

تاریخ تحویل: ۹۸/۹/۳۰

توجه: ۱- هر سؤال را در یک mfile جدا بنویسید به نحوی که با اجرای برنامه مربوط به هر سؤال، تمامی قسمت‌ها اجرا گردد. نام و شماره دانشجویی خود را در ابتدای هر برنامه بنویسید و نام برنامه را مرتبط با شماره تمرین و شماره سری تمرین انتخاب کنید. سعی کنید در برنامه‌هایی که می‌نویسید از امکانات MATLAB استفاده کنید تا حجم برنامه‌ها کم و سرعت اجرای آن‌ها بالا برود.

۲- کلیه برنامه‌ها و مقاله‌ها و نیز گزارش خود شامل نتایج (کمی و کیفی)، شکل‌ها و توضیحات مربوط به هر سؤال را به صورت یک فایل word یا pdf بر روی یک CD تحویل دهید. دقت داشته باشید که نیازی به توضیح برنامه یا کپی کردن متن برنامه در گزارش نیست. پرینت گزارش را نیز تحویل دهید. ممکن است ارائه شفاهی نیز از شما خواسته شود.

۱- الف) یک نویز سفید گسسته با متوسط صفر و واریانس دلخواه تولید کنید و سیگنال و هیستوگرام و چگالی طیف توان آن را در یک شکل رسم کنید. طول سیگنال را بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ بگیرید. برای هر نقطه از دستور rand استفاده کنید.

ب) یک نویز سفید گسسته گوسی با متوسط صفر و واریانس دلخواه تولید کنید و سیگنال و هیستوگرام و چگالی طیف توان آن را در یک شکل رسم کنید. طول سیگنال را بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ بگیرید. برای هر نقطه از دستور randn استفاده کنید.

پ) یک نویز سفید گسسته گوسی با متوسط صفر و واریانس دلخواه تولید کنید و سیگنال و هیستوگرام و چگالی طیف توان آن را در یک شکل رسم کنید. طول سیگنال را بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ بگیرید. برای هر نقطه از دستور rand دو عدد تصادفی a و b با توزیع یکنواخت بین $[0,1]$ تولید کرده و یک عدد تصادفی با توزیع نرمال با متوسط μ و انحراف معیار σ با رابطه $x = \sigma \cdot \cos(2\pi b) \cdot \sqrt{-2 \ln(1-a)} + \mu$ بسازید.

۲- فرایند $y[n]$ در رابطه $y[n] = x[n] + 0.5x[n-1] + 1.1y[n-1] + 0.0975y[n-2] - 0.019y[n-3] - 1.0825y[n-4] + 0.904y[n-5]$ را در نظر بگیرید که در آن $x[n]$ فرایند نویز سفید گوسی با واریانس واحد می‌باشد.

الف) چگالی طیف توان واقعی این فرایند را محاسبه کرده و رسم نمایید.

ب) ۱۰۰۰۰ نمونه از این فرایند را تولید نمایید.

پ) با فرض یک مدل AR برای فرایند تولید شده در قسمت (ب)، مرتبه بهینه مدل را با دو روش مبتنی بر الگوریتم Levinson-Durbin و AIC پیدا کنید.

ت) با فرض مدل‌های AR از مرتبه ۴ تا ۱۰ ضرایب AR فرایند تولید شده در قسمت (ب) را با استفاده از یکی از روش‌های موجود حساب کنید. با استفاده از ضرایب حاصل، طیف فرایند را با روش AR تخمین بزنید و رسم نمایید. با محاسبه واریانس خطای طیف تخمینی نسبت به طیف اصلی (محاسبه شده در قسمت الف) مرتبه بهینه مدل را تعیین کنید. آیا مرتبه بهینه با مرتبه بهینه قسمت (پ) یکی است؟

ث) برای تابع نمونه فوق، ضرایب مدل AR مرتبه ۵ را با روش‌های مختلف موجود در Matlab تخمین زده و با هم مقایسه کنید.

۳- برای فرایند تصادفی معرفی شده در سوال قبل:

الف) یک سیگنال ۱۰۰۰ نمونه‌ای از این فرایند تولید نموده، طیف آن را با استفاده از روش Blackman-Tukey تخمین بزنید. برای تخمین مقادیر همبستگی، یک‌بار از تخمین بایاس‌دار و یک‌بار از تخمین بدون بایاس استفاده کنید.

ب) قسمت (الف) را با ورودی‌های نویز سفید گوسی مختلف ۱۰۰ بار تکرار نمایید و متوسط طیف‌های تخمین زده شده به روش بایاس‌دار و بدون بایاس را با طیف واقعی فرایند مقایسه کنید.

پ) برای تابع نمونه تولید شده در قسمت الف، طیف آن را با استفاده از روش پریودوگرام تخمین بزنید.

ت) برای تابع نمونه تولید شده در قسمت الف، طیف آن را با استفاده از روش پریودوگرام مبتنی بر WOSA با درصد همپوشانی ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ تخمین بزنید.

ث) با تخمین پارامترهای مدل $ARMA(5,1)$ از روی تابع نمونه‌ی فوق، چگالی طیف توان را تخمین بزنید و با طیف واقعی مقایسه کنید.

۴- سری زمانی RR (که به آن تاکوگرام نیز می‌گویند) سیگنالی است که فاصله زمانی دو موج R متوالی در یک سیگنال ECG را برحسب شماره ضربان‌ها نمایش می‌دهد. این سیگنال دارای دو مولفه فرکانسی مشخص به نام‌های RSA و Mayer می‌باشد که در مرجع زیر معرفی شده است:

P. E. McSharry, G. D. Clifford, L. Tarassenko, and L. A. Smith, "A Dynamic Model for Generating Synthetic Electrocardiogram Signals," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 50, pp. 289-294, Mar. 2003.

در ادبیات به این سری زمانی (و در بیشتر اوقات وارون آن) Heart Rate Variability (HRV) گفته می‌شود.

برنامه‌های اصلی مورد نیاز در این قسمت را از وبسایت www.aset.ir که توسط آقای دکتر ثامن تهیه شده است دریافت نمایید. به دلیل فراخوانی توابع مختلف در هنگام اجرا، کلیه برنامه‌ها و داده‌ها باید در یک پوشه باشند.

الف) پیش پردازش:

- سیگنال شماره ۱ را فراخوانید (ECG).

- مولفه DC را حذف کنید (ECG1).

- نویز خط پایه را به روش زیر حذف کنید:

```
b = TrimmedFilter(ECG1, 'median', (.2*fs));  
b = TrimmedFilter(b, 'median', (.4*fs));  
b = LPFilter(b, 10/fs);  
ECG2 = ECG1 - b;
```

- نویز برق شهر (۶۰ هرتز) را به روش زیر حذف کنید.

```
[num,den] = iirnotch(60/(fs/2), 0.25/(fs/2));  
ECG3 = filter(num,den,ECG2);
```

- سیگنال‌های ECG1 و ECG2 و ECG3 و نیز طیف آن‌ها را با استفاده از دستور PSD رسم کنید.

(ب) آشکارسازی موج R و ساختن سری زمانی RR:

- یک برنامه ساده بنویسید که با تشخیص ماکزیمم‌های سیگنال و قرار دادن یک سطح آستانه، موج‌های R سیگنال ECG3 را پیدا کرده و سری زمانی RR را بسازد.

- قسمت قبل را با دو برنامه PeakDetection.m و PeakDetection2.m انجام دهید.

(پ) تخمین چگالی طیف توان سری زمانی RR:

- چگالی طیف توان سری زمانی RR بدست آمده را با روش پریودوگرام تخمین زده (یعنی از سری زمانی بدست آمده FFT گرفته و مربع دامنه آن را رسم کنید) و دو پیک RSA و Mayer را روی آن شناسایی کرده و با شکل ۴ مقاله معرفی‌شده مقایسه کنید. دقت کنید در شکل مقاله، مولفه فرکانس پایین نشان داده نشده است لذا شما هم قبل از محاسبه چگالی طیف توان، مولفه dc سیگنال خود را حذف کنید.

- چگالی طیف توان سری زمانی RR بدست آمده را با روش BT تخمین زده و دو پیک RSA و Mayer را روی آن شناسایی کرده و با شکل ۴ مقاله معرفی‌شده مقایسه کنید.

- چگالی طیف توان سری زمانی RR بدست آمده را با روش Welsh تخمین زده و دو پیک RSA و Mayer را روی آن شناسایی کرده و با شکل ۴ مقاله معرفی‌شده مقایسه کنید.

- چگالی طیف توان سری زمانی RR بدست آمده را با روش AR تخمین زده و دو پیک RSA و Mayer را روی آن شناسایی کرده و با شکل ۴ مقاله معرفی‌شده مقایسه کنید. این کار را برای مرتبه‌های مختلف (۲ تا ۱۰ و ۲۰) انجام داده و نتایج را با هم مقایسه کنید. در هر بار علاوه بر چگالی طیف توان، آرایش قطب‌ها را نیز رسم کنید.

- نتایج را تفسیر کنید.

۵- مقاله زیر را مطالعه نمایید:

J. M Leski, "Robust Weighted Averaging", IEEE Trans. Biomed. Eng., Vol. 49, No. 8, pp. 796-804, Aug. 2002.

روش متوسط‌گیری سنکرون مطرح شده در متن درس و روش مطرح شده در مقدمه مقاله فوق را بر روی سیگنال‌های زیر امتحان نموده و از نظر شکل زمانی و SNR با یکدیگر مقایسه کنید.

الف) یک قطعه سیگنال قلب با کیفیت بالا (نویز اندازه‌گیری کم) به طول ۳۰ ثانیه ثبت نمایید. در صورت عدم دسترسی به امکانات ثبت سیگنال می‌توانید از پایگاه داده MIT-BIH Normal Sinus Rhythm و یا از مولد سیگنال‌های مصنوعی قلبی OSET استفاده نمایید.

ب) نقطه اوج شکل موج‌های R را پیدا کرده، برای قطعه‌بندی سیگنال در قسمت‌های بعد استفاده کنید.

پ) سیگنال اصلی را با نویزهای سفید گوسی با واریانس‌های مناسب جمع کنید. واریانس نویز به اندازه‌ای باشد که SNR سیگنال‌های حاصل به ترتیب مساوی 15 dB، 10 dB و 5 dB گردد.

ت) سیگنال‌های نویزی را به قطعات حاوی یک ضربان قلب تقسیم نمایید و برای هر سیگنال روش کلاسیک متوسط‌گیری سنکرون و روش مندرج در مقدمه مقاله مذکور را بر روی این قطعات اجرا کرده نتایج را بر روی یک شکل مقایسه کنید.

ث) قسمتهای (پ) و (ت) را برای نویز غیر ایستا تکرار کنید. برای تولید نویز غیرایستا می‌توانید از پایگاه داده MIT-BIH Non-Stress Test Database و یا از مولد نویز مجموعه OSET استفاده نمایید.

ج) پیرامون نتایج بدست آمده در قسمت‌های قبل و کارآمدی آنها بحث نمایید.

۶- الف) چند نمونه از ویژگی‌هایی که بر مبنای مدل‌های پارامتری در مسئله طبقه‌بندی سیگنال‌های حیاتی مطرح شده است را معرفی کنید.

ب) چند نمونه از ویژگی‌هایی که بر مبنای چگالی طیف توان در مسئله طبقه‌بندی سیگنال‌های حیاتی مطرح شده است را معرفی کنید.

۷- الف) خلاصه‌ای از یک مقاله از کاربرد مدل‌های پارامتری در پردازش سیگنال‌های حیاتی (به جز کاربرد تخمین طیف و کاربرد به عنوان ویژگی) تهیه کنید.

ب) خلاصه‌ای از یک مقاله از کاربرد روش‌های غیرپارامتری تخمین طیف در پردازش سیگنال‌های حیاتی (به جز کاربرد به عنوان ویژگی) تهیه کنید.

ت) خلاصه‌ای از یک مقاله از کاربرد روش‌های پارامتری تخمین طیف در پردازش سیگنال‌های حیاتی (به جز کاربرد به عنوان ویژگی) تهیه کنید.