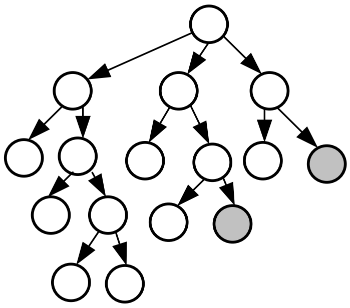
Sistemes Intel·ligents – Examen Final (Bloc 1), 23 gener 2020
Test (1,75 punts) <u>puntuació</u>: max (0, (encerts – errors/3) * 1,75/6)

Cognoms:	**Nom**:
Grup: A B C D E F G 4IA	

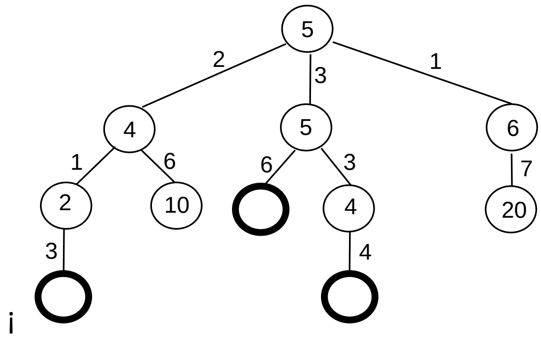
1) Considerant el següent arbre de cerca, quants nodes com a màxim s'emmagatzemen en memòria, aplicant un procediment de cerca en profunditat iterativa? (Assumiu que, a igual profunditat, es tria el node més a l'esquerra).



A. 6
B. 8
C. 10
D. Cap de les respostes anteriors és correcta.

---

2) Siga l'arbre de la figura on els nodes de traç gruixut són nodes meta, el valor dins del node és el valor de la funció heurística aplicada a cada node, i el valor de les arestes és el cost de l'operador corresponent. Indiqueu la resposta CORRECTA:



A. L'heurística és admissible i consistent.
B. L'heurística no és admissible ni consistent.
C. Aplicant un algorisme de tipus A se troba la solució òptima.
D. Cap de les opcions anteriors és correcta.

---

3) Siguen dues funcions d'avaluació, $f1(n) = g(n) + h1(n)$ i $f2(n) = g(n) + h2(n)$, tals que $h1(n)$ és admissible i $h2(n)$ no ho és. Indica la resposta CORRECTA:

A. L'ús d'ambdues funcions en un algorisme de tipus A garanteix, en cada cas, trobar la solució òptima.
B. Es garanteix que $f2(n)$ generarà un menor espai de cerca que $f1(n)$.
C. Només si $h1(n)$ és una heurística consistent, $f1(n)$ generarà un menor espai de cerca que $f2(n)$.
D. Existeix algun node n per al qual $h2(n) > h^*(n)$.

4) En una cerca en graf (GRAPH-SEARCH) que aplica un algorisme de tipus A ($f(n) = g(n) + h(n)$), es té un node n en la llista CLOSED i un node n' en la llesta OPEN tal que $n'=n$. Indiqueu la resposta CORRECTA:

A. Si l'heurística és admissible, es compleix sempre $h(n) < h(n')$.
B. Si l'heurística és consistent, es compleix sempre $g(n) <= g(n')$.
C. Independentment de si l'heurística és consistent o no, es compleix sempre $f(n) <= f(n')$.
D. Cap de les respostes anteriors és correcta.

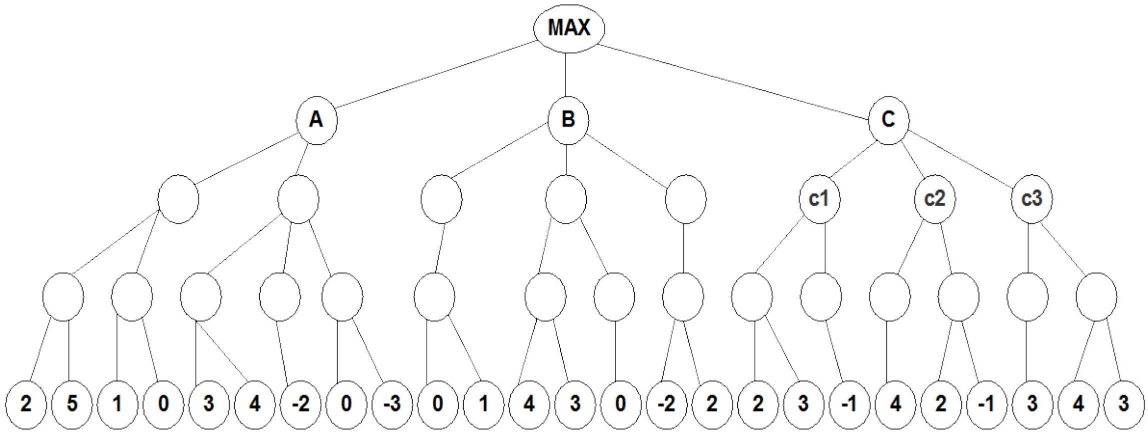
---

5) Siguen $n1$ i $n2$ els dos únics nodes fill d'un node n el qual és un node MAX en un arbre de joc. Assumim que s'explora primer el node $n1$ i després $n2$. Indiqueu la resposta CORRECTA:

A. El valor definitiu del node n serà el màxim entre el valor definitiu de n1 i $n2$ només quan $n1$ i $n2$ són nodes terminals.
B. Quan es copia el valor de n1 al node pare n, aquest pot tenir associat un valor copiat anteriorment.
C. Quan es torne el valor de n1 al node pare n, es pot produir un tall beta en n.
D. Cap de les respostes anteriors és correcta.

---

6) Quina és la millor jugada per al node arrel MAX si apliquem un alfa-beta a l'arbre de joc?



A. La branca A.
B. La branca B.
C. La branca C.
D. La branca A o B.

Sistemes Intel·ligents – Examen Final (Bloc 1), 23 gener 2019
Problema: 2 punts

Es desitja formar dos grups de persones, un de persones que parlen rus i un altre grup de persones que parlen xinès. Es presenten diverses persones que acrediten domini d'un o els dos idiomes. El nivell de classificació del domini de la llengua és d'1 a 5, sent 1 el menor nivell i 5 el nivell màxim.

- P1 acredita xinès amb nivell 3 i rus amb nivell 1.
- P2 acredita rus amb nivell 4.
- P3 acredita rus amb nivell 1 i xinès amb nivell 2.
- P4 acredita xinès amb nivell 3.
- P5 acredita rus amb nivell 3.
- P6 acredita xinès amb nivell 2 i rus amb nivell 5.
- P7 acredita xinès amb nivell 4.
- P8 acredita rus amb nivell 3 i xinès amb nivell 2.

El patró per a la formació dels dos grups és el següent:

(grups rus p^m xinès q^m) on $p,q \in$ {P1,P2,P3,P4,P5,P6,P7,P8}

1) (0,5 punts) Escriu la Base de Fets corresponent a la situació inicial que es mostra a dalt assumint que els grups inicialment estan buits. Inclou els patrons addicionals que necessites per a representar la informació estàtica del problema, així com els fets associats a aquests patrons.
2) (0,8 punts) Escriu una única regla per a afegir una persona al grup de xinès o rus, comprovant que la persona acredita l'idioma corresponent amb un nivell mínim de 2 i que aquesta persona no està ja apuntada a cap grup.
3) (0,7 punts) Escriu una regla que mostre un missatge per pantalla indicant el nombre de persones en cada grup quan s'hagen aconseguit almenys tres persones en cadascun d'ells .

Solució:

```
(deffacts dades
  (persona P1 xinès 3)
  (persona P1 rus 1)
  (persona P2 rus 4)
  (persona P3 rus 1)
  (persona P3 xinès 2)
  (persona P4 xinès 3)
  (persona P5 rus 3)
  (persona P6 xinès 2)
  (persona P6 rus 5)
  (persona P7 xinès 4)
  (persona P8 rus 3)
  (persona P8 xinès 2)
  (grups rus xinès))


(defrule R1
   (grups $?x ?idioma $?y)
   (test (or (eq ?idioma rus)(eq ?idioma xinès)))
   (persona ?per ?idioma ?nivell)
   (test (>= ?nivell 2))
   (test (not (member ?per $?x)))
   (test (not (member ?per $?y)))
 =>
    (assert (grups $?x ?idioma ?per $?y)))


(defrule R2
   (declare (salience 100))
     (grups rus $?rus xinès $?chi)
     (test (>= (length$ $?rus) 3))
     (test (>= (length$ $?chi) 3))
  =>
     (printout t "S'han aconseguit "(length$ $?rus) " persones en el grup de rus i " (length$ $?chi) " persones en el grup de xinès " crlf)
     (halt))
```

Examen final de SIN: bloc 2

ETSINF, Universitat Politècnica de València, 23 de gener de 2020

Cognoms: ____________________ **Nom:** __________

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

Test (1,75 punts)

Marca cada requadre amb una única opció. Puntuació: $\max(0, (\text{encerts} - \text{errors} / 3) \cdot 1,75 / 6)$.

1 $\boxed{\text{A}}$ Siguen C, L, S variables aleatòries que prenen valors en $\{\text{RAS,NUV,PLU}\}$, $\{\text{DIA, NIT}\}$, i $\{\text{SEG,ACC}\}$, respectivament. La seua probabilitat conjunta ve donada en la següent taula:

s l c	SEG DIA RAS	SEG DIA NUV	SEG DIA PLU	SEG NIT RAS	SEG NIT NUV	SEG NIT PLU	ACC DIA RAS	ACC DIA NUV	ACC DIA PLU	ACC NIT RAS	ACC NIT NUV	ACC NIT PLU
$P(s, l, c)$	0.30	0.20	0.07	0.13	0.10	0.06	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.05

Quina és la probabilitat condicional $P(C = \text{PLU} | S = \text{ACC}, L = \text{DIA})$?:

A) 0.60. $P(C = \text{PLU} \mid S = \text{ACC}, L = \text{DIA}) = P(C = \text{PLU}, S = \text{ACC}, L = \text{DIA}) / P(S = \text{ACC}, L = \text{DIA})$
B) 0.03. $P(S = \text{ACC}, L = \text{DIA}) = \sum_c P(S = \text{ACC}, L = \text{DIA}, c) = 0.05$
C) 0.05. $P(C = \text{PLU} \mid S = \text{ACC}, L = \text{DIA}) = 0.03/0.05 = 0.60$
D) 0.02.

2 $\boxed{\text{D}}$ L'expressió $\hat{c} = \arg\max_{1 \leq c \leq C} P(c \mid \mathbf{y})$, on $\mathbf{y} \in \mathbb{R}^d$ és una dada a classificar, correspon a un classificador de mínim risc d'error o de Bayes en C classes. Amb algunes assumpcions, aquest classificador coincideix amb un classificador basat en C *Funcions Discriminants*, definit per $\hat{c} = \arg\max_{1 \leq c \leq C} g_c(\mathbf{y})$. Indica quina de les següents assumpcions *no* seria generalment correcta:

A) $g_c(\mathbf{y}) = P(c \mid \mathbf{y})$.
B) $g_c(\mathbf{y}) = \log P(c \mid \mathbf{y})$.
C) $g_c(\mathbf{y}) = 0.5 \cdot P(c \mid \mathbf{y}) + 0.5$.
D) $g_c(\mathbf{y}) = \sum_{j=1}^{d} a_j P(c \mid y_j) + a_0$, on $a_j, 0 \leq j \leq d$, són coeficients reals no nuls qualssevol.

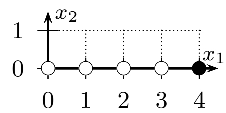
3 $\boxed{\text{B}}$ Siga S un conjunt de N parells d'entrenament i C el nombre de classes. Considera una iteració qualsevol, que no siga l'última, de l'algorisme Perceptró aplicat a S. En dita iteració es modifiquen k vectors de pesos. Quina de les següents afirmacions és *incorrecta*?

A) $2 \leq k \leq C \cdot N$.
B) $2 \leq k \leq (C - 1) \cdot N$.
C) $2 \leq k \leq C' \cdot N$, on C' és tal que $1 \leq C' \leq C$.
D) $2 \leq k \leq \sum_{n=1}^{N} k_n$, on $k_n, 1 \leq k_n \leq C$, és el nombre de vectors modificats per a la dada n-èsima.

4 $\boxed{\text{C}}$ S'està aplicant l'algorisme d'aprenentatge d'arbres de classificació per a un problema de C classes. Durant l'execució d'aquest algorisme s'ha arribat a un node t que inclou $N(t)$ dades. Es pretén avaluar el criteri d'aturada de particions en aquest node i se sap que el seu conjunt de possibles *"splits"* pren valors de decrement d'impuresa (mesura en termes d'entropia) en l'interval $(0.5, 1.0]$. Quin dels següents rangs de valors de la constant ϵ garanteix l'aturada de particions?

A) $0.0 < \epsilon \leq 0.5$.
B) $0.5 < \epsilon \leq 1.0$.
C) $1.0 < \epsilon \leq 2.0$.
D) Cap dels anteriors.

5 $\boxed{\text{C}}$ La figura a la dreta mostra una partició de 5 punts bidimensionals en 2 clústers (representats mitjançant els símbols $\bullet$ i $\circ$). Si, durant l'execució de l'algorisme C-mitjanes, el punt $(3, 0)$ es canvia del clúster $\circ$ al $\bullet$, llavors (indica quina de la següents afirmacions és certa):



A) Les mitjanes de clúster no canvien.
B) La suma d'errors quadràtics creix.
C) La suma d'errors quadràtics decreix.
D) Només canvia la suma d'errors quadràtics d'un dels clústers.

6 $\boxed{\text{C}}$ L'algorisme de re-estimació per Viterbi és un mètode per a aprendre els paràmetres d'un model de Markov a partir d'un conjunt de seqüències de símbols. En aquest context, indica quina afirmació és *falsa*:

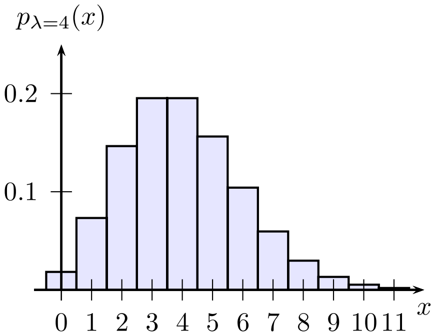
A) En l'algorisme de re-estimació per Viterbi es compta el nombre de vegades que s'ha utilitzat cada transició entre estats, a partir de les seqüències d'estats trobades mitjançant l'algorisme de Viterbi. Posteriorment, es normalitzen els comptadors obtinguts.
B) En l'algorisme de re-estimació per Viterbi es compta el nombre de vegades que cada símbol ha sigut emès en cada estat, a partir de les seqüències d'estats trobades mitjançant l'algorisme de Viterbi. Posteriorment, es normalitzen els comptadors obtinguts.
C) L'algorisme de re-estimació per Viterbi consisteix a aplicar únicament l'algorisme de Viterbi i calcular la probabilitat que el model de Markov genere cada seqüència de símbols d'entrenament.
D) En l'algorisme de re-estimació per Viterbi és important la inicialització dels paràmetres del model.

Problema (2 punts)

Siga $\lambda \in \mathbb{R}^+$. Diguem que una variable aleatòria $x \in \{0, 1, 2, \ldots\}$ és Poisson(λ) si la seua funció de massa de probabilitat és:

$$p_\lambda(x) = \frac{\exp(-\lambda)\,\lambda^x}{x!}$$

La distribució de Poisson s'empra per a modelizar la probabilitat que un esdeveniment donat ocórrega un cert nombre de vegades en un context prefixat. El paràmetre λ pot interpretar-se com la mitjana d'ocurrències d'aquest esdeveniment. Per exemple, x podria ser el nombre de trucades telefòniques que rebem en un dia o el nombre d'ocurrències d'una certa paraula en un document donat. La figura a la dreta mostra $p_{\lambda=4}(x)$ per a tot $x \in \{0, 1, \ldots, 11\}$.



Siga un problema de classificació en C classes per a objectes representats mitjançant una característica de tipus comptador, $x \in \{0, 1, 2, \ldots\}$. Per a tota classe c, suposem donades:

- La seua probabilitat a priori, $P(c)$.
- La seua funció de (massa de) probabilitat condicional, $P(x \mid c)$, la qual és Poisson(λ_c) amb λ_c coneguda.

Es demana:

1. (0.5 punts) Siga el cas particular: $C = 2$, $P(c=1) = P(c=2) = \frac{1}{2}$, $\lambda_1 = 1$, $\lambda_2 = 2$ i $x = 2$. Determina la probabilitat *incondicional* d'ocurrència de $x = 2$, $P(x = 2)$.
2. (0.5 punts) En el cas particular anterior, troba la probabilitat a posteriori $P(c = 2 \mid x = 2)$, així com la probabilitat d'error si $x = 2$ es classifica en la classe $c = 2$.
3. (0.5 punts) Més generalment, per a qualsevol nombre de classes C i qualssevol probabilitats a priori, considera el cas en el qual, donat un cert $\tilde{\lambda} \in \mathbb{R}^+$, $\lambda_c = \tilde{\lambda}$ per a tot c. En tal cas, existeix una classe que no depèn de x, c^*, en la qual es pot classificar tot x amb mínima probabilitat d'error. Determina-la.
4. (0.5 punts) En el cas general, prova que el classificador de Bayes per a aquest problema pot expressar-se com un classificador basat en funcions discriminants lineals com segueix (ln indica logaritme natural):

$$c^*(x) = \arg\max_c \; g_c(x) \quad \text{con} \quad g_c(x) = w_c\, x + w_{c0}, \quad w_c = \ln \lambda_c \quad \text{y} \quad w_{c0} = \ln p(c) - \lambda_c$$

Solució:

1. $P(x = 2 \mid c = 1) = \frac{1}{2e} = 0.1839 \qquad P(x = 2 \mid c = 2) = \frac{2}{e^2} = 0.2707.$
   $P(x = 2) = 0.5 \cdot 0.1839 + 0.5 \cdot 0.2707 = 0.2273.$
2. $P(c = 2 \mid x = 2) = \frac{P(c=2)\cdot P(x=2|c=2)}{P(x=2)} = \frac{0.5\cdot 0.2707}{0.2273} = 0.5955.$
   $P(c \neq 2 \mid x = 2) = 1 - P(c = 2 \mid x = 2) = 0.4045.$
3. $c^*(x) = \arg\max_c P(c)\, P(x \mid c) = \arg\max_c P(c)$ Poisson(λ) $= \arg\max_c P(c) \rightarrow c^* = \arg\max_c P(c).$
4.
$$\begin{aligned} c^*(x) &= \arg\max_c \; \ln P(c) + \ln P(x \mid c) \\ &= \arg\max_c \; \ln P(c) - \lambda_c + x \ln \lambda_c - \ln x! \\ &= \arg\max_c \; x \ln \lambda_c + (\ln P(c) - \lambda_c) \end{aligned}$$