

# SEGMENTACIÓN DE IRIS, PUPILA Y ESCLERÓTICA

ESTELA PILLO GONZÁLEZ

## 1. Introducción

Para desarrollar la práctica, he optado por subdividir el problema principal en varios subproblemas. Cada problema fue resuelto de manera independiente, para luego intentar integrarlos en una única solución.

## 2. Segmentación de pupila e iris

Este apartado tiene como objetivo principal identificar los círculos en la imagen correspondientes al iris y a la pupila. Decidí agrupar ambos en un mismo apartado, ya que apliqué el mismo método para detectar los dos elementos.

Técnica aplicada:

Desde un primer momento, opté por implementar la detección con la **transformada de Hough**, debido a su eficiencia para detectar círculos en imágenes. Este método proporcionó resultados muy buenos desde un primer momento, por lo que no pensé en probar otros algoritmos. Como resultado, se obtuvo una detección precisa en la mayoría de imágenes. Sin embargo, surgieron dos problemas:

### 1- Imágenes con el iris parcialmente cubierto por el párpado:

La transformada de Hough no tiene en cuenta esto y marca el círculo completo del iris, lo que afecta a la precisión en esta clase de imágenes.

### 2-Variación en los tamaños del iris y la pupila entre imágenes

Este problema me llevó a buscar parámetros que fuesen compatibles con todas las imágenes a analizar. Tras distintas pruebas, conseguí solucionarlo. Los parámetros elegidos son los siguientes:

Para la pupila :

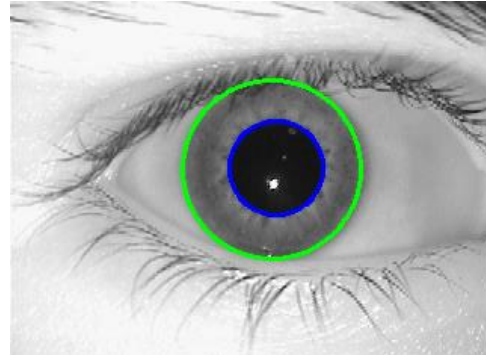
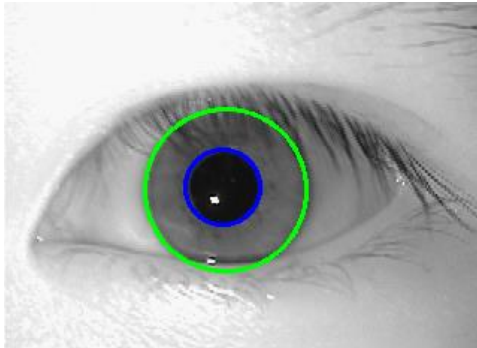
- Umbral de Canny: 50
- Umbral de Hough: 30. Esto filtrará los círculos más débiles.
- Radio: entre 10 y 40

Para el iris:

- Umbral de Canny: 50
- Umbral de Hough: 30
- Radio: entre 30 y 50

Decidí marcar los contornos en verde y azul para que se vea más claro el resultado, ya que lo muestro en la misma imagen.

*Ejemplos:*



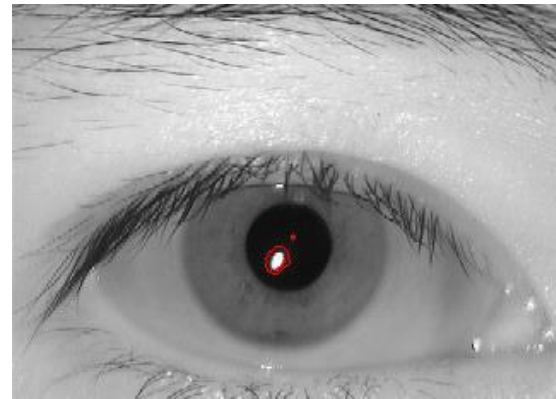
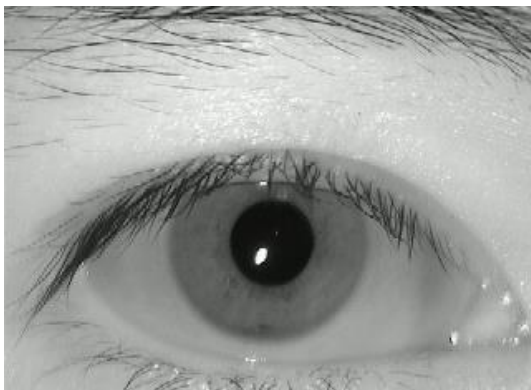
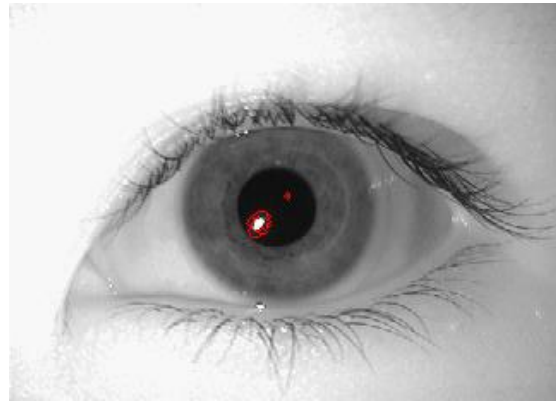
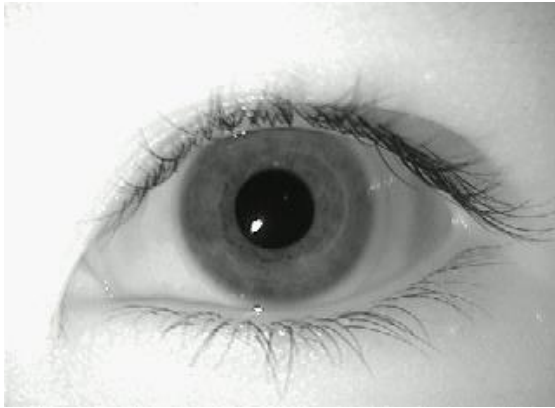
### 3. Identificación de brillos en la pupila

En un primer momento, utilicé una técnica de umbralización para detectar aquellas áreas más brillantes de la pupila . Sin embargo, esta aproximación no dio resultados satisfactorios, puesto que no capturaba los brillos correctamente.

La segunda decisión, la que finalmente se usó para resolver el problema, consta de los siguientes pasos:

- **Aplicación de un filtro gaussiano**  
Con esto se consigue reducir el ruido presente en la imagen antes de detectar los brillos, eliminando elementos irrelevantes.
- **Cálculo de contraste mediante transformada logarítmica**  
Para resaltar las zonas más brillantes de la pupila, apliqué una transformada logarítmica. El objetivo es resaltar las zonas más brillantes de la imagen.
- **Creación de una máscara centrada en la pupila**  
Después de filtrar los valores más bajos, generé una máscara para centrarme en el interior de la pupila, para centrar mi análisis en esa región.
- **Detección de contornos**  
A continuación, identifiqué los contornos de posibles brillos de la pupila, que corresponden a las áreas de alta intensidad. Finalmente descarté aquellos de mayor tamaño. Decidí resaltarlos el color rojo, para que se apreciase mejor la diferencia.

*Ejemplos:*



#### **4. Identificación de pestañas**

Para este apartado intenté aplicar la misma técnica utilizada para detectar los brillos. Sin embargo, decidí descartarla porque en la mitad de las imágenes no detectaba bien la forma de las pestañas. Además, su sensibilidad al ruido detectaba partes que no se correspondían con las pestañas ni con nada relevante.

Finalmente lo implementé de la siguiente manera:

- **Localización de la pupila e iris**

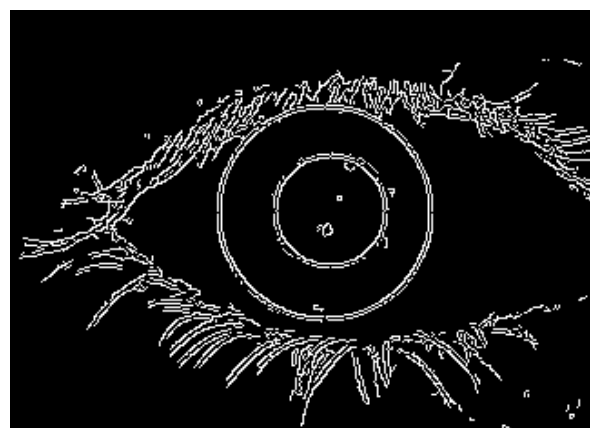
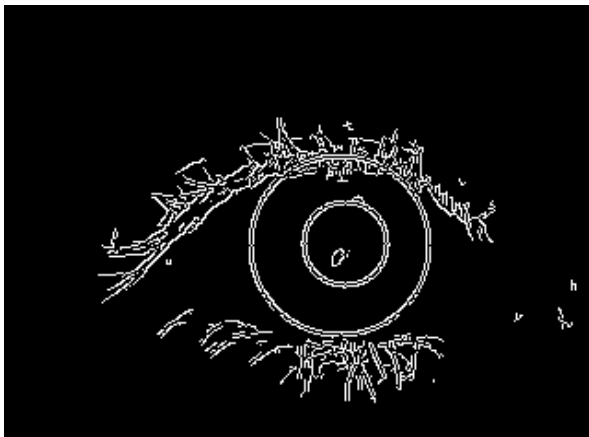
Comencé marcando la ubicación de los círculos correspondientes a la pupila e iris, calculados previamente. Esto facilita el trabajo a Canny, que en otro caso podría pasarlos por alto.

- **Creación de una máscara para la región de interés**

A continuación creo una máscara, con la que trato de evitar detectar bordes fuera de la región de interés. Si quisiese detectar las cejas bastaría con no utilizar esta máscara.

- **Aplicación de Canny**

Por último aplico Canny para identificar las pestañas dentro de la región de interés. Obtengo los siguientes resultados:



Como se observa, el algoritmo detecta las pestañas casi por completo, aunque tiene dificultades en situaciones donde las pestañas son muy delgadas o la iluminación es mala. La presencia de ruido también afecta a los resultados, con este algoritmo también detectamos áreas que no necesitamos.

## 5. Segmentación de esclerótica

Este apartado, sin ninguna duda, es el que más trabajo conlleva y con el que creo que se han obtenido peores resultados. A partir de las dimensiones del iris y de la pupila, logré realizar una región de interés, sobre la que se trataría de encontrar la esclerótica. Se utilizaron una gran cantidad de técnicas que no dieron resultado:

- Primero utilicé la **búsqueda de contornos**, que me ofrecía buenos resultados en algunas imágenes, pero se alejaba del objetivo. También probé a aplicarlo solo dentro de la región de interés, pero los resultados seguían siendo insatisfactorios.
- Probé con la creación de una **elipse** dentro de la región de interés, para utilizarla como contorno inicial a deformar. No dio buenos resultados, ya que dejaba de deformarse sin llegar a cubrir correctamente la esclerótica.

- Mi tercera opción fue usar el **iris como contorno inicial**. Apliqué el algoritmo de snakes sobre este contorno, pero al deformarlo intentaba seguir manteniendo una forma circular, que no es lo que necesitaba.
- Mi cuarta opción fue crear **dos parábolas**, una en la parte superior de la región de interés y otra en la parte inferior. Estas ya tendrían una forma aproximada a esclerótica que quería resaltar. Intenté aplicar el algoritmo de snakes sobre estas parábolas, pero tampoco dio buenos resultados.

Dado que no estaba conforme con ningún resultado, decidí optar por resaltar la esclerótica de otra forma, aunque de una manera un poco forzada.

Primero definí un **contorno usando los puntos de las parábolas** que ya tenía. A continuación, **rellené la región** dentro del contorno creado. Luego creé otra máscara, esta vez del iris, y resté esta región de la máscara que ya tenía. Por último me quedé con las **áreas que pertenecen a esta región y son lo suficientemente claras**. También intenté eliminar posibles zonas de ruido dentro de la región.

Este resultado no es la forma ideal de detectarla, pero es eficaz, ya que tenemos como referencia las formas del iris, pupila y las parábolas que creamos. A continuación presento unas imágenes de ejemplo, tanto de intentos fallidos como de los resultados que finalmente di por válidos:

