

به نام خدا

پردازش تصویر

تمرین شماره ۵

بازیابی تصویر و پردازش ریخت شناسانه

تاریخ تحویل: ۱۴۰۰/۳/۱۵

ارشین سلطان بایزیدی

۹۷۳۳۰۳۷

استاد درس: دکتر حامد آذرنوش

نیمسال بهار ۹۹-۰۰

سؤال ۱ :

در فیزیک جمع شونده، فیزیک به تصویر با اضافه می شود. یعنی داریم :

$$y[u, v] = x[u, v] + n[u, v]$$

تصویر اصلی نویز

در فیزیک ضرب شونده، فیزیک در تصویر ضرب می شود. مثلاً تفاوت های روش های در تصاویر، فیزیک ضرب شونده است. برای از بین بردن نویز ضرب شونده، فیلترهای مانند low pass, high pass و ... خوب عمل نمی کنند. برای از بین بردن این نویز، فیلتر است به نویز جمع شونده تبدیل کرده و سپس فیلترهای آل اعمال کنیم.

$$y[u, v] = x[u, v] \cdot n[u, v]$$

برای تبدیل نویز به جمع شونده از لگاریتم کمک می گیریم :

$$y[u, v] = x[u, v] \cdot n[u, v] \rightarrow \log(y[u, v]) = \log(x[u, v] \cdot n[u, v])$$

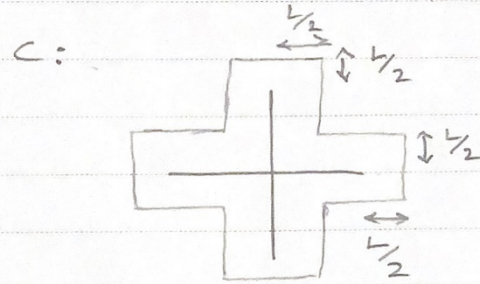
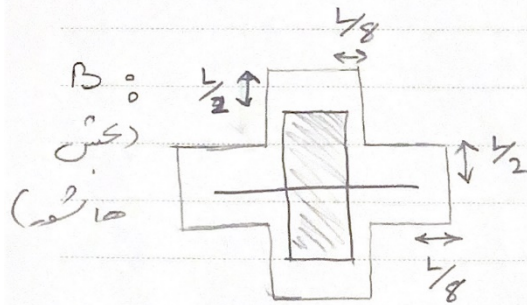
$$= \log(x[u, v]) + \log(n[u, v])$$

حال $\log(n[u, v])$ را به عنوان نویز در نظر می گیریم که با تبدیل تصویر $\log(x[u, v])$ جمع شده است. پس از از بین بردن نویز، $\log(x[u, v])$ را به تصویر اصلی برگردانیم.

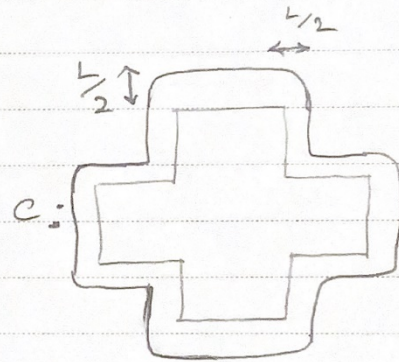
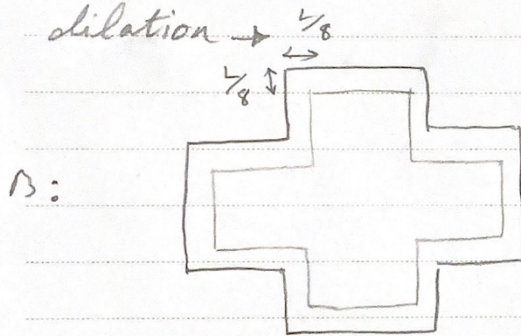
$$x[u, v]$$

سؤال ۲:

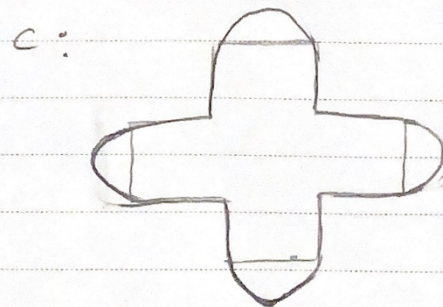
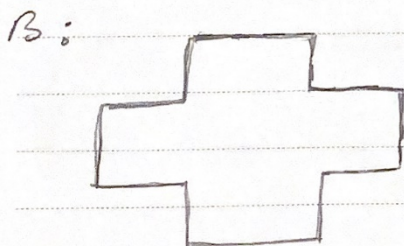
erosion →



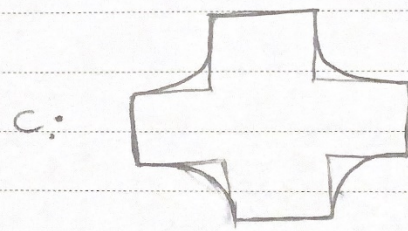
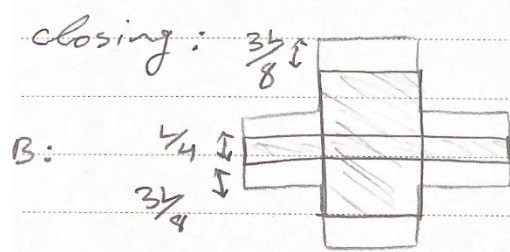
dilation →



opening:



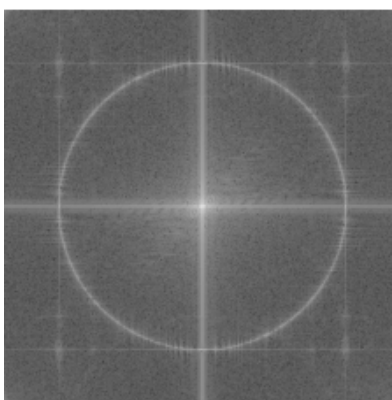
تغییر نمی‌کند



سؤال ۳

الف) از حالت مربعی و مرتبی که نویز تصویر دارد، می‌توان نتیجه گرفت که نویز تصویر متناوب و سینوسی است. با تبدیل فوریه‌ی تصویر و بردن آن به حوزه‌ی فرکانس می‌توان زوج‌های ایمپالس‌های مختلط و مزدوج را در هر موج سینوسی و به‌صورت دایره‌ای در طیف فرکانسی مشاهده کرد. در چنین نویزی، محل تقریبی نویزها در طیف فرکانسی قابل پیش‌بینی است؛ بنابراین فیلترهایی مانند بندریجکت یا بنداستاپ که مخالف فیلتر بندپس است برای ازبین‌بردن نویز مناسب هستند. برای مثال ماسک فیلتر بندریجکت باترورث (Butterworth) را به‌شکل دایره‌ای در مرکز تصویر با شعاعی که ایمپالس‌های نویز را خنثی کند می‌توان روی تصویر با نویز سینوسی اعمال کرد. ماسکی که در فایل همراه سؤال آورده شده، یک عکس با دایره‌هایی با شعاع‌های متفاوت است که باتوجه به مکان ایمپالس‌های نویز در طیف فرکانسی دایره‌ی مناسب را انتخاب کرد و فیلتر را روی تصویر نویزدار اعمال کنیم.

طیف فرکانسی تصویر نویزدار ما به این شکل است:

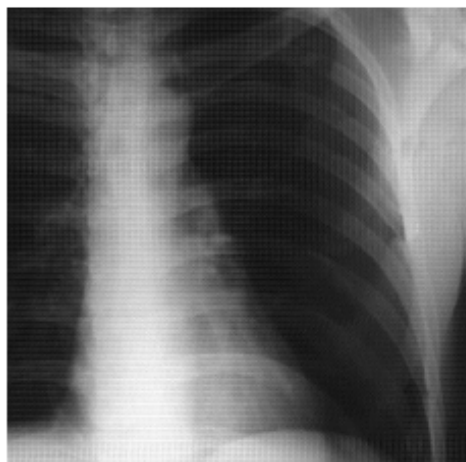


پس دایره‌ای که برای ماسک فیلتر ما مناسب است باید شعاع یکسانی با این دایره داشته باشد. دایره‌ی دوم از ۴ دایره‌ی فایبل ماسک برای این کار مناسب است.

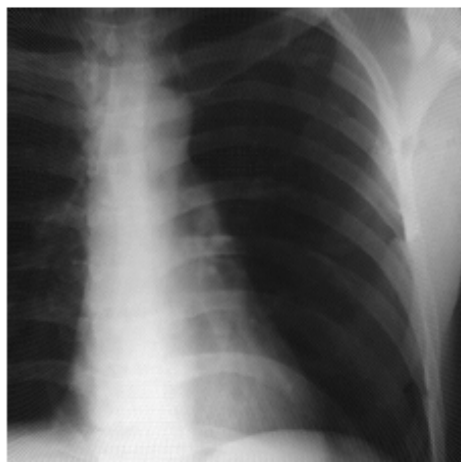
ب) از تصویر تبدیل فوریه می‌گیریم و بخش DC آن را به مرکز شیف می‌دهیم تا برای نشان‌دادن مناسب باشد. سپس تغییراتی را که در فایل indexing روی img اعمال شده بود با تبدیل فوریه‌ی تصویرمان جایگزین می‌کنیم و دایره‌ی موردنظر را انتخاب می‌کنیم. سپس تصویر را دوباره به حالت اول شیف داده و عکس تبدیل فوریه را اعمال می‌کنیم. برای اینکه تصویر را بتوانیم در حوزه‌ی مکان نشان دهیم، بخش حقیقی را عکس تبدیل فوریه می‌کنیم.

خروجی:

Original noisy image



Filtered image



همان طور که دیده می شود، نویزهای تصویر تقریباً به خوبی از بین رفته اند و آثار اعمال فیلتر دایره ای کمی دیده می شود.

سؤال ۴

آ، ب، ج) تصویر را می‌خوانیم و با دستور `cv.threshold` آن را با آستانه‌ی ۱۲۰ باینری می‌کنیم. برای اینکه طبق خواسته‌ی سؤال خطوط اثر انگشت سفید و پس‌زمینه سفید شود، از دستور `cv.THRESH_BINARY_INV` استفاده می‌کنیم تا به‌صورت نکاتیوشده باینری شود. با استفاده از دستوراتی که در لینک کمکی سؤال آورده شده، کرنلی تعریف می‌کنیم که به‌شکل + و ابعاد ۳ در ۳ است. همچنین با دستورهای `cv.morphologyEX` عملیات `opening` و `closing` را انجام می‌دهیم.

د) `opening` به این صورت است که ابتدا عمل `erosion` روی تصویر انجام شده و ضخامت خطوط اثر انگشت کمتر می‌شود و نویزهای ریز تصویر از بین می‌رود، سپس `dilation` انجام می‌شود تا ضخامت از دست‌رفته جبران شود، ولی نویزها برنمی‌گردند.

`Closing` برعکس `opening` است و اول عمل `dilation` و سپس `erosion` انجام می‌شود. یعنی اول ضخامت دور تصویر بیشتر می‌شود و حفره‌های ریز اجسام تصویر از بین می‌شود، سپس ضخامت دور تصویر کاهش می‌یابد اما حفره‌ها پر شده سر جای‌شان باقی می‌مانند.

`Opening` باعث از بین رفتن نویزهای سفید ریز در پس‌زمینه‌ی تصویر ما شد که تغییر مناسبی است. اما بخش‌هایی از اثر انگشت که خطوط ناپیوسته و دارای حفره‌های ریز بودند، ناپیوسته‌تر شدند و حفره‌های درون خطوط بزرگ‌تر شدند که این باعث ناواضح شدن خطوط اثر انگشت نسبت به حالت اول شد. مخصوصاً در بخش‌های مرکزی که جاهای سیاه خالی بیشتری بین خطوط وجود دارد.

`Closing` نویزهای تصویر را کمی پررنگ‌تر کرد؛ اما حفره‌های خطوط اثر انگشت را پر کرد و پیوستگی و وضوح‌شان بیشتر شد.

ه) هردو روش مزایا و معایبی داشتند که با توجه به کاربرد تصویر هر کدام می‌توانند مناسب باشند. اما اینجا چون با اثر انگشت سروکار داریم، وضوح و پیوستگی خطوط اثر انگشت در اولویت است. بنابراین `closing` روش مناسب‌تری است با وجود اینکه نویزهای تصویر همچنان وجود دارند و کمی پررنگ‌تر هم شده‌اند.

Original threshold image



Image opening



Image closing



سؤال ۵

آ و ب) تصویر را با دستوری که در سؤال قبل ذکر شد باینری کرده و با کرنل ellipse عملیات closing را انجام می‌دهیم. همان‌طور که دیده می‌شود تصویر ما یک تصویر باینری سیاه و سفید است و بسیاری از حفره‌های سیاه درون جمجمه پر شده‌اند اما هنوز حفره‌هایی وجود دارد.



ج) تابعی با ورودی تصویر و دانه تعریف می‌کنیم. برای پرکردن حفره‌های تصویر نیاز به اعمال فرمول زیر روی تصویر داریم:

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A^c \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

در اینجا ابتدا یک پیکسل که همان دانه‌ی ماست dilate می‌شود و ضخامت اطراف آن افزایش می‌یابد؛ سپس با مکمل (نگاتیو) تصویر اشتراک گرفته می‌شود. سپس این عملیات را دوباره روی تصویر حاصل انجام می‌دهیم و این کار را چند دفعه انجام می‌دهیم تا جایی که دیگر حفره‌ای در ناحیه‌ای که می‌خواستیم پر کنیم، باقی نمانده باشد.

در تابع، کرنلی به‌شکل $+$ و ابعاد 3×3 در 3 برای dilate کردن ایجاد می‌کنیم. حال باید محل دانه را مشخص کنیم. برای این کار ابتدا یک تصویر سیاه (آرایه‌ای که همه‌ی درایه‌های آن صفر است) به ابعاد تصویر اصلی ایجاد می‌کنیم. سپس مختصاتی را که ورودی تابع است، سفید می‌کنیم. اکنون یک پیکسل از تصویر سیاه ما سفید است و باید آن را گسترش دهیم. برای اینکه بتوانیم تشخیص دهیم که این فرمول چقدر باید روی تصویر تکرار شود، یک تصویر سیاه دیگر درست می‌کنیم؛ این دو تصویر همان X_k و X_{k-1} هستند. عملیات را از X_{k-1} که دانه‌ی سفید را در آن گذاشته‌ایم شروع می‌کنیم. یک حلقه‌ی while درست می‌کنیم که تا وقتی X_k و X_{k-1} با هم برابر نشده‌اند (یعنی وقتی که دیگر حفره‌ای برای پرکردن وجود ندارد) این فرمول را انجام دهد. اول با دستور مناسب، dilate می‌کنیم و سپس با تصویر ورودی تابع (که اینجا closing است) اشتراک یا همان and می‌گیریم. هر بار که حلقه انجام می‌شود، X_k و X_{k-1} را برابر می‌کنیم تا X_k در هر مرحله آپدیت شود و همواره یک قدم جلوتر از آن یکی باشد تا مانند یک دنباله، عملیات روی‌شان انجام شود. در نهایت، برای اینکه دور جمجمه تحت‌تأثیر تغییرات قرار نگیرد و سیاه باقی بماند، تصویر جمجمه را که پر شده است با تصویر اولیه اجتماع یا or می‌گیریم و حاصل آن را خروجی تابع قرار می‌دهیم.

حال با دادن مختصات مناسب برای دانه، می‌توانیم حفره‌های جمجمه را پر کنیم. مثلاً با مختصات (150,300) بخش میانی جمجمه تا حدودی پر می‌شود. پرشدن بخش‌های دیگر بستگی به مختصات ورودی تابع دارد.



(د) برای به دست آوردن خطوط حاشیه‌ی جسم در تصویر با استفاده از عملیات مورفولوژی، باید تصویر dilate شده را منهای تصویر erode شده بکنیم. این گونه ضخامت کم و زیاد شده در تصویر باقی می ماند. با استفاده از یک کرنل + به ابعاد ۳ در ۳، این عملیات را انجام می دهیم.

