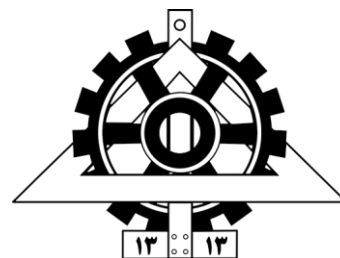




به نام خدا
دانشکده فنی دانشگاه تهران
دانشکده برق و کامپیوتر



تمرین کامپیوتری اول

ریاضیات مهندسی

کاربردهای تبدیل فوریه

دکتر طالع ماسوله

نیم سال دوم 99-00

طراح: علی ساعی زاده

ایمیل: alisaei90@gmail.com

به نکات تکمیلی در انتها توجه بفرمایید.

یکی از رایج ترین ایده ها برای تحلیل و تجزیه سیگنال های مختلف، انتقال آن های به فضاهای خطی و گاه تابعی است که پایه های متعامدی دارند. از آن جایی که بعد یک فضای تابعی (برای مثال فضای سیگنال های صوتی با انرژی محدود) بعد بی نهایت دارد، برای آن که فضای ثانویه شرایط پوشایی و وارون پذیری را داشته باشد، آن نیز باید بعد بی نهایت داشته باشد. تبدیل فوریه را می توان معروف ترین تبدیل دانست که شرایط فوق را داراست. این تبدیل در حوزه های مختلفی از مهندسی کاربردهای عملی دارد، برای مثال از این تبدیل برای تحلیل مدار های الکتریکی، تحلیل سیستم های خطی، مدولاسیون های مخابراتی، پردازش صورت و پردازش تصویر استفاده می شود. در این تمرین قصد داریم تا علاوه بر آشنایی بیشتر شما با نرم افزار متلب، کاربرد این تبدیل را در حوزه موسیقی و پزشکی به شکل ابتدایی بررسی کنیم. برای اطلاعات بیشتر به این [اینجا](#) و [اینجا](#) مراجعه کنید.

بخش اول: آشنایی با نرم افزار متلب

در این بخش می خواهیم تابع کسینوس را در حوزه زمان پیاده سازی کنیم، سپس با استفاده دستورات متلب تبدیل فوریه آن را به دست آورده و آن را رسم کنیم. با توجه به اینکه توابع و متغیر ها به شکل گسسته در متلب تعریف می شوند در ابتدا لازم است بردار زمان را در متلب بسازیم و سپس به عنوان ورودی به تابع مورد نظر بدهیم، برای ساخت بردار زمان علاوه بازه زمانی نیازمند دانستن گام زمانی هستیم، گام زمانی فاصله زمانی بین دو داده متوالی سیگنال است. درست مانند آن است که از سیگنال پیوسته کسینوسی با فرکانس مشخصی نمونه برداری شده است. در این قسمت خودتان بصورت دلخواه یک بازه زمانی و گام زمانی معقول تعیین کنید.

(*) در مورد فرکانس نمونه برداری توضیح کوتاهی ارائه دهید.

(*) تابع زیر را در حوزه زمان به کمک تابع plot رسم کنید

$$y = \cos(2\pi ft)$$

حال در این قسمت می خواهیم سیگنال فوق را در حوزه فرکانس رسم کنیم. به منظور این کار ابتدا باید بردار فرکانس را تشکیل دهیم، برای ساخت صحیح این بردار نیازمند فرکانس نمونه برداری در قسمت قبل هستیم. بردار فرکانس با استفاده از کد زیر بدست خواهد آمد؛

```
f = linspace(-fs/2, fs/2, numel(y));
```

fs: sampling frequency

(*) بردار فرکانس در متلب بسازید و در مورد توابع استفاده شده در کد فوق توضیح مختصری ارائه کنید.

حال برای پیدا کردن تبدیل فوریه در متلب باید ابتدا از تابع fft برای محاسبه تبدیل فوریه سیگنال استفاده کنیم، اما خروجی بدست آمده را باید شیفت دهیم تا فرکانس صفر در مرکز نمودار قرار گیرد. به منظور این کار از تابع fftshift استفاده می کنیم.

(*) اندازه و فاز تبدیل فوریه سیگنال را برحسب فرکانس در هر مرحله رسم کنید.

(*) بصورت دستی تبدیل فوریه سیگنال را محاسبه کنید و با نمودار های بدست آمده مقایسه کنید.

بخش دوم: پردازش وضعیت خواب

در این بخش با کاربرد تبدیل فوریه و تحلیل طیف فرکانسی سیگنال‌ها آشنا می‌شویم. زمانی که وضعیت‌های مختلف یک پدیده را بررسی می‌کنیم، تحلیل طیف فرکانسی از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین داده‌ها می‌توانند الزاماً عددی نباشند، اما به راحتی می‌توان ایندکسی به آنها اختصاص داد و بصورت عددی با آن برخورد کرد.

وضعیت خواب از تحلیل سیگنال‌های مغزی EEG بدست می‌آید در این [لینک](#) می‌تواندی توضیحات بیشتری را ببینید. همچنین در مورد وضعیت‌های مختلف خواب می‌توانید این [لینک](#) را مشاهده کنید.

داده‌هایی که در اختیار شما قرار گرفته است وضعیت خواب یک نوزاد است. در این [لینک](#) می‌توانید اطلاعات بیشتری بدست آورید. این اطلاعات از سیگنال مغزی EEG در هر دقیقه برای 2 ساعت بدست آمده است. یعنی فرکانس نمونه برداری برابر با $\frac{1}{60} \text{ Hz}$ است. ما برای راحتی تحلیل، واحد فرکانس را عوض می‌کنیم. در حالت عادی پدیده‌ها در هر ثانیه بررسی می‌شوند اما ما در این بخش در هر ساعت بررسی می‌کنیم. پس نمونه برداری در هر دقیقه به این معناست که فرکانس نمونه برداری در واحد $\frac{1}{\text{hour}}$ برابر با 60 خواهد بود.

هر وضعیت به شرح زیر است؛

- qt - Quiet sleep, trace alternant
- qh - Quiet sleep, high voltage
- tr - Transitional sleep
- al - Active sleep, low voltage
- ah - Active sleep, high voltage
- aw - Awake

داده را در محیط متلب بارگزاری کنید.

(*) به هر یک از وضعیت‌ها یک ایندکس (عدد) اختصاص دهید و وضعیت خواب را در طول زمان رسم کنید و وضعیت خواب را تحلیل کنید. (ایندکس‌ها باید به ترتیب وضعیت خواب باشند یعنی 1 تا 6)

1 2 3 4 5 6 -> qt qh tr al ah aw

حال می‌خواهیم به کمک تبدیل فوریه وضعیتی نوزاد بیشتر تجربه کرده را بدست آوریم.

(*) تبدیل فوریه سیگنال ایندکس شده را بدست آورید.

(*) طیف فرکانسی تبدیل فوریه سیگنال را رسم کنید.

(*) با توجه به طیف فرکانسی مشخص کنید در هر ساعت چند بار سیکل خواب نوزاد کامل می‌شود. (راهنمایی: فرکانس صفر را در نظر بگیرید و فرکانس پیک نمودار را بیابید).

(*) ترتیب اختصاص ایندکس‌ها بهم بریزید. آیا می‌توان طیف را تحلیل کرد؟

(*) ایندکس‌ها را بصورت

1 1 2 2 3 3

به ترتیب به وضعیت‌های خواب اختصاص دهید و مراحل را تکرار کنید. آیا نتیجه تکرار می‌شود؟ اگر تکرار می‌شود علت را بیان کنید.



بخش سوم: پردازش صدا، موسیقی

در این قسمت با کاربرد تبدیل فوریه در پردازش صدا آشنا خواهیم شد و بررسی سیگنال های صوتی در حوزه فرکانس می پردازیم برای آشنایی بیشتر به این [لینک](#) مراجعه کنید.

در فایل های پیوست در مسیر *.mp3/Data/Piano/ نت های پیانو ضمیمه شده است.

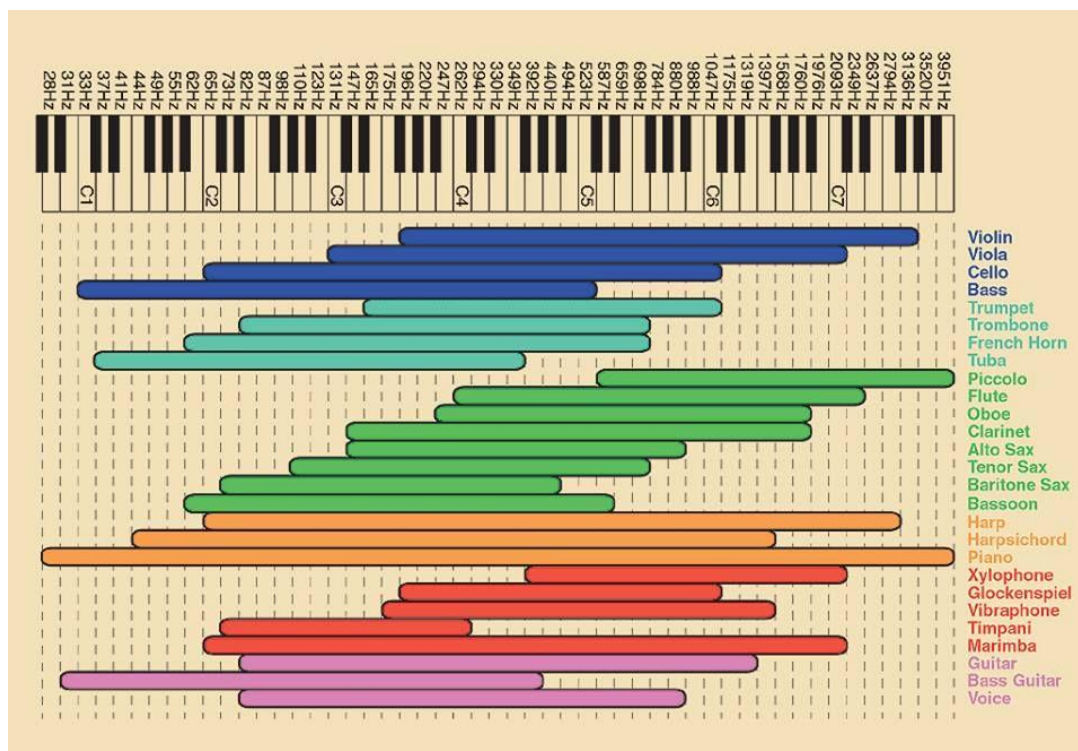
(*) استفاده از دستور audioread این نت ها را در محیط کار متلب استخراج کنید.

(*) به کمک کد های قسمت قبل تبدیل فوریه دو نت متفاوت را بدست آورید و رسم کنید.

(*) با استفاده از تابع sound به صدای این دو نت گوش دهید.

(*) با توجه به فرکانس های موجود در طیف فرکانسی، تفاوت شنیداری دو نت را توجیه کنید.

برای تشخیص آهنگ های مختلف تنها با استفاده از شنیدن بخشی از آن مانند نرم افزار های shazam, soundhound ... از تبدیل فوریه و نمودار اسپکتروگرام استفاده می شود برای اطلاعات بیشتر می توانید به این [لینک](#) مراجعه کنید.



شکل 1: فرکانس نت های مختلف برای ساز های مختلف

نکات تکمیلی در مورد تمارین کامپیوتری

- در صورت وجود هرگونه سوال و ابهام، از طریق [ایمیل](#) با من در ارتباط باشید.
- مشورت کردن، کمک به یکدیگر و همفکری بسیار درست و سازنده است؛ به شرط آن که به یادگیری کمک کند. بنابراین مشورت در راستای فهم دقیق مسائل مانعی ندارد.
- در صورت وجود مشابهت در تمارین، برای طرفین نمره صفر منظور خواهد شد.
- تمارین کامپیوتری شامل فایل‌های کد متلب و گزارش کار خواهند بود. برای هر پروژه، تمامی فایل‌ها را در یک فایل zip بارگذاری کنید.
- فرمت گزارش نویسی باید رعایت شود و گزارش کار باید کامل، شامل نمودارها و نتایج لازم و توضیحات کافی برای هر سوال با توجه به خواسته های آن سوال باشد.
- بخش اصلی نمره شما را گزارش کار تشکیل خواهد داد.
- زمانی برای تحویل آنلاین تمرین کامپیوتری در محیط skype به شما اعلام خواهد شد.
- فایل Word قالب گزارش کار کار تحت عنوان "قالب گزارش" در صفحه درس قرار داده شده است اما اجباری به استفاده از آن نیست. شما می توانید در صورت استفاده از MATLAB Live Script گزارش خود را همان جا بنویسید و خروجی HTML و یا PDF را ضمیمه کنید و یا از LaTeX برای تهیه گزارش استفاده کنید. لازم به ذکر است که مسئولیت کامل، گویا و جامع بودن گزارش و همچنین رعایت اصول گزارش نویسی به عهده دانشجو است و عدم رعایت آنها موجب کسر نمره خواهد شد.