

(۱) در نرم افزار متلب (Matlab)، با دستور $\text{fft}(x)$ ، تبدیل فوریه گسسته بردار x محاسبه می شود. بردار حاصل از لحاظ طول با بردار x هم اندازه است. این دستور برای به دست آوردن طیف فرکانسی یک سیگنال استفاده میشود.

رابطه‌ی این دستور با دستور فوریه که سر کلاس خواندیم به صورت زیر است و از فرمول زیر بدست می‌آید:

Discrete Fourier Transform of Vector

$y = \text{fft}(x)$ and $x = \text{ifft}(y)$ implement the Fourier transform and inverse Fourier transform, respectively. For x and y of length n , these transforms are defined as follows:

$$Y(k) = \sum_{j=1}^n X(j) W_n^{(j-1)(k-1)}$$

$$X(j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Y(k) W_n^{-(j-1)(k-1)},$$

where

$$W_n = e^{(-2\pi i)/n}$$

is one of n roots of unity.

(۲) یکی از پرکاربردترین تجهیزات تست و اندازه‌گیری و آنالایزر سیگنال که پارامترهای مربوط به دامنه سیگنال‌های الکتریکی را در اختیار ما قرار می‌دهد، اسپکتروم آنالایزر یا تحلیل‌گر طیف است. این که به تجهیز اندازه‌گیری و تحلیل پارامترهای سیگنال در فرکانس رادیویی، اسپکتروم آنالایزر یا تحلیل‌گر طیف می‌گویند از آنجا می‌آید که تجهیز فوق با حرکت کردن در طول فرکانس‌های متفاوت می‌تواند بخش دلخواهی از طیف مورد نظر را رسم کرده و سپس اندازه‌گیری‌ها را روی یک فرکانس خاص، که می‌تواند برای ما آشنا یا ناشناس باشد اعمال کند.

شاید مهم‌ترین قسمت از هر دستگاه اسپکتروم آنالایزر، صفحه نمایش آن باشد که اطلاعات مربوط به توان سیگنال را در طول فرکانس به کاربر نمایش می‌دهد. همه اندازه‌گیری‌های دیگر از همین طریق انجام می‌شود و حتی خود کاربر می‌تواند با فعال کردن نشانگر‌ها روی سیگنال، اندازه‌گیری‌هایی از جمله توان لحظه‌ای، توان نویز، پهنای باند، و... مشاهده کرده و محاسبات خود را انجام دهد.

انواع: اسپکتروم آنالایزر جارویی - اسپکتروم آنالایزر لحظه‌ای - برداری - شبکه

کاربرد: اگر می‌خواهید محصولی مخابراتی را به تولید انبوه برسانید، کیفیت خطوط ارتباطی بی‌سیم را بررسی کرده و خطاهای آن را برطرف کنید، و یا بر روی سیگنال‌های رادیویی شناخته‌شده اطراف نظیر GSM و LTE تحقیق کنید، یک اسپکتروم آنالایزر اصلی‌ترین نیاز شماست.

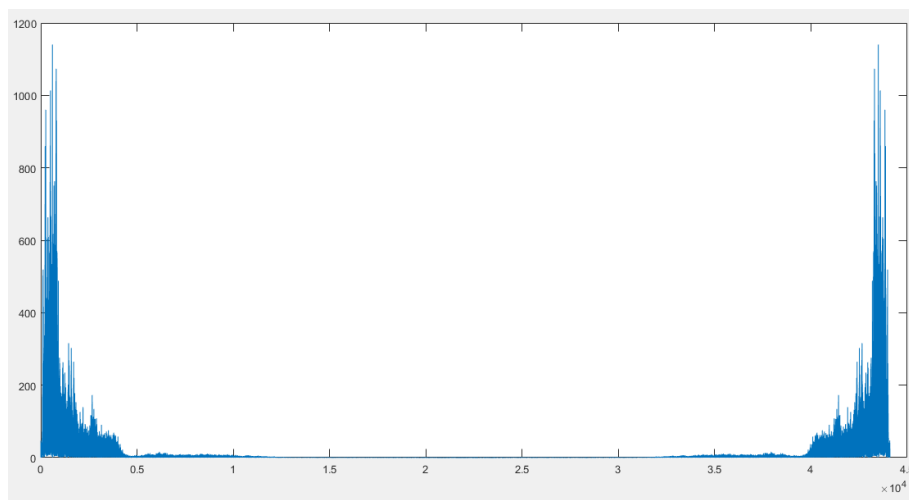


(<http://parselectronic.com/what-spectrum-analyzer-used-for/>)

(۳) با توجه به سوال ۵ معادله ی گسسته برای اضافه کردن اکو به شکل $y[n] = x[n] + \alpha x[n - \Delta]$ است. درحالیکه ورودی های تابع به ترتیب $x[n]$ و Δ و α هستند.

(۴) از تابع `audioread` برای خواندن فایل `wav`. استفاده میکنیم. این تابع فایل را میخواند و آنرا در `y` ذخیره میکند و فرکانس آنرا در `fs` ذخیره میکند. سپس فایل و فرکانس آنرا همراه با `delay` و `amp` به تابع `soundsc` مثال قبل داده تا صوت با اکو تولید شود و آنرا در `u` میریزیم و سپس همراه با فرکانس صوت خوانده شده یک صوت جدید به نام `soundsc` تولید میکنیم. با دستور `audiowrite`، فایل این صوت را در `c.wav` ذخیره میکنیم. در آخر برای نمایش آن در حوزه ی سیگنال از تابع `fft` از آن فوریه گرفته و با دستور `plot` نمایش میدهیم.

خروجی به صورت زیر است:

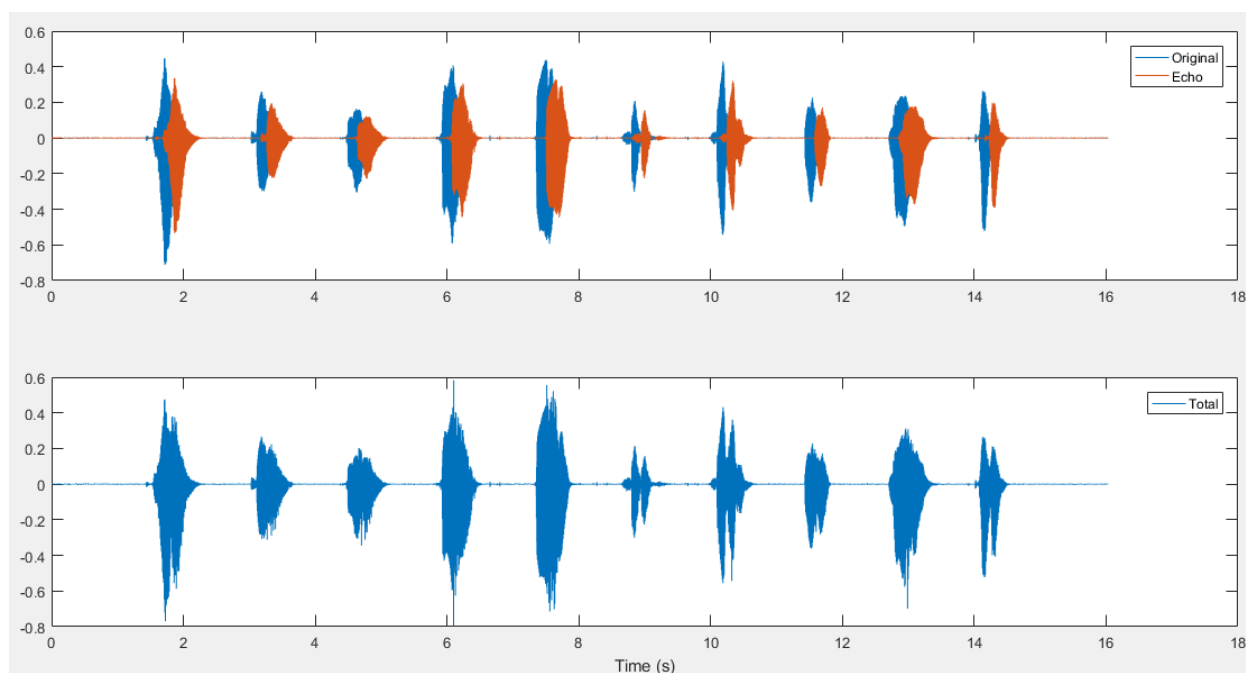


$$y[n] = x[n] + \alpha x[n-\Delta]$$

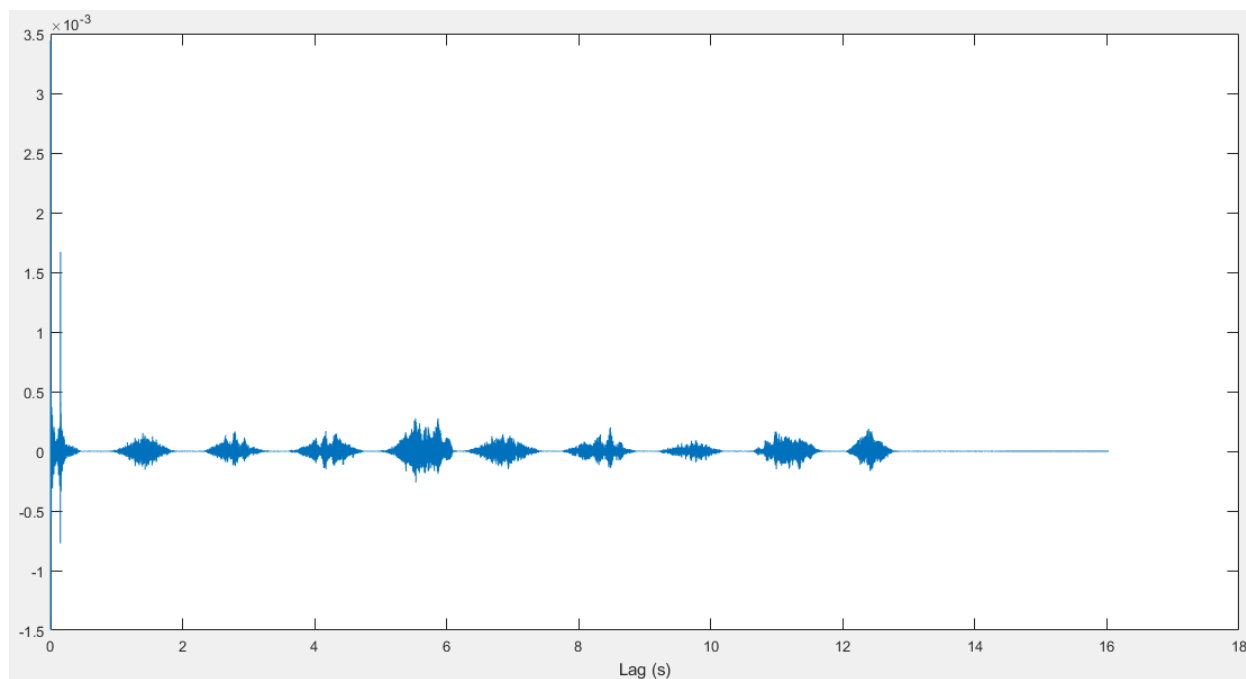
$$\xrightarrow{F} Y[\omega] = X[\omega] + \alpha \cdot e^{-j\omega\Delta} \cdot X[\omega]$$

$$H[\omega] = \frac{Y[\omega]}{X[\omega]} = 1 + \alpha \cdot e^{-j\omega\Delta} \rightarrow \text{پهنای فرکانس در محدوده فرکانس}$$

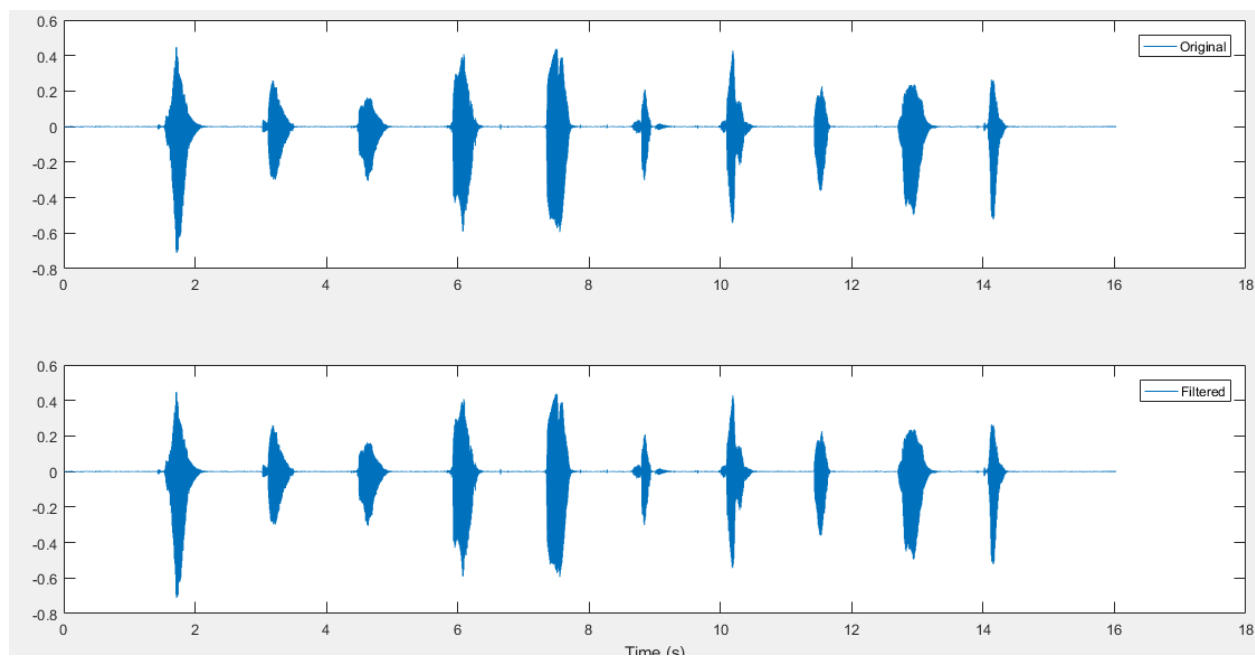
۶) در این سوال ابتدا سیگنال اصلی را از فایل صوتی دریافت میکنیم و سپس مانند قبل به آن اکو اضافه میکنیم. هردو را در متغیرهای orig و echo ذخیره میکنیم. شکل اول شکل سیگنال هست که قسمت‌های قرمز قسمت اکوی اضافه شده به سیگنال میباشد که همانطور که میبینید همراه با کمی تاخیر است و شکل پایینی کل سیگنال است.



در قسمت دوم سوال تفاوت های سیگنال اصلی با سیگنال اکو دار را مشخص میکند. از تابع `xcorr` استفاده میشود که کاربرد برای تشخیص شباهت های دو سیگنال است. این تابع `Lag` را به عنوان خروجی برمیگرداند که ما برای تفاوت هایمان `lag` های بیشتر از ۰ را لازم داریم. شکل دوم تفاوت تقریبی میان سیگنال اصلی و اکو دار میباشد.



و در آخر سیگنالی که تا حدی با فیلتر سعی در حذف تفاوت های بدست آمده در قسمت قبل از سیگنال اصلی و سیگنال با اکو و حذف اکوی آن شده است نمایش داده میشود:



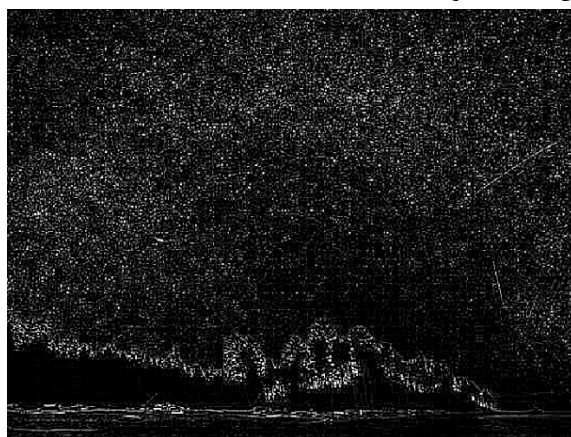
۷) الف) دستور xcorr این دستور برای یافتن میزان حداکثر شباهت دو سیگنال کاربرد دارد مثلا دو سیگنال تقریبا مشابه از یک منبع مشخص ضبط شده باشند با این تفاوت که دومی با تاخیر ضبط شده باشد و ما از این مقدار تاخیر اطلاع نداریم و میخواهیم این مقدار را بیابیم در این حالت می توان از این دستور استفاده کرد. و هم چنین وقتی این سیگنال ها شیفت داده می شوند به ازای کدام شیفت بیشترین شباهت را دارند یعنی اگر بطور مثال یک سیگنال را با خودش در نظر بگیریم به ازای هیچ شیفتی یعنی شیفت صفر دارای ماکسیمم مقدار است.

دستور covariance تقریبا همانند correlation عمل می کند با این تفاوت که برای این دستور میانگین سیگنال مهم نیست یعنی چه به درایه ها مقداری اضافه کنیم چه نکنیم دو شکل بطور یکسان ظاهر می شوند

خودهمبستگی، همبستگی متقابل سیگنال (داده ها) با خودش است. به طور غیررسمی، خودهمبستگی، همسانی (شباهت) سیگنال (داده ها) با نسخه شیفت یافته خود است.

خودهمبستگی، ابزاری ریاضی برای یافتن الگوهای تکراری (مانند حضور یک سیگنال متناوب در نویز)، یا شناسایی یک فرکانس مشخص در سیگنالی دارای فرکانس های هارمونیک است. از خودهمبستگی، اغلب در پردازش سیگنال برای تحلیل توابع یا داده ها از جمله تحلیل حوزه زمان سیگنال ها استفاده می شود.

۸) کانولوشن دو بعدی یعنی با گذر یک فیلتر (در اینجا بالا گذر) از تصویر، هر پیکسل با حاصل ضرب آن پیکسل در پیکسل متناظر با آن در فیلتر جایگزین میشود. فیلتر بالا گذر در اینجا $kernel = [-1 \ -1 \ -1; -1 \ 8 \ -1; -1 \ -1 \ -1]$ است که با تصویر imgfilter شده و نشان داده میشود.



۹) محدوده شنوایی انسان از ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است. یک سیگنال با فرکانس ۴۰۰ که فرکانسی در این بازه است، تولید میکنیم، سپس یک موج سسینوسی با فرکانس کمتر ۴۰. این دو را ضرب میکنیم و در S میریزیم. و برای نمایش در حوزه ی فرکانس ابتدا فوریه را با دستور **fft** بدست می آوریم و سپس با دستور **soundsc** پخش کرده و با **plot** به راحتی نمایش میدهیم.