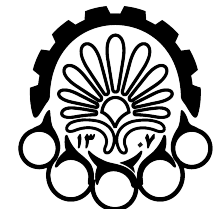


به نام او



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
دانشکده مهندسی پزشکی  
گروه بیوالکتریک



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
( پلی تکنیک تهران )

## پردازش تصویر

تمرین شماره ۳  
فیلتر گذاری مکانی

زمان ارسال: ۰۰/۰۱/۲۱

مهلت تحویل: ۰۰/۰۲/۰۴

استاد درس:  
دکتر حامد آذرنوش

تدریس یاران:

حسین قاسم دامغانی

حمیدرضا ابوئی مهریزی

یلدا ظفری قدیم

نیم سال بهار ۹۹-۰۰

۱ ۲۰%

دو فیلتر نرم‌کردن<sup>۱</sup> و دو فیلتر تیزکردن<sup>۲</sup> در ابعاد سه در سه برای ماتریس دوبعدی زیر پیشنهاد داده و ماتریس نهایی را پس از اعمال این فیلترها رسم کنید.

۰	۰	۱۰	۱۰	۰
۰	۱۰	۲۰	۲۰	۱۰
۰	۱۰	۲۰	۲۰	۱۰
۰	۰	۱۰	۱۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰

## ۲ ۲۵%

در این تمرین قصد داریم چند فیلتر را روی تصویر اعمال کنیم که مراحل آن باید توسط شما کدنویسی شود و نمی‌توانید از تابع فیلتر کردن OpenCV استفاده کنید.

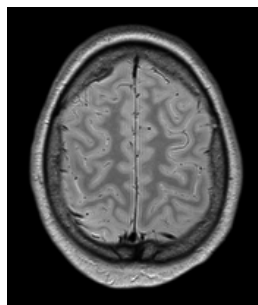
۱. یک تابع بنویسید که در ورودی یک تصویر، یک نام فیلتر و یک عدد به عنوان اندازه مربع کرنل<sup>۳</sup> بگیرد و آن را روی تصویر خاکستری اعمال کند و در خروجی تصویر فیلتر شده را بازگرداند. (نوع پیکسل‌های تصویر خروجی float باشد و نیازی به حذف مقادیر منفی نیست) این تابع باید بتواند فیلترهای میانگین‌گیری، کمینه، میانه، مشتق‌گیری در جهت عمودی و لاپلاسیان همسان‌گرد ۹۰ درجه را با دریافت ورودی‌های زیر اعمال کند. سائز کرنل در حالت‌های میانگین‌گیری، کمینه، میانه روی کرنل تاثیر دارد. برای عملیات padding حاشیه‌ها را نسبت به پیکسل مرزی آینه کنید. (استفاده از تابع آماده برای افزودن حاشیه<sup>۴</sup> مانعی ندارد). (۱۰٪)

- "averaging" (10%)
- "minimum" (5%)
- "median" (15%)
- "sobel\_y" (10%)
- "laplacian" (15%)

۲. در تابع قسمت قبل یک کلید دیگر اضافه کنید که کرنل زیر را روی تصویر اعمال کند. برای آن نام مناسب انتخاب کنید و در گزارش ذکر کنید که این فیلتر مکانی چه کاری انجام می‌دهد. (۲۰٪)

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

۳. حال تصویر MRI.png را بخوانید و ۶ فیلتر که تاکنون معرفی شد با کرنل ۳ در ۳ روی تصویر اعمال کنید و در کنار آن، صرفاً سه فیلتر اول را یک بار دیگر با کرنل ۷ در ۷ فیلتر کرده و ۹ تصویر به دست آمده را در یک پنجره به شیوه مناسب نمایش دهید. (مقادیر vmin و vmax را آزاد بگذارید). (۱۵٪)



۳

kernel  
۴

padding

## ۳ ۳۰%

در این سوال قصد داریم به کمک فیلترهای مکانی و تبدیل شدت روشنایی، یک تصویر کاملاً آسیب دیده را به شکل چشم گیری بهبود بدهیم. تصویر retina.jpg را بخوانید و مراحل زیر را دنبال کنید:

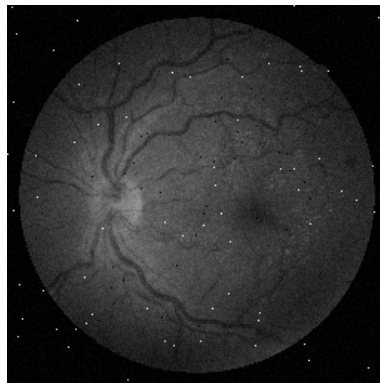
(آ) فیلتر میانه گیری و میانگین گیری با قاب ۳ در ۳ را بر این تصویر اعمال کنید، نتیجه را نمایش دهید و نقش هرکدام را در بهبود تصویر شرح دهید و با هم مقایسه کنید. (۱۵%)

(ب) تابعی بنویسید که تبدیل توانی با  $\gamma$  دلخواه را بر روی تصویر ۸ بیتی پیاده کند، توجه کنید که خروجی ۸ بیتی باشد. (۲۵%)

(ج) این تابع را با  $\gamma = \frac{2}{3}$  بر تصویر حاصل از میانه گیری نتیجه بخش الف اعمال کنید، نتیجه را نمایش دهید و نقش آن را در بهبود تصویر شرح دهید. (۱۰%)

(د) کرنل لاپلاسین را مطابق Figure 3.37 (d) کتاب مرجع بر نتیجه بخش قبل اعمال کنید تا یک ماسک استخراج شود. برای مشاهده پذیری، یک نسخه تبدیل توانی شده با  $\gamma = \frac{1}{3}$  از آن را نمایش دهید. با توجه به اینکه اصل تصویر دایروی بوده و در یک قاب مربعی سیاه محدود شده، بیان کنید روشنی های خارج از دایره اصلی تصویر نشان دهنده چه چیزی هستند. (۲۰%)

(ه) دنباله ای حسابی بین ۲- تا ۲ با گام ۰/۰۱ ایجاد کنید. یک ویدیو با ۲۰ فریم بر ثانیه تهیه کنید به شکلی که فریم  $i$  آن  $img_c + c_i \times mask$  باشد که  $img_c$  خروجی بخش ج است،  $c_i$  عناصر دنباله حسابی ایجاد شده هستند و mask نیز ماسک استخراج شده بخش پیش است (نسخه اصلی آن). با مشاهده ویدیوی خروجی، نقش علامت و مقدار  $c_i$  را در تصویر خروجی بیان کنید و ثانیه ای از ویدیو را با بیان علت گزارش کنید که به نظر شما  $c_i$  برای بهبود تصویر مناسب بوده. راهنمایی: عملیات ها را با نوع داده اعشاری انجام دهید، در محدوده ۸ بیتی بی علامت مقادیر نهایی را برش بزنید و نسخه ۸ بیتی بی علامت آن را در خروجی ویدیو بنویسید. در گزارش شرح دهید اگر از همان نوع داده ۸ بیتی بی علامت در طول محاسبات استفاده کنیم، با چه مشکلی مواجه می شویم. (۳۰%)



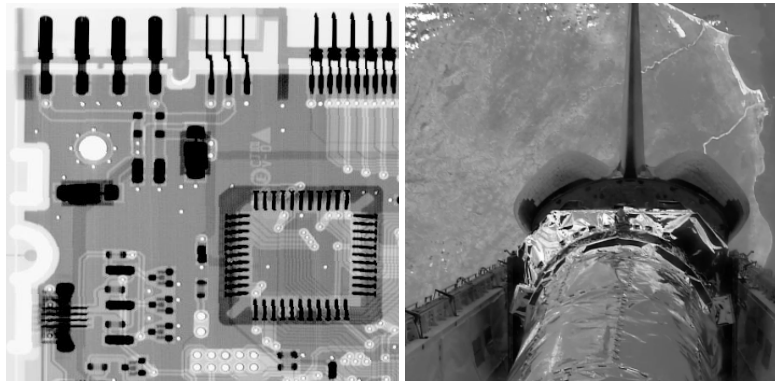
## ۴ ۲۵%

آ) تابع `bitplane_slice(image,n)` را طوری بنویسید که عملیات برش صفحه بیتی<sup>۵</sup> را روی تصویر ورودی پیاده سازی کند و در خروجی یک تصویر حاوی `n` امین صفحه را بازگرداند. (۴۰%)

ب) تصویر `PCB.tif` را به صورت خاکستری بخوانید و تابع `bitplane_slice` را روی آن اعمال کنید و ۸ تصویر خروجی را در یک پنجره نمایش دهید. (۱۰%)

ج) حال می‌خواهیم یک نوع آشکارساز حرکت<sup>۶</sup> با استفاده از برش صفحه بیتی درست کنیم. بدین منظور ابتدا ۳ تصویر `NASA-A.tif`, `NASA-B.tif`, `NASA-C.tif` را بخوانید. با استفاده از تابعی که بالاتر نوشتیم، دو تصویر اول را با هم و دو تصویر دوم را با هم به شیوه زیر مقایسه می‌کنیم:

شیوه مقایسه بدین صورت است که صفحات متناظر هر دو تصویر را با هم XOR کرده و با هم با ضرب مناسب جمع می‌کنیم تا تصویر تفاضلی نهایی به دست آید. در این سوال مطلوب است که فقط ۴ صفحه شامل بیت‌های بزرگتر با هم مقایسه شوند. حال دو تصویر تفاضلی به دست آمده را در یک پنجره در کنار هم نمایش دهید. (۵۰%)



**نحوه ارسال:** فایل گزارش را به همراه کدهای نوشته شده در قالب یک فایل فشرده‌ی zip به اسم `HW3_Num` باشد که `Num` شماره‌ی دانشجویی شما هست، مانند `HW3_9433001`. فقط از طریق سامانه مدیریت یادگیری

**Moodle ارسال بفرمایید.**

<sup>۵</sup>bit plane slicing  
<sup>۶</sup>motion detector

## امتیازی (مهلت ارسال: اتمام مهلت ارسال تمرین بعدی)

در درس کرنل‌های میانگین‌گیری ساده را دیدید که برای مثال برای یک کرنل ۳ در ۳ ماتریس آن چنین است:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{9}$$

در این سوال می‌خواهیم کرنل میان‌گیری‌ای طراحی کنیم که به پیکسل‌های مرکزی بیشتر از کناری‌ها اهمیت بدهد. اگر از پیکسل وسط شروع کنیم و با مقیاس City block فاصله آن را از تمامی پیکسل‌های یک کرنل  $n \times n, n \in \mathbb{O}$  حساب کنیم، پیکسل‌ها را می‌توان در طبقه‌بندی‌های مختلف قرار داد. بالاترین طبقه، طبقه ۰ خواهد بود که تنها پیکسل مرکزی در آن عضو است، زیرا که فاصله پیکسل مرکزی با خودش صفر است. سپس در طبقه ۱، چهار پیکسل اطراف آن عضو خواهند بود که فاصله‌شان تا پیکسل مرکزی ۱ است. با این روند اگر یک کرنل را طبقه‌بندی کنیم و مقدار شدت روشنایی طبقه  $i$  را  $L_i$  بگذاریم و تعداد اعضای  $L_i$  را با  $N_i$  نشان دهیم، آنگاه خواص مورد نظر ما از کرنل به شرح زیر است:

$$\begin{cases} \sum_i N_i L_i = 1 \\ N_{i+1} L_{i+1} = L_i \end{cases}$$

مثال: اگر  $n = 3$  خروجی چنین می‌شود:

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{36}$$

یا اگر  $n = 5$  خروجی چنین می‌شود:

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 32 & 4 & 1 \\ 4 & 32 & 256 & 32 & 4 \\ 32 & 256 & 1024 & 256 & 32 \\ 4 & 32 & 256 & 32 & 4 \\ 1 & 4 & 32 & 4 & 1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{2340}$$

حال موارد زیر را برآورده سازید:

۱. نشان دهید زمانی که اندازه کرنل به سمت بی‌نهایت برود، مقدار پیکسل مرکزی این کرنل به عدد ثابت  $\frac{1}{1+e^{\frac{1}{F}}}$  میل می‌کند. راهنمایی:

$$n = 2m + 1$$

• فرمول  $N_i$  را به ازای هر  $i$  بدست آورید.

•  $L_{2m}$  را بر حسب  $L$  بدست آورید.

• از قضیه فشردگی استفاده کنید.

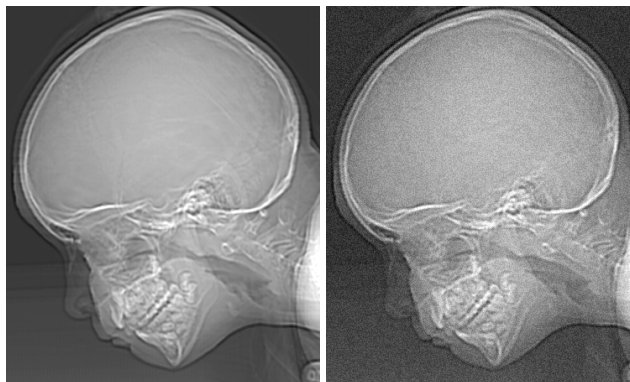
$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}$$

۲. تابعی را کدنویسی کنید که ضرایب این کرنل را با ابعاد  $n \times n, n \in \mathbb{O}$  بدست آورد. (استفاده از حلقه، دستور شرط، فهرست‌ها و مجموعه‌ها توصیه می‌شود.)

۳. مقادیر کرنل ۳ در ۳ را حساب کنید و به عنوان تصویر خاکستری نشان دهید. مقادیر  $v_{\min}$  و  $v_{\max}$  را آزاد بگذارید.

۴. برداری از ضریب پیکسل مرکزی کرنل‌های ۳ در ۳ تا ۳۳ در ۳۳ ایجاد کنید و آن را مانند یک خم نمایش دهید. خط افقی با مقدار  $\frac{1}{1+e^{\frac{1}{F}}}$  را نیز به شکل خط‌چین رسم کنید و مشاهده کنید که چطور با زیاد شدن ابعاد کرنل، ضریب پیکسل مرکزی به این ثابت می‌گردد.

۵. تصویر نویزی `ctskull.png` را بخوانید. فیلتر میان‌گیری عادی ۵ در ۵ یک بار روی آن اعمال کنید و ذخیره کنید. به روش دیگر، تصویر اولیه را دو بار با کرنل طراحی شده ۵ در ۵ فیلتر کنید. برای هر کدام جذر میانگین مجذور نویز (قدرت نویز) را حساب کنید. نویز را با حساب کردن قدر مطلق تفاوت تصویر `ctskull_org.png` با تصاویر بدست آمده، حساب کنید. سپس هر دو تصویر فیلتر شده را کنار یکدیگر قرار دهید و در مورد قدرت نویز و تارشدگی هر دو تصویر بحث کنید. همچنین بیان کنید اگر با کرنل طراحی شده، به جای دو بار، یک بار تصویر را فیلتر می‌کردیم چه مزیتی از دست می‌رفت.



**نحوه ارسال:** فایل گزارش را به همراه کدهای نوشته شده در قالب یک فایل فشرده‌ی zip به اسم `HWExtra1_Num` باشد که `Num` شماره‌ی دانشجویی شما هست، مانند `HWExtra1_9433001`. **فقط از طریق سامانه مدیریت یادگیری Moodle ارسال بفرمایید.** موفق باشید.