

# پروژه اول درس پردازش زبان و گفتار

نام: آرش عسگری

شماره دانشجویی: ۹۶۲۸۶۸۳

موضوع پروژه: دستیابی به **pitch frequency** از طریق **Cepstral analysis**

## روند کلی پروژه:

ابتدا فریم های واکدار را از طریق بدست آوردن انرژی هرفریم تشخیص می دهیم سپس برای آن فریم ها از طریق تحلیل کپسترال فرکانس پیچ را تعیین میکنیم.

## پردازش اولیه:

۱۵ خط ابتدایی فایل main.m به این فرایند و همچنین windowing اختصاص یافته است. ابتدا از طریق دستور audioread فرکانس نمونه برداری و آرایه صوت را بدست آورده ایم سپس از همانطور که کامنت گذاری شده است عددی را به عنوان طول فریم و فریم شیفت در نظر گرفته ایم و تعداد پنجره ها را بر مبنای آن ها در FN ذخیره کرده ایم سپس با استفاده از تابع buffer فریم بندی انجام و در متغیر y ذخیره شده است بدین صورت که هریک از ستون های y بیانگر یک فریم است.

پس از آن پنجره با طول مناسب ایجاد و در تک تک فریم ها ضرب شده است.

## بدست آوردن انرژی فریم ها:

انرژی هر فریم مجموع توان دو مقادیر آن است در حلقه for موجود در خطوط ۱۸ الی ۲۲ به ازای هر فریم فرایند گفته شده انجام و در متغیر energy ذخیره شده است .

پس از آن ماکسیمم مقدار انرژی فریم ها در متغیر maxEnergy ذخیره شده است.

## احتساب فرکانس پیچ:

برای فریم هایی که انرژی شان از یک سوم maxEnergy بیش تر است (در واقع واکدارند)، تابعی که مقدار فرکانس پیچ را برای آن فریم بازمیگرداند صدا می شود و در نمودار آن شماره فریم و میزان فرکانس پیچ ثبت می شود.

## نحوه محاسبه تبدیل کپستروم:

برای محاسبه تبدیل کپستروم ابتدا از آن تبدیل فوریه میگیریم و سپس اندازه آن را بدست می آوریم و از آن لگاریتم میگیریم پس از آن برای تحلیل از آن تبدیل فوریه معکوس گرفته و اندازه آن را بدست می آوریم.

می دانیم کپستروم متقارن است برای همین دامنه آن را نصف می کنیم تا بخش یونیک بدست آید.

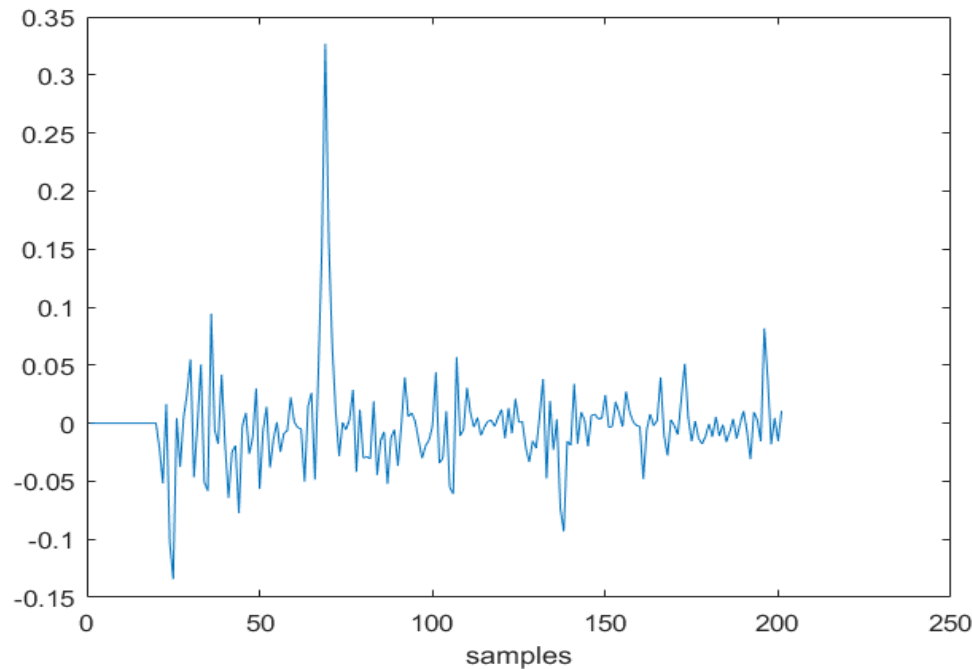
آن بخش از سیگنال که برای یافتن فرکانس پیچ مورد نیاز است زمان های بالایی است پس از high time lifter بهره میبریم

پس از آن سیگنال بدست آمده آماده تحلیل است

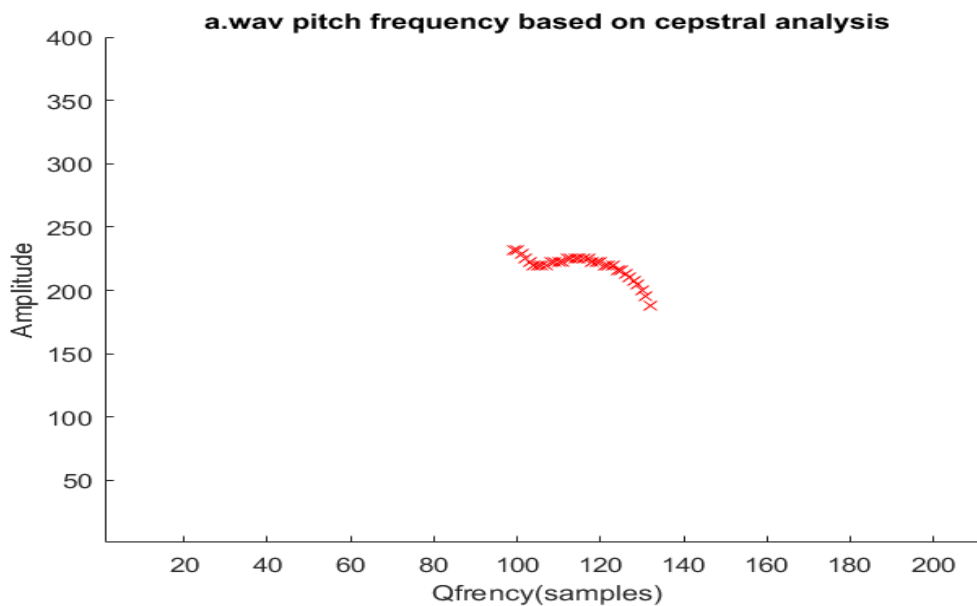
بدست آوردن فرکانس پیچ از تبدیل کپستروم:

پس از بدست آوردن سیگنال موردنیاز در مرحله قبل، فرکانس نمونه برداری را بر محل ماکسیمم شدن آن تقسیم میکنیم عدد بدست آمده تخمین پیچ بر مبنای تحلیل کپستروم برای آن پنجره خواهد بود.

شکل تبدیل کپستروم برای پنجره ۱۰۰ ام:

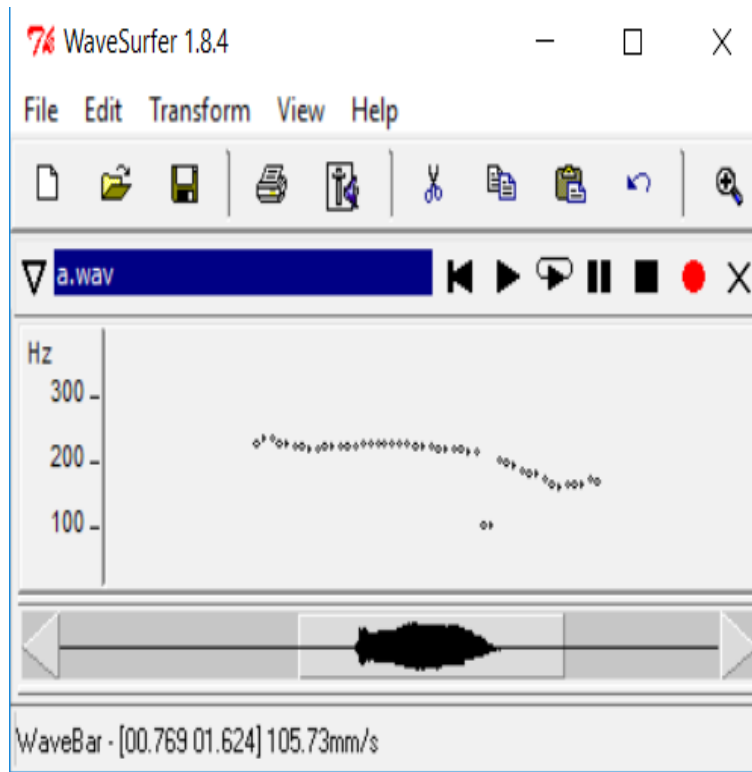


حال فرکانس پیچ را برای تک تک پنجره ها بدست می آوریم و نمودار آن را رسم میکنیم:



همانطور که مشاهده میکنید تخمین الگوریتم ما حدود ۲۲۰ است که خروجی wave surfer

گواه بر درستی نتیجه ماست:



دو فولدر کد آپلود شده که ۹۰ درصد مشابه اند  
فولدر frequency estimation for all windows برای تک تک پنجره ها فرکانس پیچ را  
حساب و نمودار فرکانس پیچ را نمایش می دهد و دیگری برای فقط یک پنجره فرکانس پیچ را  
حساب و نمودار ضرایب کیستروم را نشان می دهد

(ب)

می‌دانیم ضرایب کپستروم از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\text{Cepstrum}(d) = \text{IFFT}(\log(\text{abs}(\text{FFT}(s(n))))))$$

در این تعریف  $d$  ایندکس ضریب است و به آن کیوفرنسی سیگنال گویند. به علت تبدیل و سپس تبدیل معکوس کیوفرنسی از نوع زمان است. یک پیک در حوزه کیوفرنسی  $d0$  نشاندهنده یک کامپوننت پریودیک در سیگنال اصلی با پریود  $d0$  و فرکانس  $1/d0$  است.

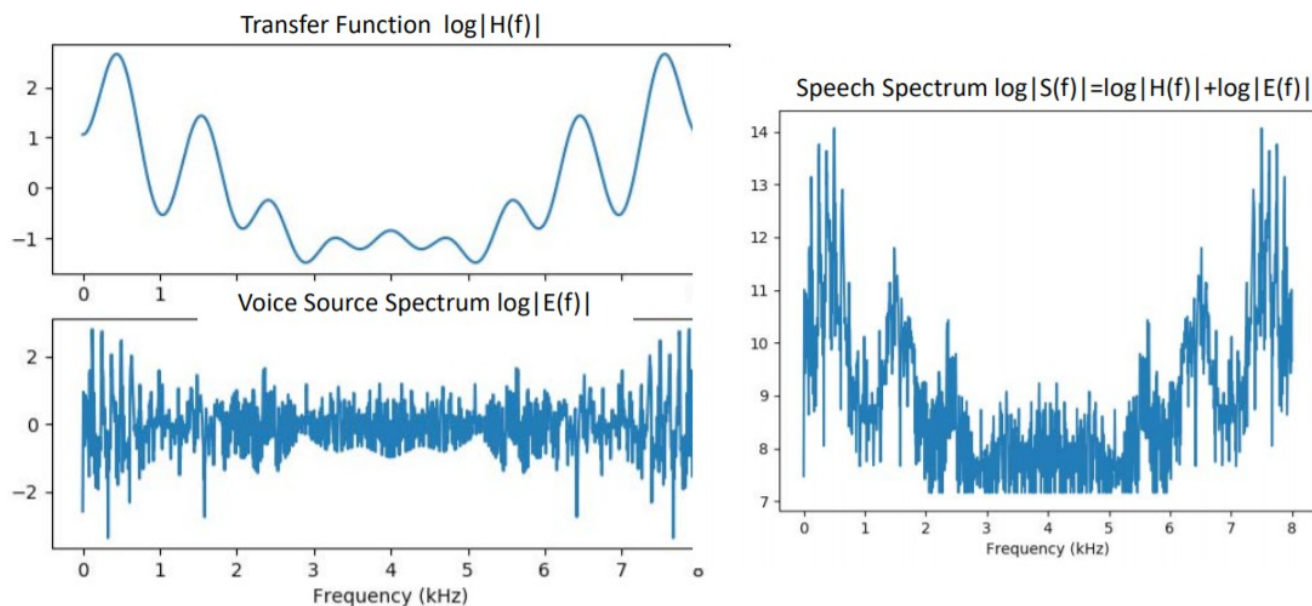
می‌دانیم صدای خروجی ما از وارد شدن سیگنال تحریک  $e$  به فیلتر سیستم تنفسی  $h$  شامل نای و شش و ... ایجاد می‌شود:

$$s(t) = h(t) * e(t)$$

اگر از این عبارت تبدیل فوریه بگیریم خواهیم داشت:

$$S(f) = H(f)E(f)$$

$E$  شامل فرکانس پیچ و  $H$  شامل رزونانس سیستم تنفسی که به آن فرمنت گویند می‌شود.  
حال اگر از دو طرف لگاریتم بگیریم ضرب به جمع تبدیل خواهد شد و خواهیم داشت:



شکل (۱)

طبق خاصیت دوگانی در تبدیل فوریه اگر از سیگنالی تبدیل فوریه بگیریم سپس به جای متغیر  $f$ ، متغیر زمان  $t$  بگذاریم و دوباره تبدیل فوریه بگیریم سیگنال اولیه با متغیر  $f$  بدست خواهد آمد

## خاصیت دوتایی تبدیل فوری

$$x(t) \xrightarrow{f} X(f) \xrightarrow[\text{به جای } f]{\text{جایگذاری } t} X(t) \xrightarrow{f} x(-f)$$



Scanned with  
CamScanner

نتیجه میگیریم بسیاری از خواص تبدیل فوری معکوس مشابه تبدیل فوری است  
حال اگر از نمودار سمت راست شکل (۱) بخواهیم تبدیل فوری بگیریم همانند آن است که از هریک از نمودار سمت  
چپ تبدیل فوری گرفته و سپس جمع کنیم

همانطور که از دو نمودار پیداست نمودار سمت چپ بالا (نمودار مربوط به فیلتر دستگاه تنفس و در نتیجه فرمنت)  
دارای فرکانس بسیار پایینتری نسبت به نمودار سمت چپ پایین که مربوط به فرکانس پیچ است می باشد  
پس در معکوس تبدیل فوری نیز یعنی حوزه کیوفرنسی پیک های مربوط به فرکانس گام در کیوفرنسی های بالا و  
فرمنت در کیوفرنسی های پایین اتفاق خواهد افتاد  
در نتیجه برای استخراج فرکانس پیچ از high pass lifter استفاده می شود.

باتشکر