

۱. SVD Compression (نمره ۱۰)

در این تمرین، هدف فشرده سازی تصویر `im016.jpg` با استفاده از تجزیه SVD می باشد. تجزیه SVD تصویر `im016.jpg` را به دست آورید. تعداد  $m$  از بزرگ ترین مقادیر منفرد (singular value) و بردارهای منفرد متناظر آن ها را نگه داشته و بقیه مقادیر و بردارهای منفرد را حذف نمایید. با استفاده از  $m$  مقدار منفرد باقی مانده و بردارهای منفرد متناظر آن ها، تصویر را بازسازی نمایید.

مقدار  $m$  را طوری انتخاب نمایید تا بیشترین فشرده سازی حاصل شده و در عین حال تصویر بازسازی شده به اندازه کافی به تصویر اصلی شبیه باشد به طوری که برای چشم انسان به آسانی قبل تشخیص نباشد.

مقدار فشرده سازی حاصل شده را محاسبه نمایید. برای این کار، فرض کنید  $r$  تعداد بیت های لازم برای ذخیره سازی تصویر اصلی باشد و  $s$  تعداد بیت های لازم برای ذخیره سازی تصویر بازسازی شده باشد. مقدار فشرده سازی از رابطه  $1-s/r$  به دست می آید. این مقدار را به آنتروپی ربط داده و با آنتروپی تصویر اصلی مقایسه نمایید. آنتروپی تصویر بازسازی شده را نیز به دست آورید.

مقدار مجموع مقادیر منفردی که برای فشرده سازی نگه داشته شده اند را به دست آورده و با مقدار مجموع مقادیر منفردی که حذف شده اند مقایسه بفرمایید.

برای کسب نمره کامل در این تمرین، موارد زیر را باید تحویل دهید:

مقدار  $m$ ، مقدار فشرده سازی، آنتروپی تصویر اصلی، آنتروپی تصویر بازسازی شده، مقایسه مقدار فشرده سازی شده با آنتروپی تصویر اصلی، مجموع مقادیر منفرد نگه داشته شده و حذف شده و مقایسه آن ها، نمایش تصویر اصلی و بازسازی شده، و نمایش سه ماتریس که برای بازسازی تصویر اصلی استفاده می شوند (ماتریس هایی که پس از حذف مقادیر منفرد با اهمیت کمتر و بردارهای منفرد متناظر آن ها به دست می آیند). همچنین، کد متلبی که با اجرای آن موارد گفته شده در بالا انجام شده و نمایش داده شوند با نام `hw4_q1.m` باید به همراه توضیحات شما باشد.

## ۲. Image Compression (۱۵ نمره)

در این تمرین، هدف فشرده سازی تصویر harvesters.tif می باشد. شما با این تصویر در تمرینات سری اول برای ساختن تصاویر رنگی از سه تصویر سیاه و سفید که از سه فیلتر رنگی به دست آمده اند کار کرده اید. این تصویر ۱۶ بیتی بوده و با حجم ۷۱/۱ ذخیره شده است. این تصویر را تبدیل به یک تصویر ۸ بیتی نموده و تا حد ممکن فشرده سازی نمایید. برای فشرده سازی می توانید از ترکیبی از تبدیل DCT ، quantization ، و Huffman Coding استفاده نمایید. روشی که مورد استفاده قرار می دهید را توضیح داده و مقدار فشرده سازی را به دست آورید.

از Huffman Coding استفاده نموده و تصویر را به صورت یک رشته باینری درآورید. از آنجائیکه با ساختن فایل های مختلف تصویری آشنایی ندارید، این رشته باینری را به صورت یک فایل mat. با استفاده از متلب ذخیره نمایید. تا این قسمت این تمرین باید توسط فایل hw4\_q2\_encoding.m قابل اجرا باشد.

برنامه ای بنویسید که فایل mat. را خوانده و تصویر مورد نظر را بازسازی نماید. این قسمت در تابع hw4\_q2\_decoding.m باید قابل اجرا باشد. تصویر بازسازی شده را با تصویر اصلی مقایسه نمایید.

## ۳. Image Segmentation (۱۰ نمره)

در تصویر im023.jpg پرند هایی که روی زنجیر نشسته اند را با segmentation از بقیه قسمت های تصویر جدا کنید. از هر روش دلخواه segmentation می توانید استفاده نمایید. نمره شما در این تمرین به تعداد پرندگان جدا شده و کیفیت این کار بستگی دارد.

## ۴. Image Segmentation (۱۵ نمره)

در تصویرهای im053.jpg و im054.jpg سنجاب را از بقیه قسمت های تصویر با هر روش segmentation دلخواه خود جدا نمایید. نمره شما در این تمرین به کیفیت این جداسازی به خصوص در قسمت های دم سنجاب بستگی دارد.

## ۵. Clustering (K-means & Mean-shift) (۱۰ نمره)

در فایل Points.txt لیست تعدادی نقطه در فضای دو بعدی می باشد. در سطر اول این فایل عددی قرار دارد که برابر است با تعداد این نقاط. از سطر دوم به بعد، هر سطر متناظر یک نقطه می باشد، هر سطر دارای دو عدد می باشد که مختصات  $x$  و  $y$  نقطه را نشان می دهند. این نقاط در دو خوشه قرار دارند. برای خواندن این فایل می توانید از توابع `dload` یا `fscanf` و یا توابع دیگر در متلب استفاده نمایید. برای خواندن این مقادیر نباید این اعداد را کپی پیست نمایید، بلکه باید از توابع متلب برای خواندن آن ها استفاده نمایید.

ابتدا، این نقاط را در فضای دو بعدی نمایش دهید. سپس از `k-means` استفاده کنید تا این نقاط را به دو خوشه تقسیم کنید. نتیجه `k-means` را با نمایش نقاط متناظر به خوشه های متفاوت با دو رنگ متفاوت نمایش دهید. توضیح دهید چرا روش `k-means` منجر به جواب مناسب نمی شود. می توانید از تابع `kmeans` متلب استفاده نمایید.

از روش `mean-shift` نیز برای خوشه بندی این نقاط استفاده نموده و نتیجه به دست آمده را نمایش داده و تحلیل نمایید.

آیا می توان نقاط را به فضای دیگری برد که در آن فضا با استفاده از `k-means` بتوان این نقاط را به دو خوشه مورد نظر تقسیم نمود؟ این امر را بررسی کرده و روش پیشنهادی خود را توضیح داده و نتایج به دست آمده را نمایش دهید.

## ۶. Ncuts (۱۵ نمره)

نقاط دو بعدی در فایل Points.txt که در تمرین ۵ با آن ها کار کردید را در نظر بگیرید. در این تمرین، این نقاط را با استفاده از روش `Ncut` گروه بندی می نمایید.

توضیح دهید که وزن یال ها برای رأس های مجاور که نشان دهنده میزان شباهت دو رأس مجاور می باشد را چگونه محاسبه می نمایید. سپس، ماتریس  $W$  را تشکیل داده و آن را نمایش دهید.

ماتریس  $inv\sqrt{D}(D-W)inv\sqrt{D}$  که در آن  $inv\sqrt{D}$  برابر است با ریشه دوم معکوس ماتریس  $D$  را محاسبه نموده و نمایش دهید. جزئیات مربوط به این ماتریس را می توانید در اسلایدهای جلسه ۲۰ مطالعه نمایید. سپس، دومین بردار ویژه کوچک ماتریس  $inv\sqrt{D}(D-W)inv\sqrt{D}$  را به دست آورید. این بردار را نمایش دهید. آیا می توان از این بردار برای گروه بندی نقاط استفاده نمود؟ جواب به دست آمده را نمایش دهید.

#### ۷. Oversegmentation (SLIC) (۱۰ نمره)

در تصویر im033.jpg از روش SLIC برای انجام oversegmentation استفاده نمایید. برای اجرای روش SLIC می توانید از توابع موجود در VLfeat استفاده نمایید. سپس، سعی کنید با ادغام سوپرپیکسل ها، کل تصویر را به سه ناحیه تقسیم نمایید: پیکسلهایی که روی **پل** هستند، پیکسل هایی که روی قایق ها هستند، و بقیه پیکسل ها. نتیجه حاصل را نمایش دهید.

#### ۸. Texture Segmentation (۱۵ نمره)

تصاویر im055.jpg و im056.jpg با استفاده از texture به قسمت های مختلف تقسیم نمایید.

#### ۹. SLIC for videos (Bonus) (۱۰۰ نمره)

روش SLIC را برای oversegmentation ویدئوها تعمیم دهید. مقدار نمره شما از این تمرین، به کیفیت و سرعت اجرای روش شما بستگی دارد.