ICWR2022
May 11-12, 2022, Tehran, Iran
8th International Conference on Web Research

Constructing and Analyzing Movie Similarity Graph Based on Topical Analysis of Movie Subtitles

Dadfar Momeni [*1], Hossein Rahmani[2] ,Mohammad Nazari[3]

[1] School of Computer Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
dadfar.momeni@gmail.com

[2] Assistant Professor, School of Computer Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
h_rahmani@iust.ac.ir

[3] Master of Software Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
nazari.mo1997@gmail.com

Abstract

Nowadays, considering the huge amount of DATA, to search through them, we ought to use methods for analyzing the DATA according to our needs. This challenge also exists in the entertainment and cinema industry to find movies and TV shows with the same topic aiming to recommend and minimize the search space for the audience. Therefore, methods are needed to efficiently recognize the movies with the same topic and present them to the users. Most of the existing services lean on user-based information, and usually, not on the original content of the movies. These services use DATA such as user ratings and comments or features like actors, directors, and the movie genre or a combination of both.

In this paper, we use low-level features of the movie subtitles, extracted using LDA, for thematic analysis of textual contents of the movies (subtitles). To do so, using the extracted features and Cosine similarity measure, we construct the similarity graph of movies. In this graph, each node represents a movie and each edge indicates the similarity between them. In the following, using clustering methods on movies graphs we were able to achieve a noticeable Thematic correlation between the movies.

Keywords: Data Mining, Topic Extraction, Graph Analysis, Movie, Subtitle

ICWR2022
May 11-12, 2022; Tehran, Iran
8th International Conference on Web Research

ساخت و تحلیل گراف شباهت فیلم‌ها براساس تحلیل موضوعی زیرنویس ها

دادفر مؤمنی*[۱]، حسین رحمانی[۲]، محمد نظری[۳]

[۱] کارشناسی مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران
dadfar.momeni@gmail.com

[۲] استادیار دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران
h_rahmani@iust.ac.ir

[۳] کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران
nazari.mo1997@gmail.com

چکیده

امروزه باتوجه‌به حجم عظیم داده‌ها، برای جست‌وجو میان آن‌ها، ناگزیریم از روش‌هایی بهره بگیریم که بتوانیم اطلاعات را طبق نیاز خود پالایش کنیم. این چالش در صنعت سینما و سرگرمی نیز به منظور یافتن فیلم‌ها و سریال‌هایی با موضوعات مشابه و مرتبط درجهت پیشنهاد و کوچک‌کردن فضای جست‌وجو برای مخاطبان وجود دارد. بنابراین روش‌هایی لازم است که بتوانند به نحوی کارآمد فیلم‌های مرتبط و دارای موضوعات مشابه را تشخیص دهند و در اختیار کاربران بگذارند. اکثر سرویس‌های موجود در این زمینه، بر اطلاعات بدست‌آمده از کاربران تکیه می‌کنند و معمولاً محتوای اصلی فیلم، توسط آن‌ها به‌کارگرفته نمی‌شود. این سرویس‌ها از اطلاعاتی مانند سلیقه و نظرات کاربران، یا ویژگی‌هایی نظیر بازیگران، کارگردان و ژانر فیلم، یا ترکیبی از این دو استفاده می‌کنند.

در این مقاله با استفاده از ویژگی‌های سطح پایین استخراج‌شده از زیرنویس‌ها به تحلیل موضوعی محتوای متنی فیلم‌ها (زیرنویس) پرداخته‌ایم. به‌این‌منظور با بهره گیری از ویژگی‌های استخراج‌شده به‌وسیله الگوریتم LDA و سنجه شباهت کسینوسی، اقدام به ساخت گراف شباهت فیلم‌ها نموده‌ایم. در این گراف هر گره معرف یک فیلم و هر یال بیانگر شباهت میان دو فیلم است. درادامه با استفاده از روش‌های خوشه‌بندی برروی گراف فیلم‌ها توانستیم در خوشه‌ها، هم‌بستگی موضوعی قابل‌توجهی میان فیلم‌ها بدست آوریم.

کلمات کلیدی

داده‌کاوی، استخراج موضوع، تحلیل گراف، فیلم، زیرنویس

۱- مقدمه

باتوجه‌به حجم روزافزون داده‌های ویدئویی، توسعه روش‌هایی برای خوشه‌بندی و جست‌وجو سریع میان آن‌ها اهمیت فراوانی پیدا کرده است. استخراج شباهت فیلم‌ها و توصیه فیلم‌های مشابه به مخاطبان صنعت سینما، می‌تواند برای خدمات گوناگونی همچون وب‌سایت‌های پخش آنلاین ویدئو، ناشران فیلم‌ها، فروشگاه‌های محتوای چندرسانه‌ای و خدمات اطلاع‌رسانی بسیار مفید باشد.

اکثر سرویس‌های موجود در این زمینه، از اطلاعاتی مانند سلیقه و نظرات کاربران، یا ویژگی‌هایی نظیر بازیگران، کارگردان و ژانر فیلم، یا ترکیبی از این دو استفاده می‌کنند و معمولاً محتوای اصلی فیلم، توسط آن‌ها به‌کارگرفته نمی‌شود. این موضوع سبب می‌شود فیلم‌هایی که داده ثبت شده زیادی توسط کاربران برای آن‌ها وجود ندارد، کمتر دیده شوند.

کارهای گوناگونی به‌منظور یافتن شباهت موضوعی فیلم‌ها و در جهت توسعه سیستم‌های توصیه‌گر با تکیه بر محتوای خود فیلم‌ها انجام شده است. به طور کلی تلاش‌های انجام شده در این زمینه از روش‌های گوناگونی مانند استخراج موضوع از متن[1] [1]، پردازش زبان طبیعی، یادگیری با نظارت و یادگیری بدون نظارت برای استخراج ویژگی از محتوای متنی، صوتی، تصویری فیلم‌ها استفاده می‌کنند. سپس با دسته‌بندی با کمک یادگیری ماشین یا بهره‌گیری از انواع روش‌های خوشه‌بندی [2]، براساس ویژگی‌های استخراج شده، سعی بر یافتن هم‌بستگی موضوعی میان فیلم‌ها، می‌کنند.

یکی از رویکردهای مفید و پرکاربرد در زمینه داده‌کاوی و کشف شباهت‌ها، مدل‌سازی مسئله در قالب گراف است. ساخت گراف می‌تواند در بصری‌سازی[2] و ارائه قابل درک داده‌ها بسیار کمک‌کننده باشد. مدل‌سازی فیلم‌ها در قالب گراف امکان مطالعه ارتباط‌ها، کشف شباهت‌های میان فیلم‌ها و بهره گیری از تحلیل‌های گرافی را فراهم می‌سازد.

در این مقاله از الگوریتم LDA [3] برای استخراج ویژگی‌های سطح پایین از زیرنویس فیلم‌ها بهره گرفته‌ایم. در ادامه با بهره گیری از ویژگی‌های استخراج‌شده و سنجه شباهت کسینوسی[3] [4] میان بردارهای ویژگی فیلم‌ها، اقدام به ساخت گراف شباهت فیلم‌ها نموده‌ایم. سپس سعی می‌کنیم با استفاده از روش‌های تحلیل گراف[4] و خوشه‌بندی[5] برروی گراف فیلم‌ها، هم‌بستگی[6] موضوعی میان فیلم‌ها را بسنجیم.

۱-۱- کارهای مرتبط

در این قسمت به مرور چند نمونه از کارهایی که درزمینه استخراج موضوع از متن و تشخیص شباهت موضوعی متن‌ها و فیلم‌ها صورت‌گرفته است پرداخته می‌شود. کارهای انجام شده در دو دسته کشف شباهت متن‌ها و توسعه سیستم‌های توصیه‌گر[7] بررسی می‌شوند.

۱-۱-۱- کشف شباهت میان متن‌ها

در [5] سعی شده با استفاده از روش‌های استخراج موضوع، کشف شود که در متن‌های درام فرانسوی مربوط به دوره کلاسیک و عصر روشنگری[8]، زیرژانرهای ژانر درام تا چه حد دارای موضوعات عمده و الگوهای موضوعی مربوط به متن هستند. به این شکل که تا چه حد استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی براساس امتیازات بدست‌آمده از تشخیص موضوعات، با تفاوت‌های مرسوم زیرژانرها منطبق است.

یکی از کارهای انجام‌شده درزمینه کشف شباهت میان فیلم‌ها، استفاده از ویژگی‌های سطح پایین استخراج‌شده از متن زیرنویس فیلم‌ها با بهره‌گیری از روش‌های پردازش زبان طبیعی و استخراج موضوع است. در [6] سعی شده هم‌بستگی میان موضوع فیلم‌ها و ویژگی‌های سطح پایینی که با بهره گیری از الگوریتم LDA [3] از متن زیرنویس آن‌ها استخراج‌شده، سنجیده شود.

یکی دیگر از کارهای اخیر که درزمینه دسته‌بندی فیلم‌ها با استفاده از زیرنویس انجام‌شده است، بهره‌گیری از روش‌های یادگیری ماشین بدون‌ناظر، بدون نیاز به برچسب‌گذاری داده‌ها در تمام طول فرایند است [7]. مقاله [7] از در کنار هم قرار دادن دو روش استخراج ویژگی و یادگیری بدون ناظر استفاده کرده است [8]. همچنین از روش کاهش بعد[9] برای کاهش ابعاد در این پژوهش استفاده‌شده است. در بخش یادگیری بدون ناظر مشاهده‌شده است که الگوریتم‌های K-Means و Bisecting K-Means [2] از نظر کیفیت خوشه‌بندی، بهترین عملکرد را داشته‌اند.

در یک پژوهش دیگر، به دسته‌بندی چندبرچسبی فیلم‌ها با بهره‌گیری از روش‌های بانظارت یادگیری ماشین برای دسته‌بندی فیلم‌ها در ژانرهای مرتبط پرداخته شده است. نوآوری این روش در استفاده از دسته‌بندهای بهینه‌شده و ترکیب آن‌ها است. در مقاله [9] از ترکیب SVM[10] و DT[11] استفاده‌شده است. در مقاله [9] مشاهده می‌شود که از استفاده از دسته‌بند ترکیبی فارغ از دیتاست و بردار ویژگی استفاده‌شده، دقت بهتری را ارائه می‌دهد.

۱-۱-۲- سیستم‌های توصیه‌گر

در مقاله [10] سعی می‌شود با استفاده از یک مدل‌چندگانه براساس محتوای متنی فیلم‌ها (زیرنویس)، همچنین استفاده از کانال‌های صوتی و تصویری، یک ارائه[12] از فیلم استخراج شود. سپس با کنار هم قرار گرفتن ویژگی‌های استخراج‌شده از سه محتوای متنی، صوتی و تصویری فیلم‌ها، به همراه داده‌هایی مانند کارگردان و بازیگران فیلم‌ها اقدام به استخراج شباهت فیلم‌ها استفاده‌شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از ویژگی‌های متنی، صوتی و تصویری عملکرد سیستم توصیه‌گر را تا ۵۰٪ نسبت به حالتی که تنها از مشخصات کلی فیلم‌ها مانند کارگردان و بازیگران استفاده‌شده است، بهبود می‌بخشد.

در [11]یک سیستم توصیه‌گر معرفی می‌شود که در آن تنها از محتوای فیلم‌ها (زیرنویس‌ها) برای استخراج ویژگی استفاده می‌شود. در این پژوهش از روش‌های بازیابی اطلاعات[13]، پردازش زبان طبیعی و مطالعه سبکی[14] بهره‌گرفته شده است تا میزان هم‌بستگی میان شباهت ویژگی‌های استخراج شده با شباهت موضوعی فیلم‌ها سنجیده شود.

خلاصه‌سازی ویدئوها رویکرد مناسبی برای درک محتوای آن‌ها و جستوجو بهینه برای یافتن محتوای موردنظر است. در مقاله [12] تلاش شده است، بستری برای تولید خودکار پیش‌پرده[15] فیلم‌ها باتوجه‌به زیرنویس آن‌ها ایجاد شود. در این پژوهش [12] از ویژگی‌های استخراج‌شده از متن زیرنویس فیلم‌ها، برای دسته‌بندی آن‌ها در ژانرهای مرتبط استفاده‌شده است که در آن دقت دسته‌بندی فیلم‌ها به ۸۹٪ رسیده است.

فیلم‌های ساخت Hollywood در کشور اندونزی مخاطبان زیادی دارند. برای جلوگیری از این‌که محتوای نامناسب برای کودکان، حتّی پس از سانسور فیلم‌ها، مورد تماشای آن‌ها قرار گیرد، در مقاله [13] سعی شده است با خوشه‌بندی فیلم‌ها با استفاده از زیرنویس ترجمه‌شده آن‌ها به زبان اندونزیایی، امتیاز کاربران و ژانر آن‌ها، روشی ایجاد شود، تا به‌عنوان منبعی

برای تشخیص فیلم‌های نامناسب برای بچه‌ها مورداستفاده قرار گیرد. در این پژوهش [13] از روش‌های متن‌کاوی[16] [14] برای استخراج کلماتی که بیشتر در سه دسته‌ی کلمات نامناسب، کلمات جنسی و کلمات ترسناک دیده می‌شوند استفاده‌شده است.

۲- مجموعه داده

داده‌های گردآوری‌شده برای این پژوهش به دو بخش کلی تقسیم می‌شوند. بخش اوّل پیکره متنی است که از زیرنویس فیلم‌ها تشکیل‌شده است. بخش دوم مربوط به اطلاعاتی از فیلم‌ها مانند: عنوان، سال انتشار، ژانرها، میانگین امتیاز کاربران، تعداد آرای کاربران، نام نویسندگان و کارگردانان است.

۲-۱- گردآوری داده‌ها

برای گردآوری متن زیرنویس‌ها، که در این مقاله داده‌های اصلی برای استخراج شباهت موضوعی فیلم‌ها هستند، از روش استخراج فایل[17] از وب‌سایت‌ها بهره گرفته‌شده است. در مرحله استخراج، ۵۳۵۵ نمونه زیرنویس بدست‌آمده است.

برای بدست آوردن اطلاعات فیلم‌ها نیز، از پایگاه‌داده‌های وب‌سایت IMDB [15] استفاده‌شده است. این وب‌سایت بخشی از اطلاعات خود را در قالب چند پایگاه‌داده جداگانه شامل پایگاه‌داده اطلاعات کلی فیلم‌ها، پایگاه‌داده رأی‌های کاربران و پایگاه‌داده کارگردانان و نویسندگان دردسترس عموم قرار داده است.

۲-۲- یکپارچه‌سازی[18] و کاهش داده‌ها[19]

در مرحله یکپارچه‌سازی زیرنویس‌های استخراج‌شده، با پایگاه‌داده اطلاعات فیلم‌ها، ۴۲۸۴ نمونه به‌صورت یک‌به‌یک با داده‌های موجود در پایگاه‌داده فیلم‌ها نظیر شده‌اند. از میان نمونه‌های اولیه استخراج‌شده، ۱۰۷۱ زیرنویس به‌علت تفاوت در عنوان فیلم‌ها در دو پایگاه‌داده، مطابقت داده نشدند، که از پیکره داده‌ها کنار گذاشته شده‌اند.

۲-۳- پیش‌پردازش

در اولین قدم برای پیش‌پردازش متن زیرنویس‌ها به پاک‌سازی آن‌ها پرداخته می‌شود. بدین منظور، طی چندگام متن زیرنویس‌ها پالایش می‌شود.

۲-۳-۱- پالایش متن زیرنویس‌ها

به‌منظور پاک‌سازی متن زیرنویس‌ها، ابتدا فراداده‌های[20] که در فایل‌های زیرنویس‌ها در قالب برچسب‌های HTML[21] وجود دارد، حذف می‌شوند. این برچسب‌ها معمولاً شامل اطلاعاتی درمورد تهیه‌کننده زیرنویس، وب‌سایت ارائه‌دهنده، مشخصات فیلم و جزئیاتی درمورد شیوه نمایش زیرنویس ازجمله نوع و رنگ قلم هستند.

یکی از اهداف مهم زیرنویس‌ها، فراهم‌سازی امکان تماشای محتوای ویدئویی برای افراد ناشنوا است. ازاین‌رو حتّی برای فیلم‌های صامت نیز زیرنویس ارائه می‌شود. اکثر زیرنویس‌ها شامل توضیحات اضافه‌ای هستند که بعضی از صداهای مهم فیلم مانند صدای همهمه، زمزمه، تشویق، عبور خودروها و غیره را توصیف می‌کنند. این توضیحات معمولاً در داخل علائم [] و () آورده می‌شوند. باتوجه‌به این‌که توضیحات اضافی جزء متن اصلی زیرنویس نیستند، از زیرنویس‌ها حذف می‌شوند.

در فرایند استخراج ویژگی از زیرنویس‌ها، نتایج تحت تأثیر اسامی خاص مانند شخصیت‌های فیلم، اسم شرکت‌ها و شهرها و غیره قرار می‌گیرد. اسامی خاص در یک زیرنویس به‌دفعات تکرار می‌شوند و به‌ندرت در زیرنویس فیلم‌های دیگر دیده می‌شوند، به‌همین سبب گاهی جزو کلمات کلیدی و تعیین‌کننده تشخیص داده‌می‌شوند. این در حالی است که این اسامی بار مفهومی مفیدی برای کشف شباهت معنایی میان فیلم‌ها ندارند؛ ازاین‌رو با استفاده از ابزار NER، ابتدا اسامی خاص از متن زیرنویس‌ها تشخیص داده و سپس حذف شده‌اند.

پس از پاک‌سازی اولیه، می‌بایست فرایند تکواژه‌سازی[22] روی متن زیرنویس‌ها انجام شود تا برای پردازش‌های بعدی آماده شوند. از میان رویکردهای گوناگونی که برای تکواژه‌سازی متن وجود دارد، روش lemmatization که هر کلمه را به ریشه آن تبدیل می‌کند، نتایج بهتری را درپی داشت.

بخش عمده‌ای از بار مفهومی جملات مربوط به اسم‌ها، افعال، صفت‌ها و قیدهای جمله است. ازاین‌رو می‌توان ضمن حفظ کلمات پراهمیت و تعیین‌کننده، انداز پیکره متنی را با حذف دیگر کلمات کاهش داد. به‌همین‌منظور پس از تکواژه‌سازی متن، ابتدا کلمات ایست حذف شده‌اند، سپس با بهره‌گیری از ریشه‌یابی، فقط کلماتی که یکی از نقش‌های اسم، فعل، صفت یا قید را دارند، در پیکره متنی نگه‌داشته شده‌اند و از باقی کلمات چشم‌پوشی شده است.

۲-۳-۲- حذف داده‌های پرت

در فرایند داده‌کاوی در بسیاری از موارد، حذف داده‌های پرت قبل از انجام پردازش‌های بعدی انجام می‌شود. در این مقاله نیز برای بهبود دقت در اجرای الگوریتم‌ها و پردازش‌های آینده، داده‌های پرت حذف‌شده‌اند. بدین منظور زیرنویس‌هایی که تعداد کلمات آن‌ها از آستانه[23] مشخصی کمتر و بیشتر است از پایگاه‌داده کنارگذاشته‌شده‌اند. برای شناسایی داده‌های پرت و تعیین آستانه برای حداقل و حداکثر کلمات در زیرنویس‌ها از روش تشخیص داده‌های پرت به کمک منحنی نرمال استفاده‌شده است. برای ادامه کار از بازه $(\mu - 2\sigma \, , \mu + 2\sigma)$ که در آن ۹۵٪ داده‌ها انتخاب می‌شوند، استفاده شده است. شکل (۱) گزینش داده‌ها بر اساس تعداد کلمات زیرنویس‌ها را نشان می‌دهد. براین‌اساس از میان ۴۲۸۴ فیلم موجود در پایگاه‌داده، ۴۱۱۴ نمونه انتخاب می‌شوند و ۱۷۰ نمونه به‌عنوان داده پرت کنار گذاشته می‌شوند.

۲-۳-۳- کاوش پایگاه‌داده[24]

مرحله کاوش پایگاه‌داده یکی از مراحل مهم در فرایند استخراج دانش است. در این مرحله با استفاده از تحلیل‌های آماری و جست‌وجو در داده‌ها می‌توان

اطلاعات و شناخت خوبی از پایگاه‌داده بدست آورد، که می‌تواند درادامه فرایند پژوهش بسیار مفید باشد. درادامه چند نمونه از بررسی‌های انجام‌شده ذکر می‌شود.

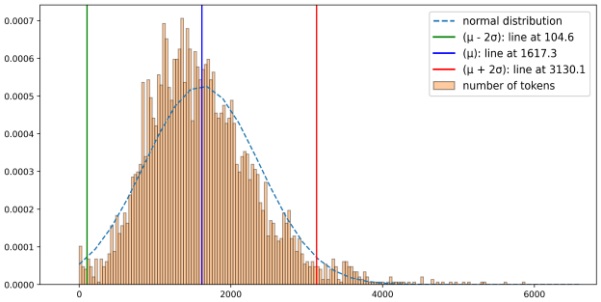
- **بررسی آماری براساس ژانر فیلم‌ها**

با توجه به وب‌سایت IMDB درکل ۲۷ ژانر مختلف برای فیلم‌ها وجود دارد. فیلم‌هایی که در پایگاه‌داده وجود دارند فقط مربوط به یک ژانر نیستند و تعداد ژانرهای هر فیلم بین ۱ تا ۳ ژانر متغیر است. از میان ۴۲۸۴ نمونه حاضر، ۷۶۲ نمونه فقط در یک ژانر، ۱۱۰۳ نمونه دو ژانر و ۲۴۱۹ نمونه در ۳ ژانر مختلف حضور دارند. شایان‌ذکر است، ۵ ژانر Film-Noir، News، Game-Show، Reality-TV و Talk-Show که تعداد فیلم‌های آن‌ها کمتر از ۱۰ عدد بود، کنار گذاشته شده‌اند. همچنین ژانر Short نیز به‌این‌علت‌که به‌عنوان نوع فیلم در نظر گرفته‌شده است، در این قسمت کنارگذاشته‌شده است.

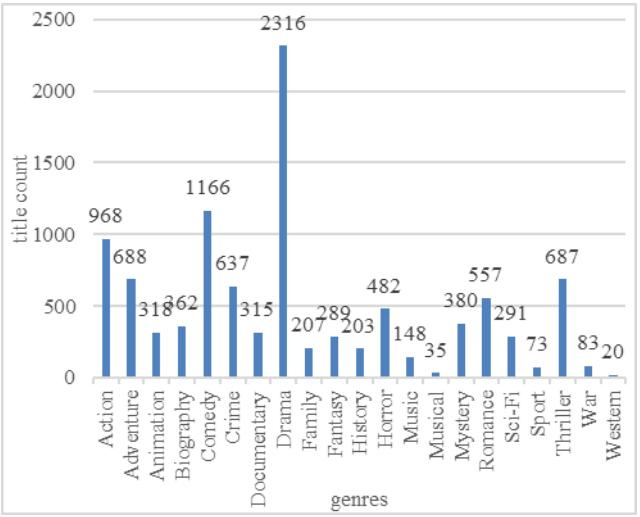
شکل (۲) توزیع فیلم‌ها در ژانرهای مختلف را نمایش می‌دهد. گفتنی است که ژانرهای درام، کمدی، اکشن به‌ترتیب بیشترین نمونه‌ها را به خود اختصاص داده‌اند.

- **بررسی آماری براساس سال انتشار فیلم‌ها**

فیلم‌های پایگاه‌داده ازنظر سال انتشار، در بازه ۱۹۱۸ تا ۲۰۲۱ جای می‌گیرند. سال ۲۰۱۹ با ۶۴۸ عنوان بیشترین تعداد فیلم را به خود اختصاص داده است.



شکل ۱: نمودار میله‌ای تعداد کلمات در متن زیرنویس‌ها به‌همراه نمودار توزیع نرمال



شکل ۲: نمودار تعداد فیلم‌های موجود در هر ژانر

شایان ذکر است ۹۰.۳٪ فیلم‌ها از در بازه سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱، ۳.۵٪ در بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ و ۶.۱٪ در بازه ۱۹۱۸ تا ۱۹۹۹ قرار دارند.

- **کلمات پراهمیت در هر ژانر**

برای استخراج کلمات مهم هر ژانر از معیار tf-idf[25] بهره گرفته‌شده است [16]. بدین منظور پس از پیش‌پردازش و تکواژه‌سازی متن زیرنویس‌ها، هر ژانر به‌عنوان یک سند درنظرگرفته‌شده است و کلمات موجود در زیرنویس هر فیلم که در آن ژانر حضور دارد، در سند نماینده آن ژانر تجمیع شده است. در جدول (۱) پراهمیت‌ترین کلمات برای هر ژانر براساس معیار tf-idf ذکرشده است.

جدول ۱: پراهمیت‌ترین کلمات برای هر ژانر براساس امتیاز tf-idf

Genre	Most Important Words
Action	agent, target, cover, chief, save, weapon, army, officer, report, security, fight, force, mission
Adventure	destroy, key, sword, dangerous, hero, save, island, peace, planet, fly, magic, ship, attack, secret, space
Animation	batman, dragon, monster, princess, superman, hero, wolf, evil, sky, super, planet, magic, awesome
Biography	art, English, film, support, talk, peace, brother, coach, decide, government, holy, lead, letter, respect
Comedy	idiot, birthday, coffee, cute, bro, college, favorite, kiss, lovely, uncle, awesome, class, glad, kidding
Crime	cop, detective, jail, killer, lawyer, missing, murder, bank, crime, drug, evidence, chief, cash, court
Documentary	action, animal, build, campaign, cancer, character, community, company, society, science, culture
Drama	hospital, mama, Christ, evening, lie, Christmas, love, poor, song, dance, office, husband, marry, couple
Family	cat, fairy, grandma, prince, Santa, witch, grandpa, merry, tree, summer, lovely, uncle, sweet, couple
Fantasy	sea, soul, magic, protect, ship, master, Christmas, dark, queen, fear, future, earth, lord, king, kill
History	Lincoln, madam, minister, English, American, freedom, narrator, nation, political, vote, battle, majesty
Horror	mommy, mum, camera, evil, holy, hospital, quiet, chartist, dark, wake, police, lord, sound, feeling
Music	concert, crew, fan, guitar, light, performance, pop, records, singer, audience, album, song, studio
Musical	angry, arm, beach, bless, blind, broke, cheer, darkness, doubt, gift, happiness, heaven, impossible
Mystery	accident, murder, missing, detective, mum, camera, evidence, police, hospital, questions, office, lie office, lie office, lie office, lie
Romance	hotel, birthday, marriage, letter, cute, wedding, marry, darling, kiss, lovely, collage, love
Sci-Fi	alien, contact, signal, station, suit, machine, sound, weapon, planet, security, protect, mission, space
Sport	announcer, arm, baseball, boxing, Brazil, champ, breathe, championship, chess, cup, field, fight
Thriller	cops, officer, security, questions, clean, Christ, goddamn, boss, street, gun, captain, police, shoot
War	bridge, command, cross, duty, force, German, lieutenant, officer, Russian, tank, troop, truck, wound
Western	blondie, bounty, clinch, deputy, desert, east, farmer, fair, folk, fellow, gun, hat, horse, Indian, pistol

۳- ساخت و تحلیل گراف

به‌منظور مدل‌سازی فیلم‌ها و شباهت میان آن‌ها در قالب گراف، ابتدا به استخراج ویژگی از متن زیرنویس‌ها می‌پردازیم. سپس از سنجه شباهت کسینوسی [4] برای محاسبه شباهت میان بردار ویژگی فیلم‌ها و ساخت ماتریس شباهت بهره می‌گیریم. پس از آن بر اساس ماتریس شباهت، گراف شباهت فیلم‌ها ساخته می‌شود. در ادامه به تشریح هر یک از این مراحل و درنهایت به تحلیل گراف ساخته شده می‌پردازیم.

۳-۱- استخراج ویژگی

برای استخراج ویژگی از پیکره متنی، از الگوریتم LDA [3] استفاده‌شده است. در این الگوریتم، هر سند به شکل توزیع احتمالی از موضوعات مدل می‌شود. تعداد موضوعات می‌بایست از پیش، به‌عنوان ورودی تعیین شود. برای یافتن تعداد موضوعات مناسب از معیار coherence بهره گرفته‌شده است که باتوجه به آن، در نهایت تعداد موضوعات برابر ۱۵۰ انتخاب شده است. خروجی LDA [3]، برای هر فیلم، یک بردار ویژگی است که در واقع توزیع احتمالی از موضوعات است.

با استفاده از سنجه شبهات کسینوسی [4]، شباهت بردار هریک از سندها با بردار سندهای دیگر محاسبه می‌شود و نتایج در قالب یک ماتریس با طول و عرض برابر با تعداد زیرنویس‌ها (۴۱۱۴ × ۴۱۱۴) بدست می‌آید. در این ماتریس شباهت میان فیلم‌ها به صورت دوبه‌دو در هر درایه به شکل مقداری بین ۰ و ۱ بیان شده است.

۳-۲- ساخت گراف شباهت

برای این‌که بتوان، رابطه بین زیرنویس فیلم‌ها را در قالب گراف تحلیل کرد، زیرنویس فیلم‌ها در قالب رأس‌های گراف و اطلاعات هر فیلم (مانند ژانرها، سال ساخت و غیره) به‌عنوان ویژگی‌های[۲۶] رأس‌ها در نظر گرفته‌شده است. شباهت کسینوسی [4] میان بردار ویژگی فیلم‌ها نیز در قالب وزن یال‌ها مدل شده است.

باتوجه‌به این‌که اگر یال میان هر جفت از فیلم‌ها در گراف وجود داشته باشد تحلیل گراف مشکل می‌شود. برای کاهش شمار یال‌ها در گراف تنها یال‌هایی که وزن آن‌ها (شباهت کسینوسی میان دو رأس) از آستانه مشخصی بیشتر است، انتخاب‌شده‌اند.

۳-۲-۱- تعیین آستانه برای میزان شباهت کسینوسی میان زیرنویس‌ها

انتخاب آستانه شباهت مناسب، براساس تعداد رأس‌های گراف انجام شده است. در این راستا مشاهده می‌شود، با افزایش آستانه شباهت، شمار زیرنویس‌هایی که شباهت آن‌ها با هیچ زیرنویس دیگری بیش از آستانه تعیین‌شده نیست نیز افزایش می‌یابد. درنتیجه شمار رأس‌های گراف نیز کاهش می‌یابد.

در شکل (۳) تغییرات شمار رأس‌های گراف برحسب تغییر مقدار آستانه شباهت مشاهده می‌شود. باتوجه‌به این‌که با آستانه شباهت ۹۰٪ تغییر چشمگیری در شمار رأس‌ها مشاهده می‌شود، برای ساخت گراف شباهت از این مقدار استفاده‌شده است. براین‌اساس شمار رأس‌های گراف شباهت به ۳۶۵۸ و شمار یال‌ها به ۵۶۰۷۱ می‌رسد. شکل (۴) نمای کلی گراف ساخته‌شده را نمایش می‌دهد.

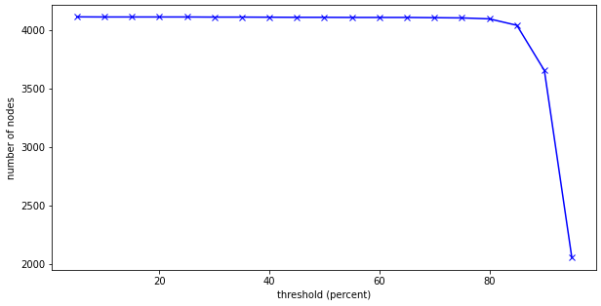
۳-۳- تحلیل گراف شباهت

پس از ساخت گراف شباهت، می‌توان گراف را با رویکردهای گوناگونی بررسی کرد. درادامه برخی از تحلیل‌هایی انجام‌شده برروی گراف بیان می‌شود.

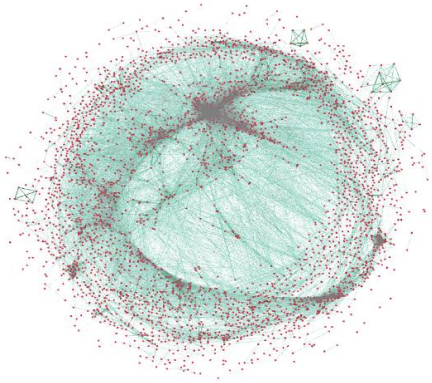
۳-۳-۱- بررسی گراف ازنظر درجات رأس‌ها

یکی از نخستین بررسی‌هایی که می‌توان در تحلیل گراف‌ها انجام داد، بررسی گراف ازنظر درجه رأس‌ها است. پس از محاسبه درجه رأس‌ها، نمودار توزیع درجه رأس‌ها مطابق شکل (۵) بدست‌آمده است. میانگین درجه رأس‌ها برابر ۳۰.۶۵۷ است.

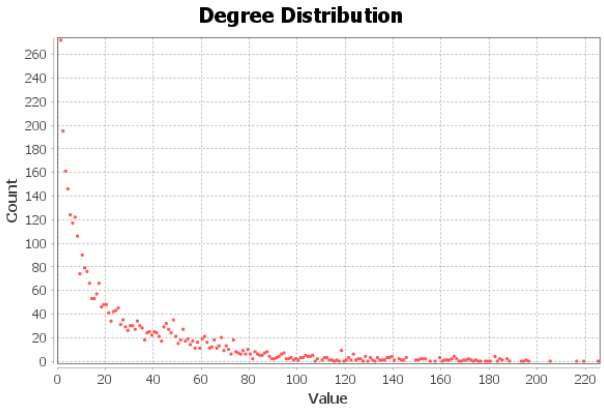
همانطور که با مقایسه شکل (۲) و شکل (۶) مشاهده می‌شود، باوجود بیشتر بودن شمار فیلم‌هایی که در ژانر درام هستند، به ترتیب میانگین درجه رأس‌های ژانرهای کمدی و عاشقانه بیشتر از ژانر درام می‌باشد. این مسئله نشان می‌دهد که موضوعات کمدی و عاشقانه، امکان ترکیب شدن با طیف وسیعی از موضوعات مختلف، ازجمله موضوعات سیاسی، خانوادگی، ورزشی، هیجانی، اکشن، درام و غیره را دارند. به همین سبب است که دو ژانر کمدی و عاشقانه بیشتر به همراه انواع دیگر ژانرها، مشاهده می‌شوند.



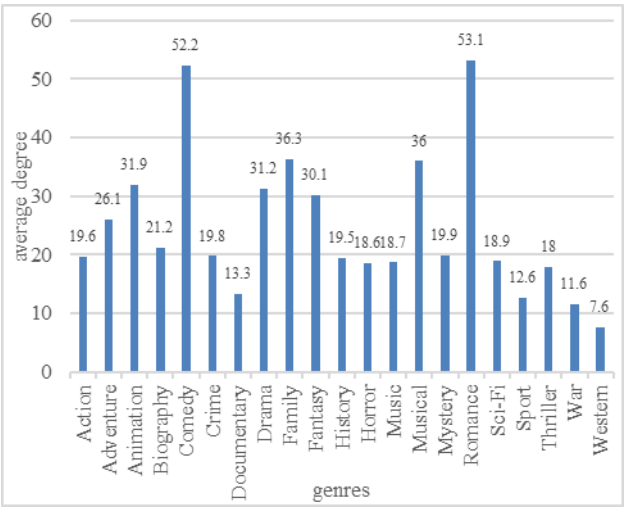
شکل ۳: نمودار تغییرات شمار رأس‌ها برحسب درصد آستانه شباهت



شکل ٤ : نمای کلی گراف ساخته‌شده



شکل ۵: نمودار توزیع درجات رأس‌ها



شکل ٦: نمودار میانگین درجه رأس‌های مربوط به هر ژانر

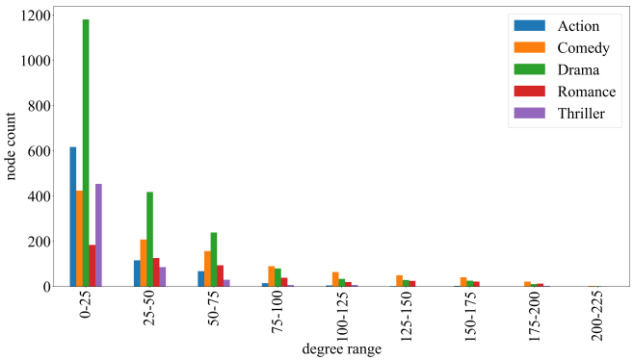
در شکل (۷) نیز مشاهده می‌شود که فیلم‌هایی که دارای ژانرهای اکشن و هیجانی هستند، بیشتر در رأس‌هایی که درجات پایین‌تر از ۲۵ دارند ظاهر شده‌اند. همین‌طور در شکل (۷) مشاهده می‌شود، در رأس‌هایی که درجه بیش از ۷۵ دارند، تعداد فیلم‌هایی که دارای ژانر کمدی هستند از تعداد فیلم‌هایی که دارای ژانر درام هستند، پیشی می‌گیرد.

۲-۳-۳- بررسی چند نمونه از زیرگراف‌های[۲۷] کوچک

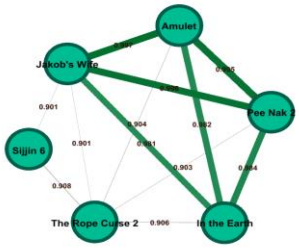
در تحلیل گراف‌ها، معمولاً با بررسی اجتماع[۲۸] رأس‌ها و زیرگراف‌ها می‌توان ویژگی‌های مشترک و قابل‌توجهی در میان رأس‌ها یافت. از این جهت بررسی زیرگراف‌ها می‌تواند به کشف شباهت‌های موضوعی میان فیلم‌ها کمک کند. به‌عنوان نمونه، در شکل (۸) یکی از زیرگراف‌ها مشاهده می‌شود. با بررسی مشخصات فیلم‌های این زیرگراف، مشاهده می‌شود که تمام فیلم‌های این زیرگراف متعلق به ژانر ترسناک می‌باشند.

۳-۳-۳- خوشه‌بندی گراف برحسب ویژگی‌های اوّلیه فیلم‌ها

برای یافتن فیلم‌هایی که با یکدیگر شباهت موضوعی دارند، می‌توان از



شکل ۷: تغییرات تعداد فیلم‌ها در ۵ ژانر برحسب درجه رأس‌ها



شکل ۸: زیرگراف کوچک ۱

اطلاعات اوّلیه فیلم‌ها نظیر ژانرها، نام کارگردانان و بازیگران در کنار ویژگی‌های استخراج‌شده استفاده کرد. یک رویکرد، در این زمینه انتخاب رأس‌ها براساس ویژگی‌های اولیه فیلم‌ها و سپس خوشه‌بندی رأس‌های انتخاب‌شده است. به‌این‌ترتیب برای کشف شباهت‌های موضوعی، می‌توان از دیدگاه جزئی‌تر در میان فیلم‌هایی کاوش کنیم که از نظر یک ویژگی اوّلیه با یکدیگر وجه اشتراک دارند.

- **خوشه‌بندی رأس‌های دارای ژانر زندگی‌نامه**

به‌عنوان نمونه، با بررسی خوشه‌بندی رأس‌هایی که دارای ژانر زندگی‌نامه هستند، هم‌بستگی موضوعی جالبی میان رأس‌ها در خوشه‌ها مشاهده می‌شود. بدین منظور ابتدا رأس‌هایی که دارای ژانر زندگی‌نامه هستند، انتخاب می‌شوند، سپس الگوریتم خوشه‌بندی [17] روی آن‌ها اجرا می‌شود. سنجه Resolution [18] برای خوش‌بندی انجام شده برابر ۰.۶۶۴ اندازه‌گیری شده است، که براین‌اساس، می‌توان گفت خوشه‌بندی از نظر تفکیک‌پذیری کیفیت مناسبی دارد.

در شکل (۹) گراف رأس‌های دارای ژانر زندگی‌نامه پس از خوشه‌بندی نمایش‌داده‌شده است. در شکل (۹) خوشه‌های عمده با رنگ‌های سبز، بنفش، نارنجی، آبی‌روشن، زرد، قرمز و آبی‌تیره مشخص‌شده‌اند. با بررسی رأس‌های هر خوشه، مشاهده می‌شود که به‌طورکلی فیلم‌های هر خوشه، مربوط به زندگی‌نامه شخصیت‌هایی هستند، که از نظر حرفه، دوره تاریخی یا جایگاه اجتماعی شبیه یکدیگراند. برای مثال در جدول (۲) به موضوعات اصلی در خوشه‌های عمده رأس‌های دارای ژانر زندگی‌نامه اشاره شده است.

۴- نتیجه‌گیری

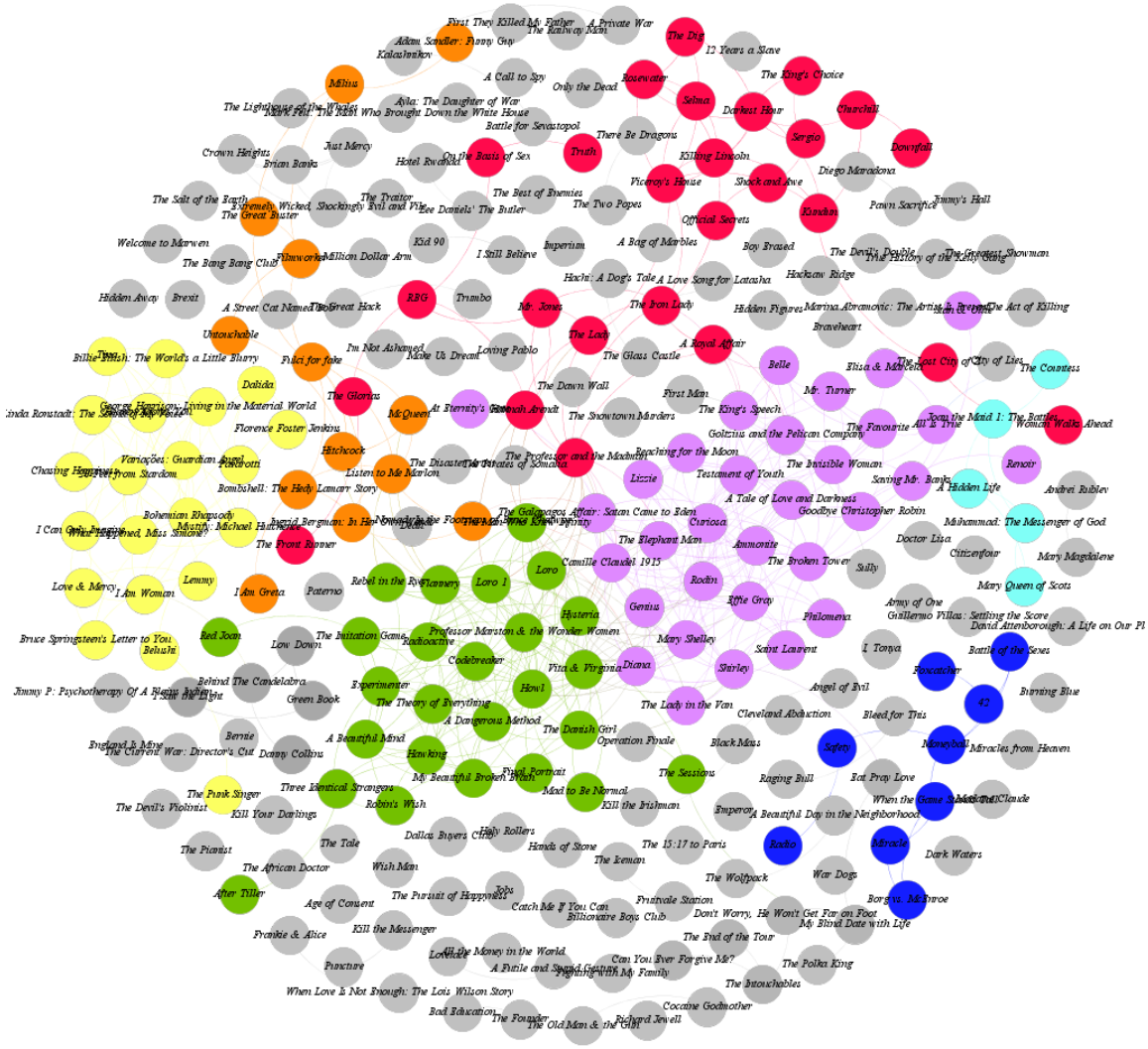
در این مقاله سعی شده است با بهره‌گیری از روش‌های استخراج موضوع از متن به استخراج ویژگی و تحلیل گرافی فیلم‌ها براساس محتوای متنی آن‌ها (زیرنویس)، به کشف شباهت‌های موضوعی فیلم‌ها پرداخته شود.

در قدم اوّل، جمع‌آوری، یکپارچه‌سازی و پیش‌پردازش زیرنویس ۴۲۸۴ فیلم و جمع‌آوری اطلاعاتی ازقبیل ژانر، سال تولید و کارگردان‌انجام‌شده است. درادامه، به‌منظور کسب شناخت بهتر از پایگاه‌داده تهیه‌شده به کاوش و بررسی‌های مقدماتی آن پرداخته شده است.

در مرحله بعد به استخراج ویژگی‌های سطح پایین در متن زیرنویس فیلم‌ها با بهره‌گیری از روش LDA [3] و ساخت گراف شباهت براساس بردارهای ویژگی استخراج‌شده و سنجه شباهت کسینوسی پرداخته شده است.

جدول ۲: موضوعات اصلی در خوشه‌های عمده ژانر زندگی‌نامه

خوشه	موضوع اصلی خوشه
آبی‌روشن	زندگی‌نامه شخصیت‌های تاریخی
بنفش	زندگی‌نامه نویسندگان، شاعران و نقاش‌ها
سبز	زندگی‌نامه دانشمندان و محققان
آبی‌تیره	زندگی‌نامه ورزش‌کاران و مربیان
زرد	زندگی‌نامه خوانندگان
قرمز	زندگی‌نامه سیاست‌مداران و فعالان اجتماعی و مذهبی
نارنجی	زندگی‌نامه سینماگران



شکل ۹: خوشه‌بندی رأس‌های دارای ژانر زندگی‌امه. در این تصویر خوشه‌های عمده با رنگ‌های سبز، بنفش، نارنجی، آبی‌روشن، زرد، قرمز و آبی‌تیره مشخص‌شده‌اند. موضوعات اصلی در خشوه‌های عمده در جدول (۲) آورده شده است.

در نهایت با تحلیل گراف ساخته‌شده، به بررسی ارتباط میان فیلم‌ها به‌منظور کشف هم‌بستگی و شباهت موضوعی میان آن‌ها می‌پردازیم. در این بخش با بررسی اجتماع رأس‌ها و زیرگراف‌های کوچک هم‌بستگی، موضوعی چشمگیری میان رأس‌های آن‌ها مشاهده شد. همچنین با گزینش فیلم‌ها براساس اطلاعات اوّلیه آن‌ها و سپس خوشه‌بندی آن‌ها، شاهد قرابت موضوعی قابل‌توجهی در خوشه‌ها بودیم.

توسعه روش‌هایی برای استخراج شباهت فیلم‌ها و توصیه فیلم‌ها براساس محتوای آن‌ها اهمیت فراوانی پیدا کرده است. یکی از اقداماتی که می‌تواند درزمینه توسعه سیستم‌های خوشه‌بندی و توصیه‌گر فیلم‌ها انجام شود، مدل‌سازی محتوای ویدئوها در قالب گراف است، که به شکل خودکار امکان تحلیل و استخراج شباهت میان فیلم‌ها را فراهم سازد. استخراج خودکار شباهت موضوعی فیلم‌ها و توسعه سیستم‌های توصیه‌گرمی‌تواند برای خدمات گوناگونی همچون وب‌سایت‌های پخش آنلاین ویدئو، ناشران فیلم‌ها و فروشگاه‌های محتوای چندرسانه‌ای مفید باشد.

مراجع

[1] R. Ibrahim, A. Elbagoury, M. S. Kamel and F. Karray, "Tools and Approaches for Topic Detection from Twitter Streams: Survey," 3 2018. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/s10115-017-1081-x.

[2] D. Xu and Y. Tian, "A Comprehensive Survey of Clustering Algorithms," 2015. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/s40745-015-0040-1.

[3] D. M. Blei, A. Y. Ng and M. I. Jordan, "Latent Dirichlet Allocation," 3 2003. [Online].

[4] I. S. Dhillon, Y. Guan and J. Kogan, "Refining clusters in high-dimensional text data," in Proceedings of the workshop on clustering high dimensional data and its applications at the second SIAM international conference on data mining, 2002.

[5] C. Schöch, "Topic Modeling Genre: An Exploration of French Classical and Enlightenment Drama," 2021. [Online].

[6] K. Bougiatiotis and T. Giannakopoulos, "Content Representation and Similarity of Movies Based on Topic Extraction from Subtitles," 2016. [Online]. Available: https://doi.org/10.1145/2903220.2903235.

[7] M. M. Hasan, S. T. Dip, T. M. Kamruzzaman, S. Akter and I. Salehin, "Movie Subtitle Document Classification Using Unsupervised Machine Learning Approach," 2021. [Online].

[8] L. Liu, J. Kang, J. Yu and Z. Wang, "A comparative study on unsupervised feature selection methods for text clustering," 2005. [Online].

[9] M. M. Hasan, S. T. Dip, T. Rahman, M. S. Akter and I. Salehin, "Multilabel Movie Genre Classification from Movie Subtitle: Parameter Optimized Hybrid Classifier," 2021. [Online].

[10] K. Bougiatiotis and T. Giannakopoulos, Enhanced movie content similarity based on textual, auditory and visual information, vol. 96, 2018, pp. 86-102.

[11] M. A. N. D. T. J. Luhmann Jan AND Burghardt, "SubRosa: Determining Movie Similarities based on Subtitles," 2021. [Online].

[12] M. Hesham, B. Hani, N. Fouad and E. Amer, "Smart trailer: Automatic generation of movie trailer using only subtitles," 2018. [Online].

[13] A. D. Alfarizy, Indahwati and B. Sartono, "Clustering box office movie with Partition Around Medoids (PAM) Algorithm based on Text Mining of Indonesian subtitle," 3 2017. [Online]. Available: https://doi.org/10.1088/1755-1315/58/1/012032.

[14] R. Feldman, J. Sanger and others, The text mining handbook: advanced approaches in analyzing unstructured data, Cambridge university press, 2007.

[15] IMDb, "IMDb Datasets," 16 05 2021. [Online]. Available: https://www.imdb.com/interfaces/.

[16] P. Bafna, D. Pramod and A. Vaidya, "Document clustering: TF-IDF approach," 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT), pp. 61-66, 2016.

[17] V. D. Blondel, J.-L. Guillaume, R. Lambiotte and E. Lefebvre, "Fast unfolding of communities in large networks," 2008. [Online].

[18] R. Lambiotte, J.-C. Delvenne and M. Barahona, "Laplacian dynamics and multiscale modular structure in networks," 2008. [Online].

زیرنویس‌ها

۱ topic extraction
۲ visualization
۳ cosine similarity
٤ graph analysis
٥ clustering
٦ correlation
۷ recommendation system
۸ age of enlightenment
۹ dimension reduction
۱۰ support-vector machine
۱۱ decision tree
۱۲ representation
۱۳ information retrieval
۱٤ stylometry
۱٥ trailer
۱٦ text mining
۱۷ scraping
۱۸ data integration
۱۹ data reduction
۲۰ metadata
۲۱ html tags
۲۲ tokenization
۲۳ threshold
۲٤ data exploration
25 term frequency – inverse document frequency
۲٦ attribute
۲۷ graphlet

community ۲۸