



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده برق و کامپیوتر



پروژه نهایی یادگیری
ماشین

دکتر ابوالقاسمی

دکتر اعرابی

دکتر توسلی‌پور

پاییز ۱۴۰۱

فهرست مطالب

2	فهرست مطالب
	فصل ۱
3	مقدمه
	فصل ۲
4	تعریف مسئله و شرح پروژه
4	۲.۱ تعریف کلی مسئله
5	۲.۲ جمع‌آوری داده
6	۲.۲.۱ ساختار قطعات
8	۲.۴ گروه‌بندی
9	۲.۵ تمیز کردن داده
10	۲.۶ استخراج ویژگی
11	۲.۶ طبقه‌بندی
12	۲.۷ خوشه‌بندی
	فصل ۳
13	بارم‌بندی
	فصل ۴
14	گزارش کار

فصل ۱

مقدمه

به طور کلی هدف از این پروژه انجام صفر تا صد یک پروژه واقعی یادگیری ماشین است. در این پروژه شما با چالش‌هایی روبه‌رو خواهید شد که بعضاً در دیگر پروژه‌های دانشگاهی یادگیری ماشین با آن روبه‌رو نبوده‌اید. به عنوان مثال در اکثر پروژه‌ها داده (بعضاً پیش‌پردازش‌شده) در اختیار شما قرار می‌گرفت اما شما در این پروژه بخش جمع‌آوری داده را خواهید داشت. امید است در پایان پس از انجام پروژه، توانایی شما به عنوان یک مهندس در ارتباط با جمع‌آوری داده، تحلیل و پردازش آن‌ها و طبقه‌بندی و خوشه‌بندی افزایش پیدا کرده و با دید وسیع‌تری نسبت به حوزه یادگیری ماشین، در این راه قدم بگذارید.

فصل ۲

تعریف مسئله و شرح پروژه

۲.۱ تعریف کلی مسئله

هدف نهایی این پروژه طبقه‌بندی و خوشه‌بندی داده بر اساس دستگاه آن است. با توجه به اهمیت موسیقی سنتی ایرانی، دسته بندی دستگاه موسیقی از روی ساز به کمک یادگیری ماشین می‌تواند کمک به‌سزایی در تشخیص خودکار و تولید موسیقی کند. اگرچه با گسترش شبکه‌های عمیق حافظه‌دار^۱ همانند شبکه‌های بازگشتی^۲ و LSTM^۳ پردازش داده‌ی sequential ساده‌تر شده است؛ ابتدا از شما خواسته شده است در زمان مشخص‌شده، داده را برای هر دستگاه، به صورت توضیح داده شده، جمع‌آوری کنید. در ادامه لازم است توضیح نسبتاً کوتاهی در ارتباط با چالش‌ها و تفاوت‌های این نوع داده در قالب یک گزارش اولیه گردآوری کنید. پس از تمیزسازی داده آن‌ها را طبقه‌بندی و خوشه‌بندی می‌کنید. در انتها هم لازم است گزارشی کامل از تحلیل نتایج خود بنویسید.

^۱ Memory Recurrent Neural Network

^۲ Recurrent Neural Network (RNN)

^۳ Long Short-Term Memory

۲.۲ جمع آوری داده

در مرحله اول لازم است هر نفر به صورت **انفرادی** برای هریک از هفت دستگاه زیر، پنج قطعه موسیقی و در مجموع ۳۵ قطعه موسیقی پیدا کرده و در [جدول google](#) مطابق نمونه پرشده سطر اول این کار را انجام دهید.

Instrument	Instrument ID
تار	۰
کمانچه	۱
سنتور	۲
سه‌تار	۳
نی	۴
ترکیبی	۵

Dastgah	Dastgah ID
شور	۰
سه‌گاه	۱
ماه‌ور	۲
همایون	۳
راست پنج‌گاه	۴
نوا	۵
چهارگاه	۶

دقت داشته باشید سطر وارد شده توسط شما قبلاً توسط فرد دیگری وارد نشده باشد. صحیح بودن برچسب‌ها اهمیت خود را در مراحل طبقه‌بندی و خوشه‌بندی دقت نشان می‌دهند و شاهد دقت بهتری خواهید بود. یکی از چالش‌های انجام این پروژه تمیزسازی داده است که نیازی به شناخت دستگاه‌های مختلف نیست. طول قطعات موسیقی باید کمتر از **ده دقیقه (۶۰۰ ثانیه)** و بیشتر از **بیست ثانیه** باشد. مهلت ارسال داده حد اکثر تا پایان روز **شانزدهم دی‌ماه** است.

۲.۲.۱ ساختار قطعات

موسیقی کلاسیک ایرانی شامل دوازده دسته (هفت دستگاه و پنج آواز) است. دستگاه یک توالی از پرده‌های مختلف موسیقی است به بیان دیگر مجموعه‌ای از چند نغمه (گوشه) که با یکدیگر در گام، کوک و فواصل نت هم‌آهنگی دارند، دستگاه گفته می‌شود. هفت دستگاه شامل: شور، نوا، ماهور، همایون، سه‌گاه، چهارگاه و راست‌پنج‌گاه است.

بین دستگاه‌های مختلف روابطی برقرار است که گاهی تشخیص را سخت می‌کند به عنوان مثال تشخیص دو دستگاه ماهور و راست‌پنج‌گاه به دلیل شباهت زیاد در گام‌ها ممکن است سخت باشد. برای تشخیص دستگاه‌های مختلف به [این مقاله](#) می‌توانید مراجعه کنید. مجموعه داده مختلفی روی دستگاه‌های موسیقی ایرانی از جمله [پایگاه داده آرگ](#) و مجموعه داده [نوا](#) و همچنین در [این مقاله](#) به کمک سنتور یک مجموعه از دستگاه‌های سنتی ایرانی پرداخته تشکیل شده است.

پس از جمع‌آوری داده‌ی خواسته‌شده دقت کنید که طول آن‌ها بین ۲۰ الی ۶۰۰ ثانیه و فرمت آن حتماً به صورت mp3 باشد. در صورتی که طول آن‌ها بیش از ۶۰۰ ثانیه بود می‌توانید آن را به قطعات ۶۰۰ ثانیه‌ای برش دهید.

۲.۳ گزارش اولیه

در این مرحله لازم است به صورت گروهی گزارشی تهیه کنید (حد اقل دو صفحه) و در آن راجع به تشخیص دستگاه موسیقی سنتی ایرانی، اطلاعات جمع‌آوری کنید. مهم این است با جست‌وجو قبل از انجام پروژه نسبت به داده‌ی که قرار است با آن‌ها کار کنید، دید پیدا کنید. لزومی ندارد این بررسی‌ها فنی و از دید یادگیری ماشین انجام شود بلکه باید روان بوده و یک کاربر عادی هم بتواند با خواندن متن شما این تفاوت‌ها را درک کرده و با مسئله آشنا شود. مهلت ارسال این گزارش حد اکثر تا پایان روز ۲۳ دی‌ماه است.

۲.۴ گروه‌بندی

شما می‌توانید به صورت انفرادی و یا گروه‌های حد اکثر تا چهار عضو فعالیت داشته باشید. فعالیت به صورت گروهی نمره **مثبت** دارد. اسامی افراد گروه را یک نفر به نمایندگی حد اکثر تا پایان روز **نهم دی‌ماه** در محل تحویل گروه‌بندی ارسال کند. دقت کنید که با وجود گروه‌بندی بخش جمع‌آوری داده که در ادامه توضیح داده خواهد شد به صورت **انفرادی** باید انجام شود.

۲.۵ تمیز کردن داده

حال پس از جمع‌آوری داده لازم است با پردازش اولیه داده آن‌ها را آماده برای مراحل بعدی پروژه کنید. در این مرحله دقت داشته باشید با توجه به نوع داده‌ی خود بهترین روش‌ها را انتخاب کرده تا بتوانید دقت بالاتری در مراحل بعدی بدست آورید. به منظور استفاده از داده خام مراحل قبل، نیاز به استخراج ویژگی از داده و تبدیل آن‌ها به بردار ورودی مناسب برای مدل‌ها خواهید داشت. برای استخراج ویژگی‌های سیگنال موسیقی از دو روش مختلف استفاده کنید و برای مقایسه این دو روش در بخش‌های بعد نمودار ROC برای آن‌ها رسم نمایید.

۲.۶ استخراج ویژگی

در این بخش، از داده‌ی خام ویژگی‌های مد نظر را استخراج می‌کنیم، همان‌طور که در بخش قبل به کمک مصورسازی به یک شهود نسبت به داده با توجه به هر دستگاه رسیدیم، در این بخش ویژگی‌هایی که ممکن است به راحتی مشهود نباشند را استخراج می‌کنیم. برای استخراج ویژگی‌ها می‌توانید از کتابخانه‌های معروفی که ویژگی‌های زمانی یا فرکانسی سیگنال‌های صوتی را در اختیار قرار می‌دهند، استفاده کنید.

۲.۶ طبقه‌بندی

مراحل طبقه‌بندی در زیر آمده است:

1. داده را به دو دسته آموزش و تست تقسیم کنید. داده تست باید حداقل **۲۵ درصد** کل داده باشد. برای جداسازی داده تست دقت کنید که مواردی همچون وجود حد اقل یک دستگاه که هیچ موسیقی از آن در داده آموزش نبوده است، رعایت کنید.
2. در این مرحله باید با استفاده از روش‌های یادگیری ماشین که در طول ترم آموخته‌اید، طبقه‌بندی را برای دستگاه‌های موسیقی انجام دهید. در این مرحله حداقل از **سه** روش جداگانه استفاده کرده و نتایج را با هم مقایسه و تحلیل کنید. در این بخش صرفاً کدها به تنهایی حائز اهمیت نیست بلکه در کنار آن تحلیل نمودارهای داده و همچنین مقایسه‌ی روش‌های مختلف است.
3. تحلیل نتایج و رسم نمودار خطا و دقت طبقه‌بندی. **پیشنهاد می‌شود** به کمک طبقه‌بندی‌های زیر این کار را انجام دهید. اگرچه هر روش مورد نظر دیگری نیز قابل قبول خواهد بود:
 - a. استفاده از طبقه‌بندی‌های [XGBoost](#)، AdaBoost⁵، SVM⁴، KNN، logistic regression و MLP⁶ برای کلاس‌بندی و سپس مقایسه نتایج طبقه‌بندی‌ها را از نظر دقت، بایاس و میزان overfitting بایکدیگر (می‌توان نتایج را با استفاده از Normalization و بدون استفاده از آن مقایسه کنید).
 - b. استفاده از PCA، backward elimination، forward selection⁷ و LDA⁸ برای کاهش بعد به منظور کاهش overfit و افزایش دقت مدل.
 - c. استفاده از روش‌های ensemble learning برای کاهش خطای واریانس.
 - d. روش‌های مبتنی بر یادگیری عمیق از متداول‌ترین و کارآمدترین روش‌های طبقه‌بندی داده‌ی sequential هستند. می‌توانید با استفاده از این مدل‌ها دستگاه‌های موسیقی را طبقه‌بندی و نتایج را مقایسه کنید.

⁴ k-nearest neighbors

⁵ Support vector machines

⁶ Multilayer perceptron

⁷ Principal component analysis

⁸ Linear discriminant analysis

۲.۷ خوشه‌بندی

در این‌جا همانند قسمت قبلی باید با استفاده از روش‌هایی که در درس آموخته‌اید با انتخاب حداقل دو روش خوشه‌بندی داده را دسته‌بندی کنید. این کار را برای تعداد خوشه‌های ۲، ۷ و ۲۰ انجام داده و تحلیل کنید. همچنین شباهت داده‌ی درون یک خوشه و تفاوت بین خوشه و دلایلی که برخی داده در یک خوشه قرار گرفته‌اند باید بررسی دقیق شوند. تحلیل و گزارش در این بخش از اهمیت بالایی برخوردار است.

فصل ۳

بارم بندی

از ۱۰۰	نمره دهی
۵	گروه بندی
۱۵	جمع آوری داده
۲۰	پیش پردازش داده
۲۰	خوشه بندی
۲۰	طبقه بندی
۲۰	گزارش کار نهایی

فصل ۴

گزارش کار

همان‌طور که قبلاً هم گفته شد، علاوه بر کد درست، گزارش کار مفصل و توضیح و تحلیل درست داده و نمودارها از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. سعی کنید تمام نکات قابل ذکر در انجام پروژه را در گزارش کار ذکر کنید. دقت داشته باشید که گزارش کار اولیه حد اقل دو صفحه‌ای که برای توضیحات تفاوت‌ها و چالش‌ها به همراه اسامی اعضای گروه که مهلت آن تا پایان ۲۳ دی است، به عنوان مقدمه گزارش کار نهایی است. گزارش نهایی هم همراه با کد و تحلیل موارد خواسته‌شده تا انتهای روز ۱۴ بهمن فرصت دارد. در زیر نکاتی را متذکر می‌شویم که حتماً باید در گزارش کار نهایی ذکر شود:

- روش‌هایی که برای قسمت پیش‌پردازش استفاده کردید و توضیح مختصر نحوه کارکرد هر کدام از آن‌ها
- تحلیل‌هایی که در بخش‌های خوشه‌بندی با تعداد خوشه‌هایی متفاوت کردید.
- مدل‌هایی که برای طبقه‌بندی استفاده کردید را مختصراً توضیح دهید و درباره چرایی انتخاب آن‌ها نیز توضیح دهید.
- استفاده از روش‌های دیگر تدریس‌شده در درس مانند روش‌های کاهش بعد و... در جهت بهبود کارایی مدل بلامانع است ولی حتماً باید در گزارش کار ذکر شود.
- برای هر کدام از مدل‌هایی که آموزش داده‌اید، precision، recall، F1-Score، error را در گزارش قرار دهید.
- گزارش کار می‌بایست مرتب و بخش‌بندی‌شده باشد و تحلیل‌های دقیق داشته باشد. همچنین نوشتن گزارش کار با $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ تا پنج درصد نمره امتیازی دارد.

فصل ۵

نکات پایانی

- هیچگونه شباهتی در انجام این پروژه بین افراد مختلف پذیرفته نمی شود. در صورت کشف هرگونه تقلب مطابق قوانین درس با افراد خاطی برخورد خواهد شد.
- استفاده از مراجع با ارجاع به آنها بلامانع است. اما در صورتی که گزارش شما ترجمه عینی از آن ها باشد، یا از گزارش افراد دیگر استفاده کرده باشید کار شما تقلب محسوب می شود.
- بعد از مطالعه ی کامل و دقیق این توضیحات، در صورتی که سوالی در مورد پروژه داشتید بهتر است در فروم درس مطرح کنید تا بقیه از آن استفاده کننده، در غیر این صورت یا در گروه تلگرامی مطرح کنید یا به طراحان پروژه ایمیل بزنید.

emami.nika@gmail.com

mohammad.nili@ut.ac.ir

abbasnosrat@gmail.com

parisatavana9@gmail.com