

Sistema de Segmentación y Reconocimiento de Caracteres de Placas de Matrículas

Asignatura: Visión por Computador

Alumno: Alberto Fernández Merchán

Profesor: Diego Marín Santos



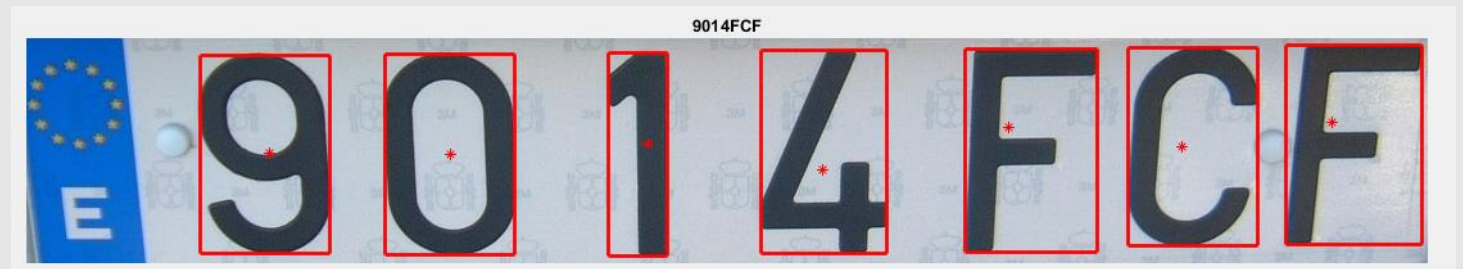
Universidad
de Huelva

Objetivos del trabajo:

Segmentar los caracteres que hay en la placa de una matrícula de la Unión Europea (UE).

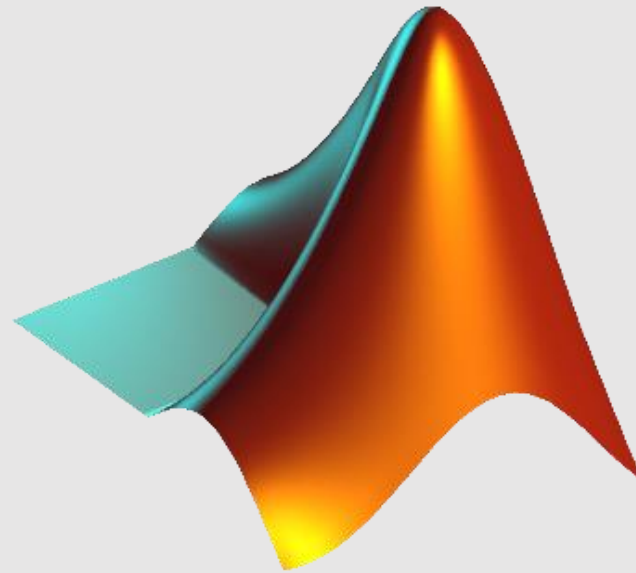


Reconocer cada uno de los caracteres segmentados





Programas:



Matlab R2022b

Material Utilizado:

Conjunto de Imágenes de Entrenamiento

5 imágenes

- Training_05.jpg
- Training_04.jpg
- Training_03.jpg
- Training_02.jpg
- Training_01.jpg



Conjunto de Imágenes de Test

20 imágenes

- Test_20.jpg
- Test_19.jpg
- Test_18.jpg
- Test_17.jpg
- Test_16.jpg
- Test_15.jpg
- Test_14.jpg
- Test_13.jpg
- Test_12.jpg
- Test_11.jpg
- Test_10.jpg
- Test_09.jpg
- Test_08.jpg
- Test_07.jpg
- Test_06.jpg
- Test_05.jpg
- Test_04.jpg
- Test_03.jpg
- Test_02.jpg
- Test_01.jpg



Conjunto de Plantillas

182 imágenes





Características de las imágenes

Formato: RGB

Tamaño: Variable

Zona de Interés: Más oscura que el fondo

Problemas de **iluminación**

Ruido en forma de manchas o deterioro

Caracteres de interés **cercanos entre ellos**

Caracteres de interés **cercanos al borde** de la imagen

Caracteres **centrados** en la imagen

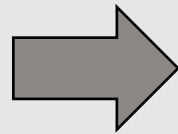




Partes que componen el trabajo:

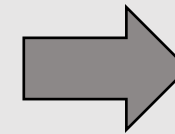
Segmentación de Caracteres:

1. Suavizado
2. Corrección iluminación
3. Cierre Morfológico
4. Apertura Morfológica
5. Zona de Interés
6. Etiquetado
7. Filtro de ruido
8. *Bounding Boxes* y Centroides



Reconocimiento de Caracteres:

1. Matriz de correlación



Análisis de Resultados:

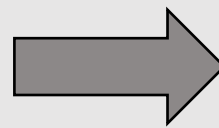
1. Tasa de Acierto
2. Plantillas con diferentes orientaciones
3. Identificación de caracteres problemáticos



Primera Parte: Segmentación de Caracteres

Segmentación de Caracteres: Objetivo

El objetivo de esta parte es segmentar en la imagen original los píxeles que integran cada carácter de la matrícula y obtener la región compuesta por el rectángulo más pequeño que delimita dichos píxeles junto con el centroide del carácter.



Para la correcta segmentación hay que tener en cuenta las características de las imágenes que hemos definido en la diapositiva anterior.

Segmentación de Caracteres: Elección de componente de color

Componente Roja



Componente Verde



Componente Azul



El color no es necesario para poder segmentar los caracteres.

Debemos elegir la componente que nos permita segmentar el logo de la UE correctamente.

Mientras que en la componente azul y en la verde podemos perder información sobre el logo, la componente **roja** es ideal porque nos permite detectarlo la mayor parte de las veces.

Segmentación de Caracteres: Suavizado

Componente roja de la imagen



Filtro Gaussiano: $W = 11$ y $\sigma = 2$





Segmentación de Caracteres: Binarización mediante umbral



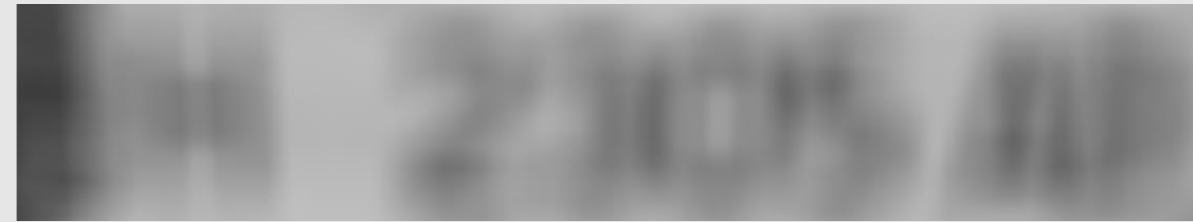
Debido a los defectos de iluminación de algunas imágenes, no podemos realizar una **umbralización global**. Debemos corregir los defectos de iluminación primero.

Segmentación de Caracteres: Corrección de Iluminación

Imagen Suavizada con filtro gaussiano



Fondo de la imagen



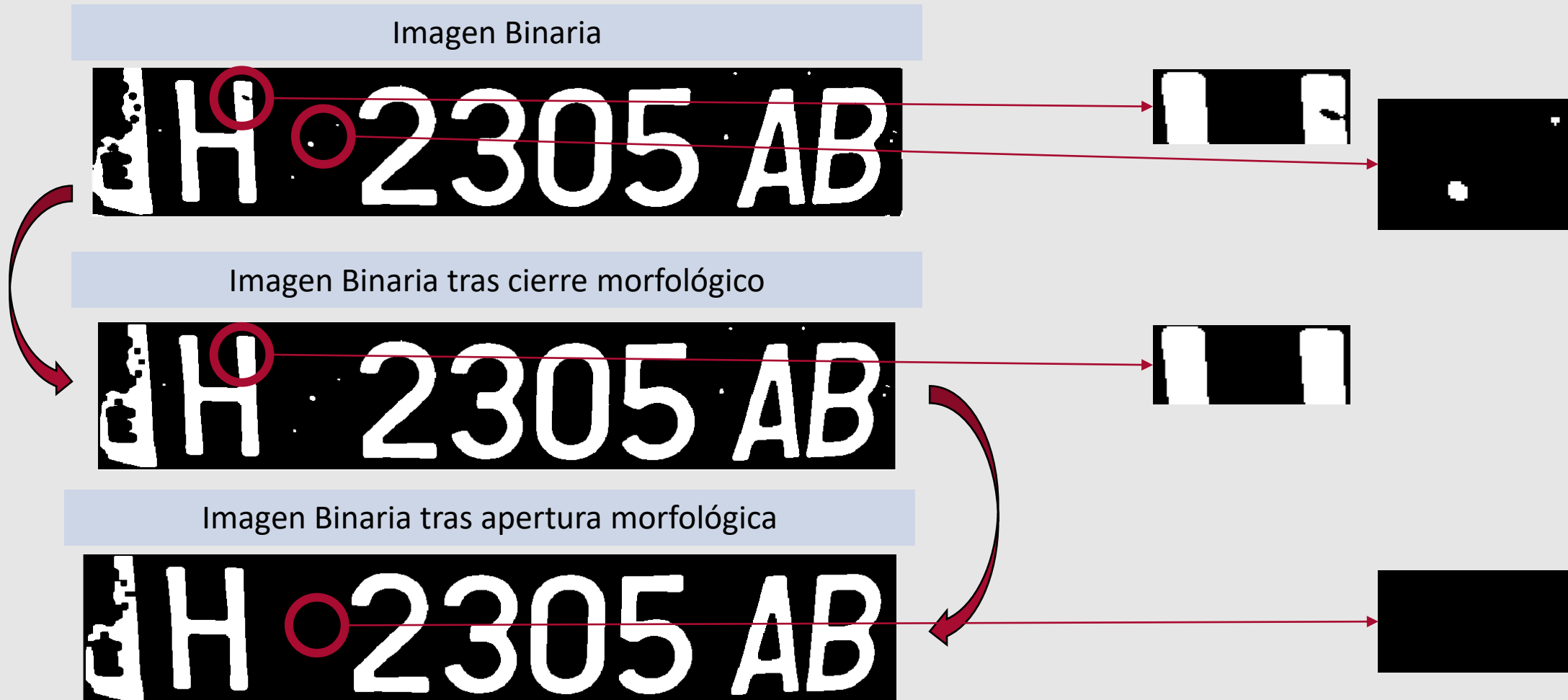
Diferencia entre la imagen y su fondo



Binarización utilizando Otsu

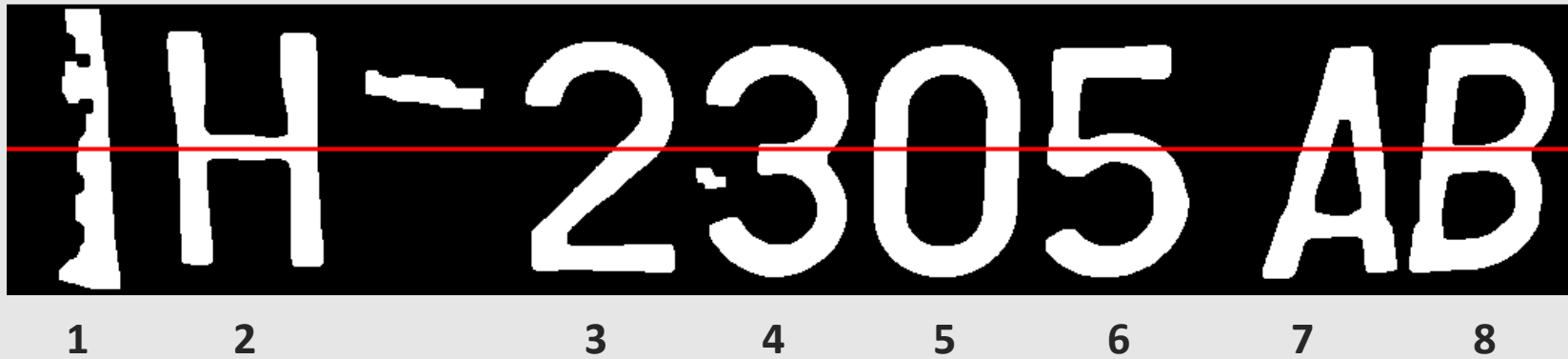


Segmentación de Caracteres: Corrección de ruido



Segmentación de Caracteres: Filtrado de objetos de interés

Elementos que coinciden con la línea central



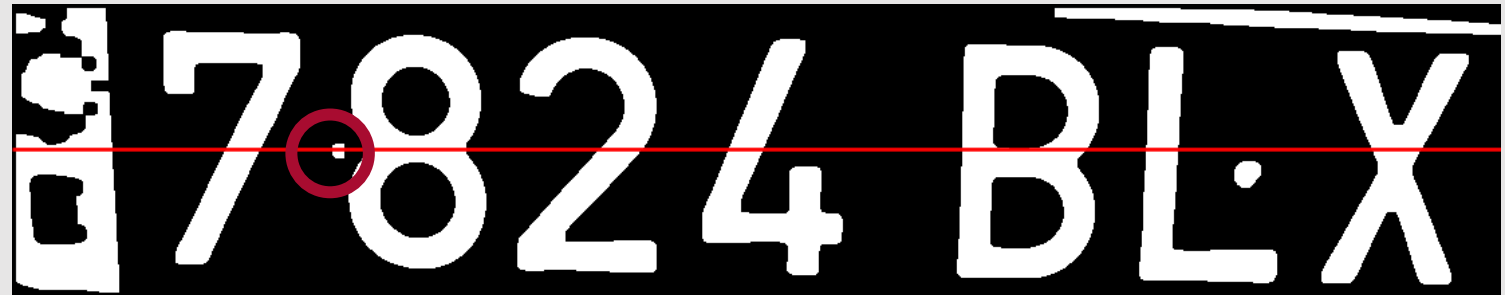
Eliminación del logo de la UE



Segmentación de Caracteres: Eliminación de objetos ruidosos

Elementos que coinciden con la línea central

El **umbral mínimo** se ha escogido utilizando la función **roipoly** para obtener la cantidad de píxeles que tiene el **símbolo '1'**



Eliminación del logo de la UE y **otros objetos**

Una vez eliminado el logo de la UE, se eliminan todos los objetos con un tamaño menor al de un **'1'**



Segmentación de Caracteres: Bounding Boxes y Centroides



Segmentación de Caracteres: Problemas en *test-08*

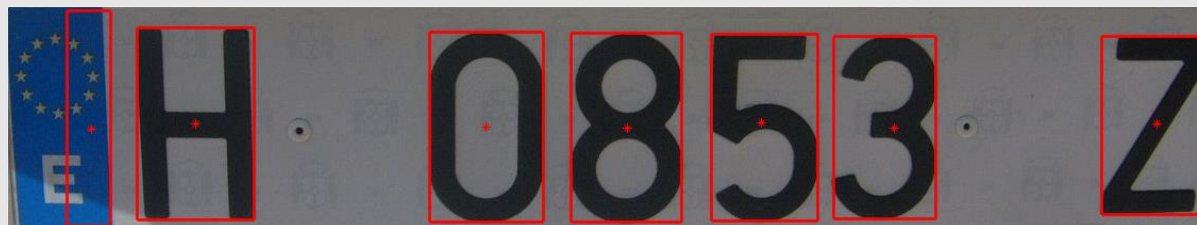


Debido a las condiciones de iluminación, el logo de la UE se divide en dos fragmentos



El algoritmo elimina el primer objeto que se encuentra porque supone que el logo de la UE es un único objeto

El resultado es una **detección errónea** entorno al logo de la UE

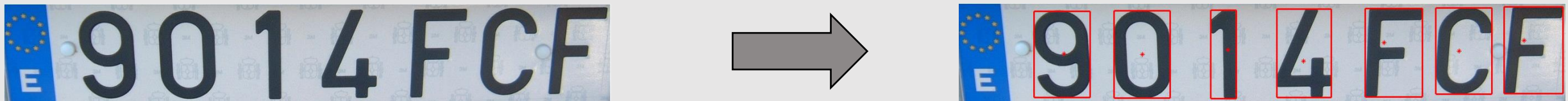




Segunda Parte: Reconocimiento de Caracteres

Reconocimiento de Caracteres: Objetivo

El objetivo de esta parte es reconocer los caracteres que integran las matrículas proporcionadas en las imágenes de *training* y *test*.



Partiremos de las imágenes etiquetadas de la etapa anterior y, junto con las plantillas proporcionadas y la técnica de correlación bidimensional normalizada, podremos completar el objetivo.



Reconocimiento de Caracteres: Correlación Bidimensional Normalizada

Evalúa la similitud del carácter desconocido con plantillas generadas de caracteres conocidos. El reconocimiento del carácter se decide según la plantilla para la que se alcanza máxima similitud.

Las plantillas proporcionadas son 182 (26 objetos y 7 ángulos).

Los objetos son cada uno de los caracteres que pueden aparecer en las matrículas.

A	C	F	H	L	R	T	Y
B	D	G	K	N	S	X	Z

0	2	4	6	8
1	3	5	7	9

Cada objeto tiene 7 variantes en las que están girados cierto ángulo (-9, -6, -3, 0, 3, 6, 9)





Reconocimiento de Caracteres: Correlación Bidimensional Normalizada

correlacion =

-0.1023	-0.1052	-0.0736	-0.0636	-0.0510	-0.0338	-0.0130
0.5701	0.4779	0.2737	0.1060	0.1343	0.0695	0.0339
0.2707	0.3043	0.3370	0.3687	0.4313	0.4990	0.5085
0.1292	0.1258	0.1399	0.1979	0.2383	0.2559	0.2553
-0.2348	-0.2740	-0.3231	-0.3182	-0.2998	-0.2906	-0.2717
-0.0341	0.0173	0.0501	0.0582	0.0683	0.0553	0.0253
-0.0386	-0.0453	-0.0396	-0.0286	-0.0247	-0.0339	-0.0383
0.5947	0.6779	0.7872	0.8393	0.8952	0.7305	0.5896
-0.0185	-0.0228	-0.0087	0.0252	0.0663	0.0785	0.0806
0.0149	0.0141	0.0527	0.0537	0.0817	0.0919	0.1200
-0.0412	-0.0906	-0.1380	-0.1481	-0.1558	-0.1564	-0.1215
-0.0684	-0.0194	0.0270	0.1002	0.1629	0.1881	0.1892
0.0189	0.0194	0.0419	0.0439	0.0599	0.0455	0.0367
-0.1429	-0.0872	-0.0473	0.0048	0.0711	0.1037	0.1131
0.1000	0.1527	0.2129	0.2226	0.2884	0.2986	0.2860
-0.0423	-0.0230	-0.0089	-0.0074	0.0059	-0.0071	-0.0079
-0.1436	-0.1247	-0.1124	-0.1048	0.0030	0.0660	0.0948
-0.1281	-0.1288	-0.1244	-0.1563	-0.1062	-0.0719	-0.0622
-0.2095	-0.1837	-0.1549	-0.1266	-0.0775	-0.0568	-0.0434
-0.2007	-0.1727	-0.1799	-0.2041	-0.0733	-0.0185	-0.0030
-0.0054	0.0419	0.1003	0.1570	0.2613	0.3040	0.3039
0.0458	0.0432	0.0568	0.0659	0.0659	0.0505	0.0441
0.3221	0.3585	0.3650	0.3101	0.2673	0.2242	0.1806
0.1615	0.1809	0.2023	0.2330	0.2464	0.2147	0.1636
0.2999	0.3338	0.3248	0.2768	0.2472	0.2094	0.1604
0.3497	0.4092	0.4260	0.4589	0.4308	0.4144	0.3436

-9 -6 -3 0 3 6 9

0.5947 0.6779 0.7872 0.8393 0.8952 0.7305 0.5896

7
8
2
4
B
L
X

7

8

2

4

B

L

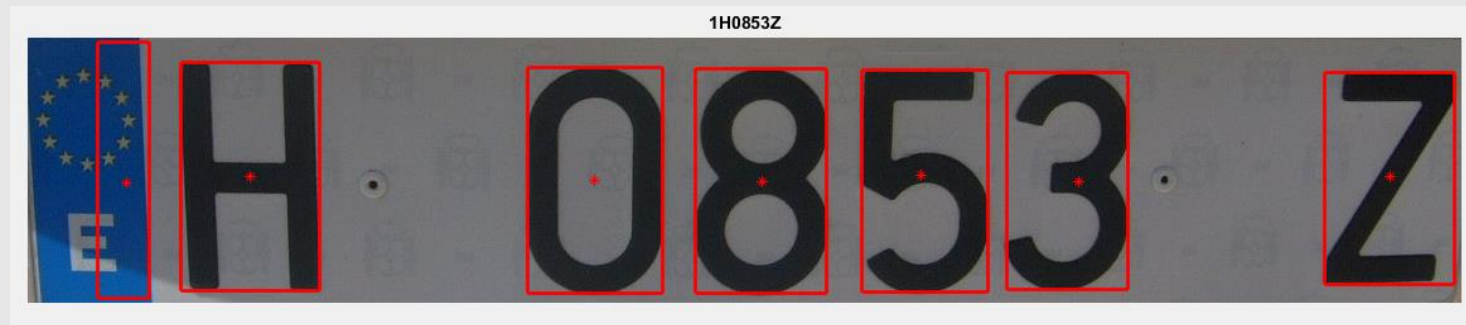
X



Tercera Parte: Análisis de Resultados

Análisis de Resultados: Tasa de Acierto

Tras ejecutar el algoritmo de reconocimiento de caracteres sobre placas de matrículas en todas las imágenes proporcionadas, nos queda que la tasa de acierto es de un **95%**. Es decir, nuestro algoritmo ha reconocido todas las matrículas del test exceptuando una de ellas (*test-08*) por el problema comentado anteriormente.



El algoritmo falla debido a que hemos supuesto que el logo de la UE está formado por un único objeto. Debido a las condiciones de iluminación, al binarizarlo, se transforma en dos fragmentos y es por eso que detecta un 1.



correlacion =

-0.0736	-0.0891	-0.1097	-0.1764	-0.0972	-0.0486	-0.0110
0.2207	0.3194	0.3280	0.1579	0.3641	0.3538	0.3021
0.0921	0.1530	0.1640	0.1703	0.1798	0.2445	0.3054
0.1616	0.1584	0.1458	0.1472	0.1709	0.2231	0.2526
0.2299	0.2535	0.2361	0.2235	0.2037	0.1582	0.1293
0.1788	0.1423	0.0673	0.0314	0.0403	0.1053	0.1183
0.0076	0.0188	-0.0272	-0.0663	-0.0073	0.0439	0.0603
0.1086	0.0812	0.0329	-0.0054	0.0356	0.0964	0.1088
0.1380	0.1425	0.1123	0.0813	0.0700	0.1165	0.1285
0.0614	0.0286	0.0350	-0.0027	0.0640	0.0981	0.1400
0.1872	0.3370	0.3565	0.3085	0.2449	0.1611	0.0204
0.1513	0.1066	0.0058	-0.0849	0.0039	0.1050	0.1220
-0.0987	-0.0826	-0.0836	-0.1436	-0.0670	-0.0156	0.0077
0.0419	-0.0129	-0.1018	-0.2772	-0.1226	-0.0177	0.0385
-0.0323	-0.1139	-0.2161	-0.2895	-0.1853	-0.0829	0.0206
0.0189	-0.0002	-0.0448	-0.0817	-0.0272	0.0188	0.0766
-0.0123	-0.1098	-0.2589	-0.4229	-0.2377	-0.0443	0.1057
-0.0103	-0.0460	-0.1071	-0.1954	-0.0770	0.0084	0.0407
-0.0003	-0.0818	-0.2089	-0.2954	-0.2162	-0.1390	-0.0747
0.0305	-0.0105	-0.1448	-0.3684	-0.1518	0.0173	0.0902
0.0858	0.0504	-0.0012	-0.1259	-0.0059	0.1017	0.1287
0.1367	0.1334	0.1115	0.0676	0.0592	0.0963	0.1229
0.0635	0.1054	0.1636	0.1924	0.1970	0.1890	0.1733
0.1372	0.1659	0.1435	0.1283	0.1985	0.2197	0.2363
-0.0819	-0.0077	0.0617	0.1045	0.1238	0.1151	0.1178
0.0906	0.1118	0.1143	0.1104	0.1860	0.2319	0.2597

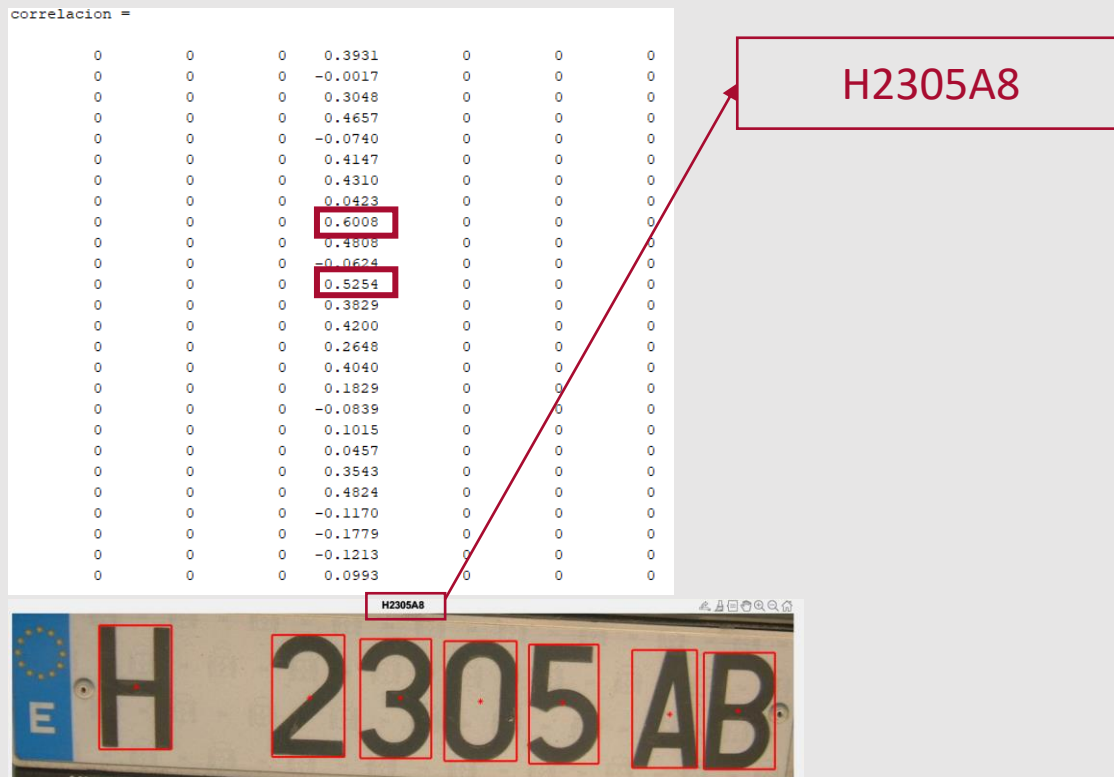
Una posible solución para este problema sería estudiar las dimensiones del logo y recortar la imagen para que no lo reconociera.

Otra podría ser utilizar un umbral en la tabla de correlación. Ya que podemos observar que los valores de correlación en el carácter '1' no son demasiado altos. Sin embargo, a la hora de detectar caracteres reales los valores superan el 0.6

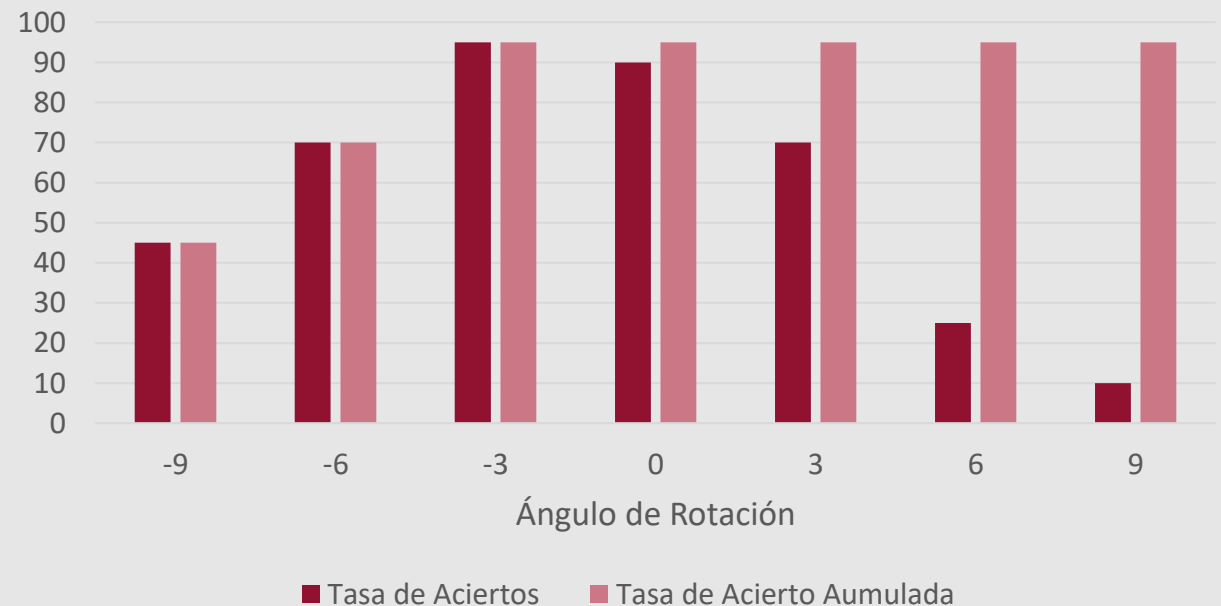
Otra solución sería optar por modelos más avanzados de reconocimiento de imágenes como podrían ser las redes neuronales convolucionales o utilizar algún algoritmo de *clustering* como KNN.

Análisis de Resultados: Orientación de las plantillas

El disponer de varias orientaciones en cada plantilla supone una mayor tasa de acierto. Al utilizar todas las orientaciones obtenemos una tasa de acierto del 95%, mientras que, si utilizamos solo la orientación en la que el carácter está sin girar (0°) obtenemos una tasa de acierto del **90%**.



Tasa de acierto con distintos ángulos de rotación





Análisis de Resultados: Identificación de caracteres problemáticos

correlacion =

0.4902	0.5357	0.5873	0.6092	0.6181	0.5985	0.5541
-0.0694	-0.0394	0.0863	0.0872	0.1520	0.1103	0.0497
0.2271	0.2547	0.2644	0.2356	0.2703	0.2811	0.2689
0.4862	0.5553	0.6041	0.6768	0.6673	0.6245	0.5680
-0.0624	-0.0490	-0.0257	-0.0157	0.0015	0.0312	0.0792
0.4718	0.5245	0.5322	0.5269	0.5423	0.5805	0.5887
0.5701	0.6409	0.6942	0.7307	0.7011	0.6582	0.6098
0.0780	0.0909	0.0801	0.0249	0.0592	0.0979	0.1183
0.6093	0.7001	0.7990	0.9062	0.8684	0.7961	0.7202
0.5207	0.5753	0.6161	0.6375	0.6406	0.6094	0.5676
0.0032	-0.0091	-0.0576	-0.1052	-0.0803	-0.0227	0.0051
0.5759	0.6673	0.7199	0.6918	0.7324	0.6720	0.5995
0.4459	0.5044	0.5417	0.5752	0.5986	0.5558	0.5054
0.4691	0.5212	0.5384	0.4497	0.5690	0.5648	0.5105
0.2779	0.3206	0.2988	0.2185	0.3275	0.3471	0.2991
0.5173	0.5726	0.6128	0.6457	0.6366	0.6027	0.5723
0.4079	0.4194	0.3566	0.2259	0.3800	0.4527	0.4455
0.0549	0.0498	0.0323	-0.1059	0.0283	0.0398	0.0479
0.2319	0.2820	0.2504	0.1258	0.2279	0.2661	0.2621
0.1453	0.1676	0.1489	-0.0094	0.2315	0.2636	0.2791
0.3411	0.3751	0.3782	0.2766	0.3976	0.3813	0.3448
0.4582	0.5439	0.6255	0.7244	0.6958	0.6749	0.6298
-0.0832	-0.1269	-0.1713	-0.2013	-0.1699	-0.1141	-0.0720
-0.1726	-0.1964	-0.2314	-0.2698	-0.2410	-0.1986	-0.1673
0.0007	-0.0584	-0.1122	-0.1404	-0.1150	-0.0584	0.0007
0.2394	0.2081	0.1521	0.0474	0.1091	0.0987	0.0928

3

Podemos comprobar que el valor de correlación del símbolo '8' es alto tanto en el '3' como en la 'B'.

8

Esto es obvio, ya que estos tres símbolos guardan cierto parecido.

B

Sin embargo, no hay ningún problema a la hora de reconocer los caracteres ya que el valor del símbolo '8' supera a los otros dos.



Conclusiones



Conclusiones: Valoración Personal del Trabajo

El trabajo ha sido bastante interesante para poner en práctica algunas técnicas de procesamiento de imágenes que hemos visto durante el curso como pueden ser los filtros, la corrección de la iluminación o la matriz de correlación bidimensional.

Aunque entiendo que el trabajo se ha propuesto para utilizar los métodos que hemos visto durante el curso, creo que sería más eficiente realizar esta aplicación con redes neuronales convolucionales como he mencionado anteriormente.

Sin embargo, este método también parece funcionar bien con las imágenes que hay en el conjunto de datos de test.

Me hubiera gustado poder realizar la parte opcional de segmentar la matrícula, sin embargo, debido a la falta de tiempo no ha sido posible.



Conclusiones: Valoración Personal de la asignatura

La asignatura me ha parecido una oportunidad para aprender cómo funcionan los métodos de reconocimiento de imágenes y algunas herramientas matemáticas para preprocesarlas.

La asignatura está enfocada para alumnos que les interesa el tema y pretenden trabajar durante todo el curso. Otras optativas están enfocadas más en aprobar el curso, sin embargo, en esta hay que llevar todo el trabajo al día debido a las defensas de las prácticas.

Por otro lado, me ha parecido una asignatura demasiado exigente respecto al tiempo. Me parece que siendo una optativa debería ser más flexible en este aspecto.



¿Alguna pregunta?