



University: Sharif University of Technology

Department: Electrical Engineering

Course Name: Medical Signal and Image Processing Lab

Lab 1 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	سیگنال الکتروانسفالوگرام
۶	سیگنال الکتروکاردیوگرام
۱۴	سیگنال الکتروآکولوگرام
۱۶	سیگنال الکترومایوگرام

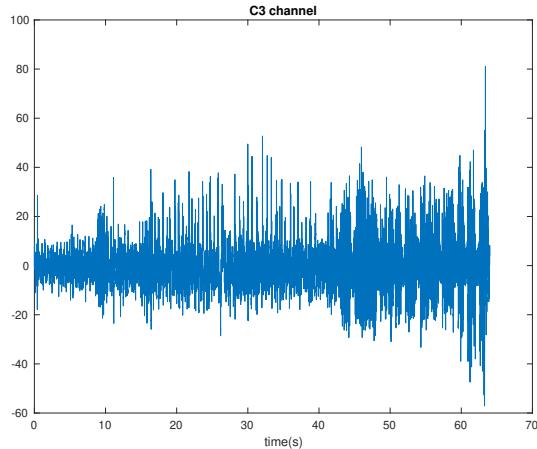
فهرست تصاویر

۱	سیگنال کanal پنجم در طول زمان	۱
۱	سیگنال کanal پنجم در بازه‌های مختلف طول زمان	۲
۲	سیگنال کanal‌های سوم و پنجم در طول زمان	۳
۲	سیگنال کل کanal‌ها در طول زمان	۴
۳	سیگنال بازه‌های مختلف در حوزه زمان و فرکانس	۵
۳	طیف فرکانسی سیگنال بازه‌های مختلف با استفاده از pwelch.m	۶
۴	طیف زمان-فرکانس چهار بازه با استفاده از دستور spectrogram	۷
۴	زمان و فرکانس	۸
۵	زمان-فرکانس	۹
۶	سیگنال ECG در زمان	۱۰
۶	سیگنال ECG در زمان	۱۱
۷	چرخه سیگنال قلبی	۱۲
۷	ناهنجری‌های مختلف ضربان قلب	۱۳
۸	Normal Heart Rate	۱۴
۸	Aberrated Atrial Premature Beat	۱۵
۹	Premature Ventricular Contraction	۱۶
۹	Fusion of Ventricular and Normal Beat	۱۷
۹	Nodal (junctional) Premature Beat	۱۸
۱۰	Atrial Premature Contraction	۱۹
۱۰	Junctional Escape Beat	۲۰
۱۰	Signal Quality Change	۲۱
۱۱	Rhythm Change	۲۲
۱۱	Signal Quality Change	۲۳

ضریبان های نرمال، کanal اول. راست: طیف زمان-فرکانس، چپ: طیف فرکانسی.	۲۴
ضریبان های نرمال، کanal دوم. راست: طیف زمان-فرکانس، چپ: طیف فرکانسی.	۲۵
ضریبان های ناهنجار، کanal اول. راست: طیف زمان-فرکانس، چپ: طیف فرکانسی.	۲۶
ضریبان های ناهنجار، کanal دوم. راست: طیف زمان-فرکانس، چپ: طیف فرکانسی.	۲۷
سیگنال EOG در زمان	۲۸
رفتارهای معمول در EOG	۲۹
طیف فرکانسی سیگنال EOG	۳۰
طیف زمان-فرکانس سیگنال EOG	۳۱
سیگنال EMG در زمان	۳۲
بازه‌ی کوتاه از سیگنال EMG	۳۳
طیف فرکانسی سیگنال‌های EMG	۳۴
طیف زمان-فرکانس سیگنال‌های EMG	۳۵
طیف زمان-فرکانس سیگنال‌های EMG در بازه‌ی کوتاه زمانی	۳۶

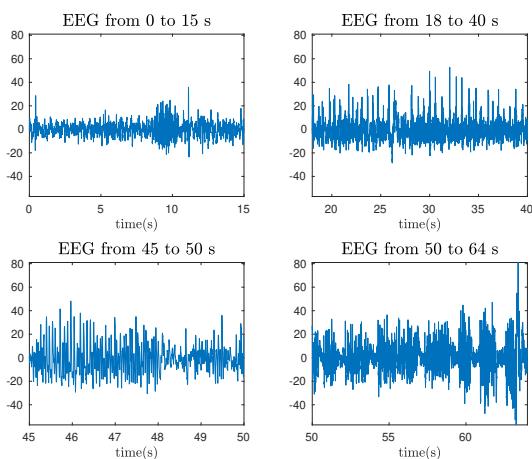
۱ سیگنال الکتروانسفالوگرام

(آ) ابتدا سیگنال‌ها و اطلاعات دیگر مانند نرخ نمونه‌برداری و ... را از فایل داده شده استخراج می‌کنیم و سپس سیگنال کanal پنجم را بر حسب زمان ترسیم می‌کنیم. این نمودار در ادامه آمده است:



شکل ۱: سیگنال کanal پنجم در طول زمان

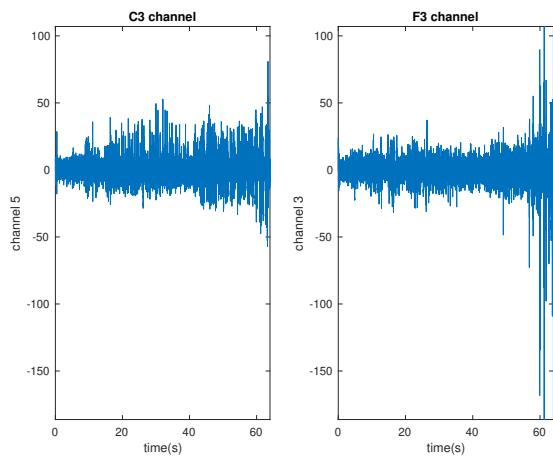
(ب) سیگنال کanal پنجم را در بازه‌های مختلف زمانی گفته شده، بر حسب زمان ترسیم می‌کنیم و به نمودار زیر می‌رسیم:



شکل ۲: سیگنال کanal پنجم در بازه‌های مختلف طول زمان

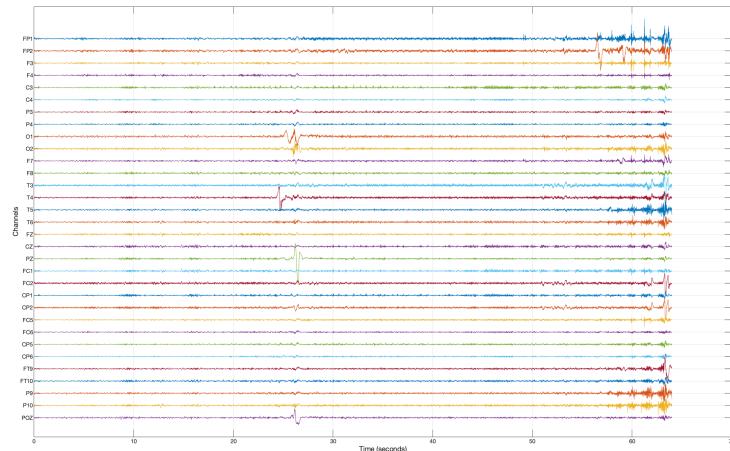
همانطور که مشاهده می‌شود در بازه ۱۸ تا ۴۰ ثانیه، اسپایک‌های زیادی داریم که نشان‌دهنده وقوع تشنج است. سپس در بازه بعدی، فعالیت‌های سریع و با فرکانس نسبتاً بالا داریم و در نهایت در بازه ۵۰ تا ۶۴ ثانیه، فعالیت‌های نامنظم با سرعت پایین‌تر دیده می‌شود. مشاهده می‌شود در این بازه، گاهی دامنه سیگنال بسیار کوچک می‌شود و در باقی موارد خروجی نشان‌دهنده وجود فعالیت است.

(ج) سیگنال کanal سوم را به همراه سیگنال کanal پنجم ترسیم می‌کنیم تا بتوانیم آن‌ها را مقایسه کنیم (شکل ۳). مشاهده می‌شود برخلاف کanal پنجم، این بار در حدود ثانیه ۲۰-۳۰، اسپایک نداریم و همچنین در انتهای سیگنال، دامنه نوسانات بسیار زیادتر از کanal پنجم است.



شکل ۳: سیگنال کانال‌های سوم و پنجم در طول زمان

د) با استفاده از تابع مذکور، سیگنال تمام کانال‌ها را رسم می‌کنیم. خروجی این کار در شکل ۴ قابل مشاهده است.

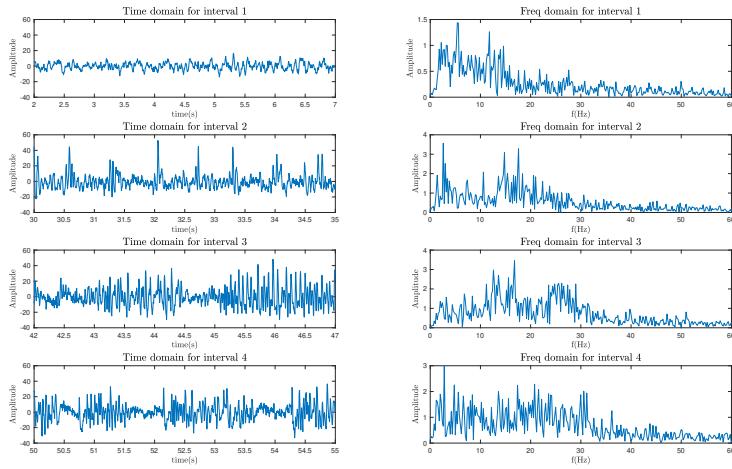


شکل ۴: سیگنال کل کانال‌ها در طول زمان

با توجه به این نمودار، ویژگی بارز کanal پنجم که آن را از بقیه کانال‌ها متمایز می‌کنیم. مشاهده می‌شود در بازه حدود ۳۰-۴۰ ثانیه، در کانال پنجم اسپایک‌های ریتمیک داریم. سپس فعالیت سریع مشاهده می‌شود و در نهایت فعالیت نامنظم کندتر مشاهده می‌شود. این رفتار در برخی از دیگر کانال‌ها هم تا حدی دیده می‌شود مثل کانال CZ و CP1 اما در اکثر کانال‌های دیگر این ویژگی‌ها مشاهده نمی‌شود.

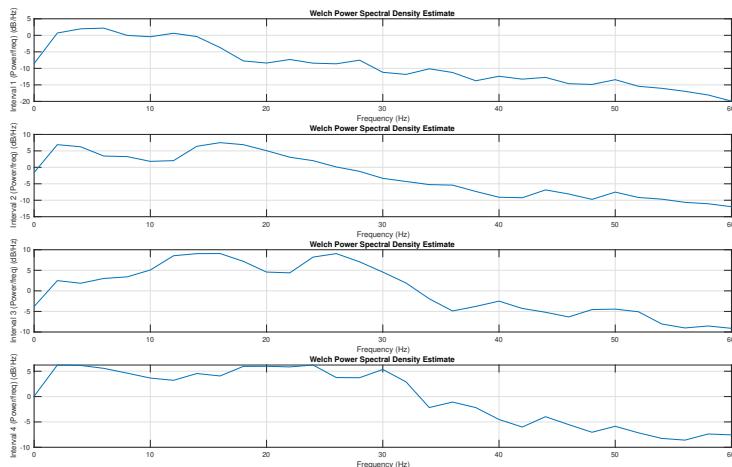
ه) مطابق توضیحات دستور آزمایش، مشاهده می‌شود در هنگام وقوع صرع در بیمار، اگر به سیگنال کانال C3 توجه کنیم، سه رویداد به ترتیب اتفاق می‌افتد. در ابتدا اسپایک‌های ریتمیک قبل از وقوع تشنج اتفاق می‌افتد و سپس در مرحله دوم، فعالیت سریع در سیگنال قابل مشاهده است. در نهایت نیز فعالیت‌های نامنظم اما این بار با سرعت پایین‌تر دیده می‌شود و سیگنال حالت on-off مشاهده می‌گیرد. فاز سوم تشنج که در سیگنال قابل مشاهده است، همانند بازه چهارم از سیگنال کانال پنجم است که در شکل ۲ پیش‌تر دیدیم.

و) سیگنال را در هر یک از بازه‌ها در حوزه زمان و فرکانس رسم می‌کنیم و به خروجی شکل ۵ می‌رسیم.



شکل ۵: سیگنال بازه‌های مختلف در حوزه زمان و فرکانس

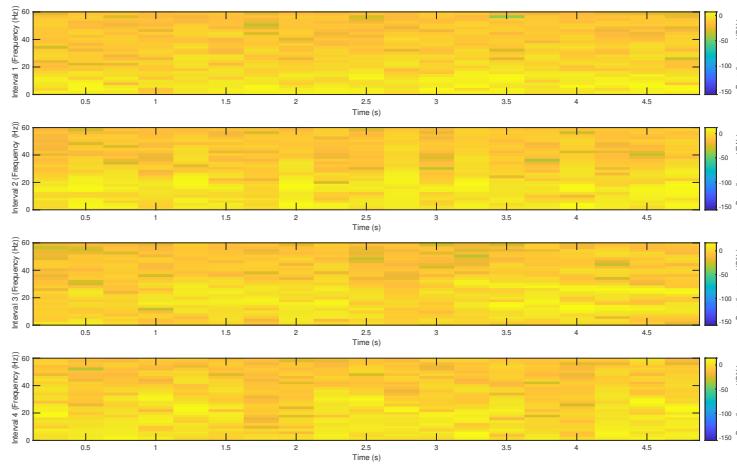
ن) برای انجام این بخش، پارامترها را به صورت $nfft = 128$ و $noverlap = 64$ و $window = hamming(128)$ می‌رسیم. در بازه اول مشاهده می‌شود محتوای فرکانسی تنها در فرکانس‌های پایین موجود است در صورتی که در بازه دوم و چهارم، هم در فرکانس‌های پایین و هم در فرکانس‌های حدود ۲۰ هرتز، محتواهای فرکانسی داریم. در بازه سوم که متناظر با فعالیت‌های با سرعت بالاتر است، مشاهده می‌شود فرکانس‌های پایین تقریباً وجود ندارند و در فرکانس‌های حدود ۱۵ هرتز و ۳۰-۲۰ هرتز محتوا داریم. در مورد تفاوت بازه دوم و چهارم هم باید گفت از آنجایی که بازه چهارم فعالیت‌های نامنظم داشتیم، پس موقعی که فعالیت نداشتیم و به اصطلاح Off بودیم، فرکانس پایین است و در هنگام فعالیت یا همان on بودن، در فرکانس‌های بالاتر محتوا داریم.



شکل ۶: طیف فرکانسی سیگنال بازه‌های مختلف با استفاده از pwelch.m

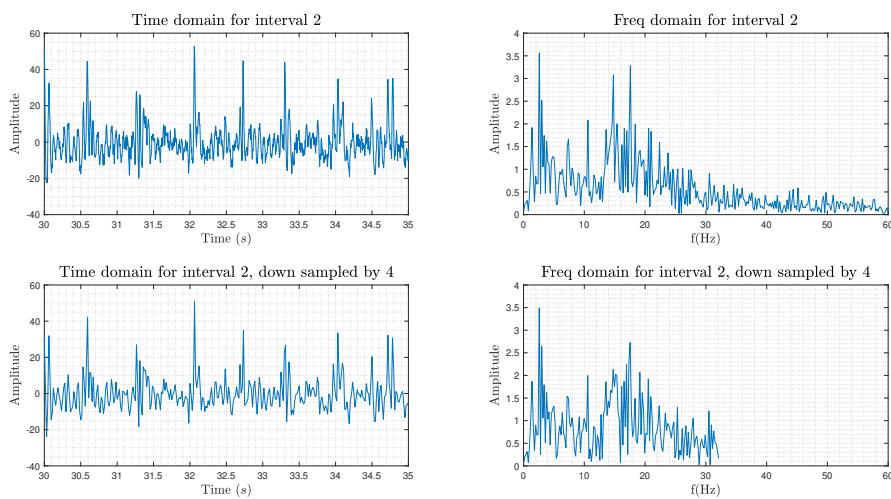
ح) با انجام این بخش، به خروجی شکل ۷ می‌رسیم. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، اولاً توجه داریم در بازه دوم و چهارم، قابل مشاهده است که محتوای فرکانسی در فرکانس‌های بالاتری نسبت به بازه اول موجود است چرا که در بازه دوم و چهارم، به نسبت بازه اول رنگ زرد بیشتری وجود دارد. در ثانی در بازه چهارم مشاهده می‌شود در برخی زمان‌ها مثلاً حدود قبل از ثانیه ۲ و همچنین حدود ثانیه ۴، فرکانس‌های به نسبت کوچکی داریم و نشان از همان

حالت off شدن فعالیت است که قبل اشاره کردیم. این مورد در کنار این موضوع که در بقیه زمان‌ها در بازه چهارم، فرکانس‌های بالاتر موجود هستند، موید همان فعالیت نامنظم است که به آن اشاره شد.



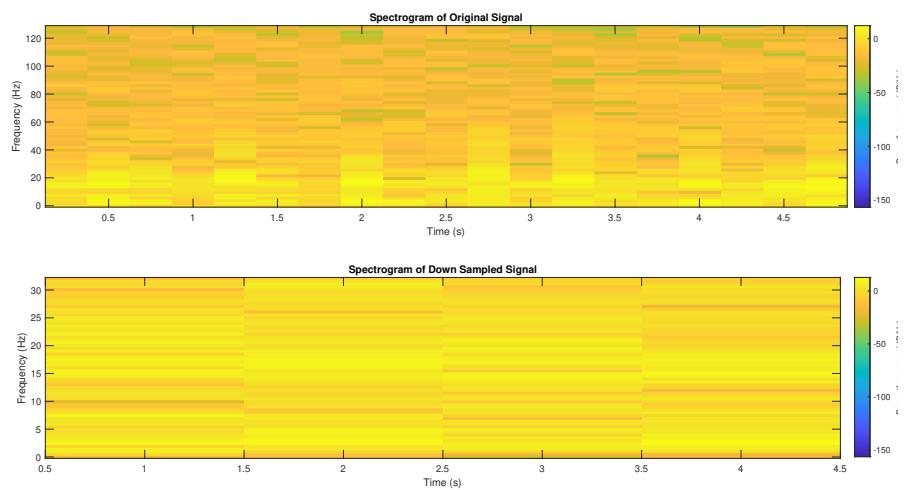
شکل ۷: طیف زمان-فرکانس چهار بازه با استفاده از دستور spectrogram

ط) با توجه به بخش‌های پیش مذکور که سیگنال بازه دوم نهایاً 30 Hz مقدار قابل توجه دارد. بنابراین اگر فرکانس نمونه‌برداری را به 64 Hz کاهش دهیم، همچنان تا مقدار $\frac{f_s}{2}$ محتوا را حفظ می‌کنیم و سیگنال احتمالاً خراب نخواهد شد. بنابراین در این قسمت ابتدا با یک فیلتر پایین‌گذر با فرکانس قطع 30 Hz سیگنال را از تداخل حفظ می‌کنیم و سپس با دستور (*downsample()* مطلب، نرخ نمونه‌برداری را با عدد صحیح ۴ کاهش می‌دهیم و به 64 Hz می‌رسیم. در شکل ۸ سیگنال زمانی و محتوای فرکانسی، و در شکل ۹ محتوای زمان-فرکانس سیگنال اولیه و سیگنال down sample شده نشان داده شده است.



شکل ۸: زمان و فرکانس

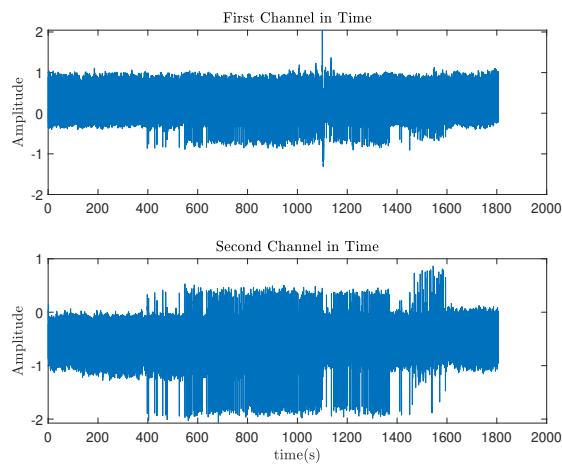
همانطور که انتظار داشتیم، شکل زمانی دو سیگنال بسیار نزدیک به هم و محتوای فرکانسی نیز بسیار شباهت دارد و تقریباً محتوای خاصی از دست ندادهایم و aliasing نیز رخ نداده است. در شکل زمان-فرکانس نیز متوجه می‌شویم که دقت زمانی ما بسیار کم شده که این ناشی از کاهش نرخ نمونه‌برداری است.



شكل ٩ : زمان-فرکانس

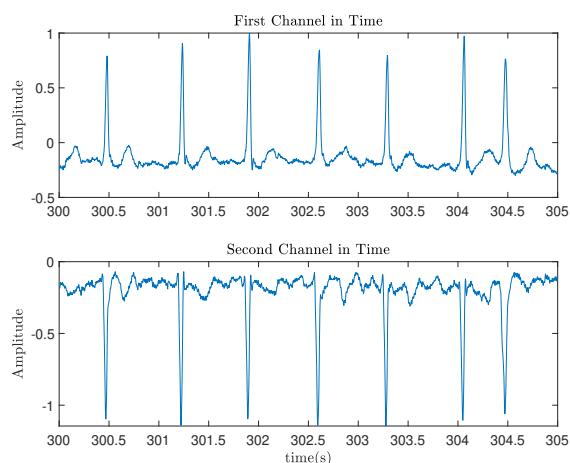
۲ سیگنال الکتروکاردیوگرام

(آ) سیگنال دو کanal ECG در زمان:



شکل ۱۰: سیگنال ECG در زمان

تغییر مقیاس محور زمان و مشاهده تغییرات سیگنال دو کanal در زمان:

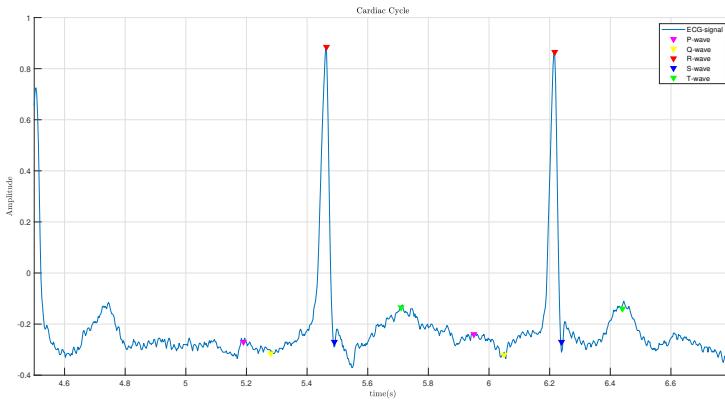


شکل ۱۱: سیگنال ECG در زمان

ضربان ها هر کanal در طول زمان یکسان نیست (از نظر شکل و بازه زمانی هر ضربان). همچنین ضربان دو کanal در طول زمان مشابه نیست (زمان مشاهده موج PQRST در هر دو کanal یکسان است اما به دلیل ثبت سیگنال از دو الکترود مختلف، شکل ظاهری ضربان ها متفاوت است).

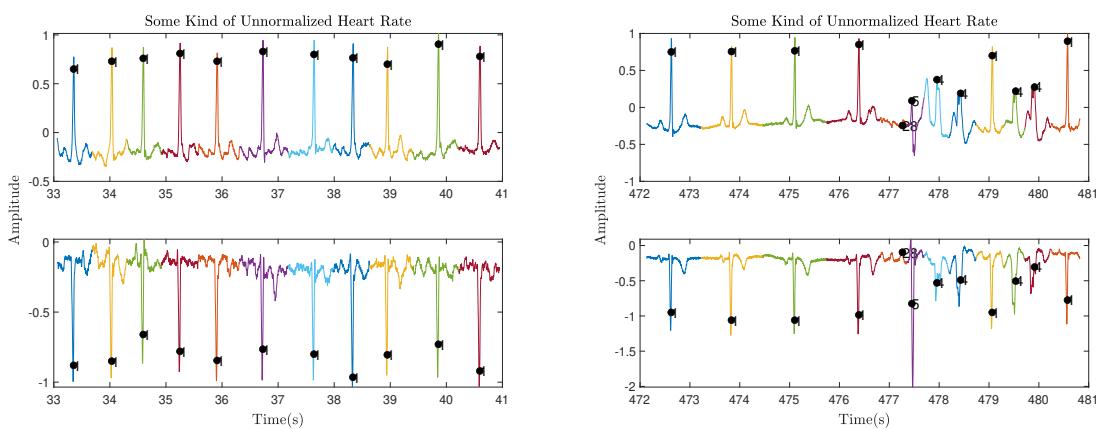
سیگنال ECG تناوبی و با الگو PQRST تکرار می شود. روی دو نمونه ضربان زیر این الگو مشخص شده است.

۱۲



شکل ۱۲: چرخه سیگنال قلبی

ب) زمان رخداد موج R روی شکل نشان داده شده است. ناهنجاری متناظر با هر موج در زمان های مختلف طبق فایل داده شده برچسب گذاری شده است. عدد ۱ ضربان نرمال را نشان می دهد.

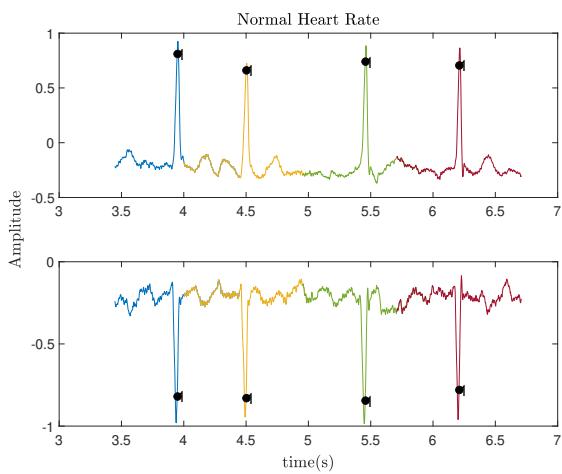


شکل ۱۳: ناهنجاری های مختلف ضربان قلب

ج) از ضربان نرمال و هر ناهنجاری موجود در سیگنال یک یا چند ضربان جدا کرده و ویژگی های آنها بررسی می شود:

.۱ Normal Beat

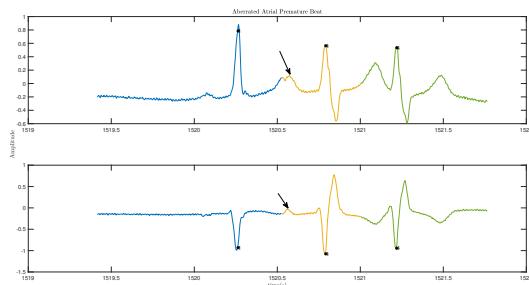
سیگنال ECG نرمال از چند موج PQRST تشکیل شده است: موج P مربوط به انقباض دهیلزها، موج Q شان دهنده انقباض بطن ها و موج T نشان دهنده استراحت دهیلز ها است. قلب در حالت معمول بین ۶۰ تا ۱۰۰ ضربان در هر دقیقه دارد. ۱۴



شکل :۱۴ Normal Heart Rate

:Aberrated Atrial Premature Beat .۴

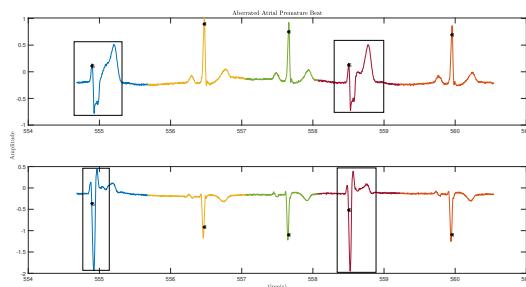
در این بی‌نظمی یک کانون نابجا در دهليزها، زودتر از آنکه ايمپالس بعدی از گره سينوسی خارج شود، جريانی را تولید می‌کند؛ اين جريان از مسیر غير طبیعی در دهليزها و سپس از مسیر طبیعی در بطنها توزيع می‌گردد. در سیگنال قلب به شکل موج P زودرس دیده می‌شود که شکل آن با موج P معمولی متفاوت است. فاصله PR زودرس از سایر فواصل PR متفاوت است.



شکل :۱۵ Aberrated Atrial Premature Beat

: Premature Ventricular Contraction .۵

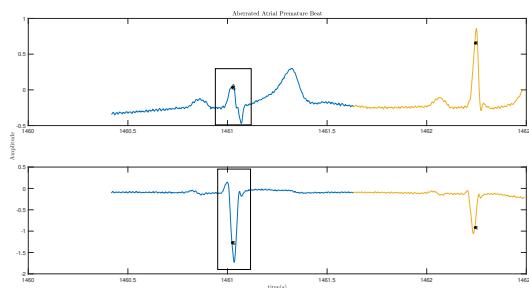
در انقباض زودرس بطئی، تپش قلب به جای اينکه طبق معمول از گره سينوسی - دهليزی SA node نشأت بگيرد از فيبرهای پورکینيه Purkinje fibers بطن قلب منشأ می‌گيرد. از نظر ظاهری شبیه امواج PQRST هستند اما زودتر از زمان نرمال ظاهر می‌شوند و شکل متفاوتی دارند. همچنین فاصله زمانی بين يك PVC و PQSRT نرمال بعدی بيشتر از حالت طبیعی است compensatory pause که وجه تمایز PVC و PAC است



شکل ۱۶ : Premature Ventricular Contraction

: Fusion of Ventricular and Normal Beat .۶

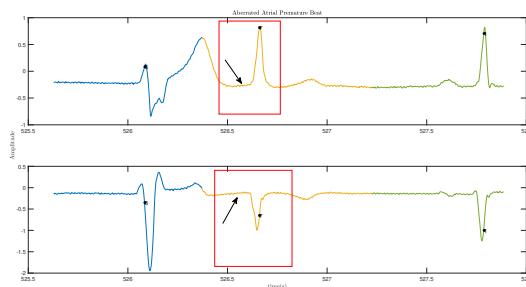
ضربان همچو شی زمانی رخ می دهد که یک ضربان ساز فوق بطنی supraventricular pacemaker و یک ضربان ساز بطنی ventricular pacemaker در یک زمان فعالیت کنند. فاصله PR متوسط و بازه زمانی QRS متوسط نسبت به ضربان معمولی دارد.



شکل ۱۷ : Fusion of Ventricular and Normal Beat

: Nodal (Junctional) Premature Beat .۷

انقباض زودرس پیوندی یک ضربان قلب اضافی و زودرس است. این ضربان از اتصال دهلیزی بطنی (AV) شروع می شود. از نظر ظاهری شبیه QRS طبیعی است با این تفاوت که موج P در آن مشاهده نمی شود یا به شکل غیر طبیعی و در فاصله کوتاه PR ظاهر می شود

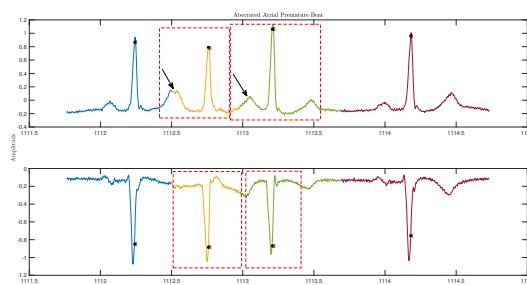


شکل ۱۸ : Nodal (junctional) Premature Beat

: Atrial Premature Contraction .۸

گاهای کانون غیر طبیعی ضربان ساز در یکی از دهلیزهای قلب منجر به ایجاد پالس الکتریکی و در نتیجه ضربان قلب نابجا می شود. در این ناهمتخاری معمولاً موج P غیر طبیعی به همراه QRS طبیعی دنبال می شود. برخلاف

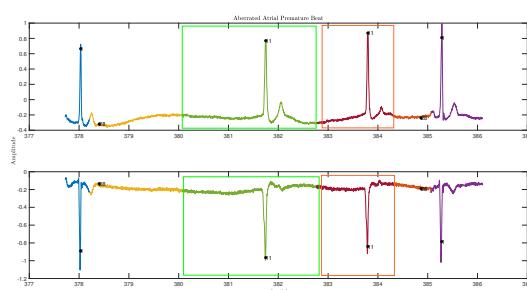
PVC ، مکث های post-extrasystolic PR قبلي نیست. برخلاف PJC ممکن است P در موج T قبلی پنهان شود و ظاهری اوج شکل به وجود آورد.



شکل :۱۹ Atrial Premature Contraction :

: Nodal (Junctional) Escape Beat . ۱۱

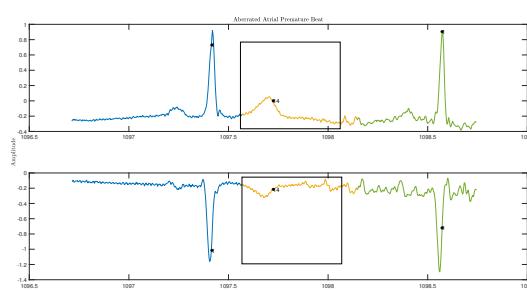
ضربان قلب بین ۴۰ تا ۶۰ ضربه در دقیقه ایجاد می کند و QRS نسبتاً باریکی دارد. امواج P ممکن است مخفی، معکوس T ... باشند.



شکل :۲۰ Junctional Escape Beat :

: Signal Quality Change . ۱۴

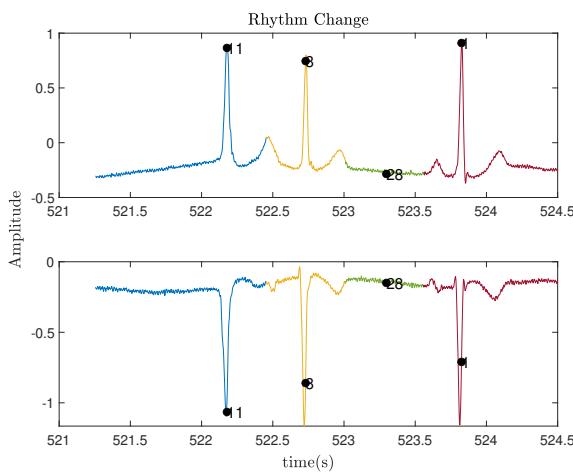
تغییر رفتار سیگنال بین دو ضربان طبیعی که مشابه شکل زیر خواهد بود.



شکل :۲۱ Signal Quality Change :

: Rhythm Change . ۲۸

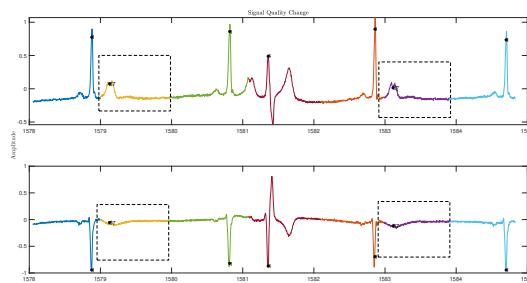
تغییر ریتم سیگنال بین دو ضربان طبیعی که مشابه شکل زیر خواهد بود.



شکل ۲۲ Rhythm Change :

: Non-Conducted P-Wave (blocked APB). ۳۷

اغلب APB ها با بیماری قلبی مرتبط نیستند. در بیش از ۶۴ درصد از افراد جوان سالم، برخی از APB ها در یک الکتروکاردیوگرام در بیشتر موارد بدون علائم یافت می شوند. در این ناهنجاری موج P به همراه QRS مشاهده نمی شود.



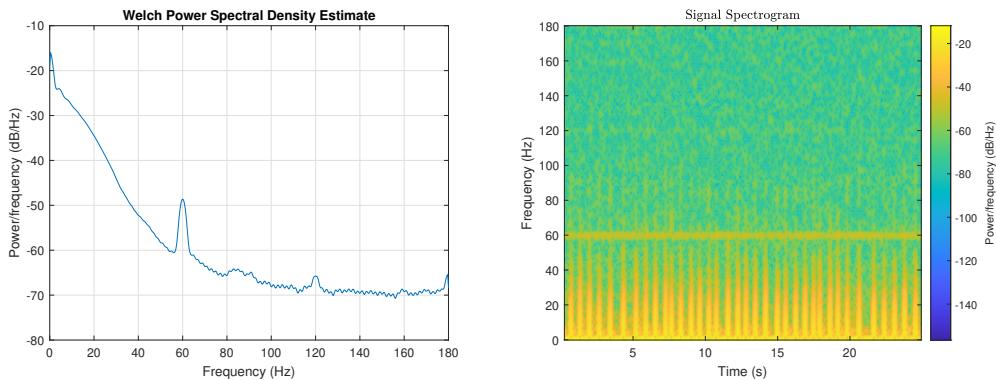
شکل ۲۳ : Signal Quality Change

د) برای دو قطعه زمانی شامل سه ضربان متوالی طیف فرکانسی و طیف زمان-فرکانس برای هر کانال جداگانه رسم می شود:

طیف زمان-فرکانس با دستور spectrogram متلب رسم شده است، با پنجره گذاری Hamming به طول ۱۸۰ و با overlap برابر ۱۷۹ و تعداد نمونه ۱۰۲۴ برای محاسبه تبدیل فوریه.

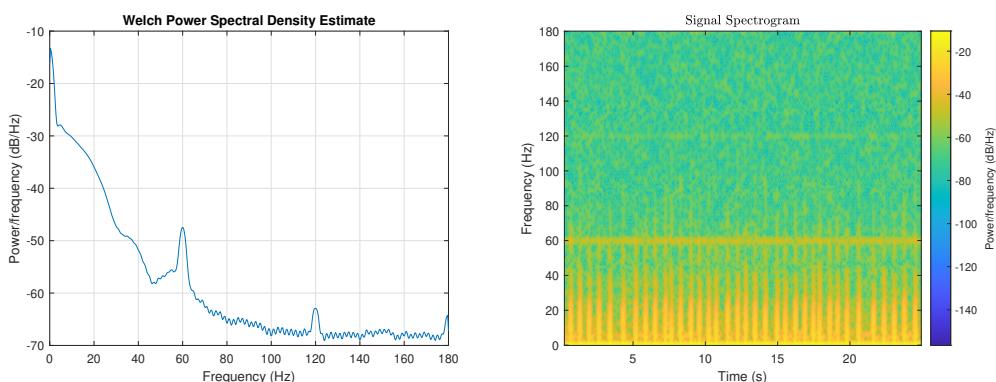
طیف فرکانسی سیگنال ها با دستور pwelch متلب به همان پیش فرض های در نظر گرفته شده برای طیف زمان-فرکانس رسم شده است.

قطعه شامل ضربان های نرمال، کanal اول:



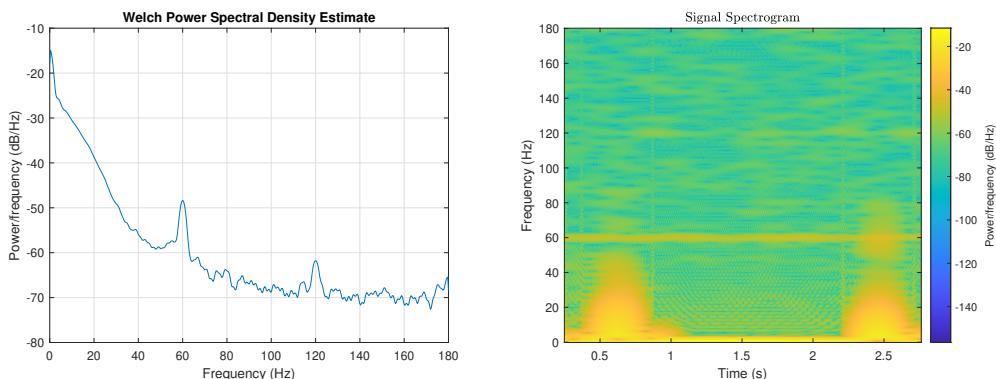
شکل ۲۴: ضربان های نرمال، کanal اول. راست: طیف زمان-فرکانس، چپ: طیف فرکانسی.

قطعه شامل ضربان های نرمال، کanal دوم:



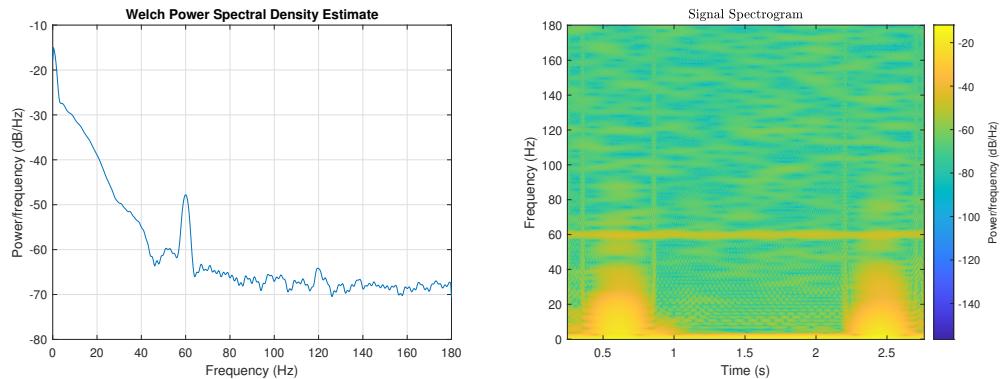
شکل ۲۵: ضربان های نرمال، کanal دوم. راست: طیف زمان-فرکانس، چپ: طیف فرکانسی.

قطعه شامل ضربان های ناهنجار، کanal اول:



شکل ۲۶: ضربان های ناهنجار، کanal اول. راست: طیف زمان-فرکانس، چپ: طیف فرکانسی.

قطعه شامل ضربان های ناهنجار، کanal دوم:



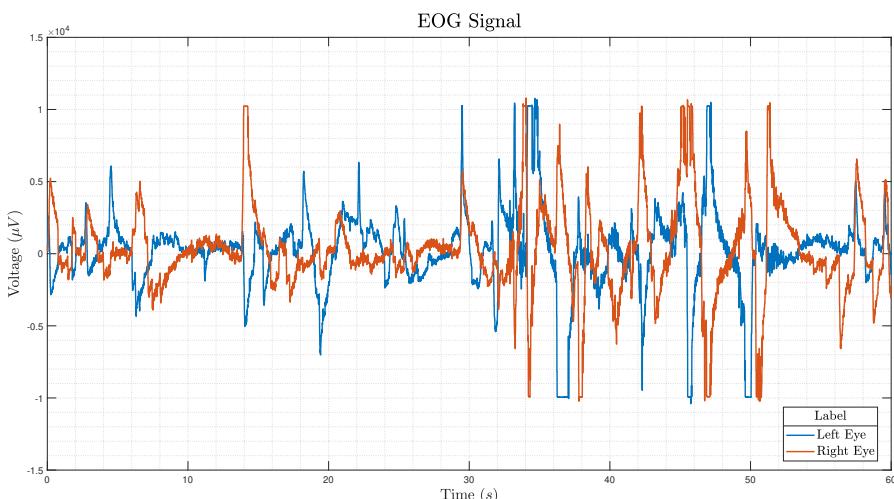
شکل ۲۷: ضربان های ناهنجار، کanal دوم. راست: طیف زمان-فرکانس، چپ: طیف فرکانسی.

همانطور که مشاهده می شود در طیف زمان-فرکانس سیگنال یا ضربان های نرمال الگو تکرار شونده در زمان مشاهده می شود در حالیکه طیف زمان-فرکانس ضربان های ناهنجار الگوی مشخصی ندارد. همچنین در ضربان های ناهنجار محتوای فرکانسی بیشتری در فرکانس های بالا وجود دارد.

۳ سیگنال الکتروآکولوگرام

آ) شکل ۲۸ سیگنال ثبت شده از دو کanal (چشم چپ و چشم راست) یک فرد را در زمان نشان می دهد. از آنجایی که در اکثر زمان ها، ولتاژ چشم چپ و راست مخالف یکدیگر تغییر می کنند (با پیک زدن ولتاژ در چشم راست، ولتاژ در چشم چپ افت می کند)، می توان نتیجه گرفت که الکتروودها در دو سمت متفاوت از چشم ها قرار دارند. مثلاً در سمت راست چشم راست و سمت چپ چشم چپ. در این صورت اگر فرد به سمت راست نگاه کند، ولتاژ چشم راست پیک می زند و ولتاژ چشم چپ افت می کند و برای نگاه کردن به سمت چپ نیز برعکس.

همچنین تغییرات ولتاژ در زمان های اولیه (صفر تا ۳۰ ثانیه) بیشتر به صورت نگاه کردن به یک جهت خاص است. زیرا ولتاژ در به صورت سریع بالا یا پایین رفته و به جای خود برمی گردد که نشان گر saccade زدن است. اما از حوالی ثانیه‌ی ۳۰ تا ۵۰ رفتارهای دیگری مشاهده می شود که شامل نوسان های ریتمیک است و نشان گر پلک زدن است. معمولاً پلک زدن دامنه‌ی ولتاژ بیشتری نیز نسبت به saccade زدن دارد.

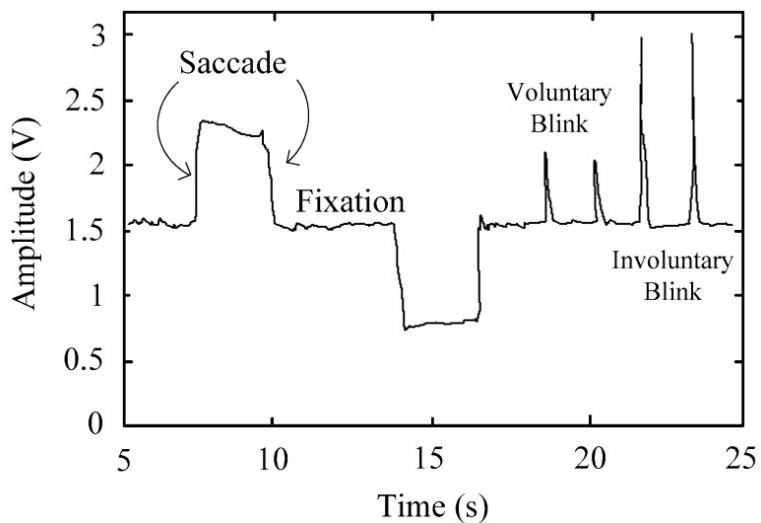


شکل ۲۸: سیگنال EOG در زمان

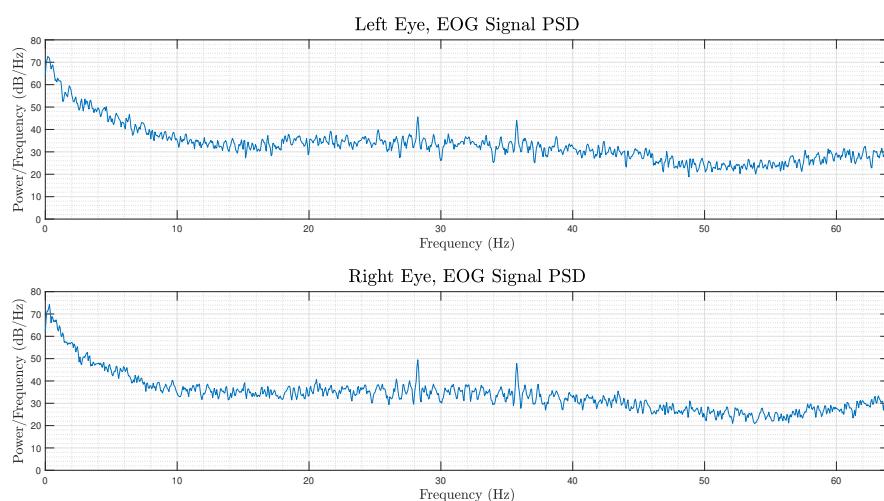
به صورت کلی در سیگنال EOG سه نوع رفتار دیده می شود. fixation، saccade، و blink. در شکل ۲۹ این رفتارها دیده می شود. معمولاً ساکاد زدن کمی طول می کشد اما پلک زدن به سرعت رخ می دهد و از نظر زمانی سریع تر است. لرزش های ریز و خفیف نیز عموماً بیانگر fixation هستند.

ب) در این قسمت به کمک تابع (*pwelch*) تخمینی از طیف فرکانسی این دو سیگنال بدست می آوریم. نتایج در شکل ۳۰ مشاهده می شود. مطابق این نتیجه، تفاوت مشهودی بین طیف فرکانسی دو چشم دیده نمی شود. اما در هر دو طیف محتواهای قابل توجهی در فرکانس های صفر تا ۱۰ هرتز دارد.

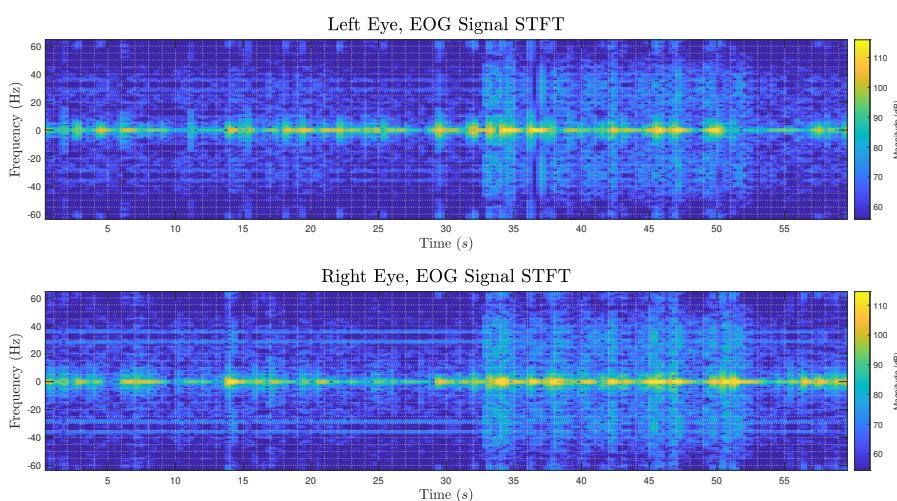
همچنین در شکل ۳۱ طیف زمان-فرکانس این کanal ها را رسم کرده ایم. مطابق انتظار عموماً فرکانس های پایین (صفر تا ۱۰ هرتز) دارای محتوا هستند. همچنین از ثانیه‌ی ۳۰ به بعد حرکات چشم بیشتر شده و محتوای فرکانسی در فرکانس های بالاتر نیز مشاهده می شود که حاکی از آن است که فعالیت چشم بالا رفته و مرتب در حال پلک زدن یا ساکاد زدن و چرخش است. برخی از این محتواهای فرکانسی به دلیل آرتیفیک EMG حاصل از ماهیچه های اطراف چشم است.



شکل ۲۹: رفتارهای معمول در EOG



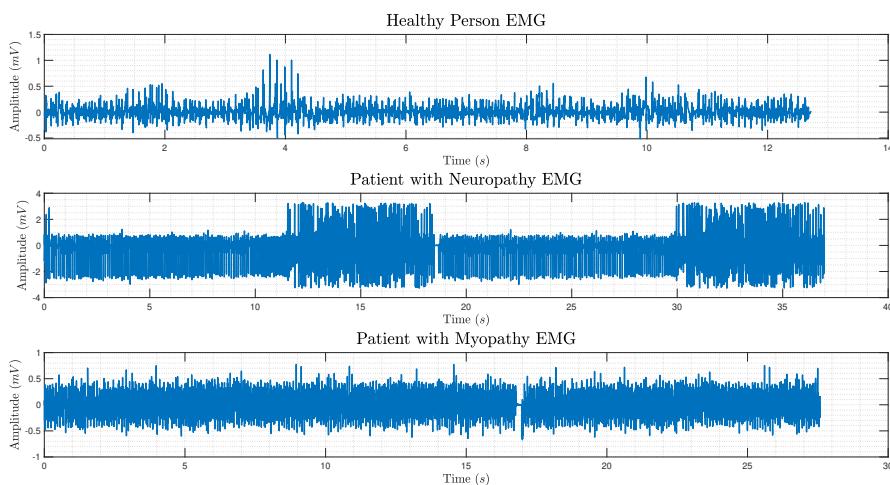
شکل ۳۰: طیف فرکانسی سیگنال EOG



شکل ۳۱: طیف زمان-فرکانس سیگنال EOG

۴ سیگنال الکترومایوگرام

(آ) سیگنال زمانی مربوط به سه فرد در شکل ۳۲ نشان داده شده است. این سیگنال‌ها از عضله‌ی پای سه فرد در هنگام حرکت آرام پا و استراحت آن ثبت شده است. سیگنال فرد سالم دارای تغییرات قابل توجه در دامنه است و محدوده‌ی دامنه‌ی آن نهایتاً ۱ میلیولت می‌رود. سیگنال فرد دارای بیماری neuropathy به صورت کلی دارای فرکانس‌های بالاتری است و دامنه‌ی نوسانات آن نیز کمی بیشتر است. همچنین به نظر می‌رسد در لحظاتی که احتمالاً لحظات تکان دادن پا باشد، تغییرات شدیدتر و با دامنه‌ی بیشتری دارند. سیگنال فرد دارای بیماری myopathy نیز شلوغ به نظر می‌رسد اما از نظر دامنه در حدود دامنه‌ی سیگنال فرد سالم است اما یکنواخت‌تر.



شکل ۳۲: سیگنال EMG در زمان

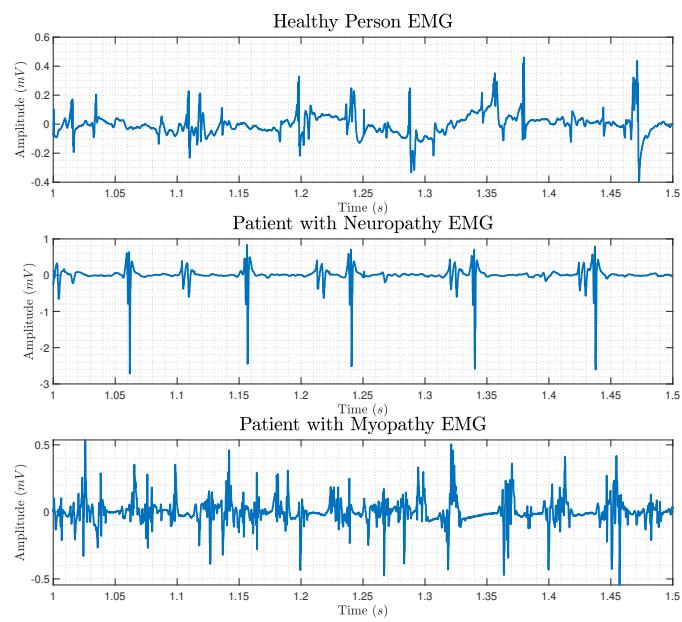
همچنین در شکل ۳۳ بازه‌ی زمانی کوتاه‌تری رسم شده است تا ویژگی‌های ظاهری این سه سیگنال بهتر مورد بررسی قرار گیرد. در سیگنال فرد سالم، تغییرات فرکانس پایین و نزدیک DC بیشتری دیده می‌شود نسبت به در حالت neuropathy شاهد پیک‌های نازک و با دامنه‌ی بلند هستیم که بسیار شبیه به هم و تقریباً یکسان هستند. در حالت myopathy نیز فعالیت بیشتری دیده می‌شود.

(ب) طیف فرکانسی سیگنال این سه فرد در شکل ۳۴ نشان داده شده است. مطابق این شکل، تایید می‌شود که سیگنال فرد سالم محتوای فرکانسی کمتری در فرکانس‌های بالا دارد در حالی که برای مثال در بیمار neuropathy، فرکانس‌های بالا نیز محتوای قابل توجهی دارند و آنچنان افت مشهودی در محتوا مشاهده نمی‌شود.

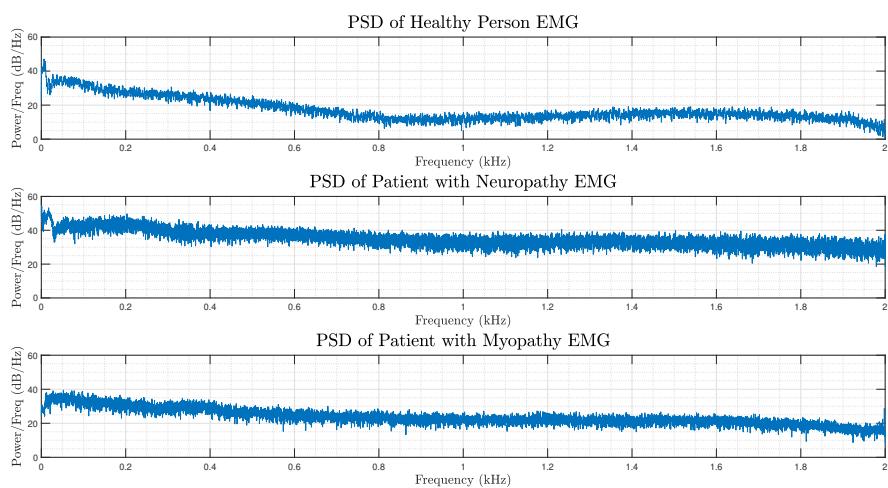
در شکل ۳۵ و ۳۶ طیف زمان-فرکانس این سه سیگنال را نمایش داده‌ایم. در بیمار neuropathy، در لحظاتی که پای فرد تکان خورده است و فعالیت شدید داریم، بازه‌ی فرکانسی بزرگی دخیل شده و تقریباً حالت غالب دارد. در بیمار myopathy، تغییرات زمانی ریزتر از حالت سالم و فرکانس‌های بیشتری دخیل هستند.

همچنین با بررسی دقیق‌تر زمانی متوجه می‌شویم که بیمار neuropathy، در لحظه‌های کوتاه‌تر زمانی، تغییرات شدیدی در رینج بزرگ فرکانسی دارد، در حالی که بیمار myopathy، تغییرات شدید را به صورت پیوسته‌زمان دارد.

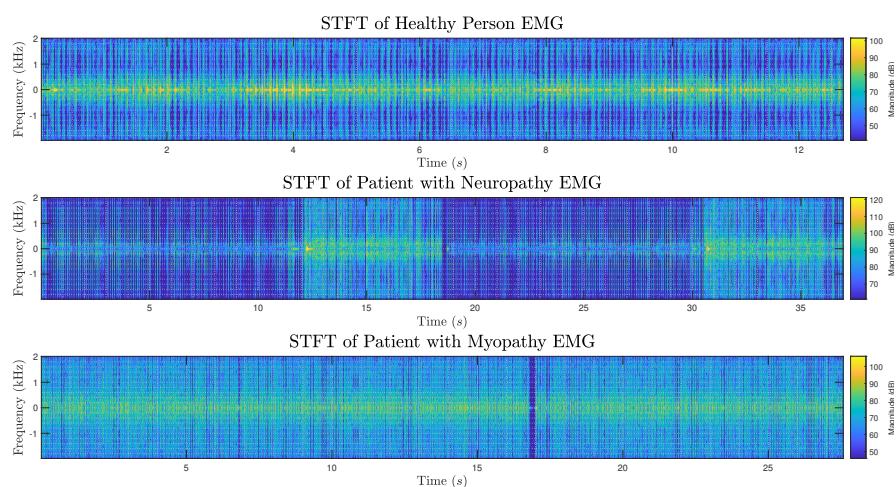
(ج) با بررسی و تحقیق متوجه می‌شویم که بیماری neuropathy حاصل از آسیب به عصب‌های خارج از مغز و نخاع (اعصاب حسی یا حرکتی...) است که اغلب باعث ضعف، بی‌حسی و درد در دست و پا می‌شود.



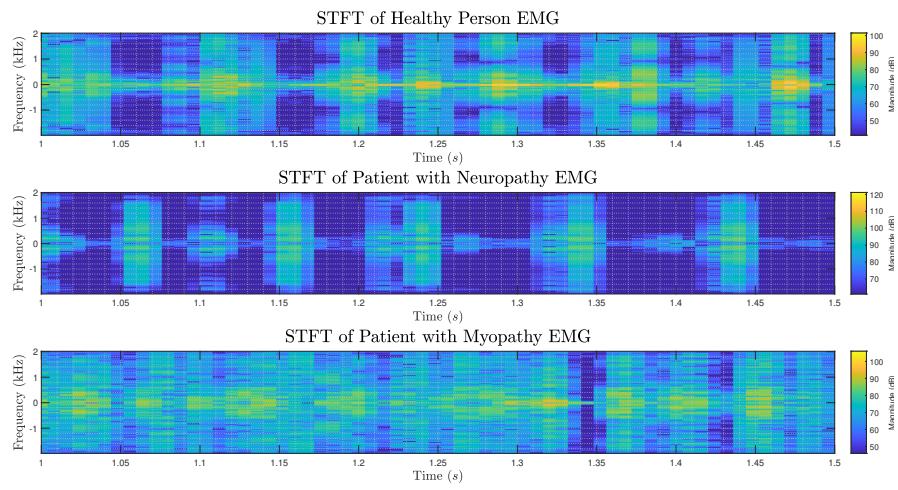
شکل ۳۳: بازه‌ی کوتاه از سیگنال EMG



شکل ۳۴: طیف فرکانسی سیگنال‌های EMG



شکل ۳۵: طیف زمان-فرکانس سیگنال‌های EMG



شکل ۳۶: طیف زمان-فرکانس سیگنال‌های EMG در بازه‌ی کوتاه زمانی

اما بیماری myopathy مربوط به اختلال ماهیچه‌های اسکلتی است که رفتار غیر هنجار دارند.