

به نام خدا

تمرین سری دوم درس پردازش تصویر نیمسال دوم ۱۴۰۱

بخش تشریحی:

سوال ۱: (۲۰٪)

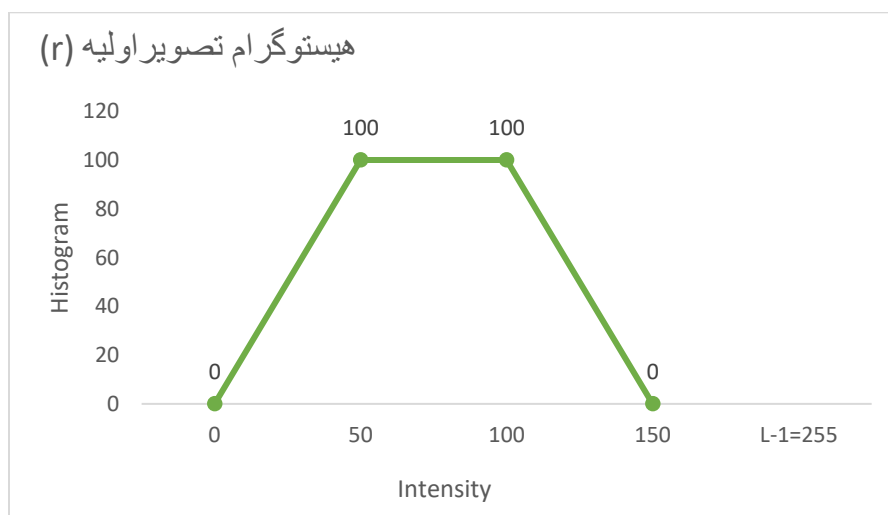
الف) برای متعادل سازی یک تصویر خاکستری ۸ بیتی که نمودار هیستوگرام آن بصورت یکنواخت در بازه  $[۱۹۰, ۲۴۰]$  قرار دارد، یک تبدیل خطی بدست آورید (Contrast Stretching). (۵۰٪)

ب) برای ماتریس تصویر زیر که بصورت ۴ بیتی ذخیره شده است، صفحات بیتی را از پرازش (MSB) تا کم ارزش استخراج و مشخص نمایید (Bit plane slicing). (۵۰٪)

۱	۳	۵	۳	۱
۳	۵	۱۵	۵	۳
۵	۱۵	۱۵	۱۵	۵
۳	۵	۱۵	۵	۳
۱	۳	۵	۳	۱

سوال ۲: (۱۰٪)

در این سوال قصد انجام یک عملیات مبتنی بر شدت را داریم. تصویر اولیه ی ۸ بیتی  $(L-1=۲۵۵)$  را در اختیار داریم که نمودار هیستوگرام آن اینگونه می باشد:



الف) هیستوگرام تصویر تبدیل یافته را بر اساس تبدیل زیر ترسیم کنید. (۵۰٪)

$$\text{تابع تبدیل شدت} = \begin{cases} r & ; intensity \leq 50 \\ 100 & ; 50 < intensity \leq 110 \\ 0 & ; intensity > 110 \end{cases}$$

ب) آیا تبدیل انجام شده در عمل هم قابل پیاده‌سازی است؟ یا فقط بعنوان یک مثال تئوری رو کاغذ اعتبار دارد؟ در هر صورت کمی و عددی و براساس محاسبات دلیل خود را بیان کنید. (۵۰٪) (راهنمایی: توجه ویژه به ضابطه‌ی سوم تابع تبدیل و مقایسه‌ی ابعاد (مجموع تعداد پیکسل‌های) تصویر اولیه و تبدیل یافته کلید پاسخ به این سوال است)

سوال ۳: (۴۰٪)

در این سوال قصد داریم عملیات Contrast Stretching را بصورت عملی استفاده کنیم، منتها این بار بر روی یک تصویری که بصورت ۱۶ بیتی ذخیره شده است.

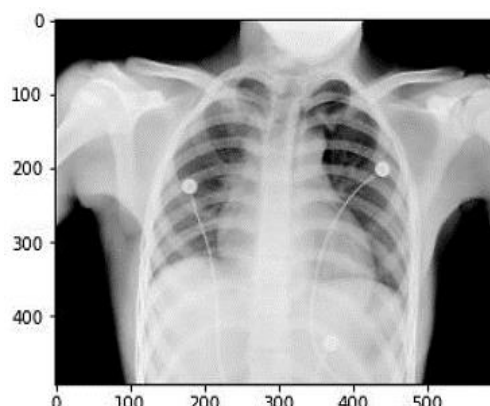
الف) تصویر ۱۶ بیتی HW<sub>2</sub>\_Q<sub>3</sub>\_chest.tif را بخوانید و بصورت استاندارد نمایش دهید (برای فراخوانی تصویر ۱۶ بیتی به برنامه، در تابع cv2.imread باید حالت خوانش را cv2.IMREAD\_ANYDEPTH قرار دهید). (۱۰٪)

نمایش استاندارد دارای چند ویژگی است: ۱. در تابع imshow آن، پارامتر cmap متناسب با تصویر و هدف مسئله انتخاب شود (در درس حاضر، تقریباً در اکثر موارد همان 'gray' انتخاب می‌شود) (این مورد جدا از سه بعدی (رنگی) یا خاکستری بودن تصویر است).

۲. در تابع imshow آن، پارامترهای vmin و vmax با توجه به چندبیتی بودن تصویر با اعداد مناسب، مقدار بگیرد (مثلاً برای یک تصویر ۸ بیتی  $vmin=0$  و  $vmax=255$  می‌باشد).

\* ترجیحاً تصویر دارای title بوده و پارامترهای color و backgroundcolor آن مقداردهی شوند.

۳. تابع axis آن در حالت خاموش باشد تا در کنار تصویر محور اعداد نداشته باشیم؛ یعنی:



ب) نوع دادگان و ابعاد تصویر را چاپ کنید (۵٪)

ج) حال تابعی به نام contrast\_stretching را تعریف کنید که ورودی آن یک تصویر باشد، تمام عملیات کشیدگی کنتراست در داخل تابع انجام شده و در نهایت تصویر حاصله را هم بصورت نمایش استاندارد، نمایش دهد (خروجی نمایشی)، هم

بصورت یک متغیر ذخیره کرده (خروجی عددی) و بازگرداند (هم `imshow` کند هم یک متغیر (تصویر تبدیل یافته) را `return` کند) (این تابع را بصورت کاملاً پارامتری بنویسید که برای هر تصویری با هر ابعاد یا هر تعداد بیت قابل استفاده باشد (متغیرهای مورد نیاز جهت انجام عملیات را در داخل تابع از خود تصویر ورودی استخراج کنید)). (۲۵٪)

(در کنار اسلایدهای درس از لینک زیر نیز در خصوص مبحث کشیدگی کنتراست، می‌توانید استفاده کنید.

( <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/stretch.htm> )

(د) در نهایت تصویر اولیه و هیستوگرام آن و همچنین تصویر خروجی عملیات کشیدگی کنتراست و هیستوگرام آن را در قالب یک نمودار ۲\*۲ نمایش دهید و نتیجه را تفسیر کنید. (۱۰٪)

در ادامه سوال سوم، قصد داریم عملیات توانی را نیز پیاده‌سازی کرده و با عملیات کشیدگی کنتراست مقایسه کنیم به همین منظور:

(ه) تصویر `HW2_Q3_spine` را بصورت خاکستری بخوانید، بصورت استاندارد نمایش داده و نوع دادگان و ابعاد تصویر را چاپ کنید. (۱۰٪)

(و) تابعی به نام `power_law` تعریف کرده که ورودی آن، تصویر اولیه و ضریب توان تبدیل باشد (اگر فرم کلی تبدیل توانی،  $S = cr^\gamma$  باشد، منظور از ورودی دوم تابع، همان  $\gamma$  می‌باشد). این تابع در داخل خود بصورت کامل تبدیل توانی را قادر باشد انجام دهد. این تابع تصویر حاصله از تبدیل توانی را بایستی بتواند بعنوان یک متغیر ذخیره کرده و همچنین نمایش دهد (هم `imshow` کند هم یک متغیر (تصویر تبدیل یافته) را `return` کند). (۲۰٪)

(ز) به ازای چند مقدار مختلف از  $\gamma$  خروجی تابع تبدیل توانی را ترسیم کنید و بگویید کدام از این  $\gamma$  ها مناسب است، چرا؟ (۱۰٪)

(ر) حال خروجی حاصل از تبدیل کشیدگی کنتراست و تبدیل توانی به ازای  $\gamma$  مناسب (انتخاب شده در بخش قبل) را برای تصویر `HW2_Q3_spine` در قالب یک نمودار در کنار همدیگر نمایش داده و مقایسه کنید (اعمال دو تابع `power_law` و `contrast_stretching` و مقایسه نتیجه حاصل از این دو نوع تبدیل) (۱۰٪)



در این سوال قصد پیاده‌سازی عملیات یکنواخت‌سازی هیستوگرام را داریم (Histogram Equalization).

الف) تصاویر  $HW^2\_Q^4\_FingerPrint$  و  $HW^2\_Q^4\_Ultrasound-Fetus$  را بصورت خاکستری بخوانید، آنها بصورت استاندارد نمایش داده و نوع دادگان و ابعاد تصویر را چاپ کنید (۱۰٪)



ب) تابعی با نام دلخواه بنویسید که ورودی آن یک تصویر اولیه باشد که این تابع عملیات یکنواخت‌سازی هیستوگرام را داخل خود انجام داده و آن را در یک متغیر ذخیره کند. (۲۵٪)

ج) تابع `perform_CLAHE` را به گونه‌ای بنویسید که تصویر را دریافت کند و فیلتر `CLAHE` را روی آن اعمال کند و تصویر خروجی را بازگرداند. همچنین در رابطه با پارامترهای ورودی این فیلتر (پارامترهایی که در `OpenCV` باید برای آن وارد کنیم) در گزارش کار توضیح دهید. (۲۵٪)

د) حال برای هر کدام از ۲ تصویر، تابع خودتان و تابع `perform_CLAHE` را روی تصویر اعمال کنید. همچنین نمودار هیستوگرام و نمودار توزیع هیستوگرام تجمعی<sup>۱</sup> را برای تصویر اولیه و خروجی ۲ تابع مذکور رسم کنید. این قیود را رعایت کنید:

- + در رسم هیستوگرام‌ها، هر ۴ شدت در یک دسته قرار گیرند.

+ دو پنجره تشکیل دهید (یکی برای تصویر اثر انگشت و دیگری برای تصویر جنین).

+ در هر پنجره، در سطر اول تصویر خام، تصویر خروجی `Histogram Equalization` و تصویر خروجی `CLAHE` باشد، در سطر دوم نمودار هیستوگرام هر کدام از سه تصویر و در سطر سوم تابع توزیع تجمعی هیستوگرام هر تصویر آورده شود (۲ عدد پنجره با ابعاد  $3*3$  خروجی نمایشی این بخش خواهد بود).

+ برای زیر پنجره یک عنوان مناسب (`title`) تعیین کرده و در نمودارتان نمایش دهید. (۳۰٪)

ه) آیا بکارگیری این روش در بهبود کیفیت تصاویر و استخراج اطلاعات از آنها مناسب است؟ و در صورت مثبت بودن پاسخ، در چه تصاویری بیشتر اثرگذار می‌تواند باشد؟ (۱۰٪)

<sup>۱</sup> Cumulative Distribution Function (CDF)