

## نحوه تحویل تمارین

آپلود در cw در قالب یک فایل واحد با نام HW\_03\_stdnum.zip که stdnum شماره دانشجویی شما در دانشگاه صنعتی شریف می باشد.

فایل های فرستاده شده باید شامل یک گزارش در قالب فایل pdf (نیازی به ارسال فایل word نمی باشد) و یک پوشه با نام code، شامل کدهای نوشته شده برای بخش شبیه سازی باشد.  
تذکر: در تکالیف شبیه سازی سهم عمده نمره تکلیف به تحلیل و دریافت شما از نتایج کدهای نوشته شده، اختصاص می یابد.

## بخش تئوری

**سوال ۱:** در این سوال هدف آشنایی با نحوه عملکرد فیلترهای INLM و Trilateral Filtering می باشد.

**الف)** در ابتدا به صورت مختصر در مورد نحوه عملکرد NLM توضیح دهید. برای بهبود عملکرد این الگوریتم، روش های مختلفی معرفی شده است. برای مثال مقاله ی موجود در این [لینک](#)، یکی از تعمیم های این الگوریتم است. مقاله ی فوق را مطالعه کرده و سپس به اختصار در مورد نحوه ی عملکرد الگوریتم پیشنهادی در این مقاله و تفاوت آن با الگوریتم اولیه ی NLM توضیح دهید.

**ب)** در این قسمت هدف آشنایی با Trilateral Filtering می باشد؛ بدین منظور ابتدا مقاله ی موجود در این [لینک](#) را مطالعه کرده و سپس به اختصار در مورد این روش و تفاوت آن با فیلتر Bilateral توضیح دهید.

**سوال ۲:** به ازای کدام مقدار صحیح  $p$ ، رابطه ی زیر جهت حذف نویز نمک-فلفل مناسب است؟ دلیل خود را بیان کنید.

$$u = \underset{u}{\operatorname{argmin}} \left( \int_{\Omega} |\nabla u| \, d\mathbf{x} + \lambda \int_{\Omega} |u - v|_p^p \, d\mathbf{x} \right)$$

\* راهنمایی: می توانید از خاصیت ۰ یا ۱ بودن پیکسل ها در نویز نمک-فلفل استفاده کنید.

## بخش شبیه سازی

**سوال ۱:** تصویر hand.jpg را بخوانید.

**الف)** ابتدا نویز گوسی با میانگین و واریانس ۰.۰۵ و ۰.۰۱ را به تصویر فوق اضافه کرده و سپس تصویر رنگی را به تصویر Gray\_Scale تبدیل کرده و با استفاده از تابع montage دو تصویر grayscale شده و نویزی را کنار هم نمایش دهید.

**ب)** در این قسمت می خواهیم عملکرد Classical Regression Filtering را در حذف نویز تصاویر مورد بررسی قرار بدهیم. بدین منظور فرمولاسیون کرنل گوسی به شکل زیر داده شده است. ابتدا نحوه عملکرد این کرنل برای تخمین تصویر denoise شده را توضیح داده و سپس به کمک این کرنل به حذف نویز تصویر پردازید.

$$K(X, Y; g(X), g(Y)) = K(X, Y) = \exp\left(-\frac{\|X - Y\|_2^2}{2h_x^2}\right) = G_{h_x}(\|X - Y\|)$$

**ج)** در این قسمت هدف آشنایی با Bilateral Filtering برای حذف نویز می باشد؛ بدین منظور فرمولاسیون این فیلتر به شکل زیر داده شده است. ابتدا نحوه عملکرد این فیلتر برای تخمین تصویر denoise شده را توضیح داده و سپس به کمک این کرنل به حذف نویز تصویر پردازید. (مقادیر مناسب  $h_x$  و  $h_g$  را تخمین بزنید).

\* دو پارامتر  $h_x$  (مربوط به اطلاعات مکانی) و  $h_g$  (مربوط به اطلاعات روشنایی) را از نظر مفهومی توضیح دهید. چه نوع تصاویری به  $h_x$  بزرگتر و چه نوع تصاویری به  $h_g$  بزرگتری نیازمند هستند؟

$$K(X, Y; g(X), g(Y)) = \exp\left(-\frac{\|X - Y\|_2^2}{2h_x^2}\right) \exp\left(-\frac{\|g(X) - g(Y)\|_2^2}{2h_g^2}\right)$$

د) در این قسمت هدف آشنایی با فیلتر Non Local Means است. ابتدا در مورد نحوه عملکرد فیلتر NLM توضیح داده، سپس طبق فرمولاسیون زیر تابعی بنویسید که تصویر نویزی را گرفته و تصویر denoise شده‌ی حاصل از اعمال فیلتر NLM را در خروجی نمایش دهد.

$$K(g(X), g(Y)) = \exp\left(-\frac{\text{dist}(S_g(X), S_g(Y))}{2h_V^2}\right)$$

ه- امتیازی) در این قسمت ابتدا در مورد نحوه‌ی عملکرد الگوریتم BM3D به صورت مختصر توضیح داده و سپس به کمک این روش، به حذف نویز تصویر پردازید.

و) اکنون معیار SNR را برای تصویر حذف نویز شده در قسمت‌های قبل محاسبه کرده و نتایج را با هم مقایسه کنید.

**سوال ۲:** در این سوال هدف آشنایی با Diffusion Filtering است.

الف) دستور phantom در متلب، یک تصویر مصنوعی از مغز انسان شبیه تصاویر MRI می‌سازد. ابتدا به کمک این دستور، فانتوم Modified Shepp Logan به ابعاد  $700 \times 700$  بسازید و سپس به آن نویز Salt & Pepper با چگالی ۰.۰۳ اضافه کنید.

ب) تابع anisodiff به شما داده شده است. ابتدا در مورد نحوه عملکرد این تابع توضیح داده و بگویید نقش هر ورودی در این تابع چیست؟ سپس با تعیین مقادیر مناسب ورودی‌های تابع (با ذکر دلیل)، به حذف نویز تصویر آغشته به نویز حاصل از قسمت قبل پردازید.

\* راهنمایی: برای درک نحوه‌ی عملکرد این تابع می‌توانید از مقاله‌ی موجود در این [لینک](#) استفاده کنید.

ج) معیار Edge Preserving index (EPI) برای ارزیابی حفظ لبه در روش‌های حذف نویز استفاده می‌شود. ابتدا در مورد این معیار تحقیق کرده و نحوه‌ی محاسبه‌ی آن را توضیح دهید. در ادامه معیارهای SNR و EPI را برای تصویر حذف نویز شده محاسبه کرده و نتایج را تحلیل کنید.

**سوال ۳:** یکی دیگر از روش‌های مربوط به حذف نویز تصاویر روش Total Variation می‌باشد که ابتدا در سال ۱۹۹۲ توسط Rudin و همکارانش معرفی شد. نسخه‌های بهبود یافته‌ی زیادی از این روش وجود دارند که در آنها سعی شده است کیفیت بازسازی تصویر نسبت به نسخه‌ی اولیه بالاتر برود.

الف) با مراجعه به مقاله‌ی موجود در این [لینک](#) و مطالعه‌ی بخش‌های ۱ و ۲ بیان کنید که فیلترهای غیرخطی حذف نویز چگونه بدون مات کردن تصاویر نویز آنها را تا حد خوبی از بین می‌برند. همچنین یکی از مشکلات مربوط به روش ROF و پیشنهاد داده شده جهت حل آن را در مقاله توضیح دهید.

ب) تابع TVL1denoise به شما داده شده است؛ الگوریتم Total Variation به کار رفته در این تابع از نوع L1 regularization می‌باشد که برای حذف نویزهای نمک-فلفل به خوبی عمل می‌کند. در مورد نحوه‌ی پیاده‌سازی عددی این روش تحقیق کرده و نتیجه را در گزارش خود بیاورید. سپس تصویر نویزی شده‌ی phantom ساخته شده در سوال ۲ را به عنوان ورودی به این تابع داده و نتیجه را نمایش دهید.

نکته: تعداد iteration و مقدار lambda را به ترتیب برابر ۱۰۰ و ۱ قرار بدهید.

ج) معیارهای SNR و EPI را برای تصویر حذف نویز شده در قسمت قبل محاسبه کرده و نتایج را با سوال ۲ مقایسه کنید. کدام یک از روش‌های حذف نویز عملکرد بهتری دارد؟