

University: Sharif University of Technology

Department: Electrical Engineering

Course Name: Medical Signal and Image Processing Lab

Lab 5 Report

Student Name: Ali Shahbazi, Zahra Kavian, MohammadReza Safavi

Student ID: 98101866, 98102121, 98106701

Instructor: Dr. Sepideh Hajipour

Academic Semester: 2023 Spring

فهرست مطالب

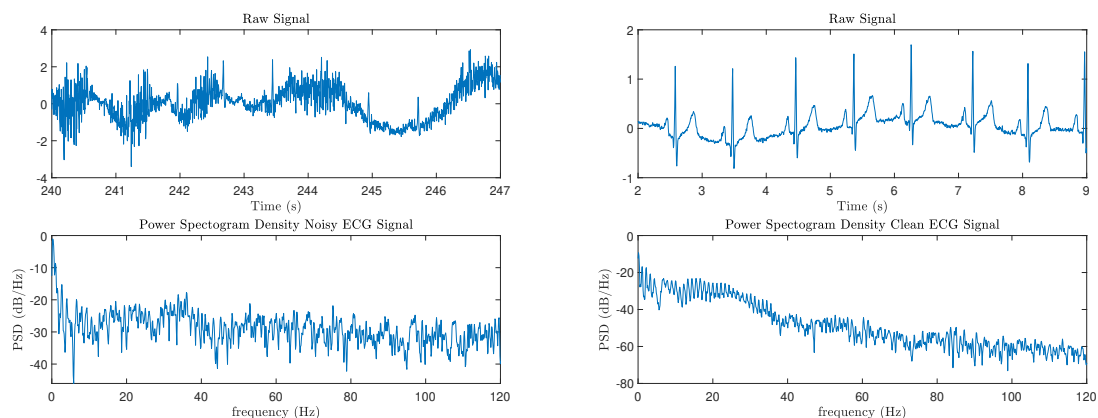
۱	محدودسازی فرکانسی سیگنال / کاهش نویز
۴	تشخیص آریتمی های بطنی

فهرست تصاویر

۱	مقایسه محتوای فرکانسی سیگنال نویزی و تمیز
۱	پاسخ فرکانسی فیلتر
۲	پاسخ ضربه فیلتر
۲	مقایسه سیگنال نویزی قبل و بعد از اعمال فیلتر
۳	مقایسه سیگنال ECG قبل و بعد از فیلتر کردن
۳	طیف فرکانسی سیگنال نویزی بعد از فیلتر کردن
۴	بازه های زمانی مختلف سیگنال ۴۲۲
۵	محتوای فرکانسی بازه های زمانی مختلف سیگنال ۴۲۲
۵	بازه های زمانی مختلف سیگنال ۴۲۴
۷	محتوای فرکانسی بازه های زمانی مختلف سیگنال ۴۲۴
۹	هیستوگرام ویژگی های فرکانسی داده ی n422
۱۰	ماتریس ترکیب ویژگی های برگزیده داده ی n422
۱۱	هیستوگرام ویژگی های مورفولوژیک داده ی n422
۱۲	ماتریس ترکیب ویژگی های برگزیده داده ی n422
۱۳	هیستوگرام ویژگی های فرکانسی داده ی n424
۱۴	ماتریس ترکیب ویژگی های برگزیده داده ی n424
۱۵	هیستوگرام ویژگی های مورفولوژیک داده ی n424
۱۶	ماتریس ترکیب ویژگی های برگزیده داده ی n424
۱۷	ماتریس ترکیب ویژگی های برگزیده روی داده ی دیگر
۱۸	هیستوگرام و عملکرد ویژگی های برگزیده روی داده ی n426

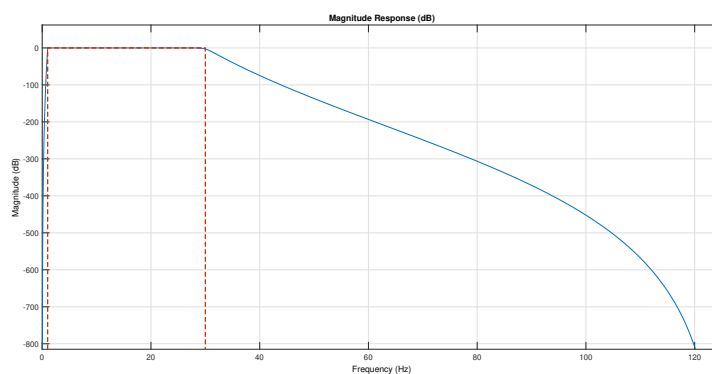
۱ محدودسازی فرکانسی سیگنال / کاهش نویز

آ) از سیگنال ECG بازه ۲ تا ۹ ثانیه به عنوان سیگنال تمیز و بازه زمانی از ثانیه ۲۴۰ تا ۲۴۷ ام به عنوان داده نویزی انتخاب شده و محتوای فرکانسی آن با تابع pwelch بررسی می شود. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود، طیف فرکانسی داده تمیز به صورت $1/f$ کاهش می یابد (محتوای بیشتر در فرکانس های پایین تر) اما داده نویزی این روند مشاهده نشده و توان در همه فرکانس ها تقریباً ثابت است.

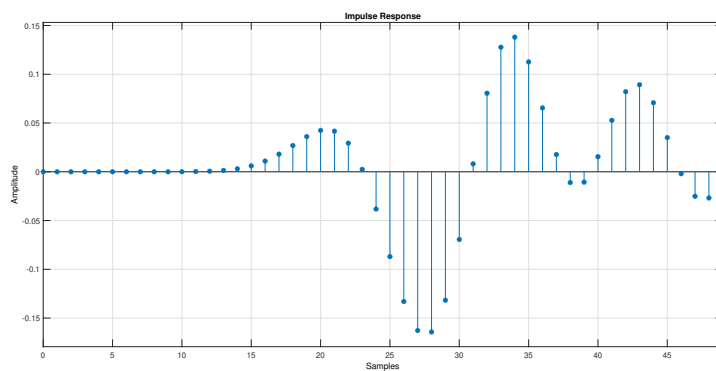


شکل ۱: مقایسه محتوای فرکانسی سیگنال نویزی و تمیز

ب) با استفاده از دستور designfilt فیلتر میان گذر با فرکانس قطع پایین ۱ هرتز و فرکانس قطع بالا ۵۰ هرتز و مرتبه ۵۰ طراحی شده است. در شکل ۲ پاسخ فرکانسی فیلتر و در شکل ۳ پاسخ ضربه آن نشان داده شده است.

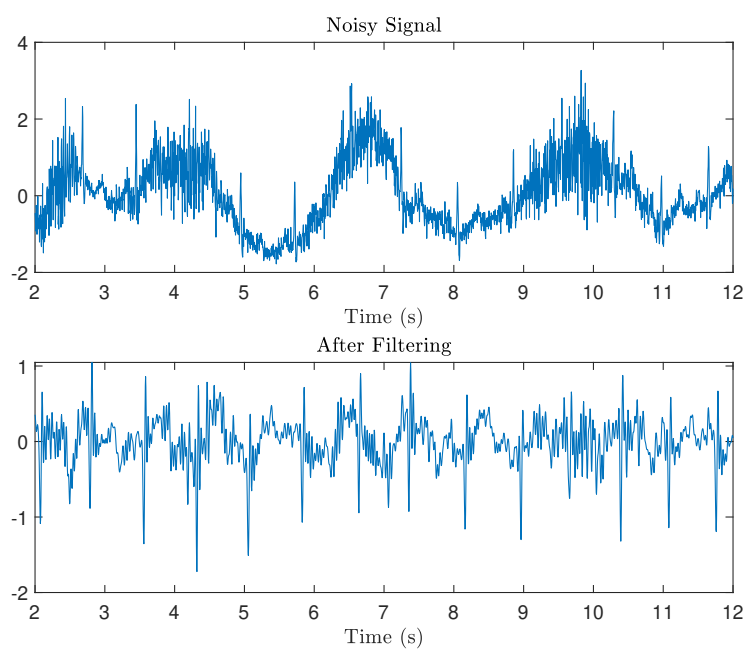


شکل ۲: پاسخ فرکانسی فیلتر

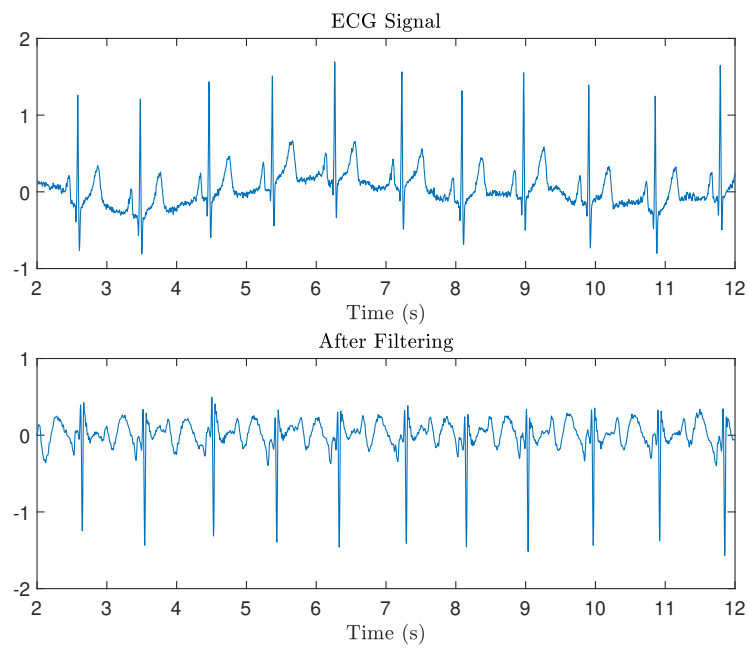


شکل ۳: پاسخ ضربه فیلتر

ج) فیلتر طراحی شده روی سیگنال تمیز (چهار ثانیه اول) و نویزی (۱ ثانیه آخر) اعمال شده و در شکل ۴ و ۵ قابل مشاهده است. همانطور که مشاهده می شود به مقدار قابل قبولی توانسته ایم از سیگنال نویزی به سیگنال ECG برسیم.

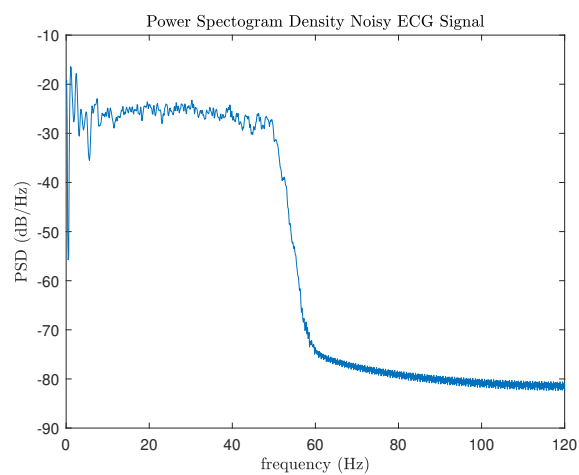


شکل ۴: مقایسه سیگنال نویزی قبل و بعد از اعمال فیلتر



شکل ۵: مقایسه سیگنال ECG قبل و بعد از فیلتر کردن

همچنین انرژی نویز baseline حذف شده و طیف فرکانسی سیگنال دوباره محاسبه می شود.

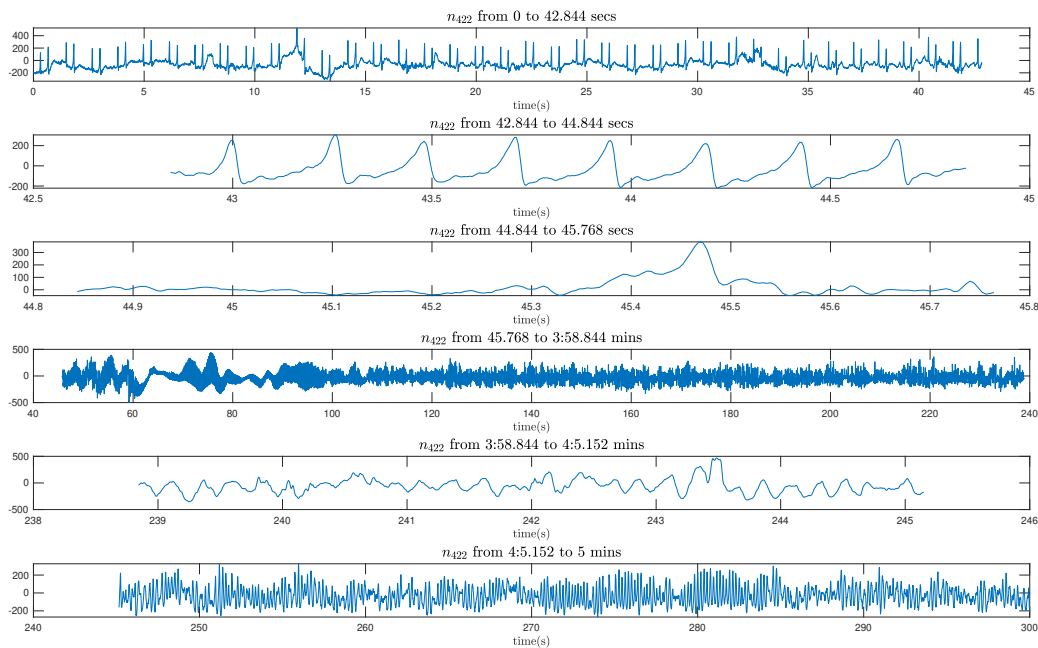


شکل ۶: طیف فرکانسی سیگنال نویزی بعد از فیلتر کردن

۲ تشخیص آریتمی‌های بطنی

آ) برای این کار ابتدا دو داده n_{422} و n_{424} را انتخاب کرده و هر بازه از آن‌ها را در حوزه زمان و pwelch نمایش می‌دهیم. (این نمودارها در بخش بعد ترسیم شده‌اند.) مشاهده می‌شود که به طور مثال در برخی آریتمی‌ها، فعالیت‌های نامنظم و یا فعالیت‌های فرکانس بالا داریم در صورتی که ریتم طبیعی قلب، منظم است و فرکانس بسیار بالا ندارد. در نمودارهای pwelch هم مشاهده می‌شود که به طور مثال برای سیگنال ۴۲۲، در آریتمی‌ها در حدود فرکانس ۴ هرتز محتوای فرکانس داریم ولی در ریتم نرمال چنین چیزی مشاهده نمی‌شود. در نهایت می‌توان گفت نامنظم بودن و فرکانس‌های نسبتاً بالاتر می‌تواند وجه تمایز ریتم طبیعی و آریتمی باشد.

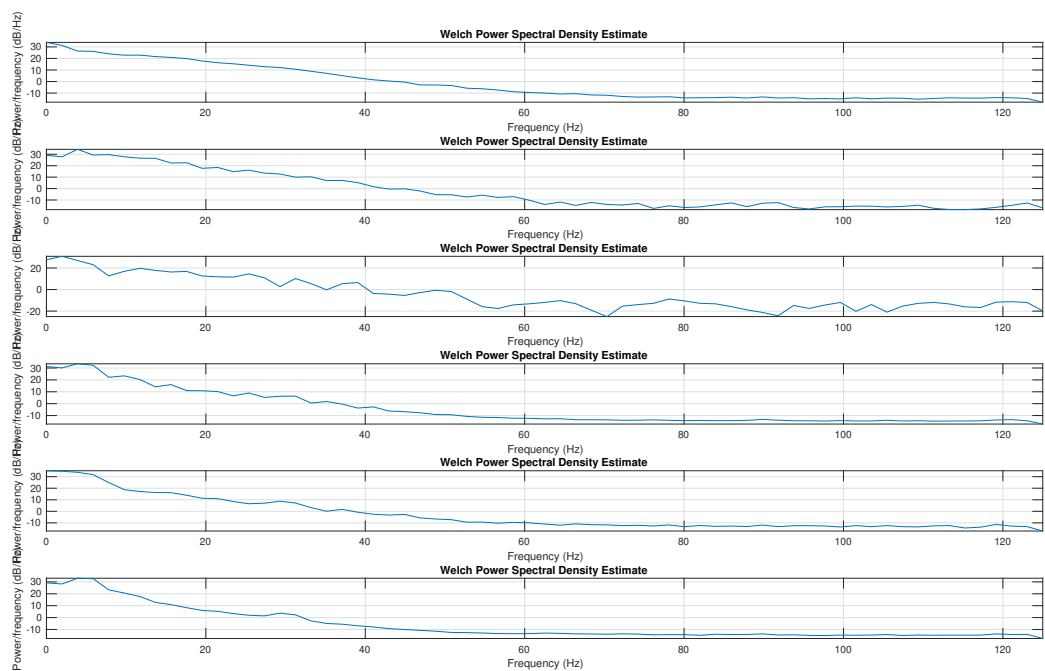
ب) همانطور که در بخش قبل گفته شد، نمودارهای مربوطه را در این قسمت ترسیم می‌کنیم. در ابتدا نمودار ۷ مربوط به بازه‌های مختلف سیگنال n_{422} در حوزه زمان است و نمودار ۸ مربوط به بازه‌های مختلف سیگنال n_{422} در حوزه pwelch است.



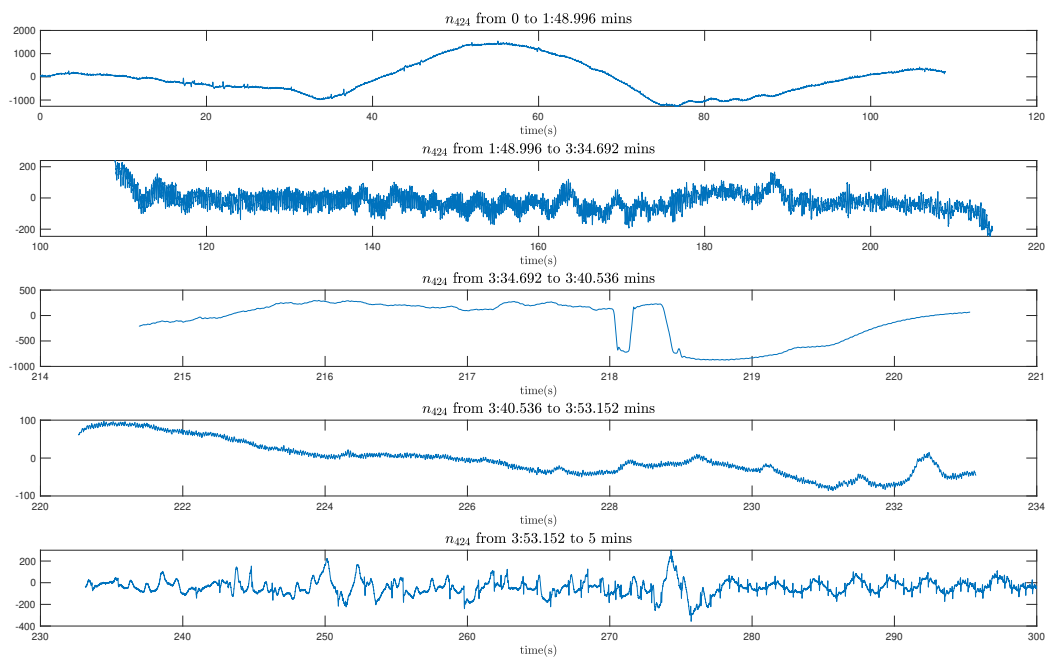
شکل ۷: بازه‌های زمانی مختلف سیگنال ۴۲۲

در ادامه نمودار ۹ مربوط به بازه‌های مختلف سیگنال n_{424} در حوزه زمان است و نمودار ۱۰ مربوط به بازه‌های مختلف سیگنال n_{424} در حوزه pwelch است.

مجدداً مشاهده می‌شود که به طور مثال در برخی آریتمی‌ها، فعالیت‌های نامنظم و یا فعالیت‌های فرکانس بالا داریم در صورتی که ریتم طبیعی قلب، منظم است و فرکانس بسیار بالا ندارد. در نمودارهای pwelch هم مشاهده می‌شود که به طور مثال برای سیگنال ۴۲۲، در آریتمی‌ها در حدود فرکانس ۴ هرتز محتوای فرکانس داریم ولی در ریتم نرمال چنین چیزی مشاهده نمی‌شود. در نهایت می‌توان گفت نامنظم بودن و فرکانس‌های نسبتاً بالاتر می‌تواند وجه تمایز ریتم طبیعی و آریتمی باشد.

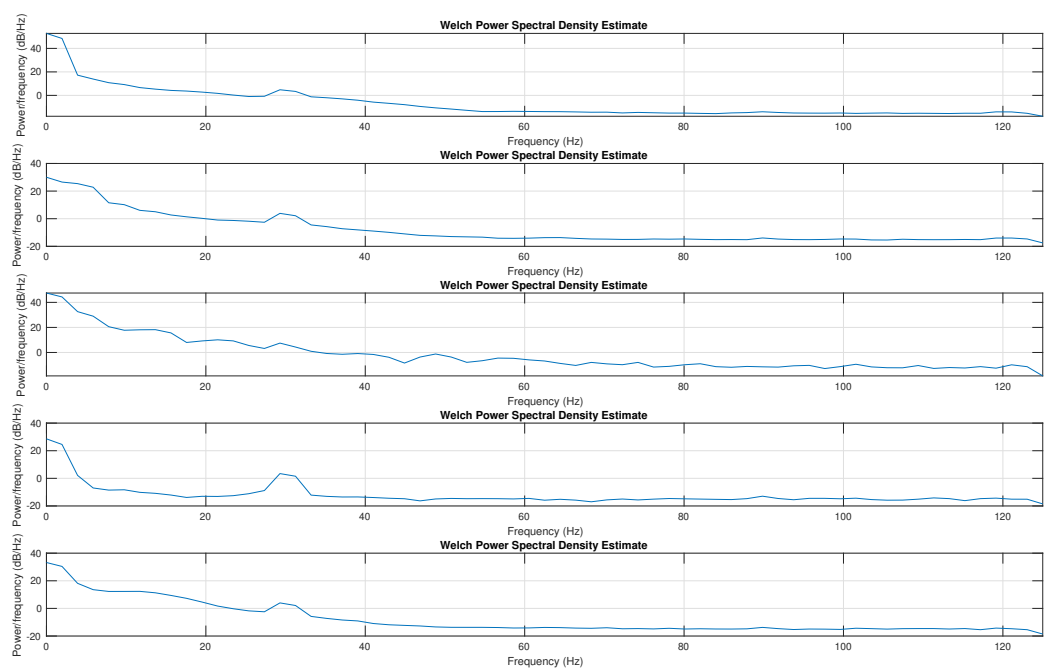


شکل ۸: محتوای فرکانسی بازه‌های زمانی مختلف سیگنال ۴۲۲



شکل ۹: بازه‌های زمانی مختلف سیگنال ۴۲۴

پ) در این بخش نیز مطابق دستور آزمایش عمل می‌کنیم و ماتریس‌های $time_Arr$ و $labels$ و $sampleNumber$ را تشکیل می‌دهیم که به ترتیب زمان شروع و پایان هر پنجره، لیبل مربوط به هر پنجره و نهایتاً شماره سمپل مربوط به ابتدا و انتهای هر پنجره را در خود ذخیره می‌کند.



شکل ۱۰: محتوای فرکانسی بازه‌های زمانی مختلف سیگنال ۴۲۴

ت) در این قسمت از ۸ ویژگی استفاده کرده‌ایم که به ترتیب عبارتند از:

اول) توان سیگنال در بازه‌ی ۱ تا ۴۰ هرتز

دوم) توان سیگنال در بازه‌ی ۴۱ تا ۸۰ هرتز

سوم) توان سیگنال در بازه‌ی ۸۱ تا ۱۲۰ هرتز

چهارم) توان سیگنال در بازه‌ی ۱ تا ۱۲۰ هرتز

پنجم) میانگین فرکانسی یا meanFreq

ششم) میانه‌ی فرکانسی یا medFreq

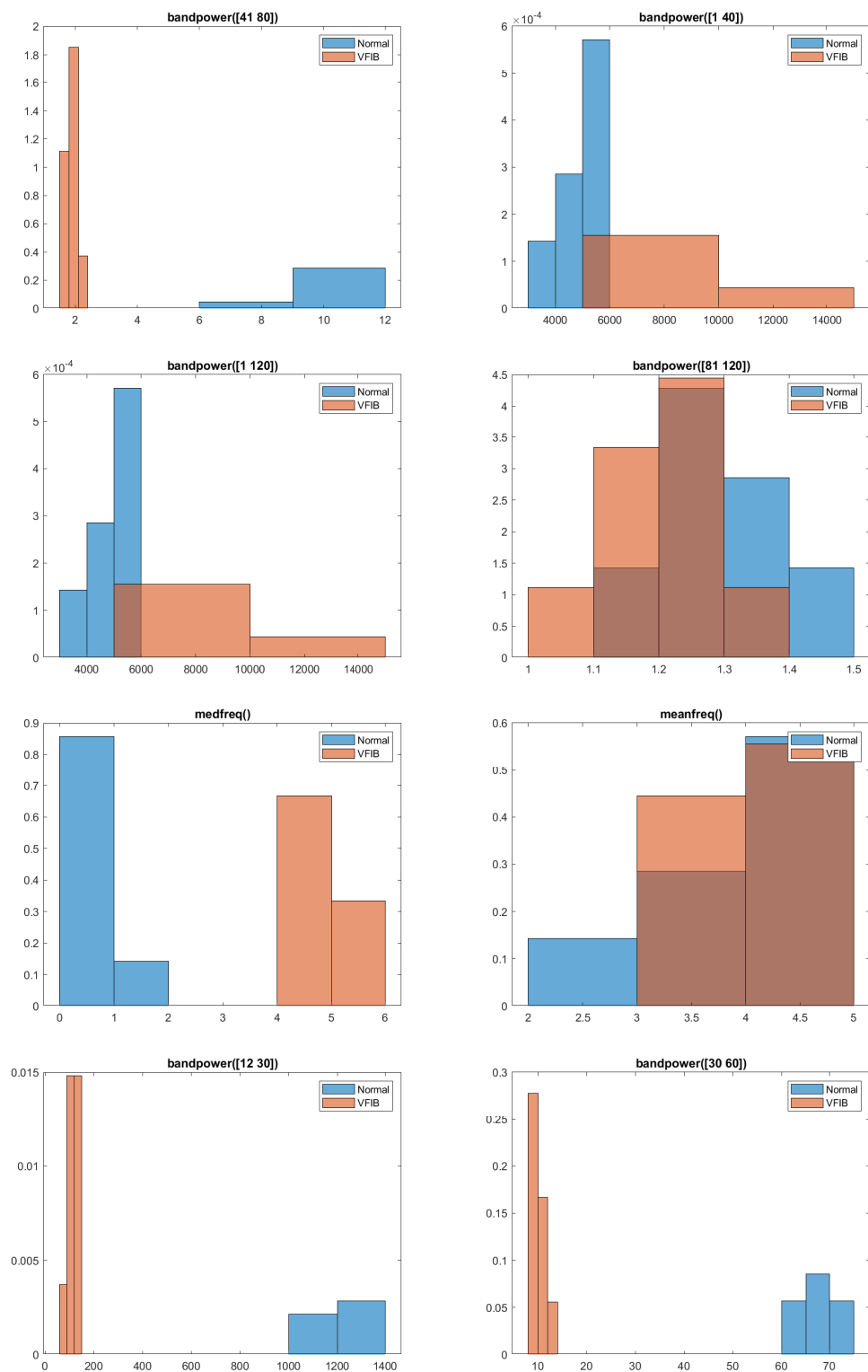
هفتم) توان سیگنال در بازه‌ی ۳۰ تا ۶۰ هرتز

هشتم) توان سیگنال در بازه‌ی ۱۲ تا ۳۰ هرتز

ث) در شکل ۱۱ هیستوگرام این ویژگی‌ها را برای دو کلاس normal و VFIB می‌توان مشاهده کرد. به نظر می‌رسد در بعضی ویژگی‌ها به خوبی جدا شده‌اند و در بعضی خیر. برای این قسمت ویژگی دوم، ششم، هفتم و هشتم جدایی‌پذیری خوبی داشته‌اند.

ج) از مرحله‌ی قبل، ویژگی دوم و هفتم یعنی توان سیگنال در بازه‌ی فرکانسی ۴۱ تا ۸۰ هرتز و توان سیگنال در بازه‌ی فرکانسی ۳۰ تا ۶۰ هرتز انتخاب می‌شوند. برای این دو ویژگی آستانه‌ی مورد نظر به ترتیب حدود $2.5Hz$ و $14Hz$ می‌باشد.

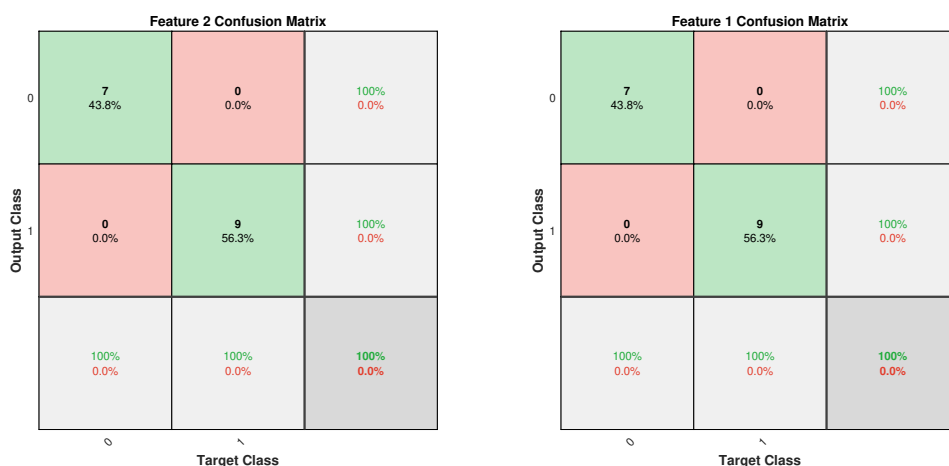
به تابع `va_detect()` سه پارامتر به عنوان ورودی اضافه کرده‌ایم که دوتای آن‌ها برای تعیین ویژگی انتخاب شده در داده‌ی مورد نظر است و دیگری آستانه‌ی انتخاب شده برای تعیین کلاس‌ها. اگر شرایط آن ویژگی برآورده شده باشد، در خروجی مقدار ۱ برای VFIB در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱۱: هیستوگرام ویژگی‌های فرکانسی داده‌ی n422

چ) به کمک دستور `plotconfusion()` مشخصات این طبقه‌بند ساده را نمایش می‌دهیم. دقت کنید که توسط آستانه‌هایی که انتخاب کردیم، انتظار داریم دو کلاس کامل به صورت صحیح از یکدیگر جدا شده باشند. همانطور که شکل ۱۲ نشان می‌دهد، مقدار `accuracy` برابر ۱۰۰ درصد و مقادیر `sensitivity` و `specificity` نیز ۱۰۰ درصد است.

به صورت تقریبی می‌توان گفت برای داده‌های None برچسب صفر و برای داده‌های Noise برچسب ۱ یعنی مثبت پیشبینی شده است.



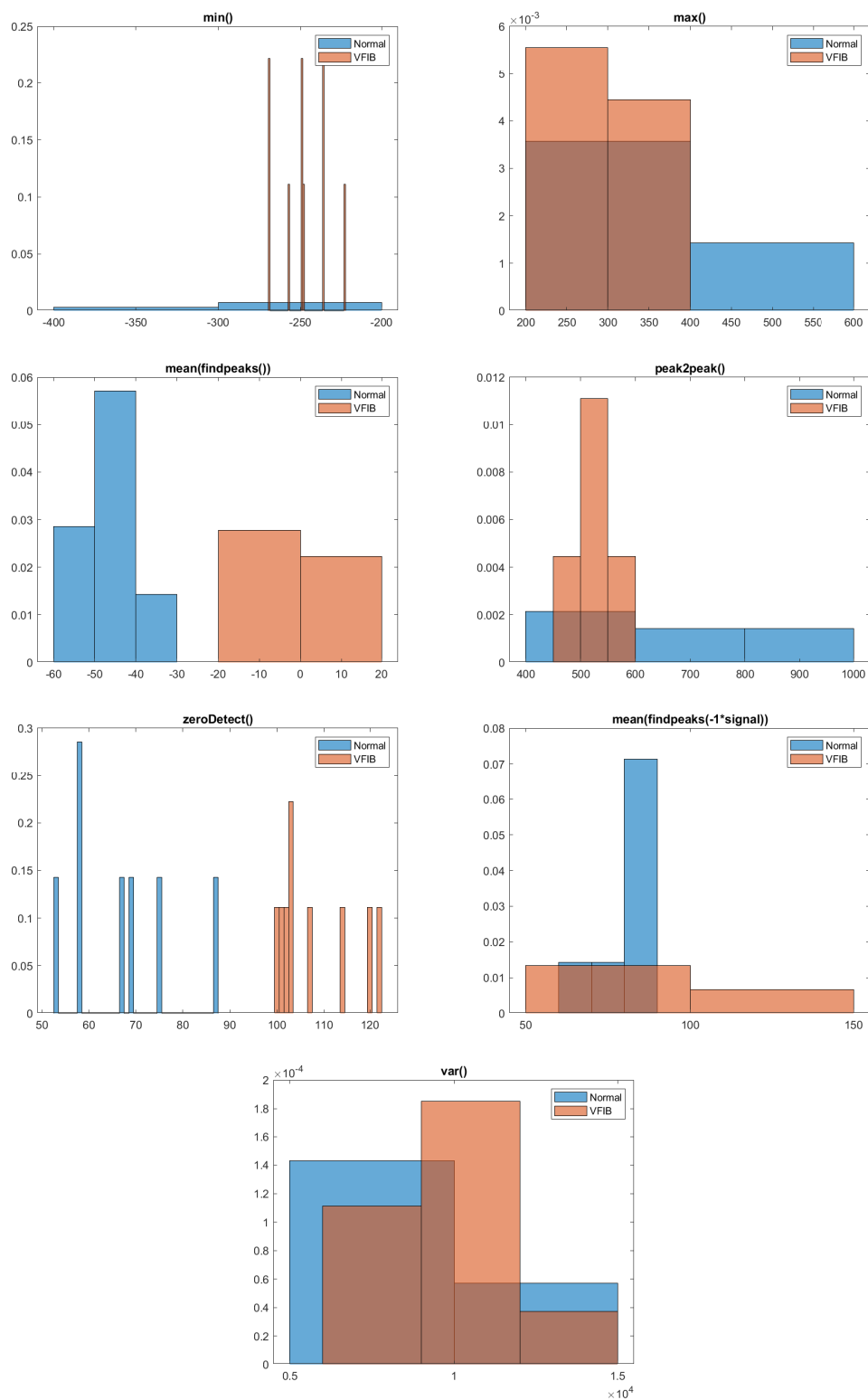
شکل ۱۲: ماتریس ترکیب ویژگی‌های برگزیده داده‌ی n422

ح) در این قسمت نیز از ۷ ویژگی استفاده کرده‌ایم که به ترتیب عبارتند از:

- اول) ماکسیمم دامنه سیگنال
- دوم) مینیمم دامنه سیگنال
- سوم) مقدار پیک تا پیک دامنه سیگنال
- چهارم) میانگین پیک‌های محلی سیگنال
- پنجم) میانگین دره‌های محلی سیگنال
- ششم) تعداد نقاط برخورد با خط صفر
- هفتم) واریانس سیگنال

خ) در شکل ۱۳ هیستوگرام این ویژگی‌ها را برای دو کلاس `normal` و `VFIB` می‌توان مشاهده کرد. به نظر می‌رسد در بعضی ویژگی‌ها به خوبی جدا شده‌اند و در بعضی خیر. برای این قسمت ویژگی چهارم و ششم جدایی‌پذیری خوبی داشته‌اند.

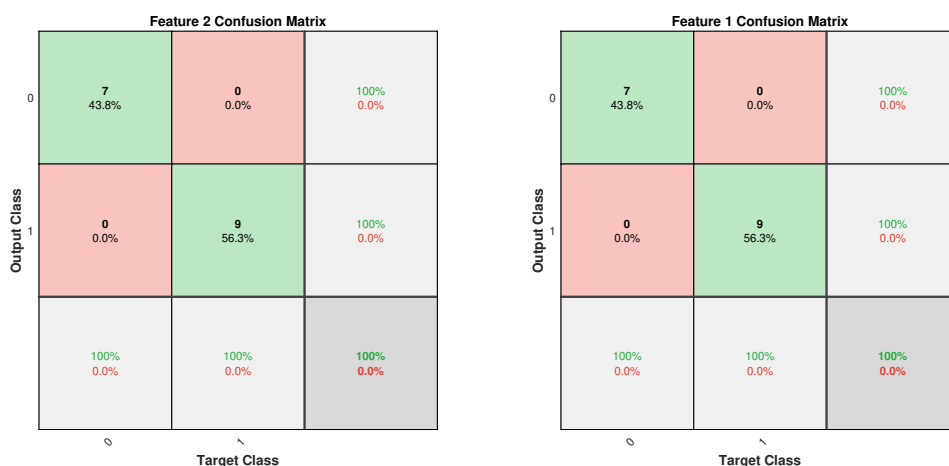
د) از مرحله‌ی قبل، ویژگی چهارم و ششم، یعنی میانگین پیک‌های محلی سیگنال و تعداد نقاط برخورد با خط صفر انتخاب می‌شوند. برای این دو ویژگی آستانه‌ی مورد نظر به ترتیب حدود -2.5 و 87.5 می‌باشد.



شکل ۱۳: هیستوگرام ویژگی‌های موفولوژیک داده‌ی n422

ذ) به کمک دستور `plotconfusion()` مشخصات این طبقه‌بند ساده را نمایش می‌دهیم. دقت کنید که توسط آستانه‌هایی که انتخاب کردیم، انتظار داریم دو کلاس کامل به صورت صحیح از یکدیگر جدا شده باشند. همانطور که شکل ۱۴ نشان می‌دهد، مقدار `accuracy` برابر ۱۰۰ درصد و مقادیر `sensitivity` و `specificity` نیز ۱۰۰ درصد است.

به صورت تقریبی می‌توان گفت برای داده‌های None برچسب صفر و برای داده‌های Noise برچسب ۱ یعنی مثبت پیشبینی شده است.

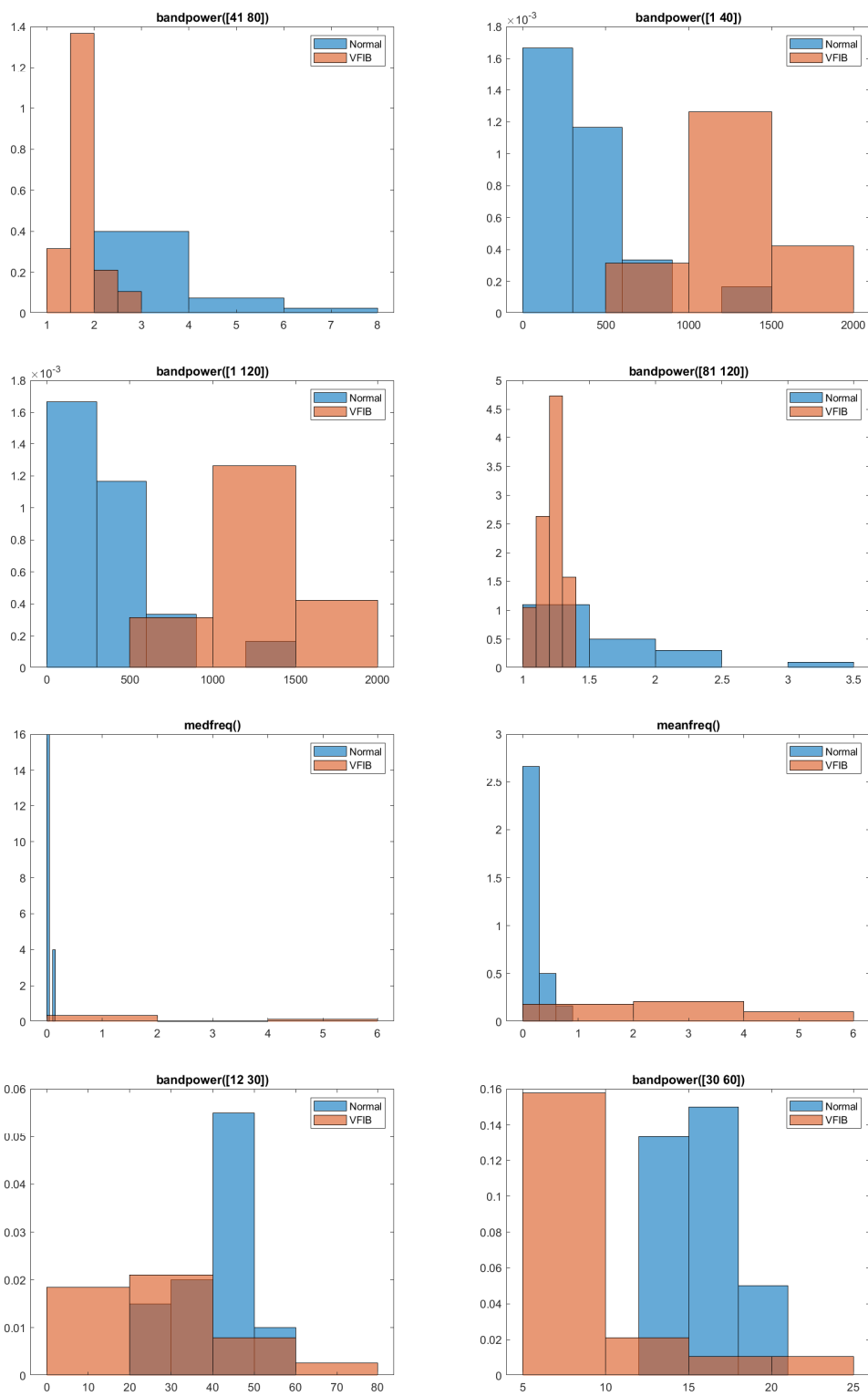


شکل ۱۴: ماتریس ترکیب ویژگی‌های برگزیده داده‌ی n422

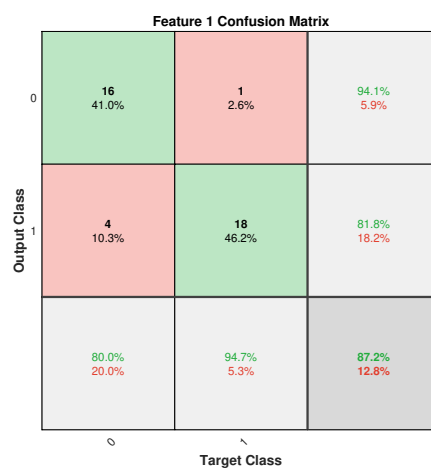
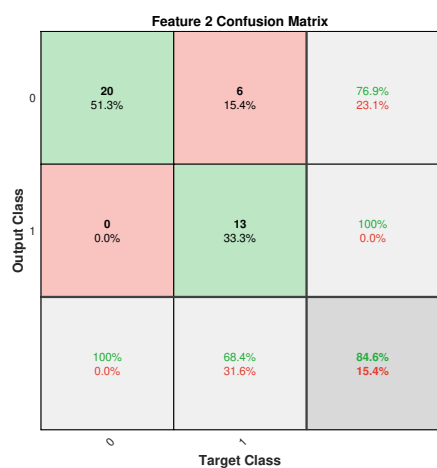
ر) در این قسمت از تکرار صحبت‌ها خودداری شده و شکل‌های مربوطه در ادامه آمده است.

انتخاب ویژگی ۲ و ۶ با آستانه‌ی 2.5 و 0.15.

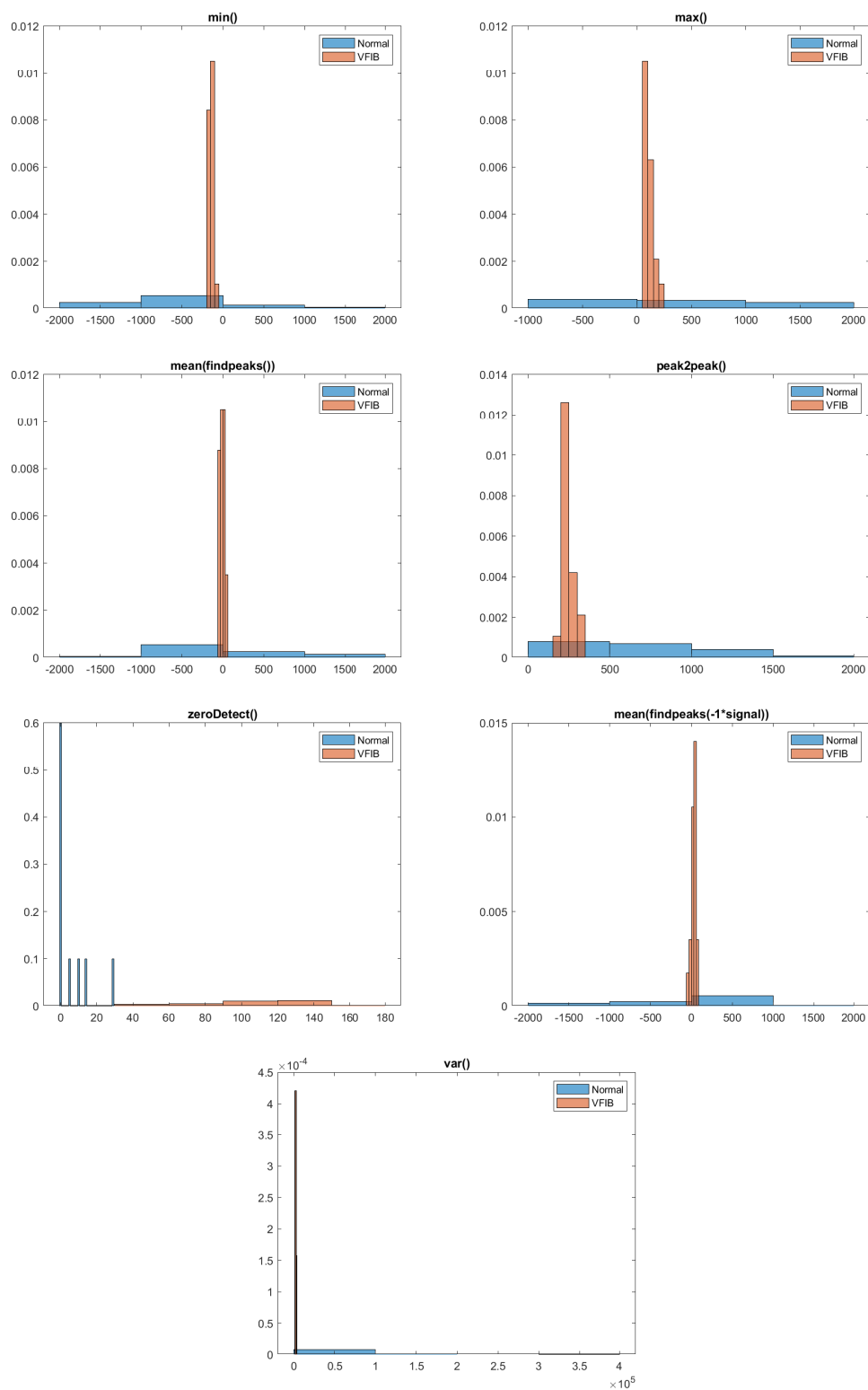
انتخاب ویژگی ۶ و ۷ با آستانه‌ی 30 و 4000.



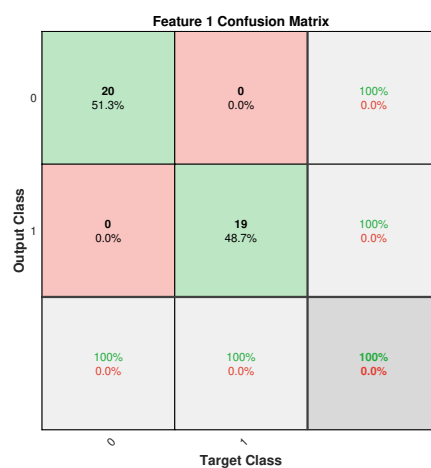
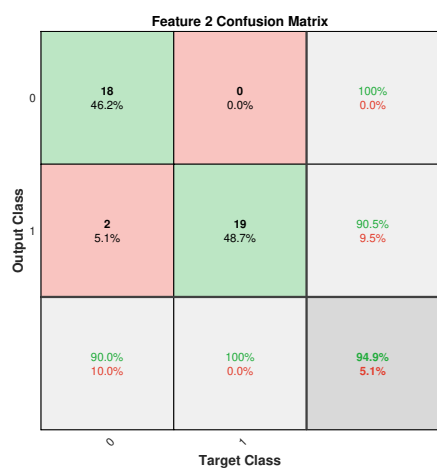
شکل ۱۵: هیستوگرام ویژگی‌های فرکانسی داده‌ی n424



شکل ۱۶: ماتریس ترکیب ویژگی‌های برگزیده داده‌ی n424



شکل ۱۷: هیستوگرام ویژگی‌های مورفولوژیک داده‌ی n424



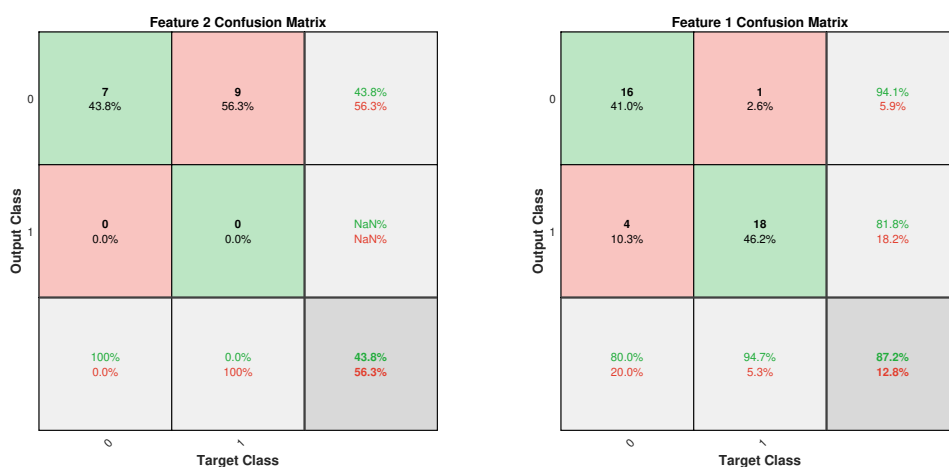
شکل ۱۸: ماتریس ترکیب ویژگی‌های برگزیده داده‌ی n424

ن) در این قسمت از میان ویژگی‌ها خوب برای داده‌ی اول، توان سیگنال در بازه‌ی فرکانسی ۴۱ تا ۸۰ هرتز با آستانه‌ی 2.5 را انتخاب می‌کنیم و برای داده‌ی دوم، تعداد برخورد با خط صفر با آستانه‌ی 30 را انتخاب می‌کنیم. سپس این دو ویژگی را روی داده‌ی دیگر اعمال می‌کنیم. نتایج در شکل ۱۹ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، توان سیگنال در بازه‌ی فرکانسی ۴۱ تا ۸۰ هرتز، پس از آنکه روی داده‌ی اول به صورت ۱۰۰ درصد عمل کرده بود، روی داده‌ی دوم نیز خوب عمل کرده است:

Accuracy=87.2%, Sensitivity=94.7%, Specificity=80.0%

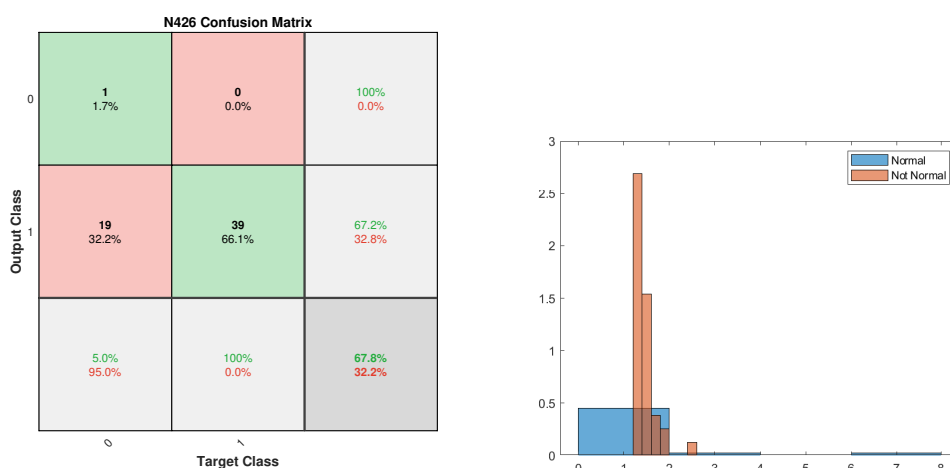
اما تعداد نقاط برخورد با خط صفر با اینکه روی داده‌ی اول و دوم جداگانه خوب عمل کرده بود اما به دلیل اختلاف در مقدار آستانه، در این قسمت خوب عمل نکرده است:

Accuracy=43.8%, Sensitivity=0.0%, Specificity=100.0%



شکل ۱۹: ماتریس ترکیب ویژگی‌های برگزیده روی داده‌ی دیگر

ث) در قسمت آخر نیز از داده‌ی n_426 استفاده کرده‌ایم و ۲۰ پنجره اول آن با برچسب نرمال و بقیه پنجره‌ها با برچسب غیر نرمال قرار گرفته‌اند. هیستوگرام داده‌ها و عملکرد ویژگی توان سیگنال در بازه‌ی فرکانسی ۴۱ تا ۸۰ هرتز در شکل ۲۰ آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود به نظر می‌رسد این ویژگی به خوبی توانسته است داده‌های غیر نرمال را شناسایی کند و آن را اعلام کند (sensitivity=100%). اما همچنین تقریباً تمام داده‌های نرمال را نیز غیر نرمال برآورد کرده است! (specificity=5%). بنابراین این ویژگی به وضوح مقادیر زیادی false alarm بوجود آورده است.



شکل ۲۰: هیستوگرام و عملکرد ویژگی برگزیده روی داده‌ی n426