

دانشکده مهندسی پزشکی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی پزشکی
گروه بیوالکتریک



درس پردازش تصویر

تمرین ۲

عملیات‌های مکانی و فرکانس

استاد درس:

دکتر حامد آذرنوش

تدریس‌یاران ارشد:

امیرمحمد مولایی، میلاد طهرانی، سیدمعین طیبی، پیمان باقری

پاییز ۱۴۰۲

نکات مربوط به تحویل و گزارش تکالیف

❖ در هر تکلیف تعدادی سوال تشریحی به همراه بخش عملی و کدنویسی ارائه می شود.

❖ جواب های مربوط به بخش تشریحی را در گزارش تکلیف در قالب یک فایل pdf آماده و ارسال کنید.

❖ برای سؤالات کدنویسی یک قالب آماده "گوگل کولب" متناسب با هر تمرین تحویل شما خواهد شد تا کدهایتان و تحلیل های درخواستی هر سوال یا زیربخش را در آنجا وارد کنید. در این قالب برای هر سوال بخش های مربوط به خودش قرار گرفته است. کد خود را در بخشی که Enter your code here نوشته شده است بنویسید. هم چنین برای سوالاتی که نیاز به تحلیل دارند یک بخش توضیحات، اختصاص یافته است.

❖ برای تحویل بخش کدنویسی، توجه داشته باشید که پس از اتمام کدنویسی و هنگام تحویل دادن تمرین:

- ۱) لینک گوگل کولب خود را در داخل یک فایل نوت پد (notepad) با فرمت txt. قرار دهید.
- ۲) لینک گوگل کولب را در ابتدای گزارش تکلیف خود ارسال کنید.
- ۳) کد نوشته شده و نتایج را با استفاده از قابلیت print، به صورت pdf استخراج کنید. برای اینکار می توانید از ctrl+p در داخل صفحه ی کولب، استفاده کنید.
- ۴) از کد نوشته شده در کولب یک خروجی ipynb. نیز استخراج و ضمیمه گزارش کنید. برای این کار، از منوی بالای صفحه به بخش ipynb > download > download file مراجعه کنید.

❖ از هنگام تحویل تکلیف به بعد، کد گوگل کولب خود را باز نکنید و حتی کوچکترین تغییری در آن ندهید. چرا که با این کار تاریخ آخرین ویرایش آن تغییر می کند و برای تصحیح کننده قابل احراز نیست که زمان تحویل کد چه تاریخی است. در غیر اینصورت بخش کدنویسی آن تمرین از شما پذیرفته نخواهد شد.

❖ حتماً توجه کنید که در آخرین ویرایش کد خود یک بار کل بخش ها را به ترتیب و مرحله به مرحله اجرا کنید و اطمینان حاصل کنید که خروجی همه ی بلاکها درست و نهایی است. هنگام به اشتراک گذاشتن یا پرینت کردن کولب، این خروجی ذخیره می شود بنابراین از مناسب بودن آن اطمینان حاصل کنید.

❖ برای اشتراک گوگل کولب، گزینه share سمت بالا، راست صفحه را انتخاب می کنید. کولب خود را در بخش دسترسی (General Access) به حالت anyone with the link و به صورت viewer به اشتراک بگذارید. لینک داده شده همان لینکی هست که باید با مصحح تکلیف در میان بگذارید. این لینک را هم در گزارش تکلیف و هم در یک فایل txt. در داخل فایل zip قرار دهید.

❖ فایل نهایی گزارش تکلیف را به فرمت نام HW#_StudentID_Lastname در قالب یک فایل ZIP در سامانه اپلود بفرمایید. این فایل باید شامل موارد زیر باشد:

- ۱- گزارش تکلیف به فرمت یک فایل pdf که حاوی جواب سؤالات تشریحی یا موارد دیگر است. لینک صفحه کولب انجام شده را نیز در ابتدای این گزارش قرار دهید.
- ۲- لینک صفحه کولب انجام شده دانشجو در یک فایل نوت پد به فرمت txt.
- ۳- خروجی پرینت شده از صفحه کولب که پیش تر نحوه استخراج آن بیان شد که به فرمت pdf است.
- ۴- خروجی ipynb صفحه کولب که پیش تر نحوه استخراج آن بیان شد.

توجه کنید که عدم رعایت نکات ذکر شده منجر به تصحیح ناقص تکلیف شما و کسر نمره تکلیف می گردد. هم چنین هر گونه شباهت جدی در کدها و گزارش در مرحله اول منجر به کسر نمره بخش و در مرحله دوم منجر به صفر شدن نمره کل تکلیف خواهد شد.

بخش تشریحی

سوال (۱) (۱۰٪)

در مورد فیلتر غیر خطی Bilateral تحقیق کنید و با بررسی رابطه‌اش، گزارش کوتاهی در مورد این فیلتر بنویسید. دستور مربوط به این فیلتر در کتابخانه opencv چیست. پارامترهای آن را شرح دهید.

سوال (۲) (۱۰٪)

یک کرنل 3×3 را در نظر بگیرید که میانگین چهار همسایه ی اصلی یک پیکسل (x,y) را به دست می‌آورد و در جای پیکسل (x,y) قرار می‌دهد، به طوری که مقدار خود پیکسل، در محاسبه میانگین در نظر گرفته نمی‌شود.

الف) رابطه‌ی ریاضی این فیلتر در حوزه مکان را بنویسید. (۴٪)

ب) معادل این فیلتر در فضای فرکانسی چیست. رابطه ی آن را به دست آورید. (۶٪)

سوال (۳) (۵٪)

فرض کنید تصویر $f(x,y)$ از طریق کانولوشن با کرنل w (فیلتر و حاصل آن g نامیده می‌شود. اگر حاصل $g(1,2)$ با حاصل $g(2,2)$ برابر باشد مقدار a چقدر است؟ (جهت مختصات طبق قرارداد درس پردازش تصویر است. به رابطه کانولوشن دقت کنید.)

$$f(x,y)$$

3	4	3	7
3	4	2	5
3	4	6	4
1	3	5	6

$$w$$

-1	-1	-1
-1	0	a
-1	a	a

سوال (۴) به سوالات زیر به صورت کوتاه پاسخ دهید. (۱۵٪: هر کدام ۵٪)

۱-۴) برای حذف نویز گوسی با میانگین صفر استفاده از کدام فیلتر مکانی (میان، میانگین، مینیمم، ماکسیمم) نتیجه بهتری خواهد داشت؟

۲-۴) با توجه به اطلاعاتی که دامنه و فاز تبدیل فوری یک تصویر دارند، حذف کدام یک تاثیر بیشتری روی خراب شدن تصویر بعد از گرفتن تبدیل فوری معکوس دارد؟

۳-۴) در صورتی که بخواهیم بدون استفاده از تبدیلات در حوزه مکان، به کمک تبدیل فوری در فضای فرکانسی تصویر را نسبت به مرکز آن وارونه کنیم چه کار باید کرد؟

$$f(x,y) \rightarrow ? \rightarrow f(-x,-y)$$

بخش کدنویسی

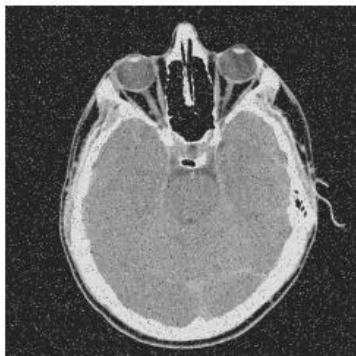
<https://colab.research.google.com/drive/1wxZhVOKhyg1nmnp8aLILRtFJ8Z9yrSk0?usp=sharing>

لینک کولب:

فیلتر های پایین گذر

سوال ۵

(۳۰٪)



noisy_brain.png

در این سوال قصد داریم تا شما را با پیاده سازی فیلتر پایین گذر در حوزه مکان و فرکانس آشنا کنیم. برای این کار یک تصویر را بعد از نویز زدایی اولیه، به حوزه فرکانس می بریم روی آن فیلتر پایین گذر گوسی را اعمال کنیم و خروجی را به حوزه مکان برمی گردانیم. در پایان، خروجی به دست آمده از این روش با خروجی حاصل از اعمال فیلتر میانگین گیری در حوزه مکان مقایسه می شود.

۵-۱) تصویر نویزی noisy_brain.png را به صورت خاکستری بخوانید. (۰.۵٪)

۵-۲) تصویر نویزی، حاوی نویز نمک و فلفل است. کدام فیلتر مکانی برای از بین بردن این نویز بهتر عمل می کند؟ فیلتر مناسب را با اندازه کرنل مناسب روی تصویر اعمال کنید. خروجی را در کنار تصویر اولیه نمایش دهید. (در این بخش می توانید از کتابخانه opencv و دستورهایی مانند `cv2.medianBlur()`، `cv2.GaussianBlur()` استفاده کنید.) (۱۰٪)

۵-۳) برای بردن تصویر به حوزه فرکانس و اعمال فیلترهای فرکانسی دو عمل padding و انتقال تبدیل فوریه به مرکز تصویر انجام می شود. دلیل انجام این دو کار چیست و چه تاثیری دارند؟ (۱۰٪)

۵-۴) با در نظر گرفتن مطالب بخش ۵-۳، از تصویر خروجی بخش ۵-۲ (تصویر بدون نویز) تبدیل فوریه بگیرید و آن را به حوزه فرکانس ببرید. سپس خود تصویر اولیه، اندازه تبدیل فوریه و فاز تبدیل فوریه را در کنار هم نمایش دهید. (۲۵٪)

۵-۵) فیلتر پایین گذر گوسی در حوزه فرکانس را با شعاع دلخواه بسازید و روی تصویر اعمال کنید. سپس با در نظر گرفتن بخش الف، تصویر خروجی را به حوزه مکان برگردانید و تصویر به دست آمده را در کنار تصویر اصلی نمایش دهید. (برای این بخش سوال فیلتر پایین گذر را با استفاده از فرمول اسلایدها و بدون استفاده از دستورهایی آماده بسازید) (۳۰٪)

۵-۶) فیلتر میانگین گیری (Averaging) با کرنل دلخواه روی خروجی بخش ۵-۲ (تصویر بدون نویز) اعمال کرده و خروجی را در کنار تصویر اولیه نمایش دهید. تاثیر اعمال این فیلتر روی تصویر چیست؟ (۱۰٪) (برای این بخش سوال می توانید از کتابخانه opencv و دستور `cv2.GaussianBlur()` استفاده کنید.)

۵-۷) تصویر حاصل از بخش ۵-۵ و بخش ۵-۶ را در کنار تصویر اولیه نویزی نمایش دهید و آنها را مقایسه کنید. به نظر شما استفاده از کدام یک برای نویز زدایی و بهبود کیفیت تصویر مناسب تر است؟ چرا؟ (۱۰٪)

لاپلا سین و فیلتر های بالاگذر

سوال ۶

(۳۰٪)

۶-۱) تابعی بنویسید که یک تصویر و یک عدد به عنوان ورودی دریافت می کند و هدف آن اعمال فیلتر لاپلا سین همسانگرد در حوزه مکان با درجه های ۴۵ یا ۹۰ روی تصویر ورودی است. عددی که این تابع به عنوان ورودی دریافت می کند زاویه ی لاپلا سین را مشخص می کند. (درایه وسط کرنل فیلتر را منفی در نظر بگیرید). (۱۵٪)

۶-۲) تصویر "Hand.png" را به صورت خاکستری بخوانید و با استفاده از تابع قسمت ۶-۱، فیلتر لاپلا سین همسانگرد ۴۵ و ۹۰ درجه را روی آن اعمال کنید و تصاویر حاصل را در کنار تصویر اصلی نمایش دهید. خروجی دو فیلتر را با همدیگر مقایسه و تفاوت آنها را تحلیل کنید؟ (۱۵٪)

۶-۳) تابعی بنویسید که یک تصویر و نام یک فیلتر و مشخصات آن را از کاربر بگیرد و فیلتر را در حوزه فرکانس روی تصویر اعمال کند و به عنوان خروجی بازگرداند. این تابع باید فیلتر های بالاگذر ایده آل (IHPF) و بالاگذر باترورث درجه ۲ (BHPF) را روی تصویر اعمال کند. (۴۰٪)

۶-۴) تابع طراحی شده در قسمت قبل را بر روی تصویر "Hand.png" با شعاع های 50 و 100 اعمال کنید و تصاویر حاصل از هر فیلتر را در کنار تصویر اصلی نمایش دهید. نتایج خروجی دو فیلتر را با همدیگر مقایسه کنید. با توجه به نتایج، افزایش شعاع فیلتر بالاگذر چه تاثیری روی تصویر خروجی دارد؟ (۱۵٪)

تصویر اصلی



Hand.png

تصویر مات



Blur_Hand.png

۵-۶) در این بخش می خواهیم با استفاده از توابع ساخته شده در قسمت ۱-۶ و ۳-۶ وضوح یک تصویر مات را بیشتر کنیم. ابتدا تصویر "Blur_Hand.png" که در واقع تصویر مات شده ی بخش ۲-۶ است را به صورت خاکستری بخوانید. سپس با استفاده از فیلتر لاپلاسی ۴۵ درجه و فیلتر بالاگذر باترورث درجه ۲ (شعاع ۱۰۰) که در قسمت های ۱-۶ و ۳-۶ پیاده سازی شد، تصویر خوانده شده ی مات را با به کار بردن ضریب مناسب sharp کنید. توجه کنید که فیلتر ها را روی تصویر "Hand.png" اعمال کنید و با استخراج مرزهای تصویر، به وسیله ی آنها تصویر "Blur_Hand.png" را بهبود دهید. در پایان خروجی ها را در کنار تصویر مات و تصویر اصلی (تصویر "Hand.png") نمایش دهید. (۱۵٪)

راهنمایی :

- ۱- در سوال ۵، بخش ۴، در نمایش اندازه و فاز نکات گفته شده در کلاس را مد نظر قرار دهید. در صورت نیاز از مطالب موجود در اینترنت استفاده کنید.
- ۲- در سوال ۶، برای یافتن ضریب مناسب به مقادیر min و max ماسک به دست آمده از فیلتر ها توجه کنید.
- ۳- در سوال ۶؛ برای رسیدن به نتیجه بهتر عملیات لاپلاسی را با نوع داده اعشاری انجام دهید.
- ۴- توجه کنید که در انتهای هر بخش و قبل از نمایش تصاویر، مقادیر بیشتر از ۲۵۵ به ۲۵۵ و مقادیر کمتر از صفر به صفر نگاشت شوند و خروجی یک تصویر ۸ بیتی integer باشد.