



بسمه تعالی
دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی برق

پردازش سیگنال‌های حیاتی - بهار ۱۴۰۱-۱۴۰۲

تمرین سری سوم
موحد تحویل: ۲۷ خرداد ۱۴۰۲

نحوه تحویل:

- گزارش پروژه خود را در قالب یک فایل pdf. تحویل دهید، گزارش باید شامل تمامی خروجی‌ها و نتایج نهایی، پاسخ سوالات، و توضیح مختصری از فرآیند حل مسئله هر قسمت باشد.
- کد کامل تمرین در فایل به فرمت m. آپلود شود، لازم است بخش‌های مختلف در section های جدا نوشته شده باشد و کد منظم و دارای کامنت گذاری باشد. کد باید به صورت کامل اجرا شود و در صورت وجود خطا، ممکن است کل امتیاز بخش را از دست بدهید.
- مجموعه تمامی فایل‌ها (گزارش، کد به همراه توابع) را در قالب یک فایل فشرده (rar/zip). به فرمت: HW#_std number_full name در سامانه CW آپلود شود.

سیاست تاخیر:

- در هر تمرین تا سقف ۵ روز و در مجموع می‌توانید تا ۱۰ روز تاخیر در کل داشته باشید.

بخش یک: فیلتر کردن سیگنال ECG (۱۰۰)

الف) سیگنال ECG را از فولدر Q1 لود کرده و به آن سیگنال سینوسی با فرکانسی ۵۰ هرتز اضافه کنید (مدل نویز برق شهر) حال با استفاده از ایده الگوریتم فیلتر و فقی نویز برق شهر را حذف کنید.

ب) به انتخاب یک سیکل از سیگنال را انتخاب کنید، حال این سیکل را به صورت ۲۰ بار پشت سر هم قرار دهید (نقاط انتخابی از سیکل را به طوری انتخاب کنید که از برهم چسپاندن سیکل‌ها فرم نرمی بدست بیاید). به سیگنال داده شده نویز گاوسی اضافه کنید و با استفاده از ایده مبتنی بر فیلتر ولفی روشی ارائه دهید که بتوان نویز را حذف کرد.

ج) حال به سیگنال ECG اصلی نویز را اضافه کنید و ایده بخش ب را بر روی سیگنال جدید تست کنید، آیا نتیجه به خوبی بخش ب است؟ نتایج خود را توجیه کنید.

بخش دو: تشخیص بیماری در سیگنال ECG (۵۰)

الف) چهار سیگنال موجود در پوشه Q2 را لود کرده و آن‌ها را رسم کنید، در این حالت ما سه سیکل از سیگنال‌های دارای بیماری و یک سیکل از سیگنال سالم داریم، با استفاده از تبدیل کپستروم، بخش مینیمم فاز و ماکسیمم فاز سیگنال را بدست آورده و آن‌ها را رسم کنید و مشاهدات خود را تا حد امکان توضیح دهید، با استفاده از کدام یک می‌توان بین حالت سالم و بیمار و بین خود بیماری‌های مختلف تمایز ایجاد کرد؟ توضیح دهید.

بخش سه: قطعه‌بندی (segmentation) سیگنال PCG به کمک طبقه‌بندی (۱۰۰)

در این بخش از سوال می‌خواهیم سیگنال PCG را به چهار قسمت s1,systole,s2,diastole تقسیم کنیم، برای این کار ابتدا سیگنال‌های train_recording و train_annotations را از فولدر Q3 لود کرده، یک سیگنال را رسم کنید و بر روی آن نقاط annotation را نیز مشخص کنید و مشخص کنید annotation های داده شده به چه صورت سگمنت‌های مورد نظر را مشخص می‌کنند.

ب) حال کد Main_Q3 را باز کنید^۱، در حلقه نوشته شده در بخش اول کد، چهار رویه مختلف به عنوان ویژگی از هر سیگنال استخراج می‌شود و در متغیر PCG_Features ذخیره می‌شود، همچنین در تابع labelPCGStates برچسب سگمنت‌های مختلف (به صورت عدد بین ۱ الی ۴) استخراج می‌شود و در PCG_states ذخیره می‌شود، حال بخش مشخص شده در کد را به طوری کامل کرده که اطلاعات تولید شده را به طوری ذخیره کرده که در قسمت‌های بعد بتواند از آن استفاده کنید. دقت کنید در توابع داده شده بعد از استخراج رویه فرکانس نمونه برداری به ۵۰ هرتز کاهش پیدا کرده است.

ج) حال براساس ویژگی‌های به دست آمده و برچسب هایشان، می‌خواهیم یک طبقه‌بند طراحی کنیم، برای این کار به صورت one vs all عمل می‌کنیم یعنی چهار طبقه‌بند جدا طراحی می‌کنیم. برای طراحی طبقه‌بند ابتدا توسط معیار فیشر و روش انتخاب ویژگی پی‌درپی تعداد ویژگی را به دو (برای هر طبقه‌بند به صورت جدا) کاهش دهید، حال با فرض گاوسی بودن توزیع ویژگی‌ها و همچنین هم احتمال بودن هر دو کلاس، مرز تصمیم‌گیری را بدست آورده و رسم کنید.

د) با استفاده از مرز تصمیم‌گیری محاسبه شده، طبقه‌بندی را برای سیگنال تست انجام داده و سپس رویه بدست آمده را به فرکانس اصلی (۱۰۰۰ هرتز) برگردانده و نتایج را نمایش دهید.

بخش سه: قطعه‌بندی (segmentation) سیگنال PCG با استفاده از HMM (۱۰۰)

در بخش قبل برای قطعه‌بندی سیگنال صدای قلب، به هر سمپل به صورت مستقل نگاه می‌شد در صورتی که به صورت عادی ما اطلاعات بیشتری از هر سیگنال در اختیار داریم (به طور مثال میدانیم

^۱ کدهای داده شده براساس کدهای موجود برای قطعه‌بندی سیگنال PCG در سایت physionet است.

تغییر کلاس‌ها با نظم خاصی رخ می‌دهد) می‌خواهیم با استفاده از Hidden Markov Model ها این از این اطلاعات استفاده کنیم.

الف) ابتدا به مانند بخش ب قسمت قبل را دوباره اجرا کنید و اطلاعات را ذخیره کنید، حال ایده ای ارائه دهید که چگونه می‌توان برحسب سمپل‌های ترین Transition Matrix را تشکیل داد.

ب) حال می‌خواهیم برای هر لحظه احتمال مشاهدات (که در این قسمت مشاهدات همان رویه‌های استخراج شده میباشند) را محاسبه کنیم، این کار را با استفاده از logistic regression انجام می‌دهیم، در متلب به سادگی می‌تواند برای هر کلاس ابتدا (به صورت one vs all) با دستور mnrfits ماتریس ضرایب مورد نیاز را بدست آورده و سپس با استفاده از mnrfval احتمال رخ داد هر مشاهده به شرط هر کلاسی ($P(O|S_i)$) را محاسبه کنید، احتمال اولیه هر حالت را نیز با یکدیگر برابر در نظر بگیرید، حال با اجرای الگوریتم Viterbi بر روی داده تست عمل قطعه‌بندی را انجام دهید و با بخش قبل مقایسه کنید و مزایا و معایب آن را توضیح دهید.