



بسمه تعالی
دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی برق

سیگنالها و سیستمها ۲۵۷۴۲ گروه ۴ - ترم بهار ۹۷-۱۳۹۶

Matlab HW #1

موعد تحویل: ساعت ۲۴ جمعه ۴ اسفند

گزارش کار

در گزارش باید به تمامی سوالات تمرین پاسخ دهید، نمودارها و نتایج به دست آمده را ارائه کرده و توضیحات کلیه ی فعالیت هایتان را مکتوب کنید.
فرمت: HW01_FamilyName1_FamilyName2_StudentID1_StudentID2.pdf

فایل اصلی متلب

کدی که تمام بخش های تمرین را اجرا کند، کامنت گذاری مناسب داشته باشد و بخش های تمرین در آن تفکیک شده باشد.
فرمت: HW01_FamilyName1_FamilyName2_StudentID1_StudentID2.m

فایل یکپارچه ی نهایی

با فرمت zip یا rar و با اسم HW01_FamilyName1_FamilyName2_StudentID1_StudentID2 در CW آپلود شود.

معیار نمره دهی

- ساختار مرتب و حرفه ای گزارش: 10%
- استفاده از توابع مناسب و الگوریتمهای مناسب و کامنت گذاری کد: 15%
- پاسخ به سوالهای تئوری و توضیح روشهایی که سوال ها از شما خواسته اند: 10%
- کد و گزارش خروجی کد برای خواسته های مسائل: 65%
- برای روشهای ابتکاری و فرادرسی ای که موجب بهبود کیفیت تمرین شود: +10%

نکات تکمیلی

- گروه های دونفری که تشکیل میدهند تا آخر ترم ثابت خواهند بود.
- به ازای هر ساعت تاخیر در آپلود، ۱۰ درصد از نمره ی اخذ شده از آن تمرین کسر می گردد.

شرافت انسانی ارزشی به مراتب والاتر از تعلقات دنیوی دارد. رونویسی تمرین ها زیر پا گذاشتن شرافت خویشتن است.
به کسانی که شرافتشان را زیر پا میگذارند هیچ نمره ای تعلق نمی گیرد.

پردازش سیگنال صوت

ساخت آهنگ ساز

Y=SoundMaker (gain, note, interval, Fs)

می توان یک قطعه موسیقی را با سه بردار gain, interval, note و عدد Fs به صورت زیر توصیف کرد:

چنانچه سیگنال های سینوسی با دامنه gain(i) و با نرخ نمونه برداری Fs و فرکانس $440 \times 2^{\frac{note(i)}{12}} \text{ Hz}$ را برای interval(i) ثانیه تولید کنیم و سپس این سیگنال های تک نت را پشت سر هم قرار دهیم، یک بردار بزرگ موسیقی را ساخته ایم.

$$interval \geq 0, note \in \{-1, -2, \dots, -15\}, gain \in \mathbb{N}$$

پس یک موسیقی به صورت یکتا به این سه بردار تجزیه می شود.

۱. تابع فوق را تشکیل دهید.
 ۲. به وسیله load فایل G_N_I.mat سه بردار gain, interval و note که مربوط به یک موسیقی است را دریافت کرده، بردار این موسیقی را با $Fs=200K \text{ Hz}$ به کمک تابع ساخته شده بسازید و آن را m1 بنامید.
 ۳. این بردار را به کمک دستور sound پخش کنید ($Fs=200k \text{ Hz}$).
 ۴. موسیقی ساخته شده را به نام music و با فرمت Wav ذخیره کرده و در فایل zip ارسالی پیوست کنید.
 ۵. برای ورودی دستور sound کمترین Fs را پیدا کنید به طوری که موسیقی شما هنوز با کیفیت قابل قبولی شنیده شود.
 ۶. در دستور sound مقدار Fs را برابر 20kHz، 100 kHz، و 400kHz بگذارید. به موسیقی گوش دهید و آنچه را می شنوید به دقت گزارش کنید.
 ۷. تاثیر اضافه شدن یک مولفه ی DC به بردار های interval و note را بررسی کنید.
 ۸. در متلب میتوان نویز را با دستور randn تولید کرد. با این دستور یکبار نویزی با واریانس ۱ به بردار note و یکبار به بردار interval و به بردار gain اضافه کنید. به سیگنال حاصل گوش دهید ($Fs=200k$). نتایج خود را بیان کنید. افزودن نویز به کدام بردار تاثیر مخرب تری دارد؟
 ۹. نویزی با واریانس ۱ به سیگنال m1 اضافه کنید. نتایج را گزارش کنید.
 ۱۰. بیشترین توان نویز که موسیقی هنوز قابل شنیدن است را پیدا کنید (P1).
 ۱۱. نویزی با توان $\frac{P1}{5}$ با سیگنال m1 جمع کنید و سیگنال نویزی حاصل را m2 بنامید. مانند m1 این صوت را نیز با فرمت گفته شده ذخیره و پیوست کنید.
 ۱۲. تبدیل فوریه m1 و m2 را رسم کنید. تفاوت این دو شکل را به طور کامل توضیح دهید (از دستور subplot استفاده کنید).
 ۱۳. تبدیل فوریه ی m1 با شکلی که از درس ریاضی مهندسی به خاطر دارید چیست؟ سعی کنید این تفاوت را توجیه کنید.
 ۱۴. در این قسمت میخواهیم با استفاده از مفهوم کانولوشن و فیلتر کردن نویز موجود در m2 را مقداری کاهش دهیم. اگر برای این کار از فیلتر پایین گذر با فرکانس قطع F_c استفاده شود، F_c چند باشد تا برای هر موسیقی دلخواه بتوان از فیلتر ثابت استفاده کرد؟
 ۱۵. با استفاده از مفهوم کانولوشن و مفاهیمی از تبدیل فوریه که از درس ریاضی مهندسی به خاطر دارید m2 را فیلتر کنید. نام سیگنال را m2_f بگذارید. آن را به فایل صوتی تبدیل کرده و پیوست نمایید. نتایج و روند کار را به طور کامل گزارش دهید.
- راهنمایی: تبدیل فوریه ی sinc یک rect است.
- امتیازی: چه کار موثرتری برای حذف نویز میتوان انجام داد؟ روش خود را به طور کامل شرح دهید. صوت حاصل را با اسم m2_best ذخیره و پیوست کنید.

کانولوشن

یکی از مهارت های مهم در رابطه ی کار با نرم افزار متلب استفاده از help آن است. قطعا در بین کار های آینده تان و پروژه هایی که دارید مجبور به استفاده از توابع جدیدی خواهید شد که باید طریقه ی کار با آن ها را با جستجو در اینترنت و مهم تر از همه help متلب یاد بگیرید. به همین دلیل در این سوال قصد داریم این مهارت را با هم تمرین کنیم.

۱. مطمئنا در طی درس کلمه ی کانولوشن به گوشتان خورده است. قصد داریم تابعی برای محاسبه ی کانولوشن دو سیگنال ورودی بنویسیم. برای اینکار به نکات زیر توجه کنید:

- ورودی تابع شما دو سیگنال است که قصد دارید آن ها را با هم کانوالو نمایید.
- خروجی شما سیگنال حاصل از کانولوشن دو سیگنال ورودی است.
- در این سوال اجازه ی استفاده از loop یا همان حلقه را در کد خود نداریم.
- این کار به سادگی در حوزه ی فرکانس قابل پیاده سازی است اما در این سوال خیر!
- به عنوان یک راهنمایی ما تابع gallery را به شما پیشنهاد می دهیم. نحوه ی کار با این تابع را به دقت از help متلب مطالعه نمایید و سعی کنید به طوری که نیاز دارید از آن استفاده کنید که به مطلوب سوال برسید. استفاده از هر تابع دیگری نه تنها بلامانع است بلکه مورد استقبال نیز قرار خواهد گرفت.
- به عنوان یک راهنمایی دیگر باید کانولوشن را به خوبی درک کنید. ضرب و جمع های لازم در هر مرحله را بنویسید و به روند اتفاقات دقت کنید.
- اسم تابع خود را MyConv بگذارید.
- برای چک کردن اینکه آیا تابع شما درست کار میکند یا خیر از دستور conv که از توابع خود متلب است می توانید استفاده کنید.

۲. در این قسمت قصد داریم به محاسبه و رسم تعدادی کانولوشن بپردازیم. در هر قسمت با دستور subplot سه نمودار ورودی ها و خروجی را رسم نمایید. این کار را یکبار با تابعی که در قسمت اول نوشته اید و یکبار با تابع conv متلب انجام دهید. شکل مربوط به تابع کانولوشن باید شامل هر دو نمودار باشد. یعنی روی یک نمودار هر دو تابع ترسیم گردد. این کار را با دستور hold on می توانید انجام دهید. برای توابع پیوسته با زمان، ابتدا از یک روش ساده نمونه برداری استفاده کنید.

$$\text{a. } x[n] = \begin{cases} 1 & ; 0 \leq n \leq 5 \\ 0 & ; \text{OW} \end{cases} , \quad h[n] = e^{-n}(u[n] - u[n - 5])$$

$$\text{b. } x(t) = -u(t + 1) + 3u(t) - 2u(t - 1) , \quad h(t) = (u(t) - u(t - 1)) * u(t) - u(t - 1))$$

$$\text{c. } x(t) = \sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi f_2 t), h(t) = \begin{cases} \text{sinc}(2f_1 t) & ; |t| \leq \frac{10}{f_1} \\ 0 & ; \text{OW} \end{cases} , \quad f_1 = 1 \text{ Hz}, f_2 = 100 \text{ Hz}$$

$$\text{d. } x[n] = \delta[n] + 2\delta[n - 4] - \delta[n + 4], h[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n (u[n] - u[n - 1])$$