



بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

سیگنال‌ها و سیستم‌ها - گروه دکتر بهروزی - پاییز ۱۴۰۲

پروژه

موعد تحویل: ۱۴۰۲/۱۰/۴

نحوه تحویل در CW:

گزارش پروژه خود را در قالب فایل pdf تحویل دهید. در گزارش لازم است تمام خروجی‌ها و نتایج نهایی، پرسش‌های متن پروژه، و توضیح جامع از فرآیند حل مسأله خود در هر قسمت را ذکر کنید.

کد کامل پروژه را در قالب یک فایل m تحویل دهید. لازم است بخش‌های مختلف پروژه در section های مختلف تفکیک شوند و کد تحویل منظم و دارای کامنت گذاری مناسب باشد. بدیهی است آپلود کردن کدی که به درستی اجرا نشود، به منزله فاقد اعتبار بودن نتایج گزارش شده نیز می‌باشد.

دیتاست‌ها و تصاویری که در شبیه‌سازی از آنها استفاده کرده‌اید، به همراه توابعی را که (در صورت لزوم) نوشته‌اید، حتما در فایل تحویل ضمیمه کنید.

مجموعه‌ای تمام فایل‌ها را در قالب یک فایل zip یا rar ذخیره کرده و از طریق سامانه CW تحویل دهید. توجه کنید که در صورتی که در کد نیاز به load کردن فایل‌ها دارید، آن را نیز حتما در فایل زیپ نهایی قرار دهید. پس از ارائه نهایی پروژه‌ها، فایل ارائه خود را نیز در سامانه CW بارگذاری نمایید.

نام گذاری فایل‌های تحویلی را به صورت PSS_StudentNumber_FullName.pdf/m/.zip/.rar انجام دهید.

معیار نمره دهی:

۱. ساختار مرتب و حرفه‌ای گزارش
۲. استفاده از توابع و الگوریتم‌های مناسب
۳. پاسخ به سوالات تئوری و توضیح روش‌های مطلوب سوال
۴. کد و گزارش خروجی کد برای خواسته‌های مسئله

نکته مهم:

شرافت انسانی ارزشی به مراتب والاتر از تعلقات دنیوی دارد. در صورت کشف شباهت غیرقابل توجیه بین کدها و گزارش‌های آپلود شده، نمره نهایی تمرین مذکور برای همه افرادی که مشارکت داشته‌اند، صفر ثبت خواهد شد.

۱ استخراج متن از تصویر

۱.۱ مقدمه

Optical Character Recognition (OCR) از ابزارهای پر استفاده در دنیای امروز است، در واقع با استفاده از آن شما می‌توانید عکس‌های حاوی متن خود را به متن تبدیل کنید و یا پلاک خودروها را در یک عکس تشخیص دهید. OCR الگوریتم‌های متفاوتی دارد که با پیشرفت علم یادگیری ماشین روز به روز پیشرفته‌تر می‌شوند و خواندن متن‌های موجود در عکس‌ها را برایمان ساده‌تر می‌کنند.

در این پروژه شما به خواندن یک متن ساده از یک عکس و تبدیل آن به رشته حروف (string) متناظر آن عکس می‌پردازید.

۲.۱ خواسته‌ها

قدم اولیه شما در این پروژه تهیه یک دیتاست از حروف است. می‌توانید از هر دیتاست حروف موجود در اینترنت استفاده کنید و یا از برنامه paint ویندوز استفاده کنید و تصاویری مانند زیر تولید کنید که در آن یک نوشته موجود باشد. هر چه تصاویر بهتری بسازید کار شما در ادامه راحت‌تر خواهد بود. (توجه داشته باشید شما کافی است حروف الفبای انگلیسی را تشخیص دهید و نیازی به تشخیص ارقام و کاراکترهای دیگر ندارید، همچنین دیتاست شما باید شامل تصاویر زیادی از حروف تکی نیز باشد که در ادامه به کاربرد آنها اشاره می‌کنیم.)

hello

۳.۱ توضیح

درباره‌ی روش‌های جدا کردن حروف در یک تصویر و روش‌های ماشین‌لرنینگ مانند (SVM, LDA) مطالعه کنید.

در قدم اول شما باید با استفاده از تکنیک‌های image processing حروف مختلف را در داده‌های Test از هم جدا کنید، بدین منظور می‌توانید از نقاط به هم متصل در یک عکس را پیدا کنید سپس عکس را به عکسی باینری تبدیل کنید.

در قدم‌های بعدی باید هر حرف جدا شده را تشخیص دهید. برای اینکار می‌توانید از هر متدی که می‌خواهید استفاده کنید برای مثال می‌توانید از روش‌های ماشین‌لرنینگ استفاده کنید که روند زیر را دارند:

ابتدا باید از تصویر هر حرف ویژگی‌هایی استخراج کنید برای مثال عکس را به ناحیه‌هایی تقسیم کنید و تعداد ۱ ها در عکس باینری مربوطه را بشمارید سپس به وسیله داده‌های train خود (تصاویر تک حرف‌ها) ماشین SVM یا LDA را آموزش دهید و سپس از آن برای پیش‌بینی حروفی که در تصویر Test خود جدا کرده‌اید استفاده کنید.

در این قسمت دقت داشته باشید اندازه متن در تصاویر train و test ممکن است متفاوت باشد بدین منظور می‌توانید سائز داده‌ها را با روش‌هایی مانند downsample کردن عکس‌ها تغییر دهید.

مجاز به استفاده از هر روش پردازش تصویر و یادگیری ماشین هستید، اما دقت داشته باشید که از هر روشی که استفاده می‌کنید باید بر مراحل و الگوریتم‌های آن روش اطلاعات کامل داشته باشید.

در قدم بعدی باید برای تبدیل‌کننده متن خود به حروف درصد صحت را به شیوه‌ای مناسب محاسبه کنید.

Confusion Matrix را برای تشخیص حروف بدست آورید.

کم‌ترین و بیشترین خطاها در تشخیص کدام حروف اتفاق می‌افتند؟

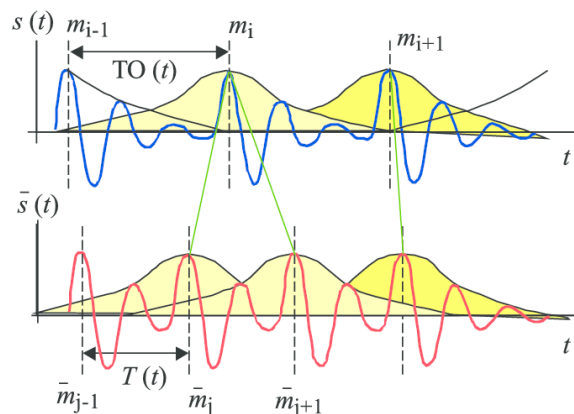
تأثیرات orientation حروف را نیز بررسی کنید، آیا می‌توانید حروفی که دارای فونت‌های متفاوت و جهت‌های مختلف را هستند هم تشخیص دهید؟

لینک‌های زیر می‌توانند مفید باشند: 1، 2، 3

۲ PSOLA و تغییر صدا

۱.۲ مقدمه

یکی از ویژگی‌های متمایز کردن صدای افراد از هم دیگر گام صدا و یا زیر و بمی صداست (Pitch). برخی از صداها مانند حروف صدا دار سیگنالی متناوب هستند، دامنه این تناوب را برابر Pitch period (T_p) می‌نامیم. راه‌های مختلفی برای تخمین T_p وجود دارد که برخی حوزه‌ی زمان و برخی دیگر حوزه‌ی فرکانس هستند. تغییر گام صدا فرایندی است که در آن بدون اینکه به مشخصه‌های یک صوت لطمه‌ای وارد کنیم T_p را تغییر دهیم، شما در این پروژه با استفاده از روش PSOLA در حوزه‌ی زمان به آن می‌پردازید. PSOLA روش‌های مختلفی دارد مانند TD-PSOLA و FD-PSOLA که به ترتیب روش‌های حوزه‌ی زمان و فرکانس هستند. در این پروژه شما روش TD-PSOLA را پیاده‌سازی خواهید کرد که روند زیر را دارد:



سیگنال اصلی به قسمت‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شود که با هم Overlap دارند. به این معنی که در اطراف هر نقطه موسوم pitch mark ها (که در صداها متناوب متناسب با T_p و در صداها غیر متناوب با یک نرخ ثابت تکرار می‌شوند) پنجره hamming به طول دو برابر T_p ساخته می‌شود. سپس به وسیله‌ی روش overlap-add سیگنالی که pitch آن تغییر کرده است ساخته می‌شود روند ساخت اینگونه است که پنجره‌های جدا شده در قسمت قبل با فاصله‌ی کمتر یا بیشتر کنار هم قرار می‌گیرند اینگونه T_p را تغییر می‌دهیم، در آخر لازم است که با حذف یا تکرار نمونه‌ها پشت سر هم سیگنالی به طول سیگنال اولیه ساخته شود.

یک نکته که بالا از اهمیت مناسبی برخوردار از تشخیص درست T_p و Pitch Mark هاست که می‌تواند از روش‌های مختلف انجام شود، مانند: روش‌های حوزه‌ی زمان: autocorrelation و حوزه‌ی فرکانس: Cepstrum یک راه دیگر تغییر صدا این است که طیف فرکانسی (FT) آن را به اندازه Δ شیفต์ دهید بدین منظور نمی‌توانید از یک ضرب سیگنال کسینوسی ساده استفاده کنید و باید روند زیر را دنبال کنید.

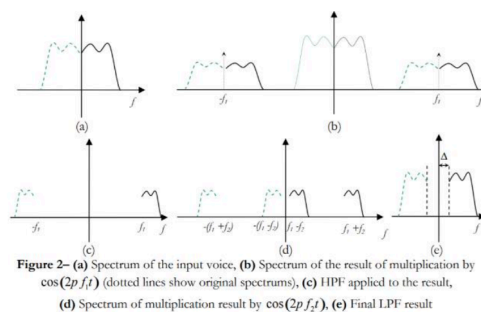


Figure 2- (a) Spectrum of the input voice, (b) Spectrum of the result of multiplication by $\cos(2p f t)$ (dotted lines show original spectrums), (c) HPF applied to the result, (d) Spectrum of multiplication result by $\cos(2p f t)$, (e) Final LPF result

۲.۲ خواسته‌ها

در بالا کلیات روش توضیح داده شده است، درباره‌ی الگوریتم‌ها و شیوه‌ی پیاده‌سازی آن‌ها به صورت دقیق مطالعه کنید. لازم است مفهوم هر یک از مراحل و تاثیرات آن بر طیف سیگنال آگاهی پیدا کنید. درباره‌ی Short Time Fourier Transform مطالعه کرده و اثرات تغییرات اعمال شده در روش PSOLA را بر آن بررسی کنید. صداهای مناسب بیابید و PSOLA را یک بار برای کم کردن گام و یک بار برای افزایش گام صدا بر آن اعمال کنید. با این کار شما صدا را تغییر می‌دهید در حالیکه محتوای پیام صدا باید قابل فهم باشد. لازم است شکل مربوط به شیفت فرکانسی را توضیح دهید و اینبار با این روش صداها را تغییر دهید. در آخر لازم است تغییرات ایجاد شده در صدا را هم در حوزه‌ی زمان و هم زمان-فرکانس و فرکانس بررسی کنید و نمودارهای مناسب رسم کنید. مطالعه‌ی لینک‌های زیر می‌تواند مفید باشد: 1، 2، 3، 4

۳ تاثیرات هیپنوتیزم بر Oddball Paradigm

۱.۳ مقدمه

این پروژه در حوزه‌ی نوروساینس است، در این پروژه با Paradigm Oddball آشنا می‌شوید و تاثیرات هیپنوتیزم بر آن را بررسی خواهید کرد. تسک آدبال یک آزمایش است که برای مثال دو tone صدا (می‌تواند تصویر و... باشد) در آن پخش می‌شود و یکی که تکرار بیشتری دارد به عنوان standard و دیگری که معمولاً فرکانس متفاوتی از tone استاندارد دارد deviant نامیده می‌شود. هدف در چنین آزمایش‌هایی تفکیک سیگنال‌های مغزی این دو تن صدا از هم است. در این پروژه شما این کار را در ۴ حالت برای ۲ فرد انجام خواهید داد.

۲.۳ خواسته‌ها

دیتاست این پروژه را از این لینک دانلود کنید (دیتاست شماره ۵ hypnosis during oddball Auditory) فایل description ذخیره شده را به دقت مطالعه کنید. درباره‌ی روند آزمایش و ساختار دیتاست اطلاعات کافی کسب کنید.

در قدم اول باید دیتاست را تمیز کنید و trial‌ها را جدا کنید با توجه به اطلاعات فایل description این کار امکان پذیر است.

باید تناظر برچسب‌ها با داده‌ها نیز برقرار بماند. حال درباره روش‌های extraction feature مطالعه کنید. می‌توانید از روش‌های زیر استفاده کنید. (دقت کنید ویژگی‌های بیشتری نیز ممکن است موجود باشند).

۱. ویژگی‌های سیگنالی: تبدیل فوریه، فرکانس میانگین، فرکانس میانه، ماکزیمم فرکانسی، باند‌های EEG

۲. ویژگی‌های آماری: moment‌های سیگنال‌ها، کوریلشن، هیستوگرام دامنه‌ها و

محاسبه‌ی ERP‌ها، MMN، انتخاب کانال‌های مناسب و روش‌های کاهش ابعاد مانند PCA، تست‌های آماری مانند ttest و anova می‌تواند مفید باشد.

حال بین Standard‌ها و deviant‌ها در حالت‌های مختلف classification انجام دهید. مجاز به استفاده از هر روشی هستید و می‌توانید نتیجه این روش‌ها را نیز با هم مقایسه کنید. (برای مثال می‌توانید از LDA و یا SVM استفاده کنید).

در نهایت درصد صحت این دسته‌بندی را به کمک روش‌هایی مانند Kfold validation به دست آورید و در حالت‌های مختلف با هم مقایسه کنید. همچنین می‌توانید بخشی از داده‌هایی را که در اختیار دارید به عنوان train انتخاب کنید و روند بالا را فقط برای آنها انجام دهید و بخشی از داده‌ها را به عنوان test استفاده کنید و با استفاده از ماشین train شده استاندارد یا دوینت بودن آنها را تشخیص دهید و با لیل‌های اصلی مقایسه کنید

و درصد صحت محاسبه کنید. در پایان نتایج را با هم مقایسه کنید و تاثیر دو روش آزمایش (active, passive) و هینوتیزم را بررسی کنید. ارزیابی نهایی شما بر اساس درصد صحت شما و مدت‌های استفاده شده و نتایج تحلیل‌های نهایی شما است. مطالعه‌ی لینک زیر می‌تواند مفید باشد: 1

۴ MUSIC BCI

۱.۴ مقدمه

این پروژه در حوزه‌ی نوروساینس است، در پایان پروژه با استفاده از نتایج خود خواهید توانست این امر را نشان دهید که مغز انسان در هنگام پخش موسیقی می‌تواند فقط به صدای یکی از سازهای استفاده شده در موسیقی نواخته شده دقت کند، در این پروژه با کار کردن با دیتاست، پیش پردازش سیگنال‌های مغزی و کالسیفیکشن و مسائل مربوط به آن آشنا خواهید شد.

۲.۴ شرح آزمایش

این آزمایش روی ۱۱ فرد انجام شده است. آزمایش اینگونه است که این افراد باید به صدای موسیقی ترکیب سه ساز گوش فرا دهند و از آنها خواسته می‌شود فقط به صدای یک ساز توجه کنند (نمونه standard و deviant صدای آن ساز در ابتدای آزمایش پخش می‌شود)، برای اینکه حواس آنها نیز جمع شود از آنها خواسته می‌شود که تعداد صداها deviant مربوط به آن ساز را بشمارند. (برای مفهوم deviant می‌توانید راجب آزمایش‌های oddball مطالعه کنید). سیگنال‌های مغزی افراد در حین آزمایش ثبت می‌شود.

۳.۴ خواسته‌ها

دیتاست شماره ۱۵ BCI Music مربوط به این پروژه را می‌توانید از این لینک زیر دانلود کنید، یک فایل description نیز در این لینک وجود دارد که توضیحات کاملی درباره‌ی دیتاست ارائه می‌کند. دیتاست شامل اطلاعات پیوسته ۶۴ کانال ضبط EEG است که در ابتدا لازم است با استفاده از سایر بردارهای داده شده eventها را جدا کنید. همچنین داده‌هایی که اطلاعات کاملی از آنها در دست نیست را باید حذف کنید، دسته هر event را نیز باید مشخص کنید. برای چگونگی انجام این کارها فایل description داده شده را به خوبی مطالعه کنید. مطالعه‌ی paper ضمیمه شده نیز شدیداً توصیه می‌شود.

FFT چند Event را رسم کنید و در صورت نیاز داده‌ها را با فیلتر مناسب فیلتر کنید. توجه داده باشید به نسبت مناسب دیتای در دسترس را به دو نوع test و train تقسیم کنید. از داده‌های train و لیبیل‌های آنها برای classification استفاده می‌کنید و در نهایت دسته‌بندی خود را با داده‌های test امتحان خواهید کرد. درباره ERP مطالعه کنید و ERPها مربوط به هر کدام از دسته‌ها را رسم کنید و با هم مقایسه کنید. (از داده‌های train استفاده کنید).

حال باید از سیگنال‌هایی که در قسمت‌های قبل جدا کرده‌اید ویژگی استخراج کنید و بعد داده‌ها را کاهش دهید، به این منظور می‌توانید از روش‌های زیر استفاده کنید:

۱. ویژگی‌های سیگنالی: تبدیل فوریه، فرکانس میانگین، فرکانس میانه، ماکزیمم فرکانسی و
۲. ویژگی‌های آماری: momentهای سیگنال‌ها، کوریلشن، هیستوگرام دامنه‌ها و ...

انتخاب کانال‌های مناسب و روش‌های کاهش ابعاد مانند PCA، تست‌های آماری مانند ttest و anova می‌تواند مفید باشد.

پس از مراحل بالا حال به کمک روش LDA بین deviantهای attended و unattended classification انجام

دهید. نتیجه Classification خود را به وسیله ی روش هایی مانند Validation Kfold ارزیابی کنید. حال لیبیل های مربوط به داده های تست خود را به وسیله ی ماشین train شده در بالا پیش بینی کنید و درصد صحت روی داده های test را محاسبه کنید. نتایج خود را ارزیابی کنید و درصد های صحت مربوط به سابجکت های مختلف را محاسبه کنید. توجه داشته باشید که در مقاله پیوست شده مراحل اضافی تری انجام شده است که شما به دلخواه با مطالعه مقاله باید یکی از قسمت های دیگر مقاله و یا هر ایده ای که خود راجب سیگنالهای مغزی دارید علاوه بر قسمت های بالا اجرا کنید. (می توانید از ماشین های دیگر کالسیفیکشن مانند SVM و یا متد های دیگر ماشین لرنینگ (کالسترنینگ و یا شبکه های عصبی) استفاده کنید.) ارزیابی نهایی شما بر اساس متد های استفاده شده ، میزان فهم شما از آنها و درصد های صحت و نتیجه گیری نهایی شما خواهد بود.

۵ شبیه سازی رادار

۱.۵ مقدمه

یکی از کاربرد های سیگنال ها و تحلیل فرکانسی آنها تشخیص فاصله ی یک هدف با استفاده از ارسال یک سیگنال و دریافت اکوی آن است که اساس کار رادار ، سونار و ... است. در این پروژه تلاش داریم یک رادار را شبیه سازی کنیم و موقعیت و سرعت یک هدف را با آن اندازه بگیریم.

۲.۵ توضیح

سیگنال مخابره شده توسط رادار به صورت زیر است :

$$\text{Re} \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{\ell=0}^{N_p-1} s(t - \ell\Delta) \right\} \quad (1)$$

f_c فرکانس مرکزی سیگنال مخابره شده است
 N_p تعداد پالس های مخابره شده است
 دلتا فاصله زمانی بین پالس های مخابره شده است
 $s(t)$ نیز پوش مختلط سیگنال مخابره شده است که از رابطه زیر به دست می آید :

$$s(t) = e^{j\pi W t^2 / T} \quad -\frac{1}{2}T \leq t \leq \frac{1}{2}T \quad (2)$$

که یک پالس است که دوره زمان آن در حوزه T ثانیه است
 فرکانس سیگنال بال نیز که به صورت زیر تعریف می شود در محدوده ی پالس در بازه ی $\frac{-1}{2}W$ تا $\frac{1}{2}W$ به صورت خطی بر حسب زمان تغییر میکند

$$f = \frac{d\phi(t)}{2\pi dt} = \frac{W \cdot t}{T} \quad (3)$$

این سیگنال به هدف برخورد کرده و بازتاب می شود . سیگنال بازتابیده با فرض سکون هدف به صورت زیر است :

$$\text{Re} \left\{ G_{\text{target}} \sum_{\ell=0}^{N_p-1} e^{j2\pi f_c(t-2R(t)/c)} s(t-2R(t)/c - \ell\Delta) \right\} \quad (4)$$

که c سرعت نور است و $R(t)$ خود به صورت زیر است که v سرعت هدف (با فرض حرکت آن با سرعت ثابت) است. (علامت منفی نشان دهنده ی حرکت هدف به سمت منبع است.)

$$R(t) = R_o - vt \quad (5)$$

G_{target} نیز بهره ای است که تغییرات دامنه سیگنال فرستاده شده در برخورد با هدف را مدل می کند. شما در واقع هم سیگنال مخابره شده و هم سیگنال دریافتی را در اختیار دارید و از روی این دو باید سرعت و محل هدف را حدس بزنید. ابتدا فرض کنید $N_p = 1$ است و شما فقط یک پالس ارسال میکنید سیگنال دریافتی را از فیلتری با پاسخ ضربه ی زیر عبور می دهید.

$$h(t) = s^*(-t) = e^{-j\pi W t^2/T} \quad -\frac{1}{2}T \leq t \leq +\frac{1}{2}T \quad (6)$$

که در واقع پاسخ ضربه یک فیلتر منطبق است، خروجی به صورت زیر است:

G بهره ناشی از بازتاب
 T_d تاخیر آن است که قبلا درباره آن صحبت کرده ایم

$$y(t) = h(t) * Gs(t - T_d) \quad (7)$$

از روی خروجی $y(t)$ و محل های ماکزیمم شدن آن می توان فاصله تا هدف را حساب کرد که شما در ادامه این موضوع را بررسی خواهید کرد. سرعت هدف را نیز با استفاده از اثر دوپلر محاسبه می کنیم. اثر شیفت فرکانسی دوپلر به صورت زیر است که v در آن سرعت هدف است:

$$f_d = \frac{2vf_c}{c} \quad (8)$$

مقدار این شیفت فرکانسی اندک است پس به جای ارسال یک تک پالس از آن تعدادی از پالس ها استفاده می کنیم تا بتوانیم اثرات آن را به درستی آشکار کنیم. $N_p > 1$

۳.۵ خواسته‌ها

از آن جا که تمام شبیه سازی شما در متلب انجام می شود، در ابتدا لازم از است از روابط آمده شده در بالا با آموخته هایتان از درس با نرخ نمونه برداری مناسب $p * W$ نمونه برداری کنید برای سیگنال $s(t)$ بعد از نمونه برداری مناسب مشخصه های تعیین کننده آن را مشخص کنید و تابعی بنویسید که با گرفتن پارامترهای مربوطه $s(t)$ را تولید کند. لازم است برای مقادیر مختلف سیگنال $s(t)$ را تولید کرده و علاوه بر رسم آن در حوزه ی زمان و محاسبه ی

تبدیل فوریه اثرات پارامترها مانند $T * W$ را بررسی کنید و شرط‌های اینکه بیشتر انرژی آن در $|f| < \frac{W}{2}$ باشد را بیابید، تبدیل فوریه $s(t)$ را برای مقادیر بزرگ $T * W$ با چه چیزی می‌توان تقریب زد؟ تخمین خود را بر حسب پارامترهای موجود بیابید.

حال الزم است راجب فیلتر منطبق مطالعه کنید. هدف به کار بردن چنین فیلتری چیست؟

در ارسال یک تک پالس آیا می‌توانید خروجی فیلتر را بر حسب autocorrelation سیگنال $s(t)$ بنویسید؟ سعی کنید خروجی را در حوزه‌ی زمان به صورت تقریبی بر حسب تابع sinc بنویسید. پارامترهای تقریب خود را بیان کنید. نتایج خود را با شبیه‌سازی تایید کنید.

حال لازم است در سیگنال دریافتی نویز را به صورت یک نویز گاوسی جمع شونده مدل کنید و خروجی فیلتر منطبق را حساب کنید، لازم است استدلال کنید که از روی پیک‌های خروجی چگونه فاصله تا هدف به دست می‌آید، به ازای تاخیرهای مختلف شبیه‌سازی را تکرار کنید.

در تخمین سرعت شیفت فرکانسی را می‌توان با ضرب کردن یک نمایی مختلط در سیگنال مدل کرد، رابطه‌ی آن را بر حسب سرعت و نرخ نمونه برداری مشخص در حالت نمونه برداری شده محاسبه کنید.

با فرض ارسال تعدادی مناسب پالس پشت سر هم و فاصله‌ی مناسب $N_p > 1$ و سکون هدف آشکار سازی فاصله را تکرار کنید.

سپس سرعت منبع را تغییر دهید و کمترین سرعتی را بیابید که باعث جابه‌جایی طیف می‌شود. رابطه‌ی سرعت هدف و جابه‌جایی را بیابید.

حال که مراحل شبیه‌سازی رادار را آموختید برای هدف‌های مختلف در فاصله‌های مختلف مراحل رادار را شبیه‌سازی کنید و خطای خود در محاسبه‌ی فاصله با هدف را محاسبه کنید.

مطالعه فصل ۱۱ کتاب Computer-Based Exercises for Signal Processing Using Matlab, Oppenheim می‌تواند مفید باشد.

۶ AM modulation

۱.۶ مقدمه

یکی از روش‌های متداول و ساده برای مخابره پیام استفاده از مدولاسیون دامنه است. در این روش با قرار دادن اطلاعات پیام ارسالی در دامنه سیگنال carrier و سپس استخراج پیام ارسالی طی فرایندی از روی دامنه سیگنال مخابره شده، پیام مورد نظر را از فرستنده به گیرنده منتقل می‌کنیم.

۲.۶ خواسته‌ها

ابتدا درباره فرایند مدولاسیون دامنه تحقیق کنید و موارد به دست آمده به صورت کامل توضیح دهید. سپس روش‌های مختلف ممکن برای این مدولاسیون را به تفکیک نوشته و درباره هر کدام به صورت کامل توضیح دهید.

روش‌های demodulation را ذکر کرده و درباره هر کدام توضیح دهید.

اثرات کانال مخابراتی را بر فرایند مخابره بررسی کنید و آن را در حالات ایده آل و غیرایده آل با فیلتر مدل کنید.

شرایط لازم برای سیگنال پیام را بررسی کنید.

تفاوت روش‌های مختلف modulation و demodulation را بررسی کنید و محاسن و معایب هر کدام را ذکر کنید.

بلوک دیاگرام این فرایندها را در گزارش خود بیاورید.

سیگنال $m(t)$ زیر را به عنوان پیام ارسالی در نظر بگیرید.

$$m(t) = e^{-6t}(u(t-4) - u(t-8)) + e^{6t}(u(-t-4) - u(-t-8)) \quad (9)$$

این سیگنال را در حوزه زمان و تبدیل آن را در حوزه فرکانس رسم کنید. حال پهنای باند آن را بر اساس معیاری که از خود تعریف میکنید به دست آورید (معیار خود و روش کار با آن را در گزارش بیاورید).
 با نرخ نمونه برداری مناسب از سیگنال ورودی نمونه برداری کنید (نحوه انتخاب این نرخ را ذکر کرده).
 درباره فیلتر anti aliasing و لزوم استفاده از آن تحقیق کنید و فیلتر مناسب سیگنال خود را تعریف کنید.
 با در نظر گرفتن پارامترهای مناسب با استفاده از am modulation این سیگنال را مخابره کنید و سیگنال مخابره شما در حوزه زمان و فرکانس رسم کنید.
 درباره envelope detector تحقیق کنید و در گزارش خود بیاورید.
 تابعی بنویسید که فرایند envelope detector را انجام دهد.
 درباره coherent detector تحقیق کنید و در گزارش خود بیاورید.
 با استفاده از coherent detector سیگنال مخابره شده را demodulate کنید.
 با استفاده از تابع نوشته شده برای envelope detector سیگنال مخابره شده را demodulate کنید.
 نتایج سیگنال بازیابی شده از این دو روش را با یکدیگر بررسی کنید و سپس با سیگنال ورودی اصلی تطبیق دهید.
 بر اساس نتایج بدست آمده از شبیه سازی و تحقیقات خود ذکر کنید هر کدام از این روشها چه مزیتی بر دیگری دارند.
 با استفاده از روش USSB و LSSB سیگنال خود را مخابره و سپس demodulate کنید. برای بازیابی این بخش از coherent detector استفاده کنید.
 خروجی های سه روش am modulation و USSB و LSSB را با یکدیگر مقایسه کنید و محاسن و معایب هر کدام را ذکر کنید.
 فایل صوتی ای ضبط کنید و در آن اسم سرگروه را بگویید. سپس این فایل را به عنوان پیام ورودی در نظر بگیرید و آن را با روش am modulation مخابره کنید و آن را در حوزه زمان و فرکانس رسم کنید و سپس با استفاده از دو روش demodulation ذکر شده سیگنال پیام خود را بازیابی کنید و نتایج را با سیگنال اولیه تطابق دهید.

۷ FM modulation

۱.۷ مقدمه

یکی دیگر از روش های متداول برای مخابره پیام استفاده از مدولاسیون فرکانس و فاز است. در این روش با قرار دادن اطلاعات پیام ارسالی در فاز سیگنال carrier و سپس استخراج پیام ارسالی طی فرایندی از روی فاز سیگنال مخابره شده ، پیام مورد نظر را از فرستنده به گیرنده منتقل میکنیم. امروزه اغلب از این روش برای انتقال سیگنال های رادیو و مخابراتی استفاده میشود.

۲.۷ خواسته ها

ابتدا درباره فرایند مدولاسیون فرکانس و فاز به صورت جداگانه تحقیق کنید و موارد به دست آمده به صورت کامل توضیح دهید. همچنین تفاوت این دو را بررسی کنید.
 روابط این مدولاسیون را در گزارش خود آورده و پارامترهای اثرگذار در آن را توضیح دهید و اثر تغییر هر کدام را بررسی کنید.
 سیگنال modulate شده را با استفاده از دانش ریاضیات خود ساده کنید تا به یک فرم سینوسی یا کسینوسی برسید.
 روشی برای به دست آوردن پهنای باند این سیگنال بیابید و آن را بررسی کنید.
 توان سیگنال مخابره شده را محاسبه نمایید.
 رفتار این نوع از مدولاسیون را برای عبور از یک کانال با رفتار غیر خطی بررسی کنید.

ساختار شبکه تلفن برای صحبت کاربران و مخابره کانال‌های رادیو را توضیح دهید.
 بلوک دیاگرام فرستنده و گیرنده را رسم کنید و کارکرد هر بخش را توضیح دهید.
 روابط سیگنال بازیابی شده از فرایند demodulation در گیرنده با نوشتن روابط ریاضی آن به دست آورید.
 سیگنال زیر را به عنوان پیام در نظر بگیرید:

$$m(t) = \sin(25\pi t) \quad (0 \leq t \leq 1) \quad (10)$$

این سیگنال را در حوزه زمان و فرکانس رسم کنید.
 با استفاده از روابطی که برای FM به دست آوردید سیگنال ذکر شده را مخابره کنید و سیگنال مخابره شده را بدست آورید و آن را در حوزه زمان و فرکانس رسم کنید.
 پارامترهای لازم:
 $f_s = 10kHz$ و $f_\delta = 300 \frac{Hz}{V}$ و $f_c = 200Hz$ و $A_c = 1$
 همانطور که در تحقیقات مشاهده کرده اید به توابعی نیاز دارید که باید آنها را خود بنویسید. از جمله DC Block و envelope detector. این توابع را نوشته و در گزارش خود بیاورید.
 تحقیق کنید آیا تابع آماده‌ای در متلب برای به دست آوردن سیگنال بازیابی شده وجود دارد؟ آن را در گزارش بیاورید و با استفاده از آن سیگنال اولیه را بازیابی کنید.
 مشتق زمانی سیگنال مخابره شده را محاسبه نمایید. فرض‌های لازم برای زدن تقریب‌های مورد نیاز را می‌توانید در نظر بگیرید.
 با استفاده از تابع envelope detector نوشته شده سیگنال اولیه را بازیابی کنید.
 برای اینکار روش دیگری به نام Zero Crossing Detector وجود دارد درباره این روش تحقیق کنید و با استفاده از آن فرایند بازیابی را انجام دهید.
 سیگنال بازیابی شده از دو روش بالا را با سیگنال اولیه مقایسه کنید و محاسن و معایب هر کدام از روش‌ها را بیان کنید.

۸ اندکی نویز

۱.۸ مقدمه

در این پروژه با انواع نویز در تصاویر آشنا می‌شوید و سپس با استفاده از فیلترهای مناسب نویز افزوده شده را حذف می‌کنید.

۲.۸ خواسته‌ها

راجع به انواع نویزها زیر مطالعه کنید و در گزارش خود توضیح دهید:

- Impulse noise
- Additive noise
- Salt-and-Pepper noise
- Shot Noise
- Speckle noise (Multiplicative noise)
- Uniform Additive noise
- Gaussian noise
- Poisson noise
- Periodic noise

همچنین راجع به فیلترهای زیر نیز مطالعه کنید و درباره آنها در گزارش خود توضیح دهید:

- Linear smoothing filters
- Wiener Filtering
- Median Filter
- Gaussian Filter

برای هر کدام از موارد بالا، تصاویر رنگی مناسب بیابید و با اعمال نویزها، آنها را نویزی و سپس تلاش کنید نویز ایجاد شده را با استفاده از فیلترها حذف کنید. دقت کنید خودتان باید توابع متلب را پیاده سازی کنید.