

شیوه تحویل تمرینات

تمرین‌های کامپیوتری: ارسال از طریق سامانه LMS با نام `HW1_stdnum.zip` (تذکر: `stdnum`، شماره دانشجویی شما در دانشگاه علم و صنعت ایران است).

تمرین‌های کامپیوتری

(۱)

در این تمرین برای بهبود کیفیت تصویر نویزی، از فیلتر میانه استفاده نمایید. فیلتر میانه برای حذف نویز نمک و فلفل از تصویر مفید است.

الف) تصویر نویزی (با نام Noisy) را `load` و آن را به `double` تبدیل کنید. با استفاده از دستور `imshow` تصویر نویزی را ببینید.

ب) با استفاده از دستور `medfilt2` فیلتر میانه 3×3 را اعمال کنید و تصویر فیلترشده را ببینید.

ج) بار دیگر، فیلتر میانه را بر تصویر فیلتر شده حاصل از قسمت (ب)، اعمال کنید. تصویر حاصل را ببینید و آن را با تصویر ورودی نویزی و تصویر فیلترشده حاصل از قسمت ب مقایسه کنید.

د) مقدار PSNR بین تصویر بدون نویز (با نام Noise-free) و تصویر ورودی نویزی را محاسبه کنید.

(۲)

الف) به یک تصویر دلخواه نویزهای گوسی و نمک و فلفل را با پارامترهای مختلف اضافه کنید. سطح نویزی را که همچنان به صورت شهودی قابل قبول است ارزیابی کنید.

ب) بر تصاویری که از قسمت قبل بدست آوردید فیلتر میانه را اعمال کنید. اندازه پنجره فیلتر را تغییر دهید و ارتباطش را با سطوح نویز ارزیابی کنید.

ج) با استفاده از میانگین گیری محلی تصویر را هموار کنید. (سایز بلوک ها را متفاوت انتخاب کنید. هم از بلوک هایی که با هم همپوشانی دارند و هم بلوک هایی که همپوشانی ندارند استفاده نمایید).

۳) مقاله زیر، مروری بر روش های بهبود تصویر مبتنی بر هیستوگرام است. دیدگاه روش های بیان شده در این مقاله را به صورت خلاصه بیان نمایید (شبییه سازی لازم نیست).

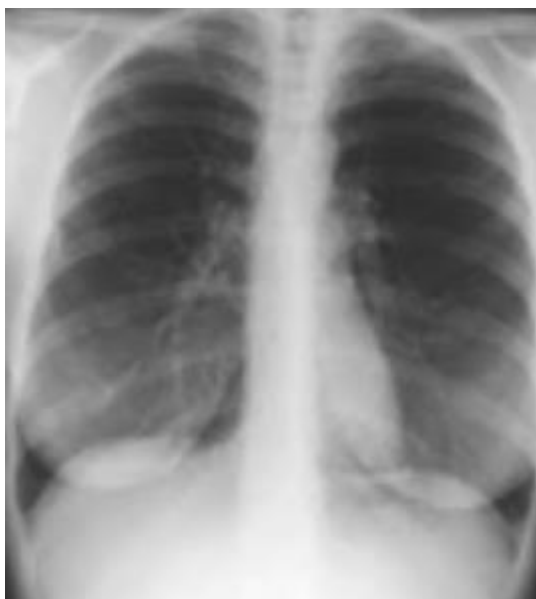
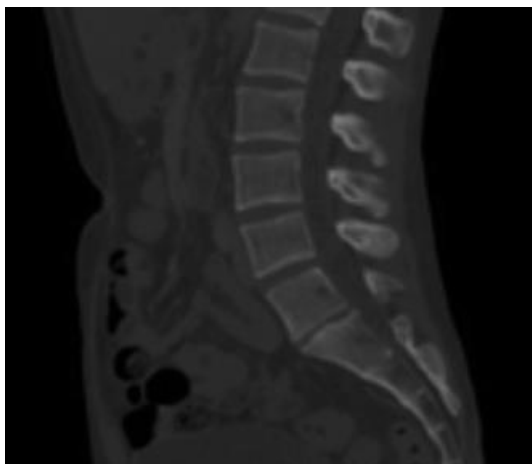
Salem, N., Malik, H. and Shams, A., 2019. Medical image enhancement based on histogram algorithms. Procedia Computer Science, 163, pp.300-311.

(۴) بهبود کیفیت تصاویر

(۱-۴) به کمک تبدیل‌های نمایی، لگاریتمی و یکنواخت‌سازی هیستوگرام، بازه‌ی شدت روشنایی تصویر زیر را تغییر دهید و اثر هر کدام را بررسی نمایید. نمودار هیستوگرام تصاویر را پیش و پس از اعمال این تبدیل‌ها، رسم نمایید.



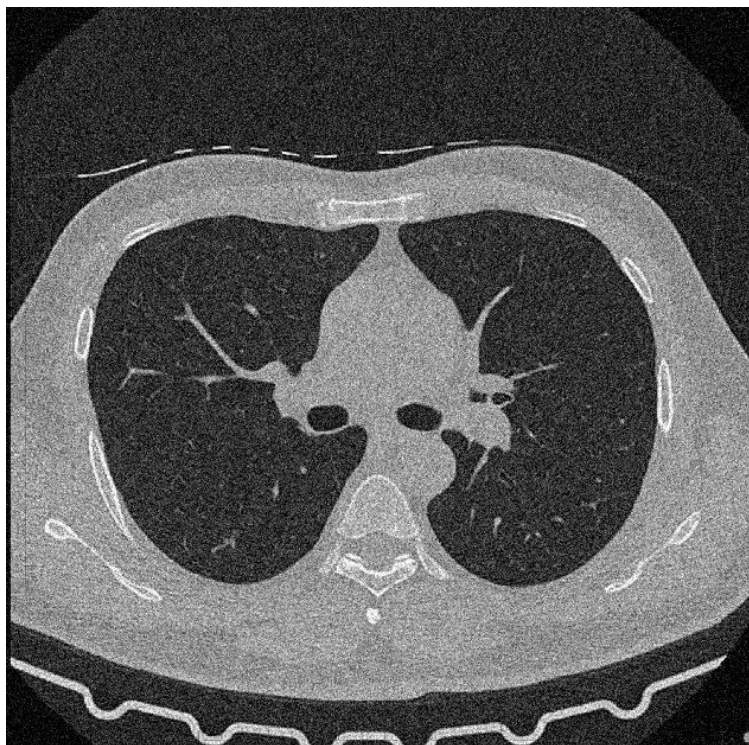
۲-۴) هیستوگرام تصویر اول را با هیستوگرام تصویر دوم، match کنید. نتیجه‌ی خروجی را نمایش دهید و هیستوگرام تصویر اولیه و نهایی را نیز، رسم کنید.



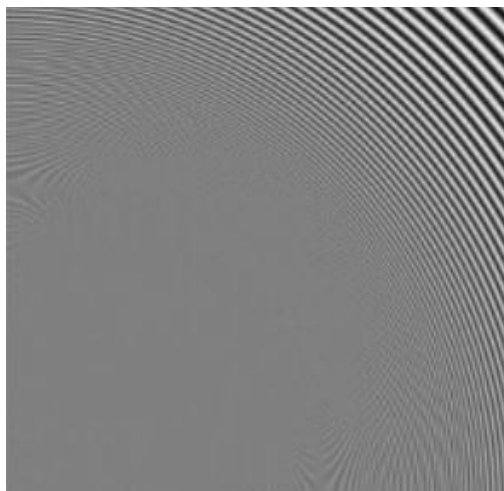
(۳-۴) به کمک یک فیلتر هومومورفیک، اثر illumination را بر روی تصاویر زیر، کم کرده و جزئیات آنها را نمایش دهید. اثر این فیلتر را به صورت کامل، بررسی نمایید.



۴-۴) سعی نمایید که به کمک الگوریتم‌های لبه‌یاب (Edge Detection algorithms)، لبه‌های اصلی تصویر زیر را بیابید. رویکردی را که برای بهبود این کار در نظر گرفتید شرح دهید.



۴-۵) از طریق کم‌نمونه‌برداری (downsampling) تصاویر زیر با ضریب حداقل ۴، وقوع aliasing را در آنها، بررسی کنید.



- (۵) سه تصویر در فایل‌های ضمیمه با نام‌های Phantom.jpg (تصویر واقعی یک فانتوم جهت تست سیستم)، BluredPhantom.jpg (تصویر خروجی که مات شده است) و NoisyBluredPhantom.jpg (تصویر خروجی سیستم که مات و نویزی شده است) در اختیار شما قرار گرفته است. موارد زیر را انجام دهید:
- (۱-۵) با استفاده از دو تصویر اول و با روشی دلخواه تابع تخریب سیستم را محاسبه کنید. پدیده‌هایی که می‌بینید را تحلیل نمایید. تابع تخریب (Degredation Function) را در حوزه مکان با اندازه 31×31 نمایش دهید.
- (۲-۵) با استفاده از تصاویر اول و سوم، تابع تخریب سیستم را محاسبه نمایید. نتایج رو با نتایج بخش قبل مقایسه و تحلیل نمایید.
- (۳-۵) تصویر سوم را با دانستن تصویر اول، تابع تخریب تخمین زده شده، با استفاده از فیلترهای معکوس و وینر، بازیابی (restore) نمایید.
- (۴-۵) تصویر سوم را بدون دانستن تصویر اول و دانستن تابع تخریب تخمین زده شده، با استفاده از فیلترهای معکوس و وینر بازیابی (restore) نمایید. نتایج این بخش را با بخش قبل مقایسه نمایید. راهنمایی: در این بخش یک الگوریتم تکرار ارائه دهید.
- (۵-۵) تصویر سوم را با استفاده از ۴ روش دی-کانولوشن (دستور deconvblind)، روش لوسی-ریچاردسون (دستور deconvlucy) و فیلتر تثبیت (دستور deconvreg) و فیلتر وینر (deconvwnr)، بازیابی نمایید. به طور مختصر ایده استفاده شده در هر دستور را بیان کرده و ایده‌های روش‌های مختلف را با هم مقایسه نمایید. نتایج این قسمت را با نتایج بخش‌های قبلی مقایسه نمایید و بر روی نتایج بحث کنید.

(۵-۶) برای بازیابی تصویر (Image Restoration)، روش‌های زیادی ارائه شده است. در زیر، یکی از این روش‌ها نشان داده شده است.

مدل برداری $g = hf + n$ برای تصویر مات شده در نظر گرفته شده است که n نویز سفید گوسی می‌باشد. مساله بازیابی تصویر یک مساله معکوس ill-condition در حالت کلی می‌باشد. برای حل این مساله راهکارهای زیادی ارائه شده است. در این مساله سعی می‌شود یک دسته از این روش‌ها و مشکلات آنها را بررسی نماییم. در اینجا فرض می‌شود تابع تخریب وجود دارد به عبارتی ماتریس h موجود است. ماتریس h دارای خاصیت circulant می‌باشد از این رو دارای ویژگی جالب زیر می‌باشد.

$$h = W^T \Lambda W$$

که W ماتریس تبدیل فوریه DFT می‌باشد و دارای خاصیت $WW^T = I$ است. ماتریس Λ یک ماتریس قطری است که عناصر روی قطر اصلی آن مقادیر تبدیل فوریه تابع تخریب می‌باشد.

الف) یک راه بازیابی تصویر روش تخمین حداقل مربعات می‌باشد

$$\text{Wiener Filter/ Least Squares: } \hat{f} = \operatorname{argmin} ||g - hf||^2$$

این مساله بهینه سازی را حل کنید. به کمک ویژگی ماتریس h ، آن را ساده نموده و با روش وینر مقایسه نمایید. همچنین، مساله نویز را نیز، بررسی نمایید.

ب) دسته‌ای از روش‌ها با رگولاریزیشن (به عنوان مثال نرم بودن تصویر بازیابی شده)، مساله بهینه سازی را به شکل زیر تغییر می‌دهند:

$$\text{Tikhonov Regularized Least Squares: } \hat{f} = \operatorname{argmin} ||g - hf||^2 + \lambda ||Df||^2$$

که ماتریس D در حالت کلی می‌تواند متفاوت باشد به عنوان مثال می‌تواند عمل گرادیان بر روی تصویر انجام دهد یا ماتریس یک واحد باشد. همچنین، λ یک عدد ثابت است.

مساله بهینه‌سازی بالا را حل کنید. مقاوم بودن آن نسبت به نویز را بررسی کرده و با مساله بهینه سازی حداقل مربعات مقایسه نمایید.

ج) نمره اضافی: دو مساله بهینه سازی بالا جواب ساده دارند که به راحتی قابل تبدیل به حوزه فرکانس هستند و به سادگی قابل پیاده سازی می‌باشند. دو روش را پیاده‌سازی کرده و با هم و با روش‌های قبلی مساله، مقایسه نمایید.

۶) سوال امتیازی: مثالی از فشرده سازی برای تصویر lena512

۶-۱) پیاده سازی ابتدایی JPEG

الف) تصویر را به بلوک های 8×8 بدون همپوشانی تقسیم کنید.

ب) تبدیل DCT هر بلوک را محاسبه کنید. این در پکیج های معروفی مثل متلب پیاده سازی می شود.

ج) هر بلوک را کوانتیزه کنید. برای انجام این روش می توان به آسانی هر کدام از ضرایب را بر N تقسیم کرد، نتیجه را به نزدیک ترین عدد صحیح گرد کرد و دوباره در N ضرب کرد. برای مقادیر مختلف N تست کنید. همچنین می توانید ۸ تا از بزرگترین ضرایب را نگه دارید (خارج از کل $8 \times 8 = 64$)، و به آسانی آن ها را به نزدیک ترین عدد صحیح گرد کنید.

د) بعد از عمل معکوس کوانتیزاسیون و DCT نتایج را ببینید.

۶-۲) قسمت ۱ را تکرار کنید. اما به جای استفاده از DCT از FFT استفاده کنید.

۶-۳) فشرده سازی نوع JPEG فوق را تکرار کنید ولی از هیچ تبدیلی استفاده نکنید، به آسانی کوانتیزاسیون را بر روی تصویر اصلی اعمال کنید.

۶-۴) حالا JPEG را برای تصاویر رنگی انجام دهید. در متلب، از دستور `rgb2ycbcr` برای تبدیل تصویر قرمز-سبز-آبی به `Lumina` و `Chroma` استفاده کنید. سپس بر روی هر یک از سه کانال به صورت مستقل فشرده سازی از نوع JPEG را اعمال کنید. بعد از معکوس کردن فشرده سازی، تبدیل رنگی را معکوس کنید و نتیجه را ببینید. مادامی که ثابت نسبت فشرده سازی را برای کانال Y حفظ کرده اید، فشرده سازی دو کانال `chrominance` را افزایش دهید و نتایج را ببینید.

۷) سوال امتیازی: مثالی از DFT برای تصاویر دلخواه

۷-۱) DFT دو بعدی را از روی DFT یک بعدی محاسبه کنید.

- الف) DFT یک بعدی هر سطر تصویر را محاسبه کنید.
- ب) DFT یک بعدی هر ستون تصویر DFT را حساب کنید.
- ج) ترانپاده (transpose)

۷-۲) اجزای فاز DFT دو تصویر را با هم عوض کنید و IDFT های شان را ببینید. (جز فاز شامل اطلاعات فرکانس بالا یعنی لبه ها است.)

تمرین‌های مرتبط با کلاس حل تمرین (می‌توانید کدهای خود را در GoogleColab بنویسید.)

(۱) مقاله‌ای دلخواه مرتبط با استفاده از شبکه‌های عمیق کانولوشنی (CNN) در کاربردهای پردازش تصاویر پزشکی، انتخاب کنید. (ترجیحا مرتبط با موضوع پروژه‌ی خود، مقاله‌ای را انتخاب نمایید. در غیر اینصورت، می‌توانید از مقاله‌ی زیر، استفاده نمایید.)

<https://doi.org/10.3390/app11115196>

(۱-۱) بخش Model مقاله که در ارتباط با مدل پیشنهادی در مقاله صحبت شده‌است را مطالعه کرده و خلاصه‌ای از ویژگی‌های مدل پیشنهادی مقاله و لایه‌های مختلف آن، ارائه نمایید.

(۲-۱) بخش dataset و train مقاله که درباره‌ی دیتاست و نحوه‌ی آموزش مقاله صحبت شده‌است را مطالعه کرده و خلاصه‌ای از دیتاست استفاده‌شده برای تعلیم شبکه و ویژگی‌های تصاویر و پیش‌پردازش‌های انجام‌شده (نظیر: حذف نویز یا data augmentation و غیره) انجام‌شده بر روی آنها، ارائه نمایید. همچنین، ویژگی‌های کلی استفاده‌شده برای تعلیم شبکه، نظیر: نرخ یادگیری، تعداد epoch ها، تابع خطای استفاده‌شده، transfer learning و غیره) را گزارش نمایید.

(۳-۱) بخش test مقاله را که راجع به استفاده از مدل پیشنهادی مقاله بر روی داده‌های تست است را مطالعه کرده و نتایج تست مدل (مقدار دقت، نتایج تصویری، نمودار تعلیم و غیره) را گزارش نمایید.

(۲) (برای این تمرین، می‌توانید از نرم‌افزار متلب نیز، استفاده نمایید.) تصویر پزشکی دلخواهی را انتخاب کنید. سعی کنید که به کمک روش‌های ساده‌ی data augmentation، نظیر: چرخش (rotation)، scaling و غیره، داده‌های جدیدی را تولید کنید. (توجه نمایید که معناداری تصاویر پزشکی، حفظ شود.)

(۳) برنامه‌ای به زبان پایتون و به صورت تابع بنویسید که چهار عمل اصلی ماشین حساب (جمع، تفریق، ضرب و تقسیم) را انجام دهد.