

دانشگاه تهران
پردیس دانشکده های فنی
دانشکده ی برق و کامپیوتر



مehrt تحویل : ۱۴۰۰/۰۳/۱۱	تکلیف کامپیوتری سوم "تحلیل فرکانسی و کمپستروم"	پردازش سیگنال های دیجیتال بهار ۱۴۰۰
-----------------------------	---	--

سوال ۱.

آشنایی با اسپکتروگرام

مقدمه: تا کنون آموختیم چگونه فرکانس های یک سیگنال را استخراج کنیم و پهنای باند فرکانسی آن را تعیین کنیم. حال، برای آنکه بتوانیم در مورد فرکانس سیگنال در موقعیت های زمانی مختلف آن اطلاعات کسب کنیم، از اسپکتروگرام آن استفاده می کنیم.

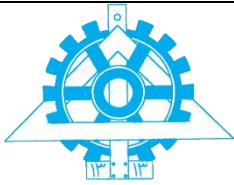
- در ابتدا فایل صوتی `sonata.mp3` را در یک آرایه ذخیره کرده و فرکانس نمونه برداری آن را مشخص نمایید. همانطور که مشاهده می شود، این صوت دارای دو کانال است. دو کانال را در دو آرایه ی جدید ذخیره کرده و در یک نمودار در حوزه ی زمان (بر حسب ثانیه) رسم کنید. چه شباهت ها و تفاوت هایی در آن مشاهده می شود؟
- حال تبدیل فوریه ی سیگنال های پیوسته ی آنها را رسم نموده (همانند تمرین کامپیوتری قبل) و مقایسه نمایید و همچنین، باند فرکانسی آنها را مشخص کنید.
- طیف توان یکی از کانال ها را به دلخواه رسم کرده و فرکانس های اصلی (فرکانس های قویتر) را مشخص نمایید.
- در این مرحله می خواهیم تشخیص دهیم که در بازه های زمانی مختلف، سیگنال دارای چه فرکانس هایی است. به این منظور یکی از کانال ها را به دلخواه انتخاب کرده و با استفاده از دستور:

$spectrogram(x, window-size, noverlap, nfft, fs)$

اسپکتروگرام آن را رسم نمایید. (محور افقی بر حسب زمان باشد).

با تحقیق درباره ی آرگومان های این تابع، آنها را به گونه ای تغییر دهید تا بتوان اسپکتروگرام را با سیگنال اصلی در حوزه ی زمان مقایسه کرد. به صورت خلاصه، نتیجه ی این مقایسه را گزارش دهید. به صوت اصلی گوش دهید و در بازه های زمانی مختلف، با بررسی اسپکتروگرام و شکل سیگنال در حوزه ی زمان، فرکانس فایل صوتی را توجیه کنید. (آنچه خواسته شده، این است که فرکانس ویالون با دیگر ساز ها مقایسه شود، زمان های سکوت تشخیص داده شود، سرعت نواخته شدن ساز ها به صورت نسبی در حوزه ی زمان مقایسه شوند و هر نکته ی جالب دیگری که قابل استخراج است).

- به نظر شما، به چه دلیلی یا دلایلی، برای ذخیره سازی این فایل صوتی، دو کانال در نظر گرفته شده است؟
- (امتیازی) تاثیر تغییر انواع آرگومان های تابع ذکر شده را بر روی شفافیت فرکانسی و زمانی بررسی نمایید.



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده های فنی
دانشکده ی برق و کامپیوتر



مهلت تحویل : ۱۴۰۰/۰۳/۱۱	تکلیف کامپیوتری سوم "تحلیل فرکانسی و کپستروم"	پردازش سیگنال های دیجیتال بهار ۱۴۰۰
----------------------------	--	--

سوال ۲.

تحلیل فرکانسی سیگنال های مغزی:

مقدمه: نوار مغزی، الکتروانسفالوگرافی (Electroencephalography)، به اختصار EEG، از ثبت فعالیت الکتریکی مغز از طریق نصب الکتروود های سطحی بر روی سر حاصل می شود. در EEG، اثر الکتریکی فعالیت نورون های مغزی به صورت سیگنال زمانی ثبت و نمایش داده می شود. جدول ۱ نشان دهنده ی انواع سیگنال های مغزی به همراه فرکانس هایشان است.

جدول ۱

Frequency band	Frequency	Brain states
Gamma (γ)	>35 Hz	Concentration
Beta (β)	12–35 Hz	Anxiety dominant, active, external attention, relaxed
Alpha (α)	8–12 Hz	Very relaxed, passive attention
Theta (θ)	4–8 Hz	Deeply relaxed, inward focused
Delta (δ)	0.5–4 Hz	Sleep

- از میان داده های با فرمت mat. سه تا از آنها را انتخاب کرده و با استفاده از دستور load، در محیط متلب وارد کنید. (منظور فایل های v1, v2, v3, v4, v5, v6 است) این داده ها، همان سیگنال های مغزی حاصل از EEG است که در مدت زمان ۱۰ ثانیه ذخیره شده اند. (هر کدام از این سیگنال ها دارای ۶۵ سطر است، به دلخواه، برای اجرای مراحل بعدی، یکی از ۶۴ سطر اول را انتخاب نمایید).
- این سه سیگنال را در حوزه ی زمان (بر حسب ثانیه) و در حوزه فرکانس (بر حسب هرتز) در شکل های جدا رسم نمایید.
- با توجه به تبدیل فوریه ی این سیگنال ها، آیا می توان رابطه ای بین دامنه ی سیگنال مغزی و فرکانسش پیش بینی کرد؟ (از نظر صعودی نزولی بودن/ نویز خارج از باند پیش بینی شده را در نظر بگیرید).
- یکی از سیگنال ها را در نظر بگیرید، می خواهیم امواج آلفا، بتا، دلتا، تتا و گاما را استخراج کنیم. به این منظور، به نوبت، فرکانس های خارج از باند پیشینی شده را صفر می کنیم؛ با فوریه وارون گرفتن، آن موج مغزی مورد نظر را در حوزه زمان، بر حسب ثانیه، رسم نمایید. (در مجموع، ۵ شکل باید حاصل شوند).
- با توجه به شکل های بدست آمده، آیا همچنان رابطه ای که در دو قسمت قبل پیش بینی کرده بودید، میان دامنه ی سیگنال مغزی و فرکانسش وجود دارد؟
- با توجه به سیگنال های حاصل، آیا امکان پذیر هست که بتوان فعالیت آن شخص را در آن ۱۰ ثانیه تعیین نمود؟ توضیح دهید.



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده های فنی
دانشکده ی برق و کامپیوتر



مهلث تحویل : ۱۴۰۰/۰۳/۱۱	تکلیف کامپیوتری سوم "تحلیل فرکانسی و کپستروم"	پردازش سیگنال های دیجیتال بهار ۱۴۰۰
----------------------------	--	--

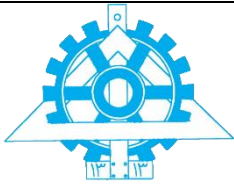
سوال ۳.

آشنایی با کپستروم (Cepstrum):

مقدمه: در تحلیل فوریه، کپستروم نتیجه ی اعمال تبدیل فوریه وارون بر لگاریتم تبدیل فوریه، است. در واقع، در طی فرآیند تبدیل فوریه گرفتن، قبل از بازگردانی به حوزه ی زمان، در همان حوزه ی فرکانس، از اندازه ی سیگنال لگاریتم گرفته می شود. این عمل، مزایای بسیاری دارد، از جمله اینکه اگر دو سیگنالی در هم کانوالو شوند، با توجه به خواص لگاریتم، می توان قبل فوریه وارون گرفتن، آن دو را با هم جمع کرد و از این جهت، کاربرد های بسیاری در پردازش سیگنال و علی الخصوص در پردازش صدا دارد. شایان ذکر است که متغیر مستقل، پس از تبدیل کپستروم، $quefreny$ و واحد آن مانند زمان، ثانیه است گر چه تعبیر آن کاملاً با تعبیر زمان متفاوت است. برای اطلاعات بیشتر در مورد ایت تبدیل، می توانید به فصل ۱۳ کتاب Oppenheim مراجعه نمایید.

در این بخش می خواهیم با تعبیر $quefreny$ آشنا شویم.

- در ابتدا، تابعی بنویسید که تبدیل کپستروم هر سیگنال ورودی ای را بدست آورد.
- با استفاده از تابع حاصل، و با در نظر گرفتن همان سه سیگنال EEG انتخابی در بخش قبل، تبدیل کپستروم آنها را بدست آورده و رسم نمایید. (محور $quefreny$ را بر حسب تعداد سَمپل ها تنظیم نمایید).
- هر کدام از شکل ها را در نظر بگیرید و $quefreny$ هایی را که در آنها، شاهد قله هستیم مشخص نمایید. (ممکن است یک یا چند بازه لازم شود).
- با در نظر گرفتن تبدیل فوریه ی این سیگنال ها که در بخش قبلی رسم شده اند، فرکانس های با بیشترین قوت را (قله ها) مشخص نمایید. آیا می توان یک رابطه ای میان قله ها در تبدیل کپستروم و قله ها در تبدیل فوریه، پیدا کرد؟ راهنمایی: به فرکانس نمونه برداری توجه نمایید.
- با توجه به مشاهدات و همچنین تحقیق عمیق تر در رابطه با کپستروم، چه تعبیری از $quefreny$ می توان ارایه داد؟ (توضیحات کاملتر، امتیاز به حساب خواهند آمد).



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده های فنی
دانشکده ی برق و کامپیوتر



مهلث تحویل : ۱۴۰۰/۰۳/۱۱	تکلیف کامپیوتری سوم "تحلیل فرکانسی و کپستروم"	پردازش سیگنال های دیجیتال بهار ۱۴۰۰
----------------------------	--	--

سوال ۴.

تطبیق الگو (Template Matching) و سانسور بلیپ (Bleep Censor) :

مقدمه: سانسور بلیپ به معنای حذف کلمه ی ناشایست یا یک اطلاعات خاص و جایگزینی آن با یک صدای بوق (معمولا یک تک تون با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز) است که در برنامه های رادیویی و تلویزیونی کاربرد زیادی دارد. ما در این بخش به دنبال حذف کلمه ی "California" در سخنرانی آرنولد هنگام پیروزی در انتخابات هستیم.

- از تابع "audioread" برای خواندن فایل "Arnold.wav" استفاده کنید.
- حال از فایل "California.wav" به عنوان الگو برای حذف استفاده می کنیم. از تابع "sound" استفاده کنید و دو فایل صوتی را بشنوید. این فایل صوتی را هم بخوانید و در یک رشته ذخیره کنید.
- از همبستگی متقابل نرمالیزه شده (normalized cross-correlation) برای سانسور کلمه ی مورد نظر استفاده کنید. در این روش باید همبستگی متقابل بین دو سیگنال را محاسبه کنید و سپس اندازه ی آن را نرمالیزه کنید. اندیسی از این همبستگی محاسبه شده که peak بزند، نشان دهنده ی محل شروع کلمه ی مورد نظر برای سانسور در صوت اصلی است. حال همبستگی متقابل بین دو سیگنال (حاصل از خواندن دو فایل صوتی) را محاسبه کنید آن را نرمالیزه نمایید و رسم نمایید.
- حال کلمه ی مورد نظر را در فایل سخنرانی با یک سینوسی با فرکانس 1000 Hz جایگزین کنید.
- صوت حاصل شده را بشنوید و در صورتی که سانسور کلمه را به درستی انجام داده بودید آن را با نام "censored.wav" ذخیره کنید و در پوشه ی کدهای خود قرار دهید. (این فایل مورد ارزیابی قرار میگیرد و باید با استفاده از قطعه کدتان به راحتی قابل بازتولید باشد)



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده های فنی
دانشکده ی برق و کامپیوتر



مehrt تحویل : ۱۴۰۰/۰۳/۱۱	تکلیف کامپیوتری سوم "تحلیل فرکانسی و کپستروم"	پردازش سیگنال های دیجیتال بهار ۱۴۰۰
-----------------------------	--	--

نکات پایانی :

- تمامی قطعه کدها برای حل سوالات باید با استفاده از MATLAB نوشته شده باشند.
- در زمان ارزیابی تمرین شما، گزارش کار از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. سعی کنید گزارش خود را کامل و به همراه تمام جزئیات خواسته شده ارائه دهید.
- قطعه کدهای مربوط به هر تمرین را در یک فایل جداگانه آماده کنید و تمام کدهای تمرین را به هیچ وجه در یک فایل MATLAB قرار ندهید.
- در نهایت تمامی کدها را در پوشه ای به اسم "code" قرار دهید. این پوشه را به همراه pdf گزارش کار خود به صورت فشرده با الگوی نامگذاری DSP_CA#3_FullName_SID در سایت درس آپلود کنید.
- هیچ تمرینی پس از پایان مهلت تحویل، تحویل گرفته نخواهد شد حتی با کسر نمره!
- هنگام ارزیابی تکالیف کامپیوتری، تمامی کدهای ارسالی به طور مستقل اجرا خواهند شد. در صورتی که کد شما خروجی های مورد استفاده در گزارش کار را تولید نکنند، به شما نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
- استفاده از منابع اینترنتی و دیگر منابع موجود برای حل سوالات آزاد است، اما توجه داشته باشید که در صورت استفاده مستقیم از این منابع امکان پیدا شدن شباهت بین کار شما و دیگران افزایش می یابد و ممکن است نمره ی آن بخش یا تمرین را از دست بدهید. پس در صورتی که از منابع برای حل سوالات استفاده می کنید، سعی کنید حتما برداشت شخصی خودتان را ارائه دهید. در انتها هم به منبعی که استفاده کردید ارجاع دهید.
- در صورتی که درباره ی سوال ها نیاز به راهنمایی داشتید به دستیاران آموزشی محترم ایمیل بزنید :

darya.afzali@ut.ac.ir

mirsharji@ut.ac.ir

موفق باشید