



باسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

۲۵۷۴۲ گروه ۴ - سیگنال‌ها و سیستم‌ها - بهار ۱۳۹۸ - ۹۹

تمرین متلب سری سوم

موعد تحویل: جمعه ۳۰ خرداد ۱۳۹۹، ساعت ۲۳:۵۵

نحوه‌ی تحویل:

- گزارش تمرین خود را در قالب یک فایل pdf. تحویل دهید. در گزارش لازم است تمامی خروجی‌ها و نتایج نهایی، پرسش‌های متن تمرین، و توضیح مختصری از فرآیند حل مسأله‌ی خود در هر قسمت را ذکر کنید.
- کد کامل تمرین را در قالب یک فایل m. تحویل دهید. لازم است بخش‌های مختلف تمرین در section‌های مختلف تفکیک شوند و کد تحویلی منظم و دارای کامنت‌گذاری مناسب باشد. بدیهی است آپلود کردن کدی که به درستی اجرا نشود، به منزله‌ی فاقد اعتبار بودن نتایج گزارش شده نیز می‌باشد.
- توابعی را که (در صورت لزوم) نوشته‌اید، در قالب فایل‌های m. در کنار فایل‌های گزارش و کد اصلی تمرین، ضمیمه کنید.
- مجموعه‌ی تمامی فایل‌ها (گزارش، کد اصلی، توابع، و خروجی‌های دیگر در صورت لزوم) را در قالب یک فایل zip/.rar. ذخیره کرده و از طریق سامانه‌ی CW تحویل دهید.
- نام‌گذاری فایل‌های تحویلی را به صورت zip/.rar/m/.pdf/StudentNumber_HW03 انجام دهید.

معیار نمره دهی:

- ساختار مرتب و حرفه‌ای گزارش
- استفاده از توابع و الگوریتم‌های مناسب
- پاسخ به سؤالات تئوری و توضیح روش‌های مطلوب سوال
- کد و گزارش خروجی کد برای خواسته‌های مسأله

نکات تکمیلی:

- همواره در تمامی تمارین و پروژه‌ها، تا سقف ۱۰٪ نمره اضافه برای قسمت‌های امتیازی و نیز هر گونه روش‌های ابتکاری و فرادرس در نظر گرفته می‌شود و سقف نمره‌ی قابل کسب معادل با ۱۱۰/۱۰۰ می‌باشد.
- شرافت انسانی ارزشی به مراتب بالاتر از تعلقات دنیوی دارد. رونویسی تمارین، زیر پا گذاشتن شرافت خویشتن است؛ به کسانی که شرافتشان را زیر پا می‌گذارند هیچ نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.

۱ اهمیت اندازه و فاز تبدیل فوریه در سیگنال تصویری

با استفاده از تابع `fft2` متلب، تبدیل فوریه تصاویر `pic1.png` و `pic2.png` را حساب کنید. تصویری بسازید که فاز تبدیل فوریه‌ی آن برابر فاز تبدیل فوریه‌ی تصویر اول و اندازه‌ی تبدیل فوریه‌ی آن، برابر اندازه‌ی تبدیل فوریه‌ی تصویر دوم باشد.

با توجه به نتایج این سوال، در تصاویر، آیا فاز اطلاعات مهم‌تری در بر دارد یا اندازه‌ی تبدیل فوریه؟ برای این موضوع چه دلیلی دارید؟ در این باره تحقیق کرده و در گزارش خود توضیح دهید.

۲ تصاویر fMRI

برای مطالعه:

نورون‌های مغز، به خودی خود دارای ذخیره‌ی انرژی (به صورت قند و اکسیژن) نیستند در نتیجه افزایش فعالیت آن‌ها نیاز به این دارد که انرژی (غذا) از طریق خون به سرعت به آن‌ها رسانده شود، در نتیجه افزایش محلی غلظت اکسیژن در خون یک ناحیه از مغز، می‌تواند مستقیماً مرتبط با فعالیت نورون‌های آن ناحیه از مغز باشد. خون به نورون‌های فعال با نرخ بیشتری اکسیژن می‌رساند در نتیجه فعالیت نورون‌های یک ناحیه، می‌تواند باعث تغییر غلظت `Oxyhemoglobin` و `Deoxyhemoglobin` در آن ناحیه شود. در سال ۱۹۹۰، `Seiji Ogawa` نشان داد که `Deoxyhemoglobin` یک ماده‌ی پارامغناطیس است در حالی که `Oxyhemoglobin` یک دیامغناطیس است. این تفاوت بین هموگلوبین با و بدون اکسیژن امکان این را فراهم می‌کند که در تصویر برداری `MRI`، بین آن‌ها تفاوت وجود داشته باشد. در `Functional Magnetic Resonance Imaging` یا `fMRI` با عنایت به این ویژگی، به طور غیر مستقیم، غلظت `Deoxyhemoglobin` را اندازه‌گیری کرده و با توجه به توضیحات بالا، می‌تواند نمایان‌گر فعالیت نورونی در یک ناحیه از مغز باشد. در این نوع تصویربرداری، مغز به مستطیل‌هایی سه بعدی، به نام واکسل (در مقابل پیکسل) تقسیم می‌شود که ابعاد هر واکسل از مرتبه‌ی $1\text{cm} \times 1\text{cm} \times 1\text{cm}$ است.

داده‌ی `fMRI` یک داده چهار بعدی است که سه بعد اول آن نمایشگر مکان و بعد چهارم آن زمان است. در هر زمان تصویری سه بعدی از مغز برداشته شده که هر درایه‌ی آن، سیگنالی متناسب با غلظت `Deoxyhemoglobin` در واکسل متناظر و در زمان مشخص شده است.

یک نکته‌ی بسیار مهم که در پردازش سیگنال‌های `fMRI` باید به آن توجه داشت این است که سر شخص مورد آزمایش، ممکن است در حین این آزمایش (در زمان‌های مختلف) تکان خورده باشد و پیش از انجام هر پردازشی باید تصاویر زمان‌های مختلف را با هم `Align` کنیم. برای این کار روش‌های متعددی وجود دارد که در این تمرین به بررسی ساده‌ترین آن‌ها می‌پردازیم.

همچنین در این تمرین برای سادگی به جای داده‌ی چهار بعدی، داده‌ی سه بعدی در اختیار شما قرار گرفته شده (تصویر یک ارتفاع ثابت از مغز) که دو بعد اول آن مکان و بعد سوم آن زمان است همچنین تنها دو نقطه‌ی زمانی از تصاویر به شما داده شده است.

در این تمرین قصد داریم به کمک دوران و انتقال، دو تصویر (مربوط به دو نقطه‌ی زمانی) را طوری `Align` کنیم که میزان همبستگی دو تصویر بیشینه شود. برای این کار با تغییر پارامتر زاویه‌ی دوران و دو پارامتر انتقال، مقادیر هر پارامتر را طوری بیابید که همبستگی دو تصویر بیشینه شود.

تصاویر `Align` شده به کمک متلب، مقدار همبستگی دو تصویر حاصل و همچنین پارامترهای تبدیل‌های خود را در گزارش کار درج کنید.

۳ طراحی آشکارساز سیگنال DTMF

در سیستم شماره گیری تلفن بر مبنای tone ، برای هر کلیدی که روی صفحه کلید فشار می‌دهید، دو فرکانس ارسال می‌شود (به همین دلیل آن را Dual Tone Multi Frequency یا DTMF می‌نامند) و فرکانس‌های مربوط به هر کاراکتر مطابق شکل زیر است:

	1209	1336	1477	1633Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

شکل ۱: فرکانس‌های مربوط به هر کاراکتر در سیستم DTMF

مثلاً اگر روی صفحه تلفن کلید شماره ۱ را فشار دهید، سیگنال صوتی‌ای که تولید می‌شود، جمع یک سیگنال سینوسی با فرکانس ۶۹۷ هرتز و یک سیگنال سینوسی با فرکانس ۱۲۰۹ هرتز است. در این بخش هدف ما نوشتن برنامه‌ای است که از روی یک سیگنال صوتی دیجیتال تشخیص دهد که چه شماره‌ای گرفته شده است. به این منظور، تعدادی فایل صوتی (به فرمت wav) به شما داده شده است که هر کدام صدای شماره‌گیری هستند، و برنامه شما باید برای هر کدام از این فایل‌ها شماره‌های گرفته شده را (به همراه ترتیب شماره‌گیری) تشخیص دهد.

برای آشکارسازی سیگنال DTMF روشی که شما انجام می‌دهید، عبور دادن شکل موج دریافتی از تعدادی فیلتر Bandpass است که هر کدام فقط بازه کوچکی از فرکانس‌های حول یکی از فرکانس‌های جدول بالا را عبور می‌دهند؛ در نهایت به کمک خروجی این فیلترها می‌توانید شماره‌های گرفته شده را بیابید.

دقت کنید که فایل‌های صوتی سیگنال‌هایی گسسته هستند و در اینجا فرکانس نمونه‌برداری آن‌ها ۸۱۹۲ هرتز است. در ضمن مدت زمان فشردن هر کلید زمانی تصادفی (حداقل ۰.۲ ثانیه) است و لذا کد شما نباید به این عدد حساس باشد (برای مثال اگر کلیدی ۵ ثانیه مداوم فشرده شد کد شما باید تنها یک رقم برای آن در نظر بگیرد). همچنین بین فشردن هر دو کلید مدت زمانی سکوت وجود دارد.

۵ فایل صوتی داده شده به شما یکی بدون نویز و بقیه به ترتیب ۰dB، ۲۰dB، ۱۰dB و ۳۰dB نویز دارند و بنابراین کد شما باید بتواند شماره گرفته شده در همه این فایل‌ها را پیدا کند.

برای برآورده کردن خواسته‌ی این بخش ابتدا ۸ فیلتر با ۸ فرکانس مرکزی داده شده به کمک fdatool متلب طراحی کرده و پاسخ فرکانسی آن‌ها را رسم کنید (روش طراحی فیلتر را مختصراً توضیح دهید). سپس ۵ فایل صوتی داده شده را یک بار پیش از فیلتر و یک بار پس از اعمال فیلتر در حوزه زمان رسم کرده و تصاویر حاصل را (در مجموع ۱۰ تصویر) در گزارش کار قرار دهید. اکنون باید با روش مد نظر خود سیگنال بدون نویز حاصل را جداسازی کرده و مقدار مربوط به هر بار فشرده شدن دکمه‌ها و ترتیب آن را به دست آورید. روش انجام این کار را مختصراً در گزارش ذکر کنید و خروجی شماره‌های یافته شده را به وضوح در گزارش کار بیاورید.