

به نام خدا  
سیگنال ها و سیستم ها  
تمرین کامپیوتری سوم

مهلت تحویل: سه شنبه ۲۸ فروردین ساعت ۱۷:۰۰

بخش اول:

هدف این تمرین رمز کردن یک پیام به زبان انگلیسی در یک تصویر سیاه سفید است. هر پیام فقط شامل حروف کوچک انگلیسی، فاصله، نقطه، ویرگول، علامت تعجب، کوتیشن و سمی کالن ؛ است. بنابراین در مجموع ۳۲ کاراکتر داریم. به هر کاراکتر ۵ بیت مرتبط می کنیم. علامت ؛ فقط در انتهای پیام استفاده می شود و جهت نشان دادن پایان پیام است

**تمرین ۱-۱)** یک سلول به اسم Mapset با ابعاد  $2 \times 32$  درست کنید. در سطر اول خود کارکترها را قرار دهید و در سطر دوم ۵ بیتی که به آنها مرتبط کردید را قرار دهید. به عنوان مثال شکل زیر قسمت ابتدایی Mapset را نشان می دهد. (دستور dec2bin برای باینری کردن اعداد کمک کننده خواهد بود).

	1	2	3
1	'a'	'b'	'c'
2	'00000'	'00001'	'00010'

**تمرین ۲-۱)** تابعی (*function*) به نام *coding* بنویسید که ورودی های آن ۱) پیام مورد نظر برای ارسال، ۲) یک تصویر سیاه سفید و ۳) *Mapset* باشد و خروجی آن تصویری باشد که پیام در آن گنجانده شده باشد. توجه داشته باشید در عکس می بایست پیکسل ها به گونه ای انتخاب شوند که به هیچ وجه گنجانده شدن پیام مشخص نشود! راهنمایی: ابتدا عکس را به بلوک های مثلاً ۵ در ۵ تقسیم کنید و بلوک های مناسب برای جاگذاری پیام را انتخاب کنید. چگونگی انتخاب بلوک مناسب در کلاس بحث شد. حال مثلاً فرض کنید می خواهیم پیام *bc* را در تصویر بگنجانیم. ابتدا حروف پیام را به صورت باینری در آورید که (با توجه به جدول بالا) می شود: *000010001011111* ، سپس رشته باینری به دست آمده را مطابق آنچه در کلاس توضیح داده شد در پیکسل های بلوک های منتخب تصویر بگنجانید (هر بیت باینری را در کم اهمیت ترین بیت هر پیکسل قرار می دهیم). توجه داشته باشید پیام ممکن است هر کلمه یا جمله ای با طول دلخواه شامل ۳۲ کاراکتر ذکر شده باشد. همچنین اگر طول پیام باینری شده از تعداد پیکسل های بلوک های منتخب تصویر بیشتر بود، تابع شما به کاربر خطا دهد.

**تمرین ۳-۱)** خروجی تابع *coding* را برای پیام (کلمه‌ی) *signal;* در کنار تصویر اصلی رسم کنید (دستور *subplot*). آیا تغییرات در تصویر مشخص است؟ چرا؟

**تمرین ۴-۱)** تابعی به نام *decoding* بنویسید که ورودی‌های آن ۱) پیام کدگذاری شده (سیگنال زمانی تولید شده در قسمت قبل)، ۲) *Mapset* و ۳) استراتژی انتخاب بلوک (مثلاً ابعاد و ترشید تصمیم گیری) باشد و در خروجی تصویر را رمزگشایی کرده و پیام را چاپ کند. تابعی که نوشتید را روی همان تصویری که پیام *signal;* را در آن گنجانده بودید تست کنید تا مطمئن شوید کدتان درست کار می کند.

**تمرین ۵-۱)** به نظر شما اگر در ارسال پیام (بعد از رمزگذاری) به صورت ناخواسته نویزی به تصویر اضافه شود، آیا باز هم قادر به رمز گشایی از پیام خواهیم بود؟ توضیح دهید.

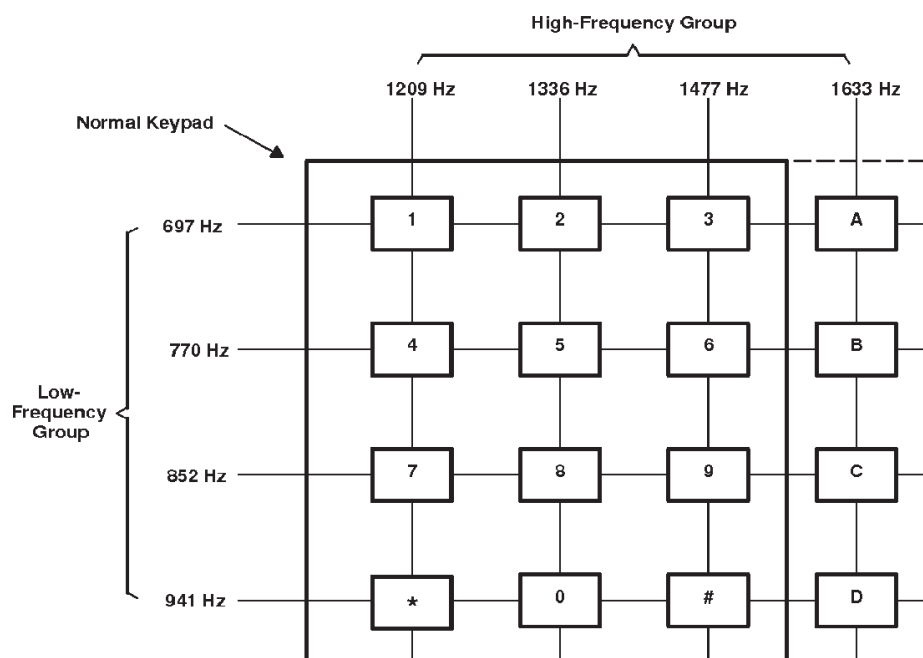
## بخش دوم:

نوای دوگانه چند بسامدی (Dual-Tone Multi Frequency یا به اختصار DTMF)، اصطلاح فنی فرکانس‌های صوتیست که با فشردن کلیدهای تلفن ایجاد می‌شوند. این روش که بعضاً touch tone نیز نامیده می‌شود، در ابتدا در ارسال سیگنال‌های تلفن به مراکز سوییچ محلی و دریافت سیگنال از آن‌ها کاربرد داشته است، اما امروزه کاربردهای متعدد دیگری نیز در حوزه مخابرات پیدا کرده است.

### شرح رویکرد:

به هر کلید تلفن یک نوای دوگانه (دو نوا با فرکانس‌های مختلف) اختصاص داده می‌شود؛ یکی با فرکانس پایین و دیگری با فرکانس بالا که پس از فشردن کلید به صورت همزمان نواخته می‌شوند. (همان صدایی که پس از شماره‌گیری تلفن می‌شنوید!)

همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، به هر یک از ۴ ردیف صفحه کلید، یکی از نواهای با فرکانس پایین و به هر یک از ۳ ستون یکی از نواهای با فرکانس بالا اختصاص داده می‌شود. کلیدهای ستون چهارم هم که با حروف A, B, C, D مشخص شده‌اند، دلخواه هستند و بیشتر کاربرد نظامی دارند.



مشخصات نوای اختصاصی هر سطر و ستون یک صفحه کلید در سیگنالینگ DTMF

## پیاده سازی:

در این تمرین، شما باید هر دو بخش سنتز و آنالیز این نوع سیگنالینگ را، با توجه به توضیحات شکل بالا، پیاده سازی نمایید.

### تمرین ۱-۲

#### آ) سنتز:

منظور از سنتز، تولید تون‌های آنالوگ متناظر برای نشان دادن ارقام یک صفحه کلید تلفن است. در این قسمت، شما باید سیگنال متناظر با هر کلید را تولید کرده و با کنار هم قرار دادن آن‌ها، صوت متناظر با عدد ۴۳۲۱۸۷۶۵ را با استفاده از سیگنالینگ DTMF تولید کنید. مدت زمان هر سیگنال ( $T_{on}$ ) را ۰.۱ ثانیه و فاصله زمانی بین پخش دو سیگنال ( $T_{off}$ ) را هم ۰.۱ ثانیه در نظر بگیرید. فرکانس نمونه برداری را ۸ کیلوهرتز در نظر بگیرید و با استفاده از دستور `audiowrite` سیگنال تولیدی را در `y.wave` ذخیره کنید.

**راهنمایی:** کد زیر برای تولید سیگنال فقط یک شماره ی صفحه کلید نوشته شده است. با دستور `sound` می توانید سیگنال را بشنوید.

```
fr = [697 770 852 941];      % row frequencies
fc = [1209 1336 1477];      % column frequencies
fs = 8000;                  % signal sampling frequency
Ts = 1/fs;                  % signal sampling time
Ton = 0.1;                  % ON time for each DTMF signal (in second)
Toff = 0.1;                 % OFF time (gap) between DTMF signals (in second)
t = 0:Ts:Ton;
y1 = sin(2*pi*fr(k)*t);      % k is row index
y2 = sin(2*pi*fc(j)*t);      % j is column index
y = (y1 + y2)/2;
sound(y, fs)
```

### تمرین ۲-۲

#### ب) آنالیز:

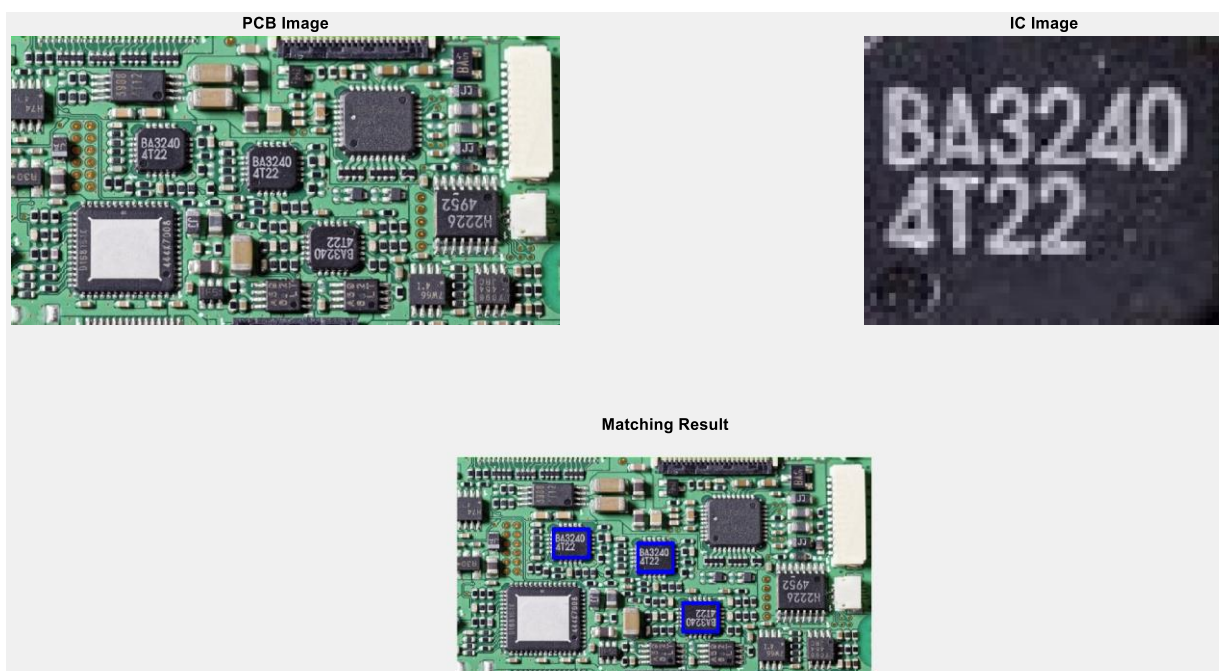
آنالیز به این معنی است که شما باید یک صوت را که به روش DTMF کد شده است، رمزگشایی یا دیکود کنید. به عبارت دیگر باید بگویید این سیگنال منتج از فشردن چه کلیدهایی بوده است.

در پوشه تمرین، یک فایل به نام 'a.wav' قرار دارد. آن را رمزگشایی کنید. این فایل را با استفاده از دستور `audioread` به شکل `[a,Fs] = audioread('a.wav')` لود کنید و سپس رمزگشایی کنید.

راهنمایی: ابتدا باید بازه‌های زمانی  $T_{on}$  را از سیگنال  $a$  پیدا و جدا کنیم. حال باید بفهمیم هر بازه‌ی زمانی منتج از فشردن کدام کلید بوده است. برای این کار از معیار `correaltion` استفاده می‌کنیم. بنابراین برای هر بازه‌ی زمانی جدا شده، `correaltion` سیگنال آن بازه را با سیگنال‌های DTMF کلیده‌های مختلف حساب می‌کنیم. سپس آن کلیدی که سیگنالش `correaltion` بزرگتری را ایجاد می‌کند به عنوان کلیدی در نظر می‌گیریم که سیگنال صوتی را تولید کرده است. این کار را برای همه‌ی بازه‌های زمانی جدا شده تکرار می‌کنیم تا رمزگشایی کامل انجام شود. برای اطمینان از صحت کد خود، حتماً فایل صوتی که در قسمت قبل تولید کردید را هم رمزگشایی کنید.

### بخش سوم:

در این بخش با ایده ی `template matching` یا `correlation`. تابعی با نام `ICrecognition` بنویسید که مشابه شکل زیر، تصویر یک IC (`IC Image`) و یک مدار چاپی (`PCB Image`) را به عنوان ورودی بگیرد و در خروجی IC ها را روی تصویر PCB شناسایی کند و در صورت وجود اطراف آن(ها) مستطیل رسم کند. مشابه تصویر زیر، برای سادگی فرض کنید IC ها فقط ۱۸۰ درجه می‌توانند دوران داشته باشند. استراتژی خود را توضیح دهید و تصویر کد `matlab` را در گزارش بیاورید و بخش های مختلف آن را توضیح دهید.



خروجی مد نظر نهایی مربوط به یافتن قطعات **BA3240** در تصویر برد مدار چاپی داده شده.

راهنمایی: برای انجام این کار از ضریب همبستگی نرمالایز شده استفاده کنید که برای دو سیگنال تک بعدی  $x$  و  $y$  به صورت زیر تعریف می‌شود و به راحتی قابل تعمیم به دو بعد است.

$$\text{Correlation Coeff}(x, y) = \frac{\sum_{n=1}^L x[n]y[n]}{\sqrt{(\sum_{n=1}^L x^2[n]) \times (\sum_{k=1}^L y^2[k])}}$$

توجه: مفهوم `correlation` گیری که در این بخش بیان شد قدری با آنچه که در کلاس مطرح شد و در تمرین قبلی انجام دادید تفاوت دارد. در این بخش ضریب `correlation` نرمالایزه در نظر گرفته شده اما قبلاً این کار را انجام نداده بودیم. درست تر و دقیق تر این است که این نرمالیزاسیون انجام شود. برای این که اثر یک مشاهده

که صرفاً دامنه ی زیادی دارد با مشاهده ی دیگری که دامنه ی زیادی ندارد مشابه باشد، این نرمالیزاسیون انجام می شود.

احتیاجی نیست بخش های قبل را با تعریف جدید تکرار کنید. فقط در این بخش، با این تعریف، مساله را حل کنید.

## بخش چهارم:

در این تمرین می خواهیم تابعی با نام `calling_customer` بنویسیم که عددی بین ۱ تا ۹۹ و شماره ی باجه (بین ۱ تا ۹) را دریافت کند و سپس شماره را مشابه دستگاه های فراخوان مشتری در بانک ها اعلام کند: مثلاً: با اجرای دستور `calling_customer(25,2)` "شماره ی بیست پنج به باجه ی دو" اعلام شود. نکات زیر را برای حل این تمرین در نظر داشته باشید:

- اگر هر یک از اعداد ورودی در بازه های مذکور نبودند پیغام خطا در `command` چاپ شود.
- صدای تولید شده حتما باید صدای شما باشد.
- می بایست یک `mapset` شامل موارد زیر از صدای شما ضبط و تشکیل شود و در نهایت از ترکیب آنها پیام اعلام شود:
  - ۱- کلمات "شماره ی" و "به باجه ی"
  - ۲- اعداد یک تا نوزده – اعداد بیست، سی ، ... نود
  - ۳- صدای " "
- حتما `mapset` و تابع را آپلود کنید تا بتوان کد شما را تست کرد.
- روی تنظیم پارامترهایی از قبیل سکون بین دو کلمه، سرعت پخش و ... به قدر کافی وقت بگذارید تا صدای مناسبی شنیده شود. تند یا کند بودن بیش از حد، نامفهوم بودن جمله و ... باعث کسر نمره خواهد شد.



## بخش پنجم:

یک دیتاست با نام diabetes-training در اختیار شما قرار داده شده است. این دیتاست را در محیط matlab وارد کنید. با دبل کلیک کردن روی آن و زدن کلید import selection دیتاست وارد workspace می شود. همان طور که مشاهده می کنید این دیتاست شامل شش اطلاعات و علامت پزشکی (یا فیچر) اندازه گیری شده از ۶۰۰ نفر مختلف است. ستون آخر نشان دهنده ی این است که فرد دیابت دارد (برچسب ۱) و یا خیر (برچسب ۰).

می خواهیم به یک ماشین آموزش دهیم که چگونه با استفاده از شش ویژگی استخراج شده از هر فرد تصمیم بگیرد که فرد مورد نظر دیابت دارد یا خیر.

**تمرین ۵-۱)** اپلیکیشن Classification Learner را اجرا کرده و داده ها را با استفاده از آیکون New Session وارد اپلیکیشن کنید. هنگام ورود داده ها به تنظیمات پیش فرض از جمله cross validation folds و ... دست نزنید. بعد از لود داده ها در فضای اپلیکیشن، از منوی بالای صفحه طبقه بند Linear SVM را انتخاب کنید و در نهایت روی گزینه Train کلیک کنید. دقت به دست آمده روی این داده ها را گزارش کنید.

**تمرین ۵-۲)** با استفاده از گزینه ی Feature Selection یکی یکی فیچر ها را به تنهایی انتخاب کنید و مجدد گزینه ی Train را کلیک کنید و برای هر فیچر دقت به دست آمده را گزارش کنید (شش عدد مختلف). کدام یک از ویژگی ها به دیابتی بودن فرد بیشتر ربط دارد؟

**تمرین ۵-۳)** ماشین آموزش دیده (با استفاده از همه ی فیچرها) را با استفاده از گزینه ی Export Model در Workspace با نام TrainedModel ذخیره کنید. حال فرض کنید می خواهیم با ماشین آموزش دیده برچسب داده های diabetes-training را مجدد تخمین بزنیم و خودمان دقت ماشین آموزش دیده را بسنجیم. با استفاده از TrainedModel و آرگومان predictFcn آن، برچسب داده ها را تخمین بزنید. برچسب چند درصد داده ها درست تخمین زده شد؟ این عدد دقت فاز آموزش است.

توجه داشته باشید جواب شما باید با جواب تمرین ۵-۱ مطابقت داشته باشد. همچنین برای محاسبه ی دقت اگر احتیاج شد می توانید ستون آخر Table داده ها را با استفاده از دستور table2array به array تبدیل کنید تا بتوانید از آن برای محاسبات استفاده کنید.

**تمرین ۵-۴)** فایلی با نام diabetes-validation در اختیار شما قرار داده شده است که فیچرهای ۱۰۰ نفر جدید است و در ستون آخر آن دیابتی بودن و یا نبودن هر فرد مشخص شده است. با استفاده از ماشین آموزش دیده در قسمت قبل، برچسب این داده ها را تخمین بزنید. برچسب چند درصد داده ها درست تخمین زده شد؟ این عدد دقت فاز تست یا ارزیابی است.

## نکات کلی:

- در صورت وجود هرگونه پرسش و ابهام به ستاره دهقان فرد و استاد ایمیل بنزید.
- فایل نهایی شما باید به صورت یک فایل زیپ شامل گزارشکار به فرمت PDF و کد های متلب باشد.