

گزارش تشریحی تمرین سری چهارم

درس پردازش تصاویر دیجیتال

استاد: دکتر آذرنوش

دانشجو: محمدجواد زلّقی

شماره دانشجویی: ۹۸۱۲۶۰۷۹

تاریخ: ۱۳۹۹/۱۰/۱

سوال اول: الف)

در ابتدا ماژول توابع مفید ارائه شده توسط شما با دستور `* from tools import` ایمپورت گردید. سپس تصویر موشن بلر مربوط در حالت خاکستری خوانده شد.

در ادامه برای ایجاد کرنل داریم:

```
kernel = (1/np.eye(13).shape[0])*np.eye(13)
```

`1/np.eye(13).shape[0]=1/13` برای این است که جمع تمام عناصر که روی قطر هستند، برابر ۱

شود. (خارج از قطر نیز که هر چه داریم برابر ۰ است!). گواه ۱ شدن جمع تمام عناصر با تابع `kernel.sum()` است که خروجی ۱.۰ می‌دهد.

سوال اول: ب)

برای گام دوم، طبق راهنمایی، ابتدا تابع الگوریتم وینر را از ماژول *skimage* ایمپورت کردیم:

```
from skimage.restoration import wiener
```

سپس از آن برای بازیابی تصویر موشن بلر استفاده کردیم:

```
restored = n_range(wiener(normal(retina_motionblurred), kernel, balance))
```

طبق توضیحات سوال و اسناد تابع ورودی تصویر باید بصورت نرمال بین $[-1,1]$ باشد و بهمین منظور با تابع ارائه شده در ماژول *tools* یعنی `normal(retina_motionblurred)` تصویر ۸ بیتی را به این رنج داده‌ای مپ می‌کنیم و در ورودی وینر قرار می‌دهیم. همچنین کرنل دیگر ورودی این تابع است که در سوال مطرح شده بود. در سند تابع وینر اشاره شده است که *psf* یا *point spread function* در واقع پاسخ به ورودی ضربه است که به نوعی تابع تبدیل دگردیسی را مشخص می‌کند. پارامتر ورودی دیگر دیگر بالانس می‌باشد که در سند تابع وینر برای آن این توصیف ارائه شده است:

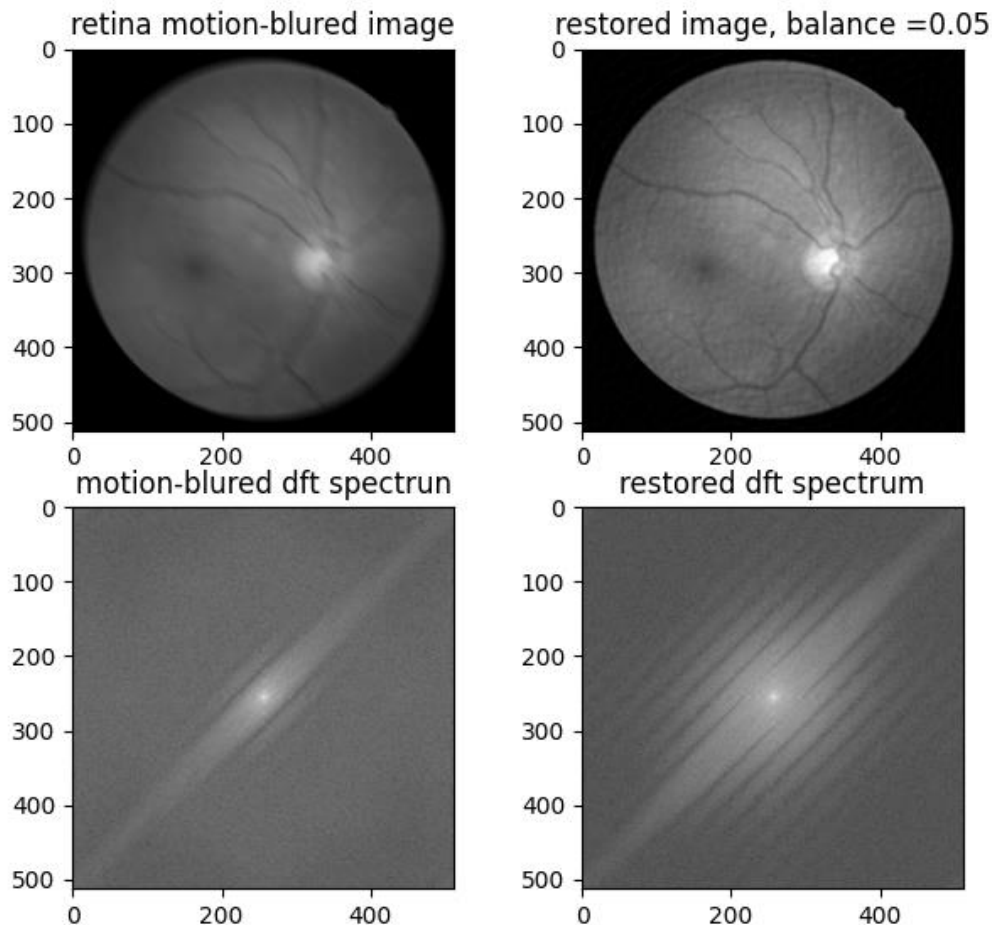
The regularisation parameter value that tunes the balance between the data adequacy that improve frequency restoration and the prior adequacy that reduce frequency restoration (to avoid noise artifacts).

در واقع این پارامتر با مقداری که دارد، یک تنظیم برای تعادل بین قابلیت کفایت بودن داده‌ها انجام می‌دهد که خروجی آن بهتر شدن بازیابی فرکانسی نسبت به حالت‌های نویزی تر بازیابی است. با توجه به راهنمایی سوال و بررسی خروجی‌ها این مقدار بصورت `balance=0.050` در نظر گرفته شد.

همچنین طبق اعلام سوال، خروجی این تابع بصورت نرمال دوقطبی بین $[-1,1]$ می‌باشد که با تابع `n_range()` ارائه شده در ماژول *tools* به استاندارد ۸ بیتی `[0,255]` تبدیل می‌شود.

سوال اول: ج)

برای پارامتر بالانس $balance=0.05$ و محاسبات قبلی با اجرای شرایط خواسته شده اقدام به نمایش تصاویر اصلی تار و بازگردانی شده و اسپکتروم شدتی تبدیل فوریه گسسته آن‌ها می‌کنیم. در خروجی داریم:



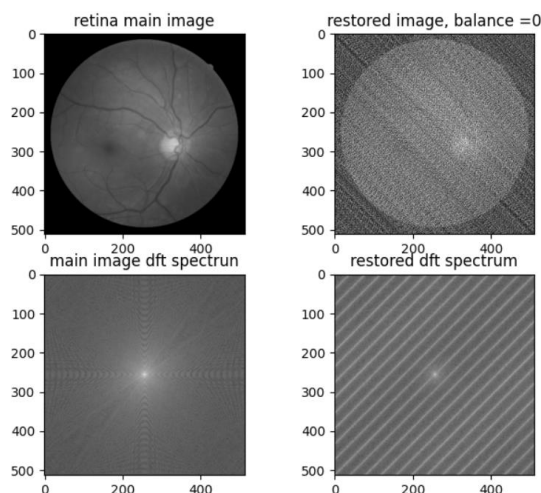
مشاهده می‌شود الگوریتم بازیابی تقریباً خوب کار کرده است و از تصویر تار به تصویر اصلی نزدیک شده‌ایم. در اسپکتروم تبدیل فوریه‌های گسسته نیز مشاهده می‌شود که ترنزیشن‌های فشرده در تصویر تار، به ترنزیشن‌های بازتر شده در تصویر بازیافت شده تبدیل شده‌اند. پس اطلاعات تصویر بیشتر شده است.

سوال اول: (د)

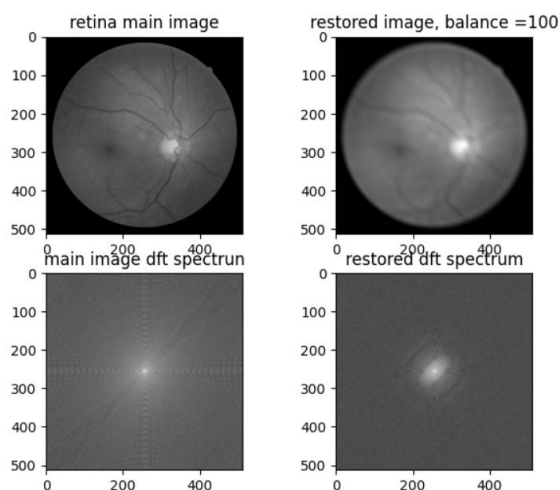
پارامتر بالانس هرچه بیشتر باشد، تصویر بازیابی شده تارتر می شود و هرچه کمتر باشد، تصویر بازیابی شده شارپ تر می شود. اگر بالانس برابر ۰ شود، تصویر خیلی شارپ اما با نویز بسیار تقویت شده می باشد. با توجه به رابطه تبدیل وینر داریم:

$$\hat{F}(u, v) = \left[\frac{1}{H(u, v)} \frac{|H(u, v)|^2}{|H(u, v)|^2 + K} \right] G(u, v)$$

پارامتر بالانس در واقع K می باشد. هر چه بزرگ تر شود، فرکانس های بالای کمتری عبور داده می شود پس ترنزیشن ها محدود می شوند و در مکان هم تصویر تارتر می شود - و هرچه کوچک تر شود، فرکانس های شدیدتری عبور داده می شود و ترنزیشن ها گسترده تر می شوند و در مکان هم تصویر شارپ تر است. اگر در تصویر نویز داشته باشیم، چون نویز دارای فرکانس بالا است، اگر بالانس ۰ باشد، نویزها بسیار پررنگ می شوند. برای مثال، برای بالانس صفر داریم:

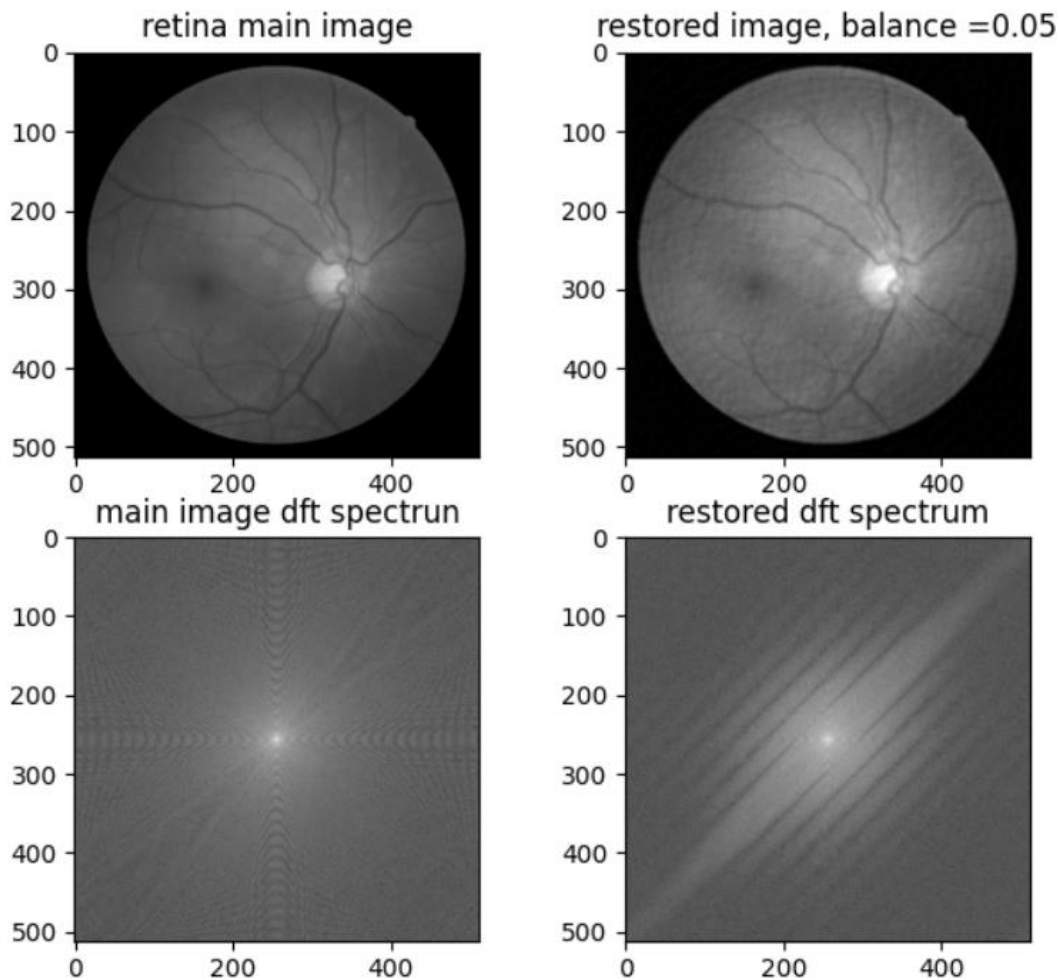


مشاهده می شود تصویر خیلی نویزی داریم که بخاطر این است که نویز که فرکانس بالا است توسط تبدیل معکوس که فرکانس پایین است تشدید شد است. حال برای بالانس با مقدار بالا داریم:



مشاهده می‌شود که تصویر اگرچه بدون نویز است، اما سطح بلر شدگی بالا می‌باشد.

با بالا و پایین کردن بالانس به مقدار ایده‌آل $\text{balance}=0.05$ می‌رسیم:



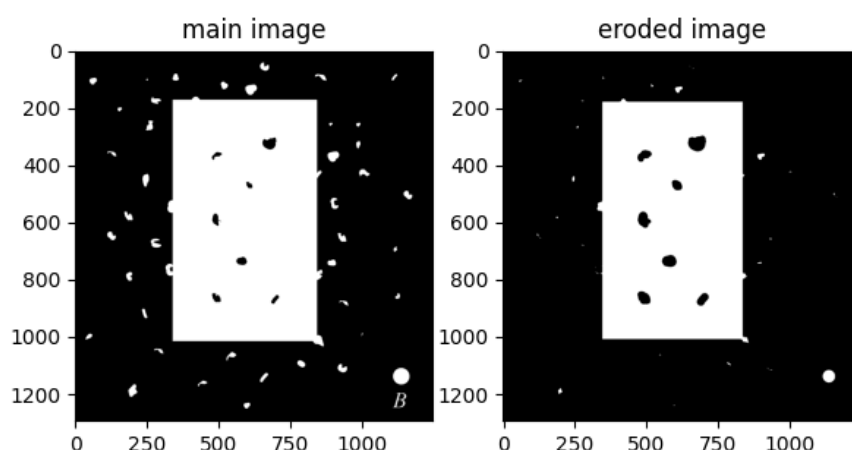
که خروجی هم در حوزه فرکانس دارای ترنزیشن‌های نزدیکی به تصویر اصلی است و هم در حوزه مکان نویز نداریم و دچار تاری نیز نیستیم.

سوال دوم: الف)

پس از انجام مقدمات و خواندن تصویر در حالت خاکستری برای انجام عملیات اروژن روی آن با المان سازه‌ای دایره‌ای با شعاع ۱۵ از تابع زیر استفاده می‌کنیم:

```
img_eroded = cv2.erode(img, cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (15,15)))
```

در ادامه نتیجه این عملیات را بر روی تصویر نشان می‌دهیم:



برای توصیف آنچه این عملیات انجام می‌دهد، باید یک دایره سفید با شعاع ۱۵ پیکسل را در نظر بگیریم که مانند عملیات کانولوشن روی تصویر حرکت می‌کند (المان یک مربع ۱۵ در ۱۵ است که فقط دایره درون آن مقدار ۱ دارد و خارج دایره مقدار ۰). هر کجای تصویر اصلی که زیر این دایره قرار گرفت و اگر شرط اینکه تمام نقاط سفید بودند به مانند دایره، ارضاء گردید، نقطه مرکزی دایره که متناظر با پیکسل مربوط در تصویر ارود شده است، روشن می‌شود. طبق توضیح مرجع که همین حرف ما را می‌زند، داریم:

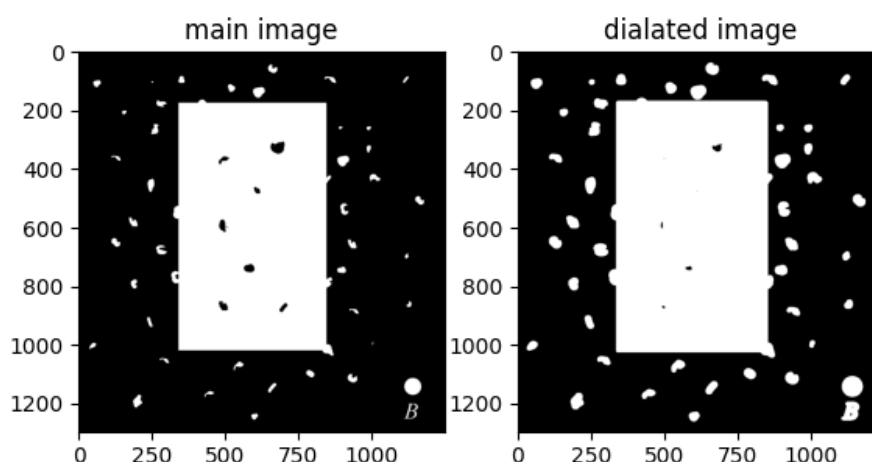
A pixel in the original image (either 1 or 0) will be considered 1 only if all the pixels under the kernel is 1, otherwise it is eroded (made to zero).

پس عملیات اروژن نواحی کوچک سفید را (که از دایره کوچک‌تر هستند) را تضعیف می‌کند و در خروجی تصویر هرس شده‌ای ایجاد می‌کند که نواحی سفید ضعیف (برای مثال نویزهای سفید) از بین رفته‌اند و مرزهای لاغرتری ایجاد می‌شود.

برای انجام عملیات دایالیشن با المان دایره‌ای با شعاع ۱۵ بر روی تصویر از تابع زیر استفاده می‌کنیم:

```
img_dilated = cv2.dilate(img, cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (15, 15)))
```

در ادامه نتیجه این عملیات را بر روی تصویر نشان می‌دهیم:



برای توصیف آنچه این عملیات انجام می‌دهد، باید یک دایره سفید با شعاع ۱۵ پیکسل را در نظر بگیریم که مانند عملیات کانولوشن روی تصویر حرکت می‌کند (المان یک مربع ۱۵ در ۱۵ است که فقط دایره درون آن مقدار ۱ دارد و خارج دایره مقدار ۰). هر کجای تصویر اصلی که زیر این دایره قرار گرفت و اگر شرط اینکه حداقل یک نقطه از تصویر اصلی که زیر دایره می‌روند، سفید بود، ارضاء گردید، نقطه مرکزی دایره که متناظر با پیکسل مربوط در تصویر دایالیت شده است، روشن می‌شود. طبق توضیح مرجع که همین حرف ما را می‌زند، داریم:

It is just opposite of erosion. Here, a pixel element is '1' if atleast one pixel under the kernel is '1'.

پس عملیات دایالیشن نواحی سفید را (که از دایره کوچک‌تر هستند) را قوی می‌کند و در خروجی تصویر چاقی ایجاد می‌کند که نواحی مشکی درونی ضعیف (چاله‌های ضعیف‌شده) و مرزهای چاقی دارد.

سوال دوم: (ب)

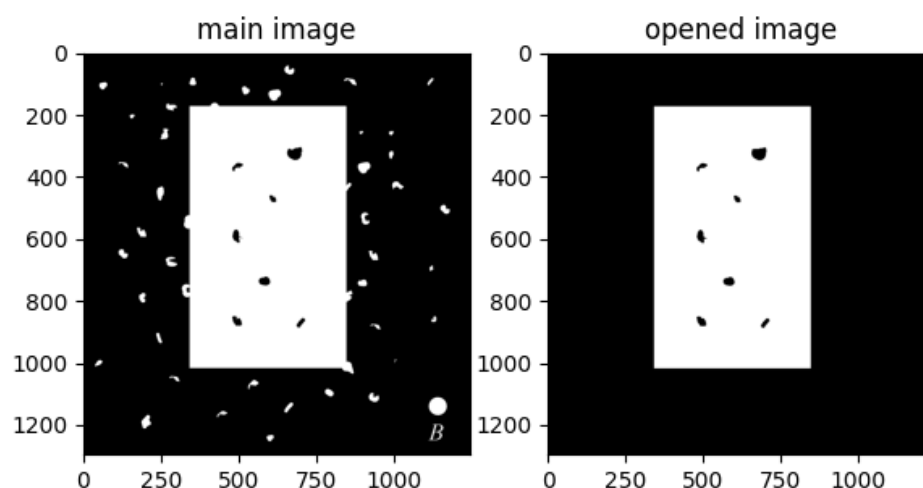
در واقع عملیات اوپنینگ عبارت است از اعمال اروژن و سپس اعمال دایالیشن. پس نویزها در ابتدا حذف می‌شوند و سپس با چاق کردن مرزها و نواحی تضعیف شده، تصویر به تصویر اصلی ام بدون نویز بسیار نزدیک می‌شود. به نوعی این عملیات قله‌های تیز را نرم می‌کند.

برای حذف نویز بر روی تصویر، این عملیات را (اوپنینگ) با المان ساختاری مستطیلی اعمال کرده‌ایم. برای اعمال اوپنینگ داریم:

```
img_opened = cv2.morphologyEx(img, cv2.MORPH_OPEN, cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (44, 44)))
```

ابعاد المان مستطیلی (44, 44) تمامی نویزها را حذف می‌کند. از این اندازه کوچک‌تر، برخی از نویزها را حفظ می‌کند. دلیل رسیدن به این ابعاد، اندازه بزرگترین دایره موجود در گوشه پایین راست تصویر بود که باید حذف می‌شد.

برای نمایش نتایج داریم:



مشاهده می‌شود فقط با یک ایتريشن تمام نویزها از بین رفته‌اند.

سوال دوم: ج)

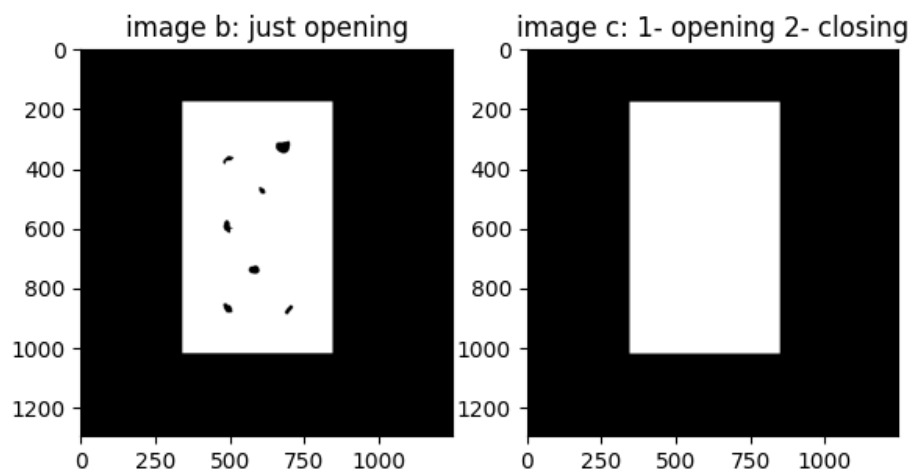
در واقع عملیات کلوزینگ عبارت است از اعمال دایالیشن و سپس اعمال اروژن. پس نواحی خالی در ابتدا چاق/پر می‌شوند و سپس با لاغر کردن، تصویر به تصویر اصلی ام بدون چاله بسیار نزدیک می‌شود. به نوعی این عملیات چاله‌های مشکلی موجود در نواحی سفید را پر می‌کند.

برای حذف چاله‌های داخلی بر روی تصویر، این عملیات را (کلوزینگ) با المان ساختاری مستطیلی اعمال کرده‌ایم. برای اعمال اوپنینگ داریم:

```
img_closed = cv2.morphologyEx(img_opened, cv2.MORPH_CLOSE, cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (32,32)))
```

ابعاد المان مستطیلی (32, 32) تمامی چاله‌ها را پر می‌کند. این ابعاد بر اساس ابعاد بزرگترین چاله موجود در مستطیل و آزمون و خطا بدست می‌آید.

برای نمایش نتایج داریم:



مشاهده می‌شود چاله‌های تصویر پر شده‌اند و مستطیل خالص بدست آمده است.

سوال سوم: الف)

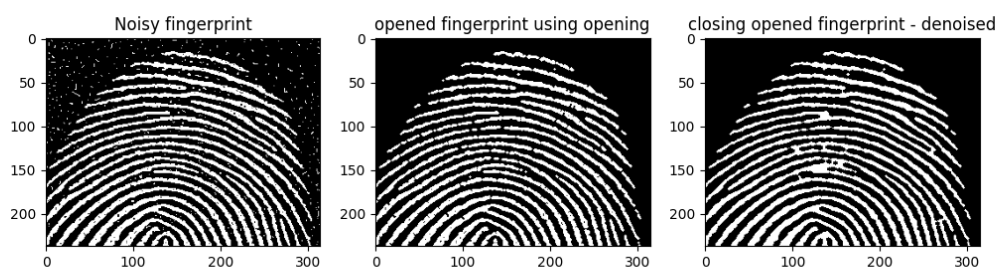
برای حذف نویز به نوع نویزها توجه می‌کنیم. نویزها از نوع سالت هستند. پس اگر از کنار به تصویر نگاه کنیم، نویزها مانند تیزی یا قله‌های بالا در تصویر هستند. برای حذف آن‌ها از عملیات اوپنینگ استفاده می‌کنیم زیرا این عملیات تیزی‌ها را صاف می‌کند. پس داریم:

```
fingerprint_opened = cv2.morphologyEx(fingerprint_noisy, cv2.MORPH_OPEN, cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (3,3)))
```

همچنین از المان ساختاری دایره‌ای با شعاع ۳ استفاده می‌کنیم. سپس خروجی را تحت عملیات کلوزینگ با همین المان ساختاری فقط با شعاع ۵ قرار می‌دهیم. دلیل نیز این است اوپنینگ اگرچه نویزهای سفید در زمینه مشکلی را حذف می‌کند، اما همچنان در اثر انگشت چاله‌های مشکی ریز وجود دارد که با عملیات کلوزینگ پر می‌شوند و پیوستگی بین خطوط ایجاد می‌شود. پس برای این عملیات داریم:

```
fingerprint_opened_closed = cv2.morphologyEx(fingerprint_opened, cv2.MORPH_CLOSE, cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (5,5)))
```

سپس نتایج را نمایش می‌دهیم:



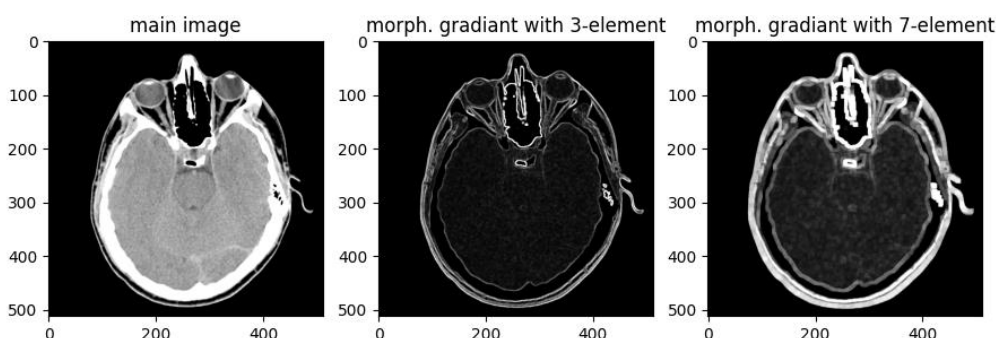
مشاهده می‌شود هم نویزهای سفید حذف شده‌اند و هم چاله‌های ریز موجود در خطوط پر می‌گردد.

سوال سوم: ب)

برای گرادیان گیری از تصویر با انجام عملیات مورفولوژی، اختلاف دایلیشن و اروژن یک تصویر باید محاسبه شود. در واقع دایلیشن پیکسل های نزدیک مرز را چاق می کند و اروژن نواحی نزدیک مرز را تضعیف می کند. پس اختلاف دایلیشن و اروژن یک تصویر مرزها را که بیانگر گرادیان های شدتی می باشد، محاسبه می کند. برای نمونه اگر المان مربعی با ضلع سه باشد، داریم:

```
img_dil_3 = cv2.dilate(img, np.ones((3,3)), iterations = 1)
img_ero_3 = cv2.erode(img, np.ones((3,3)), iterations = 1)
gradient_3 = img_dil_3 - img_ero_3
```

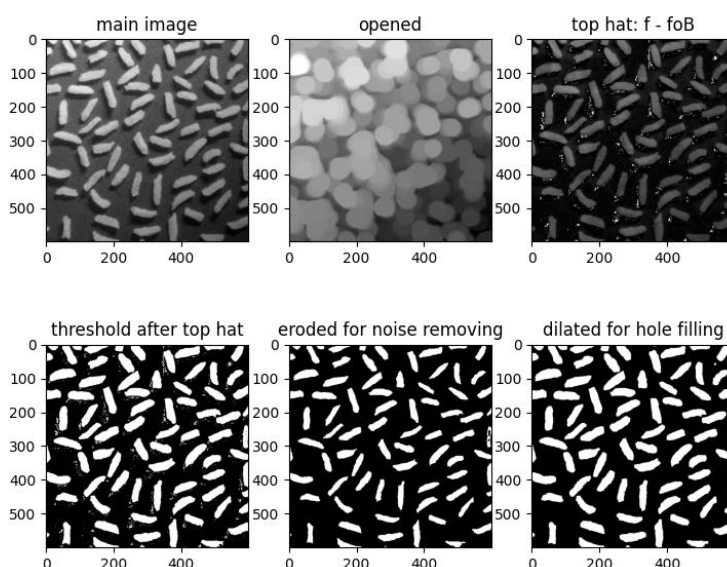
همین کار را برای المان مربعی با ضلع هفت نیز انجام می دهیم و خروجی را نمایش می دهیم:



مشاهده می شود که گرادیان درهسته با ضلع ۷ مرزهای با عرض بیشتری می دهد و حتی در برخی نقاط تفکیک دو مرز دیگر ساده نیست. دلیل نیز این است که در چه المان بزرگ تر باشد، دایلیشن چاق تر و اروژن لاغرتر می شود، پس اختلاف آن ها نیز بیشتر می شود. در خروجی فعلی، مرزها در گرادیان هسته با ضلع ۳ بهتر تفکیک می باشند زیرا چاقی و لاغری تا حد معقولی بولد شده است.

سوال سوم: ج)

برای استخراج دانه‌های برنج مستقیم از ترشولد نمی‌توان استفاده کرد زیرا بخشی از برنج‌ها دارای قسمتی با شدتی هستند که حذف می‌شوند. پس ایده این است که با عملیات مرفولوژی ابتدا زمینه را در نواحی مختلف کمی معتدل کنیم و سپس سراغ ترشولدینگ برویم. قبل از توضیح مراحل، خروجی را قرار می‌دهیم تا روی آن توضیح دهیم:



در اولین گام روی تصویر اوپنینگ اجرا می‌کنیم (با المان دایره و شعاع ۵۰). این کار بکگراند های روشن و تاریک را به ما می‌دهد. سپس تصویر را از این بکگراند کم می‌کنیم. این عملیات در کتاب تاپ هت نام گرفته است. با این کار بکگراند معتدل‌تری از نظر نور داریم. سپس روی تصویر با بکگراند معتدل ترشولد اعمال می‌کنیم. برای حذف نقاط سفید یک اروژن و برای پر کردن نقاط مشکلی و چاقی مرزها یک دایلیت نیز اعمال می‌کنیم. مشاهده می‌شود که به خوبی دانه‌های برنج تفکیک شده‌اند. تغییر شعاع و المان اوپنینگ در مرحله دوم در نتیجه اثر می‌گذارد. شعاع بیشتر می‌تواند نتیجه حتی بهتر هم بدهد.