



بسمه تعالی

دانشکده ی مهندسی برق و کامپیوتر

درس سیگنال ها و سیستم ها

تمرین کامپیوتری 1



استاد: دکتر ربیعی

مهلت تحویل: 26 اسفند ماه 98

طراح: امیرحسین ناظری، ارشاد حسن پور

مقدمه:

هدف از این تمرین آشنایی با سیگنال ها و سیستم های خطی و خواص آنها، در محیط نرم افزار های متلب و متمتیکا می باشد.

متلب:

متلب یک محیط نرم افزاری برای انجام محاسبات عددی و همچنین یک زبان برنامه نویسی نسل چهارم است که از ترکیب دو واژه ی MATrix و LABoratory تشکیل شده است. این نام حاکی از رویکرد ماتریس محور نرم افزار است، که در آن حتی اعداد منفرد هم به عنوان ماتریس در نظر گرفته می شوند.

متمتیکا:

متمتیکا یک نرم افزار جبری بسیار رایج بین مهندسين است که توسط شرکت Wolfram Research تولید شده و اکثر توابع نرم افزاری مورد نیاز در ریاضی را در اختیار کاربر قرار می دهد.

متلب VS. متمتیکا:

جهت گیری متلب بیشتر برای کار با داده های عددی است اما با وجود امکان انجام محاسبات نمادین در متلب ، متمتیکا برای انجام محاسبات نمادین بسیار آسان و کارآمدتر است.

متلب یک محیط برنامه نویسی در حوزه ی مهندسی است و بدلیل اینکه محاسبات آن با تقریب و تخمین های ریاضیست، بنابراین در کارهای ریاضی که تقریبات خیلی مهم هستند، متلب ممکن است زیاد مناسب نباشد.

متمتیکا یک نرم افزار ریاضی است که هم در ریاضیات و هم در مهندسی کاربرد دارد. محاسبات نمادین و محض مثل حد گیری و مسائل جبری را به راحتی انجام داده و تمام مراحل حل را به کاربر نشان می دهد.

مصور سازی و رسم نمودار در هر دو نرم افزار به خوبی قابل انجام است.

از مهمترین انتقاداتی که به متلب وارد است، متن باز نبودن و گران بودن آن می باشد، که امکان اجرای کد های نوشته شده در متلب را در هر محیطی محدود می کند. متمتیکا نسبتاً ارزان تر است و اجرای کدها به محیط متمتیکا محدود می شود.

تعریف سیگنال ها:

متلب:

سیگنال های پیوسته متناظر با هر نقطه ای از محور زمان یک مقدار دارند، درحالی که سیگنال های گسسته، دنباله از اعداد هستند که به صورت $x[n]$ نشان داده می شوند که n تنها می تواند مقادیر صحیح اختیار کند.

از آنجا که ذخیره تمام مقادیر یک سیگنال پیوسته عملاً غیرممکن است لذا در متلب و به طور کلی سیستم های پردازشی از سیگنال گسسته استفاده می شود. در آینده خواهید آموخت که چگونه یک سیگنال را با نمونه برداری به یک سیگنال گسسته ی برگشت پذیر تبدیل می کنیم.

متمتیکا:

سیگنال های پیوسته در متمتیکا به صورت نمادین تعریف می شوند و توابع مخصوص به خود را دارند.

سیگنال های گسسته نیز با ساختمان لیست تعریف می شوند و با توابع مخصوص پردازش گسسته، مورد استفاده قرار می گیرد.

1. متمتیکا

هدف از این بخش آشنایی با متمتیکا و برخی دستورهایی آن جهت محاسبه ی انتگرال و رسم توابع می باشد.

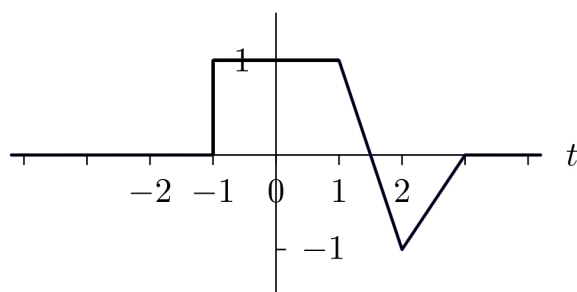
همانطور که در کلاس آموزشی اشاره شد با استفاده از قطعه کد زیر میتوان یک سیگنال پیوسته را تعریف و رسم کرد.

```
X1[t_]=E^(-a*t) (Sin[10*Pi*t]+Cos[10*Pi*t])
Plot[X1[t], {t, 0, 2}, PlotRange -> {-1.5, 1.5},
  AxesLabel -> {"time", "X1(t)"},
  PlotLabel -> "step response of RLC Circuit"]
```

1.2 رسم سیگنال

سیگنال های پله، شیب و ضربه را پیاده سازی کنید سپس سیگنال زیر را بر حسب این توابع بنویسید و رسم کنید.

*نکته: جهت پیاده سازی تابع ضربه، برای راحتی دامنه آن را واحد در نظر بگیرید.



سپس سیگنال های زیر را رسم کنید.

$$X_2(t) = \sin(4\pi t) + \cos\left(\frac{2\pi t}{3}\right)$$

$$X_3(t) = \sin\left(\frac{\pi t}{4}\right)\cos\left(\frac{\pi t}{8}\right)$$

$$X_4(t) = t\sin\left(\frac{1}{t}\right)$$

$$X_5(t) = \text{sinc}(12t)u(t^2 - 1)$$

$$X_6(t) = u(\sin(\pi t))r(t - 1)$$

$$X_7(t) = \begin{cases} -2 & t < -2 \\ r(t) & -2 < t < 2 \\ e^{-2t} & 2 < t \end{cases}$$

1.3 سیگنال های متناوب

با استفاده از تحلیل دستی، بررسی کنید که آیا سیگنال های X_2 و X_3 متناوب هستند یا خیر؟

1.4 مقدار متوسط سیگنال

یک تابع به صورت نمادین تعریف کنید که یک سیگنال به عنوان ورودی بگیرد و مقدار متوسط (DC) آنرا محاسبه کند.

سپس با استفاده از این تابع مقدار متوسط سیگنال های فوق را در یک جدول گزارش کنید.

1.5 انرژی و توان سیگنال

دو تابع انرژی و توان به صورت نمادین تعریف کنید به طوری که یک سیگنال را به عنوان ورودی بگیرد سپس انرژی و یا توان آنرا محاسبه کند.

سپس مقدار DC هر کدام از سیگنال ها را از آن سیگنال کم کنید و سپس انرژی و توان هر کدام از این سیگنال های جدید در یک جدول گزارش کنید، سپس برای سیگنال های X_4 و X_5 این نتایج را با حل دستی در گزارش کار مقایسه کنید.

1.6 نمونه برداری

ابتدا سیگنال زیر را تعریف و سپس رسم کنید.

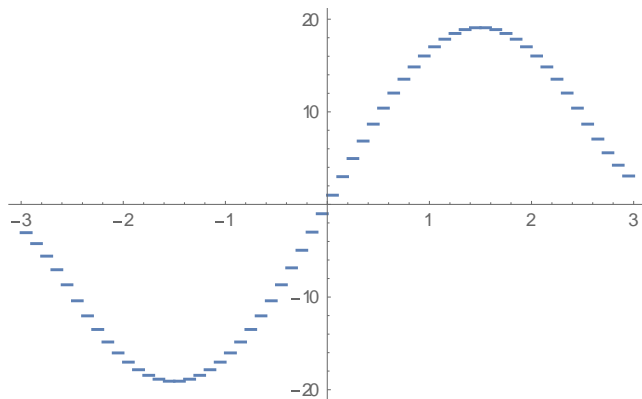
$$X_8(t) = 2\sin\left(\frac{\pi t}{3}\right)$$

همانطور که در درس با نمونه برداری آشنا شدید. برای نمونه برداری از یک سیگنال، از رابطه ی زیر استفاده می شود.

$$x_s(t) = x(t) \text{rep}_{T_s}(\delta(t)) = \sum_n x(nT_s) \delta(t - nT_s)$$

برای پیاده سازی رابطه ی فوق از تابع ضربه بخش 2.1 استفاده کنید، همچنین $\frac{1}{T_s} = 10$ قرار دهید و $x_s(t)$ را تنها در بازه ی

$-3 \leq t \leq 3$ محاسبه نمایید.



شکل 1- سیگنال نمونه برداری شده $x_s(t)$

2. متلب

هدف از این بخش آشنایی با نرم افزار متلب و برخی دستورهایی آن جهت رسم و پردازش بر روی سیگنال می باشد.

2.1 جابجایی (shift) و مقیاس (scale) سیگنال ها

در نرم افزار متلب ابتدا، سیگنال زیر را تعریف و رسم کنید،

$$y(t) = r(t) - r(t - 3) - u(t - 3)$$

که $r(t)$ و $u(t)$ به صورت زیر هستند.

$$u(t) = \begin{cases} 1 & 0 \leq t \\ 0 & t < 0 \end{cases}, \quad r(t) = \begin{cases} t & 0 \leq t \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

```
u = @(t) double(t>=0);  
t = -5:0.01:5;  
f_t = u(t);  
plot(t,f_t)
```

سپس با توجه به سیگنال $y(t)$ ، سیگنال های زیر را رسم کنید. برای هر کدام از سیگنال ها بیان کنید که چه تغییری کرده است (مثلاً: 2 واحد به سمت بالا و با ضریب 2 منبسط شده)

$$2 * y(-t) + 1$$

$$y(-t + 1)$$

$$y(-3t + 1)$$

2.2 کانولوشن سیگنال های گسسته

همانطور که میدانید کانولوشن دو سیگنال گسسته-زمان $h[n]$ و $x[n]$ به صورت زیر تعریف میشود:

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k] * h[n - k]$$

تصویری از تعریف بالا را میتوان به این صورت شرح داد: ابتدا دنباله $h[m]$ نسبت به محور عمودی منعکس میشود و n نمونه به سمت چپ یا راست (با توجه به علامت n) جابجا می شود. سپس دنباله $h[n-m]$ در دنباله $x[m]$ ضرب میشود و حاصل جمع دنباله حاصل را بدست می آید. این تصویر از ویژگی خطی بودن و تغییر ناپذیری با زمان سیستم های گسسته بدست می آید.

در متلب تابعی به نام **conv** وجود دارد که دو سیگنال را در هم کانوالو می کند و همچنین اگر فرض کنیم سیگنال $x[n]$ فقط در بازه ای به طول N_x و سیگنال $h[n]$ فقط در بازه ای به طول N_h مقدار غیر صفر داشته باشند، آنگاه سیگنال $y[n]$ فقط در بازه

$$N_h + N_x - 1$$

غیر صفر خواهد بود.

این تابع هیچ اطلاعاتی راجع به اندیس زمانی (ماتریس index های n) سیگنال $y[n]$ را بر نمی گرداند.

تابع convIndices را پیاده کنید به طوری که اندیس های زمانی $x[n]$ و $h[n]$ گرفته و اندیس های زمانی $y[n]$ را بر می گرداند.

* راهنمایی: برای پیدا کردن ارتباط بین اندیس های $x[n]$ و $h[n]$ با اندیس های زمانی $y[n]$ دو سیگنال زیر را به صورت دستی در یک دیگر کانوالو کنید و اندیس زمانی خروجی را بر حسب a, b, c, d بدست آورید و سپس آنرا به ازای هر سیگنال ورودی بین $[a, b]$ و هر پاسخ ضربه بین $[c, d]$ تعمیم دهید و تابع convIndices را پیاده کنید.

$$h[n] = \delta[n - a] + \delta[n - b]$$

$$x[n] = \delta[n - c] + \delta[n - d]$$

حال به ازای ورودی و پاسخ ضربه زیر ، خروجی سیستم LTI را محاسبه کنید توسط دستور stem آنرا رسم کنید.

$$x[n] = \sin\left(\frac{n\pi}{5}\right) u[n - 3] \quad 0 \leq n \leq 20$$

$$h[n] = u[n - 1] \quad 0 \leq n \leq 10$$

2.3 پیاده سازی تابع کانولوشن

تابعی همانند تابع conv متلب پیاده سازی کنید و کانولوشن دو سیگنال زیر را با تابع خودتان و conv متلب بررسی کنید.

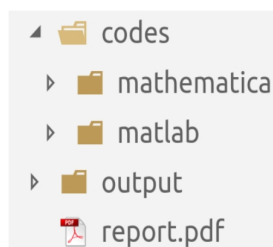
* نکته: به سریعترین الگوریتم ها 20 نمره امتیازی تعلق می گیرد.

$$x[n] = \frac{1}{2^{1-n}} (u[n + 2] - u[n - 5]). \quad -10 \leq n \leq 10$$

$$h[n] = e^{2n-1} \quad -5 \leq n \leq 20$$

نکات تحویل:

- فایل های خود را به صورت زیپ شده با فرمت CA#1_full name_student number در صفحه ی CECM درس آپلود کنید.
- هدف این تمرین یادگیری شماسه است. در صورت کشف تقلب مطابق قوانین درس با آن برخورد خواهد شد.
- استثنائاً برخلاف قوانین تمرین های کامپیوتری، صرفاً برای این تمرین به ازای هر روز تاخیر در آپلود این تمرین 5% از نمره آن کسر می گردد، همچنین عدم رعایت هر کدام از نکات منجر به کسر نمره می گردد.
- فایل شما باید از ساختار زیر پیروی کند.



- تحویل حضوری این تمرین طبق تقویم درس انجام خواهد شد.
- سوالات خود را در خصوص این تمرین از طریق ایمیل های زیر مطرح نمایید:

ah.nazeri1@gmail.com

ershad.hasanpour@ut.ac.ir

موفق باشید...