

اصول پردازش تصویر (۱-۲۲۹۲۵) پاییز ۱۴۰۰
تمرینات سری اول
مهلت تحویل: ۸ آبان ۱۴۰۰ (شنبه) ساعت ۱۲ شب

لطفاً به نکات زیر توجه بفرمایید.

۱. نتایج و پاسخ های خود را در یک فایل zip (rar نباشد) در سایت cw قرار دهید (ایمیل نکنید). در صورت رعایت نکردن این مورد، ۱۰ نمره از شما کسر می شود.
۲. تمرینات نیاز به برنامه نویسی دارند. کسب نمره مستلزم تحویل سه مورد نتایج، کدها، و توضیحات می باشد. چنانچه حتی یکی از این سه مورد تحویل داده نشود، نمره آن سؤال صفر خواهد بود.
۳. نتایج ۳۰ درصد نمره شما را تشکیل می دهند. حتی با وجود توضیحات کامل و کدهای قابل اجرا، اگر نتایج در بین فایل های شما نباشند نمره آن سؤال صفر خواهد بود. نمره کل شما به کیفیت نتایج به دست آمده بستگی دارد.
۴. کدها ۴۰ درصد نمره هر سؤال را تشکیل می دهند. حتماً کدهای استفاده شده که منجر به نتایج فرستاده شده است را باید بفرستید. با اجرای این کدها باید همان نتایجی که فرستاده اید قابل بازیابی باشند. برنامه شما باید بدون نیاز به تغییری قابل اجرا باشد. در صورت اجرا نشدن برنامه شما به هر دلیلی و یا به دست نیامدن نتیجه ای که فرستاده اید به هر دلیلی، نمره آن سؤال صفر خواهد بود. در صورت استفاده از فایل های متعدد، تمام آن ها را به همراه پاسخ های خود بفرستید تا برنامه شما قابل اجرا باشد. در چنین مواردی، می توانید فایل ها را با نام های دلخواه خود ذخیره نمایید ولی فایل اصلی باید با نام اشاره شده در هر سؤال ذخیره شود و طوری باشد که با اجرای آن برنامه تمام قسمت های برنامه مورد نظر اجرا شود. در صورتی که چند کد در یک سؤال از شما خواسته شده باشد، باید تمام آن ها را با توضیحات خواسته شده در سؤال ذخیره نموده و بفرستید. کدهای شما تماماً باید توسط خودتان نوشته شده باشند. هرگونه استفاده از کد دیگران، اعم از دوستان و اینترنت، به هر شکل ممکن، اعم از کپی کردن یا همکاری کردن، تقلب محسوب می شود.
۵. توضیحات ۳۰ درصد نمره را تشکیل می دهند. برای تمام سؤالات، باید جزئیات روشی که استفاده کرده اید را توضیح دهید. این توضیحات برای تمام سؤالات می توانند در یک فایل pdf باشند. در توضیحات باید جزئیات روش استفاده شده را به طور کامل توضیح دهید به طوری که یک شخص آگاه از موارد درس بتواند به آسانی متوجه کاری که شما انجام داده اید بشود.
۶. در صورتیکه در انجام دادن تمرینات خود از هم فکری دیگران استفاده نموده اید باید نام آنها را در گزارش خود ذکر نمایید.

سؤالات:

۱ - Enhancement (۵ نمره)

تصویر Enhance1.JPG را طوری تغییر دهید که کیفیت آن بهتر شود. توصیه می شود از افزایش شدت روشنایی به خصوص در پیکسل های تاریک تر و همچنین از افزایش کانتراست (contrast) تصویر استفاده نمایید. تصویر حاصل را با نام res01.jpg ذخیره نمایید. روش خود را به طور کامل در فایل pdf توضیحات و یا در فایل ipynb توضیح دهید. فایل کد اصلی خود را با نام q1.py ذخیره نمایید.

۲ - Enhancement (۵ نمره)

تصویر Enhance2.JPG را طوری تغییر دهید که کیفیت آن بهتر شود. پیکسل های قسمت تاریک را روشن تر نمایید. دقت نمایید که این کار باعث تغییر رنگ نشود. تصویر حاصل را با نام res02.jpg ذخیره نمایید. روش خود را به طور کامل در فایل pdf توضیحات و یا در فایل ipynb توضیح دهید. فایل کد اصلی خود را با نام q2.py ذخیره نمایید.

۳ - Prokudin-Gorskii Images (۵۵ نمره)

در سال ۱۸۵۵ میلادی، دانشمندی اسکاتلندی به نام James Clerk Maxwell روشی برای تصویربرداری رنگی پیشنهاد نمود. در این روش از سه فیلتر استفاده می گردد که هریک به یکی از سه رنگ اصلی قرمز، سبز، و آبی حساس هستند. هر یک از این فیلترها شدت روشنایی یکی از سه رنگ اصلی را ثبت می کند. سپس، با ترکیب این سه رنگ می توان یک تصویر رنگی بازسازی کرد. ثبت تصاویر با این روش در زمان Maxwell به دلیل کیفیت پایین موادی که در اختیار بود در عمل به نتایج مطلوبی نرسید.

در اوایل قرن بیستم میلادی، دانشمندی روسی به نام Sergei Mikhailovich Prokudin-Gorskii از این روش استفاده کرده و با اجازه تزار در تمام روسیه سفر کرده و تصاویر زیادی از جاهای مختلف ثبت کرد. ولی در آن زمان هیچ تکنولوژی برای چاپ تصاویر رنگی وجود نداشت. در سال ۱۹۴۸ میلادی، کتابخانه ملی آمریکا این تصاویر را از پسران وی خریداری نموده و سعی در چاپ تصاویر رنگی از آنها نمود. ولی از آنجاییکه سه تصویر مربوط به سه رنگ اصلی کاملاً با هم منطبق نبودند، زمان زیادی برای تطابق آن ها و ایجاد یک تصویر رنگی مناسب با ابزار و روش های آن موقع لازم بود. به همین دلیل تعداد کمی از آن تصاویر تبدیل به تصویر رنگی شدند. با پیدایش و گسترش تصاویر رقمی و استفاده از کامپیوتر، تصاویر سیاه و سفید Prokudin-Gorskii تبدیل به تصاویر رقمی شدند و تطابق آن ها با استفاده از کامپیوتر آسان تر و سریع تر شد. اکنون تمام این تصاویر در نسخه رنگی درست شده و در اختیار عموم قرار داده شده اند.

هدف شما در این تمرین نوشتن یک برنامه می باشد که با دادن هریک از این تصاویر رقمی شده به برنامه شما، تصویر رنگی متناظر آن به دست آید. سه مورد از این تصویرها که شامل تصویر [امیر بخارا](#)، [آرامگاه شاه زنده سمرقند](#)، و [یک قطار بخار](#) هستند برای شما در نظر گرفته شده اند که در این تمرین برنامه خود را روی آنها اجرا نمایید. دقت کنید که این تصاویر ۱۶ بیتی هستند و شما باید روی همین تصاویر ۱۶ بیتی کار کنید. هریک از این تصاویر رقمی

شده شامل سه تصویر سیاه و سفید است که به ترتیب از بالا به پایین مربوط به کانال های رنگ آبی، سبز، و قرمز هستند. این تصویر رقمی را در راستای عمودی به سه قسمت مساوی تقسیم کنید تا سه کانال قرمز و سبز و آبی به دست آیند. به دلیل نحوه تصویر برداری و همچنین وجود خطا، با روی هم گذاشتن این سه تصویر تطابق بین پیکسل های آنها به وجود نمی آید و تصویر واضحی ایجاد نمی شود. برای پیدا کردن تطابق بین سه کانال، فرض می کنیم که با یک جا به جایی در راستای x و y می توان کانال ها را بر هم منطبق کرد، به این شکل که یکی از آن ها را ثابت گرفته و هر کدام از دو کانال دیگر را با مقداری جابه جایی با کانال ثابت تطابق می دهید. توجه کنید که به دلیل اندازه بزرگ این تصاویر باید دقت کنید که پیاده سازی شما قادر به انجام این کار با سرعت بالا باشد.

برای مثال، تصویر قرمز را ثابت در نظر گرفته و تصویر سبز را روی آن جابه جا کنید تا مکان تطابق را پیدا کنید. اگر پیکسل اول تصویر سبز که در گوشه بالا سمت چپ است را روی پیکسل اول تصویر قرمز دهید، پیکسل های دو تصویر با هم متناظر نخواهند بود. پیکسل اول تصویر سبز را باید در یک بازه در جهت افقی و عمودی حرکت دهید و در هر مکان میزان تطابق دو تصویر را حساب کنید و در نهایت منطبق ترین مکان را انتخاب کنید.

برای محاسبه میزان انطباق، می توانید پیکسل های دو تصویر که روی هم قرار می گیرند را از هم کم کنید و قدر مطلق تفاضلات (فاصله L_1) و یا مربع تفاضلات (فاصله L_2) تمام پیکسل ها را باهم جمع کنید. هرچاکه این مقدار کمینه باشد بهترین انطباق را به دست آورده اید. دلیل این امر این است که در تعداد زیادی پیکسل ها، پیکسل هایی که نقاط آنها تحت نور خورشید بوده اند، فارغ از رنگ آنها، در هر سه کانال مقدار زیادی دارند، ولی پیکسل هایی که در سایه بوده اند در هر سه کانال مقدار کمی دارند. البته در نظر داشته باشید که کناره های تصویر در سه کانال انطباق خوبی با هم ندارند و باعث می شوند حتی بهترین تطابق هم خطای زیادی داشته باشد.

به دلیل اندازه بزرگ تصاویر، اگر دو کانال را در تمام مکان ها در یک بازه بزرگ مانند $[100, 100]$ مقایسه کنید اجرای برنامه شما بسیار کند خواهد بود. برای حل کردن این مشکل می توانید ابتدا سه تصویر کانال ها را به اندازه کافی کوچک کنید و تطابق بین آن ها را به دست آورید و سپس به تدریج تصاویر با اندازه بزرگ تر را در نظر گرفته و در یک بازه در نزدیکی تطابق مرحله قبل جستجو نموده و جواب خود را بهتر کنید. در هر مرحله، تصویر نتیجه را به دست آورده و در گزارش خود این تصاویر را وارد نمایید. این مرحله را باید خودتان پیاده سازی نمایید و نمی توانید از توابع آماده استفاده نمایید.

پس از پیدا کردن تطابق ها، یک تصویر رنگی از این سه تصویر به دست آورید. اطراف تصویر رنگی انطباق خوبی ندارد و رنگ های نادرستی ایجاد می شوند. این قسمت از کناره های تصویر از هر چهار طرف را به صورت اتوماتیک پیدا کرده و آنها را حذف کنید.

تصاویر نهایی حاصل را با نام های `res03-Amir.jpg`، `res04-Mosque.jpg`، و `res05-Train.jpg` ذخیره نمایید. این تصاویر را به صورت ۸ بیتی و با فشرده سازی `jpg` ذخیره نمایید تا حجم آنها زیاد نشود، ولی اندازه این تصاویر (تعداد سطرها و ستون ها) همان اندازه تصاویر اصلی سه لایه باشد. میزان جابه جایی لازم برای هر کدام از تطابق ها (برای مثال از سبز به قرمز و از آبی به قرمز) برای هر سه تصویر را در توضیحات خود ذکر کنید. کدهای شما باید به گونه ای باشند که از هر تصویر ورودی از این نوع یک تصویر رنگی مناسب با شرایط گفته شده بسازد. روش خود را به طور کامل در فایل `pdf` توضیحات و یا در فایل `ipynb` توضیح دهید. فایل کد اصلی خود را با نام `q3.py` ذخیره نمایید.

۴- Color Processing and Blurring (۱۰ نمره)

تصویر Flowers.jpg را در نظر بگیرید. رنگ گل های صورتی را به زرد تغییر دهید، و قسمت های پس زمینه (پیکسل هایی که گل صورتی نیستند) را با یک فیلتر هموارسازی با اندازه ای که خودتان در نظر می گیرید بلور کنید. تصویر حاصل را با نام res06.jpg ذخیره نمایید. روش خود را به طور کامل در فایل pdf توضیحات و یا در فایل ipynb توضیح دهید. فایل کد اصلی خود را با نام q4.py ذخیره نمایید.

۵- Convolution (۱۰ نمره)

تصویر Pink.jpg را در نظر بگیرید. فیلتر جعبه ای (box filter) به اندازه ۳ را با سه روش که در ادامه توضیح داده می شود روی این تصویر اعمال نمایید. ابتدا از توابع کتابخانه ها استفاده کنید. سپس، اعمال فیلتر را خودتان با استفاده از حلقه پیاده سازی نمایید به این صورت که از بالا سمت چپ تصویر شروع کرده و سطر به سطر فیلتر را روی تصویر اعمال کنید. در روش سوم، هر یک از درایه های فیلتر را در یک ماتریس مناسب که از حذف تعدادی سطر و ستون از کناره های تصویر به دست می آید ضرب کرده و همه ماتریس های حاصل را با هم جمع کنید. نتایج را به ترتیب res07.jpg، res08.jpg، و res09.jpg بنامید. این سه تصویر دقیقاً یکسان می شوند و تنها تفاوت در زمان اجرا است. زمان اجرای هر یک را محاسبه نموده و در گزارش خود ذکر نمایید. روش خود را به طور کامل در فایل pdf توضیحات و یا در فایل ipynb توضیح دهید. فایل کد اصلی خود را با نام q5.py ذخیره نمایید.

۶- Histogram Specification (۱۵ نمره)

تصویر Dark.jpg را طوری تغییر دهید تا هیستوگرام آن شبیه هیستوگرام تصویر Pink.jpg شود. تمام پیاده سازی را خودتان باید انجام دهید و نمی توانید از توابع کتابخانه های مختلف استفاده نمایید. هیستوگرام تصویر حاصل را با نام res10.jpg و خود تصویر حاصل را با نام res11.jpg ذخیره نمایید. روش خود را به طور کامل در فایل pdf توضیحات و یا در فایل ipynb توضیح دهید. فایل کد اصلی خود را با نام q6.py ذخیره نمایید.