



سوال ۱:

سیگنال  $x[n]$  به شکل زیر را در نظر بگیرید:

$$x[n] = u[n - 200] - u[n - 400] + 0.05 \sin\left(\frac{2\pi}{N} \times 100 \times n\right) + 0.1 \cos\left(\frac{2\pi}{N} \times 50 \times n\right)$$

(a) سیگنال را رسم کنید.

(b) تبدیل فوریه سیگنال را با استفاده از "fft" بدست آورید.

\* تابع "fft" در متلب: در این تابع، تبدیل فوریه گسسته سیگنال گسسته که در واقع همان نمونه های تبدیل فوریه پیوسته سیگنال گسسته در فرکانس های  $\frac{2\pi k}{N}$  است، طبق روابط زیر محاسبه می شود. در این روش فرض می شود که سیگنال با دوره تناوب  $N$  متناوب است.

$$X(k) = \sum_{j=1}^N x(j) \omega_N^{(j-1)(k-1)}$$

$$x(j) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N X(k) \omega_N$$

$$\omega_N = \frac{-2\pi i}{N}$$

دقت کنید که در استفاده از تابع "fft"، نتیجه یک بردار با طولی برابر طول سیگنال اصلی خواهد بود. برای نمایش صحیح تبدیل فوریه سیگنال کافیست جای نیمه اول و نیمه دوم بردار را تعویض کنیم و سپس نتیجه را نمایش دهیم. (تابع "fftshift" این کار را انجام می دهد).

"برای اطلاع بیشتر از نحوه استفاده از توابع ذکر شده در پروژه، می توانید از قسمت **Help** نرم افزار **MATLAB** استفاده کنید."

(c) تبدیل فوریه بدست آمده را به فرم مناسب تغییر دهید. (در صورت استفاده از تابع "fftshift"،

نمونه های اطراف  $N/2$  نمایانگر فرکانس های پایین و نمونه های اطراف  $N$  و  $0$  نیز فرکانس های بالا را نشان می دهند)

- (d) به روشی دلخواه و با استفاده از تبدیل فوریه بدست آمده، سیگنال را به گونه ای فیلتر کنید که نویز سیگنال حذف شود.
- (e) با استفاده از تابع “*ifft*” از تبدیل فوریه فیلتر شده، سیگنال فیلتر شده در حوزه زمان را بدست آورید و آن را ترسیم کنید.
- (f) نتایج را به تفصیل بررسی و تحلیل کنید.

### سوال ۲:

فایل “*voice\_noisy.wav*” موجود در پوشه پروژه را با استفاده از تابع “*audioread*” بخوانید. (در یک بردار ذخیره کنید).

- (a) با استفاده از تابع “*sound*” سیگنال مربوطه را به صورت یک فایل صوتی پخش کنید.
- (b) سیگنال را ترسیم کنید.
- (c) می خواهیم سرعت پخش فایل صوتی را دو برابر کنیم. چه تغییری در سیگنال باید ایجاد کنیم؟ سیگنال مربوطه را ترسیم کنید و آن را پخش کنید.
- (d) می خواهیم سرعت پخش فایل صوتی را نصف کنیم. چه تغییری در سیگنال باید ایجاد کنیم؟ سیگنال مربوطه را ترسیم کنید و آن را پخش کنید.
- (e) تبدیل فوریه سیگنال را با استفاده از “*fft*” بدست آورید.
- (f) تبدیل فوریه بدست آمده را به فرم مناسب تغییر دهید. (یکی از روش های ممکن استفاده از تابع “*fftshift*” خواهد بود).
- (g) حال تبدیل فوریه بدست آمده را به گونه ای فیلتر کنید تا نویز سیگنال حذف شود.
- (h) با استفاده از عکس تبدیل فوریه، سیگنال فیلتر شده را بدست آورید و رسم کنید.
- (i) سیگنال فیلتر شده را پخش کنید. آیا نویز حذف شده است؟
- (j) سیگنال بدون نویز را با استفاده از تابع “*audiowrite*” و در فرمت “*.wav*” ذخیره کنید.

### سوال ۳:

(سوال امتیازی) فایل صوتی فیلتر شده و بدون نویز بدست آمده در سوال 2 را، با نویز سفید نویزی کنید و آن را پخش کنید و در نهایت نتیجه را ذخیره سازی کنید.

- فایل گزارش خود را با فرمت PDF، به انضمام کدهای متلب خود و فایل های صوتی ذخیره شده، در قالب یک فایل ZIP تا زمان تحویل، در سایت درس آپلود نمایید.

- گزارش کار دارای بیشترین اهمیت است، لذا برای هر بخش توضیحات کافی را در گزارش خود بیاورید.
- در کدهای خود از **comment** های مناسب استفاده کنید، چراکه بخشی از نمره تمرین به این امر مربوط است.
- سوالات خود را می توانید از طریق ایمیل [m.h.salehpour@ut.ac.ir](mailto:m.h.salehpour@ut.ac.ir) بپرسید.
- کپی کردن کار یکدیگر تخلف محسوب می شود و لذا برای طرفین نمره 0 لحاظ خواهد شد.

