هوش مصنوعی — تمرین کامپیوتری شماره‌ی ۳

مدرس: **دکتر فدایی و دکتر یعقوب‌زاده** طراحان: مهسا همت پناه، پریا خوش‌تاب، پرنیان فاضل

مهلت تحویل: جمعه ۲ دی‌ماه ۱۴۰۱، ساعت ۲۳:۵۹

مقدمه

در این پروژه قصد داریم با استفاده از Naive Bayes Classifier به تجزیه و تحلیل خبرهای سایت تحلیلی خبری عصر ایران[1] و دسته‌بندی آن‌ها بپردازیم و سعی کنیم با استفاده از داده‌هایی که در مورد توضیحات هر خبر داریم، دسته‌بندی آن خبر را پیش‌بینی کنیم.

معرفی مجموعه داده

مجموعه داده‌ی تعدادی خبر در فرمت csv در اختیار شما قرار گرفته است. در هر داده، متن خبر و همینطور دسته‌بندی آن خبر مشخص شده است. در این مجموعه داده شش دسته وجود دارند که به صورت زیر می‌باشند:

سلامت، سیاسی، ورزشی، فناوری، حوادث و فرهنگی/هنری

	label	content
0	فناوری	... گزارش های منتشر شده حاکی از آن است که کاربران
1	ورزشی	...سوپر استار سینما و از قهرمانان سابق ووشو ـ کو
2	حوادث	...مدیرعامل شرکت عمران آب کیش از فوت یک نفر در آت
3	فناوری	... یک نوجوان انگلیسی به اتهام هک حساب‌های کاربری
4	سلامت	...دانشمندان در جدیدترین مطالعات خود اثرات جدید و

[1] https://www.asriran.com/

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 گرفته‌است. دقت داشته باشید که تعداد سطرها به ازای هر موضوع دسته‌بندی در هر فایل به صورت متوازن قرار داده شده است و نیازی به یکسان کردن تعداد خبرها 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[2] یا هضم[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. (روش های 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 لزوما 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 می‌کرد 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 پیش پردازش‌ها 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.

[2] https://github.com/ICTRC/Parsivar

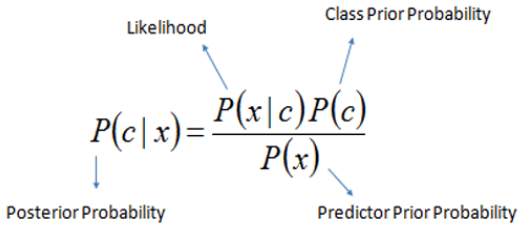
[3] https://github.com/sobhe/hazm

فاز دوم: فرآیند مسئله

در این مسئله می‌خواهیم با استفاده از Naive Bayes بر اساس توضیحات موجود برای هر خبر تشخیص دهیم که این خبر 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.

نمودارهای word cloud دید خوبی از کلیت کلمات موجود در هر دسته به شما نشان می‌دهند که می‌تواند در مسائل به شما کمک کند که آیا روش bag of words برای داده‌ای که در اختیار دارید، مناسب است یا خیر. به کمک آن‌ها می‌توان فهمید آیا واقعا کلمات استفاده شده در دسته‌های مختلف، به قدری متفاوت هستند که به کمک احتمال حضور آن‌ها در یک خبر، بتوان دسته‌بندی آن خبر را تشخیص داد یا خیر. در زیر، نمودار مربوط به دسته‌های خبر در دیتاست مورد نظر، رسم شده است. در این نمودارها، کلمات بسته به فرکانس تکرارشان اندازه‌ای متناسب با دیگر کلمات می‌گیرند.

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.



$$P(c \mid X) = P(x_1 \mid c) \times P(x_2 \mid c) \times \cdots \times P(x_n \mid c) \times P(c)$$

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.

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[4] 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

[4] Context

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 بزنید که یک کلمه یکسان در آنها دو معنی متفاوت داشته باشد. استفاده از bigramها چطور به مشخص شدن معنی آن کلمه کمک می‌کند؟ آیا bigram برای مشخص کردن معنی کلمه در مثال شما کافیست 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.

Additive Smoothing

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

مشکلی که در حالت گفته شده ایجاد خواهد شد به این مسئله برخواهد گشت که اگر به عنوان مثال کلمه‌ی "زبان" تنها در خبرهای مربوط به دسته‌بندی فرهنگی/هنری باشد ولی در خبرهای مربوط به دسته‌بندی دیگر مثل سلامت نباشد، مدل ایجاد شده با قطعیت تشخیص می‌دهد که هر خبری که در متن آن کلمه "زبان" وجود دارد مربوط به خبرهای فرهنگی/هنری است در حالی‌که نتیجه‌گیری انجام شده لزوما 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 دقیقا 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 خبرهای هر دسته‌بندی چه کلماتی(حداقل ۵ کلمه) بیشترین تکرار را دارند. (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 می‌شود تاثیری در شناسایی دسته برای خبر نداشته باشند. در این مورد، حذف این کلمات از دایره کلمات می‌تواند 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 خبرهایی که به درستی در دسته‌بندی مورد نظر تشخیص داده شده‌اند.

All Detected Class: تعداد تمام خبرهایی که در دسته‌بندی مورد نظر تشخیص داده شده. (حتی اگر به اشتباه)

Total Class: تعداد تمام خبرهایی که در مجموعه داده تست در آن دسته‌بندی خاص بودند.

به جای Class می‌توانید هرکدام از دسته‌بندی‌های موجود مانند Political 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 نمی‌کند.

۸. در گزارش کار خود توضیح دهید معیار F1 از چه نوع میانگین‌گیری بین Precision و Recall استفاده می‌کند؟ تفاوت آن نسبت به میانگین‌گیری 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 میانگین‌گیری macro و micro و weighted را شرح دهید. برای تحقیق می‌توانید از این سایت[5] استفاده کنید.

[5] https://towardsdatascience.com/multi-class-metrics-made-simple-part-ii-the-f1-score-ebe8b2c2ca1

مدل خود را که با استفاده از naive bayes و براساس داده‌ی train ساخته‌اید، روی داده‌ی 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 میانگین‌گیری گفته شده برای تمام کلاس‌ها محاسبه کنید. (برای محاسبه معیارها **نباید** از کتابخانه‌ها استفاده شود اما برای مطمئن شدن از محاسابتتان می‌توانید از توابعی مثل classification_report[6] استفاده کنید.)

مقدار accuracy و Macro F1 در حالت ب باید بیشتر از ۹۰ 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 بدون استفاده از Additive Smoothing

ب. نتایج با استفاده از Additive Smoothing

	Health	Political	Sports	Technology	Art	Accidents	All Classes
Precision							-
Recall							-
F1-score							-
Accuracy	-	-	-	-	-	-	
Macro Avg	-	-	-	-	-	-	
Micro Avg	-	-	-	-	-	-	
Weighted Avg	-	-	-	-	-	-	

[6] https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.classification_report.html

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

۱۲. در گزارش خود ۵ مورد از خبرهایی 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_CA3_<#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 می‌دهد. 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.