

دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

سیگنال‌ها و سیستم‌ها

دکتر اخوان

تمرین کامپیوتری دوم

مهلت تحویل : 21 اردیبهشت ماه ساعت 17:00

مقدمه:

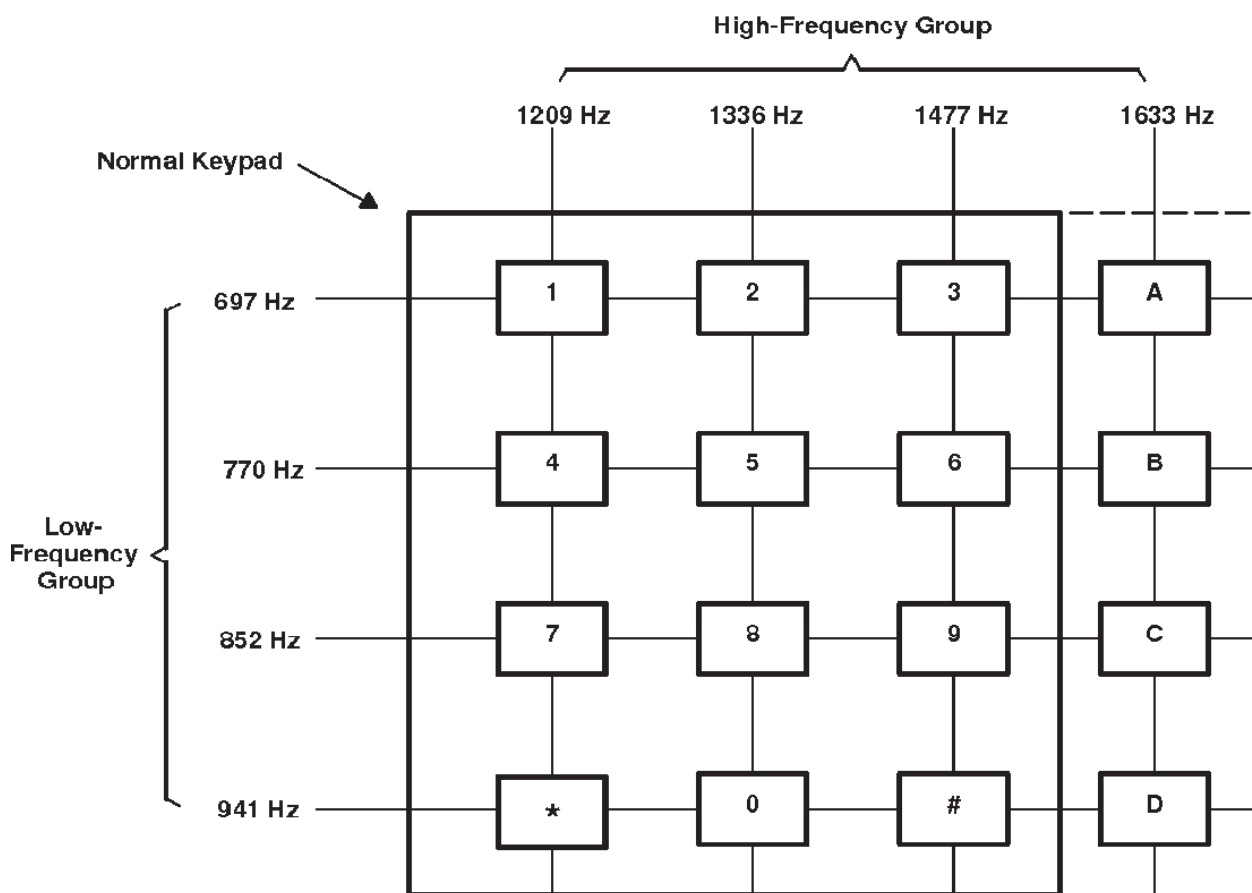
نوی دوگانه چند بسامدی (Dual-Tone Multi Frequency یا به اختصار DTMF)، اصطلاح فنی فرکانس‌های صوتیست که با فشردن کلیدهای تلفن ایجاد می‌شوند. این روش که بعضاً touch tone نیز نامیده می‌شود، در ابتدا در ارسال سیگنال‌های تلفن به مراکز سوییچ محلی و دریافت سیگنال از آنها کاربرد داشته است، اما امروزه کاربردهای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

شرح رویکرد:

به هر کلید تلفن یک نوی 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!)

همچنین گفتنی است که احتمال آنکه ترکیب این دو نوا را بتوان با صدای انسان بازتولید کرد، بسیار کم است.

همانطور که در شکل 1 مشاهده میکنید، به هر یک از 4 ردیف صفحه کلید، یکی از نواهای با فرکانس پایین و به هر یک از 3 ستون یکی از نواهای با فرکانس بالا اختصاص داده میشود. کلیدهای ستون چهارم هم که با حروف A, B, C, D مشخص شده اند، دلخواه هستند و بیشتر کاربرد نظامی دارند.



شکل 1 - 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 1، پیاده سازی نمایید.

(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 شماره دانشجویی خود را با استفاده از سیگنالینگ DTMF تولید کنید. مدت زمان هر سیگنال (T_{on}) را 0.1 ثانیه و فاصله زمانی بین پخش دو سیگنال (T_{off}) را هم 0.1 ثانیه در نظر بگیرید. فرکانس نمونه‌برداری را 8 کیلوهرتز در نظر بگیرید و با استفاده از دستور audiowrite سیگنال تولیدی را در y.wav ذخیره کنید.

راهنمایی: کد زیر برای تولید سیگنال فقط یک شماره صفحه کلید نوشته شده است. با دستور sound می‌توانید 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)

```

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 بهفهمیم هر بازه زمانی منتج از فشردن کدام کلید بوده است. برای این کار از معیار همبستگی استفاده می‌کنیم. برای بررسی شباهت دو سیگنال که می‌تواند به صورت صدا یا تصویر باشد، ابتدایی‌ترین روش، بررسی ضریب همبستگی دو سیگنال است که پیشتر در درس آمار و احتمال مهندسی با آن آشنا شده‌اید و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$r = \text{correlation coefficient } (x,y) = \frac{\sum_{n=1}^L x[n]y[n]}{\sqrt{\sum_{n=1}^L x^2[n]} \sqrt{\sum_{n=1}^L y^2[n]}}$$

بنابراین برای هر بازه زمانی جدا شده، ضریب همبستگی سیگنال آن بازه را با سیگنال‌های DTMF کلیدهای مختلف حساب می‌کنیم. سپس آن کلیدی که سیگنالش ضریب همبستگی بزرگتری را ایجاد می‌کند به عنوان کلیدی در نظر می‌گیریم که سیگنال صوتی را تولید کرده است. این کار را برای همه بازه‌های زمانی جدا شده تکرار می‌کنیم تا رمزگشایی کامل انجام شود. برای اطمینان از صحت کد خود، حتماً فایل صوتی را هم که در قسمت قبل تولید کردید، رمزگشایی کنید.

نکات کلی درباره پروژه :

- در صورت وجود هرگونه پرسش و ابهام به [پرهام کاظمی](#) یا [اشکان جعفری](#) ایمیل بزنید.
- تمام پیاده سازی ها باید در محیط MATLAB باشد.
- فایل نهایی شما باید به صورت یک فایل زیپ شامل گزارش کار (در قالب pdf) ، کد های متلب و سایر فایل های خواسته شده باشد.
- آن را به صورت SS_CA2_SID.zip نامگذاری کنید که SID همان شماره دانشجویی شما است.
- مشورت کردن، کمک به یکدیگر و همفکری بسیار درست و سازنده است؛ به شرط آن که به یادگیری کمک کند. بنابراین مشورت در راستای فهم دقیق مسائل مانعی ندارد.