

۱. نشان دهید که چگونه می‌توان فهمید که یک فیلتر جدایی‌پذیر می‌باشد یا خیر. همچنین، نشان دهید که در صورت جدایی‌پذیر بودن یک فیلتر، چگونه می‌توان آن را به دو فیلتر سطری و ستونی تجزیه کرد به طوری که کانولوشن این دو فیلتر برابر با فیلتر مورد نظر گردد. (۱۵ نمره)

۲. در این تمرین، گرادیان پیکسل‌ها در تصویر `im033.jpg` را به دست آورده، جهت و اندازه گرادیان در هر پیکسل را در دو تصویر مجزا نشان داده، با آستانه‌گیری (thresholding) روی مقادیر گرادیان، لبه‌های (edge) این تصویر را به دست آورده و نشان می‌دهید. این کارها را با پیگیری روند زیر انجام دهید.

از دو فیلتر دلخواه خود برای به دست آوردن مؤلفه‌های عمودی و افقی گرادیان تصویر استفاده نمایید. این دو فیلتر باید همسان باشند، یعنی یک نوع فیلتر در هر دو جهت باشند. فیلترهایی که استفاده می‌نمایید را ذکر کنید. با کانولوشن هریک از این فیلترها با تصویر اصلی، یکی از مؤلفه‌های گرادیان در یکی از جهت‌های افقی و یا عمودی به دست می‌آید. دو تصویر حاصل را ذخیره کرده و همراه پاسخ تمرینات ارسال نمایید. توجه نمایید که مقدار گرادیان در هر یک از جهت‌ها می‌تواند منفی باشد و یا مقدار بزرگی داشته باشد. برای نمایش دادن، قدر مطلق مقادیر را در نظر گرفته و آن‌ها را نرمال نمایید تا در بازه قابل نمایش قرار گیرند. تصویر مؤلفه عمودی را با نام `im033_x.jpg` و تصویر مؤلفه افقی را با نام `im033_y.jpg` ذخیره نمایید.

با استفاده از مؤلفه‌های گرادیان که در قسمت قبل به دست آمدند، بزرگی و جهت گرادیان در هر پیکسل را می‌توان به دست آورد. بزرگی گرادیان را با محاسبه ریشه دوم مجموع مجزورات دو مؤلفه به دست آورده و نتیجه را به صورت یک تصویر نمایش داده و ذخیره نمایید. توجه نمایید که در این مورد نیز نیاز به نرمال کردن مقادیر برای قرار گرفتن در بازه قابل نمایش دارید. جهت گرادیان را به صورت زاویه بین بردار گرادیان با سمت مثبت محور عمودی در جهت پاد ساعتگرد در نظر بگیرید. مقدار این زوایا را نرمال کرده و آن‌ها را به صورت تصویری ذخیره نمایید. توجه

داشته باشید که مرکز دستگاه مختصات پیکسل‌ها در نقطه بالا سمت چپ تصویر در نظر گرفته می‌شود و محور x ها به سمت پایین از آن نقطه و محور y ها به سمت راست از آن نقطه در نظر گرفته می‌شوند. تصویر مربوط به مقادیر گرادیان را با نام `im033_m.jpg` و تصویر مربوط به جهت را با نام `im033_d.jpg` ذخیره نمایید.

با در نظر گرفتن مقداری به عنوان آستانه (`threshold`) روی مقادیر اندازه گرادیان، پیکسل‌های روی لبه را به دست آورید. مقدار آستانه در نظر گرفته شده را بیان کرده و تصویر لبه را ذخیره نمایید. این تصویر را با نام `im033_edge.jpg` ذخیره نمایید.

تمام موارد بالا باید با اجرا کردن برنامه‌ای که به همراه پاسخ می‌فرستید به دست آیند. برنامه MATLAB شما باید در فایل‌ی با نام `hw2_q2.m` ذخیره شده باشد به طوری که با اجرای این برنامه تمام تصاویر خواسته شده در بالا نمایش داده شوند و فیلترهای خواسته شده چاپ شوند. (۱۵ نمره)

۳. مقدار لاپلاسیان تصویر `im015.jpg` را به دست آورید. فیلتری که برای این کار استفاده می‌کنید را ذکر کنید. نتیجه لاپلاسیان را به صورت یک تصویر نمایش داده و با نام `im015_L.jpg` ذخیره نمایید. توجه نمایید که برای نمایش مناسب مقادیر لاپلاسیان، باید آن‌ها نرمال نمایید تا در بازه قابل نمایش قرار گیرند. همچنین، توجه نمایید که در اینجا نباید مقدار قدر مطلق را حساب کنید. از نتیجه لاپلاسیان برای شارپ‌تر کردن تصویر اصلی استفاده نموده و تصویر حاصل را با نام `im015_sh.jpg` ذخیره نمایید.

تمام موارد بالا باید با اجرا کردن برنامه‌ای که به همراه پاسخ می‌فرستید به دست آیند. برنامه MATLAB شما باید در فایل‌ی با نام `hw2_q3.m` ذخیره شده باشد به طوری که با اجرای این برنامه تمام تصاویر خواسته شده در بالا نمایش داده شوند و فیلتر خواسته شده چاپ شود. (۱۰ نمره)

۴. تصویر `im033.jpg` را طوری تغییر دهید که هیستوگرام تصویر حاصل شبیه هیستوگرام تصویر `im015.jpg` شود. نتیجه حاصل را با نام `im033_hist.jpg` ذخیره نمایید. تابع تغییرات بین مقادیر شدت روشنایی تصویر `im033.jpg` و تصویر حاصل را رسم نمایید. برای انجام این موارد، می‌توانید از تابع `histeq` در MATLAB استفاده نمایید.

پس از به دست آوردن تصویر جدید در مرحله قبل، از فیلتر میانه برای کم کردن نویزها استفاده نمایید. تصویر حاصل را با نام `im033_hismed.jpg` ذخیره نمایید. اندازه فیلتر استفاده شده را ذکر نمایید. برای این مورد می توانید از تابع `medfilt2` در MATLAB استفاده کنید.

تمام موارد بالا باید با اجرا کردن برنامه ای که به همراه پاسخ می فرستید به دست آیند. برنامه MATLAB شما باید در فایلی با نام `hw2_q4.m` ذخیره شده باشد به طوری که با اجرای این برنامه تمام تصاویر خواسته شده در بالا نمایش داده شوند. (۱۰ نمره)

۵. در تصویر `im032.jpg`، روی میزها کاغذ های نارنجی رنگی می توان مشاهده کرد. هدف در این تمرین تغییر رنگ این کاغذها از نارنجی به بنفش می باشد. این کار را با استفاده از فضای رنگ HSV انجام دهید. نحوه انجام این کار را با جزئیات توضیح دهید. تصویر حاصل را با نام `im032_purple.jpg` ذخیره نمایید. برنامه ای در فایلی با نام `hw2_q5.jpg` باید بنویسید که با اجرای آن نتیجه ذخیره شده حاصل شده و نمایش داده شود. (۱۵ نمره)

۶. تصویر انتگرال تصویر `im033.jpg` را به دست آورده و با نام `im033_integral.jpg` ذخیره نمایید. می توانید از تابع `integralimage` در MATLAB استفاده نمایید. (۵ نمره)

۷. تصویر حاصل در تمرین ۴ را که از تغییر هیستوگرام به دست می آید (قبل از اعمال فیلتر میانه) در نظر بگیرید. در این تمرین، هدف بهتر کردن کیفیت این تصویر با استفاده از هموارسازی با فیلتر گوس می باشد. این کار را به دو شکل باید انجام دهید.

ابتدا، فیلتر گوس دو بعدی در نظر بگیرید. این فیلتر را نمایش داده و مقدار انحراف معیار آن را ذکر کنید. می توانید از دستور `fspecial` در MATLAB برای ایجاد فیلتر استفاده کنید. این فیلتر را روی تصویر اعمال کنید و نتیجه را با نام `gauss_man.jpg` ذخیره نمایید. برای این کار مجاز به استفاده از هیچ کدام از توابع MATLAB یا کتابخانه ای برای انجام فیلترینگ یا کانولوشن نیستید و خود شما باید برنامه ای برای این منظور بنویسید.

سپس، فیلتر گوس در نظر گرفته شده را به دو فیلتر سطری و ستونی تجزیه نمایید. این دو فیلتر را نمایش داده و مقدار انحراف معیار هریک را ذکر کنید. فیلتر سطری را روی تصویر اعمال کرده و نتیجه را با نام `gauss_man_row.jpg` ذخیره نمایید. روی این تصویر، فیلتر ستونی را

اعمال کرده و نتیجه را با نام gauss_man_col.jpg ذخیره نمایید. در این قسمت نیز مجاز به استفاده از هیچ یک از توابع MATLAB و یا هر زبان برنامه نویسی دیگر و یا هر کتابخانه ای نیستید و خود شما باید برنامه آن را بنویسید.

دو تصویر حاصل شده از دو روش فوق را از نظر شباهت به هم و از نظر زمان اجرا با هم مقایسه نمایید.

حال، مراحل فوق را یک بار دیگر انجام داده و این بار در هر مرحله به جای استفاده از برنامه ای که خودتان نوشته اید از دستور imfilter در MATLAB استفاده نمایید. تصاویر حاصل را به ترتیب با نام های gauss_fil.jpg و gauss_fil_row.jpg و gauss_fil_col.jpg ذخیره نمایید و آن ها را با تصاویر مشابهی که از برنامه ای که خودتان نوشته اید به دست آمده اند مقایسه نمایید. همچنین، زمان محاسبه را برای این قسمت و برنامه ای که خودتان نوشته اید مقایسه نمایید.

تمام این مراحل باید قابل اجرا در فایل hw2_q7.m باشند و با اجرای این فایل نتایج خواسته شده باید نمایش داده شوند. (۳۰ نمره)

۸. (نمره اضافی) فیلتر bilateral توضیح داده شده در کلاس را روی یک تصویر اعمال کرده و آن را با اعمال فیلتر گوس معمولی روی آن تصویر مقایسه نمایید. تصویری انتخاب کنید که تفاوت اعمال این دو فیلتر روی آن ها واضح باشد. برای فیلتر bilateral می توانید از کدهای موجود در اینترنت نیز استفاده نمایید. تصویر مورد نظر را با نام q8.jpg ذخیره کرده و تصاویر حاصل را با نام q8_bilateral.jpg و q8_gauss.jpg ذخیره کنید. فایلی با نام hw2_q8.m که با اجرای آن نتایج ذخیره شده به دست می آیند باید همراه پاسخ شما باشد. نمره این تمرین حداکثر ۱۵ نمره می باشد که به تصویر انتخابی شما، میزان تأثیرگذاری فیلتر در تصویر، و ارائه شما بستگی دارد.