

اصول پردازش تصویر (۱-۲۲۹۲۵) پاییز ۱۳۹۸

تمرینات سری دوم

مهلت تحویل: ۲ آذر ۱۳۹۸ (شنبه) ساعت ۱۲ شب

لطفاً به نکات زیر توجه بفرمایید.

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 موارد، ۱۰ نمره از شما کسر خواهد شد.

۲. اغلب تمرینات نیاز به برنامه نویسی دارند. در چنین تمرین هایی، کسب نمره کامل در هر سؤال مستلزم تحویل سه مورد شامل نتایج، کدها، و توضیحات می باشد. نتایجی که باید تحویل داده شوند در هر تمرین توضیح داده شده است. 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 این ۳۰ درصد به شما تعلق نمی گیرد. در مورد کدها و توضیحات در زیر توضیح بیشتری داده می شود.

۳. برای سؤالاتی که نیاز به برنامه نویسی دارند، باید حتماً کدهای استفاده شده که منجر به نتایج فرستاده شده است همراه فایل های شما باشند. با اجرای این کدها باید همان نتایجی که فرستاده اید قابل بازیابی باشند. برنامه اصلی شما باید با نام مرتبط با شماره سؤال ذخیره شده باشد که در توضیحات هر سؤال به آن اشاره خواهد شد. برنامه شما باید به گونه ای باشد که بدون نیاز به هیچ تغییری در کد در هر کامپیوتری قابل اجرا باشد، در غیر اینصورت هیچ نمره ای تعلق نخواهد گرفت. کدهای شما ۴۰ درصد نمره هر سؤال را تشکیل می دهند و در صورت عدم وجود کد و یا کار نکردن کد این نمره به شما تعلق نخواهد گرفت. در صورت استفاده از فایل های متعدد، لطفاً 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 توضیحات سؤال ذخیره شود و طوری باشد که با اجرای آن تمام قسمت های برنامه مورد نظر اجرا شود. کدهای شما تماماً باید توسط خودتان نوشته شده باشد. هرگونه استفاده از کد دیگران، اعم از دوستان و اینترنت، به هر شکل ممکن، اعم از کپی کردن یا یاد گرفتن یا همکاری کردن، تقلب محسوب می شود و نمره تمام تمرینات جاری و تمام تمرینات تحویل داده شده قبلی صفر خواهد شد.

۴. برای تمام سؤالات، باید تمام جزئیات روشی که استفاده کرده اید را توضیح دهید. این توضیحات برای تمام سؤالات می تواند در یک فایل pdf باشند. این قسمت ۳۰ درصد نمره هر سؤال شما را تشکیل می دهد. 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. تمام فایل های مربوط به یک سری تمرین را باید با هم تحویل دهید. در صورتیکه قسمت های مختلف یک سری از تمرینات را در زمان های مختلف در سایت cw قرار داده باشید، آخرین زمان بارگزاری به عنوان تاریخ تحویل شما در نظر گرفته خواهد شد.

سؤالات:

۱. (۲۰ نمره) تصویر Books.jpg را در نظر بگیرید. در این تمرین، پیکسل های روی لبه (edge) این تصویر را با استفاده از فیلتر مشتق گوس به دست می آورید. باید سعی کنید تا تعداد هرچه بیشتری از پیکسل های دور کتاب ها را تشخیص دهید. این امر به شما در سؤالات بعد نیز کمک خواهد کرد.

برای یافتن لبه در این تصویر، ابتدا دو فیلتر مشتق گوس در دو راستای افقی و عمودی برای انحراف معیار مشخصی در نظر بگیرید. برای پیدا کردن انحراف معیار و اندازه فیلتر مناسب شاید لازم باشد چندین مقدار را امتحان نموده و از بین آن ها بهترین مقدار را انتخاب نمایید. مقدار انحراف معیار انتخاب شده و اندازه فیلتر استفاده شده را در گزارش خود ذکر نمایید. این دو فیلتر انتخاب شده را به هر شکلی که خودتان مناسب می دانید نمایش دهید؛ برای مثال، اگر فیلترها خیلی کوچک هستند می توانید مقادیر آن ها را به صورت یک ماتریس در گزارشتان بنویسید، و اگر فیلترها بزرگ هستند می توانید آنها را به صورت گرافیکی نمایش دهید که این خود به دو شکل می تواند انجام شود: یکی به صورت یک تصویر و دیگری نمایش سه بعدی فیلتر به صورت رویه. مثال هایی از این سه نمایش در اسلایدهای درس موجود می باشد.

در گزارش خود توضیح دهید که چرا فیلتر مشتق گوس جدایی پذیری می باشد. سپس، هریک از فیلترهای افقی و عمودی ذکر شده در بالا را به دو فیلتر سطری و ستونی تجزیه نمایید. این چهار فیلتر را در گزارشتان نمایش دهید. برای نمایش این فیلترها می توانید از هر یک از روش های توضیح داده شده در بالا استفاده نمایید.

حال، مقدار مشتق تصویر در دو راستای افقی و عمودی را با اعمال فیلترهای مربوطه به دست آورید. برای عمل فیلترینگ می توانید از توابع متلب یا پایتون استفاده نمایید. برای محاسبه مشتق افقی و عمودی ابتدا از فیلتر سطری تجزیه شده برای این دو راستا استفاده نموده و قدر مطلق نتایج حاصل را به صورت تصویر به ترتیب با نام های Q1-01-hor-row.jpg و Q1-02-ver-row.jpg ذخیره نمایید. سپس، فیلترهای ستونی مربوط به مشتق های افقی و عمودی را به تصاویر متناظرشان اعمال کرده و قدر مطلق نتایج حاصل را به صورت تصویر به ترتیب با نام های Q1-03-hor-col.jpg و Q1-04-ver-col.jpg ذخیره نمایید.

برای محاسبه مشتق در راستای افقی و عمودی، این بار از فیلترهای مشتق گوس دو بعدی بدون تجزیه کردن استفاده نمایید. برای یافتن مشتق های افقی و عمودی فیلترهای دوبعدی مربوطه را روی تصویر اعمال نمایید و قدر مطلق نتایج حاصل را به صورت تصویر به ترتیب با نام های Q1-05-hor.jpg و Q1-06-ver.jpg ذخیره نمایید. نتایج به دست آمده از دو روش بالا را با هم مقایسه نموده و نشان دهید که نتایج با هم برابر هستند.

حال، بزرگی گرادیان در هر پیکسل را محاسبه نموده و به صورت تصویر با نام Q1-07-grad-mag.jpg ذخیره نمایید. همچنین، جهت گرادیان را به صورت تصویر با نام Q1-08-grad-dir.jpg نمایش دهید. جهت گرادیان را به صورت زاویه آن با یک مرجع در نظر بگیرید. حال یک مقدار آستانه (threshold) روی بزرگی گرادیان ها در نظر گرفته و با استفاده از آن پیکسل های روی لبه را پیدا نمایید. مقدار آستانه را در گزارش خود ذکر نمایید. تصویر حاصل را که به صورت باینری می باشد با نام Q1-09-edge.jpg ذخیره نمایید.

کدهای شما با اجرای فایلی به نام Q1 باید قابل اجرا باشند و نتایج بالا به دست آیند. تمام موارد خواسته شده باید در گزارش شما موجود باشند، در غیر این صورت، برای هریک از آن ها که موجود نیستند نمره کسر خواهد شد.

۲. (۲۰ نمره) در این تمرین، با استفاده از ایده تبدیل هاف (Hough Transfom) برای پیدا کردن خط، روشی برای پیدا کردن مستطیل در تصویر ارائه دهید. روش ارائه شده خود را روی تصویر Books.jpg اعمال نمایید تا محدوده سه کتاب پیدا شود. برای این کار ابتدا نیاز به لبه یابی (edge detection) دارید. از نتیجه حاصل از تمرین قبل استفاده نمایید. در صورتیکه نتیجه تمرین قبل شما به اندازه کافی خوب نیست، می توانید از روش های دیگر مانند توابع متلب و پایتون استفاده نمایید، ولی در این صورت ۴ نمره از ۲۰ نمره این تمرین از شما کسر خواهد شد.

روش هاف خود را به طور کامل توضیح دهید. توجه نمایید که روش شما باید طوری باشد که هر تعداد کتاب در یک تصویر را شناسایی نماید، در غیر این صورت نمره کامل به شما تعلق نمی گیرد. بدین ترتیب تعداد کتاب های موجود در تصویر را نیز می توانید بشمارید. برنامه شما روی تصاویر با تعداد دلخواه کتاب تست خواهد شد. می توانید فرض کنید که تمام تصاویر به صورت عمود بر سطح کتاب ها گرفته شده اند.

توجه نمایید که تمام پیاده سازی این کار باید توسط خود شما انجام شده باشد و دانلود از اینترنت تقلب محسوب میشود. نتیجه حاصل را به صورت تصویری که در آن دور کتاب ها مشخص شده اند با نام Q2.jpg ذخیره نمایید. مختصات چهار رأس هر کتاب را در گزارش خود ذکر نمایید. این مختصات ها را در سؤال بعد استفاده خواهید کرد. برنامه اصلی خود را با نام Q2 ذخیره نمایید.

۳. (۱۰ 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 یک کتاب را در نظر بگیرید. این چهار نقطه را در تمرین قبل به دست آورده اید. اگر نتایج شما در تمرین قبل به اندازه کافی خوب نیستند، می توانید چهار گوشه کتاب را دستی انتخاب نمایید، ولی در این صورت ۲ نمره از ۱۰ نمره این تمرین از شما کسر خواهد شد. 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 مناسب در نظر گرفته و پارامترهای آن را محاسبه نمایید. نوع نگاشت هندسی انتخاب شده را بنویسید، برای مثال: دوران، اقلیدسی، آفین، هوموگرافی. پارامترهای محاسبه شده را در گزارش خود ذکر کنید. این نگاشت را روی تصویر جلد کتاب اعمال کرده و تصویر به دست آمده که تصویر جلد کتاب از رو به رو است را ذخیره نمایید. برای وارپ (warp) کردن تصویر می توانید از توابع متلب و پایتون استفاده نمایید.

سه تصویر نتیجه را با نام های Q3_book1.jpg و Q3_book2.jpg و Q3_book3.jpg ذخیره نمایید. برنامه اصلی خود را با نام Q3 ذخیره نمایید.

هدف این تمرین ساختن تصاویر هیبریدی می باشد. 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 نمایید. برای ساختن تصاویر هیبریدی از روشی که در جلسه سیزدهم در کلاس توضیح داده شد باید استفاده نمایید. جزئیات بیشتر این روش را می توانید در مقاله مربوطه مطالعه نمایید. توصیه می شود که برای کسب نمره کامل این تمرین این مقاله را مطالعه بفرمایید.

یک جفت تصویر به دلخواه خود برای ساختن تصویر هیبریدی انتخاب کنید. توجه بفرمایید 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 Q4_01_near.jpg و تصویری که می خواهید از دور دیده شود را Q4_02_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 یا در یک مختصات پیکسلی قرار دهید. برای مثال، اگر بخواهید دو تصویر از صورت دو شخص را باهم 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 با هم منطبق شده باشند می توان انتظار داشت که بقیه قسمت ها نیز باهم منطبق شده باشند. این کار را می توان با انتخاب چند نقطه متناظر بین دو تصویر و استفاده از نگاشت های هندسی انجام داد. 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 Q4_03_near.jpg و Q4_04_far.jpg به ترتیب برای تصویری که می خواهید از نزدیک و برای تصویری که می خواهید از دور دیده شود 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 در حوزه فرکانس مشخص می شوند دیده می شود. بنابراین، باید در تصویری که می خواهید از دور دیده شود فرکانس های بالا را حذف نموده و فرکانس های پایین را نگه دارید. برای این کار، 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 دامنه 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 دامنه فرکانس ببرید. بزرگی ضرایب تبدیل فوریه را محاسبه کرده و لگاریتم آن ها را نمایش دهید. تصاویر حاصل را به ترتیب با نام های `Q4_05_dft_near.jpg` و `Q4_06_dft_far.jpg` ذخیره نمایید.

در تصویری که می خواهید از نزدیک دیده شود، تصویر اول، فرکانس های بالا را حفظ نموده و فرکانس های پایین را حذف کنید (فیلترینگ بالاگذر – `highpass filtering`). در تصویر دیگر فرکانس های پایین را حفظ نموده و فرکانس های بالا را حذف نمایید (فیلترینگ پایین گذر – `lowpass filtering`). همانطور که در کلاس توضیح داده شد، برای این کار از فیلترهای مختلفی می توانید استفاده نمایید. برای به دست آوردن نتایج بهتر باید از فیلتر گوس استفاده کنید. برای فیلتر `lowpass` از یک فیلتر گوسی دو بعدی با انحراف معیار `s` استفاده نمایید. برای فیلتر `highpass` از تفاضل یک فیلتر دو بعدی گوس با انحراف معیار `r` از فیلتر ثابت با مقدار یک (`1-g`) استفاده نمایید. این دو فیلتر را نمایش داده و با نام های `Q4_07_highpass_r.jpg` و `Q4_08_lowpass_s.jpg` ذخیره نمایید که در این نام ها `s` و `r` مقدار عددی انحراف معیارها می باشند. لطفاً توجه نمایید که مقدار `s` و `r` در نام این فایل ها موجود باشد تا بتوان فهمید از چه انحراف معیارهایی استفاده نموده اید.

معمولاً هنگام استفاده از فیلترهای بالاگذر و پایین گذر در دامنه فرکانس مقداری به عنوان `cutoff` انتخاب می شود. در فیلتر بالاگذر، ضرایبی که فاصله آن ها تا مبدأ بیشتر از این مقدار `cutoff` می باشند حفظ شده و بقیه ضرایب مساوی صفر قرار داده می شوند. در فیلتر پایین گذر، ضرایبی که فاصله آن ها تا مبدأ کمتر از این مقدار `cutoff` می باشند حفظ شده و بقیه ضرایب مساوی صفر قرار داده می شوند. در ساختن تصاویر هیبریدی، می توان مقدار `cutoff` برای هر دو فیلتر بالاگذر و پایین گذر را یکسان در نظر گرفت. ولی برای کسب نتایج بهتر، باید این دو مقدار را متفاوت در نظر بگیرید به طوری که `cutoff` برای فیلتر بالاگذر کوچک تر از مقدار `cutoff` برای فیلتر پایین گذر باشد. بدین صورت، هر دو تصویر در دامنه فرکانس در یک نوار غیر صفر می شوند. برای ترکیب دو تصویر در این نوار، از میانگین گیری وزن دار استفاده نمایید. مقدار `cutoff` ها را در فیلترهای متناظرشان اعمال کرده و فیلترهای حاصل را با نام های `Q4_09_highpass_cutoff.jpg` و `Q4_10_lowpass_cutoff.jpg` به ترتیب برای فیلترهای بالاگذر و پایین گذر ذخیره نمایید.

فیلترهای به دست آمده در مرحله قبل را در تصاویر متناظرشان اعمال نموده و نتایج را با نام های `Q4_11_highpassed.jpg` و `Q4_12_lowpassed.jpg` ذخیره نمایید. این دو تصویر را با میانگین گیری وزن دار ترکیب نموده و نتیجه حاصل را با نام `Q4_13_hybrid_frequency.jpg` ذخیره نمایید. تصویر حاصل را به حوزه مکان برده و با نام `Q4_14_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 `Q4_15_hybrid_far.jpg` ذخیره نمایید.

تمام کارهایی که انجام داده اید باید با اجرای برنامه ای که با نام `Q4` ذخیره شده است قابل اجرا باشند و نتایج خواسته شده نمایش داده شوند. جزئیات انجام کار را در توضیحات یادداشت نمایید.