

۱. Hybrid Images (۶۰ نمره)

در این تمرین، شما تصاویر هیبریدی خواهید ساخت. برای آشنایی بیشتر با تصاویر هیبریدی می توانید به [این سایت](#) مراجعه نمایید. برای این کار، از روشی که در مقاله مربوطه توضیح داده شده است باید استفاده کنید. می توانید از [وب سایت این مقاله](#) نیز برای کسب اطلاعات بیشتر استفاده نمایید. برای کسب نمره کامل در این تمرین، باید این مقاله را خوانده و نکات مهم آن را در پیاده سازی خود در نظر بگیرید. این مقاله را در پوشه حاوی فایل سؤالات (همین فایل) می توانید پیدا کنید. کلیات این روش در جلسه سیزدهم به همراه مثال ساده ای بیان شده است که در اسلایدهای جلسه مربوطه می توانید مشاهده بفرمایید. همچنین، این تمرین در درس های مشابه در [دانشگاه ایلینویز](#)، [دانشگاه برکلی](#)، و [دانشگاه براون](#) نیز مطرح شده است. می توانید از مطالب مطرح شده و کدهای در اختیار قرار داده شده در این سایت ها نیز استفاده نمایید.

ابتدا، چند تصویر برای ساختن تصاویر هیبریدی انتخاب کنید. در این تمرین، یک تصویر هیبریدی توسط دو تصویر اولیه ساخته می شود. پیشنهاد می شود چند جفت تصویر برای امتحان کردن پیاده سازی خود انتخاب نمایید. تصاویر شما باید رنگی باشند. تصویر هیبریدی هم باید رنگی باشد. نمره شما به مناسب بودن انتخاب تصاویر توسط شما (ادغام کردنشان بدیهی و آسان نباشد) و کیفیت ادغام کردن تصاویر بستگی دارد.

دو تصویر **رنگی** به دلخواه خود انتخاب نمایید. هدف این تمرین این می باشد که این دو تصویر با هم ادغام شده و تصویر جدیدی ساخته شود به طوری که اگر از فاصله نزدیک به تصویر جدید نگاه کنید یکی از تصاویر اولیه و اگر از فاصله دور نگاه کنید تصویر دیگر را ببینید. نام تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود را image1 و نام تصویری که می خواهید از دور دیده شود را image2 بگذارید.

وقتی از فاصله نزدیک به تصویری نگاه می کنید، جزئیات آن تصویر و یا فرکانس های بالا مورد توجه سیستم بینایی قرار می گیرند. بنابراین، باید سعی کنید تا جزئیات و یا فرکانس های بالا از تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود را در تصویر جدید قرار دهید. قسمت های با جزئیات زیاد و یا فرکانس بالا می توانند شامل لبه های تصویر مورد نظر باشند.

وقتی از فاصله زیاد به تصویری نگاه می کنید، کلیات تصویر و یا فرکانس های پایین مورد توجه سیستم بینایی قرار می گیرند. بنابراین، باید سعی کنید تا کلیات و یا فرکانس های پایین از تصویری که می خواهید از دور دیده شود را در تصویر جدید قرار دهید. کلیات تصویر و یا فرکانس های پایین می توانند همانند تصاویر هموار و یا کدر (blur) شده باشند.

بنابراین، از تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود جزئیات و یا فرکانس های بالا را جدا می کنید، از تصویری که می خواهید از دور دیده شود کلیات و یا فرکانس های پایین را جدا می کنید، این اطلاعات را با هم ترکیب کرده و تصویر جدیدی می سازید.

برای به دست آوردن نتیجه بهتر، باید دو تصویر اولیه را با هم منطبق کنید (registration / alignment) و اندازه آن ها را یکسان کنید. این کار باعث می شود تا دو تصویر در یکدیگر کمتر اختلال به وجود بیاورند. برای این کار، باید سعی کنید تا قسمت های مشابه دو تصویر روی هم قرار گیرند. برای مثال، اگر بخواهید دو تصویر از صورت دو شخص را با هم ادغام کنید، بهتر است تا ابتدا دو تصویر را طوری تغییر دهید تا اجزای متناظر صورت دو شخص در یک مکان از تصویرشان قرار گیرد. می توانید این کار را با قرار دادن چشم ها در یک مکان انجام دهید. از آنجاییکه شکل کلی صورت انسان ها تشابه زیادی دارند، اگر چشم ها روی هم قرار گیرند می توانیم انتظار داشته باشیم که بقیه اجزای متناظر هم تا اندازه زیادی در یک مکان قرار گرفته اند. برای جزئیات بیشتر لطفاً به مقاله اشاره شده در ابتدا رجوع بفرمایید. همچنین، در درس های مشابه ذکر شده در بالا، کدهایی برای انجام این کار قرار داده شده است که می توانید از آن ها استفاده کنید، ولی در این صورت باید کدها را مطالعه کرده و متوجه شوید که چگونه این کار را انجام می دهند و در گزارش خود آن ها را توضیح دهید. تصاویر align شده را با نام های im1 و im2، به ترتیب برای تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود و تصویری که می خواهید از دور دیده شود، ذخیره نمایید.

یکی از روش های تفکیک فرکانس ها بردن تصویر به دامنه فرکانس توسط تبدیل فوریه می باشد. هر دو تصویر اولیه را توسط FFT به دامنه فرکانس ببرید. بزرگی (magnitude) تبدیل فوریه این تصاویر را به دست آورده و با نام های متناظر dft1 و dft2 ذخیره نمایید. توجه نمایید که برای نمایش این تصاویر، مقادیر آن ها را باید نرمال نمایید تا در بازه قابل نمایش قرار گیرند و همچنین از تبدیل لگاریتمی استفاده نمایید تا ضرایب خیلی کوچک فرکانس ها بزرگ تر شده و قابل تشخیص باشند. از دستور زیر برای این کار می توانید استفاده کنید.

```
imshow(log(abs(fftshift(fft2(im1 / im2)))));
```

در تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود فرکانس های بالا را حفظ نموده و فرکانس های پایین را حذف کنید (highpass filtering)، و در تصویر دیگر فرکانس های پایین را حفظ نموده و فرکانس های بالا را حذف کنید (lowpass filtering). همانطور که در کلاس توضیح داده شده است، برای این کار از فیلترهای مختلفی می توانید استفاده کنید. برای به دست آوردن نتایج بهتر توصیه می شود از فیلتر گوس استفاده نمایید. برای فیلتر

lowpass از یک فیلتر گوسی دو بعدی با انحراف معیار s استفاده نمایید و برای فیلتر $highpass$ از تفاضل فیلتر گوس دو بعدی با انحراف معیار r از فیلتر ثابت با مقدار یک $(1-g)$ استفاده نمایید. این دو فیلتر را نمایش داده و با نام های $highpass_r.jpg$ و $lowpass_s.jpg$ ذخیره نمایید که در آن ها مقادیر r و s مقادیر عددی انحراف معیارها هستند.

هنگام استفاده از فیلترهای $highpass$ یا $lowpass$ در دامنه فرکانس، مقداری به عنوان $cutoff$ باید انتخاب گردد. در فیلترینگ $highpass$ ، ضرایب فرکانس هایی که فاصله آن ها از مرکز بیش از مقدار $cutoff$ می باشد نگه داشته می شوند و ضرایب بقیه فرکانس ها مساوی صفر قرار می گیرند. در فیلترینگ $lowpass$ ، ضرایب فرکانس هایی که فاصله آن ها از مرکز کمتر از مقدار $cutoff$ می باشد نگه داشته می شوند و ضرایب بقیه فرکانس ها مساوی صفر قرار می گیرند. برای انتخاب مقدار $cutoff$ در این تمرین به دو روش می توان اقدام کرد. روش اول اینکه یک $cutoff$ برای هر دو فیلتر انتخاب شود. روش دوم اینکه مقادیر $cutoff$ مختلفی برای دو فیلتر انتخاب شوند با این شرط که مقدار $cutoff$ فیلترینگ $highpass$ کوچکتر از مقدار $cutoff$ دیگر باشد تا دو تصویر فیلتر شده در یک قسمت مشترک ضرایب غیر صفر فرکانس داشته باشند. در این صورت، در این قسمت مشترک می توانید میانگیری کنید. با جمع (و یا میانگین گیری) دو تصویر فیلتر شده، تصویر جدید در دامنه فرکانس به دست می آید. مقدار $cutoff$ برای تصاویر مختلف متفاوت می باشد و باید با سعی و خطا مقدار $cutoff$ مناسب برای جفت تصویری که در نظر گرفته اید را به دست آورید. حال، این تصویر را به دامنه فضایی برده و تصویر مورد نظر را به دست می آورید. روش مورد استفاده خود را در گزارش ذکر کرده و مقدار $cutoff$ (مقادیر) را ذکر نمایید. تصویر جدید به دست آمده در دامنه فرکانس را با نام $hybrid_frequency$ ذخیره نمایید. تصویر متناظر در دامنه فضایی را با نام $hybrid$ ذخیره نمایید.

می دانیم که عمل $lowpass$ فیلترینگ در دامنه فرکانس معادل عمل هموارسازی ($smoothing$) در دامنه فضایی می باشد. برای حفظ فرکانس های پایین و حذف فرکانس های بالا، به جای استفاده از دامنه فرکانس، در دامنه فضایی فیلترینگ هموارسازی مناسب را روی تصویر اصلی که می خواهید از دور دیده شود انجام دهید.

همچنین، می دانیم که عمل $highpass$ فیلترینگ در دامنه فرکانس معادل عمل $sharpening$ در دامنه فضایی می باشد. برای حفظ فرکانس های بال و حذف فرکانس های پایین، به جای استفاده از دامنه فرکانس، در دامنه فضایی فیلترینگ $sharpening$ مناسب را روی تصویر اصلی که می خواهید از نزدیک دیده شود انجام دهید. برای این کار، می توانید تفاضل تصویر هموار شده با دو برابر تصویر اصلی را به دست آورید.

پس از به دست آوردن تصاویر هموار شده و $smooth$ شده در دامنه فضایی، این دو تصویر را با هم ادغام کنید. تصویر حاصل را با تصویر به دست آمده در دامنه فرکانس مقایسه نمایید. تصویر حاصل را با نام $hybrid_spatial$ ذخیره نمایید.

برای تحویل این تمرین، مواردی که در ادامه ذکر می شوند باید تحویل داده شوند:

- تصاویر خواسته شده در توضیحات بالا (۱۱ تصویر)
- توضیحات مربوطه در یک فایل pdf که روش مورد استفاده را با جزئیات توضیح می دهد، تصاویر خواسته شده در قسمت قبل در این فایل pdf نیز برای توضیحات مناسب تر می توانند استفاده شوند
- فایل script متلب که با اجرای آن تصاویر خواسته شده در بالا نمایش داده می شوند. این فایل باید با نام hw3_q1.m ذخیره شده باشد. فعالیت شما ممکن است شامل چندین فایل متلب باشد که همراه موارد خواسته شده ارسال می کنید، ولی تنها فایل hw2_q1.m توسط بنده اجرا خواهد شد.

۲. Geometric Transformations (۴۰ نمره)

تصویر im020.jpg که به همراه سؤالات دریافت کرده اید را در نظر بگیرید. چهار نگاشت T_1 ، T_2 ، T_3 ، و T_4 مختلف در نظر گرفته شده و هریک روی این تصویر اثر داده شده است. نتایج در تصاویر T1.jpg، T2.jpg، T3.jpg و T4.jpg ذخیره شده اند. این تصاویر نیز به همراه سؤالات در اختیار شما قرار داده شده اند.

در این تمرین، شما باید نگاشت های T_1 ، T_2 ، T_3 ، و T_4 را به دست آورید. برای این کار، هر یک از تصاویر تغییر یافته را در نظر بگیرید. چند نقطه (به تعداد کافی) متناظر به صورت دستی بین آن تصویر و تصویر اصلی im020.jpg تعیین کنید. از نقاط متناظر برای به دست آوردن نگاشت مورد نظر استفاده کنید.

برای هر تصویر، انواع مختلف نگاشت ها (Translation, Scale, Similarity, Euclidean, Shear, Affine, Projective) را در نظر گرفته و با استفاده از نقاط متناظر، پارامترهای هریک را به دست آورید. سپس، بررسی کنید که کدام نوع نگاشت در واقع نگاشت استفاده شده برای به دست آوردن تصویر مورد نظر بوده است.

برای هر تصویر، نوع نگاشت به دست آمده و مقدار پارامترهای آن را در گزارش خود ذکر نمایید. در صورت نیاز، می توانید از تابع imtransform متلب استفاده نمایید.

۳. Bonus (۲۰ نمره)

در تمرین اول، هر تصویر هیبرید از ترکیب دو تصویر به دست می آید. روشی ارائه دهید که تصاویر هیبریدی با استفاده از بیش از دو تصویر به دست آیند. یعنی با دور شدن از تصویر، تصاویر مختلفی دیده شوند. برای کسب نمره در این تمرین، شما باید روش خود را توضیح داده و پیاده سازی نموده و روی حداقل دو مثال نتیجه خود را نمایش دهید. نمره شما بستگی به کیفیت تصاویر نتیجه شما خواهد داشت.