به نام خدا

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

سیگنال ها و سیستم ها

استاد: دکتر ربیعی

تمرین کامپیوتری شماره 3

نام و نام خانوادگی: محمدحیدری

شماره دانشجویی: 810197494

اردیبهشت ماه 1399

چکیده:

درقسمت اول پروژه با مفهوم spectrogram آشنا میشویم که درواقع یک نمایش بصری از طیف صوت یا سیگنال هایی است که در طول زمان تغییرات زیادی دارند.

Spectrogram درواقع نشان دهنده مقدار طیف سیگنال درفرکانس های مختلف و بازه های زمانی مختلف می باشد.که درتحلیل های سیگنال ها بسیار کارآمد میباشد.

درپارت اول این پروژه به تحلیل فایل tel.wav میپردازیم و الگوی اسپکتروگرام آن را یک بار بااستفاده از تابع spectrogram و باردیگر بااستفاده از تابع fft و تبدیل فوریه گرفتن از ستون های ماتریس بدست می آوریم که درادامه به آن خواهیم پرداخت.

درپارت 2 به تحلیل سیگنال صوتی خواهیم پرداخت به این صورت که ما میدانیم که هرکلیدی که فشار داده میشود از جمع 2 سیگنال سینوسی با فرکانس های مختلف تشکیل شده است که این فرکانس ها بترتیب ستون و ردیف کلید فشارداده شده را در تلفن مشخص میکنند. این صداها را خوانده و با نام های key0 تا key9 بااستفاده از Audiowrite باهمان فرکانس نمونه برداری ذخیره میکنیم.

درپارت اخراین پروژه نیز ازما خواسته شده که یک فایل csv. را خوانده و بااستفاده از طیف سیگنال های خوانده شده ازفایل و مقایسه با طیف Key0 تا Key9 تشخیص دهیم که چه مجموعه شماره هایی فشار داده شده است.

هدف از این پروژه آشنایی با طیف سیگنال ها و تبدیل فوریه آنها و همچنین استفاده از spectrogram برای تحلیل طیف سیگنال های صوتی میباشد که در ادامه به تفصیل آورده شده است.

اسپکتروگرام:

1.1)رسم اسپکتروگرام

دراین پارت همانطور که درتوضیحات صورت سوال اشاره شده ما بااستفاده از تابع audioread() فایل tel.wav را خوانده و سپس با طول پنجره ی 50 به ساختن ماتریس اسپکتروگرام به 2 روش میپردازیم.

درقسمت اول ازما خواسته که بااستفاده ازتعریف به ساختن ماتریس X بپردازیم و سپس با فوریه گرفتن از آن به ماتریس اسپکتروگرام برسیم.در این قسمت همانطور که درکد متلب دیده میشود آرایه 2بعدی بعنوان X1 تعریف شده و بااستفاده از یک for و همچنین تابع fft و fftshift مقدار فوریه ستون ها در ماتریس اسپکتروگرام ریخته شده و همچنین باتوجه به تعریف میدانیم این آرایه 2 بعدی دارای بعد 7651*50 میباشد.که بانتیجه خروجی همخوانی دارد.پس از ساختن ماتریس اسپکتروگرام اندازه آن را بادستور imagesc ترسیم کرده ایم و در Figure1 نمایش داده ایم.

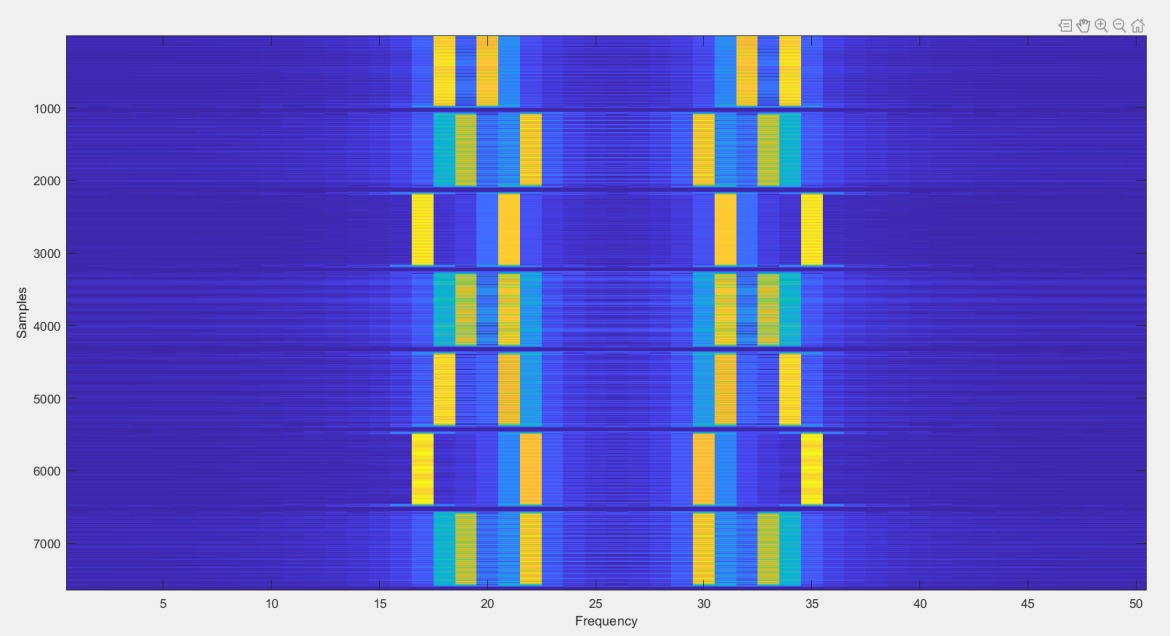

Figure 1

در ادامه این پارت یک بار نیز مطابق خواسته سوال از تابع default متلب با عنوان spectrogram استفاده میکنیم که در Figure2 قابل مشاهده میباشد.

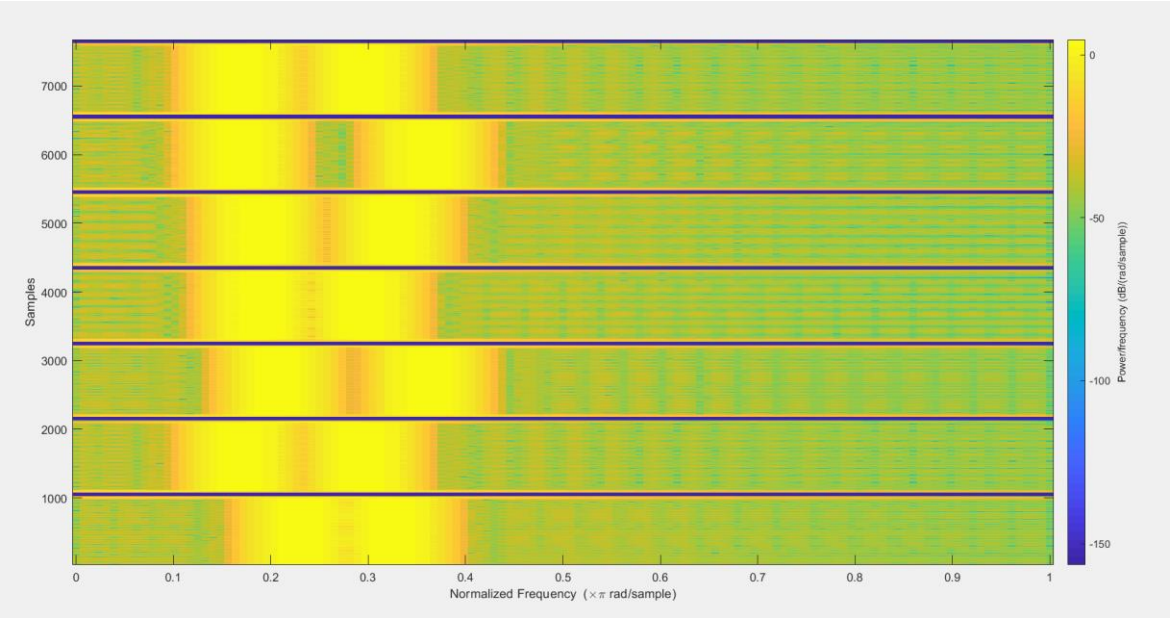

Figure 2

پرسش1)تفاوت ها =تابع default متلب فرکانس ها را به صورت پیشفرض نرمال میکند و افقی و عمودی بودن نمودار را هم تغییر میدهد و همانطور که درکد دیده میشود ابتدا ارایه را ترانهاده کرده و سپس بادستور imagesc به رسم نمودار میپردازیم و همچنین باتوجه به نتیجه بدست آمده از مطالعه الگوریتم تابع spectrogram روش محاسبه تبدیل فوریه گرفتن این تابع از نوع fast fourier transform نمیباشد و به همین دلیل به اندازه حالت دستی که ما به محاسبه ماتریس X میپردازیم فرکانس ها قابل شناسایی نیستند.

پرسش2)پاسخ به این سوال که آیا میتوان از روی spectrogram شماره تلفن را از روی صدای کلیدها به دست آورد نیز مثبت است زیرا اولا بدلیل پنجره 50 تایی هرکدام از شماره ها در طیف اسپکتروگرام از هم تفکیک شده اند و ثانیا هرشماره از هم از 2سیگنال سینوسی با فرکانس مشخص تشکیل شده که ترکیب انها از سایرین متفاوت است و میتوانیم بااستفاده ازیک نمونه شماره تلفن که فرکانس های کلیدهای انرا میدانیم همانند نمونه مفروض و استخراج فرکانس ها از اسپکتروگرام به شماره هرکلید پی ببریم.

صدای کلیدتلفن :

2_1)تولیدصدای کلید:

همانطورکه دراین پارت نیزاشاره شد صدای هرکلید جمع 2سیگنال سینوسی است که با 2فرکانس بالا و پایین معرفی میشود.سیگنال بافرکانس بالا ستون کلید را مشخص میکند وسیگنال با فرکانس پایین ردیف کلید در صفحه کلید تلفن را مشخص میکند حال با این اطلاع دراین پارت بااستفاده ازفرکانس های داده شده برای هرکلید به ایجاد سیگنال صوتی کلید مربوطه میپردازیم.

Key6[n]= sin(0.5906w1) + sin(1.1328w2)

برای مثال مطابق رابطه بالا بااستفاده از یک لوپ **for** 1000 تایی هریک از سیگنال های **key0** تا **key9** را مطابق فرکانس های مفروض تشکیل داده ایم.و درنهایت بااستفاده از دستور **audiowrite** به ذخیره فایل های صوتی ناشی از **key** ها با فرکانس نمونه برداری مفروض میپردازیم.همانطور که انتظار داشتیم صدایی مشابه صدای فشردن دکمه تلفن های همراه بگوش میرسد.

در ادامه همین بخش بااستفاده از تابع **my_fft_full** که در پروژه قبلی برای محاسبه تبدیل فوریه و فرکانس مفروض نوشته شده بود به محاسبه ی طیف و فرکانس متناظر هریک ازسیگنال های صوتی **key0** تا **key9** پرداخته ایم.که در نمودار **figure3** قابل مشاهده میباشد.

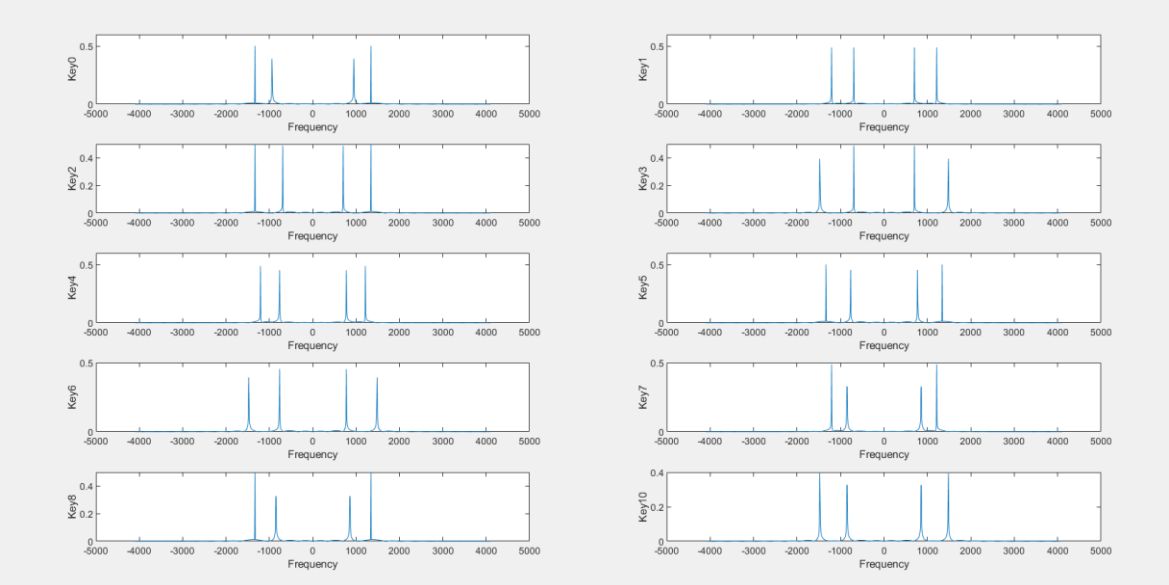

Figure 3

درقسمت اخراین سوال نیز باتوجه به خواسته سوال ماتریس space باطول 100 وشامل درایه های صفر به همراه شماره دانشجویی بنده 810197494 به صورتی که بین 2 سیگنال همنام باشماره دانشجویی یک space قرارگرفته شده است تجمیع شده و ماتریس phone_num را تشکیل داده اند که بافرکانس نمونه برداری مفروض با تابع audiowrite در دایرکتوری ذخیره شده است.

درسوال ازما خواسته شده که مقادیر فرکانس های بدست آمده از طیف سیگنال ها را با جدول بسامدزاویه ای ها مطابقت دهید که در زیر برای key0 محاسبه شده است.

F1=1333 f1÷Fs=1333÷8192=0.1627 & wcol=2πf1=2*3.14*0.1627=1.0217

F2=940.9 f2÷Fs=940.9÷8192=0.1148 & wrow=2πf2=2*3.14*0.1148=0.7209

همانطور که دیده میشود فرکانس خوانده شده با بسامدزاویه ای های جدول مفروض مطابقت دارد.

2_2)تشخیص صدای کلید:

دراین پارت که درواقع مهم ترین پارت پروژه میباشد به تشخیص صدای کلیدها میپردازیم.ابتدا فایل phone.csv را با استفاده ازتابع csvread خوانده ودرآرایه ای باعنوان Test_data ذخیره میکنیم. همانطور که صورت سوال گفته در قسمت تشخیص صدا ما همواره با 7 شماره فشارداده شده سرکار داریم که مطابق فرمت ازپیش تعیین شده با space 100 تایی ازهم جدا شده اند و طول هرسیگنال صوتی مربوط به هرکلید 1000 میباشد.در قسمت اول این پارت ازما خواسته شده که هررقم را جداکرده و درآرایه مربوطه بریزید برای اینکار با توجه به الگومفروض 7 سیگنال نمونه را تحت عنوان key0_T تا key6_T ذخیره کرده و درآرایه هایی نگه میداریم و سپس بااستفاده از my_fft_full به محاسبه طیف سیگنال های صوتی key0_T تا key6_T میپردازیم و نمودار آنها را ترسیم میکنیم وازروی نمودارهای طیف رسم شده و مقایسه با طیف سیگنال های صوتی کلید 1 تا 9 به شماره دکمه فشرده شده پی میبریم.

ازمقایسه صورت گرفته 7 رقم ناشی از فایل .csv به ترتیب شامل الگو زیر است.

Press key : 4_9_1_5_8_7_7

درقسمت نهایی این بخش نیز به نوشتن تابعی تحت عنوان compare میپردازیم که عمل مقایسه و یافتن شباهت بین سیگنال نمونه و سیگنال های صوتی کلیدها را انجام داده و روش بهتری و سریع تری برای یافتن الگو کلیدها باشد.این تابع به این صورت کار میکند که ارایه تست اولیه رامیگیرد و طیف آن را با طیف کلیدهای فشرده شده با خطای 0.1 بررسی میکند و شماره کلیدفشرده شده را به عنوان خروجی

پاس میدهد.همچنین علاوه براین تابع تابعی تحت عنوان pressed_Buttons نیز تعریف کرده ام که سیگنال خوانده شده از فایل اکسل را به عنوان ورودی میگیرد و آرایه ای به نام result را که شامل 7 رقم فشارداده شده است را برمیگرداند.طرزکار آن نیزبه این صورت است که با یک loop 7 بار تابع compare را فراخوانده و با استفاده از ان نتیجه نهایی دکمه های فشارداده شده را برمیگرداند.

برای مثال نتیجه حاصل از خواندن فایل اکسلphone.csv به صورت زیر از آرایهresult درشکل زیرقابل مشاهده میباشد.

Output