

سری اول تمرین‌های درس پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی «آشنایی با سیگنال‌های بیولوژیکی»

تمرین اول: سیگنال الکتروکاردیوگرام و آریتمی‌های قلبی

۱- بانک اطلاعاتی MIT-BIH یکی از اصلی‌ترین مراجع سیگنال برای پژوهش‌های مربوط به آریتمی‌های قلبی است که از آدرس www.physionet.org قابل دستیابی است.

الف: با مطالعه‌ی ساختار دادگان در این بانک اطلاعاتی، با نحوه‌ی دستیابی به نمونه سیگنال‌های آریتمی‌های قلبی آشنا شوید.
ب: نمونه سیگنال‌هایی با ریتم نرمال و آریتمی‌های PVC، RBBB، LBBB و APB (حداقل ۲ نمونه برای هر کدام) از بانک اطلاعاتی استخراج نمایید. شکل موج زمانی این سیگنال‌ها را برای دوره‌هایی ۴۰۰ نمونه‌ای شامل یک ضربان قلب رسم کنید و به بررسی ویژگی‌های حوزه‌ی زمان آنها بپردازید.

ج: با استفاده از fft، تبدیل فوریه‌ی سیگنال‌های بند ب را به دست آورده و به واکاوی ویژگی‌های حوزه‌ی فرکانس آنها بپردازید.

تمرین دوم: سیگنال الکترومایوگرام طی فعالیت رکاب‌زنی - تحلیل حرکت‌شناسی (کینزیولوژی)

۲- فایل Ex01b.mat شامل دادگان الکترومایوگرام ثبت شده از ۸ عضله‌ی دو پا طی رکاب‌زنی^۱ دوچرخه ثابت با سرعت خواسته شده‌ی ۶۰ دور بر دقیقه و گشتاور مقاوم زیاد است که از پایگاه دادگان CycEval برداشته شده است.^۲ نرخ نمونه‌برداری ۱۰۰۰ نمونه بر ثانیه است و این دادگان برای حدود ۱۰ ثانیه رکاب‌زنی است. مقادیر عددی بر حسب میکروولت می‌باشند. ثبت از عضلات رکتوس فموریس^۳ پای چپ (LRF)، وستوس لترالیس^۴ پای چپ (RVL)، وستوس مدیالیس^۵ پای چپ (RVM)، بایسپس فموریس^۶ پای چپ (RBF)، رکتوس فموریس پای راست (RRF)، وستوس لترالیس پای راست (RVL)، وستوس مدیالیس پای راست (RVM)، بایسپس فموریس پای راست (RBF) انجام گردیده است.

الف: سیگنال الکترومایوگرام ۸ عضله را بر حسب زمان در هشت subplot یک شکل (figure) رسم کنید.

ب: با استفاده از fft، تبدیل فوریه‌ی متناظر با سیگنال‌های «بند الف» را به دست آورده و به واکاوی ویژگی‌های حوزه‌ی فرکانس آنها بپردازید.

ج: با گرفتن قدر مطلق و سپس اعمال یک فیلتر پایین‌گذر ۱۰ هرتز باترورث می‌توانید یک بازنمایی از سطح فعالیت عضله به دست آورید. سطح فعالیت عضلانی این ۸ عضله را برای یک دوره‌ی رکاب‌زنی بر حسب زاویه‌ی رکاب رسم کنید. توجه داشته باشید که با توجه به سرعت رکاب‌زنی خواسته شده، یک دوره‌ی رکاب‌زنی معادل یک ثانیه از سیگنال است ولی در این ثبت باید ۰/۹ ثانیه از سیگنال را بردارید چون سوژه سریع‌تر رکاب زده است.

د: با مطالعه‌ی کینزیولوژی^۷ (حرکت‌شناسی) رکاب‌زنی و نقش این عضلات، نمودار حاصل از بند ج را تحلیل کنید.

تمرین سوم: سیگنال الکترومایوگرام طی فعالیت ایزومتریک عضله - ارزیابی خستگی عضلانی

۳- ثبت سیگنال الکترومایوگرام از عضله‌ی دلتاسان میانی در وضعیت ایزومتریک (طول ثابت) انجام گردیده است. آماده‌سازی پوست، الکتروگذار و تنظیمات تجهیزات ثبت مطابق توصیه‌های SENIAM^۸ انجام گردیده است. فرکانس قطع پایین و بالای فیلتر

^۱ cycling

^۲ برای کسب اطلاعات بیشتر در رابطه با آیین‌گان آزمایش و شرایط ثبت سیگنال می‌توانید به پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم مهندس کبری عباسی‌زاده با عنوان «استخراج سینرژی بین اجزای اندام تحتانی با استفاده از اطلاعات کینماتیک و الکترومایوگرام به منظور استفاده جهت کنترل پروتزهای عصبی» مراجعه نمایید.

^۳ rectus femoris

^۴ vastus lateralis

^۵ vastus medialis

^۶ biceps femoris

^۷ kinesiology

^۸ <http://www.seniam.org/>

سخت‌افزاری ضدتداخل^۹ به ترتیب برابر ۱۰ و ۵۰۰ هرتز و نرخ نمونه‌برداری برابر ۲ کیلو هرتز تنظیم شده است. از فرد خواسته شده است وزنه‌ای را در وضعیت ابداکشن ۹۰ درجه دست نگه دارد تا ثابت در حالت استاتیک انجام گردد. نتایج ثبت برای وزنه‌های ۱، ۳ و ۵ کیلوگرمی به ترتیب در فایل‌های EMG1، EMG2 و EMG3 ذخیره شده‌اند. EMG4 ثبت طولانی‌تری است که با وزنه‌ی ۳ کیلوگرمی و با هدف بررسی خستگی عضله انجام گردیده است.

الف: می‌خواهیم با مطالعه‌ی سیگنال‌های EMG1، EMG2 و EMG3، ارتباط افزایش بار یا به عبارت دیگر، افزایش نیروی عضله با تغییرات سیگنال الکترومایوگرام را بررسی کنیم. بدین منظور از روش‌های یکسوسازی تمام‌موج^{۱۰} و هموار کردن^{۱۱} سیگنال با میانگین‌گیری متحرک^{۱۲} استفاده نماییم. در میانگین‌گیری متحرک، از پنجره‌ای با پهنا^{۱۰۰} میلی ثانیه استفاده کنید. نتایج را در یک شکل (figure) و به صورت ۹ ترسیمه (subplot) در ساختاری ۳×۳ رسم کنید. برای اینکه بتوانید نتایج را به راحتی مقایسه کنید حدود شکل‌ها را با دستور axis یا دستورات ylim و xlim نرم‌افزار MATLAB به صورت یکسان تنظیم نمایید. نتایج به دست آمده را تحلیل کنید.

ب: می‌خواهیم با بررسی سیگنال EMG4، به مطالعه‌ی تاثیر خستگی عضله در سیگنال الکترومایوگرام پردازیم. از سیگنال EMG4، ۷ پنجره‌ی ۰/۵ ثانیه‌ای با فاصله‌ی ۵ ثانیه از یکدیگر استخراج نمایید. نمونه‌های به دست آمده را در یک شکل و در ترسیمه‌های با حدود یکسان رسم کنید. خستگی عضله چه تاثیری در شکل موج زمانی سیگنال الکترومایوگرام دارد. دقیقاً توضیح دهید. ج: با استفاده از دستور fft، تبدیل فوریه‌ی هر یک از این ۷ پنجره را به دست آورده و در یک شکل در ترسیمه‌های با حدود یکسان رسم کنید. خستگی عضله در حوزه‌ی فرکانس به چه صورت دیده می‌شود.

تمرین چهارم: سیگنال الکتروانسفالوگرام طی تصور حرکت - واسط مغز- کامپیوتر (BCI)

۴- دادگان مربوط به مسابقات BCI که در مرکز تحقیقات Graz در اتریش ثبت شده‌اند یکی از مراجع اصلی سیگنال برای پژوهش‌های واسط مغز- کامپیوتر^{۱۳} (BCI) می‌باشد که از آدرس www.bci.de/competition قابل دستیابی است.^{۱۴}

الف: با مطالعه‌ی ساختار و ویژگی‌های مجموعه داده‌های 2a دوره‌ی چهارم مسابقات، با نحوه‌ی دستیابی به نمونه سیگنال‌های الکتروانسفالوگرام طی تصور^{۱۵} حرکت آشنا شوید.

ب: نمونه سیگنال‌هایی برای تصور حرکت دست راست، دست چپ، پاها و زبان (حداقل دو نمونه برای هر کدام) از مجموعه داده استخراج نمایید. شکل موج زمانی سیگنال‌ها را به نحو مناسبی رسم نموده و به بررسی ویژگی‌های حوزه‌ی زمان آنها پردازید. ج: با استفاده از fft، تبدیل فوریه‌ی سیگنال یکی از کانال‌های موثر هر تصور حرکت را رسم و به واکاوی ویژگی‌های حوزه‌ی فرکانس آنها پردازید. در این سیگنال‌ها کدام ریتم سیگنال الکتروانسفالوگرام غالب است؟

د: با استفاده از کدهای رنگی برای نمایش شدت سیگنال، تلاش کنید سیگنال‌های تمامی کانال‌ها را به طور همزمان بر روی طرح‌واره‌ی محل الکتروگذاری روی سر برای سیگنال‌های بند ب نمایش دهید (مشابه شکل زیر).

^۹ anti-aliasing

^{۱۰} full-wave rectification

^{۱۱} smoothing

^{۱۲} moving average

^{۱۳} Brain-Computer Interface

^{۱۴} برای کسب اطلاعات بیشتر و راهنمایی در رابطه با پایگاه داده و نحوه‌ی پیش‌پردازش و پردازش سیگنال می‌توانید به پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خانم مهندس نگار خیراندیش با عنوان «پردازش سیگنال الکتروانسفالوگرام ثبت شده در هنگام تمرکز بر روی حرکت‌ها به منظور استفاده در رابط‌های انسان-ماشین» مراجعه نمایید.

^{۱۵} motion imaginary

