



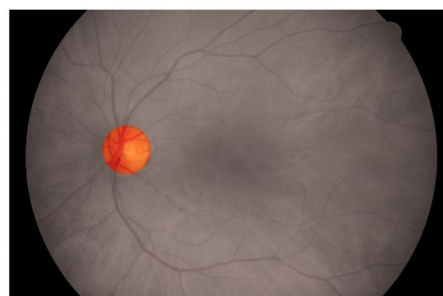
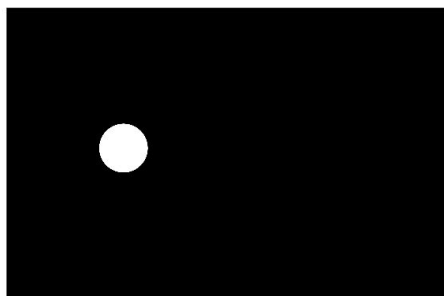
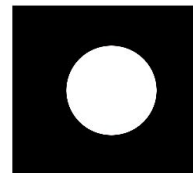
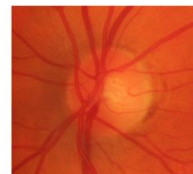
# UNIVERSIDADE DA CORUÑA

## Visión Artificial

2017-2018

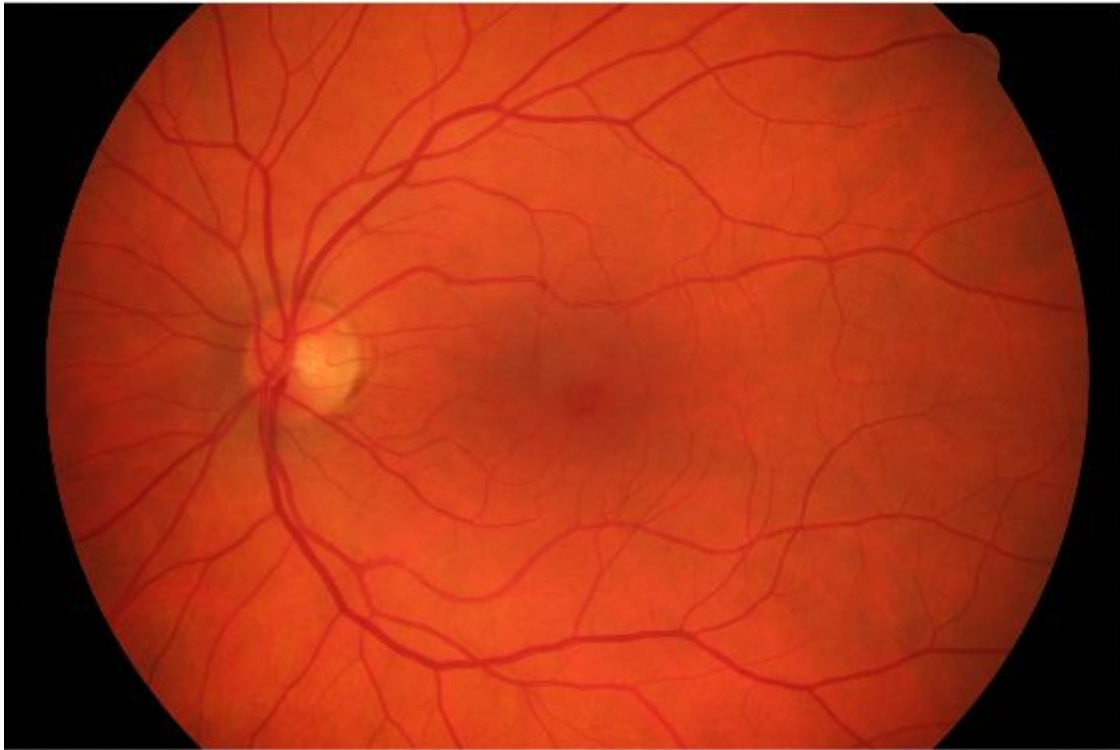
Gilberto Plaza González [gilberto.plaza@udc.es](mailto:gilberto.plaza@udc.es)

### Practica 2: Detección y Segmentación del Disco Óptico



## Resumen del problema

La práctica consiste en localizar el disco óptico en una muestra de imágenes de retina. En lo primero que nos debemos de fijar es que el disco óptico contiene la copa óptica, reconocible por su brillo. En si, todo el disco óptico tiene aproximadamente la forma geométrica de un círculo y está iluminado más que el resto de zonas de la retina.



En la siguiente imagen podemos apreciar el disco óptico a la izquierda. Pues bien, el objetivo será localizar y segmentar esta estructura.

## Primeras Observaciones

Lo primero en lo que debemos fijarnos, es que el disco óptico esta mucho más iluminado que el resto, por lo que la primera idea es descomponer la imagen RGB en los tres canales de grises para ver si podemos aprovecharnos de la información que nos proporciona alguno de ellos.



Por orden tenemos:

Red Channel, Green Channel, Blue Channel.

Debido a que el Red channel contiene regiones con mucho brillo he decidido no usarlo para la localización.

Podríamos pensar que el Blue channel sería la mejor opción pero con imágenes con algo de ruido como las presentes en las imágenes de glaucomas se acopla algo de ruido.

Por lo que finalmente me decanto por la opción de intentar localizar el disco óptico con el canal Green.

Para llevar a cabo la localización, lo más sensato sería buscar la región más brillante de la imagen para el canal escogido, y es que el disco óptico, como dijimos, es la zona más brillante con diferencia de la imagen, para ello simplemente buscamos la zona que promedie valores más altos de intensidad en un vecindario de 3x3.

Se coge un punto arbitrario de la zona con más brillo y se escoge una ventana lo suficientemente grande como para contener el disco óptico, por ejemplo, 110x110.

De esta manera, ya tendríamos nuestra región de interés.

Respecto a la segmentación, lo primero sería el preprocesado de la imagen para eliminar detalles como las venas y pequeños detalles no necesarios.

Para segmentar la imagen podría usarse un threshold adaptativo para segmentar el disco óptico.

También Podríamos utilizar K-means si los valores de intensidad son lo suficientemente diferenciadores, y acto seguido utilizar un threshold para extraer la zona obtenida, y tratarlo con operaciones morfológicas usando un elemento estructural de disco, para poder aproximar los contornos.

Otra idea interesante sería la de utilizar la transformada de Hough para círculos para segmentar la forma del contorno del disco, que es aproximadamente un círculo.

## 1º Fase: Localización del Disco Óptico

Antes de empezar con la segmentación debemos de localizar el disco óptico, para ello, lo primero será redimensionar toda imagen a analizar para que podamos crear un sistema rígido y que pueda trabajar con cualquier tamaño de imagen, de manera que podamos tratar casi cualquier imagen.

Se han escogido unas dimensiones de 720 x 512 pixels.

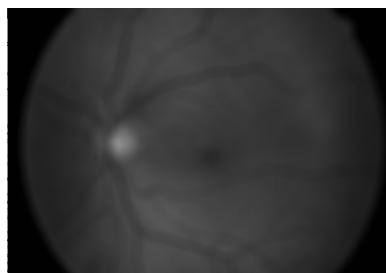
La idea para localizar el disco óptico era buscar la región más brillante de nuestra imagen, para ello se ha dividido la imagen redimensionada en los tres canales RGB.

Tras analizar las imágenes se llegó a la conclusión de que la imagen del canal rojo nos aportaba demasiadas zonas con intensidad elevada, y la imagen del canal azul puede introducir ruido, por lo que se realizarán las pruebas con el canal verde.

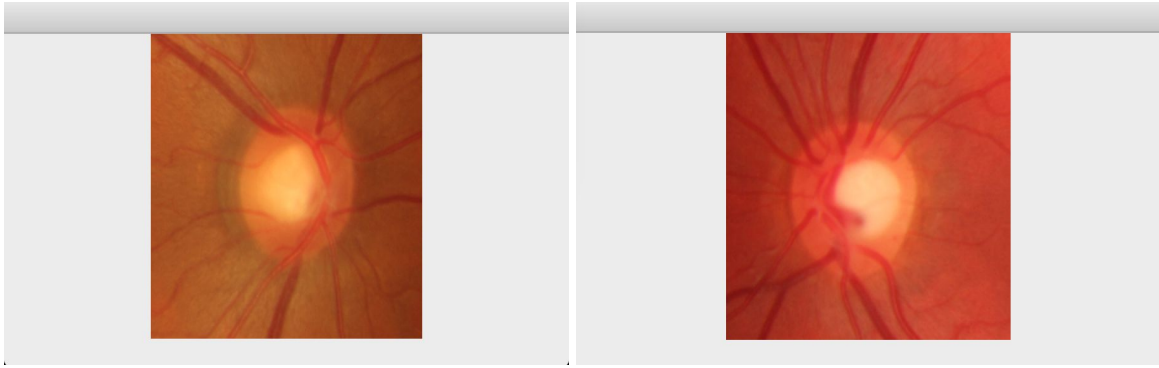
Para eliminar cualquier ruido o defecto en la imagen se le aplica un filtro gaussiano con un tamaño de 15x15, con este tipo de filtros si aumentamos demasiado el tamaño del kernel la imagen se emborrona, pero lo que nos importa es eliminar pequeños detalles y quitar ruido, y conservar las zonas claras.

Después de aplicar el filtro gaussiano, aplicamos la operación de apertura en morfología de escala de grises con un tamaño de kernel de 15x15 usando como elemento estructural un disco, el cual eliminará cualquier ruido claro que pueda ser malinterpretado como disco óptico.

Después simplemente buscamos la zona más brillante de la imagen.



Trás la prueba del método en todas las imágenes y con una eficiencia del 100% se decide utilizar este método para localizar el disco óptico.



Aquí dos ejemplos del resultado, como podemos ver, funciona perfectamente y localiza una zona de interés de ventana 110x110.

## 2º Fase: Preprocesado de la región de interés

Una vez tenemos nuestra región de interés y podemos trabajar sobre ella, se realizaron una serie de operaciones sobre la imagen con la finalidad de eliminar detalles no importantes y encontrar características que nos ayuden en la segmentación del disco.

La primera opción fue probar a trabajar con el canal verde y el azul de RGB en la región de interés.

El primer objetivo era suavizar las imágenes para poder eliminar pequeños detalles en la imagen, para ello se probaron distintos filtros, pero finalmente para aumentar el contraste y detallar más los bordes se aplicó Unsharp Masking sobre la imagen con un filtro gaussiano de 5x5.

Una vez obtenida la imagen suavizada y realzada, se probó a realizar un threshold óptimo. El resultado fue bastante malo, las venas que pasan por el disco óptico bloquean parte de este y la parte contraria a la zona que más brilla del disco (la copa óptica) queda aislada y casi no se puede umbralizar debido a valores bastante distintos de los brillantes.

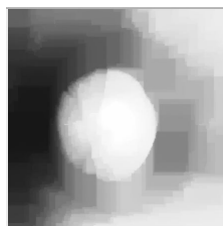
Para solucionar este problema, la primera idea fue encontrar la manera de deshacernos de las venas que pasan por el disco, para ello se me ocurrió la idea de utilizar la morfología en escala de grises con un elemento estructural lo suficientemente grande como para eliminar la forma de las venas.

Tras un proceso de prueba y error se decidió que el kernel óptimo sería de tamaño 31x31 con forma de disco. Después se aplicó la operación de cerrado morfológico aplicando este kernel.

El resultado fue bueno, elimino por completo la forma de las venas, sin embargo algunas zonas del disco estaban muy oscuras comparada a las otras y el threshold seguía fallando. Se probó a ecualizar la imagen de manera que el histograma fuese más homogéneo y dió un resultado mejor, pero no lo suficientemente bueno, por lo que el intento de segmentar la imagen a través de un threshold seguía fallando.

La otra opción fue la de decidir trabajar con el canal rojo, pues una vez localizado el disco óptico, en el canal rojo se podía apreciar perfectamente el disco, con unos contornos oscuros, por lo que se probó a trabajar con el.

Los resultados esta vez, fueron muy buenos.

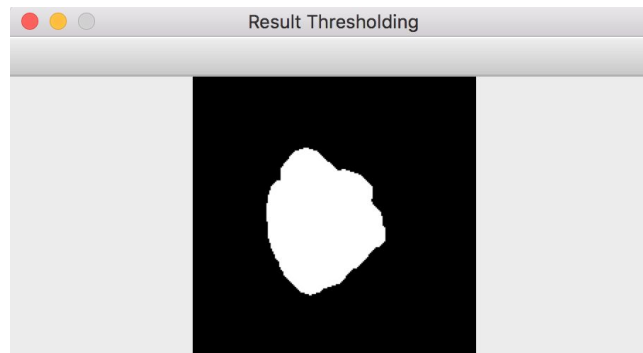


### 3º Fase: Segmentación del disco Óptico

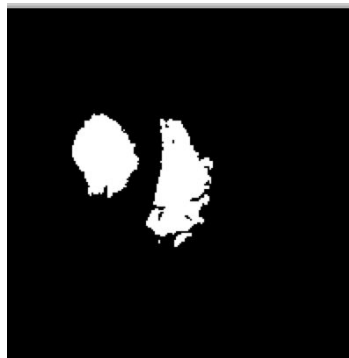
Una vez preprocesada la imagen se empieza a trabajar con ella.

La primera opción y la más sencilla fue probar los métodos de threshold (umbralización). Estos no funcionaron nada bien, pues los niveles de intensidad eran muy distantes entre ellos en la zona del disco óptico lo que daba lugar a que solo pequeñas partes del disco óptico eran segmentadas, especialmente, la copa óptica.

Además, las zonas no eran muy homogéneas, los valores de gris de la parte contraria a la copa óptica eran muy oscuras, por lo que hacer un threshold de esa parte resultaría en acabar cogiendo niveles de gris muy bajos.



Como se puede observar, realmente lo umbralizado es la parte más brillante del disco, debido a que la iluminación en esa parte no es uniforme y ningún método de umbralización local consiguió buenos resultados.



Se realizaron algunas prueba con el método de Otsu de umbralización, pero de nuevo, el resultado no era nada bueno, y no se podía realmente sacar nada útil de él, por lo que se descartó.

La siguiente opción fue probar K-Means para la segmentación, con distintos valores de K. La idea era que a pesar de que los vecinos de un lado del disco y del otro tienen valores de intensidad distantes, tal vez con  $K > 2$  se podría lograr una buena segmentación separando el fondo más tarde con una umbralización, pero el resultado no fue el deseado como podemos ver a continuación.

K = 2, K = 3, K = 5 (por orden)



Los resultados no eran nada buenos como se puede apreciar en las imágenes, por lo que se descartó el uso de K-means.

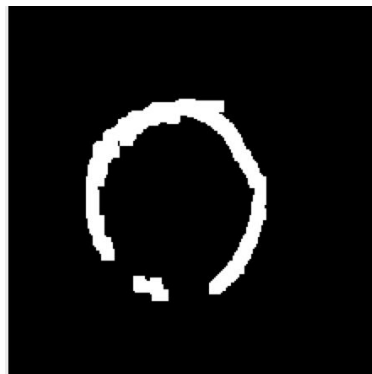
Lo siguiente a probar tras fallar thresholding y K-means fue la transformada de hough para círculos.

Como

Se descarto

Para buscar los bordes del disco en la imagen preprocesada de la región de interés utilicé canny, con un sigma de 0.22 tras prueba y error de valores entre 0.2 y 0.3.

El algoritmo de canny encuentra perfectamente los bordes del contorno del disco, por lo que después de conseguir estos bordes se aplica una dilatación con un kernel de 3x3 para hacer estos bordes más anchos y facilitar que el algoritmo encuentre el centro y los radios adecuados.



En la siguiente imagen podemos apreciar los bordes del disco óptico de una de las imágenes de la muestra proporcionada para la práctica.

Obviamente, esta imagen es tras haber aplicado la dilatación en ella.

Lo siguiente era aplicar el algoritmo de Hough para círculos. Pero antes de nada habría que prohibir ciertos rangos de radios para evitar falsos positivos. Se ha determinado que para estas muestras los radios mínimos y máximos son 55 y 80.



Como podemos ver en las dos imágenes resultantes, el segmentado es casi perfecto. Sin embargo, a pesar de que los resultados son buenos, en algunos casos al no tratarse de una forma circular completamente perfecta ha habido casos en los que la segmentación ha sido algo menos perfecta, como por ejemplo en las siguientes dos imágenes. Resultado en tres imágenes distintas de las muestras.

