

توصیه دنباله مکان-زمان در فضای داخلی مبتنی بر تحلیل شبکه‌های اجتماعی (مطالعه موردی: همایش علمی)

محمدرضا ملک^{۱*}، مهدی حبیبیان^۲، محمد کریمی^۳

^۱ استاد، آزمایشگاه پژوهشی اطلاعات مکانی فراگیر و همراه- گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه - برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، mrmalek@kntu.ac.ir

^۲ کارشناس ارشد، آزمایشگاه پژوهشی اطلاعات مکانی فراگیر و همراه- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، mh.11711@yahoo.com

^۳ دانشیار، گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، mkarimi@kntu.ac.ir

(دریافت: فروردین ۱۴۰۳، تصویب: مرداد ۱۴۰۳)

چکیده

سالانه رویدادهای فراوانی چون نمایشگاه‌ها و همایش‌ها در سراسر دنیا برگزار می‌شوند. اگر عوامل اصلی یک رویداد را بازیگر بدانیم، آنگاه یک رویداد شامل بازیگران مختلفی است که مهم‌ترین آن‌ها شرکت‌کنندگان و آیتم‌های موجود در آن رویداد هستند. شرکت‌کنندگان نیاز دارند در زمان مناسب بیشترین بهره‌وری را از این رویدادها داشته باشند. بنابراین، ارائه دنباله‌ای از توصیه‌های مکان-زمان برای یک رویدادی چون همایش علمی، مساله بسیار قابل توجهی است. محیط همایش علمی یک فضای پویا بوده که در مکان و زمان‌های مختلف، آیتم‌های متفاوتی در حال برگزاری هستند. از سوی دیگر مکان کاربر در فضای همایش پیوسته در حال تغییر است. از این رو توصیه به کاربران باید متناسب با مکان کاربر و زمان درخواست صورت گیرد. برای یافتن راه‌حلی برای این مساله، با تمرکز روی مطالعه موردی همایش‌های علمی، از توانایی سیستم‌های توصیه‌گر و تحلیل‌های شبکه اجتماعی بهره بردیم. ویژگی‌های کاربران از صفحه شخصی آن‌ها در شبکه اجتماعی-علمی ResearchGate و وبسایت GoogleScholar استخراج شده است. روش توصیه‌گری پیشنهادی، تلفیقی از روش‌های پالایش اجتماعی، پالایش محتوا مبنای پالایش مکان-زمان است. اطلاعات اجتماعی استخراج‌شده از منابع اطلاعاتی با استفاده از پالایش اجتماعی تحلیل‌شده و افراد مشابه به کاربر شناسایی می‌شوند. برای رفع چالش شروع سرد در پالایش اجتماعی، روابط افراد تحلیل و با شناسایی افراد خبره، از اطلاعات محتوایی آن‌ها برای توصیه به کاربران جدید استفاده می‌شود. برای هر کاربر اطلاعات محتوایی کاربران مشابه به همراه اطلاعات محتوایی کاربر وارد پالایش محتوا مبنای می‌شوند. در این پالایش مقدار مشابهت آیتم‌ها در هر پنجره‌ی زمانی با اطلاعات محتوایی کاربر محاسبه‌شده و بر اساس بیشترین شباهت اولویت‌بندی می‌شوند. برای این کار با استفاده از مدل مکانی گراف، فضای فیزیکی همایش به یک فضای محاسباتی تبدیل می‌شود. پالایش مکان-زمان با استفاده از این فضای محاسباتی و با در نظر گرفتن مکان و زمان درخواست کاربر و آیتم‌ها، بهینه‌ترین آیتم را به کاربر پیشنهاد داده و متناسب با آن دنباله‌ای از توصیه‌های مکان-زمان را به کاربر ارائه می‌کند. نحوه عملکرد سیستم در ارائه توصیه به کاربران توسط پرسشنامه مورد ارزیابی قرار گرفت. طبق این نظرسنجی دقت توصیه‌های انجام‌شده با استفاده از روش پیشنهادی ۷۴٪ و میزان توانایی اولویت‌بندی ۹۳٪ ارزیابی شد. همچنین در نظرسنجی انجام‌شده توانایی تشخیص افراد خبره برای کاربر جدید مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه ۷۶٪ کاربران جدید صحت هر دو خبره‌ی معرفی‌شده را تأیید کردند.

واژگان کلیدی: توصیه دنباله مکان-زمان، شبکه‌های اجتماعی، پالایش مکان-زمان، توصیه در رویداد

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

سالیانه رویدادهای مختلفی در حوزه‌های علمی، فرهنگی، تفریحی، اقتصادی و دیگر حوزه‌ها در سراسر دنیا برگزار می‌شوند. یک رویداد شامل بازیگران مختلفی است که مهم‌ترین آن‌ها شرکت‌کنندگان و آیتم‌های موجود در رویداد هستند. در بسیاری از موارد، این شرکت‌کنندگان با حجم بالایی از آیتم‌های قابل بازدید مواجه می‌شوند. آن‌ها زمان کافی برای بازدید از همه آیتم‌ها را ندارند و از سوی دیگر تنها موارد خاصی از آیتم‌ها در هر رویداد وجود داشته که به آن‌ها مرتبط بوده و یا با علایق آن‌ها مطابقت دارد [۱۸]. بهره‌وری بهینه از اینگونه رویدادها یک نیاز مهم می‌باشد. علاوه بر این، اگر برگزارکنندگان رویدادها، به ترجیحات شرکت‌کنندگان دسترسی داشته باشند، می‌توانند هدایت و مدیریت منابع و همچنین شناسایی شرکت‌کنندگان هدف را بهتر انجام دهند [۱۵].

در هر رویداد مکان‌ها و آیتم‌های مختلفی وجود دارد که در آن اطلاعات و یا محصولات خاصی به شرکت‌کنندگان ارائه می‌شود. طرف دیگر رویداد شرکت‌کنندگان هستند که هر یک ویژگی‌ها، خصوصیات و هدف خاص خود را دارند. گزینه‌های متنوع ارائه شده در این رویدادها، فرآیند تصمیم‌گیری و انتخاب آیتم‌ها را برای شرکت‌کنندگان پراهمیت می‌کند. برای هر شرکت‌کننده در یک رویداد با توجه به ویژگی‌ها و خصوصیات آن فرد، تنها تعداد محدودی از آن آیتم‌ها جذاب است. وقتی مسئله پالایش اطلاعات به‌منظور کمک به کاربران برای استفاده از جذاب‌ترین موارد مطرح می‌شود، سیستم‌های توصیه‌گری به‌عنوان یک راه‌حل، طرح می‌شوند. آن‌ها در چنین فرآیند تصمیم‌گیری ابزاری قابل اعتنا به‌حساب می‌آیند. از این رو، ارائه سیستم‌های توصیه‌گر برای رویداد موضوع جذاب و مفیدی خواهد بود. علاوه بر این شرکت‌کنندگان در رویداد در حال جابه‌جایی بین آیتم‌ها هستند. آن‌ها در فضای رویداد به‌طور مداوم در حال حرکت بوده و در هر زمانی در مکان‌های مختلفی دیده می‌شوند [۲۱]. بنابراین سیستم‌های توصیه‌گر در فضای رویداد باید مکان و زمان را در توصیه‌های خود دخالت دهند. به بیان دیگر ارائه دنباله‌ای از توصیه‌های مکان-زمان در اینگونه شرایط ضروری و لازم است.

سیستم‌های توصیه‌گر در قدم اول نیازمند اطلاعات کاربر هستند. شبکه‌های اجتماعی، منبعی غنی از اطلاعات مورد نیاز الگوریتم‌های توصیه‌گری است. شبکه‌های اجتماعی به فراخور افراد تشکیل دهنده و هدف تشکیل آن‌ها، اطلاعات مختلفی را در این فضا تولید می‌کنند. شبکه‌های اجتماعی به عنوان منابع بزرگ اطلاعاتی، حال نقش مهمی در شناخت افراد ایفا می‌کنند. افراد به تناسب نیاز در شبکه‌های مختلف اجتماعی عضو شده، با افراد دیگر ارتباط برقرار کرده و موارد گوناگونی را به اشتراک می‌گذارند [۱۱]. استفاده از شبکه‌های اجتماعی می‌تواند منبع خوبی برای دریافت اطلاعات و ویژگی افراد برای سیستم‌های توصیه‌گر باشد [۵].

یکی از رویدادهای جذاب که افراد زیادی در آن‌ها شرکت می‌جویند، همایش‌های علمی هستند. برای نمونه، طبق آمار ارائه شده در سال ۲۰۱۹ تنها ۳۶۲۰ همایش بین‌المللی در کشور ژاپن برگزار شده است [۷]. همایش‌های بین‌المللی بخش کوچکی از رویدادهای رسمی به حساب می‌آیند. این آمار حجم جامعه هدف پژوهش حاضر را آشکار و اهمیت ارائه دنباله‌ای از توصیه‌های مکان-زمان را برای آن روشن می‌سازد.

محتوای این مقاله در پنج بخش تدوین شده است. در بخش دوم، تحقیقات پیشین مرور شده‌است. در بخش سوم روش پیشنهادی را برای توصیه‌گری در فضای رویداد و بویژه برای همایش علمی بسط می‌دهیم. بخش چهارم اختصاص به پیاده‌سازی و ارزیابی آن دارد. بخش آخر نیز به نتیجه‌گیری اختصاص داده شده است.

۲- پیشینه

همایش‌ها به‌عنوان یکی از رویدادهای بزرگ و فعال سالانه در سراسر دنیا در حال برگزاری هستند. بنابراین، نخست روند توسعه سیستم‌های توصیه‌گری در این حوزه بررسی می‌شود.

توسعه سیستم‌های توصیه‌گری برای رویداد همایش با توجه به ماهیت آن با دیگر حوزه‌ها متفاوت است. چراکه ماهیت رویدادها زودگذر هستند و به‌طور معمول پیوسته و با یک محوریت برگزار نمی‌شوند. روش‌های توصیه‌گری سنتی همانند فیلترهای مشارکتی^۱ و محتوا مبنای^۲ به‌تنهایی

۱ Collaborative Filtering-CF

۲ Content Based-CB

نمی‌توانند مسئله‌ی توصیه در رویدادهایی چون همایش را حل کنند. همین مسئله باعث به‌کارگیری رویکردها و روش‌های مختلف ترکیبی در جهت توصیه و راهنمایی در فضای رویداد شده است.

هیروی و همکارانش [۱۰] یک سرویس سنجش برای راهنمایی شرکت‌کنندگان در فضای رویداد G-Expo2015 ارائه کرده‌اند. در این تحقیق، بر اساس مدت زمان بازدید و حضور در غرفه‌های مختلف، میزان تمایل به بازدید از غرفه‌های خاص استخراج شده‌است. سپس با استفاده از یک سیستم پالایش مشارکتی از مشابهت رفتاری افراد مختلف و میزان امتیاز آن‌ها به غرفه‌ها، توصیه‌هایی به شرکت‌کنندگان ارائه گردیده‌است [۱۰].

گوا و همکاران [۹] یک سرویس توصیه شخصی‌سازی‌شده برای نمایشگاه ماشین ارائه کرده‌اند. آن‌ها با استفاده از موقعیت‌یابی فعال مبتنی بر شبکه‌ی بیسیم محلی^۱ مکان شرکت‌کنندگان را در هر لحظه، استخراج کرده‌اند. این ویژگی‌ها منجر به تولید خط‌سیر شرکت‌کنندگان در سالن‌های نمایشگاه شده‌است. در این تحقیق، با استفاده از خوشه‌بندی K-Means بازدیدها به چندین خوشه تقسیم می‌شوند. سپس بر اساس محاسبه‌ی شباهت موقعیت بازدید هر شرکت‌کننده با خوشه‌ها، علایق افراد استخراج و بر اساس این اطلاعات توصیه‌های شخصی در سالن‌های نمایشگاه به شرکت‌کنندگان ارائه می‌شود [۹]. در برخی از پژوهش‌ها برای ساخت نمایه کاربر از بازخوردهای صریح^۲ استفاده می‌کنند به‌طوری‌که حوزه فعالیت کاربر توسط خود او و بر اساس کلمات کلیدی به سیستم توصیه‌گر معرفی می‌شوند. برای نمونه لائو و همکاران [۱۳] یک سیستم برنامه‌ریزی برای کنگره در بستر گوشی‌های همراه به نام PRESS ارائه کرده‌اند. اطلاعات شخصی و علایق کاربر توسط خود شرکت‌کننده در قالب کلمات کلیدی به سیستم ارائه شده‌است. سیستم معرفی‌شده در این تحقیق، مجموعه اطلاعات محتوایی را با استفاده از روش خلاصه‌سازی ماتریس^۳، طبقه‌بندی می‌کند. آن‌ها بر اساس موضوعات طبقه‌بندی‌شده و کلمات کلیدی که توسط کاربر به سیستم ارائه‌شده، میزان شباهت هر کاربر

با آیتم را محاسبه کرده‌اند. در نهایت الگوریتم پیشنهادی، فهرستی از سخنرانی‌ها را به کاربر توصیه کرده و به کاربر این اجازه را می‌دهد تا جلسه موردنظر را از میان جلسات هم‌زمان انتخاب کند. این سیستم در یک کنگره بین‌المللی در ترکیه پیاده‌سازی و کارایی سیستم با استفاده از نظرسنجی از شرکت‌کنندگان مورد ارزیابی قرار گرفته‌است [۱۳].

هوروویتزا و همکاران [۱۲] یک سیستم توصیه مبتنی بر مکان و زمان برای یک رویداد ارائه داده‌اند. در این پژوهش ابتدا یک سیستم توصیه مبتنی بر برچسب، با اطلاعات مکان و زمان شرکت‌کنندگان ادغام شده‌است. سپس اطلاعات محتوایی شرکت‌کنندگان در قالب برچسب از شبکه اجتماعی LinkedIn^۴ استخراج و نمایه کاربر با استفاده از این اطلاعات ساخته شده‌است. در نهایت، آیتم‌ها متناسب با نمایه کاربر پالایش‌شده و بر اساس اطلاعات مکان-زمان کاربر، گزینه مناسب به کاربر توصیه شده‌است. تمرکز اصلی این پژوهش بر روی سیستم توصیه‌ی برچسب مبنای این استخراج این اطلاعات بوده و در جهت راهنمایی کاربران اقدام خاصی انجام نشده است. نتایج این سیستم از طریق نظرسنجی بررسی شده است [۱۲].

با توجه به آنچه گفته شد، بزرگ‌ترین چالش موجود در حوزه توصیه‌گری در فضای رویداد عدم وجود منبع اطلاعاتی مناسب و به تبع آن نداشتن اطلاعات کافی در خصوص علایق و ترجیحات کاربر است. به همین دلیل محققین این حوزه از فیلتر مشارکتی برای ساخت سیستم توصیه استفاده کرده‌اند. آن‌ها در تلاش بوده‌اند با استفاده از تلفیق این روش با اطلاعات تحلیلی دیگر در فضای رویداد به شرکت‌کنندگان پیشنهادهایی را ارائه کنند. استفاده از فیلتر مشارکتی منجر به مشکلات جدیدی همچون پراکندگی داده‌ها، سلب هوشمندی از این سیستم‌ها و عدم کارایی در توصیه‌های ابتدایی یا همان چالش شروع سرد^۵ می‌شود. در رویدادهایی که امکان کسب ترجیحات کاربر وجود دارد و یا نمایه کاربر توسط خود شرکت‌کننده ساخته‌شده باشد، رویکرد محتوا مبنای می‌تواند این مشکلات را تا حدودی مرتفع سازد. به

^۱ Wireless Local Area Network

^۲ Explicit

^۳ Matrix Factorization

^۴ <https://www.linkedin.com>

^۵ Cold Start

همین دلیل پژوهش‌ها در این حوزه بیشتر بر روی چند رویداد خاص تمرکز دارند.

پشتیبانی از همایش‌های علمی و کمک به شرکت‌کنندگان از ابتدا یک موضوع مهم شمرده می‌شده است. انتشار اطلاعات و برنامه‌های همایش همانند فهرست سخنرانان، فهرست مقالات و در برخی از موارد خلاصه‌ای از ارائه‌ها،

مدت‌ها به‌عنوان راه‌حلی برای کمک به شرکت‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گرفت. با پیشرفت فناوری اطلاعات، محققان تلاش کرده‌اند تا فراتر از این راه‌حل‌های سنتی و با استفاده از سیستم‌های توصیه‌گر و خدمات مکان‌مبنا، راهنمای شرکت‌کنندگان در این رویدادها باشند. در شکل ۱ روند کلی پیشرفت ارایه خدمات دیده می‌شود.



شکل ۱: روند کلی پیشرفت ارایه خدمات در همایش‌ها

امروزه لزوم استفاده از سیستم‌های توصیه‌گری برای تکمیل خدمات در حوزه‌ی توصیه‌گری در همایش‌های علمی پررنگ‌تر شده‌است. امکانات موجود در صفحات وب و فراگیری استفاده از آن‌ها منجر به توسعه سیستم‌های توصیه‌گری در بستر وب شده‌است. در ابتدا صفحات وب به‌منظور اطلاع‌رسانی در ارتباط با محورهای همایش و سخنرانان استفاده می‌شد ولی بعدها محققین راه‌کارهای خود را برای کمک به شرکت‌کنندگان در این بستر ارائه کرده‌اند. به این منظور برای همایش‌ها سامانه‌هایی در بستر وب شکل گرفته‌اند که امکان ارتباط بین افراد در آن فراهم شده‌است. این سامانه‌ها متناسب با اهداف توسعه‌دهندگان دارای ویژگی‌های مختلفی بوده‌اند. حتی امروزه نیز از همین سامانه‌ها در برخی از همایش‌ها استفاده می‌شود. در ادبیات تحقیق به این سامانه‌ها، سامانه‌های اجتماعی همایش^۱ گفته می‌شود.

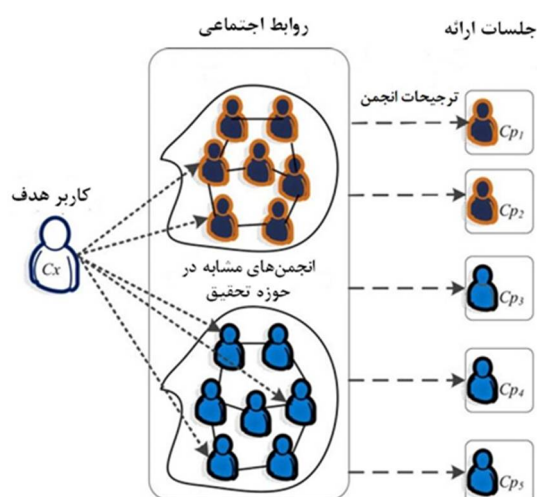
یکی از پیشگامان این عرصه سالومون است که در سال ۱۹۹۰ پژوهشی در این راستا انجام داده‌است. او یک کیوسک ارائه‌ی اطلاعات در قالب نرم‌افزار با نام "infoBooth" ارائه کرده‌است. کاربر با وارد شدن به نرم‌افزار می‌توانست اطلاعات مربوط به همایش مانند اطلاعات ارائه‌دهندگان و خلاصه‌ی ارائه‌ها را مشاهده و بر اساس آن‌ها تصمیم‌گیری کند [۱۷].

در ادامه‌ی این تلاش‌ها پژوهشی توسط کوکس و همکاران [۶] انجام شده‌است. آن‌ها یک سیستم مکان‌آگاه برای شرکت‌کنندگان در همایش ایجاد کرده‌اند. ویژگی اصلی پروژه‌ی IntelliBadg، داده‌کاوی، بصری سازی اطلاعات و برنامه‌های تعاملی وب در یک سیستم یکپارچه است. این سیستم شرکت‌کنندگان در همایش را ردیابی کرده و داده‌های ردیابی را تجزیه و تحلیل کرده و خدمات مختلفی را به شرکت‌کنندگان ارائه می‌دهد. علاوه بر این با استفاده از کیوسک‌های اطلاعاتی برنامه‌های همایش در بستر وب قابل مشاهده است. در این بخش نیز قابلیت جستجوی جلسات، برنامه زمان‌بندی جلسات و خدمات دیگر تعبیه شده است [۶].

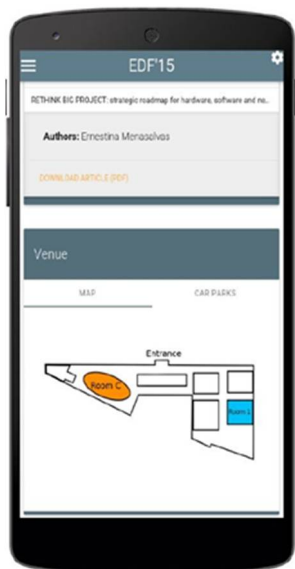
یکی از تحقیقات انجام‌شده در این حوزه مربوط به فرزنان و همکارش [۸] است که یک سامانه راهنمای همایش CN^۲ مبتنی بر خرد جمعی ارائه داده‌اند. آن‌ها با توسعه یک سامانه تحت وب قبل از برگزاری همایش امکان اعلام نظرات، امتیازدهی و ساخت برنامه زمان‌بندی شخصی را برای شرکت‌کنندگان فراهم کرده‌اند. شرکت‌کنندگان در این بستر این امکان را دارند که مقالات و جلسات سخنرانی را در یک محیط اجتماعی به دیگران توصیه کنند و یا از نظرات دیگر افراد برای برنامه‌ریزی همایش خود استفاده نمایند [۸].

^۱ Social System

^۲ Conference Navigator



شکل ۲: توصیه‌ی جلسه‌ی ارائه به شرکت‌کنندگان با استفاده از تشخیص انجمن [۲].



شکل ۳: نمایش محل برگزاری جلسه در سیستم ACC [۲۰].

الگوریتم پیشنهادی از یک روش توصیه‌گری ترکیبی استفاده می‌کند. درواقع سیستم توصیه با توجه به منابع مختلف از پالایه‌های مختلف استفاده می‌نماید. با استفاده از رابط کاربری، میزان تأثیرگذاری این منابع در نتایج توصیه در اختیار کاربر قرار می‌گیرد تا کاربر با نظر خود برنامه بازدید را ویرایش نماید. با استفاده از مطالبی که در این بخش ارائه شد، می‌توان لزوم انجام این پژوهش و جایگاه آن را در چندین بخش تبیین کرد.

آزمولر و همکاران [۳] یک سیستم پیشنهادی برای همایش با استفاده از سامانه اجتماعی Conferator توسعه داده‌اند. در این سامانه اجتماعی ابتدا اطلاعات اولیه از کاربر دریافت می‌شود. سپس یکی از مؤلفه‌های این سامانه که TalkRadar نام دارد، وظیفه‌ی انتخاب جلسات ارائه برای کاربر را دارد. این انتخاب بر اساس علایق کاربر، زمان برگزاری جلسه و فاصله‌ی مکانی کاربر تا جلسه از میان چندین ارائه صورت گرفته است.

آسابر و همکاران [۲] یک سیستم توصیه‌گری اجتماعی SARVE برای کمک به شرکت‌کنندگان ارائه کرده‌اند. شرکت‌کنندگان در همایش با استفاده از گوشی‌های همراه، علایق تحقیقاتی خود را از طریق کلمات کلیدی خاص مشخص می‌کنند. علاوه بر این تعداد دفعات و میزان ارتباط با سایر شرکت‌کنندگان توسط خود کاربر به سیستم معرفی می‌شود. با استفاده از اطلاعات مربوط به ارتباطات اجتماعی، یک گراف اجتماعی ساخته می‌شود. در این سیستم از روش‌های تشخیص انجمن که یک روش توصیه‌گری اجتماعی است، مطابق شکل ۲ برای توصیه به شرکت‌کنندگان استفاده شده است.

در برخی از تحقیقات شبکه‌های اجتماعی به‌عنوان منبعی مناسب برای استخراج اطلاعات و غنی‌سازی نمایه کاربر استفاده شده است. برای مثال وولند و همکارش (۲۰۱۶) نمونه اولیه از یک برنامه هوشمند برای رویداد ارائه کرده‌اند که در آن علاوه بر توصیه‌های شخصی از مکان کاربر برای راهنمایی استفاده شده است. در این نرم‌افزار مطابق شکل ۳ هنگام توصیه‌ی یک جلسه‌ی ارائه‌ی مقاله، محل برگزاری آن نیز بر روی نقشه‌ی همایش مشخص می‌شود. در این تحقیق تمرکز اصلی بر روی استخراج اطلاعات لازم برای توصیه‌گری از شبکه‌های اجتماعی و استفاده از یک روش معنایی برای تعیین شباهت است. لازم به ذکر است که آن‌ها برای تعیین شباهت معنایی متن از یک روش ساختار گراف ۱ KODA استفاده کرده‌اند [۲۰].

تسای و همکاران [۱۹] یک رابط قابل کنترل برای پویایی پیشنهادها در فضای رویداد توسعه داده‌اند. رابط کاربری بر اساس منابع مختلف تغذیه می‌شود. این منابع اطلاعاتی، مربوط به اطلاعات ایجادشده در پروژه CN3 بوده است که توسط بروسیلوفسکی ارائه شده است [۴].

۱ Based on Graph Structure

نکته اول این که بیشتر پژوهش‌های انجام شده از سامانه‌های اجتماعی استفاده کرده‌اند. سامانه‌های اجتماعی ایجاد شده بیشتر در جهت کسب اطلاعات از علایق و ترجیحات کاربر بوده‌است. اما توسعه‌ی این سامانه‌ها، گذشته از هزینه‌ها، اتلاف وقت و انرژی، دارای معایب متعددی است. یکی از این معایب مربوط به قانون یک‌درصد اعضای فعال در شبکه‌های اجتماعی است که می‌رلو و همکاران [۱۴] عنوان کرده‌اند. مطابق این پژوهش در تمامی شبکه‌های اجتماعی و فضاهای مجازی ۹۰٪ اعضا هیچ مشارکتی در این فضاها نداشته و نظاره‌گر هستند. ۹٪ از کاربران در این فضاها همکاری کرده و تنها ۱٪ از کاربران، اعضای فعال بوده و به تولید محتوا در این شبکه‌ها اقدام می‌کنند [۱۴]. ساخت دوباره‌ی سامانه‌های اجتماعی برای هر همایش نتایج چندان خوبی نخواهد داشت، چراکه کاربران اندکی، در این سامانه‌ها فعالیت می‌کنند. یکی از تفاوت‌های بزرگ در این پژوهش استفاده از شبکه‌های اجتماعی به عنوان منابع اطلاعاتی و دریافت اطلاعات مختلف به جای توسعه‌ی سامانه‌های اجتماعی و یا استفاده از محتوای کاربر ساخته^۱ است. همین مسئله باعث تغییر در ادامه‌ی روند توصیه‌گری می‌شود.

نکته دوم، ارائه توصیه‌ها به صورت دنباله مکان-زمان است. اهمیت مکان و زمان در این مسئله غیر قابل چشم‌پوشی بوده ولی با همه‌ی این تفاسیر در پژوهش‌های انجام شده، گاه از مسئله‌ی مکان صرف نظر شده است. ارائه یک توصیه مبتنی بر مکان و زمان کاربر یکی از ویژگی‌هایی است که در این پژوهش لحاظ شده‌است. نکته سوم اینکه برخی از پژوهش‌ها پروژه محور به این موضوع نگاه کرده و همین مسئله گاه باعث نگاه‌های سطحی به برخی چالش‌ها و ارائه راه‌حل‌های غیرعلمی به آن‌ها شده است. برای نمونه چالش شروع سرد که در برخی از این تحقیقات لحاظ نشده و یا تمرکز چندان بر روی حل این موضوع نداشته‌اند.

۳- روش پیشنهادی

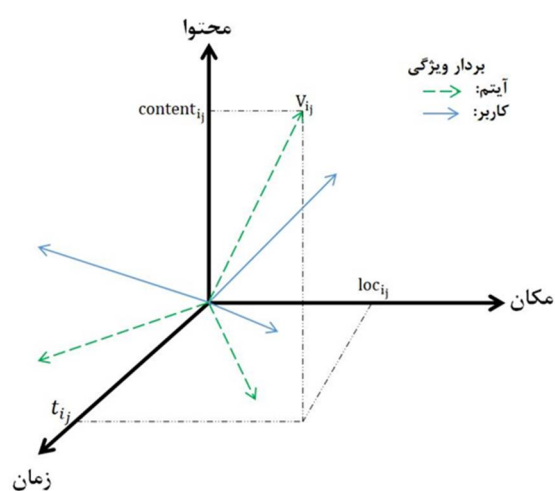
در یک رویداد مکان‌های جذاب مختلفی برای بازدید شرکت‌کنندگان وجود دارد. در روابط ۱ و ۲، کاربری از مجموعه شرکت‌کنندگان و I مجموعه نقاط جذاب رویداد با m مکان جذاب است.

$$I = \{i_1, i_2, \dots, i_m\} \quad (1)$$

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (2)$$

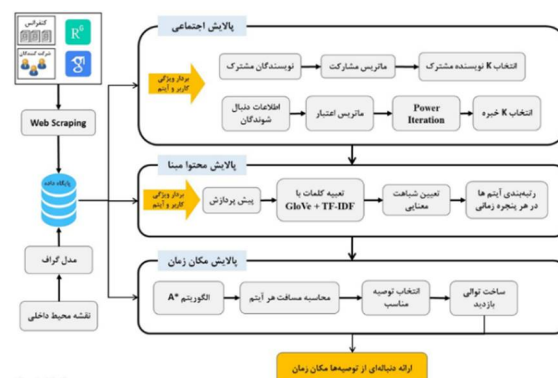
بازیگران اصلی هر رویداد آیتم‌ها و کاربران شرکت‌کننده هستند. چیزی که باعث مشابهت و یا مغایرت بازیگران رویداد می‌شود، ویژگی‌هایی هستند که هر کاربر و یا آیتم در بردار ویژگی خود دارد. با توجه به رویداد و نیاز سیستم برای توصیه ویژگی‌های مختلفی می‌توان برای کاربر و آیتم در نظر گرفت. به‌طور کلی ویژگی‌های اصلی در هر رویداد را می‌توان شامل: مکان، زمان و محتوا بیان کرد. مکان کاربر و زمان برگزاری آیتم و استفاده بهینه از زمان توسط کاربر همواره در توصیه‌ها و انتخاب‌های کاربر تأثیر گزار است. آنچه کاربر از میان چندین آیتم یک گزینه را انتخاب می‌کند، نشان‌دهنده‌ی محتوای آن آیتم است. کاربر با توجه به علایق و یا نیازهای خود در جریان یک رویداد از یک آیتم بازدید می‌کند. این ویژگی‌ها در کنار هم به انتخاب‌های کاربر جهت‌دهی می‌نمایند؛ بنابراین باید در سیستم‌های توصیه‌گری نیز به این ویژگی‌ها توجه کرد.

با استفاده از این سه ویژگی می‌توان یک فضای ویژگی تعریف کرد که هر کاربر و آیتم متناسب با میزان برخورداری از این ویژگی‌ها به‌صورت برداری در این فضا قرار دارند. شکل ۴ فضای ویژگی یک رویداد را نمایش می‌دهد. مقدار مؤلفه‌ها برای بردار ویژگی آیتم زام V_{ij} شامل مکان loc_{ij} ، زمان t_{ij} و محتوای $content_{ij}$ این آیتم در شکل نشان داده شده است.



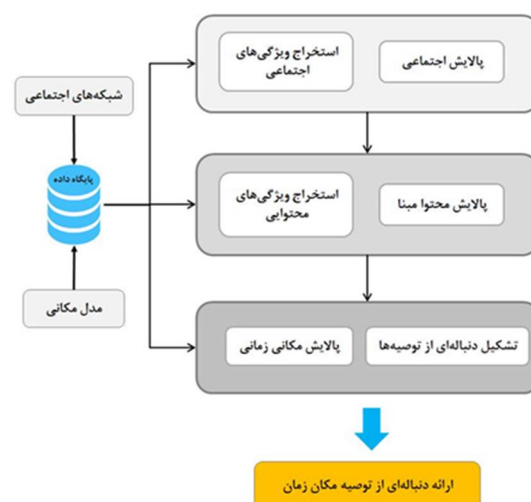
شکل ۴: فضای ویژگی در هر رویداد

به ازای n ویژگی در یک رویداد می‌توان یک فضای n بعدی برای فضای ویژگی متصور شد. زاویه بین بردار ویژگی کاربر و بیانگر را می‌توان ابزاری برای تعیین قرابت بین این دو مورد دانست.



شکل ۵: کلیات روش پیشنهادی برای همایش

در شکل ۵ مراحل اصلی روش پیشنهادی برای ارائه یک دنباله‌ای از توصیه‌ها در همایش‌ها دیده می‌شود. روش پیشنهادی ارائه‌شده برای همایش‌ها را می‌توان در واقع متعلق به کلاس عمومی‌تری دانست که برای هرگونه رویداد مشابه قابل استفاده است (شکل ۶). در یک نوع دیگر رویداد، متناسب با نوع آن اطلاعات موردنیاز برای توصیه، متفاوت می‌باشد. امکان دارد مدل مکانی متناسب با دقت مکانی موردنیاز تغییر کند و یا متناسب با بازخورد ضمنی یا صریح در سیستم توصیه مدل ارائه‌شده تغییر کند. با این حال، مراحل کلی آن قابل پیاده‌سازی در سایر رویدادهای مشابه خواهد بود.



شکل ۶: روش پیشنهادی کلی

برای ارائه توصیه به شرکت‌کننده u در همایش باید ویژگی‌های کاربر و آیتم استخراج شوند. بردار ویژگی کاربر i ام با نماد $\vec{V}_{u_i}$ در رابطه (۴) تعریف شده است. یکی از مؤلفه‌های بردار ویژگی کاربر شماره شناسایی Id کاربر است. پیشینه تحقیقات انجام‌شده کاربر شامل عنوان title و چکیده abstract مقالات منتشرشده چند سال اخیر او است. در شبکه‌های اجتماعی کاربران در پروفایل کاربری خود از مجموعه برچسب‌هایی برای نمایش علایق خود استفاده می‌نمایند. این برچسب علاقه^۱ $\vec{int_tag}$ بیان‌کننده مهارت و زمینه فعالیت کاربر است که در قالب کلمات کلیدی بیان می‌شود. نویسندگان مشترک در مقالات برای هر کاربر نشان‌دهنده ارتباط تحقیقاتی بین محققین است، بنابراین نویسندگان مشترک $\vec{coauthor}$ به‌عنوان یک عنصر در این بردار ویژگی لحاظ شد. اطلاعات مربوط به دنبال کنندگان $\vec{follower}$ و دنبال شوندگان $\vec{following}$ باعث شناخت ارتباط اجتماعی بین افراد می‌شود، از این‌رو این اطلاعات نیز عنصرهای دیگر بردار ویژگی کاربر هستند. علاوه بر این اطلاعات مکان $\vec{loc}$ و زمان t کاربر به هنگام هر بار درخواست جزو مؤلفه‌های مهم بردار ویژگی کاربر در سیستم‌های توصیه است.

$$\vec{V}_{u_i} = [\text{Id}_{u_i}, \text{title}_{u_i}, \text{abstract}_{u_i}, \text{int_tag}_{u_i}, \text{coauthor}_{u_i}, \text{follower}_{u_i}, \text{following}_{u_i}, t_{u_i}, \text{loc}_{u_i}] \quad (3)$$

همانند بردار ویژگی کاربر، بردار ویژگی آیتم زام با نماد $\vec{V}_{i_j}$ در رابطه (۴) تعریف شده است برای هر آیتم مؤلفه‌های عنوان و چکیده مقاله، زمان و مکان ارائه مقاله در بردار ویژگی هر آیتم به‌عنوان ویژگی‌های متمایزکننده با سایر آیتم‌ها شناخته‌شده و در بردار ویژگی آیتم ذخیره می‌شود.

$$\vec{V}_{i_j} = [\text{Id}_{i_j}, \text{title}_{i_j}, \text{abstract}_{i_j}, t_{i_j}, \text{loc}_{i_j}] \quad (4)$$

استفاده از یک سیستم پالایش محتوایی برای تعیین شباهت بین کاربر و آیتم با مشکلاتی مواجه می‌شود. وجود کلمات مشابه متفرقه که بدنه‌ی محتوایی مقالات را تشکیل نمی‌دهند، باعث افزایش از شباهت کاذب می‌شود. برای نمونه الگوریتم‌های فرا ابتکاری به‌عنوان ابزار برای حل

^۱ Interest Tag

مسائل در حوزه نقشه‌برداری به‌وفور استفاده‌شده و نام آن‌ها در مقالات ذکر می‌شود، حال آنکه مقصود و محتوای مقالات متفاوت است. استفاده از سیستم‌های پالایش محتوا مبنا به‌تنهایی کاربر را محدود می‌کند و نتایج ارائه‌ی این سیستم در برخی از موارد بیش‌ازحد شخصی‌سازی‌شده است. این امر دایره‌ی بازدید کاربر را محدود کرده و ممکن است او از دیدن آیتم‌های دیگر و زمینه فعالیت‌هایی که ممکن است به‌تازگی به آن روی آورده باشد، محروم بماند. برای نمونه افرادی که تعداد مقالات کمتری منتشر کردند و سیستم برای تعیین شباهت اطلاعات محدودی دارد بنابراین آیتم‌های کمتری را می‌تواند توصیه نماید. همین امر باعث کاهش کارایی سیستم توصیه می‌گردد. از سوی دیگر محققین جدیدی که به‌تازگی قدم در راه پژوهش گذاشتند در این همایش‌ها شرکت می‌کنند. این افراد برای سیستم به‌عنوان کاربر جدید شناخته می‌شوند. آن‌ها هیچ تاریخچه فعالیت علمی ندارند، بنابراین سیستم پالایش محتوایی هیچ تعریفی از فضای ویژگی محتوایی کاربر جدید ندارد. در سیستم‌های توصیه‌گری این چالش به چالش شروع سرد معروف است. ازاین‌رو برای بهبود کیفیت توصیه، با بهره‌گیری از توصیه اجتماعی و پالایش اجتماعی سعی شده تا این چالش‌ها مرتفع شوند.

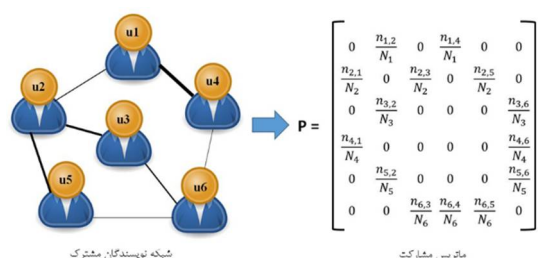
۳-۱- چالش اشباع شخصی‌سازی

یکی از روابط اجتماعی قوی بین کاربران در شبکه‌های اجتماعی-علمی رابطه‌ی مقالات نوشته‌شده‌ی مشترک است. برای رفع اشباع شخصی‌سازی از اطلاعات نویسندگان مشترک موجود در بردار ویژگی کاربر استفاده می‌نماییم. برای مثال ممکن است کاربر u_i دارای $coauthor_{u_i} = [u_n, \dots, u_m]$ نویسنده‌ی مشترک باشد. می‌توان یک ماتریس مشارکت P بین کاربران تعریف کرد. ابعاد این ماتریس به ازای n شرکت‌کنندگان و نویسندگان همکار آن‌ها $P_{n \times n}$ است. به‌طور متداول تعداد مقالات مشترک بین کاربران متفاوت است. تعداد مقالات مشترک n_{ij} بین u_i و u_j بیان‌کننده‌ی میزان ارتباط و نزدیکی فعالیت‌ها بین این دو کاربر است. برای نشان دادن این ارتباط از وزن نرمال شده در رابطه (۵) استفاده‌شده است. در این رابطه p_{ij} درایه

ماتریس مشارکت وزن‌دار است که از نسبت n_{ij} بر تعداد کل مقالات کاربر u_i به دست می‌آید.

$$p_{ij} \in P_{n \times n} = \frac{n_{ij}}{N_i} \quad (5)$$

نحوه تشکیل این ماتریس در شکل ۷ نمایش داده‌شده است. به ازای هر مقدار مقاله مشترک p_{ij} محاسبه و به ازای نبود هیچ مشارکتی درایه این ماتریس صفر خواهد بود. این ارتباط یک ارتباط دوطرفه است ولی مقدار آن متفاوت است، بنابراین نمی‌توان آن را یک ماتریس متقارن در نظر گرفت.



شکل ۷: ساخت ماتریس مشارکت از شبکه نویسندگان مشترک

۳-۲- چالش شروع سرد

کاربران در شبکه‌های اجتماعی علمی به‌طورمعمول افرادی را دنبال می‌کنند که زمینه تحقیقاتی مشترکی دارند. برای ارائه توصیه به کاربران جدید می‌توان از اطلاعات افراد خبره دنبال شده توسط کاربر جدید، استفاده کرد. باید توجه داشت که فقط تعداد ارتباط و یا مرکزیت درجه به‌تنهایی کافی نیست. فرد مهم و خبره در شبکه‌های اجتماعی به کسی اطلاق می‌شود که علاوه بر تعداد روابط بالا، با افراد مهمی هم در ارتباط باشد. این مفهوم بیشتر با عنوان مرکزیت بردار ویژه^۱ در شبکه‌های اجتماعی شناخته‌شده است. نکته قابل‌توجه این است که این ارتباط باید دوطرفه باشد. شخصی که افراد مهمی را دنبال می‌کند شخص مهمی نخواهد بود مگر اینکه این افراد مهم هم او را دنبال کنند. ازاین‌رو از اطلاعات دنبال‌کننده‌ها و دنبال‌شونده‌ها در بردار ویژگی کاربران برای رفع این چالش استفاده‌شده است.

با استفاده از داده‌های مربوط به دنبال‌شوندگان شرکت‌کنندگان در همایش، شبکه مربوط به آن‌ها را ساخته که معادل گراف $G_f = (U, R)$ است که در این گراف کاربران U نقش گره و رابطه‌ی دنبال کردن R نشان از وجود یال در

^۱ Eigenvector Centrality

این گراف دارد. برای شناسایی افراد خبره از الگوریتم‌هایی مانند PageRank می‌توان بهره برد.

۳-۳- پالایش محتوا مبنا

در این بخش میزان تشابه کاربر هدف u_i به تمامی آیتم‌های موجود $I = \{i_1, i_2, i_3, \dots, i_n\}$ محاسبه می‌شود تا شبیه‌ترین موارد به او پیشنهاد شود. بردار محتوایی کاربر و آیتم، بردارهایی استخراج شده از بردار ویژگی کاربر و آیتم است که به ترتیب در روابط (۳) و (۴) ارائه شد. داده‌های استخراج شده وارد پالایش محتوا مبنا می‌شوند. در این بخش میزان تشابه محتوای مقالات منتشر شده کاربر با مقالات موجود در همایش محاسبه می‌شود. مقالات با بیشترین شباهت در هر پنجره زمانی مرتب می‌شوند. در بخش میانی شکل ۵ نحوه عملکرد سیستم توصیه محتوا مبنا نمایش داده شده است.

در این بخش میزان مشابهت سند متنی کاربر i ام d_{u_i} و سند متنی آیتم j ام d_{i_j} محاسبه می‌شود. با استفاده از بسته کلمات می‌توان اسناد را به یک فضای برداری منتقل کرده تا برای رایانه قابل فهم باشد.

در بخش گذشته در ارتباط با روش‌های تعیین شباهت متن صحبت شد. وجود کلمات هم‌معنی که از حروف متفاوتی تشکیل شده‌اند یکی از چالش‌های تعیین شباهت متن است. برای مثال دو کلمه Ubiquitous و Pervasive در حوزه سیستم اطلاعات مکانی مفهوم مشترک دارند، در صورتی که به لحاظ نوشتاری و لغوی متفاوت هستند. همین مسئله باعث کاهش کارآمدی سیستم توصیه‌گری مورد نظر می‌شود. از سوی دیگر کلمات با توجه به بافت موجود در جمله دارای بار معنایی متفاوتی هستند. در این پژوهش از روش‌های پنجره مبنا برای تعیین شباهت متن استفاده شده است. از این رو پس از پیش پردازش‌های لازم از مدل آموزش دیده و از پیش تعریف شده GloVe برای تزریق معنا و محاسبه شباهت معنایی بین اسناد استفاده می‌شود. GloVe^۱ یک روش قوی برای تعیین شباهت بین کلمات بوده که در دانشگاه استنفورد توسط پنینگتون و همکاران ابداع شد [۱۶].

با استفاده از پالایش محتوایی، میزان شباهت بردار سند این افراد $\vec{d}_{u_b}$ با بردار سند آیتم‌های $\vec{d}_{i_j}$ موجود در هر پنجره زمانی به دست می‌آید. میزان شباهت به دست آمده از روابط اجتماعی کاربر مطابق رابطه (۶) قابل محاسبه است. در رابطه (۶) میزان ارتباط اجتماعی بین کاربر هدف و نویسندگان مشترک به عنوان وزن استفاده شده است. p_{ij} با استفاده از ماتریس مشارکت برای کاربر i ام و نویسندگان مشترک آن در مرحله قبل محاسبه شده است.

$$Sim_{Social} = \sum_{b=1}^k w_b \cdot \text{sim}(\vec{d}_{u_b}, \vec{d}_{i_j}); w_b = p_{i,j} \quad (6)$$

برای هر کاربر میزان شباهت بردار برچسب علائق کاربر $int_tag_{u_i}$ با بردار سند آیتم‌های d_{i_j} محاسبه شده و به عنوان شباهت برچسب در رابطه (۷) معرفی شده است.

$$Sim_{tag} = \text{sim}(\vec{int_tag}_{u_i}, \vec{d}_{i_j}) \quad (7)$$

در نهایت از تجمیع سه رابطه آخر در هر پنجره زمانی به یک شباهت تجمعی^۲ می‌رسیم (رابطه ۸). این مقدار برای تمامی آیتم‌ها در یک پنجره زمانی محاسبه و به صورت نزولی مرتب می‌شود.

$$Sim(u, i) = Sim_{Content} + Sim_{Social} + Sim_{tag} \quad (8)$$

۳-۴- پالایش مکان زمان

از میان مدل‌های مکانی مختلف، مدل گراف مبنا به مدل فیزیکی نزدیک‌تر بوده؛ از این رو سرعت اجرای آن بالا و بار محاسباتی آن کم است. این مدل‌ها برای راهنمای مسیر مناسب است و با دقت هندسی معقولی قابلیت مدل‌سازی را دارد [۱۱]. بنابراین فضای داخلی به یک مدل گراف $G=(V, E)$ تبدیل شده که در آن V گره‌ها هستند و اتصال این گره‌ها توسط یال‌های E تعریف شده‌اند. هستارهای مستقل همچون محل برگزاری آیتم‌ها، اتاق جلسات و مکان‌های خدماتی در همایش همچون سالن‌های پذیرایی به عنوان یک گره در گراف تعریف شده است. در رویدادهایی مانند همایش هم مکان و هم زمان اهمیت دارند. شرکت‌کنندگان در حال جابجایی برای شرکت در

^۱ Global Vector

^۲ Cumulative Similarity

گفتگوهای مختلف در اتاق‌های مختلف هستند. برنامه اصلی همایش‌ها نیز می‌تواند تغییر کند. در برخی موارد شرکت‌کنندگان از محل همایش خارج می‌شوند و یا ممکن است با تأخیر در محل برگزاری حاضر شوند. همه‌ی این موارد سیستم توصیه‌گری را ملزم می‌کند تا به‌صورت پویا سرویس خود را ارائه دهد. بنابراین این سیستم‌ها برای ارائه یک توصیه خوب، مستلزم استفاده از مکان و زمان کاربر هستند.

با توجه به زمان برگزاری جلسات مختلف، آیتم‌ها در پنجره زمانی مربوط به خود قرار می‌گیرند. با توجه به زمان درخواست کاربر، آیتم‌های موجود در این پنجره پس از پالایش محتوایی بر اساس مقدار مشابهت به کاربر مرتب‌شده وارد پالایش مکانی می‌شوند. زمان t_{ui} و مکان $\vec{loc}_{ui}$ درخواست کاربر موجود، زمان برگزاری آیتم t_{ij} در بردار ویژگی هر آیتم نیز موجود است. مدت‌زمان باقی‌مانده تا برگزاری هر آیتم Δt قابل‌محاسبه است. با در نظر گرفتن سرعت هر کاربر $V(m/s)$ و با استفاده از رابطه (۹) می‌توان بیشینه مسافتی که کاربر زمان کافی برای شرکت در آن رویداد را دارد محاسبه کرد.

$$\Delta x = V \times \Delta t \quad (9)$$

موقعیت هر آیتم $\vec{loc}_{ij}$ در بردار ویژگی ذخیره‌شده است. با استفاده از مدل مکانی تعریف‌شده در فضای برگزاری رویداد که در بخش قبل شرح داده شد، مسافت کاربر تا آیتم قابل‌محاسبه است. طول یال‌های کوتاه‌ترین مسیر به‌دست‌آمده از الگوریتمی چون A^* محاسبه می‌شود. این الگوریتم برای تمامی آیتم‌های برگزیده در پنجره زمانی انجام‌شده و امکان رسیدن در زمان مشخص‌شده بررسی می‌شود. در صورت نبود زمان کافی برای رسیدن به آیتم با بیشترین شباهت به کاربر گزینه بعدی به او پیشنهاد می‌شود.

بعد از انتخاب اولین توصیه به کاربر موقعیت آیتم انتخاب‌شده به‌عنوان مکان فعلی کاربر و زمان درخواست کاربر به زمان انتهای این پنجره زمانی تغییر می‌کند. توصیه lm متناسب با موقعیت توصیه $lm-1$ $\vec{loc}_{rec_{m-1}}$ زمان اتمام پنجره زمانی $t_{rec_{m-1}}$ در توصیه $lm-1$ ، بردار ویژگی

آیتم‌های بعدی و بردار ویژگی تغییر یافته‌ی کاربر V'_{ui} انجام می‌شود. بردار ویژگی تغییر یافته کاربر از جایگزینی مکان و زمان توصیه قبلی بر بردار ویژگی کاربر به دست می‌آید. در نهایت دنباله‌ای از توصیه‌ها متناسب با پنجره زمانی ارائه‌ها و موقعیت کاربر به او پیشنهاد می‌شود.

۴- پیاده‌سازی و ارزیابی

همایشی در حوزه عمومی مهندسی نقشه‌برداری و در محل دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی به عنوان موضوع پیاده‌سازی در نظر گرفته شده است. بر مبنای داده موجود، همایش هشتادوپنج شرکت‌کننده داشته و مقالات نیز در چهار حوزه سیستم اطلاعات مکانی، سنجش‌ازدور، فتوگرامتری و ژئودزی طبقه‌بندی شده‌اند. از میان شرکت‌کنندگان، بیست‌وچهار نفر فرض شده که کاربر جدید در همایش هستند. بخش‌های مختلف این پژوهش با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون^۱ پیاده‌سازی شده و برای دیداریسازی شبکه‌های اجتماعی از نرم‌افزار گفی^۲ استفاده شده است.

در ابتدا فهرستی از شرکت‌کنندگان تهیه شد. اطلاعات شامل نام، نام خانوادگی، شناسه شرکت‌کننده، دانشگاه و آدرس صفحه‌ی شخصی شرکت‌کننده در شبکه‌های علمی بود. در این پژوهش اطلاعات مربوط به شرکت‌کنندگان از شبکه اجتماعی-علمی ResearchGate و وبسایت Google Scholar^۳ جمع‌آوری شده است.

بر اساس برجسب علایق کاربر امکان استخراج خودکار این اطلاعات وجود دارد. در این پژوهش با استفاده از ابزارهای موجود، در صفحات هدف خزش^۴ کرده و اطلاعات موجود در این برجسب‌ها اعم از اطلاعات محتوایی و اجتماعی استخراج شده است. این بخش حاوی برجسب‌هایی است که کاربر زمینه فعالیت خود را در قالب کلمات کلیدی بیان کرده است. برای هر کاربر این صفحه خراش^۵ داده‌شده و برجسب علایق کاربر استخراج و به‌صورت مجزا با نام کاربر ذخیره شده است.

بر اساس اطلاعات جمع‌آوری‌شده در مرحله قبل اطلاعات مربوط به نویسندگان مشترک هر کاربر بررسی و

۱ Python

۲ Gephi

۳ <https://scholar.google.com/>

۴ Crawl

۵ Scrap

تعداد مقالات مشترک با هر محقق محاسبه شد. مقدار pi_j مطابق رابطه (۵) برای هر کاربر بر اساس تعداد مقالات مشترک با هر محقق، و مجموع نویسندگان مشترک محاسبه شد. با استفاده از اطلاعات دنبال‌کنندگان و دنبال‌شوندگان مربوط به شرکت‌کنندگان، شبکه‌ای جهت‌دار حاوی ۵۹۲۰ گره و ۱۳۸۲۳ یال تشکیل شد. با استفاده از الگوریتم‌های قدم‌زدن تصادفی مانند Pagerank میزان اعتبار کاربر تعیین شد. جدول ۱ ده کاربر بالای جدول را البته بعد از حذف اسامی نشان می‌دهد.

جدول ۱: ده کاربر با بیشترین مقدار اعتبار

شماره گره	مقدار اعتبار
۴۹۳۶	۱
۵۰۶۰	۰/۹۲۹۹
۳۳۲۵	۰/۹۰۲۷
۹۲۲	۰/۸۸۵۹
۱۵۴۸	۰/۷۸۹۸
۵۳۰۷	۰/۷۶۵۶
۳۴۷۸	۰/۶۷۵۶
۳۵۳۸	۰/۶۶۷۴
۱۰۴۴	۰/۵۱۸۱
۲۸۹۶	۰/۴۷۷۱

برای هر کاربر جدید فهرست دنبال‌شوندگان در پایگاه داده ویرایش می‌شود. در این به‌روزرسانی مقادیر اعتبار هر فرد در فهرست دنبال‌شوندگان به فهرست اضافه‌شده و این فهرست بر اساس اعتبار به‌صورت نزولی مرتب می‌شود.

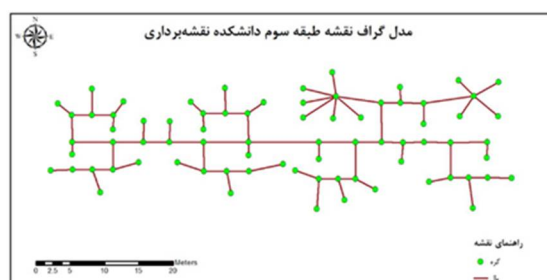
برچسب علایق به‌تنهایی توانایی تعیین شباهت را ندارد ولی به‌عنوان مکمل و جهت‌دهنده در امر پالایش نقش بسزایی ایفا می‌کند. برای پالایش محتوا مبنا از سه نوع اطلاعات محتوایی، افراد شبیه به کاربر و برچسب علایق کاربر استفاده شده است. در مرحله پالایش محتوای شباهت بین اسناد متنی روش GloVe با محاسبه شد. همچنین در اطلاعات محتوایی از عنوان و چکیده مقالات استفاده‌شده که در حالت کلی مشابهت‌های ساختاری و کلمه‌ای در آن دیده می‌شود. زمان برگزاری جلسات ارائه مقالات، پوسترها و جلسات هم‌اندیشی در همایش قبل طبق برنامه از قبل مشخص‌شده است. بنابراین در هر پنجره زمانی چندین جلسه به‌صورت موازی در حال برگزاری است. با توجه به زمان درخواست کاربر، سیستم با استفاده از موتور پالایش محتوایی و اجتماعی میزان شباهت هر کاربر با آیت‌های موجود در آن پنجره زمانی را

بررسی می‌کند. نتایج بررسی‌شده به ترتیب بیشترین شباهت، وارد پالایش مکانی می‌شوند تا با در نظر گرفتن موقعیت کاربر و محل آیت، بهینه‌ترین آیت را به کاربر توصیه نماید.

مطابق شکل (۸) در این پژوهش طبقه سوم ساختمان دانشکده نقشه‌برداری به‌عنوان محل برگزاری همایش در نظر گرفته‌شده است. آیت‌های مختلفی همچون جلسات هم‌اندیشی، ارائه مقالات و پوستر در این فضا تعبیه‌شده است. ابتدا و انتهای راهروها، تقاطع راه‌پله‌ها با راهروها و تقاطع راهروها با زیرفضاها به‌عنوان گره واسط برای ارتباط بین این فضاها تعریف شده است. در محل برگزاری پوسترها مکان‌هایی بافاصله برای ارائه پوسترها تعبیه شد (شکل ۹).



شکل ۸: نقشه طبقه سوم دانشکده

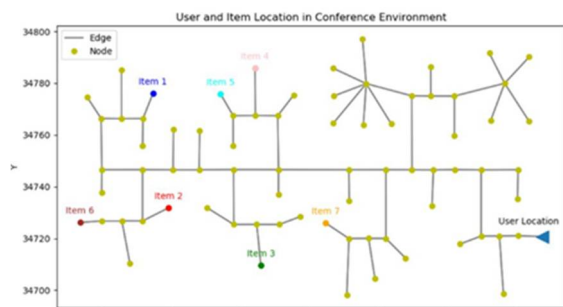


شکل ۹: گراف استخراج‌شده

برای انجام یک نمونه، به کاربر شماره ۴۲ در این همایش دنباله‌ای از آیت‌ها را توصیه کنیم. بخشی از اطلاعات این کاربر در جدول (۲) ارائه‌شده است.

جدول ۲: اطلاعات کاربر ۴۲

کاربر ۴۲	
نام و نام خانوادگی	علی‌رضا **
گرایش	فتوگرامتری
دانشگاه	دانشگاه نمر
برچسب علایق	Satellite image Analysis, Remote Sensing, Earth Sciences, Photogrammetry, Lidar Remote Sensing, Remote Sensing Applications, Earthquake geology, Palaeoseismology, Image Matching



شکل ۱۰: محل متقاضی و هدف در روی گراف

حداکثر مسافتی که کاربر می‌تواند در زمان باقی‌مانده طی کند محاسبه می‌شود. برای این مسئله حداکثر فاصله ۲۸۵ متر به‌دست‌آمده است. با استفاده از الگوریتم A^* کوتاه‌ترین مسیر برای رسیدن کاربر به هر آیتم را جستجو کرده و مسافت هر یک از این مسیرها را محاسبه کردیم. نتایج این محاسبات در جدول (۴) ارائه‌شده‌است.

کاربر درخواست جدید خود را از اتاق ۱۱۶ ارسال می‌کند (شکل ۱۰). با توجه به جدول (۴) که بر اساس اولویت شباهت محتوا مبنا مرتب‌شده، آیتم شش بیشترین شباهت را داشته ولی در فاصله‌ی دورتری نسبت به کاربر قرارگرفته است. با توجه به مشخصات داده شده زمان کافی برای شرکت در آن جلسه وجود ندارد. گزینه بعدی بر اساس اولویت، آیتم هفت بوده که در فاصله‌ی نزدیک‌تر به کاربر است. این گزینه به‌عنوان بهینه‌ترین گزینه با توجه به همه‌ی ویژگی‌های موجود در فضای ویژگی در این پنجره زمانی به کاربر ارائه می‌شود. روند انجام توصیه در یک پنجره زمانی توضیح داده شد. همین روند برای تشکیل دنباله در هر پنجره زمانی تکرار می‌شود، با این تفاوت که زمان و مکان کاربر برای توصیه بعدی، زمان و مکان در بازدید قبلی در نظر گرفته‌شده است.

۴-۱- ارزیابی

برای ارزیابی نحوه عملکرد توصیه‌ها در این روش از یک پرسشنامه‌ی برخط استفاده‌شده است. اطلاعات لازم برای پاسخ به سوال‌های پرسشنامه در قالب یک فایل PDF در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. این فایل حاوی مقالات موجود در هر پنجره زمانی، آیتم توصیه‌شده به شرکت‌کننده در هر پنجره زمانی و لینک پرسشنامه^۱ بود. در بخش پیوست نمونه‌ی این اطلاعات برای یک کاربر قابل‌مشاهده است. پس از ارسال پرسشنامه و دعوت از افراد برای

در ابتدا اولین توصیه را در نظر بگیرید. آیتم‌های موجود در این پنجره زمانی در جدول (۳) ارائه‌شده است. وزن نویسندگان مشترک را در اطلاعات محتوایی کاربران مشترک اعمال کردیم. با توجه به نمودار و مقادیر شباهت، آیتم ششم بیشترین شباهت تجمعی را در این پنجره زمانی دارد. هنگام دریافت درخواست از کاربر، موقعیت و زمان درخواست کاربر ذخیره می‌شود.

جدول ۳: اطلاعات کاربر ۴۲

شماره آیتم	عنوان مقاله
۱	Deformation Measurement in the Penggaron Tol Bridge Area Using GNSS Technology
۲	Determination of Vertical Deflection Based on Terrestrial Gravity Disturbance Data (A Case Study in Semarang City)
۳	Air Pollution Dispersion Modelling Using Spatial Analyses
۴	Mapping Spatiotemporal Tourist Behaviors and Hotspots Through Location-Based Photo-Sharing Service (Flickr) Data
۵	Automatic 3d Buildings Compact Reconstruction From Lidar Point Clouds
۶	An Unsupervised Labeling Approach For Hyperspectral Image Classification
۷	Relation Network For Full-Waveforms Lidar Classification

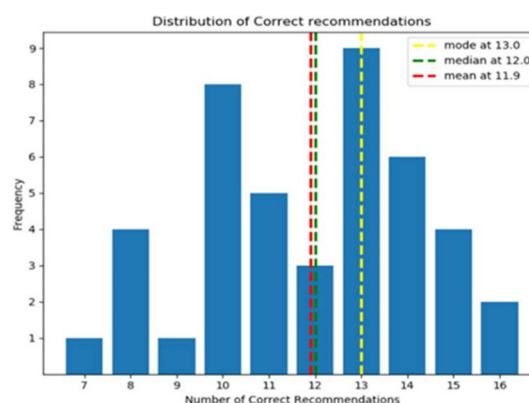
جدول ۴: فاصله محل ایتیم با کاربر ۴۲

شماره آیتم بر اساس اولویت	مسافت کاربر با آیتم (متر)
۶	۳۸۰/۹۹
۷	۲۷۲/۶۸
۵	۲۸۲/۷۹
۳	۳۰۳/۷۴
۴	۲۱۰/۶۶
۲	۳۵۵/۲۰
۱	۴۰۷/۹۵

^۱ <https://survey.porsline.ir/s/gCXsUX>

مشارکت، نتایج این پرسشنامه مورد بررسی قرار گرفت. در مجموع از هشتادوپنج شرکت کننده، چهل و چهار نفر در این پرسشنامه شرکت کردند که از این تعداد سه نفر داده اشتباهی وارد کرده اند.

یکی از موارد بررسی در این پرسشنامه تعداد توصیه های درست به شرکت کننده است. از میان شانزده توصیه ای انجام شده به هر کاربر تعداد قابل توجهی درست بود (شکل ۱۱). مطابق نتایج جمع آوری شده معیارهای آماری بر روی این نمودار مشخص شده است. به طور میانگین و به صورت تقریبی ۱۲ توصیه از توصیه های ارائه شده به کاربران درست است.



شکل ۱۱: توزیع درستی جوابها

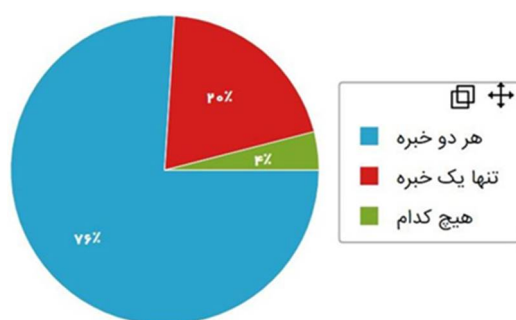
دقت توصیه ها محاسبه شده و در جدول (۵) نشان داده شده است. مطابق محاسبات انجام شده، دقت پیشنهادهای ارائه شده به کاربران برابر با ۷۴/۴۱ درصد است. این مقدار میزان توانایی روش پیشنهادی برای ارائه مقالات مرتبط است.

همان طور که گفته شد، در بحث شروع سرد از کاربران خبره برای افراد جدید استفاده شده است. توصیه های که در این پژوهش به کاربران جدید ارائه شد بر اساس اطلاعات دو خبره انتخاب شده از تحلیل روابط بین کاربران صورت گرفته است.

جدول ۵: برآورد دقت

۰/۷۴۴۱	$Precision = \frac{TP}{TP+FP}$	۱۷۶	تعداد توصیه های اشتباه (FP)
		۵۱۲	تعداد توصیه های درست (TP)
		۶۸۸	تعداد کل توصیه ها

در نظرسنجی انجام شده این مسئله مطرح شد که چه تعداد از افراد معرفی شده به عنوان خبره، در حوزه پژوهشی کاربر متخصص هستند. با توجه به شکل ۱۲، ۷۶ درصد از کاربران، هر دو خبره ی معرفی شده را تأیید کردند. برای ۲۰ درصد از این افراد تنها یک فرد به عنوان متخصص مورد قبول واقع شد. تنها برای ۴ درصد از کاربران جدید این تحلیل، نتیجه بخش نبود.



شکل ۱۲: ارزیابی افراد جدید از دو خبره پیشنهادی

۵- نتیجه گیری

هدف مقاله حاضر، طراحی و آزمودن روشی برای ارائه دنباله ای از توصیه ها تابع مکان-زمان در محیط یک همایش علمی است. اطلاعات لازم برای ارائه ی دنباله، از تحلیل شبکه های اجتماعی-علمی موجود به دست می آید. در نهایت پس از ارائه ی دنباله به کاربر، او به سمت آیتم های مورد نظر راهنمایی می شود.

شبکه های اجتماعی-علمی علاوه بر این که منبع غنی از اطلاعات محتوایی است، به دلیل وجود شبکه ای از افراد، منبع خوبی برای تحلیل ارتباطات و به دنبال آن کشف شباهت بین افراد است. این ارتباطات اساس شکل گیری و استفاده از سیستم های توصیه اجتماعی است که در این تحقیق به دو شکل از آن استفاده شده است.

پالایش اجتماعی در ارائه توصیه نقش مکمل دارد. با استفاده از این روش افراد مشابه به کاربر شناسایی و با تلفیق علایق آنها از اشباع در شخصی سازی توصیه ها جلوگیری می نماید و فرصت های علمی جدید را به کاربر پیشنهاد می کند. در آخر پالایش مکان-زمان باعث پویایی سیستم توصیه در فضای رویداد شده و با ارائه دنباله هایی از مکان ها در زمان های مشخص و راهنمایی افراد در این فضاها باعث سهولت در بهره وری از همایش ها می شود.

در نهایت این سیستم توصیه با استفاده از پرسشنامه مورد ارزیابی قرار گرفت. طبق این نظرسنجی دقت توصیه‌های انجام‌شده با استفاده از این سیستم توصیه‌گری ۷۴٪ است. علاوه بر این ترتیب اولویت‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان شناسایی اولویت‌ها با استفاده از این سیستم ۹۳٪ محاسبه شد.

در این پژوهش برای ارائه توصیه به کاربران جدید و رفع چالش شروع سرد از روابط اجتماعی و تحلیل آن استفاده شد. با استفاده از تحلیل ارتباطات در شبکه‌های اجتماعی و اطلاعات مربوط به دنبال کنندگان و دنبال شوندگان در این شبکه‌ها افراد خبره برای کاربران جدید کشف و استخراج شد. با استفاده از اطلاعات این افراد به

کاربران جدید توصیه‌هایی ارائه شد. طبق نتایج این تحلیل که توسط نظرسنجی از کاربران جدید صورت گرفت، ۷۶٪ از کاربران از نتایج این انتخاب رضایت داشتند.

سیستم‌های موقعیت‌یابی و ناوبری در فضای داخلی در سال‌های گذشته پیشرفت چشم‌گیری داشته‌اند. تلفیق سیستم‌های توصیه‌گری رویداد با سیستم‌های موقعیت‌یابی و ناوبری این خدمت را تکمیل کرده و از سوی دیگر این تلفیق فرصت‌ها و چالش‌های جدیدی را ایجاد می‌کند. پیاده‌سازی در یک محیط واقعی و ایجاد فضایی مناسب برای دریافت بازخوردهای لحظه‌ای از کاربران، باعث بهبود پالایش مکان-زمان می‌شود. علاوه بر این، این امکان فراهم می‌شود تا خدمات دیگری به این سیستم اضافه شود.

مراجع

- [۱] AFYOUNI, I., RAY, C. & CHRISTOPHE, C. 2012. Spatial models for context-aware indoor navigation systems: A survey.
- [۲] ASABERE, N. Y., XIA, F., WANG, W., RODRIGUES, J. J., BASSO, F. & MA, J. 2014. Improving smart conference participation through socially aware
- [۳] ATZMUELLER, M., BENZ, D., DOERFEL, S., HOTH, A., JÄSCHKE, R., MACEK, B. E., MITZLAFF, F., SCHOLZ, C. & STUMME, G. 2011. Enhancing social interactions at conferences. *It-Information Technology*, 53, 101-107.
- [۴] BRUSILOVSKY, P., OH, J. S., LÓPEZ, C., PARRA, D. & JENG, W. 2017. Linking information and people in a social system for academic conferences. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 23, 81-111.
- [۵] CONTRATRES, F. G., ALVES-SOUZA, S. N., FILGUEIRAS, L. V. L. & DESOUSA, L. S. Sentiment analysis of social network data for cold-start relief in recommender systems. *World Conference on Information Systems and Technologies*, 2018. Springer, 122-132.
- [۶] COX, D., KINDRATENKO, V. & POINTER, D. IntelliBadge TM: towards providing location-aware value-added services at academic conferences. *International Conference on Ubiquitous Computing*, 2003. Springer, 264-280.
- [۷] DEPARTMENT, S. R. 2020. *Number of international conferences in Japan 2010-2019* [Online]. Statista Research Department .Available: <https://www.statista.com/statistics/1176474/japan-number-of-international-conferences/> [Accessed November 2022].
- [۸] FARZAN, R. & BRUSILOVSKY, P. Community-based conference navigator. *Proc. of 1st Workshop on Adaptation and Personalisation in Social Systems: Groups, Teams, Communities at the 11th International Conference on User Modeling, UM*, 2007. 30-39.
- [۹] GUO, D., ZHU, Y., XU, W., SHANG, S. & DING, Z. 2016. How to find appropriate automobile exhibition halls: Towards a personalized recommendation service for auto show. *Neurocomputing*, 213, 95-101
- [۱۰] HIROI, K., CHENYI, L., WAN, W., URANO, K., ISHIMURA, S., ICHINO, H., IIDA, H. & KAWAGUCHI, N. 2016. A Sensing Service for Participators with Bluetooth Low Energy Tag at Large-scale Events.
- [۱۱] Honarparvar S., Malek M.R., Saedi S., Liang S.:“ IPAWL: An Integrated Power Aware Wireless Sensor Network and Location-Based Social Network for Incidence Reporting”, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 104, article id. 102540, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102540>, 2021.
- [۱۲] HOROWITZ, D., CONTRERAS, D. & SALAMÓ, M. 2018. EventAware: A mobile recommender system for events. *Pattern Recognition Letters*, 105, 121-134.
- [۱۳] LAU, H. C., GUNAWAN, A., VARAKANTHAM, P. & WANG, W. 2016. PRESS: Personalized event scheduling recommender system.
- [۱۴] MIERLO, T. 2014. The 1% rule in four digital health social networks: an observational study. *Journal of medical Internet research*, 16, e33.
- [۱۵] MINKOV, E., CHARROW, B., LEDLIE, J., TELLER, S. & JAAKKOLA, T. Collaborative future event recommendation. *Proceedings of the 19th ACM international conference on Information and knowledge management*, 2010. 819-828.
- [۱۶] PENNINGTON, J., SOCHER, R. & MANNING, C. D. Glove: Global vectors for word representation. *Proceedings of the 2014 conference on empirical methods in natural language processing (EMNLP)*, 2014. 1532-1543.
- [۱۷] SALOMON, G. B. Designing casual-user hypertext: the CHI'89 InfoBooth. *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, 1990.
- [۱۸] TRAMONTIN, A., GASPARINI, I. & PEREIRA, R. Using Social Elements to Recommend Sessions in Academic Events. *International Conference on Human Interface and the Management of Information*, 2018. Springer, 200-210.
- [۱۹] TSAI, C.-H., BRUSILOVSKY, P. & RAHDARI, B. Exploring User-Controlled Hybrid Recommendation in a Conference Context. *IUI Workshops*, 2019.
- [۲۰] VOLLAND, A. & NAUDET, Y. Personalized recommender system for event attendees. *2016 11th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation and Personalization (SMAP)*, 2016. IEEE, 65-70.
- [۲۱] XIA, F., ASABERE, N. Y., RODRIGUES, J. J., BASSO, F., DEONAUTH, N. & WANG, W. Socially-aware venue recommendation for conference participants. *2013 IEEE 10th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing and 2013 IEEE 10th International Conference on Autonomic and Trusted Computing*, 2013. IEEE, 134-141.