

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

پردازش سیگنال های گسسته  
تمرین کامپیوتری سوم



## تمرین کامپیوتری سوم

در انجام این تمرین حتماً به نکات زیر توجه کنید:

با سلام و آرزوی شادی، موفقیت و سلامتی؛

- در قسمت‌هایی که توضیحات خواسته شده است، صرفاً کپی کردن مطالب از چت‌بات‌های هوش مصنوعی نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد و بیشتر درک شما از موضوع مدنظر هست.
- موعد تحویل این تمرین، ساعت ۱۸:۰۰ روز جمعه ۵ بهمن ماه ۱۴۰۳ است.
- بخشی اصلی نمره شما را گزارش شما تعیین میکند.
- فقط برنامه‌هایی که به زبان متلب و یا پایتون باشند قابل قبول خواهند بود.
- تحویل همزمان گزارش و کدها الزامی است.
- گزارش باید شامل خروجی‌های کدهایی نوشته شده که موارد خواسته شده در سوالات هستند و سایر توضیحات خواسته شده دیگر در متن سوالات باشد (از آوردن کد کامل در گزارش خودداری کنید).
- فایل تحویلی پاسخ شما باید تنها یک فایل زیپ تحت عنوان DSP\_CHW3\_Student\_ID محتوای دو پوشه باشد. گزارش خود را در پوشه اول با عنوان Report و کدهای خود را در پوشه Codes قرار دهید.
- با این که همکاری و مشورت در حل سوالات پیشنهاد می‌شود، حتماً به صورت مستقل به نوشتن کدها و گزارش بپردازید.
- ممکن است از دانشجویی خواسته شود در زمانی که تعیین خواهد شد جزئیات کدش را در جلسه‌ای مجازی توضیح دهد، نتایج را تحلیل کند و حتی تغییراتی در پارامترهای کد اعمال کند. در صورتی که دانشجویی تمرین را تحویل داده باشد ولی نتواند کد خود را توضیح دهد و یا تغییراتی روی آن اعمال کند، و یا اینکه کد و یا گزارش تحویلی به شائبه تخلف منطقی داشته باشد، نمره تمرین صفر لحاظ شده و نمره‌ای منفی هم لحاظ خواهد شد.
- در صورت وجود هرگونه سوال، مشکل مربوطه را با ما در میان بگذارید.



## ۱ سوال اول

۱.۱

تبدیل فوریه گسسته (DFT) با طول ۸ نقطه‌ای دنباله‌های زیر را محاسبه کنید. طیف اندازه و فاز را رسم کنید و خواص تقارن را مشاهده کنید.

$$x[n] = \{1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1\} \bullet$$

$$x[n] = \{0, 1, 1, 0, 0, 0, -1, -1\} \bullet$$

$$x[n] = \{1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1\} \bullet$$

## ۲ سوال دوم

دنباله با طول محدود زیر را تولید کنید:

$$x[n] = 0.5(1 - \cos(\pi n/20)), \quad 0 \leq n < 20.$$

۱.۲

دنباله را با تعداد کافی صفر به انتها اضافه کنید تا DFT آن با طول  $N=32$  و  $N=256$  محاسبه شود. DFT دنباله را رسم کرده و تأثیر zero padding را توضیح دهید.

۲.۲

تعداد ۱۶ صفر در ابتدای دنباله وارد کنید و مرحله قبل را تکرار کنید.

## ۳ سوال سوم

DFT با طول ۳۲ نقطه را برای سیگنال‌های زیر رسم کنید و در مورد تخمین طیفی آن‌ها توضیح دهید:

$$x[n] = \cos(3\pi n/8) \quad ۱.$$

$$x[n] = \cos(3\pi n/16) \quad ۲.$$

$$x[n] = \cos(3\pi n/17) \quad ۳.$$

## ۴ سوال چهارم

مقادیر سیگنال  $h[n]$  را به صورت تصادفی از اعداد صحیح یک رقمی تولید کنید. توجه کنید که حتماً seed را برابر با شماره دانشجویی خود قرار دهید.

راهنمایی: برای تولید سیگنال  $h[n]$  می‌توانید از کد زیر استفاده کنید:

```
1 seed = 40031974; % Set the seed value for the random number generator
2 rng(seed);
3 % Generate random numbers between 0 and 9
4 h = randi([0, 9], 8, 1)
```



۱.۴

فرض کنید سیگنال‌های  $x[n]$  و  $h[n]$  سیگنال‌هایی  $N$  نقطه‌ای مطابق زیر باشند. سیگنال‌ها را رسم کنید.

$$x[n] = \{\text{ID student your}\}$$

$$h[n] = \{h_1, h_2, h_3, \dots, h_N\}$$

۲.۴

کانولوشن خطی دو سیگنال را محاسبه کرده و رسم کنید.

۳.۴

کانولوشن دایروی  $N$  نقطه‌ای دو سیگنال را محاسبه کرده و رسم کنید.

۴.۴

با استفاده از تبدیل آماده DFT (fft)  $N$  نقطه‌ای دو سیگنال را محاسبه کرده و دامنه و فاز هر یک را رسم کنید.

۵.۴

با استفاده از توابع آماده (ifft) سیگنال را پیدا کنید که DFT  $N$  نقطه‌ای آن حاصل ضرب دو DFT به دست آمده در سوال ۴.۴ باشد. سیگنال به دست آمده را با خروجی سوال ۴.۳ مقایسه کنید.

## ۵ سوال پنجم

تخمین سیگنال آلوده به نویز: سیگنال  $s[n] = \cos(\pi 5n/32) + \cos(\pi 21n/64)$  را برای ۲۵۶ نمونه تولید کنید. نسخه‌ای نویزی از سیگنال  $x[n]$  را با اضافه کردن نویز سفید گاوسی  $e[n]$  با واریانس ۰.۳ به سیگنال اصلی  $s[n]$  تولید کنید.

۱.۵

انرژی سیگنال خطا  $\sum_n (x[n] - s[n])^2$  را محاسبه کنید.

۲.۵

DFT‌های ۲۵۶ نقطه‌ای  $S[k]$  و  $X[k]$  را رسم کنید. مجموعه  $S_{nz}$  که شامل مقادیر  $k$  است که  $S[k]$  برای آن‌ها صفر نیست را پیدا کنید.

۳.۵

• اگر  $\hat{X}[k] = X[k]$  و  $k \in S_{nz}$  در غیر این صورت صفر. تبدیل معکوس فوریه  $\hat{x}[n]$  را از  $\hat{X}[k]$  بیابید تا سیگنال اصلی بازیابی شود.  $\hat{x}[n]$  را رسم کنید. انرژی سیگنال خطا پس از بازیابی را محاسبه کنید:

$$\sum_n (\hat{x}[n] - s[n])^2$$



۶ سوال ششم



شکل ۱: تصویر ۱

راهنمایی:

جهت انجام موارد خواسته شده باید ابتدا تصویر را به فرمت grayscale تبدیل کنید همچنین در ابتدا توصیه میشود، مباحث مربوط به DFT دو بعدی و fftshift را با استفاده از منابع موجود در اینترنت مطالعه کنید

۱.۶

مقدار  $SNR(\text{Signal to noise})$  تصویر ۱ را بدست آورید ؟

۲.۶

FFT را روی تصویر ۱ انجام دهید و سپس با استفاده از IFFT تصویر را بازسازی کنید و نمایش دهید ؟

۳.۶

مقدار  $SNR(\text{Signal to noise})$  تصویر بازسازی شده را بدست آورید ؟

۴.۶

آیا  $SNR(\text{Signal to noise})$  تصویر ۱ و تصویر بازسازی شده برابر شد؟ چرا؟

۵.۶

فاز و اندازه تصویر بازسازی شده نمایش دهید؟



۶.۶

تصویر بازسازی شده با FFT را طوری جابجا کنید که فرکانس‌های فضایی پایین در مرکز قرار گیرند. یک مقیاس لگاریتمی را برای بزرگی طیف فرکانس جابجا شده اعمال کنید. طیف حاصل را با استفاده از نقشه حرارتی نمایش دهید؟ (با کمک دستور `fftshift`)

۷.۶

در این مرحله مانند قسمت (6.2) از تصویر ۱ FFT بگیرید سپس iFFT بگیرید با این شرط که بجای استفاده از فاز خودش از فاز تصویری استفاده کنید در مرحله قبل ایجاد کردید؟

۸.۶

حال این بار از تصویری که فرکانس‌های آن را در مرکز قرار دادید iFFT بگیرید با این شرط که از فاز تصویر ورودی استفاده کنید؟

۹.۶

با بررسی تصویر بدست آمده در قسمت 6.7 و 6.8 دلیل این اتفاق توضیح دهید و توضیح دهید در بازسازی تصویر فاز مهم هست و یا اندازه؟

۱۰.۶

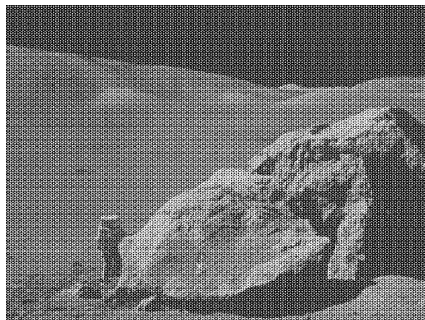
در ادامه قسمت 6.6 یک فیلتر فرکانس بالا اعمال کنید و تصویر را نمایش دهید؟ (تحلیل خودتان را بنویسید)

۱۱.۶

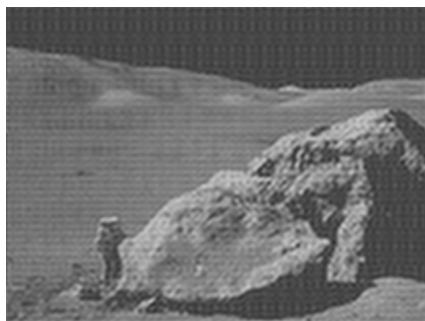
بصورت کلی در تصاویر فرکانس‌های بالا مهم هستند یا فرکانس‌های پایین؟ (توضیح دهید).



## ۷ سوال هفتم



شکل ۲: تصویر اولیه



شکل ۳: تصویر بازسازی شده

تصویر اولیه که دارای نویز است به شما داده شده است هدف این تمرین، حذف نویز از تصویر با استفاده از روش‌های پردازش تصویر در حوزه فرکانس و بازسازی تصویر به کیفیت بهتر است.

۱.۷

ابتدا تصویر ورودی را بارگذاری کرده و طیف فرکانسی آن را با استفاده از تبدیل فوریه دوبعدی (FFT) نمایش دهید.

۲.۷

طیف فرکانسی تصویر را با یک فیلتر پایین‌گذر اصلاح کنید تا نویزهای فرکانس بالا حذف شوند. تنها ۱۰٪ از ضرایب فرکانسی با فرکانس پایین را نگه دارید و بقیه را صفر کنید.

۳.۷

با استفاده از تبدیل فوریه معکوس (IFFT)، تصویر بازسازی‌شده را تولید کنید. تصویر بازسازی‌شده را ذخیره کرده و مقایسه کنید.

۴.۷

تفاوت تصویر اولیه و تصویر بازسازی‌شده را تحلیل کنید. توضیح دهید چرا حذف ضرایب فرکانسی بالا می‌تواند به کاهش نویز کمک کند.