



Sharif University of Technology
Department of Electrical Engineering

EE 25742-4

Signals and Systems

Winter-Spring 1395-96

Homework 1

Due Date: دوشنبه ۱۶ اسفند

نحوه‌ی تحویل:

- گزارش کار با فرمت HW01_FamilyName_StudentNumber.pdf در گزارش باید به تمامی سوالات تمرین پاسخ دهید، نمودارها و نتایج به دست آمده را ارائه کرده و توضیحات کلیه‌ی فعالیت‌هایتان را مکتوب کنید.
 - فایل اصلی متلب با فرمت HW01_FamilyName_StudentNumber.m شامل کدی که تمام بخش‌های تمرین را اجرا کند. کد باید کامنت‌گذاری مناسب داشته باشد و بخش‌های تمرین در آن تفکیک شده باشند.
 - تمامی آنچه که اجرا شدن کد به آن‌ها نیاز دارد: توابعی که خواسته شده تا بنویسید، دیتایی که خواسته شده تا ضمیمه کنید و ...
- تمامی فایل‌های مورد نظر را در پوشه‌ای با فرمت HW01_FamilyName_StudentNumber.rar یا zip. روی سامانه‌ی CW بارگذاری کنید.

معیار نمره‌دهی:

- ساختار مرتب و حرفه‌ای گزارش: ۱۰٪
 - استفاده از توابع مناسب و الگوریتم‌های مناسب و کامنت‌گذاری کد: ۱۵٪
 - پاسخ به سوال‌های تئوری و توضیح روش‌هایی که سوال‌ها از شما خواسته‌اند: ۳۵٪
 - کد و گزارش خروجی کد برای خواسته‌های مسائل: ۲۰٪ + ۲۰٪
 - برای روش‌های ابتکاری، خلاقانه و فرادرسی‌ای که موجب بهبود کیفیت تمرین شود: ۱۰٪+
- توجه داشته باشید که ممکن است بعضی از سوال‌ها و خواسته‌ها جواب یکتا نداشته باشد، و هدف آن سنجش خلاقیت یا توانایی حل مسئله‌ی شما باشد. می‌توانید از ساده‌ترین چیزهایی که به ذهنتان می‌رسد استفاده کنید یا برای یافتن راه مناسب جست و جو کنید. همچنین سوال‌هایی که با * مشخص شده‌اند صرفاً جنبه‌ی امتیازی دارند و بیشتر برای آموزش شما هستند.

شرافت انسانی ارزشی به مراتب والاتر از تعلقات دنیوی دارد. رونویسی تمارین، زیر پا گذاشتن شرافت خوشتن است؛

به کسانی که شرافتشان را زیر پا می‌گذارند هیچ نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.

۱. در Help متلب، کارکرد توابع و دستورات زیر را مطالعه کنید و با ساختار آن‌ها آشنا شوید: (این بخش تنها برای آشنایی شما با بعضی توابع است تا در نوشتن کدهایتان راحت‌تر باشید. بدین جهت لازم نیست چیزی برای این بخش تحویل دهید).
- توابعی برای رسم و عنوان گذاری:

figure, plot, stem, hold, title, xlabel, ylabel, grid, axis, subplot, legend, sum, cumsum, mean, median, mode, var, hist, conv, rand, randn

قسمت دوم: نمایش و بررسی نویز

۱. سیگنالی سینوسی (x) با دامنه‌ی واحد و فرکانس $f=1\text{kHz}$ و به طول 10 ثانیه بسازید. این سیگنال را روی بازه 0 تا 10ms نمایش دهید. زمان بین هر دو نمونه را به حد کافی کوچک بگیرید. (معنای حد کافی شاید در قسمت بعدی تا حدی برایتان روشن شود. اما حد کافی را در انتهای درس به درستی یاد خواهید گرفت).
۲. همانطور که می‌دانید، مشتق و انتگرال برای توابع پیوسته معنی دارد و سیگنالی که شما ساخته‌اید، نمونه‌هایی از یک سیگنال پیوسته است. برای آنکه از روی این نمونه‌ها، نمونه‌های مشتق واقعی سیگنال را به دست آوریم، روش‌های دقیقی وجود دارد که در انتهای این درس، شما با آن‌ها آشنا خواهید شد. علی‌القاعده تقریبی برای این مشتق و انتگرال در نظر بگیرید، روابطی که استفاده می‌کنید را در گزارش ذکر کنید. همچنین از x مشتق و انتگرال بگیرید و حاصل را نمایش دهید. آیا با انتظارتان سازگار است؟ در صورت نیاز، زمان بین نمونه‌ها را در بخش قبل می‌توانید کم یا زیاد کنید.
۳. معنای هیستوگرام را برای خودتان مطالعه کنید، با استفاده از تابع hist، هیستوگرام مقادیر سیگنال x را رسم کنید. توضیح دهید که چه معنایی دارد و شکلش را به طور شهودی توجیه کنید. (می‌توانید به طور دقیق نیز معادله‌ی این شکل را به دست آورید).
۴. سیگنال رندوم یکنواخت (rand) با دامنه‌ی بین -0.1 تا 0.1 تولید کنید و با x جمع کنید (xn) و حاصل را روی بازه‌ی مذکور نمایش دهید.
۵. مشتق و انتگرال xn را محاسبه کرده و روی یک تصویر (subplot) با مشتق و انتگرال x نمایش دهید. در کدام عملیات تاثیر نویز بیشتر بوده است؟
۶. هیستوگرام xn را نمایش دهید.

قسمت سوم: حذف نویز

سیستمی را در نظر بگیرید که $x[n]$ را به عنوان ورودی بگیرد و خروجی را به این شکل تشکیل دهد:

$$y[n] = \frac{\sum_{i=n-k}^{n+k} x[i]}{2k+1}$$

به عبارتی این سیستم، هر نقطه را با میانگینش روی پنجره‌ای به طول $2k+1$ حول آن نقطه جایگزین می‌کند. نویز رندوم در این میانگین‌گیری تضعیف می‌شود اما خود سیگنال تغییر زیادی نمی‌کند.

۱. واضح است که این سیستم علی نیست؛ با این حال چطور ممکن است آن را در جهان واقع پیاده سازی کنیم؟

۲. تابعی بنویسید که به عنوان ورودی k و $x[n]$ را بگیرد و به عنوان خروجی $y[n]$ را بدهد. (اسم تابع را MA بگذارید).
۳. با توجه به فاصله‌ی زمانی‌ای که بین نمونه‌هایتان در نظر گرفته‌اید، k ای را بیابید که طول پنجره‌ی تابعتان برابر با t ثانیه شود.
۴. سیگنال xn را که در بخش قبل ساخته‌اید به عنوان ورودی به تابع MA ای که نوشته‌اید بدهید. حاصل را به ازای طول‌های زیر بیابید:

0.1us, 1us, 2us, 5us, 10us, 0.1ms, 0.5ms, 1ms

حاصل را برای یک بازه‌ی زمانی ثابت به طول 10ms روی یک شکل رسم کنید. (subplot یا legend)

۵. با توجه به حاصل کاری که در این قسمت انجام داده‌اید، اثر طول پنجره را بر سیگنال بررسی کنید. اگر طول بازه را بیشتر کنیم بهتر است یا کمتر کنیم؟

قسمت چهارم: کانولوشن و سیستم

۱. توضیح دهید که دستور $conv$ چه چیزی را محاسبه می‌کند. همچنین طول خروجی و ارتباطش با طول ورودی را بررسی کنید.
۲. اگر سیگنال‌مان در زمان‌های منفی نیز مقدار داشته باشد، برای کار با متلب، باید مبداء زمانی را برای خودمان مشخص کنیم. (به دلیل اینکه اندیس‌های متلب از 1 شروع می‌شود). توضیح دهید که استفاده از آیا استفاده از دستور $conv$ شماره‌ی اندیس مبداء را جابه‌جا می‌کند؟ اگر جوابتان مثبت است به چه صورت این تغییر رخ می‌دهد؟
۳. یک سیگنال رندوم یکنواخت بین ۰ تا ۲ و به طول ۲۱ تولید کنید و آن را x بنامید. فرض کنید مبداء زمانی‌مان متناظر با اندیس شماره‌ی ۱۱ام باشد. حاصل را با دستور مناسب برای نمایش سیگنال‌های گسسته، بر حسب زمان رسم کنید.
۴. خروجی هر یک از سیستم‌های زیر را به ورودی x حساب کرده و بر حسب زمان رسم کنید.
- مبداء زمانی برای پاسخ ضربه‌ی سیستم‌ها 1 است. (سیستم‌ها علی هستند).

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| a. $h[n] = [0.5 \ 0.5]$ | b. $h[n] = [1 \ -1]$ |
| c. $h[n] = [1 \ -2 \ 1]$ | d. $h[n] = [1 \ 0 \ 1]$ |

قسمت پنجم: کار با فایل صوتی

برای این قسمت می‌توانید از فایل صوتی `sound.wav` که ضمیمه‌ی تمرین شده است یا هر فایل صوتی دیگری استفاده کنید. (اخطار! اگر از هدفون یا ایرفون استفاده می‌کنید، قبل از پخش صوت، صدای کامپیوتر را کم کنید).

۱. با دستور `audioread`، فایل صوتی را در متلب باز کنید. فرکانس نمونه‌برداری صوت را گزارش کنید.
۲. سیگنال را بر حسب زمان رسم کنید.
۳. راهنمای مربوط به دستور `audioplayer` را مطالعه کنید. صوت مذکور را با متلب پخش کنید.
۴. صوت را با نویز تصادفی گاوسی با میانگین صفر و انحراف معیاری برابر با نصف انحراف معیار صوت جمع کنید و حاصل را در y بریزید.
- y را پخش کنید.
۵. با استفاده از کارهایی که در قسمت سوم انجام دادید، سعی کنید اثر نویز را تضعیف کنید. حاصل کارتان را گزارش دهید.

۶. حال با x سیگنالی با فرکانس ثابت 1kHz جمع کنید. حاصل را پخش کنید.
۷. سیگنال سینوسی‌ای به طول صوت بسازید که فرکانسش به طور خطی از 1kHz به 5kHz برسد. (به این سیگنال chirp می‌گویند و برای تولید آن می‌توانید از دستور chirp استفاده کنید. همچنین اگر علاقه‌مندید در مورد این سیگنال و کاربردهایش مطالعه کنید.) حاصل را در c بریزید و پخش کنید.

قسمت ششم: بازسازی صوت

فایل صوتی sound_edited.wav ضمیمه‌ی این تمرین شده است که تغییر یافته‌ی فایل صوتی sound.wav است.

۱. فایل صوتی را گوش دهید و توضیح دهید چه تغییراتی کرده است (توضیحات باید "علمی" باشد یعنی باید توضیح دهید که چه اتفاقاتی در حوزه‌ی زمان یا فرکانس برای سیگنال روی داده است.) و بررسی کنید که این تغییرات را به چه شکل می‌توانید مدل کنید.
۲. *تا حد امکان تغییرات را حذف کنید و فایل نهایی را به فرمت sound_final.wav ذخیره و ضمیمه‌ی این تمرین کنید. تمامی عملیاتی که انجام داده‌اید را گزارش کنید.