



به نام خدا

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

دکتر عمادالدین فاطمی زاده - پردازش تصاویر دیجیتال

نیم سال دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۰

تمرین سری چهارم

لطفاً به نکات زیر توجه بفرمایید: (رعایت نکردن این موارد باعث کاهش نمره می شود.)

۱. نتایج و پاسخ های خود را در یک فایل با فرمت zip به نام HW4-Name-StudentNumber در سایت Quera قرار دهید. همچنین فایل پایتون یا متلب خود را به همان نام در قسمت مخصوص به خود آپلود کنید.

۲. کسب نمره کامل در هر سوال مستلزم تحویل کدها (۴۰ نمره) و توضیحات (۳۰ نمره) و نتایج (۳۰ نمره) می باشد.

۳. کدهای شما تماماً باید توسط خودتان نوشته شده باشند. هرگونه استفاده از کد دیگران، اعم از دوستان و اینترنت، به هر شکل ممکن، تقلب محسوب می شود و نمره تمام تمرینات جاری و تمام تمرینات قبلی صفر خواهد شد. با اجرای این کدها باید همان نتایجی که فرستاده اید قابل بازیابی باشند. برنامه شما باید به گونه ای باشد که بدون نیاز به هیچ تغییری قابل اجرا باشد، در غیر این صورت هیچ نمره ای تعلق نخواهد گرفت.

۴. برای تمام سؤالات، باید جزئیات روشی که استفاده کرده اید را توضیح دهید و نتایجی که گرفته اید را ارائه دهید. این توضیحات می تواند در یک فایل pdf و یا در یک فایل ipynb باشد. 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. در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ همه ی تمرین تا سقف شش روز و در مجموع بیست و یک روز وجود دارد. پس از گذشت این مدت، پاسخ های ارسال شده پذیرفته نخواهند بود. همچنین، به ازای هر روز تأخیر غیر مجاز بیست درصد از نمره تمرین به صورت ساعتی کسر خواهد شد.

۶. اگر از Jupyter notebook استفاده می کنید، میتوانید خروجی ها را پاک کنید تا حجم فایل تحویلی زیاد نشود.

۷. مهلت تحویل: ۱ خرداد ساعت ۲۳:۵۹

۸. نام طراح هر سوال در زیر آن نوشته شده است و شما میتوانید سوالات خود را از طریق ایمیل یا تلگرام از طراح سوال بپرسید:

• علی عزیزپور: @ali_aaz - aliazizpour1999@gmail.com

• امیررضا حاتمی پور: @arhp78 - arhp78@gmail.com

۱ سئوالات تئوری

طراح: امیررضا حاتمی پور

یک سیستم تخریب تصویر خطی و تغییر ناپذیر مکانی با پاسخ ضربه ی زیر را در نظر بگیرید:

$$h(x, y) = e^{-[(x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2]} \quad (۱)$$

که در آن x و y متغیرهای پیوسته هستند. فرض کنید ورودی سیستم یک تصویر باینری متشکل از یک خط عمودی سفید با عرض بینهایت کوچک است که در $x = a$ در یک پس زمینه سیاه واقع شده است. تصویر به صورت $\delta(x - a) = f(x, y)$ بیان می شود. اگر نویزی را برای محیط در نظر نگیریم، نتیجه حاصل از تخریب این تصویر توسط سیستم معرفی شده را بدست آورید.

۲ سوالات عملی

طراح: علی عزیزپور

۱.۲ فیلتر ماسک چرخان

در این مسئله می خواهیم عملکرد روش فیلتر ماسک چرخان را در کاهش نویز بررسی کنیم. استفاده از این روش در نرم کردن تصویر می تواند از کدرشدگی لبه ها جلوگیری کند. نحوه ی انجام این روش به این گونه است که حول پیکسل P_x یک پنجره به اندازه $w \times w$ در نظر می گیریم. در داخل این پنجره ماسکی به اندازه $m \times m$ که $n < w$ است را حرکت داده و میانگین و واریانس نقاط داخل ماسک را حساب می کنیم. مقدار نهایی در پیکسل P_x برابر با مقدار میانگین ماسکی است که به ازای آن ماسک مقدار واریانس کمینه گردیده است. تابع ای بنویسید که تصویر ورودی، اندازه پنجره w و اندازه ماسک m را گرفته و تصویر خروجی فیلتر شده را تحویل دهد. تصاویر `P1.png` و `P1_noisy.png` را بارگذاری کنید و این روش را به ازای $w = 5$ و $m = 3$ بر روی آنها اعمال کرده و خروجی ها را ترسیم کنید. همچنین، فیلتر ساده ی میانگین 5×5 را نیز روی تصاویر اعمال کنید. تفاوت بین نتایج را ذکر کرده و دلایل آن ها را توضیح دهید.

۲.۲ فیلترینگ تکراری

در این مسئله می خواهیم عملکرد روش فیلترینگ تکراری را در کاهش کدرشدگی تصویر بررسی کنیم. خروجی این روش به صورت تکراری به سمت تصویری میل می کند که عمل فیلتر معکوس بر روی آن انجام شده است. در هر تکرار عملیات زیر انجام می شود:

$$\hat{f}_{n+1}(x, y) = P \left[\hat{f}_n(x, y) + \beta (g(x, y) - (\hat{f}_n(x, y) * d(x, y))) \right] \quad (۲)$$

$$P[\hat{f}_n(x, y)] = \begin{cases} \hat{f}_n(x, y) & \hat{f}_n(x, y) \geq 0 \\ 0 & \hat{f}_n(x, y) < 0 \end{cases} \quad (۳)$$

که در آن $g(x, y)$ تصویر داده شده، $d(x, y)$ فیلتر محوشدگی است و β نیز عدد مثبتی است که سرعت همگرایی الگوریتم را مشخص میکند. منظور از نماد $*$ نیز عمل کانولوشن دو بعدی است. تصویر `P2.tif` را بارگذاری کنید.

۱. به ازای β مناسب و تکرارهای مختلف عملکرد الگوریتم فیلترینگ تکراری را در حذف کدرشدگی تصویر بررسی کنید.

افزایش تعداد تکرارها باعث میشود که تصویر واضح تر گردد اما از طرفی هم اگر تعداد تکرارها را خیلی افزایش دهیم، اعوجاج تصویر بیشتر میشود. به ازای 3 تکرار مختلف این رفتار الگوریتم را در سه تصویر نشان دهید. در حالت اول تصویر همچنان کدر هست ولی اعوجاج ندارد، در حالت دوم تصویر بیشترین وضوح را دارد و نیز دچار اعوجاج نشده و در حالت سوم تصویر دچار اعوجاج شده است. با ذکر دلیل مشاهدات خود را توجیه کنید. مقدار β و تعداد تکرارهای هر سه حالت را گزارش کنید.

۲. روش inverse filter معرفی شده در بخش 5.7 کتاب درسی را به ازای شعاعهای قطع مختلف برای این تصویر پیاده سازی کنید و نتایج این روش را با روش فیلترینگ تکراری مقایسه کنید. در روش inverse filter از $H(u, v) = \mathcal{F}d(x, y)$ استفاده کنید.

۳.۲ فیلتر وینر

در این مسئله می خواهیم عملکرد فیلتر وینر را روی تصویر P3.jpg بررسی کنیم:

۱. DFT دو بعدی سیگنال اولیه $F(u, v)$ را حساب کنید.

۲. طیف توان تصویر $S_f(u, v)$ را حساب کنید.

۳. نویز گوسی سفید با $\sigma = 10$ را به تصویر اضافه کرده و آن را corrupted بنامید.

۴. تبدیل فیلتر بهینه وینر را توسط فرمول زیر حساب کنید:

$$\frac{H^*(u, v)}{|H^*(u, v)|^2 + \frac{S_n(u, v)}{S_f(u, v)}} \quad (4)$$

که در آن $H(u, v)$ را می توانیم ۱ گرفته و S_n را نیز $N\sigma^2$ بگیریم. مقدار مناسب N را با ذکر دلیل تعیین کنید.

۵. با ضرب تبدیل فوریه دو بعدی تصویر corrupted در تبدیل فیلتر بهینه وینر $\hat{F}(u, v)$ یعنی تخمین $F(u, v)$ را بدست آورید.

۶. با گرفتن عکس تبدیل فوریه دو بعدی از $\hat{F}(u, v)$ تخمین سیگنال اولیه $\hat{f}(x, y)$ را بدست آورید.

۷. خروجی هر قسمت را نشان داده و تابع point spread function متناظر با تبدیل فیلتر وینر در قسمت ۴ را نیز نمایش دهید.

۴.۲ تقسیم بندی تصویر بر اساس رنگ

تصویر P4.png را بارگذاری کنید. در این تصویر کلاه های با رنگ های مختلف وجود دارد که می خواهیم با استفاده از رنگ هر کلاه آن را جدا کنیم.

۱. با استفاده از روش تقسیم بندی در فضای HSI هر یک از پنج کلاه را از تصویر استخراج کنید. مراحل انجام روش را به دقت توضیح دهید. برای راهنمایی می توانید به بخش 6.7.1 کتاب مراجعه کنید.

۲. این بار هر یک از پنج کلاه را با استفاده از تقسیم بندی در فضای RGB از تصویر استخراج کنید. مراحل انجام روش را به دقت توضیح دهید. برای راهنمایی می توانید به بخش 6.7.2 کتاب مراجعه کنید.

۳. عملکرد الگوریتم تقسیم بندی را در دو فضا با یکدیگر مقایسه کنید.

۵.۲ بهبود کیفیت تصویر رنگی با استفاده از هیستوگرام

تصاویر P5_1.tif، P5_2.tif و P5_3.tif را بارگذاری کنید.

۱. در هر تصویر بر روی کانال‌های R، G و B عمل یکسان‌سازی هیستوگرام را انجام دهید. سپس، سه کانال را ادغام کرده و خروجی رنگی را تولید کنید. تصاویر بهبود یافته از این طریق را در کنار تصاویر اولیه نمایش داده و تغییرات به وجود آمده در هر تصویر را توجیه کنید.

۲. در تصویر P5_3.tif با استفاده از هیستوگرام هر یک از کانال‌ها یک هیستوگرام متوسط تولید کنید و براساس این هیستوگرام متوسط یک تابع یکسان‌ساز هیستوگرام بدست آورید. این تابع را به هر یک از کانال‌های R، G و B اعمال کرده و تصویر رنگی ترکیب شده از این کانال‌ها را نمایش دهید. این تصویر را با تصویر بدست آمده از قسمت ۱ برای P5_3.tif مقایسه کنید و تفاوت‌های آن‌ها را توضیح دهید.

۳. تصویر P5_3.tif را به فضاها YUV، YIQ و YCbCr ببرید. قسمت ۱ را در هر یک از این فضاها تکرار کرده و پس از عمل یکسان‌سازی هیستوگرام در هر کانال، تصویر رنگی ترکیب شده از این کانال‌ها را نمایش دهید. این تصاویر را با تصویر بدست آمده از قسمت ۱ برای P5_3.tif مقایسه کنید و تفاوت‌های آن‌ها را توضیح دهید.