

به نام خدا



گزارش پروژه کارشناسی

موضوع : طیف نگار فرکانسی سیگنال های صوتی برای دستگاه های آندروید

تهیه کننده :

تینا خواجه - ۸۹۲۴۶۵

استاد راهنما :

دکتر رضا ثامنی

فهرست مطالب

۳	مقدمه
۴	فصل اول : معرفی سیستم عامل آندروید
۴	۱- ویژگی های سیستم عامل آندروید
۵	۲- معماری سیستم عامل آندروید
۷	۳- تاریخچه سیستم عامل آندروید
۹	فصل دوم : بررسی و دسته بندی اپلیکیشن ها با محوریت موسیقی
۸	۱- دسته بندی اپلیکیشن ها با محوریت موسیقی
۱۱	۲- ایده های قابل اجرا در زمینه موسیقی و صدا
۱۴	فصل سوم : انتخاب موضوع و پیاده سازی پروژه کارشناسی
۱۳	۱- ثبت نمونه ها
۱۴	۲- پردازش
۲۰	۳- نمایش اطلاعات حوزه فرکانس

مقدمه

امروزه بر روی بیشتر گوشی های تلفن همراه پردازنده ها و امکانات سخت افزاری وجود دارد که می تواند برای بسیاری از پردازش ها و محاسبات مورد استفاده قرار گیرد. وجود این پردازنده ها و امکانات سخت افزاری ما را قادر می سازد تا بسیاری از ابزار هایی را که قبل از برای داشتن آنها مجبور به اختصاص امکانات سخت افزاری بودیم، بدون اختصاص منبع سخت افزاری خاص و تنها با استفاده از پردازنده و امکانات موجود بر روی گوشی تلفن های همراه در اختیار داشته و مورد استفاده قرار دهیم. به این ترتیب علاوه بر رفع نیاز، در هزینه های تهییه و تولید ابزار مورد نظر صرفه جویی صورت می گیرد.

پروژه پیش رو یکی از این ابزار است که از طریق استفاده از امکانات موجود بر روی گوشی های تلفن همراه بدون در اختیار داشتن سخت افزار به خصوصی و تنها با استفاده از امکانات دستگاهی که بر روی آن نصب می گردد به کاربر خود سرویس های لازم را می دهد. این پروژه یک اپلیکیشن آندروید و قابل اجرا بر روی دستگاه ها با سیستم عامل آندروید می باشد.

پروژه انتخاب شده به عنوان پروژه کارشناسی جدا از کارکرد و نیازی که در نهایت از کاربران برطرف می کند اپلیکیشنی خواهد بود که بر روی دستگاه هایی (گوشی همراه یا تبلت) با سیستم عامل آندروید اجرا می شود. با توجه به عدم آشنايی اينجانب به عنوان سازنده محصول با سیستم عامل آندروید، مبانی برنامه نويسي اپلیکیشن های قابل اجرا بر روی سیستم عامل های آندروید و همچنین امکانات سخت افزاری موجود بر روی گوشی های همراه و تبلت های پرطرفدار و موجود در بازار، در ابتدا و برای شروع به کار تصمیم به يادگیری و كسب اطلاعات در زمینه های ذكر شده گرفته شد.

فصل اول :

معرفی سیستم عامل آندروید

آندروید سیستم عامل مربوط به گوشی تلفن های همراه است که بر پایه هسته ای سیستم عامل لینوکس استوار بوده و در حال حاضر توسط شرکت گوگل در حال گسترش می باشد. آندروید در ابتدا برای دستگاه های لمسی مثل گوشی های هوشمند و تبلت ها تهیه شده بود و بعدا برای دیگر محصولات مانند Android Auto ، Android Tv ارائه شد و رابط های کاربری مختلفی متناسب با نیاز کاربر ارائه داد.

کد مربوط به این سیستم عامل تحت قوانین موجود به صورت متن باز^۱ در اختیار علاقه مندان قرار گرفت. این خاصیت متن باز بودن سیستم عامل آندروید باعث شد تا بسیار مورد علاقه توسعه دهنده‌گان قرار گیرد و قادر باشند با اضافه کردن ویژگی های مختلف به آن متناسب با نیاز کاربران خود از آن استفاده کنند. همچنین با توجه به این خاصیت متن باز بودن و همچنین حمایت های سخت افزاری و نرم افزاری که متناسب با این سیستم عامل از دستگاه های قابل حمل می شود، سیستم عامل آندروید به پرطرف دار ترین سیستم عامل موجود بر روی گوشی های همراه تبدیل شده است.

این سیستم عامل تا آنجا مورد علاقه استفاده کنندگان قرار گرفته است که آمارها نشان می دهند کاربران این سیستم عامل ماهیانه حدود ۱.۵ بیلیون اپلیکیشن از سایت google play دانلود کرده و استفاده می کنند. با توجه به این آمار می توان گفت سیستم عامل آندروید به طور پیوسته مرز های نرم افزار و سخت افزار را جا به جا می کند تا بتواند قابلیت های جدید دیگری از نظر سخت افزاری یا نرم افزاری در اختیار کاربران خود قرار دهد. همچنین این سیستم عامل به کاربران این امکان را می دهد که اپلیکیشن های پر قدرت و متفاوتی بسازند و از آخرین تکنولوژی موجود بر روی گوشی استفاده کنند.

۱- ویژگی های سیستم عامل آندروید :

۱.۱- رابط کاربری :

رابط کاربری این سیستم عامل به صورت پیش فرض به صورت مستقیم و با استفاده از ورودی های لمسی مثل ضربه زدن، کشیدن و ... مشخص شده است. علاوه بر روش های ابتدایی اشاره شد، اضافه شدن سخت افزارهایی مثل شتاب سنج^۲ ، ژیروسکوپ^۳ و حسگر مجاورتی^۴ باعث شده است تا کاربر بتواند به حالت های مختلف با دستگاه

¹- open source

²- Accelerometer

³-Gyroscope

تعامل داشته باشد و از این طریق استفاده از اپلیکیشن و بازی هایی که از طریق چرخاندن، متمایل کردن و حرکت صفحه است امکان پذیر شده است.

۱.۲. اپلیکیشن ها :

در حال حاضر اپلیکیشن های متنوعی برای اجرا بر روی سیستم عامل آندروید موجود است و کاربران می توانند از مراکزی مانند Amazon Appstore یا google play اپلیکیشن مورد نیاز خود را تهیه کنند. این برنامه ها که نیاز کاربران را رفع کرده و توانایی و کارکرد دستگاه را افزایش می دهند معمولاً به زبان جاوا نوشته می شوند و از مجموعه‌ی Android Software Development Kit (SDK) نیز استفاده می‌کنند. علاوه بر روش گفته شده برای ارتقا و ساخت اپلیکیشن‌های مختلف ابزارهای گسترش دهنده‌ی دیگری به زبان‌های مختلف وجود دارند.

۱.۳. مدیریت حافظه :

از آنجایی که معمولاً دستگاه های آندروید با کمبود باتری روبرو هستند. سیستم عامل های آندروید بر خلاف سیستم عامل کامپیوتر ها به گونه‌ای طراحی شدند تا مدیریت حافظه را به گونه‌ای انجام دهند تا مصرف باتری را به حداقل خود برسانند و از ترفند های مختلف برای این کار استفاده می‌کنند.

۲. معماری سیستم عامل آندروید :

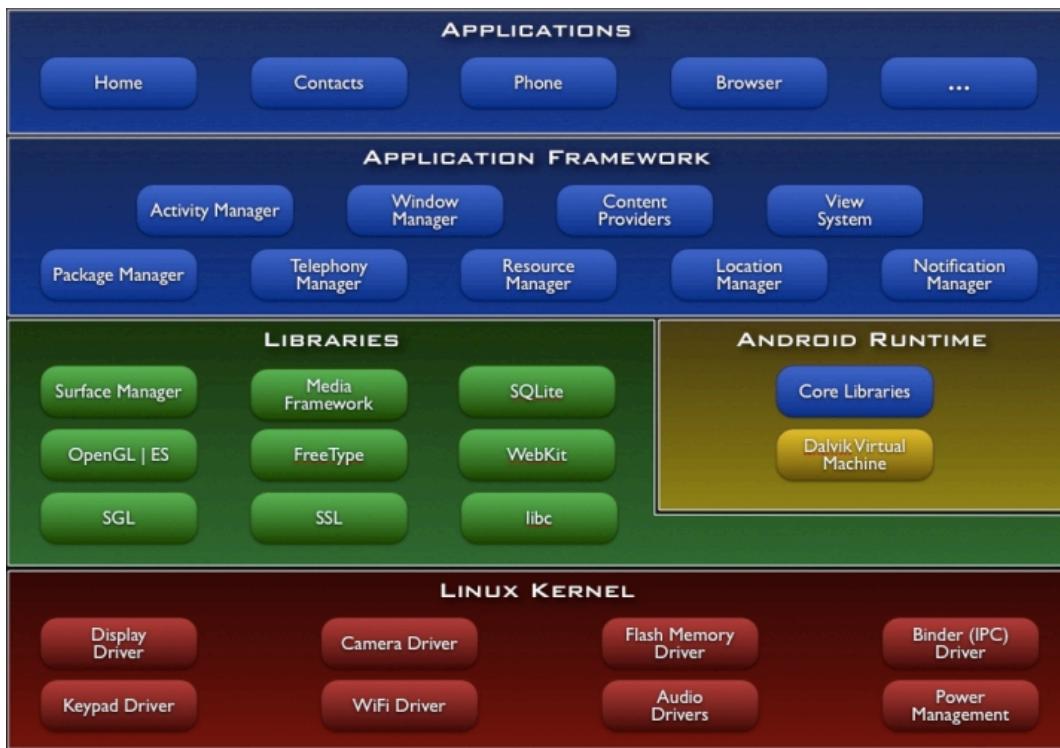
سیستم عامل آندروید پشتهای از مجموعه های نرم افزاری است که می توان آن را به ۵ قسمت تقسیم کرد که شامل ۴ لایه اصلی است.

این لایه ها را از پایین به بالا معرفی می کنیم :

۲.۱. Linux Kernel :

در پایین ترین لایه‌ی نرم افزاری سیستم عامل آندروید این لایه وجود دارد که عملکرد های پایه‌ای که سیستم بر اساس آنها استوار است را در فراهم می‌کند. این لایه وظیفه‌ی تعامل با سخت افزار را بر عهده دارد و همچنین شامل کد های مختلف برای تعامل با سخت افزار می‌باشد. به بیان دیگر می‌توان گفت این لایه به عنوان یک واسطه بین سخت افزار و دیگر لایه های نرم افزاری عمل می‌کند.

⁴-Proximity Sensor



شکل ۱-۱ - معماری سیستم عامل آندروید

۲.۲ : Libraries

لایه‌ی بعدی کتابخانه‌های مخصوص سیستم عامل آندروید می‌باشد. این همان لایه‌ای است که دستگاه را قادر می‌سازد تا انواع گوناگون داده‌ها را مدیریت کند. این کتابخانه‌ها مخصوص سخت افزار است به زبان‌هایی همچون C یا C++ نوشته شده‌اند.

بعضی از این کتابخانه‌های مهم عبارتند از :

SurfaceManager, MediaFramework, SQLite, WebKit, OpenGL

۲.۳ :Android Runtime

این لایه شامل ماشین مجازی Dalvik و همچنین کتابخانه‌های مرکزی به زبان java است.

یک نوع ماشین مجازی برای زبان جاوای^۵ است که در دستگاهها با سیستم عامل آندروید مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماشین مجازی برنامه‌هایی که برای سیستم عامل آندروید نوشته می‌شوند

⁵-Java virtual machine

را اجرا می کند، این کارکرد باعث شده تا به عنوان جزئی جدا از پشته نرم افزاری آنдрودید محسوب گردد. فایل ها با پسوند class را اجرا نمی کند بلکه فایل های با پسوند class در زمان کامپایل شدن به فایل هایی با پسوند dex تبدیل می شوند که از نظر منابع خیلی کارآمد تر هستند.

: Application FrameWork .۲.۴

این برنامه ها مدیریت کارهای ابتدایی دستگاه مثل مدیریت منابع، مدیریت تماس های تلفنی و... را بر عهده دارند، سازندگان اپلیکیشن ها با این برنامه ها برای ساخت برنامه جدید خود سروکار دارند. بخش های مختلف این لایه عبارتند از:

Resource Manager ، Location Manager ، Telephony Manager ، Content Providers ، Activity Manager

: Application _۲.۵

این لایه بالاترین لایه در معماری آندرودید است، و جایی محسوب می شود که اپلیکیشن های ساخته شده در آن قرار می گیرند.

۳. تاریخچه سیستم عامل آندرودید :

سیستم عامل آندرودید اولین بار در نوامبر سال ۲۰۰۷ با نسخه بتا منتشر شد. بعد از آن اولین نسخه تجاری در سپتامبر ۲۰۰۸ منتشر شد. تا کنون این سیستم عامل با ۴ نسخه مختلف که هر کدام خود زیرنسخه های مختلفی هم دارد به بازار ارائه شده است. در هر نسخه جدید سعی شده ویژگی های بیشتر با کارایی بالاتر در اختیار کاربران قرار گیرد. اسم تجاری این نسخه های مختلف سیستم عامل های آندرودید یکی از ویژگی های جالب آنها هستند که با خوردنی های خوشمزه پیوند خورده اند. اسامی همچون :

(نان خامه ای)، Foryo (ماتی بخ زده)، Honeycomb (نان زنجبیلی)، Eclair (کندوی)، Dounat (نانی حصیری)، Jelly Bean (پاستیل ژله ای)، Kit Kat (لولیپاپ)، Ice Cream Sandwich (آبنبات ژله ای)

فصل دوم :

بررسی و دسته بندی اپلیکیشن ها با محوریت موسیقی

در ابتدا و برای شروع به انجام کار در هر زمینه ای یکی از موارد قابل توجه و مورد اهمیت کسب اطلاع درباره کارهای انجام شده توسط دیگران در آن زمینه به خصوص است. اهمیت این موضوع برای طراحی و ساخت یک اپلیکیشن در دنیای امروز که ممکن است روزانه تعداد کثیری اپلیکیشن بدون اطلاع کاربران در زمینه های مختلف ارایه شود بسیار زیاد است. تا آنجا که عدم کسب اطلاع درباره اپلیکیشن ها و ایده های موجود در بازار می تواند تمام رزمات چند ماهه یک گروه را شکست مواجه نماید.

از آنجایی که ایده اولیه مورد نظر برای انجام پرورش بر پایه پردازش سیگنال و محوریت موسیقی استوار بود به جمع آوری اطلاعات در ارتباط با اپلیکیشن های حال حاضر در زمینه موسیقی پرداخته شد.

در این فصل سعی شده است تا اطلاعات کسب شده در رابطه با اپلیکیشن های موجود با محوریت موسیقی و صدا را که حاصل بررسی صدھا اپلیکیشن مختلف موجود در Google Play ، App Store و اپلیکیشن های برتر در چند سال اخیر است به اطلاع مخاطب رسانده شود.

در پایان گزارش به بیان ایده های ممکن برای ساخت یک اپلیکیشن بر روی گوشی تلفن همراه یا تبلت با موضوع موسیقی و صدا می پردازیم که این ایده ها حاصل نظر سنجی یک سایت از کاربران خود و همچنین حاصل تفکر استاد پژوه، اینجانب و دیگر دوستانم می باشد.

۱. دسته بندی اپلیکیشن ها با محوریت موسیقی :

در زمینه موسیقی با اهداف مختلف اپلیکیشن های مختلفی در حال حاضر در اختیار کاربران قرار دارد، که می توان آنها را در دسته های زیر دشته بندی نمود :

۱.۱. نرم افزارهای پخش موسیقی (Music Player)

تعداد بسیار زیادی از اپلیکیشن های موجود برای موبایل ها و تبلت ها به این دسته اختصاص دارند. عملکر کلی این اپلیکیشن ها به مواردی چون پخش موسیقی با کیفیت بهتر، امکان مدیریت و دسته بندی آهنگ های مختلف توسط کاربران، نمایش تصویر مناسب با موسیقی در حال پخش بر روی صفحه دستگاه، امکان ذخیره سازی فایل های آهنگ بر روی cloud، تبدیل فایل های موسیقی با فرمت های مختلف به همدیگر، امکان پیشنهاد موسیقی با توجه به علاقه مندی های کاربر مربوط می شود.

۱.۲. نرم افزار های ویرایش موسیقی (Music Maker)

نرم افزار های بسیاری در زمینه تنظیم، ساخت و ویرایش موسیقی در حال حاضر موجود می باشند که می توان این نرم افزار ها را در دو دسته حرفه ای و آماتور قرار داد. کاربرد نرم افزار های دسته اول برای تولید اثر هنری و ارائه به بازار استفاده می شود، اما دسته دوم مورد استفاده هر کاربری و معمولاً با هدف سرگرمی قرار می گیرد.

به طورکلی از کارکردهای این نرم افزارها می توان به موارد زیر اشاره کرد :

ویرایش یک قطعه موسیقی مثل کم و زیاد کردن شدت صدای هریک از ابزار های آلات موسیقی نواخته شده در آن قطعه، اضافه کردن effect های موجود به هر قطعه موسیقی، امکان برش یک تکه از آن قطعه، امکان میکس کردن قطعات مختلف نواخته شده و تبدیل به یک قطعه،

۱.۳. نرم افزار های شبیه ساز ابزار آلات موسیقی :

این نرم افزار ها که با فراهم آوردن ابزار های موسیقی به صورت مجازی مانند پیانو، گیتار، فلوت، سازدهنی، درام و... به کاربر امکان نواختن آن از طریق تعامل با صفحه لمسی دستگاه را می دهد.

۱.۴. نرم افزار هایی که شما را به خواننده تبدیل می کنند :

این دسته از نرم افزار های به شما امکان می دهد که یک متن را به صورت عادی خوانده و ضبط کنید، پس از آن با توجه به سبکی که اپلیکیشن پشتیبانی می کند صدای ضبط شده شما را با اضافه کردن اثرهای مناسب با آن سبک و آهنگ پخش می کند به گونه ای که گویی از ابتدای یک خواننده آن سبک آهنگ را خوانده است.

۱.۵. شبکه های اجتماعی مبتنی بر موسیقی :

این اپلیکیشن ها به افراد امکان می دهند تا در یک شبکه از افراد علاقه مند به موسیقی، موسیقی مورد نظر خود را به اشتراک بگذارند، دوستان خود را بر اساس علاقه مندی به موسیقی دسته بندی نمایند، و همچنین امکانات لازم برای ساخت موسیقی یا یک آهنگ به عنوان خواننده را فراهم آورند و همچنین از دیگر افراد موجود در شبکه برای تکمیل قطعه کمک گرفته و آثار مشترک بوجود بیاورند.

۱.۶. بازی های مبتنی بر موسیقی :

این بازی ها که با هدف سرگرمی برای سنین مختلف طراحی شده اند موسیقی و آهنگ موجود در آرشیو محور اصلی آن محسوب می شود. این بازی ها سناریو های مختلفی می توانند برای سرگرمی مخاطب خود داشته باشند که در اینجا به چند نمونه از این ایده ها می پردازیم:

سرعت پخش و نواختن نت های قطعه انتخاب شده به سرعت انتخاب نت ها توسط کاربر از طریق انتخاب آنها با انگشت بستگی دارد و هر چه سریع تر نت ها را با انگشت انتخاب نماید موسیقی تند تر نواخته می شود و برعکس، یا نرم افزاری که با تکرار صحبت کاربر خود (از طریق ضبط صحبت و عبور از فیلتر های مختلف) با انواع صدا های مختلف باعث خنده و سرگرمی وی می شود در این نرم افزار ها رابط کاربری بسیار مهم است، نرم افزار هایی که صدا ها را به صورت ترسناک تکرار می کند.

۱.۷. نرم افزار های آموزش موسیقی :

این نرم افزار ها با هدف آموزش انواع ابزار آلات موسیقی برای سنین مختلف بوجود آنده اند.

۱.۸ نرم افزار های مترونوم (Metronome)

همانطور که می دانید نت های موسیقی واحد های زمانی مختلفی را بر اساس نوع در یک قطعه به خود اختصاص می دهند. بسیاری از افراد این واحد های زمانی را با ضرب گرفتن بوسیله ی پای خود یا در ذهن انجام می دهند اما برای افراد تازه کار معمولاً توصیه می شود که این کار و گرفتن ضرب را با وسیله ای بنام مترونوم انجام دهند که در چند سال گذشته یک وسیله جدا بوده و هر ضرب را با یک صدا (تیک) مشخص می کند، همچنین فاصله زمانی دو ضرب پشت سرهم قابل کم یا زیاد شدن می باشد.

چند سال است که اپلیکیشن هایی برای موبایل ها و تبلت ها طراحی شده است به کاربر امکان می دهد با مشخص کردن این فاصله زمانی نیاز کاربر به داشتن مترونوم را رفع نماید.

۱.۹ نرم افزار های تبدیل کننده ویدئو به صدا :

این نرم افزار ها به عنوان ورودی یک قطعه ویدئو را می گیرد و پس از آن صدای آن را جدا کرده و در یک فایل صدا با فرمت مشخص در اختیار کاربر قرار می دهد.

۱.۱۰ نرم افزار های ضبط صدا :

این نوع نرم افزار ها به کاربر امکان می دهد تا صدای مورد نظر خود را در مدت مشخص ضبط کند. (این نوع نرم افزارها و امکانات مختلفی که در اختیار کاربر خود قرار می دهد در صورت لزوم می تواند بررسی قرار گیرد)

۱.۱۱ نرم افزارهایی که برای خواندن شدن به کمک شما می آیند

قسمتی از تمرینات خوانندگی خواندن نت ها به صورت دقیق و مشابه ساز است که به فرد مقاضی کمک می کند تا صدا هایی که در حین خواندن یک متن از حنجره خود خارج می کند مانند نت های موسیقی باشند. در این تمرینات معمولاً مربی در پشت ساز مورد نظر که معمولاً پیانو است قرار می گیرد و با زدن هر نت هنرجو سعی می کند بعد از شنیدن نت صدایی مشابه با آن نت را ۱۱ گلوی خود خارج کند پس از آن مربی درست یا غلط بودن نت خوانده شده توسط هنرجو را متذکر می شود.

نرم افزاری که اینجانب در این مورد مشاهده نمودم به گونه ای بود که برنامه هر بار یک عدد نت را به صورت اتفاقی می نواخت سپس کاربر در فرصتی که در اختیار داشت می بایست صدای آن نت را با استفاده از تار های صوتی خود تکرار کند. برنامه در حین تکرار کاربر میزان درستی یا غلط بودن نت گفته شده توسط کاربر را از سریق تصویر مشخص می نمود.

۱.۱۲ نرم افزار های تبدیل کننده صدا به نت :

این دسته از نرم افزار ها که در جستجو های خود فقط با یک مورد آن هم برای گوشی های اپل رو به رو شدم به کاربر خود امکان می دهند تا با نواختن یک آهنگ با دهان خود آن را ضبط کرده و به عنوان خروجی دنباله ای از نت ها را به کاربر تحویل دهد. به این ترتیب هر فردی قادر خواهد بود تا آهنگ مورد نظر خود را بنویسد و آن را توسط هر ابزاری بنوازد.

۱.۱۳ نرم افزار های کوک ابزار آلات موسیقی (Tuner ها)

هر ابزار موسیقی بعد از مدتی کارکرد احتیاج به کوک پیدا می کند. اما کوک کردن هر ابزاری اگر توسط انسان انجام شود احتیاج به فردی با مهارت بالا و آشنا با صدای های هر نوت دارد تا بتواند عمل کوک کردن را انجام دهد. با پدید آمدن این نوع نرم افزار ها فرد این امکان را دارد تا نت مورد نظری را که قصد نواختن آن را دارد انتخاب کند بعد آن را بنوازد و برنامه به فرد نشان می دهد آیا این نت همان نتی است که مورد نظرش است یا نه. در صورتی که نباشد باید میزان کشش سیم (در سازهایی که سیم دارند) آنقدر تغییر کند تا نت مورد نظر درست شود.

۱.۱۴ اپلیکیشن های مختلف برای آموزش کودکان :

این نوع اپلیکیشن ها برای آموزش کودکان با سنین مختلف بوجود آمده اند و اهداف مختلفی دارند. مانند آشنايی کودک با انواع صدای اطراف خود مثل صدای حیوانات و...، افزایش مهارت سخن گفتن در کودکانی که به تازگی صحبت کردن را می آموزند، توانايی تشخيص الگوی صدای مختلف توسط کودک و...

۱.۱۵ نرم افزار تبدیل صدا به متن و برعکس :

در بررسی اپلیکیشن های مختلف موفق به پیدا کردن نرم افزاری با این هدف برای دستگاه های قابل حمل با سیستم عامل آندروید نشدم، تنها نسخه موجود در مشاهدات نسخه قابل استفاده در کامپیوتر ها با سیستم عامل ویندوز بود.

۲. ایده های قابل اجرا در زمینه موسیقی و صدا:

در این قسمت به بیان بعضی ایده های ممکن به عنوان اپلیکیشن قابل اجرا بر روی سیستم عامل آندروید می پردازیم :

— اپلیکیشنی که وظیفه پخش موسیقی متناسب با سرعت حرکت دستگاه موبایل یا تبلت را داشته باشد (در هنگام رانندگی یا پیاده روی و ورزش)

— کاربر بتواند بر روی صفحه لمسی دستگاه با انگشت خود یک الگوی پیوسته را رسم کند (یا نقاشی کند) و موسیقی متناسب با حرکت دست کاربر ایجاد شود (مثلا در حالتی که حرکت خط راست را نشان می دهد موسیقی یکنواخت باشد و با بالا و پایین شدن و سرعت تغییر بین این حالات تولید و پخش موسیقی دچار تغییر شود).

— نت های موسیقی که در ایران تدریس می شود عبارتند از دو، ر، می، فا، سل، لا، سی. اما با توجه به اینکه این سیستم با همین ویژگی ها و ساختار در اروپا و آمریکا با نت های A، B، C و... تدریس می شود یک ایده ممکن بوجود آوردن اپلیکیشن های اشاره شده ر بالا با سیستم در حال تدریس در ایران است.

— ساخت اپلیکیشنی با کارکرد مشابه چیزی که در قسمت اپلیکیشن هایی که برای خواننده شدن به کمک شما می آیند به آنها اشاره شد به این صورت که فرد هر نتی را که مد نظر دارد انتخاب کند و برنامه پس از پخش نت اصلی صحت تکرار کاربر را مشخص کند.

— اپلیکیشنی با هدف کمک به زود تر صحبت کردن کودکان در سنینی که شروع به یادگیری سخن گفتن می کنند) این ایده به صورت های مختلف می تواند قابل اجرا باشد)

— اپلیکیشن ساده ای که با نوختن یک نت به کاربر امکان دهنده تا حدس بزند آن نت چه بوده و از این طریق گوش فرد را با نت های مختلف آشنا تر کند.

— اپلیکیشنی که شما را قادر سازد با قرار دادن هدفون در گوش خود و از طریق از بین بردن صداهایی که به گوش شما می رسد باعث شود هیچ صدایی را نشنوید. (برای افرادی که در مکان های شلوغ احتیاج به تمرکز دارند می تواند مورد استفاده قرار بگیرد)

— اپلیکیشن تبدیل عکس به صدا (یا موسیقی) که به کاربر امکان می دهد از عکس های موجود مثلا عکس های گرفته شده با گوشی همراه یا تبلت خود استفاده کند و خصوصیات مختلف عکس را استخراج نماید و به عنوان دیتا مورد احتیاج برای تولید صدا مورد استفاده قرار دهد. مثلا رنگ آبی در عکس می تواند مشخص کننده فرکانس باشد و ... پیوستگی آهنگ یا صدا هم از طریق پردازش عکس از بالا به پایین با چپ به راست و... فراهم شود. این ایده را در یک سایت که از کاربران خود نظر سنجی کرده بود مطالعه نمودم. به نظر نویسنده مطلب این امکان حتی در شبکه اجتماعی مثل Instagram که هدف به اشتراک گذاری عکس ها را دنبال می کند می تواند مورد استقبال قرار بگیرد.

فصل سوم :

انتخاب موضوع و پیاده سازی پروژه کارشناسی

پس از بررسی اپلیکیشن های مختلف موجود در زمینه صوت و پردازش آن موضوع نهایی پروژه استخراج نوت های موسیقی از سیگنال صوتی انتخاب شد.

با توجه به اینکه هدف نهایی انتخاب شده خود قابل شکستن به اهداف کوچکتر اما در راستا هدف نهایی بود، و همچنانیn به دلیل فرصت اندکی که دستیابی به هدف نهایی پروژه در آن ممکن نبود پروژه های کوچکتر که همه در راستای هدف نهایی بودند اما هریک ابزار مستقلی محسوب می شدند شکسته شد.

برای شروع به کار هدف ابتدایی طراحی اپلیکیشنی با عملکرد استخراج فرکانس های موجود در سیگنال صوتی دریافت شده و نمایش اندازه این مولفه های فرکانسی است که در این فصل به آن می پردازیم.

کارکرد این اپلیکیشن به این صورت است که در آن ابتدا نمونه های سیگنال صوتی توسط میکروفون دستگاه دریافت می شود سپس با استفاده از تبدیل فوریه گسسته در زمان اطلاعات سیگنال گرفته از حوزه زمان به حوزه فرکانس برده می شود و پس از آن اطلاعات لازم بر روی نمودار نمایش داده می شود.

این اپلیکیشن فرآیند توضیح داده شده در بالا را مدام به صورت پشت سر هم به گونه ای انجام می دهد که تا حد امکان به پردازش صوت به صورت آنلاین نزدیک باشد، به این معنا که نه تأخیری در پردازش نمونه های دریافت شده از میکروفون وجود داشته باشد و نه نمونه ای از دست برود.

به طور کلی وظایف تعریف شده در بالا را می توان در سه بخش دسته بندی کرد: ثبت نمونه ها، پردازش نمونه ها، نمایش اطلاعات. در ادامه هر یک از قسمت ها را به تفصیل شرح می دهیم.

۱. ثبت نمونه ها :

در این بخش نمونه های سیگنال صوتی توسط مبدل آنالوگ به دیجیتال دستگاه دریافت می شود. در هر مرحله ۱۰۲۴ نمونه دریافت می شوند و برای پردازش به قسمت بعدی ارسال می گرددند.

در حال حاضر دریافت و پردازش به صورت سری یا پشت سر هم انجام می شود. در آینده می توان برای هر بخش یک thread جداگانه قرار داد تا کارها موازی پیش روند و عملکرد اپلیکیشن به آنلاین بودن نزدیک گردد.

فرکانس نمونه برداری که برای ثبت نمونه ها انتخاب می شوند بسته به میکروفون دستگاه یکی از مقادیر ۸۰۰۰، ۱۱۰۲۵، ۱۱۰۵۰ و یا ۲۲۰۵۰ خواهد بود که در ابتدای انجام کار با دستگاه بر اساس خصوصیات آن این عدد مشخص شده و ادامه کار با توجه به آن مشخص می شود.

در ابتدا نمونه ها در هر لحظه از زمان به صورت عادی و از یک میکروفون ثبت می شدن و عملیات پردازش و نمایش مناسب با توضیحات این قسمت انجام می گرفت، اما بعد از پیاده سازی اولیه تصمیم گرفته شد که این ثبت نمونه ها به صورت استریو و به عبارت دیگر از دو کانال ثبت شوند که در ادامه به توضیح آن می پردازیم :

۱.۱ ضبط صدا به صورت Stereo و نمایش داده های دو کانال بروی یک نمودار :

معمولا بر روی گوشی های موبایل و یا تبلت ها بیش از یک میکروفون وجود دارد. وقتی چند میکروفون در جاهای مختلف یک دستگاه موجود باشد می توان به طور همزمان سیگنال های صوتی را توسط این میکروفون ها ضبط کرد. با توجه به تفاوت مکانی این میکروفون ها و دوری و نزدیکی که به منبع صوت دارند می توانند داده های مختلفی را ثبت نمایند. به همین دلیل یکی دیگر از قسمت های این پروژه که با توجه به نظر استاد پروژه تعریف شد ضبط صدا به صورت استریو و جدا سازی اطلاعات کانال های مختلف و انتقال آن اطلاعات به حوزه فرکانس و نمایش هر یک بر روی نموداری واحد با رنگ های مختلف بود.

برای ضبط صدا گرینه های مختلفی به عنوان منبع ذخیره صدا در اختیار برنامه نویس قرار می گیرد که این منابع عبارتند از:

AudioSource.MIC _۱

: این منبع همان صوتی است که در حین صحبت با دستگاه خود با فرد AudioSource.VOICE_UPLINK_2 دیگری از سمت شما به سمت دیگری منتقل می شود.

: این منبع همان صوتی است که در حین صحبت با فرد دیگری از AudioSource.VOICE_DOWNLINK_3 سمت وی به سمت شما منتقل می شود.

: این منبع صوتی اجتماع صوت های دو منبع قبلی می باشد AudioSource.VOICE_CALL_4

برای از پیاده سازی این عملکرد جدید اپلیکیشن و انجام ضبط به صورت استریو، از منبع اول با تنظیمات مربوط به AudioFormat.CHANNEL_IN_STEREO استفاده شد. پس از پیاده سازی این ویژگی جدید بررسی نمونه های مختلف نشان دادند که اطلاعاتی که از کانال های مختلف ثبت شده اند کاملا مشابه همدیگر هستند. با امتحان اپلیکیشن بر روی دستگاه های مختلف و مشاهده نمونه های مشابه ثبت شده در کانال های مختلف و مطالعه درباره میکروفون های معمول موجود بر روی گوشی تلفن های همراه و تبلت های شرکت سامسونگ، مشخص شد بسیاری از گوشی های این شرکت با داشتن چند میکروفون قادر به ضبط صدا به صورت استریو نیستند و اطلاعات ثبت شده اطلاعات یک کانال است که دو بار تکرار شده است. البته تلفن های همراهی نیز هستند که این امکان را به کاربران خود می دهند. با توجه به این محدودیت ثبت داده ها به صورت استریو و پردازش آنها لغو گردید.

کلاس پیاده سازی شده در پروژه با نام Recorder.java در بردارنده کد و توابع توضیح داده شده در این قسمت می باشد.

۲- پودازش :

با توجه به توضیحات قسمت قبل، نمونه ها از میکروفون دستگاه دریافت شده و حال نوبت به آنالیز و پردازش برای رسیدن به مقصود نهایی می رسد که در اینجا به شرح آن می پردازیم.

با توجه به اهمیت زیاد زمان مربوط به انجام پردازش ها با توجه به اینکه در این اپلیکیشن سعی شده است تا به صورت آنلاین فعالیت ها انجام شوند، تلاش شده است که تا جایی که امکان دارد از روش هایی که سبب سریع تر شدن فعالیت برنامه می شود استفاده شود.

به این منظور در دو مرحله تلاش برای افزایش سرعت صورت گرفته است:

۱- محاسبه تبدیل فوریه ۲- نحوهی انجام محاسبات

در ابتدا به توضیح هر مورد می پردازیم، پس از آن روند کلی انجام کار را شرح خواهیم داد:

۱.۲- محاسبه تبدیل فوریه

برای تبدیل اطلاعات حوزه زمان به فرکانس به جای استفاده از تبدیل فوریه گستته در زمان^۶ از تبدیل فوریه سریع^۷ استفاده شده است. الگوریتم این روش با توجه به اینکه از تقسیم و غلبه استفاده می کند زمان اجرا را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می دهد.

همانطور که می دانید فرمول Discrete Fourier Transform عبارت است از :

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N} nk},$$

همانطور که در بالا می بینیم مرتبه زمانی تبدیل فوریه گستته در زمان عبارت است از n^2 اما با استفاده از تقسیم و غلبه (FFT) این مرتبه زمانی را به $n \log n$ کاهش می دهیم.
جملات عبارت بالا را به دو دسته ۱- جملات فرد (n در آنها مقدار فردی دارد) ۲- جملات زوج (n اعدادی زوج هستند) تقسیم می کنیم :

$$X_k = \sum_{m=0}^{N/2-1} x_{2m} e^{-\frac{2\pi i}{N} (2m)k} + \sum_{m=0}^{N/2-1} x_{2m+1} e^{-\frac{2\pi i}{N} (2m+1)k}$$

عبارت بالا با خارج کردن مقدار ثابت از سیکما معادل عبارت زیر خواهد بود :

$$X_k = \underbrace{\sum_{m=0}^{N/2-1} x_{2m} e^{-\frac{2\pi i}{N/2} mk}}_{\text{DFT of even-indexed part of } x_m} + e^{-\frac{2\pi i}{N} k} \underbrace{\sum_{m=0}^{N/2-1} x_{2m+1} e^{-\frac{2\pi i}{N/2} mk}}_{\text{DFT of odd-indexed part of } x_m} = E_k + e^{-\frac{2\pi i}{N} k} O_k.$$

با توجه به دوره تناوب تبدیل فوریه گستته در زمان (DFT) داریم :

⁶- Discrete Fourier Transform

⁷-Fast Fourier Transform

$$E_{k+\frac{N}{2}} = E_k \quad O_{k+\frac{N}{2}} = O_k$$

بنابراین معادله‌ی بالا را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$X_k = \begin{cases} E_k + e^{-\frac{2\pi i}{N}k}O_k & \text{for } 0 \leq k < N/2 \\ E_{k-N/2} + e^{-\frac{2\pi i}{N}k}O_{k-N/2} & \text{for } N/2 \leq k < N. \end{cases}$$

همچنین می‌دانیم که رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$\begin{aligned} e^{\frac{-2\pi i}{N}(k+N/2)} &= e^{\frac{-2N\pi i}{2N}}e^{\frac{-2\pi ik}{N}} \\ &= e^{-\pi i}e^{\frac{-2\pi ik}{N}} \\ &= -e^{\frac{-2\pi ik}{N}} \end{aligned}$$

و این به ما اجازه می‌دهد که محاسبه ضرایب را به نصف کاهش دهیم و برای $n/2 > K > 0$ داریم:

$$\begin{aligned} X_k &= E_k + e^{-\frac{2\pi i}{N}k}O_k \\ X_{k+\frac{N}{2}} &= E_k - e^{-\frac{2\pi i}{N}k}O_k \end{aligned}$$

عبارت آخر مشخص می‌کند که محاسبه تبدیل فوریه گستته در زمان با سایز N تبدیل به محاسبه ۲ تبدیل فوریه گستته در زمان با سایز های $N/2$ شد. در واقع سرعت این الگوریتم از طریق دوباره استفاده کردن از محاسبات میانی برای محاسبه‌ی ضرایب کاهش پیدا کرده است.

شایان ذکر است الگوریتم‌های مختلفی برای تبدیل فوریه سریع وجود دارد که از نظر سرعت اجرا نیز تفاوت دارند. در این پیاده سازی از radix 2 که ساده‌ترین مدل برای پیاده سازی تبدیل فوریه سریع است استفاده شده است.

۴.۳. محاسبات به صورت floating point یا fixed point

همانطور که در قسمت‌های قبل نیز اشاره شد با توجه به آنلاین بودن عملکرد اپلیکیشن و اهمیت سرعت اجرا یکی دیگر از راهکارهایی که می‌تواند به بالا رفتن سرعت اجرا کمک کند پیاده سازی به صورت fixed point می‌باشد. در ابتدا تصمیم گرفته شد میزان سرعت اجرا در حالت floating point اندازه گیری شود تا در صورت مشاهده عدم توانایی اپلیکیشن در پردازش به صورت آنلاین پیاده سازی به صورت fixed point صورت گیرد. در نسخه اولیه طراحی شده اپلیکیشن قادر به انجام فعالیت‌ها به صورت آنلاین می‌باشد. بنابراین فعلاً از پیاده سازی آن به صورت floating point صرف نظر شد.

۲.۳ روش انجام کار در این نسخه

در این نسخه نمونه های ثبت شده توسط مبدل آنالوگ به دیجیتال که در قسمت قبل به شرح آن پرداختیم به صورت بسته هایی شامل ۱۰۲۴ نمونه برای انجام پردازش های لازم آماده می شوند. بعد از آماده شدن نمونه نوبت به اعمال تبدیل فوریه و انتقال اطلاعات به حوزه فرکانس می رسد. اما نمونه های ثبت شده در حوزه زمان به صورت مستقیم برای تبدیل به حوزه فرکانس مورد استفاده قرار نمی گیرند، در ابتدا از توابعی بنام پنجره^۸ متناسب با نظر کاربر استفاده کرده سپس اطلاعات را به حوزه فرکانس منتقل می کنیم و بعد از عبور از یک فیلتر به منظور نمایش ترکیبی از مولفه های فرکانسی نمونه های قبل و حال حاضر اطلاعات برای نمایش آماده می شوند.

۲.۳.۱ استفاده از توابع پنجره

در پردازش سیگنال تابع پنجره به توابعی اطلاق می گردد که تنها در بازه مشخصی مقدار دارند و خارج از آن صفر هستند. این توابع در مواردی همچون آنالیز طیف و طراحی فیلترها کاربرد دارند. هنگامی که سیگنال ورودی در حوزه زمان به صورت گسسته نمونه برداری می شود، معمولاً آنالیز از طریق اعمال پنجره و سپس انتقال به حوزه فرکانس صورت می گیرد.

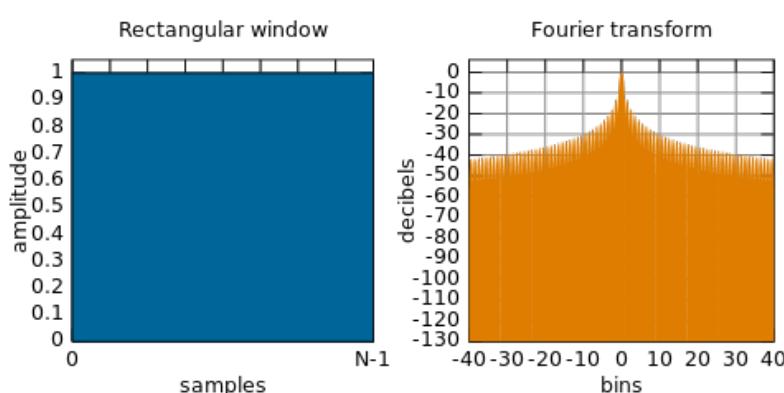
در این اپلیکیشن کاربر متناسب با نظر خود قادر خواهد بود تا پنجره های به طول ۱۰۲۴ را از میان انواع زیر از طریق منو انتخاب نماید. کد مربوط به پیاده سازی پنجره های مختلف، در کلاس با نام FIRFilters.java در پروژه قرار دارد و نمونه های حوزه زمان ابتدا در این یکی از این پنجره ها ضرب شده و سپس به حوزه فرکانس منتقل می شوند.

پنجره مستطیلی^۹:

این نوع پنجره ساده ترین نوع پنجره محسوب می شوند که در آن تنها نقاطی که در که در بازه هی مشخص هستند مقدار ثابت و برابر با یک دارند و بقیه نقاط خارج از این بازه مقدار صفر دارند. این نوع پنجره به دلیلی تغییر ناگهانی که در مرز بازه ها دارد، اثر های نامطلوبی را بر روی تبدیل فوریه گسسته اعمال می کند. به همین دلیل دیگر پنجره ها با هدف تعدیل این اثر طراحی شدند.

معادله و شکل پنجره در دو حوزه زمان و فرکانس را در زیر می بینیم:

$$W(n) = 1, \quad 0 < N < 1024$$



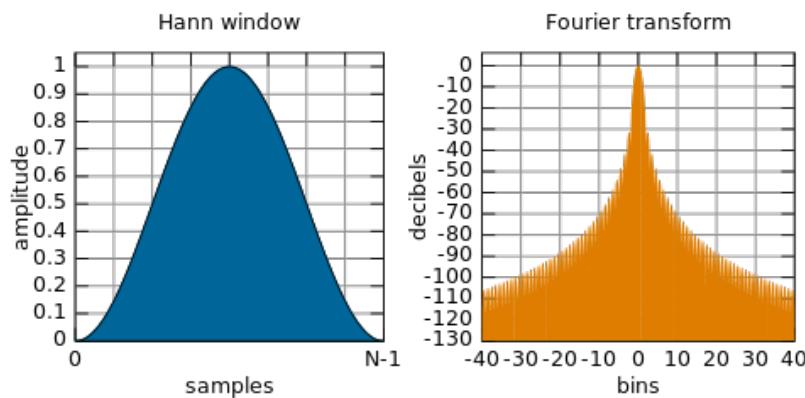
شکل ۲-۱ – پنجره Rectangular در حوزه زمان و فرکانس

⁸- Window

⁹-Rectangular

پنجره Hann

معادله این پنجره و شکل آن در دو حوزه زمان و فرکانس در زیر قابل مشاهده می باشد. همانطور که قبل نیز اشاره شد مقدار این پنجره در بازه مشخص از طریق معادله زیر قابل محاسبه می باشد و خارج از آن صفر است، و با توجه به شکل تغییرات تا به رسیدن به صفر به صورت نرم تری نسبت به پنجره مستطیلی انجام شده است.



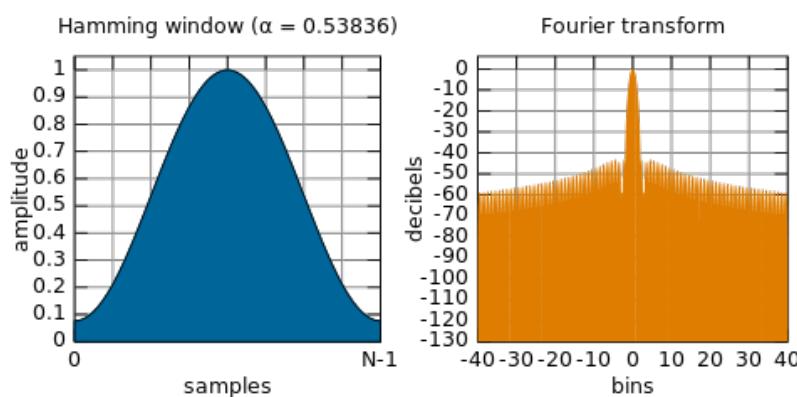
شکل ۲-۲ - پنجره Hann در حوزه زمان و فرکانس

پنجره hamming

این پنجره با هدف کمینه کردن side lobe اول طراحی شده است. معادله این پنجره در زیر قابل مشاهده می باشد.

$$W(n) = \alpha - \beta \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right), \quad \alpha = 0.54 \quad \beta = 1 - \alpha = 0.46$$

این عبارت معادل همان معادله‌ی پنجره Hann است با این تفاوت که در Hann هر دو مقدار آلفا و بتا برابر با $1/2$ مقدار دهی شده بودند اما در اینجا با هدف کمینه کردن اولین side lobe اینها، دو مقدار مختلف دارند. شکل دو حوزه زمان و فرکانس این پنجره در زیر قابل مشاهده می باشد:



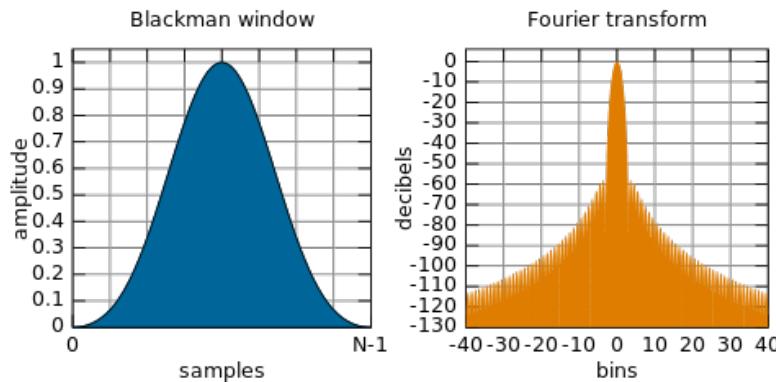
شکل ۲-۳ - پنجره hamming در حوزه زمان و فرکانس

پنجره Blackman :

معادله و تصویر این پنجره در دو حوزه زمان و فرکانس در زیر قابل مشاهده می باشد:

$$W(n) = \alpha_0 - \alpha_1 \cos \frac{2\pi n}{N-1} + \alpha_2 \cos \frac{4\pi n}{N-1}$$

$$\alpha_0 = \frac{1-\alpha}{2}; \alpha_1 = \frac{1}{2}; \alpha_2 = \frac{\alpha}{2}; \alpha = 0.16$$

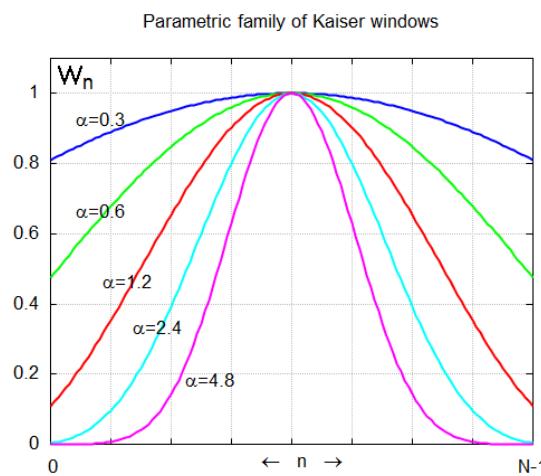


شکل ۲-۳ - پنجره blackman در حوزه زمان و فرکانس

پنجره kaiser :

معادله و تصویر این پنجره با مقادیر مختلف پارامترها در زیر قابل مشاهده می باشد. در این پنجره با تغییر مقدار آلفا شکل های مختلفی را می توان بدست آورد.

$$W(n) = \frac{I_0(\pi\alpha\sqrt{1-(\frac{2\pi}{N-1}-1)^2})}{I_0(\pi\alpha)}, I_0 = \text{zero-th order modified Bessel function}$$



شکل ۲-۴ - پنجره kaiser با مقادیر پارامتر های مختلف

۲.۳.۲. تبدیل اطلاعات حوزه زمان به حوزه فرکانس

نمونه‌هایی که از طریق میکروفون ثبت شده و یکی از توابع پنجره متناسب با نظر کاربر بر روی آن اعمال شده است، در حال حاضر آماده انتقال به حوزه فرکانس می‌باشند. این داده‌ها به عنوان ورودی به تابعی بنام fft که روش کار آن در بالا گفته شد، داده می‌شود تا اطلاعات حوزه فرکانس که به دو صورت حقیقی و موهومی می‌باشند استخراج شوند.

با توجه به اینکه به دنبال نمایش اندازه دامنه مولفه‌های فرکانس موجود در سیگنال هستیم، با استفاده از اطلاعات خروجی تابع fft و اندازه دامنه را برای نمایش بر روی صفحه را محاسبه می‌کنیم.

برای هموار کردن نمونه‌ها و نمایش بهتر داده‌ها بر روی صفحه نمایش از فیلتری استفاده شده است که ترکیبی از مولفه‌های فرکانسی حال حاضر و گذشته را به عنوان مولفه‌های نهایی محاسبه می‌کند. به این جهت برای محاسبه نمونه‌های جدید محاسبه شده در حوزه فرکانس از معادله زیر استفاده می‌کنیم:

$$Y_t[k] = \alpha \times X_t[k] + (1 - \alpha) Y_{t-1}[k]$$

Y_t = نمونه خروجی فیلتر برای زمان t

X_t = نمونه خروجی تبدیل FFT در زمان t

α = یک ضریب ثابت، مقدار آن بین ۰.۹۹ تا ۱ خواهد بود

در ابتدا α مقدار ۰.۷ را دارد اما این مقدار توسط کاربر قابل تغییر و تنظیم خواهد بود.

اختلاف عدد یک از α که معادل Recall Ratio می‌باشد بیانگر میزان اثر اندازه نمونه‌های قبلی در نمونه‌های حال حاضر است.

با توجه به اینکه معمولاً بازه اندازه فرکانس سیگنال گفتار به صورت عادی بین ۶۰ تا ۶۵ dB است، به همین دلیل میزان دامنه را به گونه‌ای نرمال می‌کنیم تا در حین صحبت رنج دامنه بین ۶۰ تا ۶۵ dB باشد.

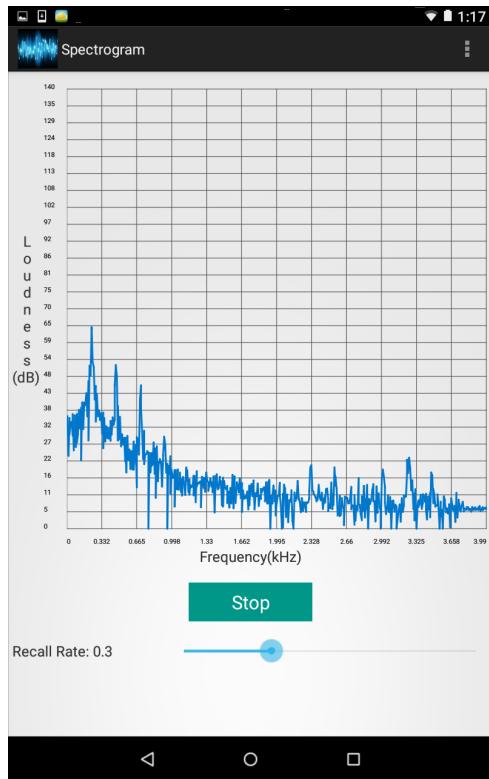
در این نسخه دو رشته اجرایی^{۱۰} مختلف کار انجام می‌دهند، یک رشته کار تحویل نمونه‌ها از مبدل و همچنین پردازش آنها را به عهده دارد، در حالیکه رشته دوم وظیفه‌ی نمایش داده‌ها بر وری نمودار، انجام پردازش‌ها متناسب با تصمیم‌های دیگر کاربر و گرفتن ورودی از کاربر از طریق صفحه را بر عهده دارد. توابع و ویژگی‌های لازم برای انجام پردازش در این پروژه در کلاس Fft.java قراردارد.

۳. نمایش اطلاعات حوزه فرکانس :

برای نمایش اطلاعات بر روی صفحه از کتابخانه Graph View استفاده شده است. این کتابخانه ویژگی‌های مختلفی دارد که عبارتند از: پشتیبانی از دو نوع نمودار میله‌ای و خطی، رسم مجموعه‌های مختلف داده، امکان بزرگ نمایی، انجام تنظیمات مختلف مانند پشت زمینه، رسم خطوط افقی و عمودی جهت خوانایی نمودار، تکمیل نمودار به صورت آنلاین و... .

تصویر اپلیکیشن نهایی به دو صورت افقی و عمودی در زیر قابل مشاهده می‌باشد:

¹⁰ - Thread



شکل ۲-۵ - تصویر اجرای اپلیکیشن در حالت عمودی



شکل ۲-۶ - تصویر اجرای اپلیکیشن در حالت افقی

دستگاه با فشردن دکمه Start ضبط نمونه ها را آغاز می کند و مطابق توضیحات پردازش انجام شده و نمودار رسم می گردد. همچنین هر زمان که لازم باشد کاربر می تواند میزان Recall Ratio را تغییر دهد، متناسب با علاقه خود جهت صفحه، نوع پنجره را انتخاب کند و با بزرگنمایی مولفه های فرکانسی را به صورت دقیق تری مشاهده کند. شایان ذکر است میزان بلندی صدا که بر روی نمودار عمودی نمایش داده می شود تنها مقادیر بین ۰ تا ۱۴۰ db را نمایش می دهد. جزئیات پیاده سازی نمایش اطلاعات در کلاس MainActivity.java قابل مشاهده می باشد.