

مقدمه

در این پروژه قصد داریم با استفاده از Naive Bayes Classifier به تجزیه و تحلیل آگهی‌های سایت دیوار^۱ و دسته‌بندی آن‌ها بپردازیم و سعی کنیم با استفاده از داده‌هایی که در مورد عنوان و توضیحات هر آگهی داریم، دسته‌بندی آن را پیش‌بینی کنیم.

معرفی مجموعه داده

مجموعه داده تعدادی آگهی در فرمت csv در اختیار شما قرار گرفته است. در هر داده، عنوان و توضیحات آگهی و همین‌طور دسته‌بندی آن مشخص شده است. در این مجموعه داده ۶ دسته وجود دارند که به صورت زیر می‌باشند: وسایل نقلیه (Vehicles)، لوازم برقی (Electronic devices)، کسب و کار (Businesses)، برای خانه (For the home)، شخصی (Personal) و اوقات فراغت و سرگرمی (Leisure & Hobbies)

	title	description	categories
0	بلبل خرمایی	...سه عدد بلبل خرمایی سه ماهه از وقتی جوجه بودن خ	leisure-hobbies
1	عینک اسکی در حد	...عینک اسکی دبل لنز مارک یو وکس در حد نو اصلی م	leisure-hobbies
2	تکیه سر تویوتا پرادو	پارچه ای سالم و تمیز	vehicles
3	%مجموعه کریستال 24	Rcr24% مجموعه دکوری کریستال بالرین	for-the-home
4	کیف و ساک	هر 2 کاملاً تمیز هستند	personal

دو فایل در اختیار شما قرار گرفته است که یکی برای آموزش و دیگری برای ارزیابی مدل شما است. فایل مربوط به آموزش مدل به عنوان train.csv و همین‌طور فایلی که مربوط به ارزیابی مدل شما است با نام test.csv در اختیار شما قرار گرفته است. دقت داشته باشید که تعداد سطرها به ازای هر موضوع دسته‌بندی در هر فایل به صورت متوازن قرار داده شده

¹ <https://phanous.ir/divar-posts-dataset>

است و نیازی به یکسان کردن تعداد آگهی‌ها از دسته‌بندی‌های متفاوت که به نام resampling شناخته می‌شود نیست. البته برای مطالعه بیشتر می‌توانید این موضوع را نیز در نظر بگیرید. این کار برای از بین بردن bias موجود در داده‌هایی که تعداد کلاس‌های خروجی آن‌ها با هم برابر نیست استفاده می‌شود.

فاز اول: پیش‌پردازش داده

در فاز اول باید اطلاعات متنی داخل مجموعه داده را برای تحلیل‌های بعدی پیش‌پردازش کنیم. برای این کار می‌توانید از کتابخانه‌ی [Parsivar](https://github.com/ICTRC/Parsivar)² یا [هضم](https://github.com/sobhe/hazm)³ استفاده کنید یا خودتان موارد مورد نیازتان را پیاده‌سازی کنید. شما باید عنوان و توضیحات‌هایی که موجود است را تا حد ممکن Normalize کنید. (روش‌های ممکن، شامل حذف کلمات پرتکرار یا همان stop words، تبدیل کلمات به ریشه آنها و ... است.)

دقت کنید که این کار هم روی داده‌های train و هم روی داده‌های test باید انجام شود و لزوماً اجرای هر نوع پیش‌پردازشی باعث بالا رفتن دقت مدل شما نخواهد شد. روش‌های متفاوت را با استفاده از کتابخانه یا بدون آن امتحان کنید و ترکیب هر کدام از آنها که به مدل شما بیشتر کمک می‌کند را اجرا کنید.

البته به جز موارد توضیح داده شده می‌توانید تنها به حذف ایست واژه‌ها و کاراکترهای بی‌اهمیت مانند n و r بسنده کنید. اما لازم است تا تاثیر انواع دیگر پیش‌پردازش‌ها را نیز مشاهده کنید و در گزارش خود توضیحی در مورد آن‌ها ارائه دهید.

۱. در گزارش کار خود، جایگزین کردن کلمات با روش stemming یا lemmatization را توضیح دهید.

فاز دوم: فرآیند مسئله

در این مسئله می‌خواهیم با استفاده از Naive Bayes بر اساس عنوان و توضیحات موجود برای هر آگهی تشخیص دهیم که این آگهی در کدام یک از دسته‌بندی‌های مربوطه جای می‌گیرد. در این مسئله از مدل bag of words استفاده می‌کنیم. به این صورت که هر کلمه را مستقل از جایگاه و ترتیب آن در جمله در نظر می‌گیریم. feature های این مسئله را تعداد هر کلمه در کلاس مربوطه در نظر بگیرید. یعنی هر چه تعداد یک کلمه در یک کلاس بیشتر باشد، احتمال اینکه آن کلمه متعلق به آن کلاس باشد بیشتر است. برای حل این مسئله به صورت کلی از naive bayes استفاده می‌کنیم که مفهوم پشت آن با توجه به مفاهیم احتمالی زیر قابل بحث است.

$$P(c|x) = \frac{P(x|c)P(c)}{P(x)}$$

Likelihood Class Prior Probability

Posterior Probability Predictor Prior Probability

$$P(c|X) = P(x_1|c) \times P(x_2|c) \times \dots \times P(x_n|c) \times P(c)$$

² <https://github.com/ICTRC/Parsivar>

³ <https://github.com/sobhe/hazm>

۲. در گزارش کار خود، توضیح دهید که هر کدام از (evidence, likelihood, prior, posterior) بیانگر چه مفهومی در این مسئله هستند و چگونه محاسبه می‌شوند.

دقت کنید که نیازی نیست عبارت Evidence در مخرج کسر به صورت مستقیم محاسبه شود. فرآیند کلی‌ای که باید انجام دهید به این شکل است که در ابتدا برای متن‌هایی که در اختیار دارید تعداد هر کلمه را به تفکیک کلاس آن پیدا کنید. با این کار به نوعی مدل خود را train کرده‌اید. حال برای بررسی یک متن جدید از naive bayes استفاده کنید و با استفاده از احتمال قبلی که در مورد هر کلاس داشته‌اید و همینطور استفاده از کلمات موجود در متن و احتمال دیده شدن آن‌ها در آن کلاس احتمال اینکه متن برای کلاس بخصوصی باشد را بیابید.

برای محاسبات، می‌توانید دو ستون عنوان و توضیحات را یکی کنید که در آن صورت یک ستون برای داده خواهید داشت و یک ستون برای دسته‌بندی. همینطور راه دیگری که وجود دارد این است که می‌توانید یکی از دو ستون عنوان یا توضیحات را کاملاً نادیده بگیرید. دو راه گفته شده تنها مثال‌هایی برای ایده دادن به شما هستند و شما می‌توانید کارهای دیگری نیز برای یکی کردن داده‌های در دست و همینطور استفاده از آن‌ها به شکل‌های متفاوت انجام دهید.

در این مورد می‌توانید با عنوان مهندسی ویژگی‌ها^۴ اطلاعات بیشتری نیز کسب کنید و در این پروژه استفاده کنید. فقط توجه کنید که در بخش ارزیابی، باید دقت شما روی داده‌ی تست از حداقل گفته شده بیشتر باشد.

Bigrams

نکته‌ای که در مورد فرآیند ابتدایی naive bayes در قسمت قبل وجود دارد این است که در این مدل، وجود هر کلمه را به تنهایی و بدون توجه به ترتیب کلمات و همینطور دیگر نکات مربوط به بافت^۵ متن در نظر می‌گیریم، در حالی که همانطور که مشهود است نکات گفته شده می‌توانند تاثیر گذار باشند.

در مورد مشکلی که در این قسمت بیان شد، می‌توان گفت اشکال در فرآیندی است که با استفاده از آن token ها را از متن داده شده بیرون می‌کشیم و هر کلمه را به خودی خود بررسی می‌کنیم. در مقابل این کار می‌توان هر دو کلمه که پشت هم آمده‌اند را یک token در نظر گرفت. به بیان دیگر به جای استفاده از unigram هایی که در قسمت قبل در نظر گرفتیم، در این قسمت از bigram ها استفاده کنیم.

۳. دو جمله مثال بنویسید که یک کلمه یکسان در آن‌ها دو معنی متفاوت داشته باشد. استفاده از bigram ها چگونه

به مشخص شدن معنی آن کلمه کمک می‌کند؟ آیا bigram برای مشخص کردن معنی کلمه در مثال شما کافیه یا نیاز به n-gram طولانی‌تری هست؟

اختیاری: استفاده از ترکیب bigram با unigram را در مدل خود اعمال کنید و آن را روی داده‌های خود train کنید و نتیجه بدست آمده را گزارش کنید. دقت کنید طراحی خود را به شکلی انجام دهید که استفاده از هر دو مدل تغییرات زیادی را در کد شما ایجاد نکند به گونه‌ای که اگر خواستید token های ۳ کلمه‌ای و یا حتی ۴ کلمه‌ای را نیز در نظر بگیرید، تغییرات زیادی نیاز نباشند.

^۴ Feature Engineering

^۵ Context

Additive Smoothing

مشکلی که ممکن است در بدست آوردن دسته‌ها به آن برخورد کنید این است که در آگهی‌هایی که مربوط به دسته‌بندی مشخصی هستند، کلمه‌ای وجود داشته باشد که در آگهی‌هایی از دسته‌ای دیگر نباشد و بالعکس، یا حتی به کلمه‌ای در آگهی جدیدی که می‌خواهیم بررسی کنیم برخورد کنیم که در هیچ کدام از آگهی‌های دیده شده در داده train وجود نداشته باشد.

مشکلی که در حالت گفته شده ایجاد خواهد شد به این مسئله خواهد برگشت که اگر به عنوان مثال کلمه‌ی "لاستیک" تنها در آگهی‌های مربوط به وسایل نقلیه باشد ولی در آگهی‌های مربوط به دسته‌بندی دیگر نباشد، مدل ایجاد شده با قطعیت تشخیص می‌دهد که هر آگهی که در متن آن کلمه "لاستیک" وجود دارد مربوط به آگهی‌های وسایل نقلیه است در حالی که نتیجه‌گیری انجام شده لزوماً درست نمی‌باشد.

۴. در گزارش خود با در نظر داشتن naive bayes توضیح دهید چرا این اتفاق رخ می‌دهد.

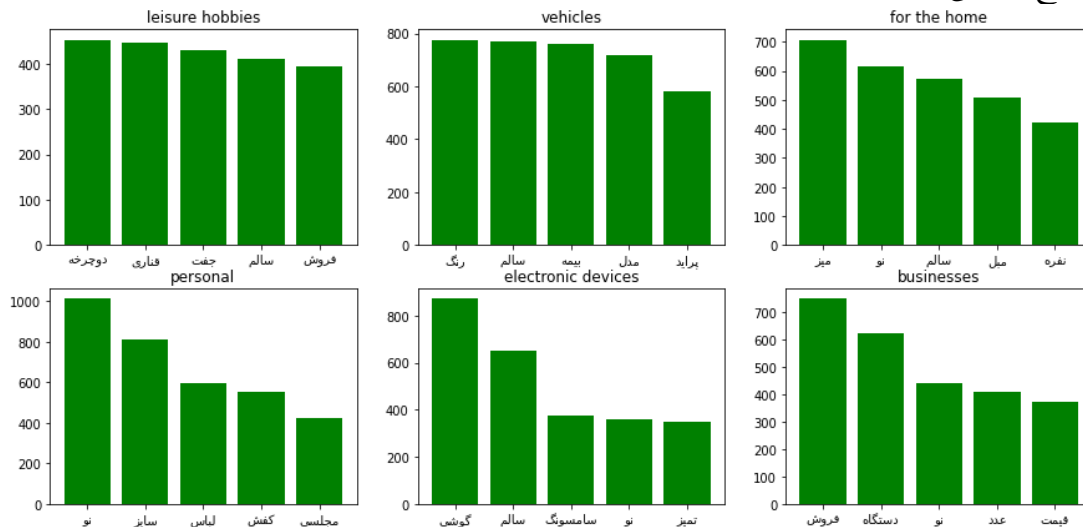
۵. درباره روش Additive Smoothing تحقیق کنید و با پیاده‌سازی آن در پروژه، این مشکل را برطرف کنید.

در گزارش خود این روش را توضیح دهید و بگویید دقیقاً چطور به حل این مشکل کمک می‌کند.

(در بخش ارزیابی، تفاوتی که استفاده از این روش بر دقت می‌گذارد را باید گزارش کنید)

بررسی صحت

۶. با توجه به تعداد کلمات دیده شده مربوط به هر دسته، شش عدد bar plot رسم کنید که نشان دهد در آگهی‌های هر دسته‌بندی چه کلماتی بیشترین تکرار را دارند. (۶ نمودار که در هر کدام حداقل ۵ کلمه با بیشترین تکرار در آن دسته آمده است. نمودار زیر به عنوان نمونه است و با تصمیماتی که در بخش‌های قبل می‌گیرید می‌توان نتایج متفاوتی گرفت.)



شرط گفته شده مربوط به بالا بودن تعداد تکرار، تنها یکی از راه‌هایی است که می‌توان کلماتی با بیشترین تاثیر در هر دسته را شناسایی کرد. تنها نکته‌ای که خوب است در نظر گرفته شود این است که بعضی کلمات در تمامی دسته‌ها تعداد تکرار

بالایی دارند که در نتیجه آن باعث می شود تأثیری در شناسایی دسته برای آگهی نداشته باشند. در این مورد، حذف این کلمات از دایره کلمات می تواند گزینه خوبی باشد.

فاز سوم: ارزیابی

برای ارزیابی مدل خود باید از 4 معیار زیر استفاده کنید.

$$Accuracy = \frac{Correct\ Detected}{Total}$$

$$Precision = \frac{Correct\ Detected\ Class}{All\ Detected\ Class\ (Including\ Wrong\ Ones)}$$

$$Recall = \frac{Correct\ Detected\ Class}{Total\ Class}$$

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

Correct Detected Class: تعداد آگهی هایی که به درستی در دسته بندی مورد نظر تشخیص داده شده اند.

All Detected Class: تعداد تمام آگهی هایی که در دسته بندی مورد نظر تشخیص داده شده. (حتی اگر به اشتباه)

Total Class: تعداد تمام آگهی هایی که در مجموعه داده تست در آن دسته بندی خاص بودند.

به جای Class می توانید هر کدام از دسته بندی های موجود مانند vehicles را بگذارید.

۷. در گزارش کار خود توضیح دهید که چرا مقدار Precision و Recall هر کدام به تنهایی برای ارزیابی مدل کافی نیست؟ برای هر کدام مدلی را مثال بزنید که در آن، این معیار مقدار بالایی دارد ولی مدل خوب کار نمی کند.

۸. در گزارش کار خود توضیح دهید معیار F1 از چه نوع میانگین گیری بین Precision و Recall استفاده می کند؟

تفاوت آن نسبت به میانگین گیری عادی چیست و در اینجا چرا اهمیت دارد؟

۹. با توجه به اینکه مسئله ما بیشتر از ۲ کلاس دارد در مورد multi-class metrics تحقیق کنید. در گزارش کار خود، سه حالت میانگین گیری macro و micro و weighted را شرح دهید. برای تحقیق می توانید از این [سایت](#)⁶ استفاده کنید.

مدل خود را که با استفاده از naive bayes و براساس داده ی train ساخته اید، روی داده ی test که در اختیارتان قرار دارد اجرا کنید و برای هر کدام از سطرهای آن، تشخیص مدلتان را بدست آورید. سپس براساس آن، معیارهای بالا را برای هر کلاس به صورت تنها و سپس با استفاده از سه نوع میانگین گیری گفته شده برای تمام کلاس ها محاسبه کنید. (برای محاسبه معیارها نباید از کتابخانه ها استفاده شود اما برای مطمئن شدن از محاسباتتان می توانید از توابعی مثل [classification report](#)⁷ استفاده کنید.)

⁶ <https://towardsdatascience.com/multi-class-metrics-made-simple-part-ii-the-f1-score-ebe8b2c2ca1>

⁷ https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.classification_report.html

مقدار accuracy و Macro F1 در حالت الف باید به ترتیب بیش از 85 و 85 باشند.

۱۰. در گزارش خود، معیارها را به ازای هر دو حالت زیر به دست آورید (نمونه‌ای از معیارهایی که باید گزارش کنید

در ادامه آمده است. توجه کنید که این فقط یک مثال از نحوه ارائه نتایج است.)

الف. نتایج با استفاده از Additive Smoothing

ب. نتایج بدون استفاده از Additive Smoothing

	Businesses	Electronic Devices	For the home	Leisure Hobbies	Personal	Vehicles	All Classes
Precision							-
Recall							-
F1-score							-
Accuracy	-	-	-	-	-	-	
Macro Avg	-	-	-	-	-	-	
Micro Avg	-	-	-	-	-	-	
Weighted Avg	-	-	-	-	-	-	

۱۱. در گزارش خود، مقادیر بدست آمده در بخش قبل را تحلیل کنید.

۱۲. در گزارش خود ۵ مورد از آگهی‌هایی که در داده‌ی تست هستند و مدل شما دسته اشتباهی برای آنها

تشخیص داده است بیاورید. به نظر شما چه بخش یا بخش‌هایی از راه حلی که پیش گرفتیم باعث شده این موارد

اشتباه تشخیص داده شوند؟

نکات پایانی

- دقت کنید که هدف پروژه تحلیل نتایج است بنابراین از ابزارهای تحلیل داده بطور مثال نمودارها استفاده کنید و توضیحات مربوط به هر بخش از پروژه را بطور خلاصه و در عین حال مفید در گزارش خود ذکر کنید.
- نتایج و گزارش خود را در یک فایل فشرده با عنوان `AI_CA2_<#SID>.zip` تحویل دهید. محتویات پوشه باید شامل فایل `jupyter-notebook`، خروجی `html` و فایل های مورد نیاز برای اجرای آن باشد. توضیح و نمایش خروجی های خواسته شده بخشی از نمره این تمرین را تشکیل می دهد. از نمایش درست خروجی های مورد نیاز در فایل `html` مطمئن شوید.
- در صورتی که سوالی در مورد پروژه داشتید بهتر است در فروم درس مطرح کنید تا بقیه از آن استفاده کنند؛ در غیر این صورت توسط ایمیل با طراحان در ارتباط باشید.
- هدف از تمرین، یادگیری شماست. لطفا تمرین را خودتان انجام دهید.