

به نام خدا

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق



دکتر عمادالدین فاطمی زاده - پردازش تصاویر دیجیتال

نیم سال دوم ۱۴۰۱ - ۱۴۰۰

## تمرین عملی سری دوم

**لطفاً به نکات زیر توجه بفرمایید: (رعایت نکردن این موارد باعث کاهش نمره می شود.)**

۱. نتایج و پاسخ های خود را در یک فایل با فرمت zip به نام HW2-Name-StudentNumber در سایت Quera قرار دهید. همچنین فایل پایتون یا متلب خود را به همان نام در قسمت مخصوص به خود آپلود کنید.
۲. کسب نمره کامل در هر سوال مستلزم تحویل کدها (۴۰ نمره) و توضیحات (۳۰ نمره) و نتایج (۳۰ نمره) می باشد.
۳. کدهای شما تماماً باید توسط خودتان نوشته شده باشند. هرگونه استفاده از کد دیگران، اعم از دوستان و اینترنت، به هر شکل ممکن، تقلب محسوب می شود و نمره تمام تمرینات جاری و تمام تمرینات قبلی صفر خواهد شد. با اجرای این کدها باید همان نتایجی که فرستاده اید قابل بازیابی باشند. برنامه شما باید به گونه ای باشد که بدون نیاز به هیچ تغییری قابل اجرا باشد، در غیر این صورت هیچ نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
۴. برای تمام سؤالات، باید جزئیات روشی که استفاده کرده اید را توضیح دهید و نتایجی که گرفته اید را ارائه دهید. این توضیحات می تواند در یک فایل pdf و یا در یک فایل ipynb باشد. در توضیحات، باید اشاره کامل به کارهایی که انجام داده اید بنمایید به طوری که یک شخص آگاه از موارد درس بتواند به آسانی متوجه کاری که شما انجام داده اید شود.
۵. در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ همه ی تمرین تا سقف شش روز و در مجموع بیست و یک روز وجود دارد. پس از گذشت این مدت، پاسخ های ارسال شده پذیرفته نخواهند بود. همچنین، به ازای هر روز تأخیر غیر مجاز بیست درصد از نمره تمرین به صورت ساعتی کسر خواهد شد.
۶. اگر از Jupyter notebook استفاده می کنید، میتوانید خروجی ها را پاک کنید تا حجم فایل تحویلی زیاد نشود.
۷. مهلت تحویل: ۱۹ فروردین ساعت ۲۳:۵۹
۸. نام طراح هر سوال در زیر آن نوشته شده است و شما میتوانید سوالات خود را از طریق ایمیل یا تلگرام از طراح سوال بپرسید.

## ۱ فیلتر ماسک چرخان

### طراح:

در این مسئله می‌خواهیم عملکرد روش فیلتر ماسک چرخان را در کاهش نویز بررسی کنیم. استفاده از این روش در نرم کردن تصویر می‌تواند از کدرشدگی لب‌ها جلوگیری کند. نحوه‌ی انجام این روش به این گونه است که حول پیکسل  $P_x$  یک پنجره به اندازه  $w \times w$  در نظر می‌گیریم. در داخل این پنجره ماسکی به اندازه  $m \times m$  که  $n < w$  است را حرکت داده و میانگین و واریانس نقاط داخل ماسک را حساب می‌کنیم. مقدار نهایی در پیکسل  $P_x$  برابر با مقدار میانگین ماسکی است که به ازای آن ماسک مقدار واریانس کمینه گردیده است. تابع ای بنویسید که تصویر ورودی، اندازه پنجره  $w$  و اندازه ماسک  $m$  را گرفته و تصویر خروجی فیلتر شده را تحویل دهد. تصاویر P1.png و P1\_noisy.png را بارگذاری کنید و این روش را به ازای  $w = 5$  و  $m = 3$  بر روی آنها اعمال کرده و خروجی‌ها را ترسیم کنید. همچنین، فیلتر ساده‌ی میانگین  $5 \times 5$  را نیز روی تصاویر اعمال کنید. تفاوت بین نتایج را ذکر کرده و دلایل آن‌ها را توضیح دهید.

## ۲ فیلترینگ تکراری

### طراح:

در این مسئله می‌خواهیم عملکرد روش فیلترینگ تکراری را در کاهش کدرشدگی تصویر بررسی کنیم. خروجی این روش به صورت تکراری به سمت تصویری میل می‌کند که عمل فیلتر معکوس بر روی آن انجام شده است. در هر تکرار عملیات زیر انجام می‌شود:

$$\hat{f}_{n+1}(x, y) = P \left[ \hat{f}_n(x, y) + \beta (g(x, y) - (\hat{f}_n(x, y) * d(x, y))) \right] \quad (1)$$

$$P[\hat{f}_n(x, y)] = \begin{cases} \hat{f}_n(x, y) & \hat{f}_n(x, y) \geq 0 \\ 0 & \hat{f}_n(x, y) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

که در آن  $g(x, y)$  تصویر داده شده،  $d(x, y)$  فیلتر محوشدگی است و  $\beta$  نیز عدد مثبتی است که سرعت همگرایی الگوریتم را مشخص می‌کند. منظور از نماد  $*$  نیز عمل کانولوشن دو بعدی است. تصویر P2.tif را بارگذاری کنید.

۱. به ازای  $\beta$  مناسب و تکرارهای مختلف عملکرد الگوریتم فیلترینگ تکراری را در حذف کدرشدگی تصویر بررسی کنید. افزایش تعداد تکرارها باعث می‌شود که تصویر واضح‌تر گردد اما از طرفی هم اگر تعداد تکرارها را خیلی افزایش دهیم، اعوجاج تصویر بیشتر می‌شود. به ازای 3 تکرار مختلف این رفتار الگوریتم را در سه تصویر نشان دهید. در حالت اول تصویر همچنان کدر هست ولی اعوجاج ندارد، در حالت دوم تصویر بیشترین وضوح را دارد و نیز دچار اعوجاج نشده و در حالت سوم تصویر دچار اعوجاج شده است. با ذکر دلیل مشاهدات خود را توجیه کنید. مقدار  $\beta$  و تعداد تکرارهای هر سه حالت را گزارش کنید.

۲. روش inverse filter معرفی شده در بخش 5.7 کتاب درسی را به ازای شعاع‌های قطع مختلف برای این تصویر پیاده‌سازی کنید و نتایج این روش را با روش فیلترینگ تکراری مقایسه کنید. در روش inverse filter از  $H(u, v) = \mathcal{F}d(x, y)$  استفاده کنید.

## ۳ فیلتر وینر

### طراح:

در این مسئله می‌خواهیم عملکرد فیلتر وینر را روی تصویر P3.jpg بررسی کنیم:

۱. DFT دو بعدی سیگنال اولیه  $F(u, v)$  را حساب کنید.

۲. طیف توان تصویر  $S_f(u, v)$  را حساب کنید.

۳. ویز گوسی سفید با  $\sigma = 10$  را به تصویر اضافه کرده و آن را corrupted بنامید.

۴. تبدیل فیلتر بهینه وینر را توسط فرمول زیر حساب کنید:

$$\frac{H^*(u, v)}{|H^*(u, v)|^2 + \frac{S_n(u, v)}{S_f(u, v)}} \quad (3)$$

که در آن  $H(u, v)$  را می‌توانیم ۱ گرفته و  $S_n$  را نیز  $N\sigma^2$  بگیریم. مقدار مناسب  $N$  را با ذکر دلیل تعیین کنید.

۵. با ضرب تبدیل فوریه دو بعدی تصویر corrupted در تبدیل فیلتر بهینه وینر تخمین  $F(u, v)$  را بدست آورید.

۶. با گرفتن عکس تبدیل فوریه دو بعدی از  $F(u, v)$  تخمین سیگنال اولیه  $f(x, y)$  را بدست آورید.

۷. خروجی هر قسمت را نشان داده و تابع point spread function متناظر با تبدیل فیلتر وینر در قسمت ۴ را نیز نمایش دهید.

#### ۴ تقسیم‌بندی تصویر بر اساس رنگ

طراح:

تصویر P5.png را بارگذاری کنید. در این تصویر کلاه‌های با رنگ‌های مختلف وجود دارد که می‌خواهیم با استفاده از رنگ هر کلاه آن را جدا کنیم.

۱. با استفاده از روش تقسیم‌بندی در فضای HSI هر یک از پنج کلاه را از تصویر استخراج کنید. مراحل انجام روش را به دقت توضیح دهید. برای راهنمایی می‌توانید به بخش 6.7.1 کتاب مراجعه کنید.

۲. این بار هر یک از پنج کلاه را با استفاده از تقسیم‌بندی در فضای RGB از تصویر استخراج کنید. مراحل انجام روش را به دقت توضیح دهید. برای راهنمایی می‌توانید به بخش 6.7.2 کتاب مراجعه کنید.

۳. عملکرد الگوریتم تقسیم‌بندی را در دو فضا با یکدیگر مقایسه کنید.

#### ۵ بهبود کیفیت تصویر رنگی با استفاده از هیستوگرام

طراح:

تصاویر P6\_1.tif، P6\_2.tif و P6\_3.tif را بارگذاری کنید.

۱. در هر تصویر بر روی کانال‌های R، G و B عمل یکسان‌سازی هیستوگرام را انجام دهید. سپس، سه کانال را ادغام کرده و خروجی رنگی را تولید کنید. تصاویر بهبود یافته از این طریق را در کنار تصاویر اولیه نمایش داده و تغییرات به وجود آمده در هر تصویر را توجیه کنید.

۲. در تصویر P6\_3.tif با استفاده از هیستوگرام هر یک از کانال‌ها یک هیستوگرام متوسط تولید کنید و براساس این هیستوگرام متوسط یک تابع یکسان‌ساز هیستوگرام بدست آورید. این تابع را به هر یک از کانال‌های R، G و B اعمال

کرده و تصویر رنگی ترکیب شده از این کانال‌ها را نمایش دهید. این تصویر را با تصویر بدست آمده از قسمت ۱ برای P6\_3.tif مقایسه کنید و تفاوت‌های آن‌ها را توضیح دهید.

۳. تصویر P6\_3.tif را به فضاهای YUV، YIQ و YCbCr ببرید. قسمت ۱ را در هر یک از این فضاها تکرار کرده و پس از عمل یکسان‌سازی هیستوگرام در هر کانال، تصویر رنگی ترکیب شده از این کانال‌ها را نمایش دهید. این تصاویر را با تصویر بدست آمده از قسمت ۱ برای P6\_3.tif مقایسه کنید و تفاوت‌های آن‌ها را توضیح دهید.