



عنوان مقاله: مقدمه ای بر تحلیل احساسات و کاربرد آن در هوش مصنوعی

نام و نام خانوادگی نویسنده اول: سیده یاسمین بهنامیان

۲. هاله همایونی:

استادیار، عضو هیئت علمی گروه مهندسی کامپیوتر، موسسه آموزش عالی آپادانا، شیراز

۳. زهرا تصمیم قطعی:

کارشناس مهندسی پزشکی، کارشناس ارشد گروه مهندسی کامپیوتر، موسسه آموزش عالی آپادانا، شیراز

چکیده:

تحلیل احساسات (Sentiment Analysis) که به عنوان نظر کلی یا تحلیل عواطف نیز شناخته می شود، یکی از زیرشاخه های پردازش زبان طبیعی (NLP) است. هدف این حوزه، شناسایی و طبقه بندی خودکار احساسات و نظرات مردم در متون مختلف است. در تحلیل احساسات، متن ها بر اساس تمایلات مثبت، منفی یا خنثی طبقه بندی می شوند تا نگرش یا احساسی که در پس نوشته ها نهفته است، بهتر درک شود. تحلیل احساسات به دلیل رشد شبکه های اجتماعی، نظرات آنلاین و داده های عظیمی که کاربران در اینترنت به اشتراک میگذارند، به موضوعی حیاتی تبدیل شده است. این فناوری به شرکت ها، سازمان ها و محققان این امکان را می دهد تا بازخوردهای ارزشمندی از مشتریان و کاربران دریافت کنند، نظر عمومی نسبت به محصولات، خدمات، یا رخداد ها را تحلیل کنند و استراتژی های مناسب برای بهبود کسب و کار خود تعیین کنند. نقش هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، توانسته است دقت و کارایی تحلیل احساسات را به طور چشمگیری افزایش دهد. مدل های پیشرفته مثل BERT و GPT، با درک عمیق تر از متن و زمینه، قادر به تشخیص احساسات پیچیده، طعنه و کنایه هستند.

کلید واژه: احساسات، تحلیل احساسات، الگوریتم احساسات

مقدمه:

۱. تعریف تحلیل احساسات:

تحلیل احساسات (Sentiment Analysis) یکی از کاربرد های کلیدی هوش مصنوعی و شاخه ای از پردازش زبان طبیعی است که به شناسایی، استخراج و تفسیر احساسات موجود در متون می پردازد. این فناوری با استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، نظرات و عواطف کاربران را از داده های متنی، مانند نظرات در شبکه اجتماعی، ایمیل و بررسی های محصول، تشخیص داده و آن ها را به دسته های مثبت و منفی یا خنثی طبقه بندی می کند. کاربرد اصلی تحلیل احساسات در هوش مصنوعی، بهبود تعامل انسان و ماشین از طریق درک بهتر زبان طبیعی، به ویژه در زمینه هایی مانند خدمات مشتریان هوشمند، بازاریابی دیجیتال، تحلیل شبکه های اجتماعی و سیستم های توصیه گر. این فناوری به سازمان ها کمک می کند تا بازخورد کاربران را درک کرده، تصمیمات داده محور اتخاذ کنند و تجربه مشتریان را بهینه سازد.

۲. مراحل انجام تحلیل احساسات:

❖ پیش پردازش متن: برای تحلیل بهتر، متن باید به شکلی پردازش شود که قابل استفاده توسط مدل های هوش مصنوعی باشد.

- پاکسازی متن: حذف نویز ها و علائم نگارشی اضافی، اعداد و لینکها و ...
- توکن سازی: شکستن متن به واحد های کوچکتر مثل جملات و کلمات.
- حذف توقف واژه ها: حذف کلمات کم اهمیت (مانند "و" "به" "از")
- ریشه یابی: ساده سازی کلمات به شکل پایه (مانند تبدیل "رفته" به "رفت")

نمایش متن به صورت عددی: برای این که ماشین بتواند متن را پردازش کند، باید آن را به قالب عددی تبدیل کرد. این کار معمولاً به یکی از روش های زیر انجام می شوند.

- کیسه کلمات (Bag of words-bow): متون به صورت مجموعه ای از کلمات و فرکانس آن ها نمایش داده می شوند.
- TF-IDF: یک معیار برای وزن دهی کلمات بر اساس فراوانی و اهمیت آن ها در متن
- نمایش تعبیه ای (Embedding): استفاده از مدل هایی مانند Word2Vec یا BERT برای نمایش معنایی کلمات.

ساخت و آموزش مدل: مدل های یادگیری ماشین برای تحلیل احساسات به دو صورت قابل پیاده سازی هستند:

- مدل های مبتنی بر قواعد (Rule-Based): از قواعد زبانی و دیکشنری های احساسات برای تعیین عاطفه استفاده می کنند.
- مدل های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق: با استفاده از داده های برجسته دار (نظیر متن های دارای احساسات مشخص)، مدل هایی مانند SVM، شبکه های عصبی مانند LSTM و Transformer آموزش داده می شوند.

پیش بینی و ارزیابی: پس از آموزش مدل، برای هر متن جدید، مدل احساسات آن ها را پیش بینی میکند. ارزیابی مدل معمولاً با معیار هایی مانند دقت، یادآوری و دقت میانگین انجام می شود.

۳. روش ها و تکنیک های متداول:

❖ یادگیری ماشین کلاسیک: در این روش، مدل هایی مثل SVM یا Random Forest استفاده می شود. این مدل ها نیاز به مهندسی ویژگی دسترسی دارند و ساده تر از مدل های عمیق هستند.

❖ یادگیری عمیق: مدل های یادگیری عمیق مثل LSTM و RNN هستند که قادر به یادگیری الگو های پیچیده تر و معنایی تر در متن هستند.

❖ مدل های از پیش آموزش دیده (Pretrained Models): مدل های پیشرفته مانند BERT که روی حجم عظیمی از داده ها آموزش دیده اند، امکان تحلیل احساسات با دقت بالاتر و بدون نیاز به داده های زیاد برای آموزش فراهم می کنند.

○ چالش های موجود در تحلیل احساسات:

تحلیل احساسات با وجود پیشرفت های چشمگیر در هوش مصنوعی و پردازش زبان طبیعی (NLP)، با چالش ها و محدودیت هایی رو به رو است که بر دقت و کارایی آن تاثیر می گذارد. این چالش ها به عوامل زبانی، فرهنگی و فنی مربوط می شوند.

۱- پیچیدگی زبان انسانی

کنایه و طعنه: تشخیص طعنه و کنایه یکی از دشوارترین جنبه های تحلیل احساسات است. جملاتی که به ظاهر مثبت هستند ممکن است در واقع معنای منفی داشته باشند.

مثال: "عجب خدمات عالی ای! یک ساعت منتظر بودم."

چند معنایی (Ambiguity):

○ بسیاری از کلمات در زبان های مختلف دارای معانی متعددی هستند که بسته به زمینه تغییر می کند.

مثال: "کلمه (عالی) ممکن است به صورت مثبت یا حتی کنایه آمیز استفاده شود.

۲- تفاوت فرهنگی و زبانی

• زبان های مختلف و گویش: مدل های تحلیل احساسات ممکن است برای یک زبان خاص آموزش دیده باشند و در برخورد با گویش ها یا زبانهای دیگر دچار مشکل شوند.

• زمینه فرهنگی: یک عبارت مشابه ممکن است در فرهنگ های مختلف معانی متفاوت داشته باشند.

۳- محدودیت در تحلیل متون غیررسمی و شبکه اجتماعی

• استفاده از ایموجی ها و اختصارات: متون خیر رسمی، به ویژه در شبکه های اجتماعی، معمولاً شامل ایموجی ها، هشتگ ها و اختصارات هستند که تحلیل آنها دشوار است.



مثال: "استفاده از ایموجی ها برای انتقال احساسات پیچیده.

- زبان محاوره ای و غلط املائی: خطاهای املائی و ساختارهای گرامری نادرست می توانند دقت الگوریتم ها را کاهش دهند.

۴- محدودیت های داده ها و برچسب گذاری

- نیاز به داده های برچسب گذاری شده: مدل های یادگیری ماشین و عمیق برای آموزش به حجم زیادی از داده های برچسب گذاری شده نیاز دارند، که تهیه آنها هزینه بر و زمان بر است.

- عدم تعادل داده ها: در بسیاری از مجموعه داده ها، تعداد نظرات مثبت یا منفی ممکن است بیشتر باشد، که منجر به سوگیری در مدل می شود.

۵- چالش در تحلیل احساسات چند وجهی

- ادغام داده های صوتی، تصویری و متنی: تحلیل احساسات از روی متون به تنهایی کافی نیست و نیاز به پردازش همزمان داده های صوتی (لحن صدا) و تصویری (حالات چهره) وجود دارد. ادغام این داده ها پیچیده است.

۶- چالش های اخلاقی و حریم خصوصی

- حریم خصوصی کاربران: جمع آوری و تحلیل احساسات کاربران، به ویژه در شبکه های اجتماعی، ممکن است منجر به نقض حریم خصوصی شود.

- سوگیری های الگوریتمی: الگوریتم های تحلیل احساسات ممکن است دارای سوگیری های نژادی، جنسیتی یا فرهنگی باشند که می تواند منجر به نتایج نا عادلانه شود.



۷- تغییرات معنایی در طول زمان (Concept Drift)

- تغییرات در زبان و معنا: معنای برخی کلمات یا اصطلاحات در طول زمان تغییر میکند و مدل ها باید به روز رسانی شوند.

مثال: "اصطلاحات یا هشتگ های جدید در بکه های اجتماعی."

۸- تحلیل احساسات پیچیده تر چند وجهی

- احساسات ترکیبی: بسیاری از متون حاوی چندین احساس مختلف هستند که شناسایی آن ها به طور همزمان دشوار است. برای مثال، فردی ممکن است همزمان احساس رضایت و نگرانی را در یک نظر ابراز کند.

راه کار های پیشنهادی:

۱. استفاده از مدل های پیشرفته تر مانند BERT و GPT : این مدل ها در درک زمینه و پیچیدگی های زبان انسانی بهتر عمل می کنند.
۲. تحلیل چند زبانه و بومی سازی مدل ها: آموزش مدل ها برای زبان ها و فرهنگ های مختلف.
۳. ادغام چند وجهی: استفاده از داده های متنی، صوتی و تصویری برای دقت بیشتر.
۴. تمرکز بر تفسیر پذیری: افزایش شفافیت مدل ها برای درک بهتر نتایج و رفع سوگیری.

بحث

کاربرد های تحلیل احساسات در هوش مصنوعی:

تحلیل احساسات یکی از ابزار های مهم در هوش مصنوعی و پردازش زبان است که به دلیل کاربرد های گسترده اش در حوزه های مختلف از جمله بازاریابی، سیاست، سلامت روان و تحلیل اجتماعی مورد توجه قرار گرفته است. در ادامه این مقاله به توضیح کامل کاربرد های این فناوری می پردازیم:

۱. بازاریابی و تجربه مشتری

- تحلیل بازخورد مشتریان: شرکت ها از تحلیل احساسات برای ارزیابی نظرات مشتریان درباره محصولات یا خدماتشان استفاده می کنند. این روش به آنها کمک می کند تا احساسات مثبت و منفی را شناسایی کرده و تصمیمات بهتری برای بهبود خدمات بگیرند.

مثال: بررسی نظرات کاربران در سایت هایی مثل آمازون و دیجی کالا.

- تحلیل رقابتی: تحلیل احساسات در نظرات مشتریان رقبا، اطلاعات ارزشمندی درباره نقاط قوت و ضعف آنها فراهم می کند.

مثال: شناسایی دلایل نارضایتی مشتریان از برند های رقیب.

- تبلیغ هدفمند: درک احساسات مشتریان به برنهای کمک می کند تبلیغات شخصی سازی شده و اثر بخش تر طراحی کنند.

مثال: ارسال پیشنهاد های ویژه به مشتریانی که نظرات مثبت ثبت کرده اند.

۲. رسانه های اجتماعی و تحلیل نظرات عمومی

- نظارت بر برند: شرکت ها از تحلیل احساسات برای نظارت بر نظرات کاربران در شبکه های اجتماعی استفاده می کنند تا بدانند مشتریان چه احساسی نسبت به برند یا محصولاتشان دارند.

مثال: تحلیل توییت های کاربران درباره عرضه محصول جدید.

- پیش بینی بحران ها: شناسایی زود هنگام نظرات منفی گسترده می تواند از گسترش بحران های مربوط به شهرت برند جلوگیری کند.

مثال: تحلیل موج های منفی در فضای مجازی پس از بروز مشکل در خدمات.

- شناسایی ترند ها: تحلیل احساسات به شناسایی موضوعات داغ و ترند های جدید در میان کاربران کمک می کند.

مثال: رصد نظر کاربران درباره موضوعات سیاسی یا اجتماعی در توییتر.

۳. سیاست و تحلیل اجتماعی

- نظر سنجی و تحلیل افکار عمومی: تحلیل احساسات ابزار قدرتمندی برای بررسی نظر مردم در مورد سیاستمداران، احزاب یا تصمیمات سیاسی است.

مثال: تحلیل نظرات کاربران در دوره انتخابات برای پیش بینی تمایلات رای دهی.

- شناسایی نگرانی های عمومی: با بررسی احساسات موجود در متون مرتبط با مسائل اجتماعی، دولت ها می توانند سیاست هایی متناسب با نیاز ها و نگرانی های مردم تدون کنند.

مثال: تحلیل نظرات درباره بحران هایی نظیر تغییرات اقلیمی یا افزایش قیمت ها.

- مقابله با اخبار جعلی: تحلیل احساسات در کنار تحلیل متن به شناسایی اخبار جعلی و کاهش تاثیرات منفی آن کمک می کند.

۴. سلامت روان و مراقبت های پزشکی

- پایش سلامت روانی: تحلیل احساسات در متن ها یا مکالمات افراد می تواند به شناسایی علائم افسردگی، اضطراب یا استرس کمک کند.

مثال: تحلیل متون چت کاربران برای شناسایی پیام های حاوی احساسات منفی مداوم.

- بهبود خدمات درمانی: درک احساسات بیماران از نظرات و بازخورد های آن ها می تواند به بهبود کیفیت خدمات درمانی کمک کند.

مثال: تحلیل نظرات بیماران درباره کیفیت مراقبت ها در بیمارستان ها.

- طراحی دستیار های مجازی: دستیار های سلامت روان مانند Woebot از تحلیل احساسات برای ارائه پاسخ های مناسب و کمک به کاربران استفاده می کنند.

۵. تحلیل مالی و اقتصادی

- پیش بینی بازار: احساسات موجود در اخبار، گزارش یا پست های شبکه اجتماعی می توانند بر تصمیم گیری های مالی تاثیر بگذارند. تحلیل این احساسات به پیش بینی روند بازار کمک می کند.

مثال: تحلیل احساسات در اخبار مرتبط با سهام و ارز های دیجیتال.

- ارزیابی ریسک: بانک ها و موسسات مالی از تحلیل احساسات برای شناسایی مشتریانی که احتمال بدهی دارند، استفاده می کنند.

۶. آموزش و یادگیری

- تحلیل بازخورد دانش آموزان: تحلیل احساسات در نظر دانش آموزان یا دانشجویان می تواند به بهبود روش های آموزشی و شناسایی نقاط ضعف کمک کند.

مثال: تحلیل نظرات در سامانه های یادگیری آنلاین.

- ارزیابی محتوا: درک احساسات دانش آموزان نسبت به محتوای آموزشی می تواند در تولید محتوای بهتر موثر باشد.

۷. بازی های رایانه ای و سرگرمی

- طراحی تجربه کاربری بهتر: تحلیل احساسات کاربران درباره بازی ها به توسعه دهندگان کمک می کند تا بازی هایی با تجربه کاربری جذاب طراحی کنند.

مثال: تحلیل نظرات کاربران درباره تجربه بازی برای شناسایی مشکلات یا نکات مثبت.

- تبلیغات و بازاریابی: شرکت های سرگرمی از تحلیل احساسات برای بهینه سازی تبلیغات و پیش بینی موفقیت فیلم ها یا بازی ها استفاده می کنند.

۸. امنیت و پایش محتوا

- شناسایی محتوای نامناسب: تحلیل احساسات برای شناسایی نظرات توهین آمیز، محتوای خشونت آمیز یا تهدید های سایبری استفاده می شود.



مثال: تشخیص پیام های توهین آمیز در پلتفرم های اجتماعی.

- نظارت بر نظرات کارکنان: شرکت ها از تحلیل احساسات برای نظارت بر نظرات کارکنان و بهبود فرهنگ سازمانی استفاده می کنند.

۹. کاربرد های حقوقی

- تحلیل اسناد قانونی: تحلیل احساسات در متون قانونی و حقوقی می تواند برای شناسایی گرایش های دادگاه ها و ارائه مشاوره حقوقی مفید باشد.

مثال: بررسی گرایش احساسی قاضی در پرونده های مشابه.

- تحلیل بازخورد عمومی نسبت به قوانین: بررسی نظرات عمومی درباره قوانین جدید برای تنظیم سیاست ها و پیشگیری از نارضایتی های اجتماعی.

۱۰. تحلیل ادبی و فرهنگی

- تحلیل متون ادبی: تحلیل احساسات در رمان ها، اشعار و متون ادبی به فهم بهتر حالات نویسنده یا موضوع متن کمک می کند.

مثال: تحلیل احساسات در داستان های معروف برای شناسایی الگو های عاطفی.

- درک تعاملات فرهنگی: بررسی احساسات در داستان های معروف برای شناسایی الگو های عاطفی.

با گسترش شبکه اجتماعی و تولید انبوه داده های متنی، درک احساسات کاربران به یکی از نیاز های اساسی سازمان ها و کسب و کار ها تبدیل شده است. تحلیل احساسات، که به کمک هوش مصنوعی و پردازش زبان طبیعی انجام می شود، به ما این امکان را می دهد تا نظرات، تجربیات و احساسات واقعی افراد را از دل متون استخراج کنیم. این فناوری نه تنها در بازاریابی و بهبود خدمات مشتریان، بلکه در حوزه هایی مانند تحلیل سیاسی، پیش بینی روند های اجتماعی و حتی سلامت روان کاربرد های گسترده ای یافته است.

روش پیشنهادی برای تحلیل احساسات و کاربرد آن

۱- شروع با یک مثال کاربردی

هدف: جلب توجه مخاطب از طریق مثال های ملموس.

• نمونه:

"تصور کنید شرکتی بخواهد میزان رضایت مشتریان خود را از یک محصول جدید در شبکه های اجتماعی ارزیابی کند. تحلیل هزاران نظر به صورت دستی غیر ممکن است. اینجاست تحلیل احساسات وارد عمل می شوند."



۲- بیان آمار یا داده جذاب

هدف: نشان دادن اهمیت تحلیل احساسات با استفاده از آمار.

• نمونه:

"بیش از ۸۰٪ از داده های موجود در اینترنت به صورت متنی هستند و روزانه میلیون ها نظر در شبکه های اجتماعی منتشر می شود. تحلیل احساسات به ما کمک می کند این حجم عظیم از اطلاعات را درک و تفسیر کنیم."

۳- تعریف دقیق و ساده تحلیل احساسات

هدف: ارائه یک تعریف واضح و مختصر برای آشنایی مخاطب.

• نمونه:

"تحلیل احساسات شاخه ای از پردازش زبان طبیعی NLP است که به شناسایی و طبقه بندی احساسات متون، مانند مثبت، منفی یا خنثی می پردازد."

۴- طرح یک سوال چالش برانگیز

هدف: ایجاد کنجکاوی در مخاطب.

• نمونه:

"آیا می توان احساسات واقعی کاربران را از متن نظرات آن ها استخراج کرد؟ تحلیل احساسات یکی از ابزار های کلیدی برای پاسخ به این سوال است."

۵- اشاره به تاریخچه مختصر و روند رشد

هدف: نشان دادن روند پیشرفت و اهمیت تاریخی تحلیل احساسات.

• نمونه:

"از اوایل دهه ۲۰۰۰ که اولین الگوریتم دحلیل احساسات معرفی شدند، این فناوری مسیر طولانی را طی کرده است و اکنون با پیشرفت های هوش مصنوعی، به یکی از مهم ترین ابزار های تجزیه و تحلیل داده های متنی تبدیل شده است."

۶- بیان چالش های موجود و نقش هوش مصنوعی و رفع آن ها

هدف: نشان دادن اهمیت تحلیل احساسات و ضرورت پیشرفت در این زمینه.

• نمونه:

" تشخیص طعنه، درک احساسات پیچیده و مدیریت تفاوت های فرهنگی، از چالش های اصلی در تحلیل احساسات هستند. هوش مصنوعی توانسته است با مدل های پیشرفته این موانع را تا حد زیادی برطرف کند."

۷- معرفی کاربرد های کلیدی

هدف: ایجاد ارتباط بین مفهوم تحلیل احساسات و زندگی روزمره

• نمونه:

" تحلیل احساسات نه تنها در بازاریابی و مدیریت برند، بلکه در حوزه های پزشکی، سیاست و حتی سلامت روان نیز کاربرد دارد."

نگاهی به آینده

در ادامه به برخی از مهم ترین روند ها و چشم انداز های آینده می پردازیم:

۱- استفاده از مدل های زبانی پیشرفته:

- مدل های زبانی LLM : مدل هایی مانند GPT و BERT امکان تحلیل پیچیده تر احساسات را فراهم می کند، این مدل ها می توانند احساسات ضمنی، طنز و کنایه را با دقت بیشتری درک کنند.
- چند زبانی: مدل های پیشرفته می توانند احساسات را در زبان های مختلف و با توجه به تفاوت های فرهنگی و زبانی تحلیل کنند.
- شخصی سازی: مدل ها قادر خواهند بود احساسات را با توجه به خصوصیات فردی و زمینه های اجتماعی کاربران بهتر تفسیر کنند.

۲- تحلیل چند وجهی:

- تحلیل متن، صوت و تصویر: ترکیب تحلیل متن با پردازش سیگنال های صوتی مثل لحن صدا و تصویر مثل حالت چهره برای فهم بهتر احساسات
- تحلیل رسانه های اجتماعی: بررسی احساسات در پست هایی که شامل متن، تصویر، و ویدئو هستند.
- ۳- تشخیص احساسات پیچیده تر:
- تحلیل احساسات ترکیبی: شناسایی ترکیبی از هیجان و اضطراب در یک پیام.
- فهم زمینه های فرهنگی



- احساسات ظریف و غیر مستقیم
- ۴- ترکیب با فناوری های دیگر
- هوش مصنوعی مولد: ابزار های تولید محتوا می توانند بر اساس تحلیل احساسات، متونی تولید کنند که به بهترین شکل احساسات را منتقل کند. مثلا تولید پیام های بازاریابی با احساسات مثبت برای جذب مخاطب.
- اینترنت اشیا: ترکیب تحلیل احساسات با دستگاه های هوشمند مثل دستیار های صوتی برای پاسخگویی بهتر به نیاز ها و حالات احساسی کاربران.
- ۵- افزایش شفافیت و اعتماد
- توضیح پذیری
- کاهش سوگیری

نتیجه گیری:

تحلیل احساسات یکی از حوزه های مهم و رو به رشد در هوش مصنوعی و پردازش زبان طبیعی است که با هدف شناسایی و تفسیر احساسات در متن طراحی شده است. این فناوری به تحلیل نظرات، حالات عاطفی و گرایش های احساسی افراد از طریق متن، صوت یا تصویر می پردازد. آینده تحلیل احساسات با تمرکز بر مدل های پیشرفته تر، فهم عمیق تر احساسات انسانی، و گسترش کاربرد ها در حوزه های مختلف تعریف می شود. این فناوری می تواند نقش محوری در بهبود تجربه کاربری، تصمیم گیری های استراتژیک و تعاملات انسانی در دنیای دیجیتال داشته باشد. همزمان، چالش های مرتبط با سوگیری، حریم خصوصی و اخلاقیات نیازمند توجه ویژه خواهند بود.

منابع:

- Alhumoud SO, Al Wazrah AA (2021) Arabic sentiment analysis using recurrent neural networks: a review. *Artif Intell Rev* 55:707–748
- Bai X, Liu P, Zhang Y (2020) Investigating typed syntactic dependencies for targeted sentiment classificat
- Balaji T, Annavarapu CSR, Bablani A (2021) Machine learning algorithms for social media analysis: a survey. *Comput Sci Rev* 4
- Birjali M, Kasri M, Beni-Hssane A (2021) A comprehensive survey on sentiment analysis: approaches, challenges and trends. *Knowl-Based Syst* 226:107134
- Carvalho J, Plastino A (2021) On the evaluation and combination of state-of-the-art features in twitter sentiment analysis. *Artif Intell Rev* 54(3):1887–1936



- Chatterjere A, Guptha V, Chopra P, Das A (2020) Minority positive sampling for switching points-an anecdote for the code-mixing language modeling. In: Proceedings of the 12th language resources