



Universidad de Huelva  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería

# SISTEMA DE SEGMENTACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE CARACTERES DE PLACAS DE MATRÍCULAS

Miguel Quiroga Campos

Grado en Ingeniería Informática

# Índice de contenidos

- 1 Objetivo
- 2 Etapa de segmentación de caracteres
- 3 Etapa de reconocimiento de caracteres
- 4 Conclusiones
- 5 Valoración personal de la asignatura

## Objetivo General

- Desarrollar un sistema capaz de segmentar y reconocer los caracteres de las placas de matrícula de vehículos a partir de imágenes.

## Objetivo General

- Desarrollar un sistema capaz de segmentar y reconocer los caracteres de las placas de matrícula de vehículos a partir de imágenes.



## Objetivo General

- Desarrollar un sistema capaz de segmentar y reconocer los caracteres de las placas de matrícula de vehículos a partir de imágenes.



## Motivación

- Crear una solución precisa y robusta para abordar desafíos como:

# Objetivo del Trabajo

## Objetivo General

- Desarrollar un sistema capaz de segmentar y reconocer los caracteres de las placas de matrícula de vehículos a partir de imágenes.



## Motivación

- Crear una solución precisa y robusta para abordar desafíos como:
  - Ruido y suciedad en las imágenes.

# Objetivo del Trabajo

## Objetivo General

- Desarrollar un sistema capaz de segmentar y reconocer los caracteres de las placas de matrícula de vehículos a partir de imágenes.



## Motivación

- Crear una solución precisa y robusta para abordar desafíos como:
  - Ruido y suciedad en las imágenes.
  - Condiciones de iluminación desfavorables.

# Objetivo del Trabajo

## Objetivo General

- Desarrollar un sistema capaz de segmentar y reconocer los caracteres de las placas de matrícula de vehículos a partir de imágenes.



## Motivación

- Crear una solución precisa y robusta para abordar desafíos como:
  - Ruido y suciedad en las imágenes.
  - Condiciones de iluminación desfavorables.
  - Proximidad de caracteres entre sí y con los bordes de la imagen.



# Planteamiento Metodológico

El trabajo se divide en dos etapas principales:

El trabajo se divide en dos etapas principales:

## Segmentación de caracteres

- 1 Identificar los píxeles que conforman los caracteres.

# Planteamiento Metodológico

El trabajo se divide en dos etapas principales:

## Segmentación de caracteres

- 1 Identificar los píxeles que conforman los caracteres.
- 2 Delimitar los caracteres utilizando *bounding boxes*.



# Planteamiento Metodológico

El trabajo se divide en dos etapas principales:

## Segmentación de caracteres

- 1 Identificar los píxeles que conforman los caracteres.
- 2 Delimitar los caracteres utilizando *bounding boxes*.



## Reconocimiento de caracteres

- 1 Comparar los caracteres segmentados con plantillas mediante correlación bidimensional (*template matching*).

# Planteamiento Metodológico

El trabajo se divide en dos etapas principales:

## Segmentación de caracteres

- 1 Identificar los píxeles que conforman los caracteres.
- 2 Delimitar los caracteres utilizando *bounding boxes*.



## Reconocimiento de caracteres

- 1 Comparar los caracteres segmentados con plantillas mediante correlación bidimensional (*template matching*).
- 2 Determinar el carácter con máxima similitud.

# Índice de contenidos

- 1 Objetivo
- 2 Etapa de segmentación de caracteres
- 3 Etapa de reconocimiento de caracteres
- 4 Conclusiones
- 5 Valoración personal de la asignatura

# Objetivo de la etapa

- **Segmentar los caracteres** individuales de las placas de matrícula en imágenes:

# Objetivo de la etapa

- **Segmentar los caracteres** individuales de las placas de matrícula en imágenes:
  - ① Identificando los píxeles que los componen.



- **Segmentar los caracteres** individuales de las placas de matrícula en imágenes:
  - 1 Identificando los píxeles que los componen.
  - 2 Delimitándolos con un rectángulo mínimo (*bounding box*).

- **Segmentar los caracteres** individuales de las placas de matrícula en imágenes:
  - 1 Identificando los píxeles que los componen.
  - 2 Delimitándolos con un rectángulo mínimo (*bounding box*).
  - 3 Expresando las segmentaciones a través de matrices binarias.

- **Segmentar los caracteres** individuales de las placas de matrícula en imágenes:
  - 1 Identificando los píxeles que los componen.
  - 2 Delimitándolos con un rectángulo mínimo (*bounding box*).
  - 3 Expresando las segmentaciones a través de matrices binarias.
- Resolver los desafíos asociados a **condiciones adversas**, como:

- **Segmentar los caracteres** individuales de las placas de matrícula en imágenes:
  - ① Identificando los píxeles que los componen.
  - ② Delimitándolos con un rectángulo mínimo (*bounding box*).
  - ③ Expresando las segmentaciones a través de matrices binarias.
- Resolver los desafíos asociados a **condiciones adversas**, como:
  - Iluminación variable y defectos de iluminación.

- **Segmentar los caracteres** individuales de las placas de matrícula en imágenes:
  - 1 Identificando los píxeles que los componen.
  - 2 Delimitándolos con un rectángulo mínimo (*bounding box*).
  - 3 Expresando las segmentaciones a través de matrices binarias.
- Resolver los desafíos asociados a **condiciones adversas**, como:
  - Iluminación variable y defectos de iluminación.
  - Presencia de ruido o suciedad cerca de los caracteres.

- **Segmentar los caracteres** individuales de las placas de matrícula en imágenes:
  - ❶ Identificando los píxeles que los componen.
  - ❷ Delimitándolos con un rectángulo mínimo (*bounding box*).
  - ❸ Expresando las segmentaciones a través de matrices binarias.
- Resolver los desafíos asociados a **condiciones adversas**, como:
  - Iluminación variable y defectos de iluminación.
  - Presencia de ruido o suciedad cerca de los caracteres.
  - Posiciones cercanas entre caracteres y su proximidad a los bordes de la imagen.

- **Segmentar los caracteres** individuales de las placas de matrícula en imágenes:
  - ❶ Identificando los píxeles que los componen.
  - ❷ Delimitándolos con un rectángulo mínimo (*bounding box*).
  - ❸ Expresando las segmentaciones a través de matrices binarias.
- Resolver los desafíos asociados a **condiciones adversas**, como:
  - Iluminación variable y defectos de iluminación.
  - Presencia de ruido o suciedad cerca de los caracteres.
  - Posiciones cercanas entre caracteres y su proximidad a los bordes de la imagen.
  - Pequeñas agrupaciones de píxeles de carácter con valores anómalos.

- Imágenes disponibles en la carpeta:
  - `Material_Imagenes_Plantillas\01_Training`



- Imágenes disponibles en la carpeta:
  - `Material_Imagenes_Plantillas\01_Training`
- Funciones implementadas en MATLAB, como:
  - `fspecial`, `imfilter`, `bwlabel`, `ordfilt2`, `graythresh`, `roipoly`.

## Objetivo

Preparar la imagen para la segmentación eliminando ruido y resaltando las características clave.



Training\_05.jpg

**Paso 1:** Extracción de la **componente roja** de la imagen.



- Los píxeles del logo de la UE presentan valores bajos similares a los de los caracteres.

**Paso 2:** Suavizado mediante un **filtro Gaussiano**, adaptado al tamaño de la imagen.



**Parámetros:**

- $W = 9$  (para una imagen 175x1092)
- $\sigma = W/5$

# Metodología: Procesamiento de la imagen

**Paso 3:** Aplicación de un **filtro de máximos**, adaptado al tamaño de la imagen.



**Parámetros:**

- $W = 5$  (para una imagen 175x1092)

# Metodología: Procesamiento de la imagen

**Paso 3:** Aplicación de un **filtro de máximos**, adaptado al tamaño de la imagen.



**Parámetros:**

- $W = 5$  (para una imagen 175x1092)

**Objetivo (Paso 2 y 3)**

Evitar que pequeños grupos de píxeles ruidosos oscuros sean detectados como caracteres.

## Objetivo

Convertir la imagen en una matriz binaria que facilite la segmentación.

## Objetivo

Convertir la imagen en una matriz binaria que facilite la segmentación.

Se han aplicado y contrastado dos **algoritmos de segmentación** capaces de lidiar con **defectos de iluminación**:



## Objetivo

Convertir la imagen en una matriz binaria que facilite la segmentación.

Se han aplicado y contrastado dos **algoritmos de segmentación** capaces de lidiar con **defectos de iluminación**:

- **Segmentación Local:**

Método adaptativo para binarizar la imagen considerando las condiciones locales de cada región.

## Objetivo

Convertir la imagen en una matriz binaria que facilite la segmentación.

Se han aplicado y contrastado dos **algoritmos de segmentación** capaces de lidiar con **defectos de iluminación**:

- **Segmentación Local:**

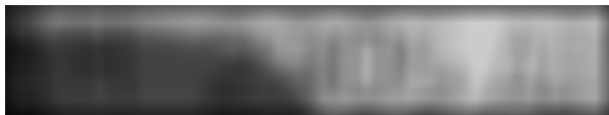
Método adaptativo para binarizar la imagen considerando las condiciones locales de cada región.

- **Corrección de fondo + Segmentación Global:**

Binarizar la imagen eliminando el efecto del fondo mediante una aproximación global.

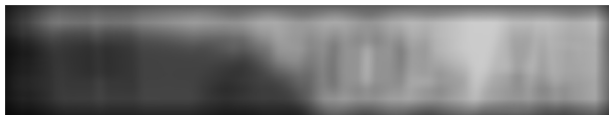
# Metodología: Algoritmo de Segmentación Local

1. Obtiene la intensidad promedio del entorno de vecindad de cada píxel, mediante un **filtro de medias**.



# Metodología: Algoritmo de Segmentación Local

- 1 Obtiene la intensidad promedio del entorno de vecindad de cada píxel, mediante un **filtro de medias**.

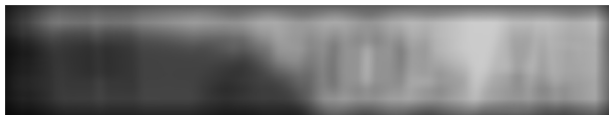


- 2 Clasifica un píxel como carácter si su intensidad es menor que el umbral ( $\text{Media Local} - C$ ).

**Parámetros:**

# Metodología: Algoritmo de Segmentación Local

- 1 Obtiene la intensidad promedio del entorno de vecindad de cada píxel, mediante un **filtro de medias**.



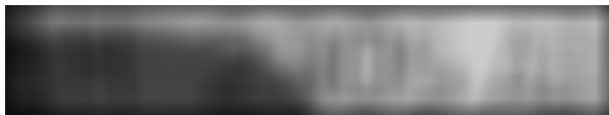
- 2 Clasifica un píxel como carácter si su intensidad es menor que el umbral ( $\text{Media Local} - C$ ).

## Parámetros:

- **ROI:** Región de interés, determinada manualmente, que incluye píxeles de fondo y de carácter.

# Metodología: Algoritmo de Segmentación Local

- 1 Obtiene la intensidad promedio del entorno de vecindad de cada píxel, mediante un **filtro de medias**.



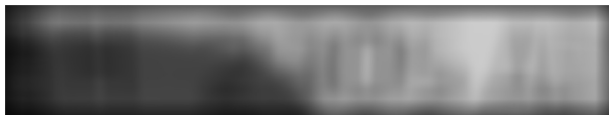
- 2 Clasifica un píxel como carácter si su intensidad es menor que el umbral ( $\text{Media Local} - C$ ).

## Parámetros:

- **ROI:** Región de interés, determinada manualmente, que incluye píxeles de fondo y de carácter.
- **V:** Tamaño de la vecindad del filtro (raíz del área de **ROI**, redondeada al impar más cercano).

# Metodología: Algoritmo de Segmentación Local

- 1 Obtiene la intensidad promedio del entorno de vecindad de cada píxel, mediante un **filtro de medias**.



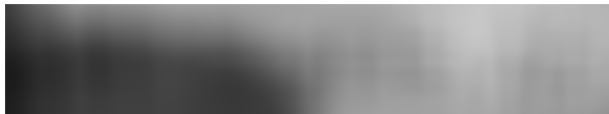
- 2 Clasifica un píxel como carácter si su intensidad es menor que el umbral ( $\text{Media Local} - C$ ).

## Parámetros:

- **ROI:** Región de interés, determinada manualmente, que incluye píxeles de fondo y de carácter.
- **V:** Tamaño de la vecindad del filtro (raíz del área de **ROI**, redondeada al impar más cercano).
- **C:** Umbral para la diferencia de medias (12), ajustado manualmente.

# Metodología: Algoritmo de Corrección de Fondo + Segmentación Global

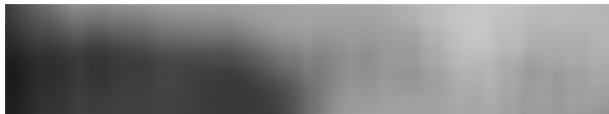
- 1 Un filtro de medias suaviza la imagen para **obtener el fondo**.





# Metodología: Algoritmo de Corrección de Fondo + Segmentación Global

- 1 Un filtro de medias suaviza la imagen para **obtener el fondo**.

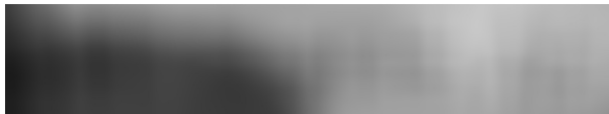


- 2 La corrección resta el fondo de la imagen original, dejando los **caracteres resaltados**.



# Metodología: Algoritmo de Corrección de Fondo + Segmentación Global

- 1 Un filtro de medias suaviza la imagen para **obtener el fondo**.



- 2 La corrección resta el fondo de la imagen original, dejando los **caracteres resaltados**.

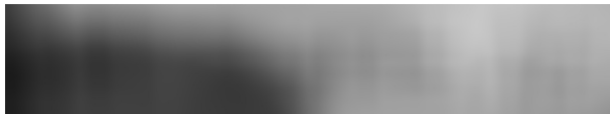


- 3 Se binariza la imagen anterior mediante un umbral global (Otsu).

**Parámetros:**

# Metodología: Algoritmo de Corrección de Fondo + Segmentación Global

- 1 Un filtro de medias suaviza la imagen para **obtener el fondo**.



- 2 La corrección resta el fondo de la imagen original, dejando los **caracteres resaltados**.



- 3 Se binariza la imagen anterior mediante un umbral global (Otsu).

## Parámetros:

- **V:** Tamaño de la vecindad del filtro (el doble que en la Segmentación Local).

- Segmentación Local:



- Corrección de fondo + Segmentación Global:



## Objetivo

Identificar y delimitar los píxeles de caracteres en la imagen binaria.



**Paso 1:** Eliminación de los píxeles de los **bordes superior e inferior** para evitar ruido no deseado.



- El ancho de los bordes es el **5% de la altura** de la imagen.

**Paso 2:** Eliminación de los píxeles del logo de la UE y pequeñas agrupaciones ruidosas.



- Una agrupación conexa es **un carácter** si:

**Paso 2:** Eliminación de los píxeles del logo de la UE y pequeñas agrupaciones ruidosas.



- Una agrupación conexa **es un carácter** si:
  - Tiene píxeles en la **línea central** de la imagen.



**Paso 2:** Eliminación de los píxeles del logo de la UE y pequeñas agrupaciones ruidosas.



- Una agrupación conexa es **un carácter** si:
  - Tiene píxeles en la **línea central** de la imagen.
  - Tiene una altura superior al **60% de la altura** de la imagen.
- **Pero...**

**Paso 2:** Eliminación de los píxeles del logo de la UE y pequeñas agrupaciones ruidosas.



- Una agrupación conexa es **un carácter** si:
  - Tiene píxeles en la **línea central** de la imagen.
  - Tiene una altura superior al **60% de la altura** de la imagen.
- **Pero... ¡El logo de la UE cumple con esos requisitos!**

**Paso 2:** Eliminación de los píxeles del logo de la UE y pequeñas agrupaciones ruidosas.



- Una agrupación conexa es **un carácter** si:
  - Tiene píxeles en la **línea central** de la imagen.
  - Tiene una altura superior al **60% de la altura** de la imagen.
- **Pero... ¡El logo de la UE cumple con esos requisitos!**
  - ¡Exacto! Pero por el funcionamiento de `bwlabel` sabemos que será siempre detectado como el **"primer carácter"**.

## Objetivo

Refinar la segmentación para obtener una representación fiel y precisa de los caracteres.



**Paso 1:** Relleno de huecos en los caracteres mediante un **filtro de máximos**.



H 2305 AB

- Con este filtro también **revertimos el adelgazamiento** previo producido en la etapa de **Procesamiento (Paso 3)**.

**Paso 2: Reetiquetado** de las agrupaciones conectadas para delimitar caracteres individuales.



## Paso 3: Cálculo de:

- **Bounding boxes:** Rectángulos mínimos que delimitan cada carácter.
- **Centroides:** Coordenadas centrales de cada carácter.



# Resultado





# Índice de contenidos

- 1 Objetivo
- 2 Etapa de segmentación de caracteres
- 3 Etapa de reconocimiento de caracteres
- 4 Conclusiones
- 5 Valoración personal de la asignatura

- **Reconocer los caracteres** segmentados de una matrícula mediante correlación con plantillas predefinidas.
- Garantizar **precisión y robustez** frente a variaciones en la orientación y tamaño de los caracteres.

- Archivo Plantillas.mat, que contiene:

- Archivo Plantillas.mat, que contiene:
  - **26 caracteres:** 0123456789ABCDEFGHIKLNIRSTXYZ.

- Archivo Plantillas.mat, que contiene:
  - **26 caracteres:** 0123456789ABCDEFGHIKLNIRSTXYZ.
  - **7 plantillas por carácter**, correspondientes a rotaciones de  $-9^\circ$  a  $9^\circ$  en pasos de  $3^\circ$ .

- Archivo Plantillas.mat, que contiene:
  - **26 caracteres:** 0123456789ABCDEFGHIKLNIRSTXYZ.
  - **7 plantillas por carácter**, correspondientes a rotaciones de  $-9^\circ$  a  $9^\circ$  en pasos de  $3^\circ$ .
  - **Nombres:** Objeto01Angulo01, Objeto01Angulo02, ..., Objeto26Angulo07.

- Archivo Plantillas.mat, que contiene:
  - **26 caracteres:** 0123456789ABCDEFGHIKLNIRSTXYZ.
  - **7 plantillas por carácter**, correspondientes a rotaciones de  $-9^\circ$  a  $9^\circ$  en pasos de  $3^\circ$ .
  - **Nombres:** Objeto01Angulo01, Objeto01Angulo02, ..., Objeto26Angulo07.
  - **Ejemplo de plantillas:**



- Archivo Plantillas.mat, que contiene:
  - **26 caracteres:** 0123456789ABCDGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ.
  - **7 plantillas por carácter**, correspondientes a rotaciones de  $-9^\circ$  a  $9^\circ$  en pasos de  $3^\circ$ .
  - **Nombres:** Objeto01Angulo01, Objeto01Angulo02, ..., Objeto26Angulo07.
  - **Ejemplo de plantillas:**



- Función para calcular correlación bidimensional normalizada:  
`Funcion_CorrelacionEntreMatrices(Matriz1, Matriz2).`



## Objetivo

Encontrar la plantilla para la que el carácter desconocido alcanza la máxima similitud.

## Objetivo

Encontrar la plantilla para la que el carácter desconocido alcanza la máxima similitud.

- 1 **Obtención de Caracteres:** Los caracteres se segmentan previamente y se delimitan mediante **bounding boxes**.

## Objetivo

Encontrar la plantilla para la que el carácter desconocido alcanza la máxima similitud.

- 1 **Obtención de Caracteres:** Los caracteres se segmentan previamente y se delimitan mediante **bounding boxes**.
- 2 **Ajuste de Dimensiones:** Cada carácter delimitado se **reescala** a las dimensiones de las plantillas mediante **imresize**.

## Objetivo

Encontrar la plantilla para la que el carácter desconocido alcanza la máxima similitud.

- ❶ **Obtención de Caracteres:** Los caracteres se segmentan previamente y se delimitan mediante **bounding boxes**.
- ❷ **Ajuste de Dimensiones:** Cada carácter delimitado se **reescala** a las dimensiones de las plantillas mediante **imresize**.
- ❸ **Cálculo de Correlaciones:** Se evalúa la **similitud** entre el carácter y las 7 plantillas de cada uno de los 26 caracteres.

## Objetivo

Encontrar la plantilla para la que el carácter desconocido alcanza la máxima similitud.

- ➊ **Obtención de Caracteres:** Los caracteres se segmentan previamente y se delimitan mediante **bounding boxes**.
- ➋ **Ajuste de Dimensiones:** Cada carácter delimitado se **reescala** a las dimensiones de las plantillas mediante **imresize**.
- ➌ **Cálculo de Correlaciones:** Se evalúa la **similitud** entre el carácter y las 7 plantillas de cada uno de los 26 caracteres.
- ➍ **Reconocimiento del Carácter:** Se selecciona la plantilla correspondiente a la **mayor correlación** como el **carácter reconocido**.

# Resultados



Training\_02.jpg

# Resultados



Training\_02.jpg



Training\_05.jpg

- **Tiempo de computación:**



- **Tiempo de computación:** 19.4 segundos

# Análisis cuantitativo del algoritmo de reconocimiento

- **Tiempo de computación:** 19.4 segundos
- **Tasa de acierto:**

# Análisis cuantitativo del algoritmo de reconocimiento

- **Tiempo de computación:** 19.4 segundos
- **Tasa de acierto:** 100%

# Análisis cuantitativo del algoritmo de reconocimiento

- **Tiempo de computación:** 19.4 segundos
- **Tasa de acierto:** 100%
- **Robustez:**
  - Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:

- **Tiempo de computación:** 19.4 segundos
- **Tasa de acierto:** 100%
- **Robustez:**
  - Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
    - **Promedio:** 5.27
    - **Desviación:** 1.66

- **Tiempo de computación:** 19.4 segundos
- **Tasa de acierto:** 100%
- **Robustez:**
  - Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
    - **Promedio:** 5.27
    - **Desviación:** 1.66
  - Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:

- **Tiempo de computación:** 19.4 segundos
- **Tasa de acierto:** 100%
- **Robustez:**
  - Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
    - **Promedio:** 5.27
    - **Desviación:** 1.66
  - Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
    - **Promedio:** 0.19
    - **Desviación:** 0.11

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:



# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **8**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305A****B** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305A****B** (Training\_05.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305A****B** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305A****B** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305A****B** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305A****B** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **8**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1



# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **0**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: **1**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **4787DCX** (Test\_12.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0
  - **4787DCX** (Test\_12.jpg)
    - Plantillas válidas: 1

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0
  - **4787DCX** (Test\_12.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0
  - **4787DCX** (Test\_12.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0
  - **4787DCX** (Test\_12.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Plantillas válidas: 1

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según el **número de plantillas válidas** del carácter real:
  - **H2305A****B** (Training\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **H2305A****B** (Training\_05.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 8
  - **8959****D****DY** (Test\_04.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0
  - **4787****D****CX** (Test\_12.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0
  - **8959****D****DY** (Test\_18.jpg)
    - Plantillas válidas: 1
    - Carácter siguiente: 0

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:



# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - 8959**D**DY (Test\_18.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.011**



# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.011**
    - Carácter siguiente: **8**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.011**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.011**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.023**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.011**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.023**
    - Carácter siguiente: **0**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.011**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.023**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.011**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.023**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.024**

# Análisis cuantitativo (5 casos más conflictivos)

- Según la **diferencia del valor máximo de correlación** de la plantilla del carácter real y la del siguiente carácter:
  - **8959DDY** (Test\_18.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0024**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.0059**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.011**
    - Carácter siguiente: **8**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.023**
    - Carácter siguiente: **0**
  - **8959DDY** (Test\_04.jpg)
    - Diferencia de correlación: **0.024**
    - Carácter siguiente: **0**

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:**



# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%
- **Predicciones erróneas:**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%
- **Predicciones erróneas:**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Predicción:

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%
- **Predicciones erróneas:**
  - **H2305A****B** (Training\_04.jpg)
    - Predicción: 8

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%
- **Predicciones erróneas:**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Predicción: 8
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%
- **Predicciones erróneas:**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Predicción: 8
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Predicción:

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%
- **Predicciones erróneas:**
  - **H2305AB** (Training\_04.jpg)
    - Predicción: 8
  - **H2305AB** (Training\_05.jpg)
    - Predicción: 8

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%
- **Predicciones erróneas:**
  - **H2305A****B** (Training\_04.jpg)
    - Predicción: 8
  - **H2305A****B** (Training\_05.jpg)
    - Predicción: 8
  - **H2305A****B** (Test\_07.jpg)



# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%
- **Predicciones erróneas:**
  - **H2305A****B** (Training\_04.jpg)
    - Predicción: 8
  - **H2305A****B** (Training\_05.jpg)
    - Predicción: 8
  - **H2305A****B** (Test\_07.jpg)
    - Predicción:

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

Sin usar plantillas con distintas orientaciones:

- **Tasa de acierto:** 88%
- **Predicciones erróneas:**
  - **H2305A****B** (Training\_04.jpg)
    - Predicción: 8
  - **H2305A****B** (Training\_05.jpg)
    - Predicción: 8
  - **H2305A****B** (Test\_07.jpg)
    - Predicción: 8

# Análisis cuantitativo (Influencia de rotación)

H2305A8



H2305A8



H2305A8



# Índice de contenidos

- 1 Objetivo
- 2 Etapa de segmentación de caracteres
- 3 Etapa de reconocimiento de caracteres
- 4 Conclusiones**
- 5 Valoración personal de la asignatura

- En la **etapa de segmentación de caracteres**, el algoritmo de **segmentación local** implementado mostró un ligero mejor desempeño en imágenes sucias y con mala iluminación.

# Conclusiones (1)

- En la **etapa de segmentación de caracteres**, el algoritmo de **segmentación local** implementado mostró un ligero mejor desempeño en imágenes sucias y con mala iluminación.
- El **algoritmo de reconocimiento de caracteres** ha demostrado ser **infalible**, gracias al uso de plantillas con **diferentes orientaciones**.

# Conclusiones (1)

- En la **etapa de segmentación de caracteres**, el algoritmo de **segmentación local** implementado mostró un ligero mejor desempeño en imágenes sucias y con mala iluminación.
- El **algoritmo de reconocimiento de caracteres** ha demostrado ser **infalible**, gracias al uso de plantillas con **diferentes orientaciones**.
- Los errores de predicción producidos con el **carácter B** resaltan la importancia de contar con una **mayor diversidad de plantillas** para mejorar la precisión en casos similares.

## Conclusiones (2)

- El promedio de plantillas válidas por carácter (5.27) y la desviación estándar (1.66) indican que, en promedio, cada carácter puede ser reconocido utilizando **más de 5 plantillas** distintas, situándose la mayoría entre entre las **4 y 7 plantillas** válidas. Por lo que se puede concluir que el algoritmo es **robusto**.



## Conclusiones (2)

- El promedio de plantillas válidas por carácter (5.27) y la desviación estándar (1.66) indican que, en promedio, cada carácter puede ser reconocido utilizando **más de 5 plantillas** distintas, situándose la mayoría entre entre las **4 y 7 plantillas** válidas. Por lo que se puede concluir que el algoritmo es **robusto**.
- La diferencia promedio entre la correlación máxima y la del siguiente carácter (0.19) muestra que el sistema es capaz de distinguir **con claridad** entre la mayoría de los caracteres.

Aunque, casos más conflictivos como **B y 8** o **D y 0** deberían ser revisados para optimizar aún más la precisión.

## Conclusiones (2)

- El promedio de plantillas válidas por carácter (5.27) y la desviación estándar (1.66) indican que, en promedio, cada carácter puede ser reconocido utilizando **más de 5 plantillas** distintas, situándose la mayoría entre entre las **4 y 7 plantillas** válidas. Por lo que se puede concluir que el algoritmo es **robusto**.
- La diferencia promedio entre la correlación máxima y la del siguiente carácter (0.19) muestra que el sistema es capaz de distinguir **con claridad** entre la mayoría de los caracteres.

Aunque, casos más conflictivos como **B y 8** o **D y 0** deberían ser revisados para optimizar aún más la precisión.

- El trabajo ha permitido desarrollar un sistema eficaz para la **segmentación** y el **reconocimiento** de caracteres de placas de matrícula, capaz de manejarse en condiciones adversas.

# Índice de contenidos

- 1 Objetivo
- 2 Etapa de segmentación de caracteres
- 3 Etapa de reconocimiento de caracteres
- 4 Conclusiones
- 5 Valoración personal de la asignatura

## Aspectos positivos

- Practicidad de la asignatura.

# Valoración personal de la asignatura

## Aspectos positivos

- Practicidad de la asignatura.
- Contenidos y plazos flexibles y bien estructurados.

## Aspectos positivos

- Practicidad de la asignatura.
- Contenidos y plazos flexibles y bien estructurados.
- Buena base para un futuro desarrollo en este campo.

## Aspectos positivos

- Practicidad de la asignatura.
- Contenidos y plazos flexibles y bien estructurados.
- Buena base para un futuro desarrollo en este campo.
- Énfasis en el razonamiento crítico.

# Valoración personal de la asignatura

## Aspectos positivos

- Practicidad de la asignatura.
- Contenidos y plazos flexibles y bien estructurados.
- Buena base para un futuro desarrollo en este campo.
- Énfasis en el razonamiento crítico.

## Aspectos a mejorar

- Defensas algo densas y pesadas.



# Valoración personal de la asignatura

## Aspectos positivos

- Practicidad de la asignatura.
- Contenidos y plazos flexibles y bien estructurados.
- Buena base para un futuro desarrollo en este campo.
- Énfasis en el razonamiento crítico.

## Aspectos a mejorar

- Defensas algo densas y pesadas.
- Enfoque tradicional frente a las tecnologías actuales (CNN, DL).

# Valoración personal de la asignatura

## Aspectos positivos

- Practicidad de la asignatura.
- Contenidos y plazos flexibles y bien estructurados.
- Buena base para un futuro desarrollo en este campo.
- Énfasis en el razonamiento crítico.

## Aspectos a mejorar

- Defensas algo densas y pesadas.
- Enfoque tradicional frente a las tecnologías actuales (CNN, DL).
- Dependencia de MATLAB (Python - OpenCV).