

به نام هستی بخش



گزارش تمرین ۲

درس ویولت

نویسنده: حمیدرضا ابوئی

شماره دانشجویی: 402617509

استاد: دکتر شالچیان

خرداد ۱۴۰۳

سوال ۱

مطابق ریتم‌های داده شده در صورت سوال (ریتم دلتا، تتا، آلفا، بتا و گاما)، با توجه به این که ما نیازمند ۵ بازه فرکانسی هستیم، مطابق شکل ۶.۱۴ کتاب، ما نیازمند ۴ مرحله تجزیه هستیم تا تمام ریتم‌های سیگنال استخراج شود. در نهایت V_0 برابر ریتم دلتا، W_0 مطابق ریتم تتا و در ادامه به ترتیب W_1 ، W_2 و W_3 مربوط به ریتم‌های آلفا بتا و گاما خواهند بود.

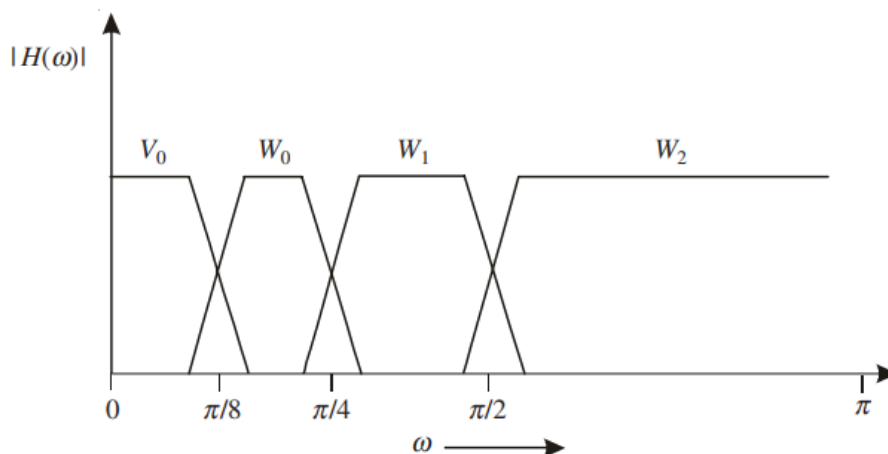
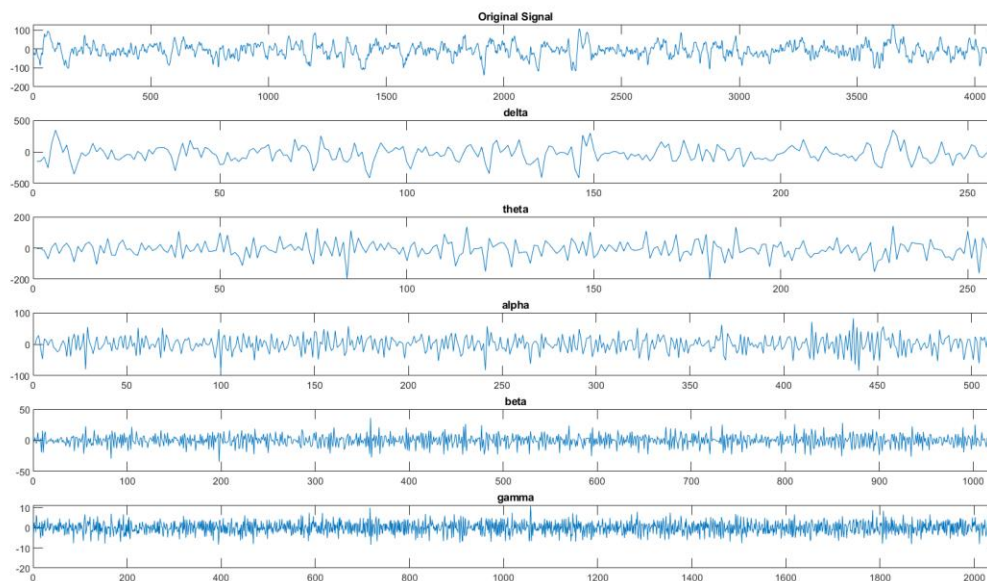


FIGURE 6.14 Splitting of frequency band (after third stage).

در نهایت، نتیجه به صورت شکل زیر خواهد بود. در ردیف اول، سیگنال اصلی و در ردیف‌های بعدی به ترتیب، باندهای فرکانسی متفاوت نمایش داده شده است.



برای به دست آوردن نتیجه‌ی قبلی از تابع wavedec با مرتبه‌ی ۴ و ویولت db2 استفاده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، طول ریتم دلتا و تتا ۲۵۸ می‌باشد و طول ریتم الفا، بتا و گاما برابر ۵۱۴، ۱۰۲۶ و ۲۰۵۰ می‌باشد.

علت و روش به دست آمدن طول‌های متفاوت را نیز می‌توان از نمودار 6.11 کتاب برداشت نمود.

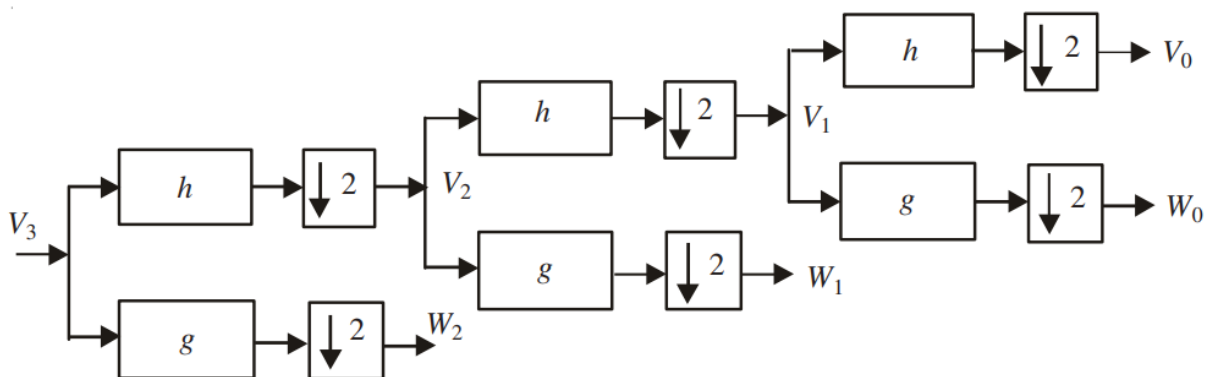
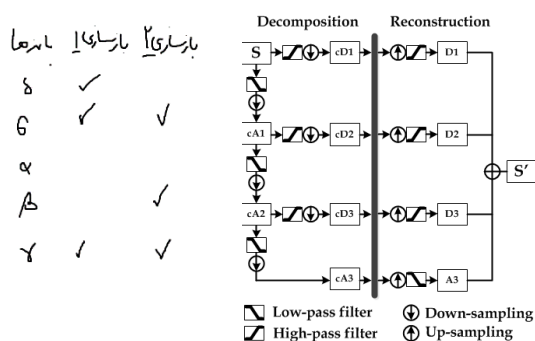


FIGURE 6.11 Three-stage analysis tree.

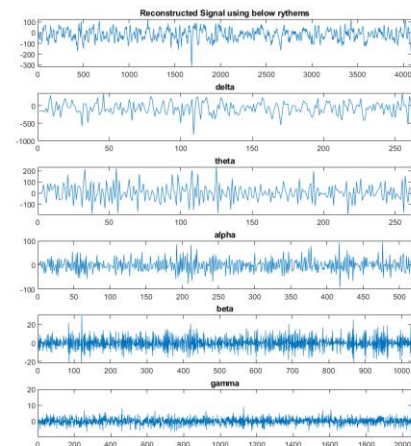
سوال ۲

در این سوال، ضرایب سیگنال تجزیه‌شده داده شده است. در مرحله اول، فرض بر این گرفتیم که مانند تمرین قبل، از ویولت db2 برای تجزیه استفاده شده است و برای بازسازی نیز از همین ویولت استفاده کردیم.

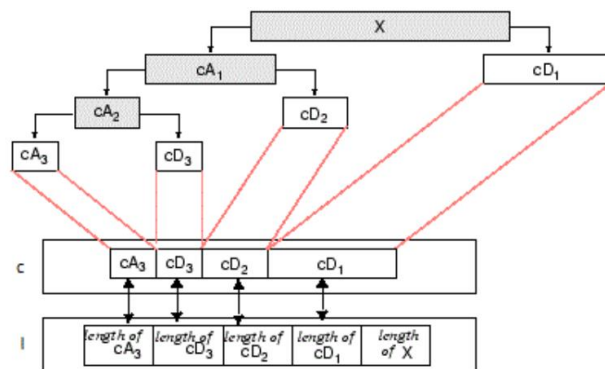


در مرحله‌ی بعد جهت بازسازی از تابع waverec استفاده می‌کنیم. در این مرحله، ابتدا قصد داریم با عنوان بازسازی 0 از تمام باندها استفاده کنیم و سیگنال اصلی را به طور کامل بازسازی کنیم.

نتیجه به صورت زیر به دست می‌آید:



در مرحله‌ی بعدی، مطابق خواسته‌ی مساله، قصد بازسازی سیگنال بدون استفاده از باندهای آلفا و بتا را داریم. بدین منظور می‌توانیم ضرایب مرتبط با این باندها را از ضرایب حذف کنیم. برای دستیابی به این ضرایب، از داکيومنتیشن متلب و wavedec استفاده می‌کنیم:



مطابق این شکل، ضرایب موجود با این ترتیب در متغیر c و l ذخیره می‌شوند. برای حذف آلفا و بتا، مقادیر زیر را از c باید حذف کرد:

$$c(1(1)+1(2)+1 : 1(1)+1(2)+1(3)+1(4)) = 0;$$

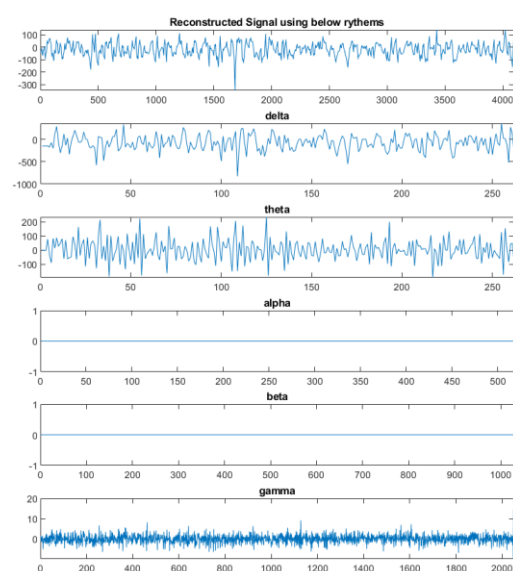
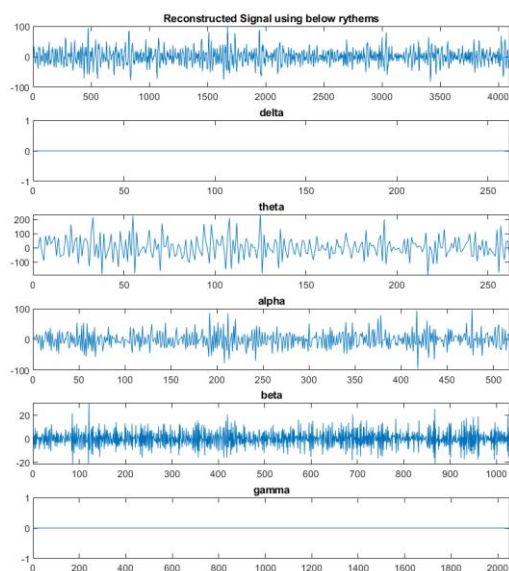
همچنین جهت حذف دلتا، مقادیر بازه‌ی زیر باید از c حذف شود:

$$c(1:1(1))=0;$$

و در نهایت جهت حذف گاما نیز مقادیر زیر باید از c حذف گردند:

$$c(1(1)+1(2)+1(3)+1(4)+1:1(1)+1(2)+1(3)+1(4)+1(5))=0;$$

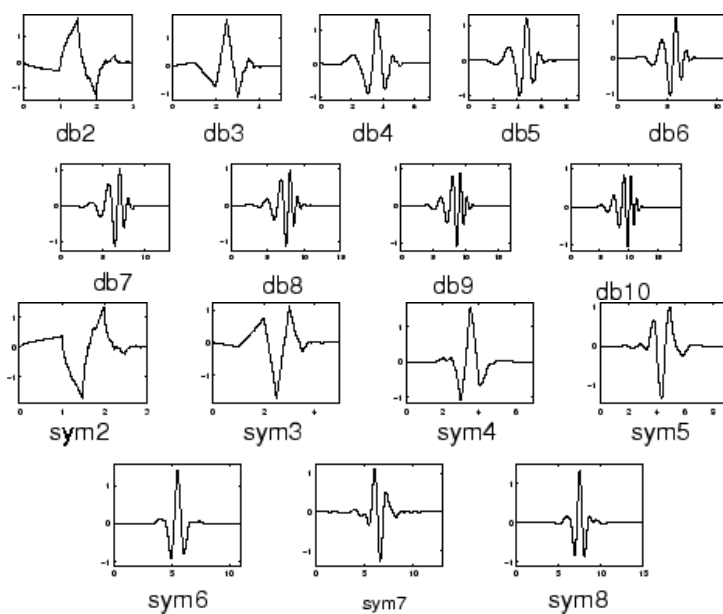
با توجه به این که در فرایند بازسازی، نیازمند این بازه‌ها هستیم، ما به جای مقادیر موجود این بازه‌ها، مقدار جایگزین \cdot را جایگزین می‌کنیم. نتیجه‌ی بازسازی با استفاده از این مقادیر برابر خواهد بود با شکل‌های زیر. (در هر شکل، اولین زیر شکل سیگنال بازسازی شده است)

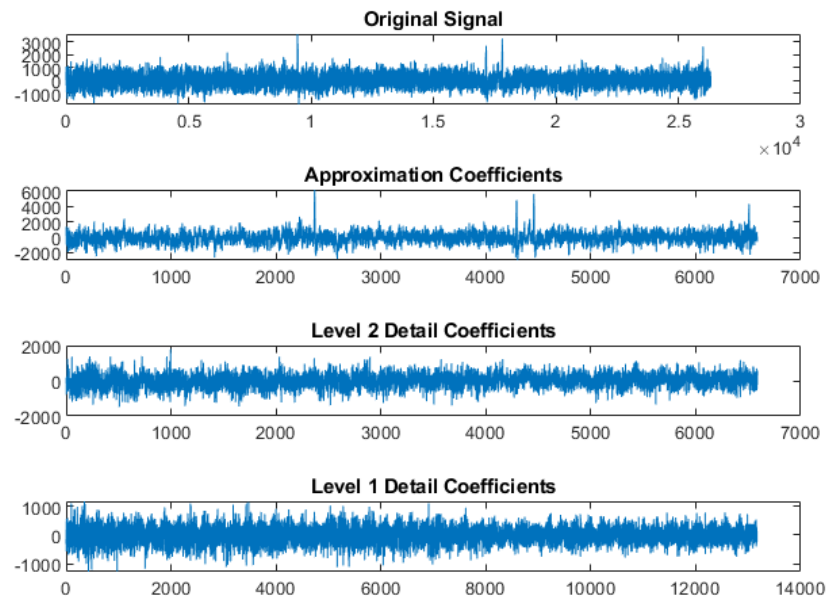
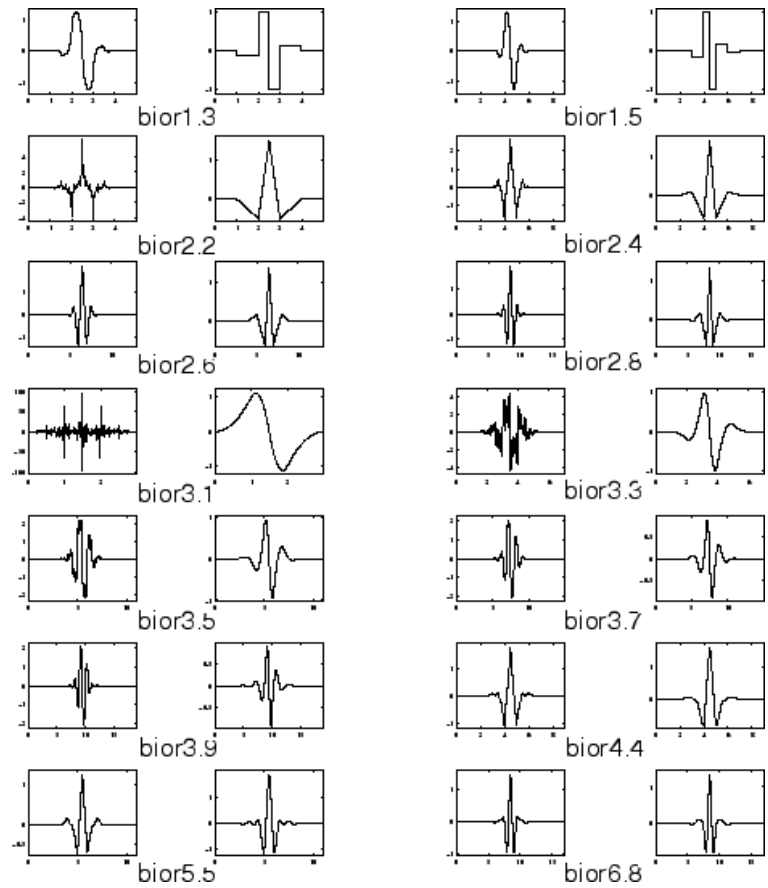


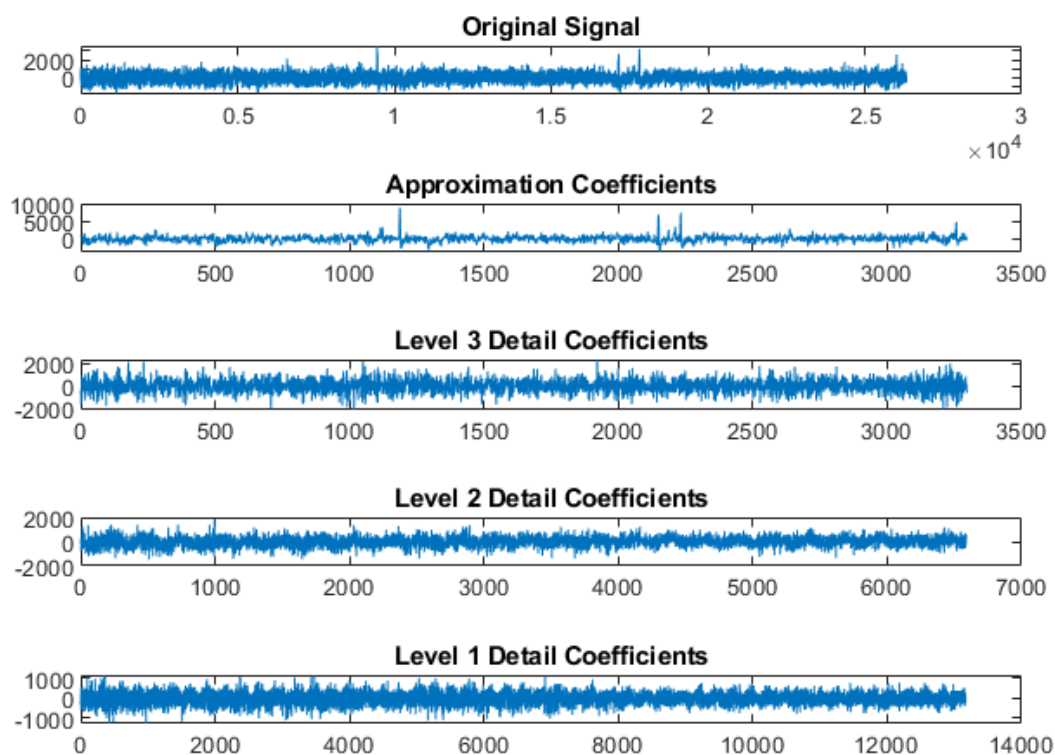
سوال ۳

جهت انتخاب خانواده‌ی ویولت مناسب، باید از بین خانواده‌های قابل استفاده، ویولتی را انتخاب کنیم که شباهت زیادی به سیگنال مد نظر داشته باشد. بدین منظور، با مقایسه و بررسی حالت‌های مختلف، ویولت db4 به نظر مناسب می‌آید.

می‌توان برخی از ویولت‌ها را در زیر مشاهده کرد:







جهت به دست آوردن تعداد مراحل تجزیه، بازه‌های فرکانسی را در هر مرحله بررسی می‌کنیم تا مشاهده کنیم در چه مرحله‌ای، approximate ما در بازه‌ی تقریبی 0.5 الی 15 هرتز قرار می‌گیرد.

فرکانس نمونه برداری ۲۴۰ هرتز می‌باشد.

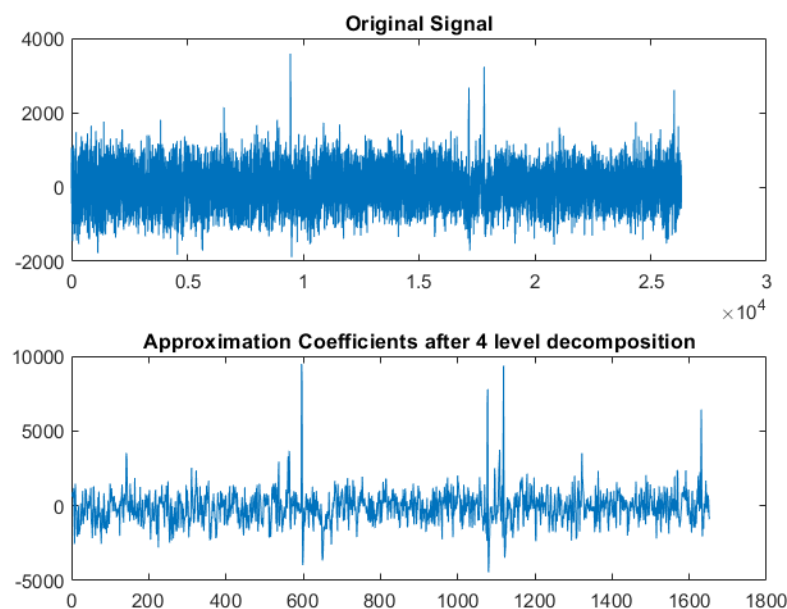
با مرحله‌ی اول تجزیه، یک بازه ۰ تا ۱۲۰ هرتز و بازه دیگر ۱۲۰ تا ۲۴۰ هرتز تقسیم می‌شود.

در مرحله‌ی دوم تجزیه، بازه‌ی ۰ تا ۱۲۰ هرتز به دو بازه‌ی ۰ تا ۶۰ هرتز و ۶۰ تا ۱۲۰ هرتز تقسیم می‌شود.

در مرحله‌ی سوم تجزیه، بازه‌ی اول به دو بازه‌ی ۰ تا ۳۰ هرتز و ۳۰ الی ۶۰ هرتز تقسیم می‌شود.

و در مرحله‌ی چهارم تجزیه، بازه‌ی اول به دو بازه‌ی ۰ تا ۱۵ هرتز و ۱۵ الی ۳۰ هرتز تقسیم می‌شود.

بنابراین نتیجه می‌گیریم approximation در مرحله‌ی چهارم تجزیه می‌تواند



سوال ۴

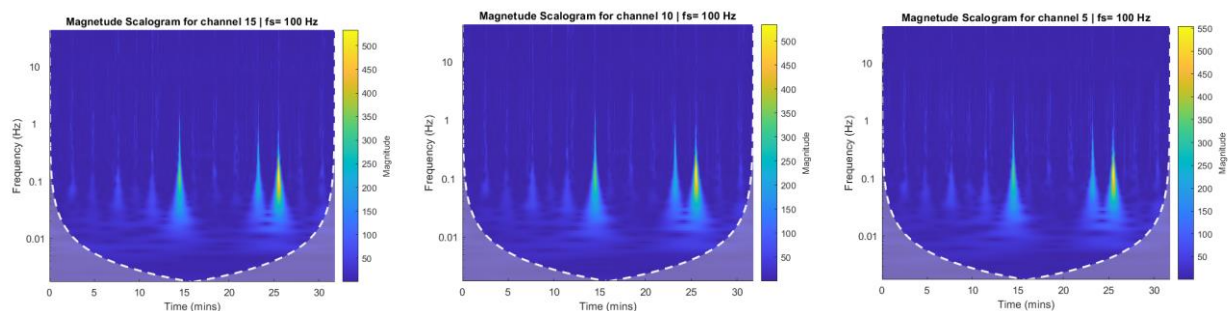
تابع $cwt(x)$ متلب به صورت پیش فرض تبدیل ویولت پیوسته‌ی x را محاسبه می‌کند. این تابع، ویولت آنالیتیک مورس را با پارامتر متقارن و گاما برابر ۳ و ضریب پهنای باند زمانی برابر با ۶۰ اعمال می‌کند. تابع cwt از نرمال‌سازی $L1$ استفاده می‌کند. با نرمال‌سازی $L1$ ، اگر مولفه‌های نوسانی دامنه یکسانی در داده‌های خود در مقیاس‌های مختلف داشته باشیم، اندازه آن‌ها در CWT برابر خواهد بود. استفاده از نرمال‌سازی $L1$ نمایش دقیق تری از سیگنال را نشان می‌دهد.

تابع cwt بدون آرگومان خروجی، اسکالوگرام^۱ CWT را ترسیم می‌کند. اسکالوگرام قدر مطلق CWT است که به عنوان تابعی از زمان و فرکانس رسم شده است. فرکانس در مقیاس لگاریتمی رسم می‌شود. مخروط نفوذ نشان می‌دهد که در آن اثرات لبه قابل توجه است نیز رسم شده است. نواحی خاکستری خارج از خط سفید نقطه چین، مناطقی را مشخص می‌کند که اثرات لبه در آنها قابل توجه است. اگر سیگنال ورودی دارای مقادیر پیچیده باشد، مولفه‌های مثبت (در جهت خلاف جهت عقربه‌های ساعت) و منفی (در جهت عقربه‌های ساعت) در اسکالوگرام‌های جداگانه رسم می‌شوند.

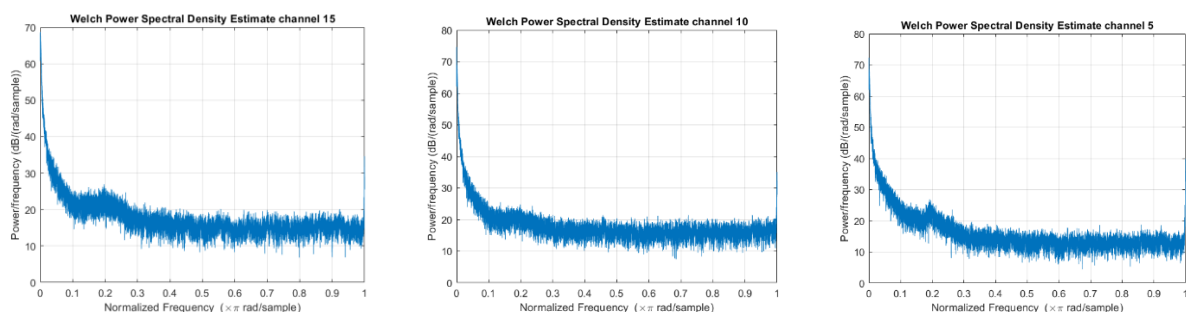
اگر فرکانس نمونه برداری یا دوره نمونه برداری مشخص نشود، فرکانس‌ها در چرخه‌های هر نمونه ترسیم می‌شوند. اگر فرکانس نمونه برداری مشخص شوند، فرکانس‌ها بر حسب هرتز هستند. اگر یک دوره نمونه برداری مشخص شود، اسکالوگرام به عنوان تابعی از زمان و دوره رسم می‌شود. اگر سیگنال ورودی یک جدول زمانی باشد، اسکالوگرام به عنوان تابعی از زمان و فرکانس بر حسب هرتز رسم می‌شود و از `RowTimes` به عنوان مبنایی برای محور زمان استفاده می‌کند.

¹ Scalogram

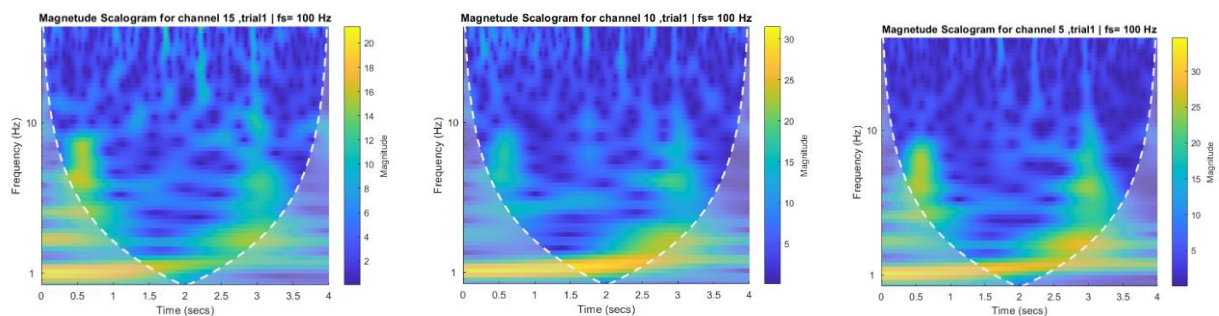
در ادامه، ابتدا سیگنال مد نظر را با توجه به صورت مساله انتخاب می‌کنیم (کانال‌های ۵ و ۱۰ و ۱۵ انتخاب می‌شوند). در ادامه اسکالوگرام این سه رسم می‌شوند و همچنین فرکانس نمونه برداری نیز مشخص می‌شود. که در زیر می‌توان نتایج آن را برای هر کانال به طور مجزا مشاهده کرد:



سپس با استفاده از تابع `pwelch`، تخمین PSD سیگنال رسم می‌شود که می‌تواند به ما در مشاهده‌ی طیف توان و مشخص کردن دوره‌ی تسک که به صورت یک پیک نمایش داده می‌شود کمک کند. در زیر نتیجه این تابع را برای هر سه کانال مشاهده می‌کنید:

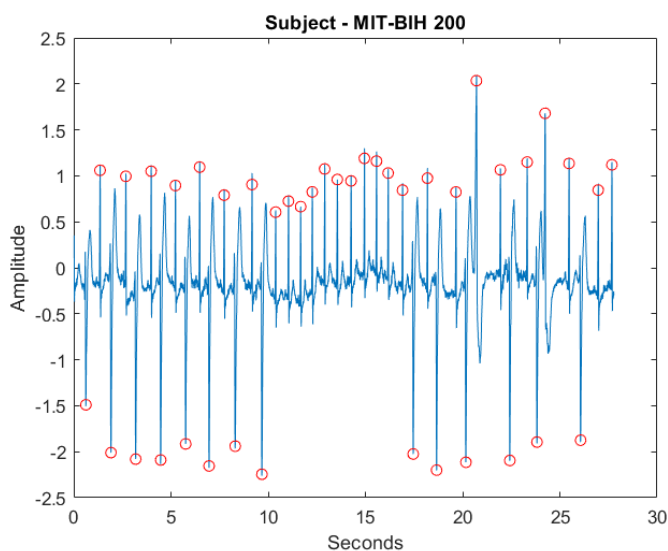


در انتها نیز، پس از انتخاب یک ترايال، قسمت مربوط به بخش `motor imagery` استخراج می‌شود و با استفاده از `cwt` اسکالوگرام آن نیز رسم می‌شود:

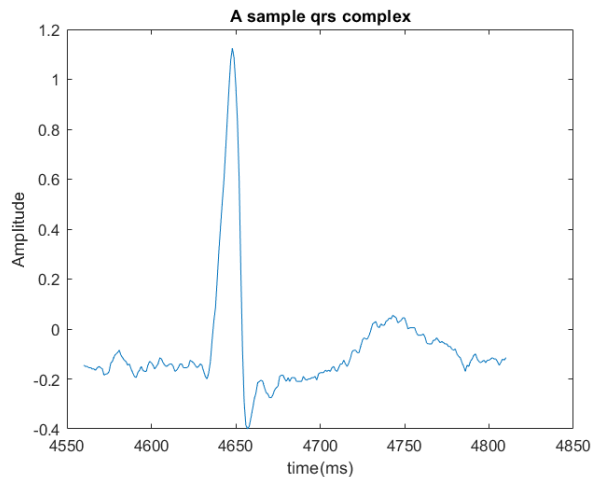


تمرین ۵

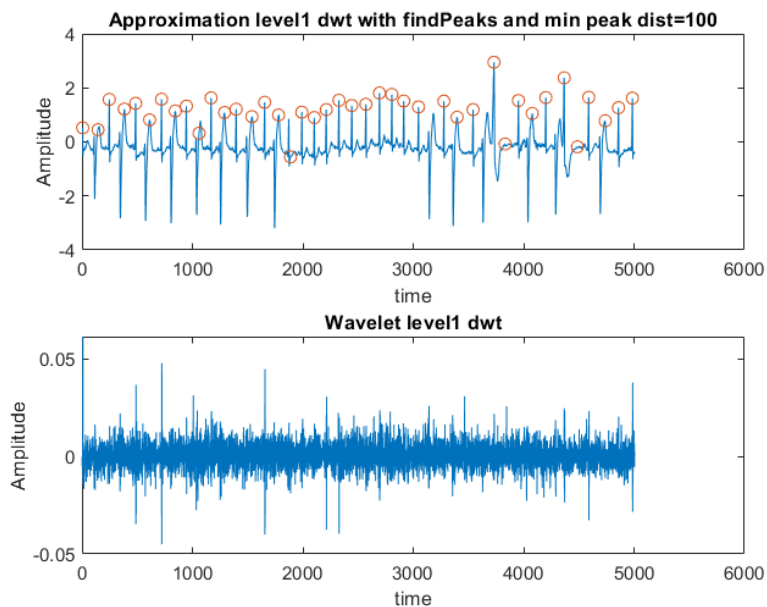
همانطور که در دمو مشاهده می‌شود، سیگنال ECG دارای پیک‌های زیر می‌باشد:



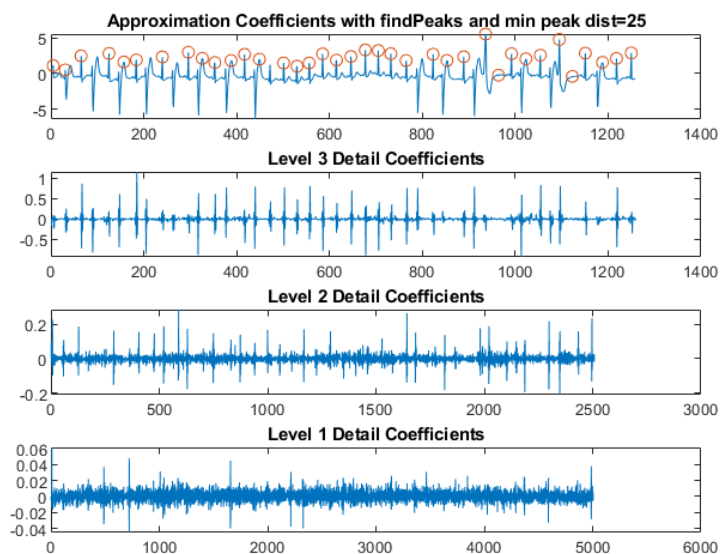
برای انتخاب یک ویولت مادر مناسب، نیاز هست که درکی از سیگنال و کامپلکس مد نظر داشته باشیم. می‌توان نمونه‌ای از این سیگنال را در زیر مشاهده کرد:



بنابراین ما نیازمند یک ویولت تقریباً متقارن هستیم. مطابق جدول نمونه‌هایی که در سوال سه آورده شده است، بیشترین شباهت مربوط به `sym6` می‌باشد. بنابراین ابتدا تبدیل ویولت را با این ویولت مادر اعمال می‌کنیم و سپس تابع `findPeak` را بر روی آن اعمال می‌کنیم. در اینجا متوجه خواهیم شد که هرگونه نویزهای سیگنال و پیک‌های محلی نیز به عنوان پیک انتخاب و نمایش داده می‌شود. بنابراین از ویژگی سیگنال ECG و خاصیت فیزیولوژیکی و دوره‌ی تحریک ناپذیری سیگنال، می‌دانیم که پیک‌ها در فاصله‌ی نزدیک امکان فایر کردن ندارند. با اعمال این پیش‌فرض، می‌توان تا حدود خوبی پیک‌های محلی را حذف کرد. می‌توان نتیجه را در زیر مشاهده نمود:



در ادامه، ما می‌دانیم که عملکرد بررسی شده فقط با یک بار اعمال این تبدیل روی سیگنال می‌باشد. بنابراین با استفاده از تابع `wavedec` و تکرار مراحل قبل تا مرحله‌ی سه، نتیجه به صورت زیر خواهد شد:



که نتیجه‌ی نسبتاً بهتری نسبت به تجزیه‌ی یک مرحله می‌دهد.

با تشکر