



به نام او



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

# پردازش تصویر

## تمرین شماره ۲ تبدیلات شدت روشنایی و فیلترگذاری مکانی

زمان ارسال: ۹۹/۰۸/۰۳

مهلت تحویل: ۹۹/۰۸/۱۷

استاد درس: دکتر حامد آذرنوش

تدریس یاران:

ارمغان سرور

حسین قاسم دامغانی

نیم سال پاییز ۹۹-۰۰

## توضیحات مهم

• اطلاعات در قالب کد و گزارش باید تحویل داده شوند؛ گزارش مناسب در کنار کد درست قابل قبول است. ۷۰٪ نمره‌ی تمارین کد نویسی شما را خود کد تشکیل می‌دهد و ۳۰٪ باقی‌مانده از ضرب نمره‌ی کد شما در نمره‌ی گزارش‌تان تشکیل خواهد شد. برای مثال اگر کد شما ۸۰٪ نمره را دریافت کند و گزارش‌تان ۱۰٪، نمره‌ی تمرین شما  $۵۸/۴ = ۳۰\% \times ۱۰\% + ۸۰\% \times ۷۰\%$  خواهد بود، پس به نکات ذکر شده در مورد گزارش نویسی توجه فرمایید.

• در کد سعی کنید کامنت مناسب بگذارید. در گزارش، ورودی‌ها و خروجی‌ها را با توضیحات تکمیلی قرار دهید. از قرار دادن کد در گزارش خودداری کنید.

• در گزارش، برای پاسخ به هر سوال از ابتدای صفحه‌ی جدید استفاده کنید.

• کد مربوط به هر سوال و فایل‌های مرتبط با آن را در پوشه‌های جداگانه قرار دهید و طوری تنظیم شود که بدون هیچ مشکلی اجرا شود.

• لطفاً برنامه‌ریزی بفرمایید تا قبل از موعد مقرر ارسال بفرمایید، مهلت ارسال تمارین تمدید نخواهد شد.

• سهمیه‌ی هر دانشجو در کل نیم‌سال (و نه هر سری تمرین) برای ارسال تمارین با تأخیر مجاز، ۷ روز است و در این بازه نمره‌ای کسر نخواهد شد. برای هر تمرین تا سقف ۱۴ روز، به ازای هر روز تأخیر غیرمجاز  $\frac{1}{38}$  نمره کسر می‌گردد. یعنی اگر بعد از اتمام سهمیه‌ی تأخیر مجاز، ۶ روز دیرتر بفرستید، حدود  $۲۱/۴\%$  نمره را از دست خواهید داد. بعد از ۱۴ روز تأخیر غیرمجاز، نمره‌ی تمرین ۰ رد خواهد شد.

• سوالات امتیازی با هدف تشویق به یادگیری بیشتر، افزایش قدرت تحلیل و جبران قسمتی از کسری نمرات، در بعضی از تمارین موجود هستند. در مجموع سوالات امتیازی سهمیه‌ای محدود برای کل کلاس خواهند داشت که با بیشتر شدن تعداد جواب‌های درست، سهم هر دانشجو کاهش پیدا می‌کند اما سقفی نیز برای نمره‌ی امتیازی هر دانشجو در نظر گرفته شده است.

• هرگونه مشابهت در کدها و گزارش در مرحله‌ی اول منجر به کسر نمره‌ی تمرین مربوطه و در مرحله‌ی دوم منجر به کسر تمام نمره‌ی تمرینات خواهد شد.

• سوالات درسی خود را فقط از طریق ایمیل [dipautfall2020@gmail.com](mailto:dipautfall2020@gmail.com) مطرح بفرمایید و عنوان مناسب نیز قرار دهید.

• نحوه‌ی ارسال: فایل گزارش را به همراه کدهای نوشته شده در قالب یک فایل فشرده‌ی zip به اسم HW2\_Num باشد که Num شماره‌ی دانشجویی شما هست، مانند HW2\_9433001. فقط از طریق سامانه‌ی مدیریت یادگیری Moodle ارسال بفرمایید.

۱ ۲۵%

تصویر ۸ بیتی خاکستری "brains.png" را بخوانید و مراحل زیر را پیاده کنید:<sup>۱</sup>

(آ) یک نمودار با ۲ ردیف و ۳ ستون ایجاد کنید. یک `suptitle` مناسب قرار دهید.

(ب) تابع تبدیل توانی را برای  $\gamma$  دلخواه بنویسید. تصویر خروجی باید ۸ بیتی بدون علامت باشد.

(ج) یک مقدار مناسب برای بهبود کنتراست با تبدیل توانی پیدا کنید. (سعی و خطا. درج روند پیدا کردن مقدار مناسب لزومی ندارد.)

(د) در ردیف اول و ستون اول، تصویر بهبودیافته با تبدیل توانی را قرار دهید، محورها خاموش باشند.

`cmap='gray', vmin=0, vmax=255`

برای تصویر بهبودیافته، پارامتر بکار رفته را به عنوان تیترا قرار دهید.

(ه) زیر تصویر بهبودیافته، نمودار فراوانی آن را رسم کنید، محور عمودی را خاموش کنید.

`bins= range(256)`

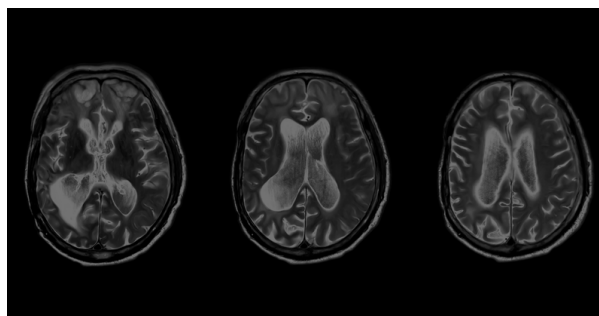
(و) در ستون دوم، مراحل (ب) تا (ه) را متناسب با تبدیل لگاریتمی طی کنید. (هر تبدیل ۳۵٪)

(ز) در ستون سوم هم تصویر اصلی و نمودار فراوانی اش را مثل دو تبدیل گذشته با تیترا مناسب قرار دهید.

(ح) درباره‌ی میزان کارآمدی این دو تبدیل در این عکس، بحث کنید و نتیجه‌ی دو تبدیل را مقایسه کنید. (۲۰٪)  
(باقی مراحل ۱۰٪)

$$s(r) = cr^{\gamma}$$

$$s(r) = c \log_k(r + 1)$$

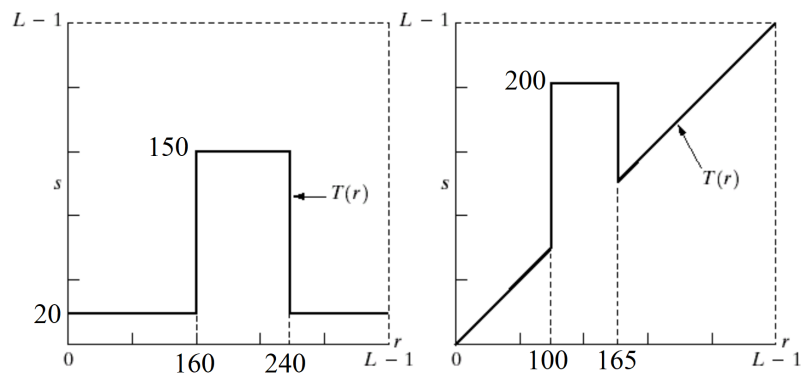


<sup>۱</sup> تمامی راهنمایی‌های این سوال و سوالات بعدی در تمامی تمرین را در تمرین آینده نیز به یاد داشته باشید.

۲ ۲۰٪

تصویر "kidney.tif" را بخوانید و تبدیلات مرتبط با شکل‌های ۱ و ۲ را بر روی آن‌ها اعمال کنید. (۷۰٪) تصاویر بدست آمده را در کنار تصویر اصلی نمایش دهید و در مورد میزان کیفیت آن‌ها بحث کنید. (۳۰٪)

راهنمایی پیاده‌سازی سریع: `numpy.vectorize`



۳ ۲۵%

در این سوال هدف بهبود روشنایی، رویت پذیری و کنتراست تصاویر به کمک یکنواخت سازی نمودار فروانی است.

آ) یک تابع را بدون استفاده از توابع آماده بنویسید که فراوانی نرمال شده ی شدت های یک تصویر خاکستری ۸ بیتی را در یک بردار برگرداند. (۲۰٪)

ب) یک تابع را بدون استفاده از توابع آماده بنویسید که رابطه ی نرمال سازی نمودار فروانی را بر یک تصویر ۸ بیتی خاکستری پیاده کند و برای دریافت نمودار فروانی نرمال شده ی آن تصویر، از تابع بخش پیش استفاده کند و در نهایت تصویر ۸ بیتی خاکستری بهبود یافته را برگرداند. (۵۰٪)

راهنمایی پیاده سازی سریع: متد get دیکشنری.

ج) تابع بخش پیش را بر روی تصاویر "Bright.tif", "Dark.tif", "Lowcontrast.tif" اعمال کنید. برای هر تصویر در یک نمودار ۲ در ۲، تصویر اصلی، تصاویر بهبود یافته و نمودار فروانی هایشان را به شکل مناسب (مانند توضیحات سوال قبل) نشان دهید و در مورد تغییراتشان بحث کنید. (۳۰٪)

$$s_k = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j)$$



۴ ۳۰٪

هدف این سوال، بهبود تصویر با فیلترگذاری مکانی هست.

آ) تابعی بنویسید که ورودی اول، یک تصویر باشد و ورودی دوم بتواند یک آرایه  $3 \times 3$  یا یک رشته باشد. اگر آرایه  $3 \times 3$  نبود، False برگرداند. در غیر این صورت، با ضرایب انتخاب شده تصویر را فیلتر کند. مقادیر بالای ۲۵۵ به ۲۵۵ و مقادیر منفی به صفر نگاشت شوند. اگر ورودی دوم رشته بود و برابر 'median' بود، تصویر را با قاب  $3 \times 3$  و انتخاب میانه فیلتر کند. اگر رشته مقدار دیگری بود False برگرداند. برای فیلتر کردن ابتدا توسط کتابخانه‌ی OpenCV و انتخاب حالتی که نسبت به پیکسل مرزی عمل کند، ۱ پیکسل حاشیه به دور تصویر اضافه شود. توجه کنید که با اعمال این تابع، تصویر اصلی دست نخورده باقی بماند و فقط نسخه‌ای اصلاح شده برگردانده شود. (۴۰٪) ۲

ب) تصویر "bone-scan.png" را بخوانید و با میانه‌گیری فیلتر کنید. تصویر قبل و بعد را به شکل مناسب نشان دهید. (۱۰٪)

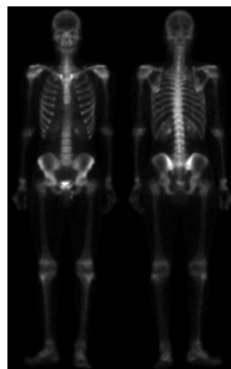
ج) تصویر را با میانگین‌گیری (ساده) فیلتر کنید و تصویر بدست آمده را با میانه‌گیری مقایسه کنید. (۱۰٪)

د) بر روی تصویر اصلاح شده بخش (ب)، فیلتر لاپلاسی همسان‌گرد به ۹۰ درجه را اعمال کنید. درستی فیلتر کردن خود را با

`np.all(laplaciancv==laplacian)` صحت‌سنجی کنید و در ترمینال نیز چاپ کنید. `laplaciancv` لاپلاسینی هست که توسط کتابخانه‌ی OpenCV ایجاد شده و `laplacian` لاپلاسینی هست که کدش را شما توسعه داده‌اید. (۱۰٪) (نیازی به درج ورودی و خروجی این قسمت در گزارش نیست.)

ه) ابتدا صفحه‌ی **Slider Demo** را ببینید، فایل `py` فراهم‌شده را دانلود و اجرا کنید و پویا بودن نمودار را ببینید. هدف این قسمت، ایجاد نموداری پویا برای مشاهده‌ی اثر برآیند ماسک لاپلاسی بر تصویر اصلی با ضرایب متفاوت است. با بهره‌گیری از کد نمونه، نمودار پویایی مانند تصویر زیر بسازید:

Adding laplacian to original image with varying C



c 0

۲ آرایه‌ی جدید با ابعاد تصویر ایجاد و با مقادیر خواسته شده پر کنید.

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، نسبت به فایل نمونه ساده‌تر است و فقط از یک ابزار Slider استفاده شده. متغیر  $c$  بین ۲۰- تا ۲۰ با گام ۰/۵ قابل تغییر باشد و در هنگام تغییر با فرمول زیر، تصویر را بروزرسانی کند:

$$\text{new} = \text{img\_b} + c \times \text{laplacian}$$

$\text{img\_b}$  تصویر بخش (ب) است. توجه داشته باشید مانند بخش (الف)، مقادیر بالای ۲۵۵ به ۲۵۵ و مقادیر منفی به صفر نگاشت شوند. درباره‌ی تأثیر مقدار و علامت  $c$  بر تصویر در گزارش خود بحث کنید. (۳۰٪) <sup>۳</sup>

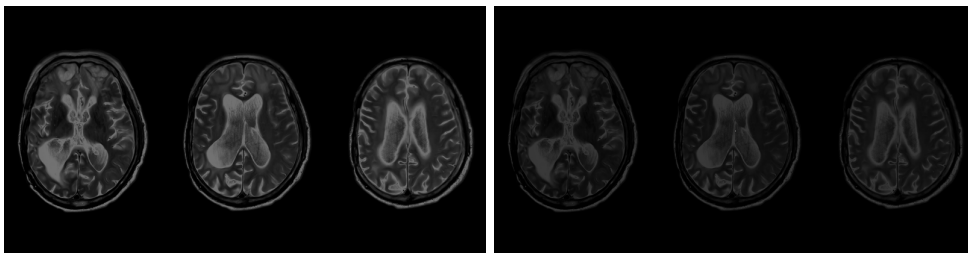


<sup>۳</sup>اختیاری: نمودار فراوانی شدت‌های تصویر را هم در کنارش نمایش دهید و بروزرسانی کنید. محور عمودی را لگاریتمی و در بازه‌ی  $[1, 10^6]$  رسم کنید. لینک کمکی ۱ (مثال‌ها مطالعه شوند). لینک کمکی ۲

## امتیازی - مهلت تحویل: ۹۹/۰۹/۰۱

## مقدمه

در بخش 2.4.2 کتاب مرجع، کنتراست به شکل اختلاف بیشترین و کمترین شدت روشنایی یک تصویر معرفی شده است. اما پیداست که این معیار می تواند در یک عکس با هر تعداد پیکسل، بسیار وابسته به شدت یک پیکسل باشد. برای مثال بر این اساس، تصویر سمت راست ("brains\_lower.png") کنتراست عالی ای دارد زیرا که در مرکز تصویر، یک پیکسل ۲۵۵ داریم و بقیه ی پیکسل ها بین ۰ تا ۵۸ هستند پس کنتراست ۲۵۵ هست. اما تصویر سمت چپ ("brains.png") کنتراست ۱۱۷ خواهد داشت، زیرا که شدت پیکسل ها بین ۰ تا ۱۱۷ هست:



در حالی که برای دیدن جزئیات و حتی پیکسل سفید رنگ تصویر راست، باید دقت و بزرگنمایی کرد؛ اما مشاهده ی تصویر سمت چپ آسان تر می باشد.

در بخش 2.6.8 اما معیار مقاومتری ارائه شده و آن واریانس (انحراف معیار) شدت های تصویر هست:

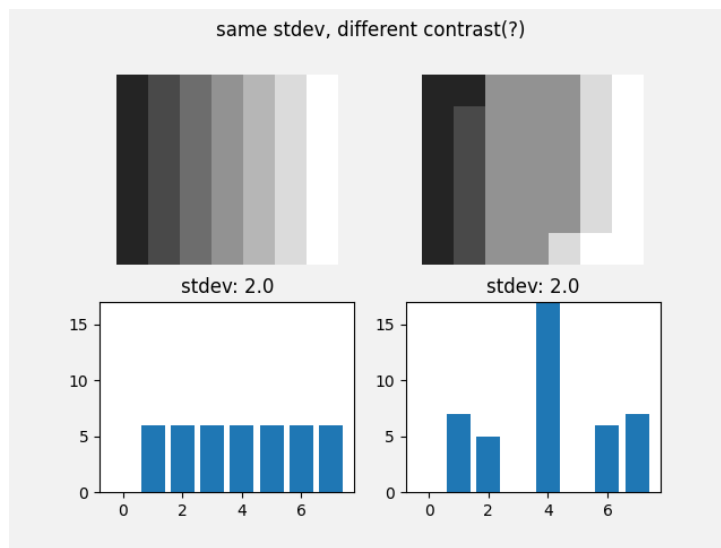
$$\sigma^2 = \sum_{k=0}^{L-1} (z_k - m)^2 p(z_k)$$

$$m = \sum_{k=0}^{L-1} z_k p(z_k)$$

با این معیار تصویر سمت راست کنتراست ۱۵/۰۹ دارد که اگر پیکسل سفید رنگ نبود، ۱۵/۰۸ می شد و تصویر سمت چپ کنتراست ۳۰/۳۵ دارد که نشان می دهد تصویر سمت چپ کنتراست بهتری دارد. اما آیا این معیار لزوماً بهترین معیار است؟

در معیارهای بسیار حساسی مانند اختلاف بیشینه و کمینه، بیان نقص های معیار بسیار ساده تر هست. اما هرچه معیارها مقاوم تر می شوند، بحث درباره ی کارآمدی معیار سخت تر می شود. برای مثال شکل صفحه ی بعد را مشاهده بفرمایید:





از روی نمودار فروانی هایشان واضح هست که هر دو تصویر دارای یک میزان انحراف معیار هستند، اما می توان به قطعیت درباره ی کنتراست این دو تصویر نظر داد؟ شاید برخی بخاطر اینکه تصویر سمت چپ از شدت های متنوع تری استفاده کرده است، آن را دارای کنتراست بیشتر بدانند. اما خود تعداد شدت های استفاده شده، یک معیار بسیار حساس هست؛ مخصوصاً در تصاویر بزرگ تر. بیایید فرض کنیم که تصویر سمت چپ دارای کنتراست بیشتری هست، اما با چه معیاری؟

### شرح تمرین

آ) درباره ی بهبود معیار کنتراست تحقیق و تفکر کنید و معیار کنتراست را بهبود بدهید. در این سؤال سعی می کنیم کنتراست تصاویری خاکستری با یک ابعاد و یک عمق بیتی (تعداد بیت های هر پیکسل) را مقایسه کنیم. نشان دهید که با معیار پیشنهادی شما، تصویر سمت چپ ("shade1.tif") کنتراست بیشتری از تصویر سمت راست ("shade2.tif") دارد. (توجه کنید که تصویر ۸ بیتی ذخیره شده اما هر پیکسل ۳ بیت اطلاعات دارد و برای همین تصویر بسیار تاریک به نظر می آید).

ب) در گزارش، شرح مختصری بر مزیت های این معیار بر انحراف معیار را ذکر کنید و همچنین به نقاط ضعف آن اشاره کنید.

ج) تبدیل توانی سؤال ۱ را در نظر بگیرید، شما باید کنتراست تصویر ("brains.png") را مانند سؤال ۱ بهبود بدهید، اما این بار بدون سعی و خطا و با استفاده از معیاری که انتخاب کرده اید. بهینه را برای بهبود کنتراست این تصویر بیابید. از الگوریتم های ساده ی بهینه سازی درس محاسبات عددی می توانید استفاده کنید. با توجه به اینکه تنها یک متغیر برای بهینه سازی موجود هست و بازه ی تغییرات آن نیز کوچک هست، فرایند سختی نخواهد بود.

د) فرایند بخش پیش را تکرار کنید، اما این بار کنتراست را با انحراف معیار بسنجید، بهینه را پیدا کنید و دو تصویر بهینه شده از دو روش را با یکدیگر مقایسه کنید.

موفق باشید.