

اصول پردازش تصویر (۱-۲۲۹۲۵) پاییز ۱۴۰۰
تمرینات سری دوم
مهلت تحویل: ۲۹ آبان ۱۴۰۰ (شنبه) ساعت ۱۲ شب

لطفاً به نکات زیر توجه فرمایید.

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، و یا برای هر سؤال در یک فایل ipynb باشد. توجه داشته باشید که حتی اگر توضیحات خود را در قالب فایل ipynb نوشتید باز هم باید کدهای هر سوال را جداگانه در فایل py تحویل دهید. داخل فایل توضیحات به هیچ عنوان نباید نام و شماره دانشجویی خود را بنویسید.
۶. در صورتیکه در انجام دادن تمرینات خود از هم فکری دیگران استفاده نموده اید باید نام آنها را در ابتدای گزارش خود ذکر نمایید.

سؤالات:

۱ - Sharpening (۱۶ نمره)

تصویر flowers.blur.png را شارپ تر کنید. این کار را با چهار روش که دو روش در حوزه مکان و دو روش در حوزه فرکانس به شرح زیر هستند انجام دهید.

الف) از رابطه اسلاید ۱۰ جلسه ۷ استفاده نمایید. این رابطه به صورت $f + \alpha(f - f * g)$ است. **انحراف معیار فیلتر گوس را در گزارش خود ذکر کنید.** فیلتر گوس را به صورت تصویر نمایش داده و با نام res01.jpg ذخیره نمایید. تصویر هموار شده $f * g$ را با نام res02.jpg ذخیره نمایید. تصویر ماسک آشارپ $(f - f * g)$ را با نام res03.jpg ذخیره نمایید. مقدار α را در گزارش خود ذکر نمایید. تصویر نهایی را با نام res04.jpg ذخیره نمایید.

ب) از رابطه اسلاید ۱۳ جلسه ۷ استفاده نمایید. این رابطه به صورت $f - k f * \Delta g$ است. **انحراف معیار فیلتر گوس را در گزارش خود ذکر کنید.** فیلتر لاپلاسن گوس را به صورت تصویر نمایش داده و با نام res05.jpg ذخیره نمایید. تصویر ماسک آشارپ $(f * \Delta g)$ را با نام res06.jpg ذخیره نمایید. مقدار k را در گزارش خود ذکر نمایید. تصویر نهایی را با نام res07.jpg ذخیره نمایید.

ج) از رابطه اسلاید ۶۷ جلسه ۱۰ و ۱۱ استفاده نمایید. این رابطه به صورت $F \cdot (1 + k H_{HP})$ است. $\mathcal{F}^{-1}\{F \cdot (1 + k H_{HP})\}$ تبدیل فوریه تصویر را به دست آورده و اندازه (magnitude) آن را نمایش داده و با نام res08.jpg ذخیره نمایید. فیلتر بالاگذر (highpass) را به صورت تصویر نمایش داده و با نام res09.jpg ذخیره نمایید. مقدار k را در گزارش خود ذکر کنید. اندازه $F \cdot (1 + k H_{HP})$ را نمایش داده و با نام res10.jpg ذخیره نمایید. تصویر نهایی را با نام res11.jpg ذخیره نمایید.

د) از رابطه اسلاید ۶۸ جلسه ۱۰ و ۱۱ استفاده نمایید. این رابطه به صورت $f + k \mathcal{F}^{-1}\{4\pi^2(u^2 + v^2) F\}$ است. $\mathcal{F}^{-1}\{4\pi^2(u^2 + v^2) F\}$ اندازه F را به دست آورده و با نام res12.jpg ذخیره نموده و با نام res13.jpg ذخیره نمایید. مقدار k را در گزارش خود ذکر کنید. تصویر نهایی را با نام res14.jpg ذخیره نمایید.

در گزارش خود یک جدول درست کرده و در آن مقادیر پارامترهای خواسته شده در بالا که در ادامه مجدد تکرار میشود را ذکر نمایید: انحراف معیار فیلتر گوس در قسمت الف، مقدار α در قسمت الف، انحراف معیار فیلتر گوس در قسمت ب، مقدار k در قسمت ب، مقدار k در قسمت ج، و مقدار k در قسمت د.

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 - Template Matching (۱۶ نمره)

میله ای که در تصویر patch.png است را در نظر بگیرید. هدف در این تمرین پیدا کردن میله های مشابه در تصویر Grrek-ship.jpg است. از روش template matching برای این کار استفاده کنید. روشی که استفاده می کنید را در گزارش خود ذکر کنید. دقت نمایید که در این سوال نمی توانید از توابع آماده template matching استفاده نمایید و خودتان باید روش مورد نظر را پیاده سازی نمایید. می توانید از توابع آماده استفاده نمایید تا روش template matching مناسب را انتخاب کنید، ولی بعد از آن باید خودتان آن روش را پیاده سازی نمایید. دور مواردی که پیدا می کنید یک مستطیل (box) بکشید و نتیجه را با نام res15.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 - Homography and Image Warping (۱۸ نمره)

در این تمرین، تصویر جلد هر یک از کتاب های موجود در تصویر books.jpg را از رو به رو در یک تصویر ذخیره می نمایید. برای هریک از کتاب ها موارد زیر را انجام دهید.

چهار نقطه گوشه کتاب را دستی انتخاب کنید. برای اینکه این کتاب از رو به رو به صورت صاف دیده شود، این چهار نقطه باید چهار گوشه یک تصویر به اندازه جلد کتاب بشوند. این تصویر را با لحاظ کردن نسبت طول به عرض مستطیل در نظر بگیرید. چهار گوشه این تصویر متناظر چهار نقطه گوشه مستطیل در تصویر اصلی هستند. بین این چهار نقطه متناظر یک نگاشت هندسی تصویری (projective - homography) در نظر گرفته و پارامترهای آن را محاسبه نمایید. ماتریس به دست آمده را در گزارش خود بنویسید. برای به دست آوردن این ماتریس می توانید از توابع آماده استفاده نمایید.

نگاشت به دست آمده را روی تصویر جلد هر کتاب اعمال کرده و تصاویر به دست آمده با نام res16.jpg و res17.jpg و res18.jpg ذخیره نمایید. برای وارپ (warp) کردن تصویر نمی توانید از توابع آماده استفاده نمایید و خودتان باید پیاده سازی کنید. 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.

هدف این تمرین ساختن تصاویر هیبریدی است. یک تصویر هیبریدی از ترکیب دو تصویر ساخته می شود به طوریکه وقتی از نزدیک به آن تصویر هیبریدی نگاه کنیم یکی از آن تصاویر دیده شود و وقتی از دور نگاه کنیم تصویر دیگر دیده شود. در [این سایت](#) می توانید مثال هایی از تصاویر هیبریدی را مشاهده نمایید. توجه بفرمایید که از این تصاویر تنها به عنوان مثال و برای آزمودن برنامه خود می توانید استفاده کنید، ولی برای انتخاب تصاویر برای تمرین خود نمی توانید از این تصاویر استفاده کنید. برای ساختن تصاویر هیبریدی از روشی که در کلاس توضیح داده شد باید استفاده کنید. جزئیات بیشتر این روش را می توانید در [مقاله مربوطه](#) مطالعه نمایید. توصیه می شود که برای کسب نمره کامل این مقاله را مطالعه بفرمایید.

یک جفت تصویر به دلخواه خود انتخاب کنید. توجه کنید که این تصاویر نمی توانند از سایت معرفی شده در بالا و یا از تصاویری که تصویر هیبریدی آن ها موجود است انتخاب شوند. برای به دست آوردن تصویر هیبریدی مناسب، دو تصویر انتخاب شده باید از یک نوع باشند، برای مثال هر دو چهره انسان باشند، یکی دوچرخه و یکی موتور باشد، هر دو تصویر خودرو باشند، و یا هر دو تصویری که اجزای مشابه داشته باشند. تصاویر شما باید رنگی باشند. تصویر هیبریدی حاصل هم باید رنگی باشد. تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود را res19-near.jpg و تصویری که می خواهید از دور دیده شود را res20-far.jpg بنامید. نمره شما به مناسب بودن تصاویر انتخاب شده، به نتایج میانی، و به کیفیت تصویر هیبریدی حاصل بستگی دارد.

برای به دست آوردن نتیجه بهتر، باید دو تصویر را هم اندازه کرده و با هم منطبق نمایید، یعنی قسمت های مشابه یا معادل را روی هم قرار دهید. برای مثال، اگر بخواهید دو تصویر از صورت دو شخص را با هم ادغام کنید، بهتر است در ابتدا دو تصویر را طوری تغییر دهید تا اجزای متناظر صورت دو شخص در یک مکان از تصویرشان قرارگیرد. می توانید این کار را با تطبیق چشم ها انجام دهید. از آنجائیکه شکل کلی صورت انسان ها یکسان می باشد، اگر چشم ها منطبق شده باشند می توان انتظار داشت که بقیه قسمت ها نیز با هم منطبق شده اند. این کار را می توان با انتخاب چند نقطه متناظر بین دو تصویر و استفاده از نگاشت های هندسی انجام داد. می توانید چشم ها را در هر دو تصویر علامت بزنید، اندازه یکی از تصاویر را تغییر دهید تا فاصله چشم ها هم اندازه تصویر دیگر شود، و تصویر را جابه جا کنید تا چشم ها دقیقاً در یک مختصات در دو تصویر باشند. این کار را باید خودتان انجام دهید و نمی توانید از کدهای موجود در اینترنت استفاده نمایید. در این قسمت می توانید از اطلاعاتی که در مورد تصاویر دارید، برای مثال اینکه تصاویر چه چیزهایی هستند، استفاده کنید. تصاویر منطبق شده را با نام های res21-near.jpg و res22-far.jpg به ترتیب برای تصویر نزدیک و تصویر دور ذخیره نمایید.

وقتی از نزدیک به یک تصویر نگاه می کنید بیشتر جزئیات آن تصویر دیده می شوند. جزئیات یک تصویر در حوزه فرکانس با فرکانس های بالا مشخص می شوند. بنابراین، در تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود باید فرکانس های پایین را حذف کرده و فرکانس های بالا را نگه دارید. وقتی از دور به یک تصویر نگاه می کنید، بیشتر کلیات تصویر که با فرکانس های پایین مشخص می شوند دیده می شود. بنابراین، در تصویری که می خواهید از دور دیده شود فرکانس های بالا را حذف نموده و فرکانس های پایین را نگه دارید. برای ترکیب دو تصویر، ابتدا هر دو تصویر را به حوزه فرکانس ببرید. سپس، در تصویر اول (تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود) فرکانس های پایین را حذف نموده و فرکانس های بالا را نگه دارید. در تصویر دوم (تصویری که می خواهید از دور دیده شود) فرکانس های بالا را حذف نموده و فرکانس های پایین را نگه دارید. این دو تصویر در حوزه فرکانس را با هم ترکیب کنید،

برای مثال با هم جمع کنید یا میانگین بگیرید. در نهایت، تصویر هیبریدی حاصل را به حوزه مکان برگردانید. مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید.

هر دو تصویر را به حوزه فرکانس ببرید. اندازه ضرایب تبدیل فوریه را محاسبه کرده و لگاریتم آن ها را نمایش دهید. تصاویر حاصل را به ترتیب با نام های `res23-dft-near.jpg` و `res24-dft-far.jpg` ذخیره نمایید.

در تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود، فرکانس های بالا را حفظ نموده و فرکانس های پایین را حذف کنید (فیلترینگ بالاگذر). در تصویر دیگر فرکانس های پایین را حفظ نموده و فرکانس های بالا را حذف نمایید (فیلترینگ پایین گذر). همانطور که در کلاس توضیح داده شد، برای این کار از فیلترهای مختلفی می توانید استفاده کنید. برای به دست آوردن نتایج بهتر می توانید از فیلتر گوس استفاده کنید. برای فیلتر پایین گذر از یک فیلتر با انحراف معیار `s` و برای فیلتر بالا گذر از یک فیلتر با انحراف معیار `r` استفاده نمایید. این دو فیلتر را نمایش داده و با نام های `res25-highpass-r.jpg` و `res26-lowpass-s.jpg` ذخیره نمایید که در این نام ها `r` و `s` مقدار عددی انحراف معیارها می باشند. توجه نمایید که مقدار `r` و `s` در نام این فایل ها موجود باشند تا بتوان فهمید از چه انحراف معیارهایی استفاده کرده اید. مقدار `r` و `s` را در گزارش خود نیز ذکر کنید.

فیلترهای به دست آمده را در تصاویر متناظرشان اعمال نموده و نتایج را با نام های `res27-highpassed.jpg` و `res28-lowpassed.jpg` ذخیره نمایید. این دو تصویر را با میانگین گیری وزن دار ترکیب نموده و نتیجه را با نام `res29-hybrid.jpg` ذخیره کنید. این تصویر را به حوزه مکان برده و با نام `res30-hybrid-near.jpg` ذخیره نمایید. یک نسخه کوچکتر این تصویر را نیز ذخیره نمایید به طوری که در آن تصویری که باید از دور دیده شود را بتوان دید. این تصویر را با نام `res31-hybrid-far.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.