1 punto] Definir el espacio de búsqueda, indicando claramente como son los estados (incluidos el inicial y los objetivos) y las reglas (sin olvidarse de los costes).

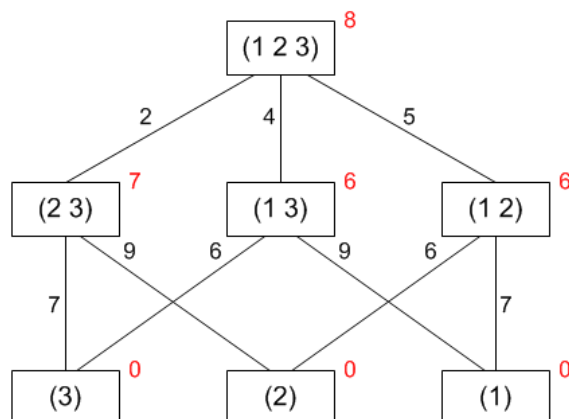
RESP: Dado que se trata de un problema de optimización discreta, podemos elegir una representación en la que ya tenemos asignados servicios a algunos clientes y a otros aun no. En el estado inicial ningún cliente tendrá asignado servicio, y en los objetivos todos los clientes tendrán asignado un servicio. Para pasar de un estado a un sucesor, elegiremos un servicio válido para un cliente que no lo tenía asignado.

De forma más concreta: el estado inicial se puede representar por la lista completa de servicios (1 2 ... m); esto indica que todos están disponibles y que en consecuencia no se asignó ningún servicio a ningún cliente. El estado inicial tendrá m sucesores (2 ... m), (1 3 ... m), (1 2 4 ... m), ..., (1... $k-1$ $k+1$... m),..., (1 ... $m-1$); las reglas correspondientes para pasar del inicial a cada uno de ellos representan la asignación de cada uno de los servicios 1, 2, ..., m al cliente 1, y en consecuencia los costes serán C_{11} , C_{12} , ..., C_{1m} , respectivamente. De este modo, cada uno de estos estados representa un problema en el que hay que asignar servicios a los clientes 2,..., n ; la lista de números de cada estado representa los servicios que están disponibles. Así cada estado sucesor del inicial tendrá a su vez $m-1$ estados sucesores, por ejemplo el estado (1... $k-1$ $k+1$... m) tendrá como sucesores a los estados (2... $k-1$ $k+1$... m), (1 3 ... $k-1$ $k+1$... m), ..., (1... $k-1$ $k+1$... $m-1$) con costes C_{21} , C_{22} , ..., C_{2k-1} , C_{2k+1} , C_{2m-1} , respectivamente. De esta forma tendremos un grafo organizado por niveles 1, 2, ..., n ; y en el nivel n estarán los nodos objetivo que tendrán una lista con $m-n$ elementos (que representarán los servicios que quedan sin utilizar en la solución que representa el nodo). En realidad cada nodo objetivo representa un conjunto de soluciones, tantas como caminos distintos haya desde el inicial hasta el nodo objetivo.

b) [0,5 puntos] Dibujar el espacio de búsqueda completo para una instancia del problema con $n=2$, $m=3$, y la siguiente matriz de costes:

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 5 \\ 6 & 7 & 9 \end{pmatrix}$$

RESP:



c) [1 punto] Definir un heurístico razonable mediante el método de la relajación del problema.

RESP: Se puede relajar la restricción de que cada cliente deba tener un servidor distinto, de este modo, en el problema relajado, se puede elegir para cada uno de los clientes el servicio de menos coste entre los que quedan en la lista que representa el estado. El coste de esta asignación será el valor que toma el heurístico para el estado. El heurístico, h , diseñado de este modo es monótono.

d) [0,25 puntos] Calcular el valor del heurístico para todos los nodos del espacio de búsqueda del apartado b).

RESP: Son los valores en rojo en el gráfico anterior. Por ejemplo, para el estado inicial se considera la asignación del servidor 1 a los dos clientes ya que es el de menor coste para cada uno de ellos.

e) [0,25 puntos] Indicar los nodos que con seguridad no se expandirán si se aplica el algoritmo A* al problema del apartado b) con el heurístico definido en el apartado c).

RESP: Dado que el heurístico es monótono, por estar definido mediante el método de relajación del problema, los nodos que es seguro que no se expandirán son aquellos que no cumplen la condición necesaria de expansión, es decir aquellos nodos n que cumplen $g^*(n)+h(n)>C^*$. Teniendo en cuenta que $C^*=9$, estos nodos serán: (1), (2), (1 3) y (12).

4.- Tenemos un SE que identifica las relaciones familiares elementales, en base a unos datos de entrada expresados con las relaciones `progenitor_de` y `sexo` en un entorno CLIPS.

<pre>(deffacts familia (progenitor_de antonio luisa) (progenitor_de manola luisa) (progenitor_de maruja tomas) (progenitor_de inaki tomas) (progenitor_de inaki felipe) (progenitor_de luisa juan) (progenitor_de tomas juan) (progenitor_de tomas isabel) (progenitor_de felipe clara) (progenitor_de felipe luis) (progenitor_de juan ana) (progenitor_de juan patricia) (progenitor_de patricia jaime) (progenitor_de ana marta) (progenitor_de isabel pepe)) ;La relación ;(progenitor_de antonio luisa) ;debes interpretarla así: ;antonio progenitor_de luisa</pre>	<pre>(deffacts sexo (sexo luisa femenino) (sexo tomas masculino) (sexo juan masculino) (sexo isabel femenino) (sexo ana femenino) (sexo patricia femenino) (sexo jaime masculino) (sexo antonio masculino) (sexo maruja femenino) (sexo manola femenino) (sexo inaki masculino) (sexo felipe masculino) (sexo pepe masculino) (sexo clara femenino) (sexo luis masculino) (sexo marta femenino))</pre>
--	---

Se pide:

i) Contestar a las siguientes cuestiones:

- a. **[0,10 puntos]** Identificar el tipo de hecho con el que se han expresado los hechos iniciales.

RESP: Hechos ordenados

- b. **[0,10 puntos]** Que comando CLIPS hay que emplear para cargar los Hechos Iniciales.

RESP: (reset)

- c. **[0,30 puntos]** Qué tipo de encadenamiento realiza CLIPS y que estrategia de resolución de conflictos utiliza por defecto.

RESP: Encadenamiento hacia adelante, en profundidad.

- d. **[0,10 puntos]** ¿Que contiene la Agenda?

RESP: Las instancias de las reglas activadas

- e. **[0,40 puntos]** ¿Cuándo se activa una regla, y cuantas veces se puede activar?

RESP: Una regla se activa cuando existe en la base de hechos un conjunto de hechos que satisface todos sus antecedentes. Una regla se activa una sola para el mismo conjunto de hechos.

ii) **[1 punto]** Implementa las reglas que te permitan identificar las relaciones familiares primo y prima. Si lo necesitas puedes implementar reglas que identifiquen alguna relación intermedia que te facilite la tarea.

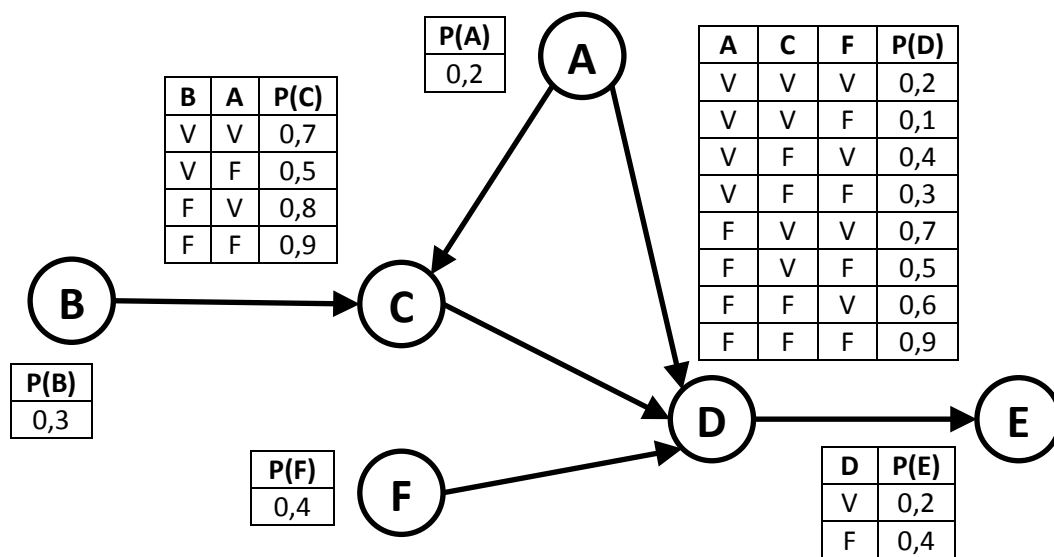
RESP:

```
; Relacion de los primos -----

(defrule hermandad
  (progenitor_de ?padre ?uno)
  (progenitor_de ?padre ?dos)
  (test (neq ?uno ?dos))
=>
  (assert (hermandad-con ?uno ?dos))
)
(defrule son-primos
  (progenitor ?padre1 ?uno)
  (progenitor ?padre2 ?dos)
  (hermandad-con ?padre1 ?padre2)
=>
  (assert (son-primos ?uno ?dos))
)
(defrule primo
  (son-primos ?uno ?dos)
  (sexo ?uno masculino)
=>
  (assert (primo ?uno ?dos))
  (printout t ?uno " es primo de " ?dos crlf)
)

(defrule prima
  (son-primos ?uno ?dos)
  (sexo ?uno femenino)
=>
  (assert (prima ?uno ?dos))
  (printout t ?uno " es prima de " ?dos crlf)
)
```

5.- Considera la siguiente red bayesiana:



a) [0,6 puntos] Calcula $P(\neg A, \neg B, \neg C, D, E, F)$

RESP:

$$P(\neg A, \neg B, \neg C, D, E, F) = P(\neg A) * P(\neg B) * P(\neg C | \neg A, \neg B) * P(D | \neg A, \neg C, F) * P(E | D) * P(F) = 0,8 * 0,7 * 0,1 * 0,6 * 0,2 * 0,4 = 0,002688$$

b) ¿Cuáles de las siguientes independencias se cumplen dada la estructura de la red? Debes razonar la respuesta utilizando el criterio de D-separación. También puedes utilizar la condición de Markov si ésta fuese suficiente.

(0,4 puntos) ¿B y E son independientes, si conocemos el valor de D?

RESP:

Criterio de D-Separación:

Camino B-C-D-E: bloqueado en D

Camino B-C-A-D-E: bloqueado en D

Como todos los posibles caminos están bloqueados, sí que son independientes.

También se podría probar con la condición de Markov. Conocemos el valor de los padres de E (y de ningún otro nodo de la red), luego podemos decir que E es independiente de todos sus no-descendientes (lo que incluye a B).

(0,4 puntos) ¿B y F son independientes, si conocemos el valor de C y E?

RESP:

Criterio de D-Separación:

Camino B-C-D-F: bloqueado en C

Camino B-C-A-D-F: no bloqueado.

Hemos encontrado un camino no bloqueado, luego no son independientes.

En este caso la condición de Markov no es suficiente para determinar la independencia.

- c) **[0,6 puntos]** Supón que quieres calcular $P(B|A, \neg D)$ utilizando el método de ponderación de la verosimilitud. Construye paso a paso una posible muestra, e indica qué peso le asignarías a dicha muestra.

RESP:

El primer paso es determinar un orden topológico de las variables, por ejemplo: B, A, F, C, D, E. La muestra empieza teniendo un peso $w=1$.

B: será verdadero aleatoriamente con prob. 0,3. Supongamos que sale $B=V$.

A: será verdadero obligatoriamente. El nuevo peso será $w = 1 \cdot 0,2 = 0,2$.

F: será verdadero aleatoriamente con prob. 0,4. Supongamos que sale $F=F$.

C: será verdadero aleatoriamente con prob. 0,7. Supongamos que sale $C=V$.

D: será falso obligatoriamente. El nuevo peso será $w = 0,2 \cdot 0,9 = 0,18$.

E: será verdadero aleatoriamente con prob. 0,4. Supongamos que sale $E=V$.

Entonces, la posible muestra final que hemos generado es $\{B=V, A=V, F=F, C=V, D=F, E=V\}$ y su peso es $w = 0,18$.

Nota: en el apartado a) no es necesario dar el resultado final exacto, es suficiente con dejar indicadas las operaciones necesarias, por ejemplo $0,4 \times 0,5 + 0,9 \times 0,2 \times 0,1 + 0,4 \times 0,9$
