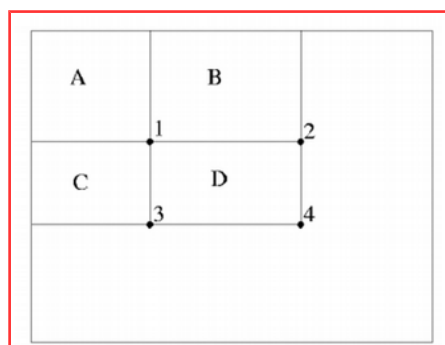


Nom i Cognoms: _____ **Una possible solució** _____

1) (1p.) Per a computar les característiques de Haar, Viola i Jones calculaven la suma dels N píxels d'un rectangle usant, únicament, dues sumes i dues restes. D'aquesta manera van reduir el cost computacional del seu algorisme significativament.

Explica com ho van fer i quines són aquestes sumes i restes.

Precalculem la imatge integral. Llavors:



$$\begin{aligned} D &= 1 + 4 - (2 + 3) \\ &= A + (A + B + C + D) - (A + C + A + B) \\ &= D \end{aligned}$$

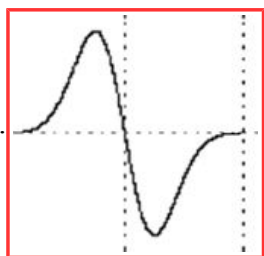
2) (1p.) Què és un *Bag of Features*? quins avantatges i inconvenients té?

És un descriptor d'una classe. Consisteix en un vector on s'acumulen el número d'ocurrències de cada característica (o conjunt de característiques). Un histograma de color és, per exemple, un BoF.

L'avantatge és que em permet comparar ràpidament si dues imatges tenen característiques comunes. L'inconvenient és que es perd la informació de la relació estructural entre aquestes característiques.

3) (1p.) Què és un filtre *Derivative of Gaussian*? Explica-ho mitjançant un dibuix 1D del filtre.

Descric l'avantatge d'usar aquest filtre en comptes de fer un filtratge gaussià pur seguit d'un filtratge derivatiu pur.



Usar un filtre gaussià pur, i al resultat passar-li un filtre derivatiu suposaria haver de convolucionar la imatge dues vegades. Gràcies a la propietat associativa, el resultat és equivalent a convolucionar la imatge un sol cop usant un filtre *Derivative of Gaussian*.

4) (1p.) Justifica d'on surten els pesos d'un filtre laplacian de 3x3.

$$\nabla^2 f = \frac{d^2 f}{dx^2} + \frac{d^2 f}{dy^2} \implies \frac{d^2 f}{dx^2} = \frac{dG_x}{dx} = \frac{d(f[i, j+1] - f[i, j])}{dx} = \frac{df[i, j+1]}{dx} - \frac{df[i, j]}{dx} =$$

$$= (f[i, j+2] - f[i, j+1]) - (f[i, j+1] - f[i, j]) = f[i, j+2] - 2f[i, j+1] + f[i, j]$$

$$\frac{d^2 f}{dx^2} = f[i, j+1] - 2f[i, j] + f[i, j-1]$$

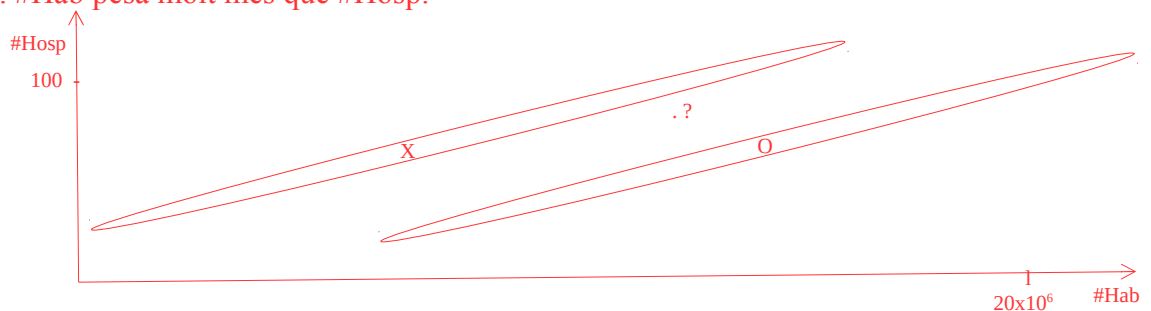
$$\frac{d^2 f}{dy^2} = f[i+1, j] - 2f[i, j] + f[i-1, j]$$

$$\nabla^2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

5) (1'5p.) En un espai de 2 característiques, tenim mostres etiquetades de les classes 'X' i 'O'. Volem classificar una nova mostra sense etiquetar '?', com a 'X' o 'O', en funció de la seva distància al centre d'ambdues classes en aquest espai.

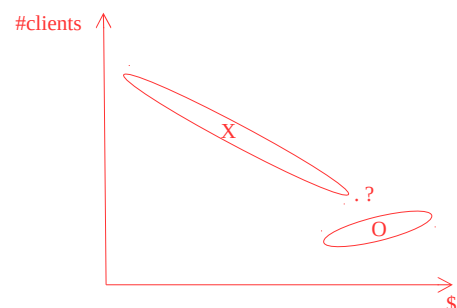
Podria donar-se el cas de que la mostra '?' estigués més propera a la classe 'X' usant distància euclídea, però més propera a la classe 'O' usant distància euclídea normalitzada? Respon inventant un exemple (amb característiques creïbles). Dibuixa l'espai de característiques 2D il·lustrant l'exemple.

Si. En el cas de que una de les característiques tingui una variància significativament més gran que l'altra. P.ex: volem classificar ciutats en funció del seu nombre d'habitants i hospitals. La mostra '?' seria classificada com a 'X' si no normalitzem la distància, i com a 'O' si la normalitzem. #Hab pesa molt més que #Hosp.



Podria donar-se el cas de que la mostra '?' estigués més propera a la classe 'X' usant distància euclídea normalitzada, però més propera a la classe 'O' usant distància de Mahalanobis? Respon inventant un exemple (amb característiques creïbles). Dibuixa l'espai de característiques 2D il·lustrant l'exemple.

Si. En el cas de que les característiques de la classe estiguin molt correlades. P.ex: volem classificar 2 productes en funció del preu i el numero de compradors. La classe 'X' representa un producte que segueix la llei oferta-demanda, mentre que la classe 'O' és un producte de luxe que quan més car és, més es ven.



Nom i Cognoms: _____ Una possible solució _____

6) (1p.) Usant una llibreria de processament d'imatges, fem un *dilate* d'una imatge usant un element estructurant de tipus disc de radi 11. En la imatge resultat podem observar la forma de l'element estructurant, i veiem que té forma octogonal.

Podries explicar un possible motiu?

El programador que ha implementat el *dilate*, ha aproximat la forma circular del disc a una forma poligonal. D'aquesta manera pot descomposar l'element estructurant en elements més senzills, i reduir el temps d'execució.

\$

7) (1p.) Per a dividir per 4 la dimensió d'una imatge, un enginyer de telecomunicacions decideix quedar-se amb els píxels de les files i columnes parells, i descartar els de les senars.

Justifica si et sembla una bona solució, o si podria portar problemes en algun cas.

No. S'està vulnerant el criteri de Nyquist, i això provocarà aliasing.

Abans de submostrejar, s'ha de filtrar la imatge.

8) (1p.) Defineix que volen dir les components *hue* i *saturation* de l'espai HLS.

Quins inconvenients té l'espai HLS respecte l'espai RGB?

Hue i saturació són les components cromàtiques de la imatge. El hue és el matís del color. La saturació és la puresa d'aquest color.

Treballar amb HLS presenta certs avantatges, però també inconvenients. Un possible inconvenient és la indefinició del hue quan la saturació val zero, (o l'error en el hue si la saturació és molt baixa). Un altre possible inconvenient és que el hue és un angle, per tant, cal treballar sempre usant operacions cícliques.

9) (1.5p) Donat un conjunt d'aparellaments putatius entre píxels de les imatges A i B, descriu com usaries la transformada de *Hough* per a trobar la matriu de transformació afí entre les imatges A i B.

Agafem el primer aparellament: $(X_1, Y_1) \rightarrow (X'_1, Y'_1)$

Apliquem la matriu de transformació:

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_1 \\ y'_1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Plantegem les 2 equacions: $aX_1 + bY_1 + c = X'_1$
 $dX_1 + eY_1 + f = Y'_1$

En una matriu 3D, incrementem en 1 totes aquelles posicions (a,b,c) que satisfan l'equació 1.

En una altra matriu 3D, incrementem en 1 totes aquelles posicions (d,e,f) que satisfan l'equació 2.

Repetim el procés per a la resta d'aparellaments

Busquem les posicions (a,b,c) i (d,e,f) que presenten un valor màxim en ambdues matrius d'acumuladors.