

## **VISIÓ PER COMPUTADOR: EXERCICI 8**

En primer lloc, analitzem el codi proporcionat i n'estudiem el funcionament pas a pas. Comprovem els resultats per dues imatges que ens servirà com a primer joc de proves.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 B C D F G H J K L M N P R S T V W X Y Z

**Figura 1:** Imatge inicial, anomenada *Joc\_de\_caracters.jpg*.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 B C D F G H J K L M N P R S T V W X Y Z

**Figura 2:** Primera imatge de prova, anomenada *Joc\_de\_caracters\_deformats.jpg*.

La primera imatge (figura 1) serà de la que n'obtidrem les característiques dels caràcters, i la segona imatge (figura 2) serà sobre la qual posarem a prova el nostre sistema, vejam si és capaç de detectar tots els caràcters o no.

```
% Carreguem la imatge i la transformem a gray:
I = rgb2gray(imread('Joc_de_caracters.jpg'));

% Binaritzem la imatge:
BI = I < 128;

% Detecta els Connected Components de la imatge,
% que són els clústers de píxels que valen ú:
CC = bwconncomp(BI);

% Dels CC que li passem (un per cada caràcter de la imatge)
% extreu les propietats que li indiquem i les guarda al vector
% d'structs retornat:
props = regionprops(CC, 'Area', 'MajorAxisLength', 'MinorAxisLength');

% Transformar el vector d'structs a una matriu:
X = [props.Area; props.MajorAxisLength; props.MinorAxisLength;]';

% Caràcters de la imatge de referència:
OUT = {'0' '1' '2' '3' '4' '5' '6' '7' '8' '9' 'B' 'C' 'D' 'F' 'G' 'H' 'J' 'K'
       'L' 'M' 'N' 'P' 'R' 'S' 'T' 'V' 'W' 'X' 'Y' 'Z'};

% Relaciona les propietats de cada CC amb els caràcters d'OUT:
Classifier = TreeBagger(100,X,OUT);

% Carreguem, transformem a gris, binaritzem, extraiem CCs, propietats dels
% CCs, transformem el vectors d'structs resultant a matriu; tot per la
% imatge que volem tractar:
I = rgb2gray(imread('Joc_de_caracters_deformats.jpg'));
BI = I < 128;
BI = bwmorph(BI, 'majority');
figure; imshow(BI);
CC = bwconncomp(BI);
props = regionprops(CC, 'Area', 'MajorAxisLength', 'MinorAxisLength');
X = [props.Area; props.MajorAxisLength; props.MinorAxisLength;]';

% Li passem la relació de les propietats de cada CC de la imatge inicial,
% amb les propietats dels CCs de la imatge tractada:
[label,score] = predict(Classifier,X);
t = table(Classifier.ClassNames,label,max(score)', 'VariableNames',
{'Name', 'Label', 'Score'});
```

Atenent a que l'objectiu és trobar quins són els millors descriptors a l'hora de detectar caràcters, implementarem una variable que especifiqui el percentatge d'encert que té el nostre programa. Anomenarem aquesta variable *accuracy*, i la implementació és la següent:

```
accuracy = strcmp(t.Name,t.Label);  
accuracy = sum(accuracy);  
mida = size(X);  
accuracy = accuracy / mida(1);
```

Seguidament, se'ns proporciona una segona imatge de caràcters deformats amb un major grau de deformació, la imatge s'observa a la figura 3.

**0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 B C D F G H J K L M N P R S T V W X Y Z**

**Figura 3:** Segona imatge de prova, anomenada *Joc\_de\_caracters\_deformats\_II.jpg*.

Per la **primera imatge de prova obtenim un *accuracy* de 0.8000**, és a dir, el 80% dels caràcters han estat correctament detectats. En canvi, pel que fa a la **segona imatge de prova, l'*accuracy* és només del 0.1667**, molt inferior.

Cal especificar que en aquest cas **les propietats emprades han estat: *Area*, *MajorAxisLength* i *MinorAxisLength***. Són tres propietats que no treballen amb valors absoluts, en aquest cas ens pot ser útil perquè les dues imatges de prova tenen la mateixa mida que la imatge de mostra, i els caràcters ocupen les mateixes posicions.

No obstant, si volem treballar amb imatges de mides diferents ens cal prioritzar l'ús de propietats que treballin amb valors relatius.

Procedim a fer un estudi en profunditat de totes les propietats disponibles, per veure quines ens són més útils per aquestes dues imatges de prova i quines ens seran més útils per imatges de mida diferent.

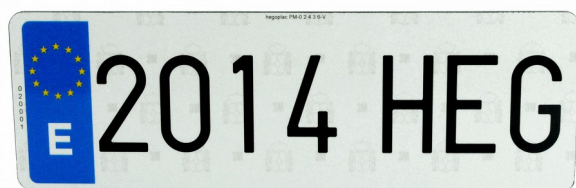
A continuació, mirarem les propietats una per una, per plantejar-nos quines surt a compte utilitzar en un cas i quines no, que tal com hem dit fonamentalment depèn de si treballen amb valors absoluts o relatius:

'Area'	No, són píxels.
'BoundingBox'	No, són píxels i posicions absolutes.
'Centroid'	No, són posicions absolutes.
'Circularity'	Sí, és un valor relatiu.
'ConvexArea'	No, són píxels.
'ConvexHull'	No, és un valor absolut.
'ConvexImage'	No, retorna una imatge per cada CC, la mida de la qual serà absoluta.
'Eccentricity'	Sí, és un valor relatiu.
'EquivDiameter'	No, és un valor absolut.
'EulerNumber'	Sí, és relatiu a la forma de l'objecte.
'Extent'	No, tot i ser una ràtio i poder ser una bona opció de primeres, es veu molt afectat per deformacions o inclinacions dels caràcters, de manera que no va bé.
'Extrema'	No, són posicions absolutes.
'FilledArea'	No, és un nombre de píxels.
'FilledImage'	No, retorna una imatge per cada CC, la mida de la qual serà absoluta.
'Image'	No, retorna una imatge per cada CC, la mida de la qual serà absoluta.
'MajorAxisLength'	No, és un nombre de píxels.
'MaxFerretProperties'	Parcialment, ja que MaxFeretDiameter i MaxFeretCoordinates són valors absoluts, però MaxFeretAngle és un valor relatiu i pot ser útil.
'MinFerretProperties'	Parcialment, ja que MinFeretDiameter i MinFeretCoordinates són valors absoluts, però MinFeretAngle és un valor relatiu i pot ser útil.
'MinorAxisLength'	No, és un nombre de píxels.
'Orientation'	Sí, és un valor relatiu.
'Perimeter'	No, és un valor absolut.
'PixelIdxList'	No, són posicions absolutes.
'Solidity'	Sí, és una ràtio.
'SubarrayIdx'	No, són valors absoluts.
'PixelList'	No, són posicions absolutes.

**Taula 1:** Llista de totes les propietats estudiades.

No obstant, tot i que existeixen combinacions per les quals cau la taxa d'encerts, hi ha poques combinacions que permetin aconseguir un millor rendiment o, a més, hi ha millor rendiment per la primera imatge però no per la segona, o a l'inversa. La combinació que ofereix millor rendiment per la segona imatge, és amb **Area, MajorAxisLength i EulerNumber (accuracy del 20%)**. Pel que fa la primera imatge, hi ha múltiples opcions que igualen els resultats, però cap que els superi.

Un cop treballat a partir d'imatges de prova amb la mateixa mida que la imatge de mostra, ho farem emprant imatges de prova que tinguin una mida diferent. En aquest cas, farem servir la imatge d'una matrícula tal com es pot observar seguidament.



**Figura 4:** Imatge d'una matrícula (a l'esquerra) i binarització d'aquesta (a la dreta).

S'ha intentat garantir que en la binarització només quedin en blanc els caràcters, i que s'elimini el soroll:

```
IM = (imread('matricula2.jpg'));
BIM = (IM(:,:,1) < 64) & (IM(:,:,2) < 64) & (IM(:,:,3) < 64);
BIM = bwmorph(BIM, 'erode');
BIM = bwmorph(BIM, 'majority', Inf);
```

D'opcions de propietats relatives en tenim set en total. Atenent a que hi ha moltíssimes combinacions de tres, anirem provant les propietats progressivament per intentar deduir quines ens poden ser útils i quines no. Tot seguit, la taula on es mostra el recorregut fet:

Circularity	Eccentricity	EulerNumber	MaxFeretAngle	MinFeretAngle	Orientation	Solidity	Encerts
X	X	X					1
X	X		X				2
	X	X	X				1
X		X	X				1
X			X		X		1
X			X			X	0

Fins aquí podem comprovar que `MaxFeretAngle` és una bona propietat i que la millor combinació amb aquesta és juntament amb `Circularity` i `Eccentricity`. Seguim ara per provar-ho amb `MinFeretAngle`.

Circularity	Eccentricity	EulerNumber	MaxFeretAngle	MinFeretAngle	Orientation	Solidity	Encerts
X	X			X			0
X				X		X	0

Queda clar que, en canvi, ni `MinFeretAngle` ni `Solidity` són propietats gaire adequades. Realitzarem algunes altres proves amb la resta de propietats sense tenir en compte cap d'aquestes dues, ni tampoc `MaxFeretAngle` per veure si detectem alguna combinació millor.

Circularity	Eccentricity	EulerNumber	MaxFeretAngle	MinFeretAngle	Orientation	Solidity	Encerts
X	X				X		1
	X	X			X		1
X		X			X		1

Finalment, es pot assegurar que la millor combinació és la que s'ha detectat inicialment, entre `MaxFeretAngle`, `Circularity` i `Eccentricity`. Per desgràcia, estem parlant només de dos encerts, d'un total de set caràcters a detectar. És un resultat molt pobre i que està lluny de ser l'ídoni.