

Memoria P2

Segmentación de copa y disco ocular

1 Esquema

1.º.Segmentación de disco

- Preprocesado
 - Enhace contrast
- Segmentación de disco
 - P-Tile
 - Sobel + Watershed
 - Otsu Local
- Eliminación de artefactos en la máscara
 - Operadores morfológicos
 - Eliminación de objetos pequeños

2.º.Segmentación de copa

- Obtener región de interes a partir de mascara de disco
- Eliminar venas
 - Invertir imagen
 - Crear máscara de venas
 - Separar imagen solo venas e imagen sin venas
 - Dilatar con diferente tamaño de SE
 - Unir partes
- Segmentación de copa
 - P-Tile
 - Soble Waterfall
 - Otsu Local
- Eliminación de artefactos en la máscara
 - Operadores morfológicos
 - Eliminación de objetos pequeños

2 Segmentación de disco

Se han considerado varios métodos de segmentación de regiones. En el canal de rojos se puede ver que la región de interés es más brillante que el resto, además vemos que su área es bastante estable entre las diferentes imágenes.

2.1 Otsu Global

Este método separa dos regiones, fondo y objetos, fallaba porque la imagen tiene un área negra alrededor de la retina.

2.2 Yen + Otsu Globales

Yen no fue tan sensible a ese fondo negro y fue capaz de localizar el área de interés alrededor del disco pero con muchas variaciones entre una imagen y otra debido a las diferencias de luminosidad.

Sobre este área más localizada se realizó otro Otsu global consiguiendo algunos resultados buenos, pero seguía siendo un método poco robusto.

2.3 P-Tile

A continuación se preparó un pequeño algoritmo muy simple, que intentara aprovechar al máximo el conocimiento previo. Este algoritmo calcula un valor umbral basado en la media de valores de intensidad de un % de los píxeles más luminosos de la imagen. Este método en un primer momento dio resultados más estables que los métodos anteriores por eso se considera para la comparativa de métricas.

2.4 Sobel Waterfal

Otro método que se ha probado es el de sobel + waterfal, este método tiene la ventaja de que no se ve tan influido por variaciones de luminosidad, utiliza la información de gradientes proporcionada por Sobel y unos marcadores que delimitan los límites de intensidad de las regiones. Este es un método que funcionó bastante bien y por eso se escoge como una de las posibles soluciones para la segmentación de disco.

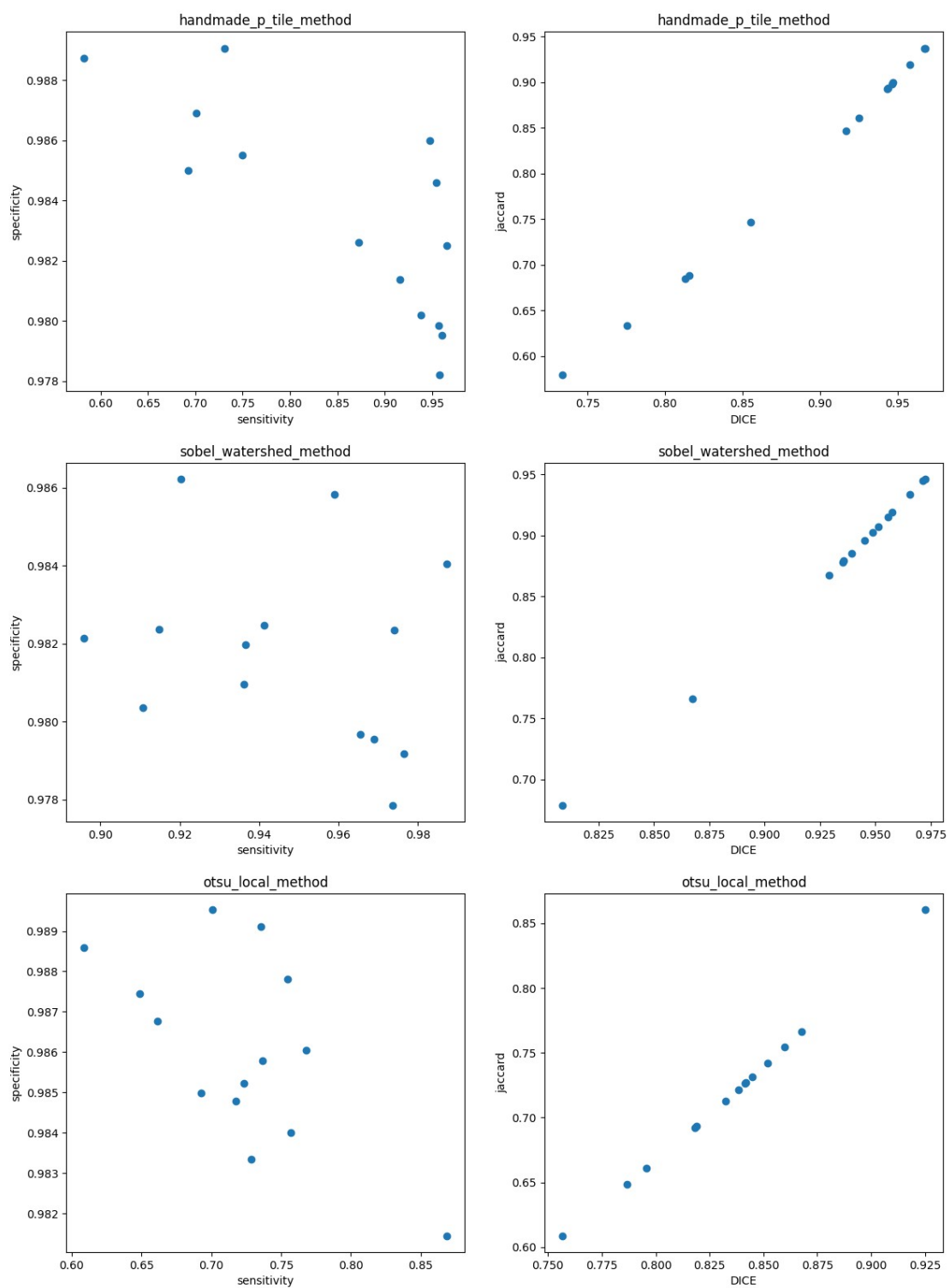
2.5 Otsu Local

Otsu en su versión local no tiene algunos de los problemas de su versión global a la hora de segmentar gradientes de luminosidad, además es capaz de segmentar varias regiones y no se limita a separar el fondo negro de la retina. Este algoritmo también dio buenos resultados y bastante robustos por eso se escoge como una posible solución para la segmentación de disco.

2.6 Enhace Contrast

Este algoritmo ha resultado ser muy útil para la etapa de preprocesamiento, recorre la imagen pixel a pixel convolucionando una máscara que determina el vecindario, y se queda con el máximo o el mínimo local, dependiendo de cual esté más cerca del valor del pixel analizado.

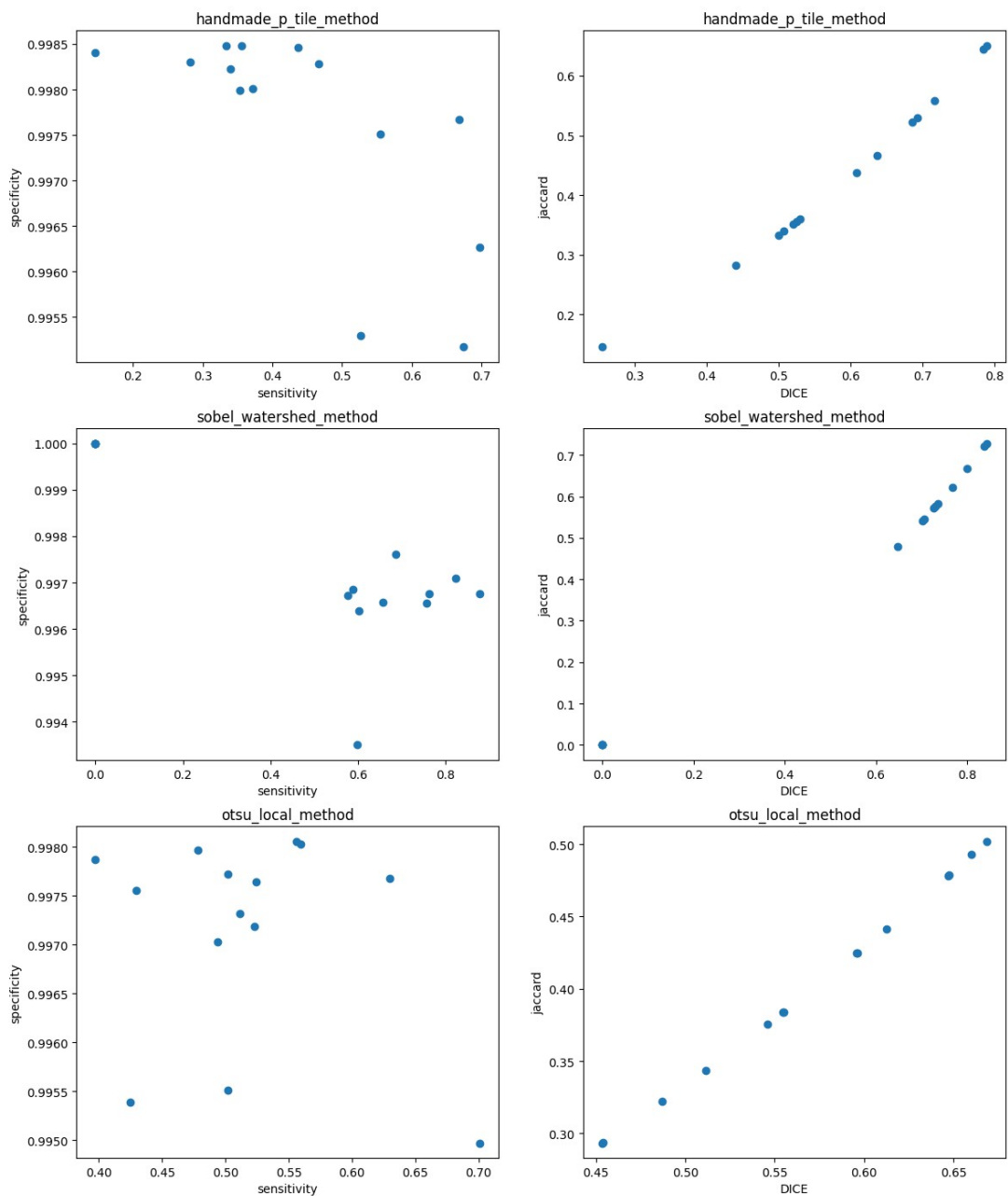
metrics



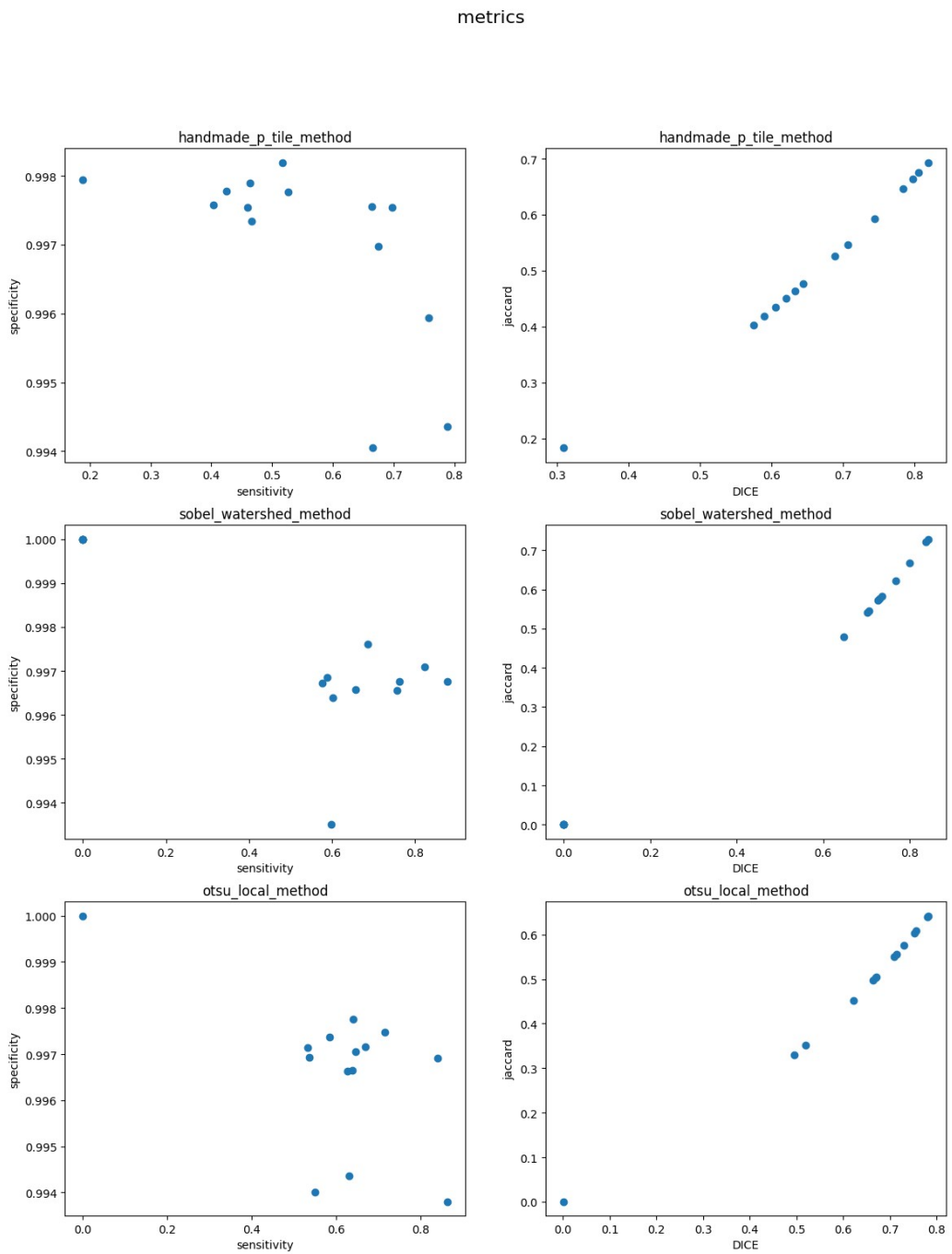
3 Segmentación de copa

Para la segmentación de copa se han probado los mismos métodos de segmentación que para el disco, pero usando el canal de verde y delimitando el trabajo sobre la porción de la imagen más pequeña que se obtuvo de la segmentación del disco.

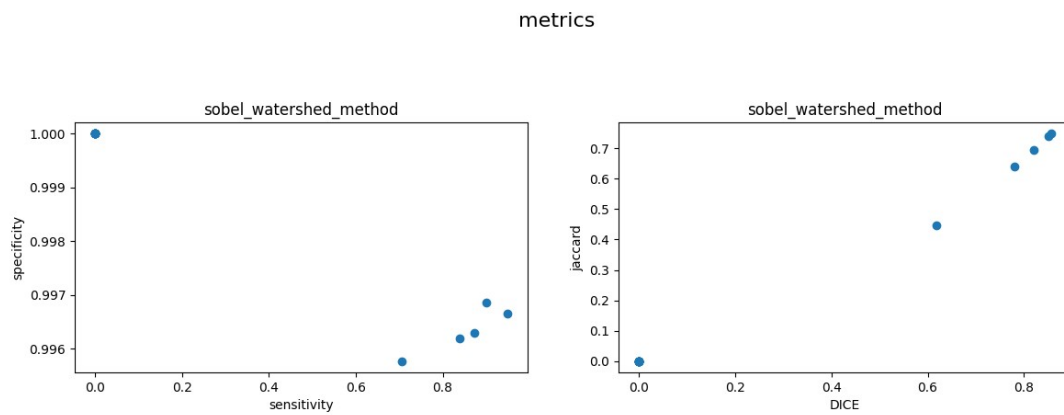
metrics



Visto los resultados, se intentó mejorar el proceso añadiendo un paso que eliminara las venas y así tratar de segmentar la región completa de la copa y no solo una parte. En los métodos basados en umbralización los resultados mejoraron ligeramente, sin embargo genera alguna imagen sin segmentar y en el método sobel + watershed las métricas mostraban peores resultados, por lo que para este método no se han eliminado las venas.



Sobel + Watershed con segmentación de venas provoca un gran número de imágenes sin segmentar:



Se han usado métricas de especificidad y sensibilidad por ser métricas conocidas y que nos permiten ver que porción del ground truth está segmentada y como de precisos hemos sido en la segmentación.

También se han usado métricas jaccard y DICE que nos permiten medir la similitud entre conjuntos.

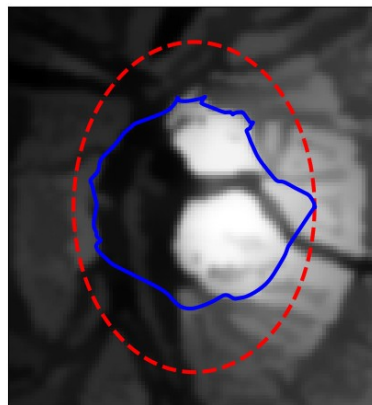
4 Otras metodologías

También se ha tratado de usar una transformada elíptica de hough, pero el tiempo de ejecución se eternizaba y nunca se pudo llegar a ver los resultados. En teoría este método es muy resistente a ruido y muy eficiente, el único problema es que hay que especificar 5 parámetros y no he podido determinar cuál es la combinación adecuada para este problema. También se ha probado un algoritmo de clustering junto con otro de crecimiento de regiones adyacentes, en este caso el problema es que la segmentación ideal deja la región de interés dividida en más de una clase y habría que implementar un algoritmo ad-hoc que permitiera unir los que deben pertenecer al disco o a la copa.

5 Problemas encontrados

Las técnicas basadas en umbralización, especialmente las globales son demasiado sensibles a condiciones de luminosidad malas, con luz lateral y el resultado varía mucho entre una imagen y otra, por eso el método que hacen uso de los gradientes además de los marcadores de luminosidad, obtiene mejores resultados y más robustos.

Una posible mejora es utilizar una forma esférica que se pueda deformar ligeramente, utilizando snakes con un parámetro alfa bajo y un parámetro beta alto, el problema que me he encontrado con este algoritmo es que el resultado lo tenemos en forma de spline y no he encontrado un método rápido de convertirlo en una máscara binaria y aplicarle las métricas como al resto de algoritmos, un ejemplo ilustratorio de lo que se podría hacer:



La transformada elíptica de Hough también podría funcionar. Es probable que los algoritmos de segmentación basada en bordes puedan obtener mejores resultados o que por lo menos sean más robustos ante cambios de luminosidad.

En el caso de la segmentación de la copa se repiten los problemas de la segmentación del disco pero más exagerados ya que se trata de una región más pequeña, se necesita más precisión, pero el resultado se ve más afectado por las variaciones de luminosidad y además está atravesada por una vena, lo que dificulta la obtención de una máscara más sensible.

Una posible mejora podría ser:

- Una vez se tiene la región de interés localizada
- Localizar la región más luminosa dentro de esta
- Asignar un centro basado en el centroide de esa región más luminosa
- Obtener los bordes de las venas de la copa
- Trazar una línea desde el centro obtenido en el paso dos en horizontal hasta que se cruce con la vena que atraviesa la copa, (primer cruce con una línea entra segundo cruce con una línea sale)
- La distancia del centro al segundo cruce con una línea conforman el radio del círculo de la máscara de la copa