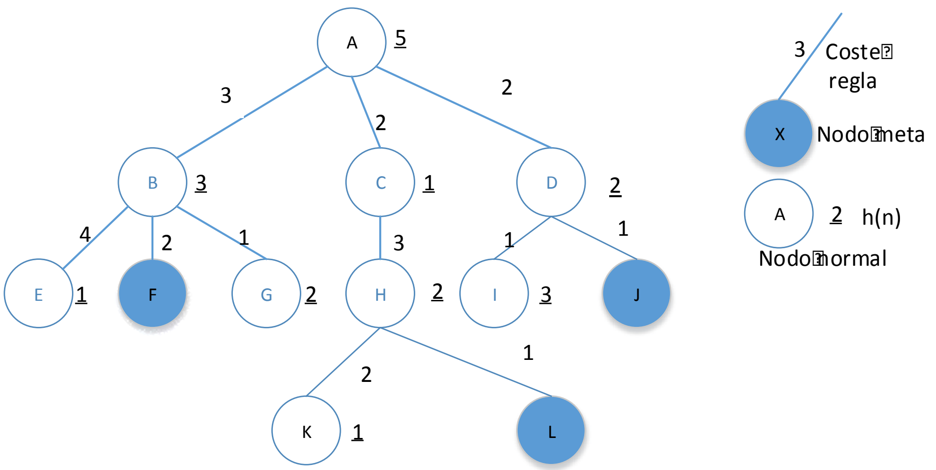
Sistemes Intel·ligents – Examen Final (Bloc 1)
ETSINF, Universitat Politècnica de València.
26 gener 2017 (2 punts)

Cognoms:	
Nom:	
Grup:	A B C D E F FLIP

1) Per a l'espai d'estats de la figura i donada una cerca de tipus A ($f(n)=g(n)+h(n)$), quants nodes és necessari generar, incloent el node arrel, per a trobar la solució?



A. 7
B. 8
C. 10
D. 12

---

2) Es desitja realitzar una cerca A* en CLIPS. Per a fer-ho, les regles no deuen incloure l'ordre `retract` en la part dreta perquè:

A. En esborrar els fets no podem calcular el valor de $g(n)$ necessari per a una cerca A*.
B. No permetria explorar camins alternatius al triat en primer lloc.
C. No permetria trobar la solución òptima.
D. Cap de les anteriors.

---

3) Donat un algorisme de cerca de tipus A, ($f(n)=g(n)+h(n)$), assenyala l'afirmació **CORRECTA**:

A. Si $h(n)$ és consistent (i admissible), expandirà sempre menys nodes que una cerca no informada.
B. Amb $h(n)$ consistent (i admissible), expandirà sempre menys nodes que no sent consistent.
C. Troben sempre la mateixa solució, independentment de si $h(n)$ és admissible o no.
D. Cap de les anteriors.

4) Donat un SBR compost de la següent regla:

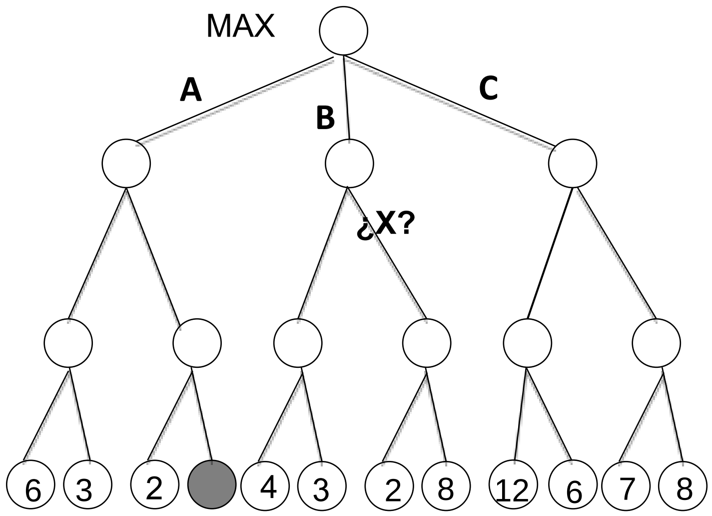
```
(defrule regla-1
   ?f <- (llista ?y $?x ?y $?x ?y)
=>
   (retract ?f)
   (assert (llista $?x)))
```

i la BF inicial {(llista 1 2 3 2 3 2 3 2 3 2 1 2 3 2 3 2 3 2 3 2 1)}, quin serà l'estat final de la Base de Fets?

A. {(llista 3 2 3)}
B. {(llista 1) (llista)}
C. {(llista 2 1 2)}
D. {(llista 1)}

---

5) Donat l'arbre de joc de la figura i aplicant un procediment alfa-beta:



Quin valor hauria de tenir el node terminal ombrejat perquè es produïsca el tall indicat en la figura?

A. Amb qualsevol valor del node es produiria un tall
B. Menor que 3
C. Major o igual que 4
D. Mai es podria produir el tall indicat (o cap de les anteriors)

---

6) Donat l'arbre de joc de la figura anterior i assumint que es produeix el tall indicat, després de l'aplicació del procediment alfa-beta:

A. Es tria la branca A
B. Es tria la branca B
C. Es tria la branca C
D. Es tria la branca A o B

Sistemas Intel·ligents – Problema Bloc 1
ETSINF, Universitat Politècnica de València ,
26 de gener 2017 (3 punts)

Es desitja dissenyar un Sistema Basat en Regles (SBR) que permeta manejar la col·lecció de monedes de diverses persones. Cada moneda ve representada per un identificador alfanumèric (A1, B3, etc.). Cada persona pot tenir diverses monedes (també repetides) i el nombre de persones no està limitat en l'aplicació. Un possible exemple és:

- La persona 1 té les monedes: A2 A4 A5 B1 A2 B3
- La persona 2 té les monedes: B3 A4 C2 C1 B3 C2
- La persona 3 té les monedes: C2 C4 B1 A2

La informació dinàmica del problema es representaria amb el següent patró:

(col·leccions [persona ?n [?id-moneda]^{m} fpersona ?n]^{m})

on:

?n ∈ INTEGER ;; Identificador de la persona
?id-moneda ∈ {A1, A2, B1,…} ;; Identificador de la moneda

Es demana:

a) (0.3 punts) Escriu la Base de Fets corresponent a l'exemple que es mostra a dalt.

b) (1 punt) Escriu una única regla que permeta a dues persones intercanviar una moneda. L'intercanvi solament és possible si la moneda que lliura cada persona és una moneda repetida en la seua col·lecció, i la moneda que rep cada persona és una moneda que no està en la seua col·lecció.

c) (0.7 punts) Escriu una única regla que mostre les persones que tenen alguna moneda que apareix (exactament) tres vegades en la col·lecció. Cal mostrar un missatge per pantalla per cada persona i moneda; exemple: "La persona " ?n " té la moneda " ?x " tres vegades" .

d) (1 punt) Suposem que existeixen uns fets del tipus (especial ?id-moneda) per a indicar que la moneda identificada per ?id-moneda és un moneda especial. Escriu una única regla que calcule el nombre de persones que tenen almenys 2 monedes especials i diferents entre si. El resultat de l'execució de la regla serà un fet amb format: (llista-especial [?n]^{m}) on ?n és l'identificador d'una persona amb almenys dues monedes especials i diferents. L'identificador de cada persona solament ha d'aparèixer una vegada en la llista (encara que tinga diverses monedes especials). Assumiu que en la BF existeixen diversos fets del tipus (especial ?id-moneda) i el fet (llista-especial).

a)

```
(deffacts BF (cols pe 1 A2 A4 A5 B1 A2 B3 fpe 1 pe 2 B3 A4 C2 C1 B3 C2 fpe 2 pe 3 C2 C4 B1 A2 fpe 3))
```

b)

```
(defrule intercanvi
(cols $?x pe ?n1 $?c1 ?c $?c2 ?c $?c3 fpe ?n1 $?y pe ?n2 $?p1 ?p $?p2 ?p $?p3 fpe ?n2 $?z)
(test (neq ?c ?p))
(test (and (not (member$ ?c $?p1))(not (member$ ?c $?p2))(not (member$ ?c $?p3))))
(test (and (not (member$ ?p $?c1))(not (member$ ?p $?c2))(not (member$ ?p $?c3))))
=>
(assert (cols $?x pe ?n1 $?c1 ?c $?c2 ?p $?c3 fpe ?n1 $?y pe ?n2 $?p1 ?p $?p2 ?c $?p3 fpe ?n2 $?z)))
```

c)

```
(defrule moneda3
(cols $? pe ?n $?x1 ?y1 $?x2 ?y1 $?x3 ?y1 $?x4 fpe ?n $?)
(test (and (not (member ?y1 $?x1))(not (member?y1 $?x2))(not (member ?y1 $?x3) (not (member ?y1 $?x4) )))
=>
(printout t "La persona " ?n " té la moneda " ?y1 "  tres vegades " crlf))
```

d)

```
(defrule especials
(cols $? pe ?n1 $? ?a $? ?b $? fpe ?n1 $?y)
(especial ?a)
(especial ?b)
(test (neq ?a ?b))
?r <- (llista-especial $?z)
(test (not (member$ ?n1 $?z)))
=>
(retract ?r)
(assert (llista-especial $?z ?n1)))
```

Examen Final de Sistemes Intel·ligents: Bloc 2

ETSINF, Universitat Politècnica de València, 26 de gener de 2017

Cognoms: **Nom:**

Grup: ☐ **3A** ☐ **3B** ☐ **3C** ☐ **3D** ☐ **3E** ☐ **3F** ☐ **3FLIP**

Qüestions (2 punts; temps estimat: 30 minuts)

Marca cada requadre amb una única opció d'entre les donades.

1 $\boxed{\text{C}}$ Sean X i Y dues variables aleatòries, i siguen $P(X,Y)$, $P(X \mid Y)$, $P(Y \mid X)$, $P(X)$ i $P(Y)$ les probabilitats conjunta, condicionals i incondicionals de X i Y. Indica quina de les següents afirmacions és *incorrecta*.

A) Tant $P(X)$ com $P(Y)$ es poden derivar a partir de $P(X,Y)$.

B) Tant $P(X \mid Y)$ com $P(Y \mid X)$ es poden derivar a partir de $P(X,Y)$.

C) Es pot obtenir $P(Y \mid X)$ a partir de $P(X \mid Y)$ i $P(X)$, sense necessitat de conèixer prèviament $P(Y)$.

D) Es pot obtenir $P(Y \mid X)$ a partir de $P(X \mid Y)$ i $P(Y)$, sense necessitat de conèixer prèviament $P(X)$.

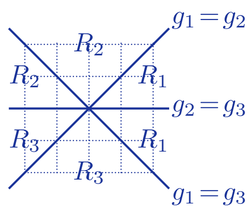
2 $\boxed{\text{C}}$ Siguen un problema de classificació de tres classes en $\mathbb{R}^2$ i un classificador definit per tres funcions discriminants lineals: $g_1(\mathbf{x})=x_1$, $g_2(\mathbf{x})=x_2$ i $g_3(\mathbf{x})=-x_2$. Indica quina de les afirmacions sobre aquest classificador és *incorrecta*.

A) Defineix tres fronteres de decisió que intersectan aq l'origen de coordenades.

B) La regió de decisió de la classe 1 es defineix com $R_1=\{\mathbf{x}\in\mathbb{R}^2 : x_1>0 \land x_1>|x_2|\}$.

C) A la regió de decisió R_2, x_2 és menor que zero i a R_3, x_2 és major que zero.

D) A la regió de decisió R_2, x_2 és major que zero i a R_3, x_2 és menor que zero.



3 $\boxed{\text{B}}$ Siga $\hat{p}$ la probabilitat d'error d'un classificador estimada a partir d'un conjunt de test de grandària N i siga $I=[\hat{p}\pm\epsilon]$ l'interval de confiança d'aquesta estimació. Indica la resposta *correcta*.

A) Si $N=160$ i el classificador produeix almenys un error, ϵ serà menor que 1%.

B) Si $N>150$ i s'obté $\hat{p}=0.1$, ϵ serà menor que 5%.

C) Si N_e és el nombre d'errors del classificador, llavors $\hat{p}=N/N_e$ i ϵ és inversament proporcional a N.

D) No és possible determinar ϵ si $\hat{p}=0$.

4 $\boxed{\text{D}}$ Suposem que hem aplicat l'algorisme C-mitjanes a un conjunt de punts bi-dimensionals per a obtenir un agrupament (partició) en *dos clústers*. Després d'una sèrie d'iteracions de l'algorisme C-mitjanes tenim l'agrupament: $\{\ \{(0,1)^{\mathbf{t}},(0,2)^{\mathbf{t}}\},\ \{(0,3)^{\mathbf{t}},(0,5)^{\mathbf{t}},(0,6)^{\mathbf{t}},(0,7)^{\mathbf{t}},(1,6)^{\mathbf{t}},(-1,6)^{\mathbf{t}}\}\ \}$. Indica la resposta *correcta*.

A) La suma d'errors quadràtics (SEQ) és 15 i pot arribar a ser 8.

B) La SEQ és 15 i quan l'algorisme convergisca serà 12.

C) La SEQ és 12 i quan l'algorisme convergisca serà 10.

D) La SEQ és 12 i quan l'algorisme convergisca serà 6.

5 $\boxed{\text{D}}$ Siguen M un model de Markov ocult i x una cadena de longitud T a la qual M assigna una probabilitat positiva. Siguen q un estat no final de M i t un instant de temps no major que T. Considera el valor $\alpha(q,t)$ calculat per l'algorisme *Forward* i el valor $V(q,t)$ calculat per l'algorisme de Viterbi. Suposa que tant $\alpha(q,t)$ com $V(q,t)$ són positius. Indica la resposta *correcta* en relació amb $\alpha(q,t)$ i $V(q,t)$:

A) Sempre coincideixen si $t>1$.

B) Mai coincideixen si $t>1$.

C) Mai coincideixen si $t=1$.

D) Sempre coincideixen si $t=1$.

6 $\boxed{\text{A}}$ Donat el model de Markov ocult M a la dreta, l'aproximació de Viterbi a la probabilitat exacta que M assigna a la cadena "`bab`", $\tilde{P}_M(bab)$, és:

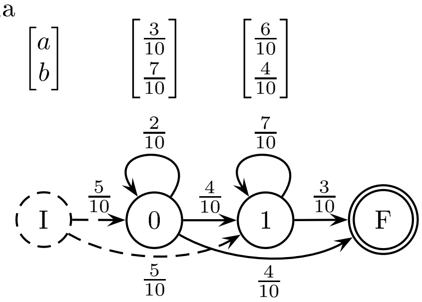
A) $0.000 \le \tilde{P}_M(bab) < 0.010$

B) $0.010 \le \tilde{P}_M(bab) < 0.015$

C) $0.015 \le \tilde{P}_M(bab) < 0.020$

D) $0.020 \le \tilde{P}_M(bab)$

$\tilde{P}_M(bab, 011F)$
$= \tilde{P}_M(bab, 111F)$
$= \frac{70560}{10^7} = 0.007056$



Examen Final de Sistemes Intel·ligents: Bloc 2

ETSINF, Universitat Politècnica de València, 26 de gener de 2017

Cognoms: ☐ **Nom:** ☐

Grup: ☐ **3A** ☐ **3B** ☐ **3C** ☐ **3D** ☐ **3E** ☐ **3F** ☐ **3FLIP**

Problema (3 punts; temps benvolgut: 45 minuts)

Es té un problema de classificació en dues classes, 0 i 1, per a objectes representats en $\{0,1\}^2$, és a dir, vectors de bits de la forma $\mathbf{x} = (x_1, x_2)^t$ amb $x_1, x_2 \in \{0,1\}$. Tanmateix, disposem de quatre mostres d'entrenament:

$\mathbf{x}_n$	$\mathbf{x}_1$	$\mathbf{x}_2$	$\mathbf{x}_3$	$\mathbf{x}_4$
x_{n1}	0	0	1	1
x_{n2}	0	1	0	1
c_n	0	1	1	0

Es demana:

1 (0.75 punts) Aplica una iteració de l'algorisme Perceptró amb pesos inicials nuls, constant d'aprenentatge $\alpha = 1$ i marge $b = 0.1$. Quins pesos s'obtenen en finalitzar la iteració aplicada?

2 (0.50 punts) A partir de la inicialització donada en l'apartat anterior, convergirà l'algorisme Perceptró a una solució sense dades d'entrenament mal classificades?
Indica si sí o no i després comenta breument la resposta.

3 (0.25 punts) A partir d'alguna inicialització amb pesos no nuls, $\alpha > 0$ i $b = 0.1$, convergirà l'algorisme Perceptró a una solució sense dades d'entrenament mal classificades?
Indica si sí o no i després comenta breument la resposta.

4 (0.75 punts) Aplica l'algorisme d'aprenentatge d'arbres de classificació vist en classe al problema donat. Amb la finalitat de mesurar el grau d'impuresa d'un node, utilitza l'entropia de la distribució empírica de les probabilitats a posteriori de les classes en aquest node. D'altra banda, per a decidir si un node és terminal o no, empra el criteri de parada vist en classe amb llindar de (decrement d') impuresa $\epsilon = 0.1$. Tanmateix, amb la finalitat d'explorar possibles particions ("splits") d'un node, considera únicament el llindar de tall $r = 0.5$.

5 (0.50 punts) Repeteix l'apartat anterior amb el criteri de parada "mínimament estricte", és a dir, permetent la partició ("split") d'un node sempre que no done lloc a nodes fill buits.

6 (0.25 punts) Suposem que els diferents objectes del nostre problema es presenten amb igual probabilitat, és a dir, $P(\mathbf{x}_1) = P(\mathbf{x}_2) = P(\mathbf{x}_3) = P(\mathbf{x}_4) = 0.25$. D'entre els classificadors obtinguts en els apartats anteriors, existeix algun de menor error de classificació (teòric) que la resta? Justifica breument la resposta.

1 Notació homogènia. $\mathbf{w}_0 = \mathbf{w}_1 = (0\ 0\ 0)^t$, $\alpha = 1$ i $b = 0.1$.

$$\begin{aligned}
&g_0(\mathbf{x}_1) = (0\ 0\ 0)(1\ 0\ 0)^t = 0\\
&g_1(\mathbf{x}_2) = (0\ 0\ 0)(1\ 0\ 0)^t = 0\\
&g_1(\mathbf{x}_1) + b > g_0(\mathbf{x}_2)? \quad \text{Sí}\\
&\ \to \mathbf{w}_1 = \mathbf{w}_1 - \mathbf{x}_1 = (0\ 0\ 0)^t - (1\ 0\ 0)^t = (-1\ 0\ 0)^t\\
&\ \to \mathbf{w}_0 = \mathbf{w}_0 + \mathbf{x}_1 = (0\ 0\ 0)^t + (1\ 0\ 0)^t = (1\ 0\ 0)^t\\
&g_1(\mathbf{x}_2) = (-1\ 0\ 0)(1\ 0\ 1)^t = -1\\
&g_0(\mathbf{x}_2) = (1\ 0\ 0)(1\ 0\ 1)^t = 1\\
&g_0(\mathbf{x}_2) + b > g_1(\mathbf{x}_2)? \quad \text{Sí}\\
&\ \to \mathbf{w}_0 = \mathbf{w}_0 - \mathbf{x}_2 = (1\ 0\ 0)^t - (1\ 0\ 1)^t = (0\ 0\ -1)^t\\
&\ \to \mathbf{w}_1 = \mathbf{w}_1 + \mathbf{x}_2 = (-1\ 0\ 0)^t + (1\ 0\ 1)^t = (0\ 0\ 1)^t\\
&g_1(\mathbf{x}_3) = (0\ 0\ 1)(1\ 1\ 0)^t = 0\\
&g_0(\mathbf{x}_3) = (0\ 0\ -1)(1\ 1\ 0)^t = 0\\
&g_0(\mathbf{x}_3) + b > g_1(\mathbf{x}_3)? \quad \text{Sí}\\
&\ \to \mathbf{w}_0 = \mathbf{w}_0 - \mathbf{x}_3 = (0\ 0\ -1)^t - (1\ 1\ 0)^t = (-1\ -1\ -1)^t\\
&\ \to \mathbf{w}_1 = \mathbf{w}_1 + \mathbf{x}_3 = (0\ 0\ 1)^t + (1\ 1\ 0)^t = (1\ 1\ 1)^t\\
&g_0(\mathbf{x}_4) = (-1\ -1\ -1)(1\ 1\ 1)^t = -3\\
&g_1(\mathbf{x}_4) = (1\ 1\ 1)(1\ 1\ 1)^t = 3\\
&g_1(\mathbf{x}_4) + b > g_0(\mathbf{x}_4)? \quad \text{Sí}\\
&\ \to \mathbf{w}_1 = \mathbf{w}_1 - \mathbf{x}_4 = (1\ 1\ 1)^t - (1\ 1\ 1)^t = (0\ 0\ 0)^t\\
&\ \to \mathbf{w}_0 = \mathbf{w}_0 + \mathbf{x}_4 = (-1\ -1\ -1)^t + (1\ 1\ 1)^t = (0\ 0\ 0)^t
\end{aligned}$$

S'obtenen pesos nuls, és a dir, els mateixos utilitzats com a inicialització.

2 No. El conjunt de mostres d'entrenament *no* és linealment separable. En el millor dels casos, podríem classificar bé tres de les quatre mostres d'entrenament.

3 No, pel mateix motiu donat en l'apartat anterior.

4 La impuresa del node arrel és 1. Existeixen dues particions ("splits") possibles del node arrel amb llindars de tall nuls: $(x_1, 0)$ i $(x_2, 0)$. En tots dos casos es generen nodes fill amb una dada de cada classe, per la qual cosa també tenen impuresa 1. Així doncs, el màxim decrement d'impuresa assolible és nul i l'algorisme acaba sense dicotomitzar el node arrel.

5 L'algorisme genera un arbre binari complet de profunditat dos i amb una única dada d'entrenament en cada node fulla.

6 Si $P(\mathbf{x}_1) = P(\mathbf{x}_2) = P(\mathbf{x}_3) = P(\mathbf{x}_4) = 0.25$, la probabilitat d'error serà una simple mitjana aritmètica de la probabilitat d'error a posteriori:

$$\begin{aligned}
P(error) &= P(error, \mathbf{x}_1) + P(error, \mathbf{x}_2) + P(error, \mathbf{x}_2) + P(error, \mathbf{x}_2)\\
&= P(\mathbf{x}_1)\,P(error \mid \mathbf{x}_1) + P(\mathbf{x}_2)\,P(error \mid \mathbf{x}_2) + P(\mathbf{x}_3)\,P(error \mid \mathbf{x}_3) + P(\mathbf{x}_4)\,P(error \mid \mathbf{x}_4)\\
&= 0.25 \cdot (P(error \mid \mathbf{x}_1) + P(error \mid \mathbf{x}_2) P(error \mid \mathbf{x}_3) + P(\mathbf{x}_4)\,P(error \mid \mathbf{x}_4))
\end{aligned}$$

Tan sols l'arbre de classificació obtingut en l'apartat anterior serà capaç de classificar els diferents objectes sense error, per la qual cosa la seua probabilitat d'error serà nul·la. La resta de classificadors classificaria erròniament un o més dels quatre objectes diferents que poden donar-se.