

Generating user specific novel recommendation in a multi-criteria recommender system

¹ Zahra Sheikhi Darani, ² Monireh Hosseini

¹ PhD Student of Information Technology, Department of Industrial Engineering, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran
zahra.sheikhidarani@email.kntu.ac.ir

² Associate Professor of Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

The recommender system is one of the valuable e-commerce tools. These systems, predict the user's preferences and recommend the products that fit the needs and interests of each user. In classical recommender systems, only the accuracy of recommendations was evaluated. Considering accuracy as the only evaluation criterion leads to problems such as user dissatisfaction due to receiving very similar offers and reducing the probability of purchasing many other products. In new recommender systems, several criteria are used to evaluate the recommenders. One of the evaluation criteria is novelty, which emphasizes that the product is unknown to the user. Converting this definition into a quantitative criterion is challenging. In this research, we proposed a method to create novel recommendations in multi-criteria recommender systems. In this method, the circle of friends is considered as a user's knowledge resources about products. A recommender system is implemented considering the criteria of novelty, accuracy, and coverage and compared with the classical recommender system.

Keywords: Recommender Systems, Novel Recommendation, User Specific Recommendation

ارائه‌ی روشی برای تولید پیشنهادهای بدیع مختص هر کاربر در سیستم توصیه گر چند معیاری

زهرا شیخی دارانی^۱، منیره حسینی^۲

^۱ دانشجوی دکتری تجارت الکترونیک، گروه فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران
zahra.sheikhidarani@email.kntu.ac.ir

^۲ دانشیار، گروه فناوری اطلاعات، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران
hosseini@kntu.ac.ir

چکیده

سیستم توصیه گر یکی از ابزارهای ارزشمند در حوزه‌ی تجارت الکترونیک است. در این سیستم ترجیحات کاربر پیش‌بینی، و از بین انبوه کالاهای موجود، کالای متناسب با نیاز و علایق هر کاربر به او پیشنهاد می‌شود. در سیستم‌های توصیه گر کلاسیک، تنها معیار ارزیابی میزان تطابق پیشنهادها با علایق و نیازمندی کاربر بود که به عنوان معیار دقت در نظر گرفته می‌شد. در نظر گرفتن دقت به عنوان تنها معیار ارزیابی، مشکلاتی مانند عدم رضایت کاربر به دلیل دریافت پیشنهادهای بسیار مشابه و کاهش احتمال خرید بسیاری از کالاهای دیگر را در پی دارد. در سیستم‌های توصیه گر جدید از چندین معیار برای ارزیابی عملکرد توصیه گرها استفاده می‌شود. یکی از معیارهای ارزیابی، ویژگی بدیع بودن کالای پیشنهادی برای کاربر است که بر ناشناخته بودن کالای پیشنهادی برای کاربر تأکید دارد. تبدیل این تعریف به معیاری کمی برای ارزیابی با چالش مواجه است. در پژوهش حاضر ضمن بررسی تعاریف این معیار روشی برای تولید پیشنهادهای بدیع در سیستم‌های توصیه گر چند معیاری ارائه شده است. در این روش از حلقه دوستان شخص برای تخمین میزان بدیع بودن کالا استفاده می‌شود. در این مقاله یک سیستم توصیه گر با در نظر گرفتن معیارهای بدیع بودن، دقت و پوشش پیاده سازی شده و با توصیه گر کلاسیک مقایسه شده است.

کلمات کلیدی

سیستم توصیه گر، پیشنهادهای بدیع در سیستم توصیه گر، شخصی سازی پیشنهادها

با پیشرفت سیستم‌های توصیه گر و تقویت آن‌ها، علاوه بر معیار دقت پیشنهادهای تولید شده معیارهای دیگری نیز به عنوان معیارهای سنجش کیفیت سیستم توصیه گر قرار گرفته است. از معیارهای کیفی دیگر در این سیستم‌ها می‌توان به تنوع، تازگی و محبوبیت پیشنهادهای ارائه شده اشاره کرد [۴]. معیار تازگی که یکی از جالب‌ترین معیارهای مورد توجه در سیستم‌های توصیه گر است، به پیشنهاد کالاهایی اشاره دارد که برای کاربر ناشناخته است. با توجه به تعریف ذکر شده مشخص است که مدل سازی چنین معیاری با چالش‌های مختلفی مواجه خواهد بود. پژوهش‌های مختلفی برای تعریف این معیار و ارائه‌ی روش‌هایی برای اندازه گیری آن انجام شده است [۵]. مبنای اصلی بسیاری از تعاریف ارائه شده در نظر گرفتن معیار تازگی بصورت معکوس محبوبیت است. به بیانی دیگر محصولی که محبوبیت زیادی دارد به دلیل آنکه شناخته شده تر است، تازگی کمتری خواهد داشت [۷]. پژوهش‌های این حوزه بر تعریف و ارائه‌ی روابطی برای اندازه گیری

۱- مقدمه

سیستم‌های توصیه گر به عنوان یکی از ابزارهای بسیار پرکاربرد بازاریابی و فروش، از سال ۱۹۹۵ مطرح شده‌اند و در حوزه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۱]. در این سیستم‌ها با کشف علایق و نیازمندی‌های کاربر که معمولاً بر اساس خریدهای قبلی او، میزان مشابهت سلیقه وی با سایر کاربران و یا اطلاعات دموگرافی مانند سن و جنسیت صورت می‌گیرد، نیازمندی و علاقه‌ی کاربر به یک محصول پیش‌بینی شده و استفاده از آن محصول به کاربر پیشنهاد می‌شود. در حال حاضر بسیاری از تجارت‌های بزرگ جهان مانند آمازون از این سیستم‌ها بهره مند هستند. معیار ارزیابی سیستم‌های توصیه گر ابتدایی، دقت توصیه‌های ارائه شده بود [۲ و ۳].

بهینه سازی نیز مواجه هستند، شامل توصیه‌گرهای چند ذی نفعه، توصیه‌گرهای گروهی و توصیه‌گرهای چند معیاره هستند. سیستم‌های توصیه‌گری که معیارهای کیفی متفاوتی را برای ارزیابی پیشنهادها تولید شده دارند سیستم‌های توصیه‌گر چند معیاری نامیده می‌شوند. در این سیستم‌ها علاوه بر معیار دقت، معیارهای کیفی دیگری مانند تنوع، پوشش و تازگی نیز مدنظر قرار می‌گیرد [۴]. معیار دقت بر تطابق کالاهای پیشنهادی با سلیقه کاربر تمرکز دارد [۱۳]. معیار تنوع عدم مشابهت کالاهای موجود در یک لیست پیشنهاد را مورد نظر قرار می‌دهد، زیرا این یکنواختی در فهرست پیشنهادها می‌تواند برای کاربر خسته‌کننده باشد [۱۴]. معیار پوشش به بررسی توانایی سیستم توصیه‌گر در پیشنهاد محصولات مختلف به کاربران می‌پردازد. قدرت پوشش یک سیستم توصیه‌گر را می‌توان با تقسیم تعداد کل محصولات پیشنهاد شده به کاربران بر تعداد کل محصولات موجود به دست آورد [۱۵]. در صورتی که سیستم کالاهای خاصی را بصورت مداوم در فهرست پیشنهادها قرار نگیرند این معیار افت خواهد داشت و نشان دهنده‌ی ضعف سیستم توصیه‌گر است و با نام مشکل محصولات دنباله بلند شناخته می‌شود. تازگی پیشنهادها به معنی پیشنهاد محصولات است که کاربر قبلاً با آن مواجه نشده است. پیشنهادی را می‌توان تازه ارزیابی کرد که کاربر قبلاً آن را ندیده باشد و برای کاربر رضایت بخش باشد [۱۶]. گاهی این مفهوم هم معنی با معیار تنوع در نظر گرفته می‌شود در حالی که تازگی بر تفاوت پیشنهادها ارائه شده با تجربیات قبلی کاربر تمرکز دارد و تنوع بر وجود آیتم‌هایی در لیست پیشنهادها تاکید دارد که نسبت به یکدیگر متفاوت باشند [۱۷]. برای اندازه‌گیری معیار تازگی روش‌های مختلفی ذکر شده است که همگی آن‌ها از معکوس محبوبیت در اندازه‌گیری میزان تازگی یک کالا استفاده کرده‌اند. فرمول (۱) یکی از مشهورترین روش‌های اندازه‌گیری تازگی است.

$$Novelty = \frac{1}{|R|} \sum_{i \in R} -\log \left(\frac{|U_i|}{|U|} \right) \quad (1)$$

که در آن R برابر تعداد محصولات پیشنهادی، i نشان دهنده‌ی محصول موجود در مجموعه پیشنهادها، U_i برابر تعداد کاربرانی که محصول i را خریداری کرده‌اند و U برابر تعداد کل کاربران است. بهینه سازی چند هدفه: بهینه سازی چند هدفه دسته‌ای از مسائل بهینه سازی است که در آن لازم است به جای یک تابع هدف چند تابع هدف به صورت هم‌زمان بهینه شوند [۱۸]. یکی از روش‌های حل مسائل بهینه‌سازی چند هدفه، تجمیع اهداف و تبدیل مسئله‌ی چند هدفه به تک هدفه است. در این روش‌ها با ترکیب توابع هدف و تبدیل مسئله، از روش‌های معمول بهینه‌سازی استفاده می‌شود. روش‌های مختلفی برای ترکیب توابع هدف وجود دارد که یکی از ساده‌ترین و مشهورترین روش‌ها استفاده از مجموع وزن‌دار توابع مختلف به عنوان تابع هدف نهایی است [۱۹]. پس از تبدیل مسئله‌ی بهینه سازی چند هدفه به تک هدفه می‌توان از روش‌های بهینه سازی مختلف از جمله روش‌های فراابتکاری مانند الگوریتم ژنتیک استفاده کرد. لازم به ذکر

عددی این معیار تمرکز داشته‌اند. در پژوهش حاضر، روشی برای شخصی‌سازی این ویژگی برای هر کاربر بر مبنای حلقه‌ی دوستان وی ارائه شده است. زیرا میزان تازه بودن یک محصول برای کاربران مختلف متفاوت است و یک ویژگی مستقل مختص به کالا نیست. کالایی که برای شخصی بسیار مشهور است ممکن است برای شخصی دیگر کاملاً ناشناخته باشد. یکی از راه‌های تشخیص این تفاوت توجه به اشخاصی است که فرد با آن‌ها در ارتباط است و یکی از مهم‌ترین منابع اطلاعاتی اشخاص را تشکیل می‌دهد. در این پژوهش توصیه‌گری برای تولید پیشنهادها بدیع بر اساس حلقه‌ی دوستان، پیاده سازی شده و عملکرد آن با سیستم توصیه گر کلاسیک در معیارهای دقت و تازگی مورد مقایسه قرار گرفته است که بهبود عملکرد را نمایش می‌دهد. این مقاله از ۶ بخش تشکیل شده است که در بخش ۲ مفاهیم پایه بیان شده است، بخش ۳ و ۴ به بیان مسئله و تشریح ایده اختصاص دارد و در بخش ۵ و ۶ به ترتیب نحوه‌ی ارزیابی و نتیجه گیری بیان شده است.

۲- مفاهیم پایه

در این بخش مفاهیم پایه‌ی سیستم‌های توصیه‌گر و سایر مفاهیم استفاده شده در بخش‌های آتی به اختصار بیان شده است:

سیستم توصیه‌گر: سیستم توصیه‌گر برنامه‌ای است که کالا یا خدمات مناسب را به کاربران خاص پیشنهاد می‌کند. هدف اصلی یک سیستم توصیه‌گر پیش‌بینی علاقه و ترجیحات افراد برای استفاده از یک کالا یا خدمات است [۸]. سیستم‌های توصیه‌گر برای انجام این هدف از اطلاعات مربوط به کاربران، اطلاعات مربوط به کالا یا خدمات و همچنین تعاملات قبلی کاربران و کالاها استفاده می‌کنند [۹]. مشهورترین روش‌های تولید پیشنهادها در سیستم‌های توصیه‌گر را می‌توان در دسته‌بندی زیر خلاصه کرد.

روش‌های مبتنی بر محتوا: در این روش ویژگی‌های مورد علاقه‌ی کاربر با بررسی رفتار خرید و اطلاعات حساب کاربری او استخراج شده و سپس محصولی که با ویژگی‌های استخراج شده منطبق باشد به وی پیشنهاد می‌شود [۱۰ و ۱۱]. ویژگی‌های هر محصول در زمان اضافه شدن محصول، در سیستم ذخیره می‌شود. برای تولید پیشنهادها به سابقه‌ی خرید کاربر مراجعه شده و کالایی متناسب با خریدهای قبلی پیشنهاد می‌شود. در این روش دقت پیشنهادها و عملکرد مطلوب سیستم توصیه‌گر به دقت ویژگی‌های ذخیره شده برای محصولات و کاربران وابسته است.

روش پالایش مشارکتی: در این روش مشابهت بین کاربران محاسبه شده و اقلامی به کاربر جاری پیشنهاد می‌شود که توسط کاربران مشابه او خریداری شده‌اند. هدف اصلی این روش پیش‌بینی علاقه‌ی کاربر به یک محصول بر اساس علاقه‌مندی کاربران مشابه وی به آن محصول است [۲، ۱۳]. در این پژوهش از یک نوع روش پالایش مشارکتی استفاده شده است که در بخش ۴ ذکر خواهد شد.

سیستم توصیه‌گر چند معیاره: سیستم توصیه‌گر چند هدفه سیستمی است که پیشنهادات بهینه شده بر اساس چند هدف را تولید می‌کند. این دسته از سیستم‌های توصیه‌گر که برخلاف سیستم‌های توصیه‌گر معمول، با مسئله‌ی

اساس حلقه دوستان و ارتباطات فرد در نظر می‌گیرد. بر اساس تاریخ ارائه‌ی پیشنهاد، کلیه‌ی کالاهایی که تا آن تاریخ توسط شخص یا حلقه‌ی دوستان وی مصرف نشده است، فیلتر شده و سپس میزان تازگی آن کالاها بر اساس رابطه‌ی ۱ محاسبه می‌شود. این مجموعه کالا را A می‌نامیم. همچنین لیستی از پیشنهادهای بر اساس محصولاتی که کاربران مشابه کاربر جاری مصرف کرده‌اند تولید می‌شود که آن را B نام‌گذاری می‌کنیم.

برای حل مسئله با استفاده از الگوریتم ژنتیک، هر لیست پیشنهاد یک کروموزوم در نظر گرفته شده است که هر محصول موجود در فهرست پیشنهادی یک ژن آن را تشکیل می‌دهد.

برای ایجاد جمعیت اولیه در الگوریتم ژنتیک از دو مجموعه‌ی A و B استفاده می‌شود. اگر تعداد پیشنهادهای به هر کاربر را N و جمعیت اولیه‌ی الگوریتم ژنتیک را با P مشخص کنیم، برای هر کاربر عملیات زیر انجام می‌شود:

۱. مجموعه‌های A و B به روش ذکر شده تولید می‌شود.
۲. بصورت تصادفی $N/2$ کالا از مجموعه‌ی A و $N/2$ کالا از مجموعه‌ی B انتخاب شده و یک کروموزوم را تشکیل می‌دهد.
۳. مرحله‌ی ۱ به تعداد P مرتبه انجام می‌شود.
۴. جمعیت P برای الگوریتم ژنتیک ارسال می‌شود.
۵. الگوریتم ژنتیک به تعداد i مرتبه اجرا می‌شود.
۶. امتیاز جمعیت نهایی بر اساس دو معیار تازگی و دقت سنجیده می‌شود.

شکل (۱) روش پیشنهادی را نمایش می‌دهد. لازم به ذکر است که متغیرهای P ، i و N قابل تغییر و بر زمان اجرای الگوریتم اثر گذار هستند. برای N های کوچک، مقادیر P و i کوچک نیز جوابگو خواهد بود. در این پژوهش مقدار N برابر ۵ و مقدار P برابر ۱۰۰ در نظر گرفته شده است. در هر مرحله از اجرای الگوریتم ژنتیک بهترین پاسخ‌ها با یکدیگر ادغام شده و نسل جدید تولید می‌شود بعد از $i=10$ مرتبه اجرای الگوریتم، کروموزومی که بالاترین امتیاز را کسب کرده است به عنوان فهرست پیشنهاد نهایی به کاربر اعلام می‌شود.

۵- ارزیابی

برای ارزیابی روش پیشنهادی، از مجموعه داده‌ی $Ciao^2$ استفاده شده است. این مجموعه داده متعلق به یک سایت جستجوی خرید است. افراد می‌توانند در این سایت به کالای مورد نظر خود امتیاز ۱ تا ۵ ستاره را اعطا کنند. همچنین می‌توانند سایر اشخاص را به شبکه خود اضافه کنند و به نظرات سایرین امتیاز دهند. مجموعه داده‌ی استفاده شده شامل اطلاعات مربوط به امتیازدهی هر کالا توسط کاربر و اطلاعات مربوط به شبکه‌ی ارتباطی هر شخص است. هر کالا دارای یک شماره‌ی یکتا و یک شماره زیر مجموعه است که مشخص می‌کند این کالا به چه دسته‌ای تعلق دارد (فیلم و موسیقی، پوشاک و...). همچنین شماره‌ی هر کاربر، تاریخ امتیازدهی و میزان امتیاز اعطا شده به هر محصول ذخیره شده است. برای هر کاربر، کاربران موجود در حلقه‌ی ارتباطی وی نیز مشخص شده است. پیش از استفاده از این مجموعه داده، کاربرانی که به کمتر از ۳ محصول امتیاز داده‌اند به عنوان کاربران غیر

است که روش‌های مختلفی برای بهینه‌سازی چند هدفه نیز موجود است اما به دلیل عدم استفاده از این روش‌ها در پژوهش فعلی از تعریف آن صرف‌نظر می‌شود.

۳- بیان مسئله

تولید پیشنهادهای در سیستم توصیه‌گر که واجد ویژگی تازگی باشند از جدیدترین چالش‌های مطرح شده در ارتقاء کیفیت توصیه‌گرها است. تازگی پیشنهادهای تولید شده به معنی توصیه‌ی محصولی است که قبلاً کاربر آن را تجربه نکرده باشد، برای وی ناشناخته باشد و همچنین باعث ایجاد حس مطلوب در کاربر شود. مشخصه‌ی نخست که بر تجربه‌ی کاربر تمرکز دارد به سادگی از پروفایل کاربر قابل بررسی است. اما ویژگی ناشناخته بودن و مطلوب بودن چندان قابل ارزیابی نیست. به عنوان مثال پیشنهاد یک موسیقی از یک خواننده‌ی مشهور به کاربر حتی در صورتی که قبلاً موسیقی با سبکی مشابه آن را شنیده باشد، چندان واجد ویژگی تازگی نیست. زیرا به دلیل شهرت آن، موسیقی پیشنهادی احتمالاً برای کاربر ناشناخته نیست. به همین دلیل توابی که برای اندازه‌گیری میزان تازگی ارائه شده‌اند بر پایه‌ی محاسبه‌ی معکوس محبوبیت محصول هستند. نکته‌ای که این پژوهش بر آن تمرکز دارد، تاثیر ارتباطات افراد بر آشنایی با یک محصول است. که در بخش بعدی تشریح خواهد شد.

۴- روش پیشنهادی

تازگی پیشنهادهای تولید شده توسط سیستم توصیه‌گر، به معنی ناشناخته بودن کالای پیشنهادی برای کاربر است. در پژوهش‌های پیشین تعداد خریدهای انجام شده برای یک کالا را برابر با میزان محبوبیت آن کالا در نظر گرفته‌اند. کالایی که توسط کاربران بیشتری خریداری شده است، دارای محبوبیت و شهرت بیشتری است و تازگی کمتری خواهد داشت. به عنوان مثال میزان فروش بالای یک کتاب داستان، نشان دهنده‌ی شهرت آن است و معکوس تعداد فروش‌های انجام شده به عنوان میزان تازگی آن کالا در نظر گرفته می‌شود.

در حال حاضر اشخاص با حضور در شبکه‌های اجتماعی، حلقه‌ی دوستان و ارتباطات خود را شکل داده و بخش بزرگی از تعاملات و دریافت اطلاعات خود را از این طریق انجام می‌دهند. اطلاعات دریافتی هر شخص و میزان شناخت او نسبت به کالاهای مختلف، به اشخاص مرتبط با شخص، وابسته است. امکان دارد کالایی بسیار پر فروش باشد اما هیچ‌یک از دوستان شخص آن کالا را تجربه نکرده‌اند و آن کالا برای شخص ناشناخته باشد. با ارجاع به مثال کتاب داستان، برای شخصی که بیشتر به کتب سیاسی علاقمند است و حلقه‌ی دوستان وی نیز هرگز کتاب داستان پر فروش ذکر شده را مطالعه نکرده‌اند، این کتاب همچنان ویژگی تازگی بالایی را دارد. روش پیشنهادی با توجه به این نکته، به جای در نظر گرفتن میزان محبوبیت کلی یک کالا که در پژوهش‌های گذشته مورد استفاده قرار گرفته است، محبوبیت کالا را بر

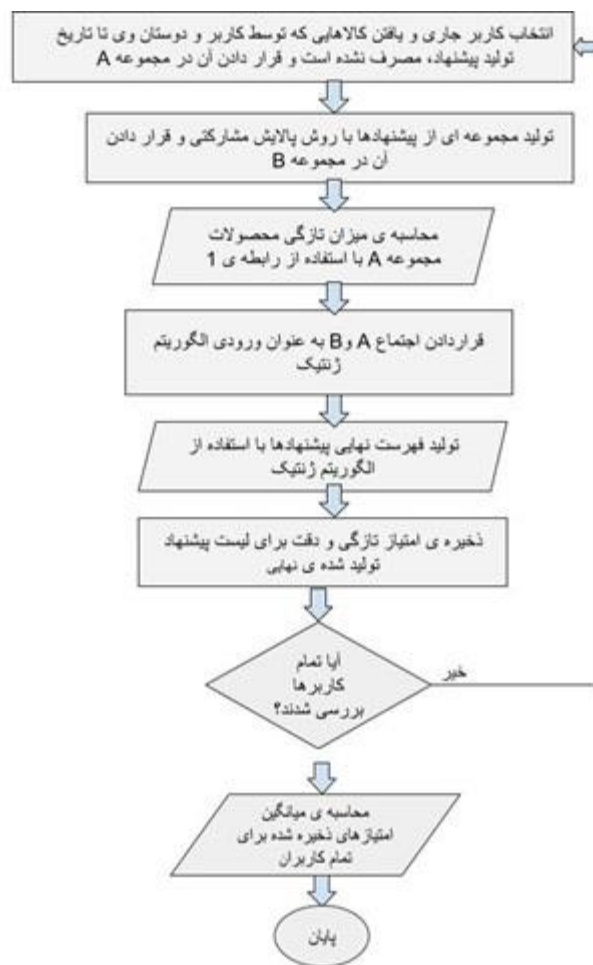
جدول (۱): مقایسه‌ی روش پیشنهادی و روش پالایش مشارکتی کلاسیک

میزان بهبود نسبت به روش کلاسیک	معیار ارزیابی
۵٪	دقت
۳۰٪	بدیع بودن
۲۵٪	پوشش

روش با در نظر گرفتن تفاوت میزان بدیع بودن کالا برای افراد مختلف، از شبکه ارتباطی افراد برای تشخیص میزان ناشناخته بودن کالا استفاده می‌کند. مشاهده می‌شود که این روش علاوه بر افزایش میانگین تازگی، معیار پوشش را نیز بهبود می‌دهد. بهبود معیار پوشش منجر به کاهش مسئله‌ی کالاهای دنباله طولانی نیز می‌شود. در پژوهش‌های آتی این روش برای وب سایت‌های فروش اجرا خواهد شد و میزان رضایت کاربر از پیشنهادها بصورت صریح پرسش خواهد شد. همچنین این روش با روشی برای شناسایی اجتماعات در شبکه‌های اجتماعی ادغام خواهد شد تا اجتماعات بصورت خودکار تشخیص داده شود.

مراجع

- [1] Burke, R., A. Felfernig, and M.H. Göker, *Recommender Systems: An Overview*. AI Magazine, 2011. 32(3): p. 13-18.
- [2] Zhang, Q., J. Lu, and Y. Jin, *Artificial intelligence in recommender systems*. Complex & Intelligent Systems, 2021. 7(1): p. 439-457.
- [3] Zheng, Y. and D. Wang, *A survey of recommender systems with multi-objective optimization*. Neurocomputing, 2022. 474: p. 141-153.
- [4] Adomavicius, G., N. Manouselis, and Y. Kwon, *Multi-Criteria Recommender Systems*, in *Recommender Systems Handbook*, F. Ricci, et al., Editors. 2011, Springer US: Boston, MA. p. 769-803.
- [5] Castells, P., N. Hurley, and S. Vargas, *Novelty and diversity in recommender systems*, in *Recommender systems handbook*. 2021, Springer. p. 603-646.
- [6] Zhang, L., *The Definition of Novelty in Recommendation System*. Journal of Engineering Science & Technology Review, 2013. 6(3).
- [7] Kaya, T. and C. Kaleli, *A novel top-n recommendation method for multi-criteria collaborative filtering*. Expert Systems with Applications, 2022. 198: p. 116695.
- [8] Lu, J., et al., *Recommender system application developments: A survey*. Decision Support Systems, 2015. 74: p. 12-32.
- [9] Bobadilla, J., et al., *Recommender systems survey*. Knowledge-Based Systems, 2013. 46: p. 109-132
- [10] Pazzani, M.J. and D. Billsus, *Content-Based Recommendation Systems*, in *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization*, P. Brusilovsky, A. Kobsa, and W. Nejdl, Editors. 2007,



شکل (۱): روندنمای روش پیشنهادی

فعال در نظر گرفته شده و حذف شدند. سپس روش پالایش مشارکتی کلاسیک و روش پیشنهادی پیاده سازی و بر روی این مجموعه داده اجرا شد. نتایج مربوط به مقایسه‌ی عملکرد این دو روش بر اساس دقت، تازگی و پوشش در جدول (۱) نمایش داده شده است. معیار تازگی بر اساس فرمول (۱) و معیار پوشش با استفاده از نسبت کالاهای پیشنهاد شده به تعداد کل کالاها اندازه‌گیری شده است. نتایج نشان‌دهنده‌ی بهبود عملکرد توصیه‌گر نسبت به روش کلاسیک است. با توجه به اندک بودن میزان بهبود در معیار دقت می‌توان گفت که بهبود ایجاد شده در این معیار معتبر نیست. در معیارهای پوشش و بدیع بودن چنان‌که پیش‌بینی می‌شد بهبود قابل توجهی رخ داده است.

۶- نتیجه

در این مقاله، با بررسی ویژگی بدیع بودن پیشنهادهای ارائه شده توسط توصیه‌گرها، روشی برای تولید توصیه‌های چندمعیاره ارائه شده است. این

- Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 325-341.
- [11] Musto, C., et al., Semantics and Content-Based Recommendations, in *Recommender Systems Handbook*, F. Ricci, L. Rokach, and B. Shapira, Editors. 2022, Springer US: New York, NY. p. 251-298.
 - [12] Adomavicius, G. and A. Tuzhilin, Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 2005. 17(6): p. 734-749.
 - [13] Alhijawi, B., A. Awajan, and S. Fraihat, *Survey on the Objectives of Recommender System: Measures, Solutions, Evaluation Methodology, and New Perspectives*. ACM Computing Surveys (CSUR), 2022.
 - [14] Alhijawi, B., A. Awajan, and S. Fraihat, *Survey on the Objectives of Recommender System: Measures, Solutions, Evaluation Methodology, and New Perspectives*. ACM Comput. Surv., 2022.
 - [15] Ricci, F., L. Rokach, and B. Shapira, *Introduction to recommender systems handbook*, in *Recommender systems handbook*. 2011, Springer. p. 1-35.
 - [16] Zhang, L., *The Definition of Novelty in Recommendation System*. *Journal of Engineering Science & Technology Review*, 2013.
 - [17] Castells, P., N.J. Hurley, and S. Vargas, *Novelty and Diversity in Recommender Systems*, in *Recommender Systems Handbook*, F. Ricci, L. Rokach, and B. Shapira, Editors. 2015, Springer US: Boston, MA. p. 881-918.
 - [18] Gunantara, N., *A review of multi-objective optimization: Methods and its applications*. *Cogent Engineering*, 2018. 5(1): p. 1502242.
 - [19] Ngatchou, P., A. Zarei, and A. El-Sharkawi. Pareto Multi Objective Optimization. in *Proceedings of the 13th International Conference on, Intelligent Systems Application to Power Systems*. 2005.

زیر نویس

¹ Long Tail

² <https://www.ciao.co.uk>