

تاریخ تحویل: ۱۴۰۳/۴/۶

**توجه:** تحویل تکالیف کامپیوتری به شکل گزارش است. گزارش را می‌توانید با word تهیه کنید. شکل‌های لازم را از Matlab با استفاده از گزینه metafile به فایل word انتقال دهید. در انتهای هر تمرین برنامه آن تمرین را به صورت text به فایل word انتقال دهید و در انتها با فرمت pdf ذخیره و ارسال کنید. گزارشی که مطابق این فرمت نباشد قابل قبول نخواهد بود. در صورت لزوم توضیحات شفاهی نیز از شما خواسته خواهد شد. تمامی محورها و نمودارها را توسط دستورهای xlabel, ylabel و title نام‌گذاری کنید

۱- برای مثال مطرح شده در بحث فیلتر کالمن (مثال ۲ صفحه ۱۲) فرض کنید مقادیر  $a, b, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_v$  به عنوان ورودی برنامه از کاربر خواسته می‌شوند.

الف) سه تابع نمونه نویز سفید گوسی مستقل از هم برای  $U_1[n], U_2[n], V[n]$  تولید کرده و سپس یک تابع نمونه از خروجی را ساخته و با استفاده از فیلتر کالمن متغیرهای حالت سیستم را تخمین بزنید.

ب) قسمت الف را بدون فرض گوسی بودن سه نویز سفید حل کنید.

پ) قسمت الف را با فرض یک نوع همبستگی بین دو نویز سفید  $U_1[n], U_2[n]$  حل کنید.

ت) در قسمت‌های فوق مسئله را یک بار با شرایط اولیه محاسبه شده در درس حل کنید و یک بار با شرایط اولیه تصادفی.

ث) در هر حالت تابع زمانی متغیرهای حالت تخمین زده شده و مقادیر واقعی آن‌ها را در یک شکل رسم کرده و معیاری برای مقایسه مقادیر واقعی متغیرهای حالت و مقادیر تخمین زده شده آن‌ها محاسبه کنید.

۴- هدف از این تمرین، استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی برای طبقه‌بندی دو رده از سیگنال‌های ECG می‌باشد. بدین منظور، ۲۰ نمونه سیگنال ECG طبیعی (ECG1 تا ECG20) و ۲۰ نمونه سیگنال ECG با ریتم غیرطبیعی ضربان‌های زودرس بطنی (ECG21 تا ECG40) را به عنوان داده‌های آموزش در نظر بگیرید. همچنین ۲۰ نمونه سیگنال ECG طبیعی (ECG41 تا ECG60) و ۲۰ نمونه سیگنال ECG با ریتم غیرطبیعی ضربان‌های زودرس بطنی (ECG61 تا ECG80) را به عنوان داده‌های آزمون در نظر بگیرید.

الف) برای هر سیگنال از داده‌های آموزش، مقدار میانگین ( $m$ ) را بدست آورده و بر اساس آن، ۳ ویژگی به شرح زیر استخراج نمایید:

- نسبت میانگین نمونه‌هایی از سیگنال که کوچکتر از  $m$  می‌باشند به مقدار مینیمم سیگنال.

- نسبت میانگین به واریانس نمونه‌هایی از سیگنال که کوچکتر از  $m$  می‌باشند.

- نسبت  $d/D$  که در آن،  $d$  اختلاف میانگین نمونه‌هایی از سیگنال که بزرگتر از  $m$  می‌باشند و نمونه‌هایی از سیگنال که کوچکتر

از  $m$  می‌باشند بوده و  $D$  اختلاف مقادیر ماکسیمم و مینیمم سیگنال است.

ب) با استفاده از داده‌های آموزش و با فرض این که هر دو کلاس سیگنال‌ها دارای احتمال مساوی بوده و بردارهای ویژگی هر یک دارای توزیع توأم گوسی باشند، معادله مرز تصمیم گیری بیز را محاسبه کرده و آن را بر روی فضای ویژگی سه بعدی (شامل نقاط مربوط به بردار ویژگی ۴۰ سیگنال) رسم کنید.

پ) در قسمت ب بر اساس معیار مینیمم کردن آنتروپی، بعد فضا را به ۲ کاهش داده و مرز تصمیم گیری جدید را بدست آورید. همچنین مرز را بر روی فضای ویژگی دو بعدی بدست آمده نشان دهید. آیا کلاس‌ها در این حالت، جدائی پذیرند؟

ت) در قسمت ب با استفاده از تابع تفکیک خطی فیشر، بعد فضا را به یک کاهش داده و مرز تصمیم گیری جدید را بدست آورید. همچنین مرز را بر روی فضای ویژگی دو بعدی بدست آمده نشان دهید. آیا در این حالت، کلاس‌ها جدائی پذیرند؟

ث) برای هر سیگنال از داده‌های آزمون، بردار ویژگی را بدست آورده و آن را با هر یک از حالت‌های ب، پ، ت، یک‌بار با فاصله اقلیدسی، یک‌بار با فاصله Mahalanobis و یک‌بار با طبقه‌بندی کننده بیز با ماتریس کواریانس متفاوت برای دو کلاس، طبقه‌بندی کنید و سپس درصد طبقه‌بندی را محاسبه کنید.

ج) قسمت‌های مختلف مسئله را برای ۳ ویژگی دلخواه دیگر تکرار کنید.

۳- الف) برای سیگنال  $x[n] = \{(0.8)^n u[n] - 0.5 * (0.8)^{n-1} u[n-1]\}$  کپستروم مختلط را با استفاده از دستور MATLAB، محاسبه با فرمول بازگشتی و استفاده از DFT محاسبه و رسم کنید. نتایج را با هم مقایسه کنید.

ب) سیگنال زمانی و کپستروم حقیقی و مختلط یک ضربان از سیگنال ECG برای یک فرد سالم و ۲ نفر دارای ۲ نوع نارسایی قلبی مختلف را رسم کنید و بر پایه آن امکان تشخیص و جداسازی افراد بیمار از سالم از روی سیگنال ECG درحوزه کپستروم را بررسی کنید.

۴- در هر یک از موارد زیر مقاله‌ای مرتبط با یکی از سیگنال‌های حیاتی از یکی از مجلات معتبر در سال ۲۰۲۳ یا ۲۰۲۴ پیدا کرده و خلاصه‌ای از آن در حد یک پاراگراف کوتاه تهیه کنید. انتظار می‌رود زمان جستجو و مطالعه کلی برای هر مقاله حداکثر ۲ ساعت باشد. لازم بذکر است که انتظار نمی‌رود وظیفه جستجو و یا خواندن و تهیه خلاصه را به ابزارهای مدرن دنیای دیجیتال محول کرد:

الف) کاربرد سری‌های زمانی و مدل‌های پارامتری (کاربردی به جز استخراج ویژگی و طبقه‌بندی)

ب) کاربرد روش‌های تخمین طیف (کاربردی به جز استخراج ویژگی و طبقه‌بندی)

پ) کاربرد فیلتر واقعی

ت) کاربرد فیلتر کالمن یا فیلتر کالمن تعمیم یافته

ث) کاربرد طبقه‌بندی

ج) کاربرد آنالیز کپستروم (کاربردی به جز استخراج ویژگی و طبقه‌بندی))

چ) کاربرد مدل مخفی مارکوف