

Segmentación de iris, pupila y esclerótica.

1. Estrategia para la resolución del problema:

La estrategia que se ha seguido para el desarrollo de esta práctica se basa en la división del problema principal en subproblemas a solucionar de uno en uno. Por ello, se han ido implementando por separado la segmentación de cada parte del ojo.

Segmentación de la pupila y el iris

En un primer lugar, la estrategia que se iba a llevar a cabo para la detección de la pupila sería el uso del contraste, debido a que es la parte del ojo con los niveles de gris más oscuros pero esta técnica fallaba en ciertos casos detectando partes erróneas en las cejas o en algunos brillos de la pupila. Por ello, una vez implementada la segmentación del iris se decidió utilizar la misma técnica para las dos partes, que consiste en el uso de la transformada de Hough.

Técnicas aplicadas para la segmentación del iris y la pupila:

Filtro de medianas: se emplea para reducir el ruido de la imagen.

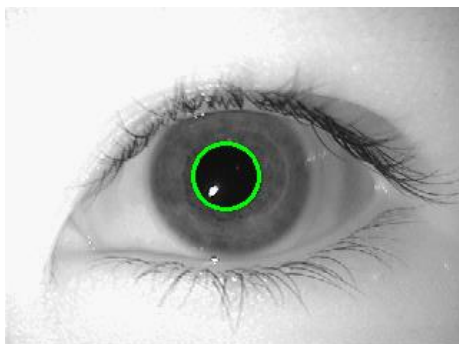
Transformada de Hough: se emplea para la detección de círculos que en este caso serían las formas de la pupila y el iris. Los valores usados para la pupila son:

- Radio: valores entre 15 y 40.
- Umbral de Canny: 100
- Umbral acumulador de Hough: 30

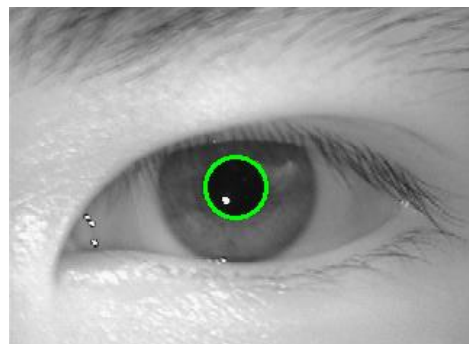
En el caso del iris, los valores son:

- Radio: valores entre 30 y 100.
- Umbral de Canny: 100
- Umbral acumulador de Hough: 35

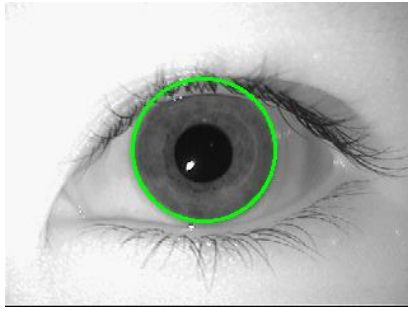
Ejemplos de imágenes resultantes:



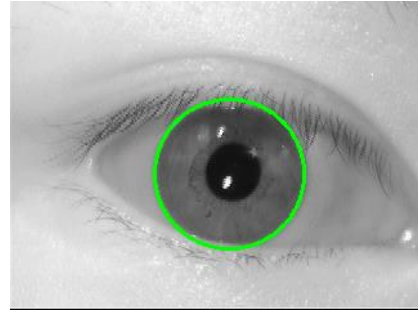
Segmentación de pupila 1



Segmentación de pupila 2



Segmentación iris 1



Segmentación iris 2

Como podemos ver en las imágenes ambos contornos se resaltan en color verde. La detección es correcta en todas las imágenes, la única problemática encontrada es que en caso de que el párpado tape el iris, la transformada de Hough sigue calculando el círculo que debería de tener el iris por encima del párpado.

Detección de artefactos (Brillos en la pupila).

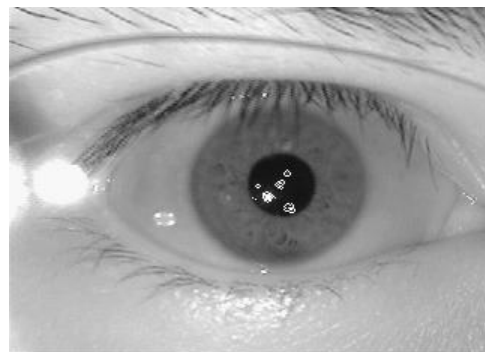
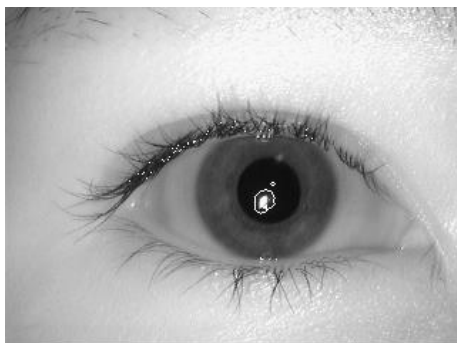
Para este caso, en un primer estado de la práctica se intentó realizar una detección de contornos con umbralización, pero los resultados no eran satisfactorios. Otra de las cosas que se intentaron fue realizar esto mismo, pero limitándolo a un área en concreto, en este caso la de la pupila cuyos valores se podían extraer de la anterior operación. Finalmente se decidió realizar la detección de brillos empleando una técnica de diferenciación por contraste, esto se debe al gran contraste entre los brillos de la luz o flash de la cámara con un nivel de gris muy claro y la pupila que cuenta con un nivel de gris muy oscuro.

Las técnicas empleadas para este caso son:

Filtro Gaussiano: se emplea este filtro para intentar reducir el ruido en la imagen.

Contraste: se intentó emplear una transformada lineal al principio, pero no se obtuvieron buenos resultados por lo que se terminó aplicando una transformada logarítmica.

Búsqueda de contornos: se realiza una búsqueda de contornos para posteriormente descartar todos aquellos con un área mayor que 500 ya que los brillos son de tamaño bastante pequeño.



Como podemos ver en la segunda imagen, también se detectan algunos brillos muy pequeños que casi no son perceptibles de manera sencilla.

Detección de artefactos (Pestañas y otros objetos).

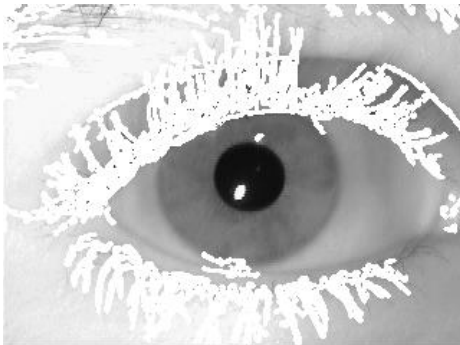
En este caso, una vez implementada la detección de brillos, se intentó aplicar la misma operación de diferenciación por contraste, pero esta vez usando valores diferentes para detectar, cejas, pestañas u otros brillos externos a la pupila. Esta técnica fue descartada ya que únicamente detectaba parcialmente las pestañas. Otra de las opciones usadas fue la umbralización usando el operador de Sobel y posteriormente una búsqueda de contornos, esta opción fue finalmente descartada ya que obtenía resultados similares pero un poco peores que la solución final. Para la resolución de este problema se optó finalmente por la búsqueda de contornos y posterior filtrado por área.

Las técnicas seguidas en este subproblema son:

Filtro Gaussiano: para reducir el ruido de la imagen.

Detector de bordes de Canny: para detectar las pestañas y otros bordes.

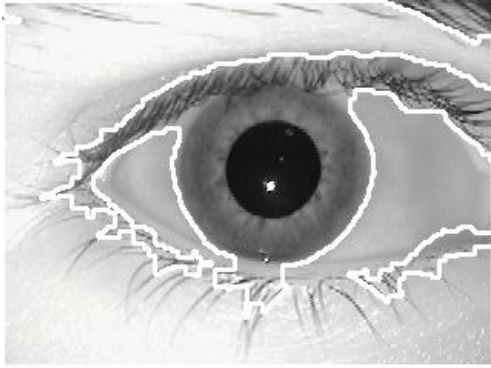
Búsqueda de contornos: se realiza la búsqueda de contornos y se descartan todos aquellos con un área mayor que 150.



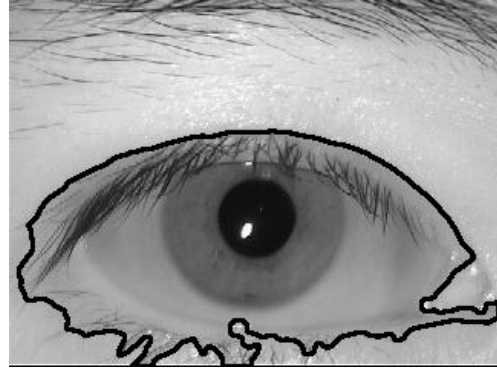
Como podemos ver en las imágenes, se detectan las pestañas, cejas y otros brillos, la problemática en este caso es que al emplear Canny en ciertas imágenes también detecta el contorno de la pupila incluso el del iris. Para evitar esto se intentó realizar un filtrado de contornos aplicando un umbral de circularidad usando el área y el perímetro de los contornos, pero no se consiguió eliminar estos contornos innecesarios.

Segmentación de esclerótica.

Este apartado no se ha conseguido implementar de manera satisfactoria, se han conseguido resultados aproximados, pero nada preciso. Se probaron una gran cantidad de técnicas para implementar esto como pueden ser, umbralización con detección de contornos, umbralización adaptativa con detección de contornos, detección de elipses, etc. Ninguna de estas técnicas se acercó al resultado.



Umbralización adaptativa



Algoritmo K-Means Clustering

Estos

fueron los resultados más prometedores de las diferentes implementaciones de la segmentación de esclerótica. Para la primera imagen se usaban técnicas de operaciones morfológicas y detección de contornos. Para la segunda imagen se empleó el algoritmo K-Means Clustering pero no se acabó consiguiendo nada consistente.