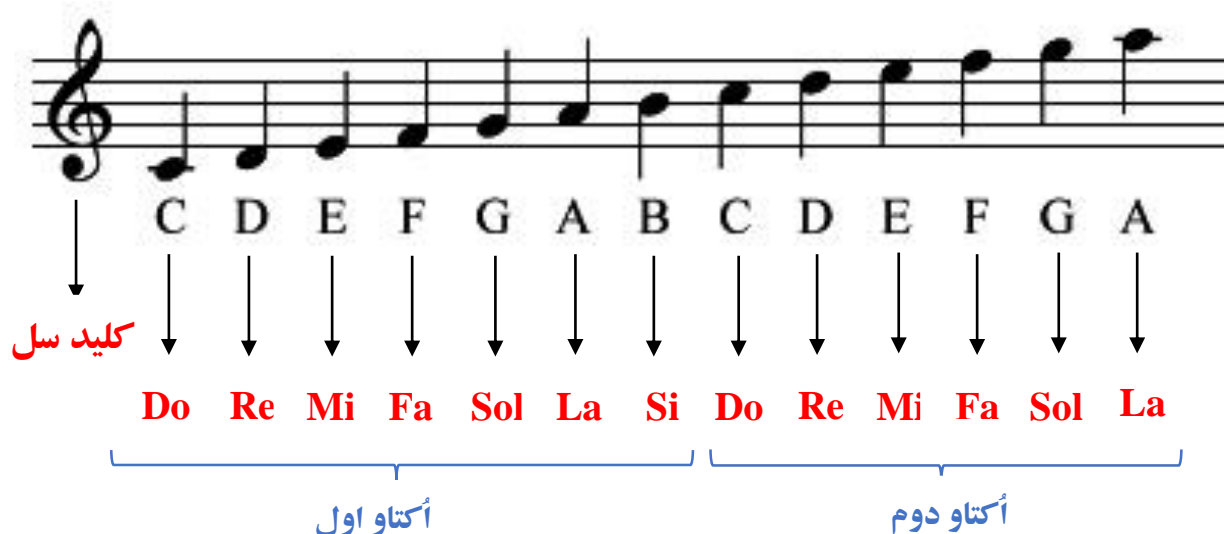


به منظور انجام پروژه در ابتدا به طور مختصر به نکاتی در مورد نت‌های موسیقی می‌پردازیم. نت‌های موسیقی و تمام علائم و نشانه‌های آن زمانی معنا پیدا می‌کنند که روی خطوط حامل نوشته شوند. نت‌های موسیقی در بین خطوط و همچنین روی خطوط نوشته می‌شوند. این نت‌ها عبارتند از دو، ر، می، فا، سل، لا و سی. یکی از مهم‌ترین علامت‌هایی که بر روی خطوط حامل ترسیم می‌شود، کلید است. کلید نشان دهنده آن است که خطوط و فواصلی که روی نت‌های موسیقی هستند، با چه نت‌هایی برابرند. کلید موسیقی در ابتدای هر قطعه موسیقی رسم می‌شود. به طور کلی در موسیقی سه کلید سل، دو و فا وجود دارد. نت‌هایی که در کلید سل بر روی خطوط حامل نواخته می‌شوند، در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱

در تئوری موسیقی، فاصله دو نت همنام متوالی را اُکتاو می‌نامند. هر ساز دارای دامنه خاصی از لحاظ تکرار این نت‌ها می‌باشد؛ بنابراین، سازهای مختلف دارای تعداد اکتاوهای مختلف هستند. در شکل ۱، از سمت چپ به راست، از نت دو تا نت سی مربوط به اکتاو اول است. در شکل ۱، از اکتاو دوم نت‌های دو تا لا مشخص شده است. در موسیقی، هر نت بایستی به یک مقدار معین و مشخص ادامه پیدا کند که این ارزش زمانی نت منجر به تشکیل ریتم در موسیقی می‌شود. بسته به نیاز انجام پروژه و به طور مختصر، نت‌ها با ارزش‌های زمانی متفاوت معرفی می‌شوند. در میان تمامی نت‌ها، نت گرد بیشترین ارزش زمانی را دارد و برابر با یک واحد در موسیقی است. ارزش زمانی نت‌های دیگر نسبت به نت گرد بیان می‌شود. نت سفید، به اندازه نصف نت گرد است. به عبارتی دیگر، کشش دو نت سفید برابر با یک نت گرد خواهد بود. نت سیاه، نصف نت سفید ارزش زمانی دارد. این امر بدان معناست که دو نت سیاه برابر با یک نت سفید است و همچنین کشش چهار نت سیاه با کشش یک نت گرد، برابری می‌کند. نت چنگ تقریباً نصف نت سیاه، یک چهارم نت سفید و یک هشتم نت گرد است. به عبارتی دیگر دو نت چنگ برابر با یک نت سیاه، ۴ نت چنگ برابر با یک نت سفید و در نهایت ۸ نت چنگ برابر با یک نت گرد است. زمانی که در کنار نت یک نقطه (سمت راست نت) قرار می‌گیرد، نصف ارزش زمانی نت به آن اضافه می‌شود. در شکل ۲، نماد نت‌ها بر اساس ارزش زمانی آنها آورده شده است. در

شکل ۳، تقسیمات زمانی هر یک از این نت‌ها نسبت به نت گرد، آورده شده است. در شکل ۴، ارزش زمانی نت سیاه نقطه دار مشخص شده است. همان طور که در شکل ۴ قابل مشاهده است، ارزش زمانی نت سیاه نقطه دار برابر با یک نت سیاه به علاوه یک نت چنگ است.



شکل ۲

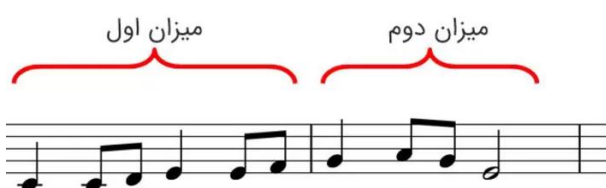
واحد موسیقی		۱ - نت گرد
$\frac{1}{2}$ واحد		۲ - نت سفید
$\frac{1}{4}$ واحد		۳ - نت سیاه
$\frac{1}{8}$ واحد		۴ - نت چنگ

شکل ۳

$$\text{دو نقطه} = \text{سیاه} + \text{چنگ}$$

شکل ۴

میزان، بخش کوچکی از موسیقی است که تعداد مشخصی ضرب را در خود جای داده است. میزان را می‌توان به عنوان یک ظرف در نظر گرفت. تعداد ضرباتی که یک میزان نگه می‌دارد بر اساس کسر میزان آهنگ تعیین می‌شود. کسر میزان آهنگ، به طور معمول ۴/۴ است که به آن چهار ضربی نیز گفته می‌شود. کسر میزان در کنار نماد کلید نمایش داده می‌شود. صورت کسر بیانگر آن است که چند ضرب در یک میزان وجود دارد و مخرج کسر بیانگر آن است که ضرب‌ها چه نوع نت‌هایی هستند. به عنوان مثال در ۶/۸، ۶ نت یک هشتم در یک میزان وجود دارد. در شکل ۵، دو میزان نشان داده شده است.



شکل ۵

در این پروژه، فایل صوتی مربوط به ۲۶ نت از ۸ میزان قطعه "تولدت مبارک" پیوست شده است. نام، نوع و ترتیب این نت‌ها نامشخص است. به منظور مشخص کردن ترتیب نت‌ها و ساخت آهنگ انتخاب شده، ۷ نت سفید دو، ر، می، فا، سل، لا و سی از اکتاو اول و یک نت سفید دو از اکتاو دوم به صورت تکی اجرا و فایل صوتی هر یک پیوست شده است. ۸ فایل صوتی پیوست شده، با توجه به نت نواخته شده نامگذاری شده است. هر نت موسیقی، فرکانس مشخصی دارد که آن را از نت‌های دیگر متمایز می‌کند. بدین ترتیب باید فرکانس هر یک از این ۸ نت مشخص شود تا با توجه به آن، نام ۲۶ نت نامشخص تعیین شود. از طرفی دیگر، باید نوع هر یک از این ۲۶ نت با توجه به مدت زمان نواخته شدن آنها تعیین گردد. با استفاده از مشخص کردن نام هر یک از ۲۶ نت و مدت زمان نواخته شدن آنها، باید نت‌ها بر اساس شکل ۶ به منظور ساختن قطعه تولدت مبارک مرتب شوند. سپس با قرار دادن نت‌ها در کنار یکدیگر، آهنگ ساخته شده پخش و صحت آن بررسی شود. در شکل ۶، قطعه تولدت مبارک آورده شده است.

تولدت مبارک



شکل ۶

بخش دوم

در این بخش هدف استفاده از طبقه‌بند ساده^۱ KNN است. این الگوریتم یکی از ساده‌ترین و در عین حال پرکاربردترین الگوریتم‌های یادگیری تحت نظارت^۲ است. KNN برای طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده می‌شود. یادگیری تحت نظارت یکی از زیرمجموعه‌های یادگیری ماشین است. در یادگیری تحت نظارت، مدل با دریافت اطلاعات برچسب زده شده آموزش می‌بیند. مدل، الگوی بین داده‌ها و برچسب‌ها را به صورت یک تابع مشخص می‌کند. سپس بر اساس الگو مشخص شده، برچسب داده‌های جدید و دیده نشده را پیش‌بینی می‌کند. داده‌هایی که مدل با آن‌ها آموزش داده می‌شود، داده‌های آموزش^۳ و داده‌های دیده نشده توسط مدل، داده‌های تست نامیده می‌شوند. با استفاده از داده‌های آموزش، مدل آموزش می‌بیند و با استفاده از داده‌های تست، دقت مدل ارزیابی می‌شود. نام الگوریتم KNN، K نزدیکترین

^۱ K-Nearest Neighbors
^۲ Supervised learning
^۳ Train

همسایگی، اشاره به شیوه کار این الگوریتم دارد. به طور مثال، اگر مقدار K برابر با ۹ در نظر گرفته شود؛ در این شرایط، برای پیش‌بینی برچسب هر یک از داده‌های تست، ابتدا ۹ داده آموزش با کمترین فاصله از داده مورد نظر انتخاب می‌شود. فاصله اقلیدسی یکی از رایج‌ترین و ساده‌ترین روش‌های محاسبه فاصله است. سپس، برچسب این ۹ داده بررسی می‌شود. برچسبی که در میان این ۹ داده آموزش دارای بیشترین تکرار باشد، به عنوان برچسب داده تست مورد نظر اعلام می‌شود. بدین ترتیب مدل، داده‌های تست را با یک دقتی برچسب‌گذاری می‌کند. به منظور انجام بخش دوم پروژه، ۴۰ فایل صوتی پیوست شده است که هر یک مربوط به یکی از نت‌های موسیقی است. این نت‌ها عبارتند از نت‌های دو تا سی اکتاو اول و نت دو از اکتاو دوم. ۲۴ فایل صوتی دارای برچسب هستند و داده‌های آموزش به شمار می‌روند. ۱۶ فایل صوتی باقی مانده، بدون برچسب هستند و داده‌های تست به شمار می‌روند. بدین ترتیب باید با استفاده از الگوریتم KNN و به کارگیری داده‌های آموزش، داده‌های تست برچسب‌گذاری شود. مقدار K مناسب به منظور برچسب‌گذاری صحیح داده‌های تست باید انتخاب شود. ~~برای هر یک از داده‌های آموزش، محل پیک، فرکانسی رسم شود. نمودار میله‌ای برای داده‌های تست و آموزش متناسب با پیک فرکانسی آنها رسم شود.~~