Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره پنجم، شماره ۴، اردیبهشت ماه ۱۳۹۵

درگاه جستجوی منابع مکانی با توانایی توصیه‌گری

شکوه دره شیری*[۱]، مهدی فرنقی[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
dareshiri@mail.kntu.ac.ir

[۲] استادیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
farnaghi@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت شهریور ۱۳۹۴، تاریخ تصویب فروردین ۱۳۹۵)

چکیده

انتشار اطلاعات مکانی به صورت پراکنده و غیر متمرکز در شبکه وب در حال افزایش است. بنابراین، کشف و جستجوی منابع مفید و به روز به شیوه‌ای کارآمد و با صرف کمترین زمان نیز اهمیت می‌یابد. درگاه‌های مکانی (ژئوپورتال‌ها) امکان جستجو و بهره‌برداری از منابع مکانی را برای کاربران فراهم می‌کنند. کشف و جستجو در درگاه‌های مکانی موجود محدود به جستجوی متنی بر روی المان‌هایی از فراداده نظیر کلیدواژه‌ها، عنوان و چکیده می‌باشد. محدودیت‌های جستجوی متنی باعث می‌گردد که نتایج حاصل نتواند به نحو مناسبی نیازهای کاربر را برآورده سازد. از طرفی توجه به خواست و علایق کاربر در کنار حرکت فناوری در جهت کاربرمحوری از جمله ویژگی‌های برنامه‌های کاربردی وب‌مبنا به شمار می‌روند. افزودن قابلیتی در درگاه مکانی که بتواند با شناخت رفتار کاربر و در نظر گرفتن خواست و علایق او، مناسب‌ترین منابع را به کاربر پیشنهاد دهد می‌تواند افزایش کارایی درگاه مکانی و در نتیجه رضایت بیشتر کاربران را در پی داشته باشد. در این مقاله راه‌کاری جدید جهت افزودن قابلیت توصیه منابع مکانی متناسب با علایق کاربر به وی در درگاه مکانی توسط سیستم‌های توصیه‌گر ارائه شده است. سیستم‌های توصیه‌گر، با استفاده از دانش استخراج شده از تعاملات گذشته کاربران می‌توانند کاربر را در جهت تامین منابع و نیازهای مورد علاقه خود هدایت کنند. درگاه مکانی طراحی شده در این مقاله می‌تواند از بین تعداد انبوه منابع مکانی، مناسب‌ترین موردها را با توجه به خواست و علاقه کاربران پیشنهاد دهد. روش پالایش مشارکتی برای استخراج شباهت کاربران و شباهت منابع به منظور پیشنهاد مناسب‌ترین منابع به کاربر مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین برای عملکرد بهتر سامانه درگاه مکانی توصیه‌گر توابع ریاضی متعددی با درنظر گرفتن پارامترهایی نظیر فاصله کاربر و منبع، کشور، زبان و ویژگی‌های منابع مکانی تعریف شده‌اند. این توابع مسئله شروع سرد در روش پالایش مشارکتی را به نحو شایسته‌ای مرتفع می‌سازند. برای بررسی کارکرد روش پیشنهادی، یک نمونه سامانه جستجوی منابع مکانی توصیه‌گر پیاده‌سازی شده که نحوه‌ی کار و مزایای استفاده از سیستم توصیه‌گر در درگاه مکانی را تبیین می‌نماید. نتایج حاصل بیان‌گر عملکرد بهتر درگاه مکانی توصیه‌گر در مقایسه با درگاه‌های مکانی رایج می‌باشد.

واژگان کلیدی: درگاه مکانی (ژئوپورتال)، سیستم توصیه‌گر، پالایش مشارکتی، سرویس مکانی، داده مکانی، شروع سرد

* نویسنده رابط

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

اطلاعات مکانی به صورت توزیع شده و ناهمگون در شبکه اینترنت یافت می‌شوند. این اطلاعات به دلیل مفید بودن آن‌ها در نمایش، شبیه‌سازی، تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی پدیده‌ها در مقیاس محلی، برای کاربران عمومی و متخصص روز به روز اهمیت بیشتری می‌یابند. بنابراین، کشف و جستجوی منابع مفید و به روز نیز برای کاربران از اهمیت بالایی برخوردار است. درگاه‌های مکانی یا ژئوپورتال‌ها[۱] نوع خاصی از درگاه‌های وب هستند که امکان جستجو و کشف منابع مکانی، شامل داده‌ها و سرویس‌های مکانی، را فراهم می‌کنند. ماگویر و همکاران [۱] درگاه مکانی را مانند دروازه‌ای برای کشف و دسترسی به ارائه‌دهندگان منابع مکانی برای استفاده از منابع پویا معرفی می‌کنند. ارائه‌دهندگان منابع مکانی از درگاه‌های مکانی برای تشریح و تبلیغ منابع خود استفاده می‌کنند. کاربران نیز درگاه مکانی را برای جستجو و دسترسی به منابع مکانی مورد نیاز خود به کار می‌گیرند.

فرآیند جستجوی منابع در درگاه‌های مکانی رایج، براساس کلیدواژه‌ها انجام می‌شود و تنها منابعی که کلیدواژه‌های موردنظر کاربر را داشته باشند بازیابی می‌شوند. انتخاب کلیدواژه‌های مناسب توسط کاربر برای پیدا کردن منبع موردنظر زمان‌بر است و محدودیت‌های جستجوی متنی و فیلترهای مکانی و زمانی از مواردی است که باعث می‌شود کاربر نتواند منبع موردنظر خود را پیدا کند. همچنین کاربران به دیدن منابع افراد مشابه به خود علاقه دارند و تمایل دارند از منابع مشابه به منبع موردنظر خود مطلع شوند. بنابراین به راه‌کاری نیاز است که بتواند با شناخت کاربران و تحلیل درخواست آن‌ها، مناسب‌ترین داده‌ها و سرویس‌های مکانی را به کاربران پیشنهاد دهد. سیستم‌های توصیه‌گر[۲] توانایی تحلیل داده‌های رفتاری کاربران، استخراج اطلاعات از این داده‌ها و بهره‌برداری از این اطلاعات برای پیش‌بینی رفتار آینده را دارا می‌باشند [۲, ۳]. این سیستم‌ها می‌توانند از بین مقدار زیاد اطلاعات، مناسب‌ترین موردها را به کاربران پیشنهاد دهند [۴]. روش‌های متعددی برای استفاده از سیستم‌های توصیه‌گر توسعه داده شده است [۳]. از رایج‌ترین روش‌های مطرح در این زمینه می‌توان به روش پالایش مشارکتی[۳] اشاره کرد. روش پالایش مشارکتی با مدل کردن رفتار کاربران در استفاده آن‌ها از منابع می‌تواند منابع مناسبی را با توجه به علاقه کاربران پیشنهاد دهد.

هدف اصلی این پژوهش، ارتقای درگاه مکانی با افزودن قابلیت توصیه‌گری به آن می‌باشد. به این منظور معماری پیشنهادی درگاه‌های مکانی ارائه شده توسط استاندارد OGC Catalogue Services[۴] [۵] و کتاب مرجع SDI [۶] توسعه داده شده و قابلیت توصیه‌گری به آن افزوده شده است. درگاه مکانی توصیه‌گر ارائه شده نه تنها قابلیت‌های درگاه‌های مکانی رایج را ارائه می‌کند، بلکه کاربران را برای رسیدن به منابع مکانی مورد علاقه‌ی خود یاری می‌دهد. چنین سیستمی کاربران را درباره‌ی وجود دیگر منابع مشابه مطلع می‌سازد. در راستای تحقق این امر، روش پالایش مشارکتی در درگاه مکانی توصیه‌گر پیاده‌سازی شده است. با به‌کارگیری روش پالایش مشارکتی امکان تحلیل و شناخت شباهت رفتاری کاربران و شباهت منابع مکانی فراهم شده است. استنتاج شباهت‌های استخراج شده توسط روش پالایش مشارکتی امکان توصیه منابع مناسب با توجه به خواست و علاقه کاربر را در درگاه مکانی فراهم می‌کند. روش پالایش مشارکتی ضعف و محدودیت‌هایی دارد که مهم‌ترین آن مسئله شروع سرد[۵] می‌باشد. مسئله شروع سرد با ورود کاربر جدید یا منبع جدید به سیستم اتفاق می‌افتد. در واقع با توجه به عدم وجود اطلاعات درباره‌ی کاربر یا منبع جدید، این کاربران و منابع در فرآیند توصیه وارد نمی‌شوند.

در این پژوهش به منظور بالابردن کارایی درگاه مکانی توصیه‌گر، توابعی ریاضی با در نظر گرفتن برخی خصوصیات فراداده منابع مکانی و همچنین توجه به موقعیت و ویژگی‌های کاربر تعریف شده‌اند. این توابع می‌توانند در توصیه هرچه بهتر منابع مکانی به کاربر در زمانی کمتر نقش موثری ایفا کنند. این توابع با درنظر گرفتن پارامترهایی از کاربر و یا منبع جدید باعث جلوگیری از بروز مسئله شروع سرد نیز می‌شوند.

در ادامه این مقاله، ابتدا در بخش ۲ فرآیند جستجوی منابع مکانی در درگاه‌های مکانی رایج و معماری آن‌ها تشریح شده است. بخش ۳ به تشریح سیستم‌های توصیه‌گر و روش پالایش مشارکتی می‌پردازد. سپس،

---

۱ Geoportal
۲ Recommender Systems
۳ Collaborative Filtering
۴ Open Geospatial Consortium Catalogue Services
۵ Cold-Start Problem

www.SID.ir

Archive of SID

راه‌کار ارائه شده جهت افزودن قابلیت توصیه منابع مکانی به درگاه مکانی در بخش ۴ شرح داده می‌شود. بخش ۵ نتایج پیاده‌سازی یک درگاه مکانی توصیه‌گر بر اساس راه‌کارهای ارائه شده را بیان می‌نماید. در پایان، در بخش ۶ نتیجه‌گیری مقاله به صورت مختصر ارائه خواهد شد.

۲- جستجوی منابع مکانی

درگاه مکانی، یک نوع درگاه وب است که اطلاعات مکانی را از منابع مختلف در یک وب‌سایت یکپارچه می‌کند و امکان کشف، مدیریت و مشاهده منابع مکانی توزیع شده را به صورت یکپارچه در یک وب‌سایت فراهم می‌آورد. درگاه مکانی معمولا به عنوان یک درگاه ورودی به وب عمل می‌کند که برای کاربران منابع مکانی قابل اعتمادتر و به‌روزتر را در یک محیط کاربر پسند فراهم می‌آورد [۷].

همچنین درگاه‌های مکانی امکان استفاده موثر از داده‌ها وسرویس‌های مکانی را فراهم می‌نمایند. آن‌ها به‌هنگام‌ترین داده‌ها و سرویس‌ها که به صورت توزیع شده در شبکه وب یافت می‌شوند را به کاربران ارائه می‌دهند. امروزه درگاه‌های مکانی به عنوان یکی از المان‌های اصلی زیرساخت داده‌های مکانی[۱] (SDI) به شمار می‌آیند [۱]. SDI چارچوبی برای ایجاد، نگهداری و به اشتراک گذاری داده‌ها و سرویس‌های مکانی در سطوح مختلف را فراهم می‌کند. هدف اصلی SDI کمک به بهره‌برداری کارا و موثر از داده‌ها و سرویس‌های مکانی می‌باشد [۸]. SDI محیطی را ایجاد می‌کند که قابلیت دسترسی، انتشار و به اشتراک گذاری منابع مکانی را برای طیف گسترده‌ای از کاربران مهیا می‌کند و به کاربران اجازه ذخیره منابع مکانی در کمترین زمان و با کمترین هزینه را می‌دهد و همچنین از تکرار هزینه‌های مرتبط با تولید و نگه‌داری منابع مکانی جلوگیری می‌کند [۹]. SDI از سرویس‌های مکانی برای دسترسی و انتشار منابع مکانی شامل داده‌ها و سرویس‌های مکانی استفاده می‌کند.

یکی از اجزائ اصلی SDI، سرویس‌های کاتالوگ[۲] یا CSW می‌باشند که امکان یافتن داده‌ها و سرویس‌های موجود در یک محیط توزیع شده و مستقل از نرم‌افزار را برای کاربران و نرم‌افزارها را فراهم می‌نمایند [۱۰]. رابط استاندارد سرویس‌های کاتالوگ توسط سازمان OGC تدوین شده است. سازمان OGC که در سال ۱۹۹۴ تاسیس شده است، در توسعه مشخصات فنی برای تعریف رابط[۳]های استاندارد شده سرویس‌های مکانی به منظور به اشتراک گذاری منابع و پردازش اطلاعات مکانی پیشرو بوده است [۱۱]. مشخصات فنی ارائه شده نقش مهمی در انتشار و پردازش منابع مکانی ایفا نموده و امکان یکپارچگی و سازگاری سامانه‌های مبتنی بر منابع مکانی با یکدیگر را به صورت ساده‌تر فراهم می‌کنند. به‌طور کلی، این استانداردها بین سرویس‌دهنده منابع مکانی و سرویس‌گیرنده، پروتکل‌های ارتباطی را برقرار می‌کنند و فرمتی برای انتقال اطلاعات داده‌ها و سرویس‌های مکانی تعریف می‌کنند. استاندارد سرویس کاتالوگ یکی از استانداردهایی است که برای جستجو و یافتن منابع مکانی تعریف شده است. در ادامه این بخش، مرور مختصری بر استاندارد سرویس کاتالوگ و نحوه استفاده درگاه مکانی از این استاندارد پرداخته شده است.

۲-۱- استاندارد سرویس کاتالوگ

سرویس کاتالوگ سرویسی است که برای انتشار توصیفات منابع مکانی، یا به عبارتی دیگر فراداده[۴]، توسعه داده می‌شود. سازمان OGC در سال ۲۰۰۴ اقدام به انتشار استانداردی برای سرویس‌های کاتالوگ با نام Opengis catalogue services specification نمود و در حال حاضر نسخه‌ی 2.0.2 این استاندارد منتشر شده است [۱۲]. این استاندارد قابلیت جستجو در مجموعه‌ای از فراداده منابع مکانی شامل فراداده‌ی داده‌ها و سرویس‌های مکانی را فراهم می‌نماید و به کاربران اجازه آگاهی درباره موجودیت داده‌ها یا سرویس‌های مکانی را می‌دهد [۱۰]. استاندارد CSW، رابطی را برای پرس و جو[۵]، کشف و بازیابی فراداده‌ی منابع مکانی تعریف می‌کند.

عملگرهای CSW در سه دسته‌ی عملگرهای سرویس[۶]، عملگرهای کشف[۷] و عملگرهای مدیریت[۸] تقسیم‌بندی می‌شوند [۱۳]. عملگرهای سرویس امکان تشریح قابلیت‌های ارائه شده توسط سرویس را فراهم می‌نمایند. اصلی‌ترین عملگر سرویس در سرویس کاتالوگ عملگر

۱ Spatial Data Infrastructure
۲ Catalogue Service for the Web

۳ Interface
۴ Metadata
۵ Query
۶ Service operations
۷ Discovery operations
۸ Management operations

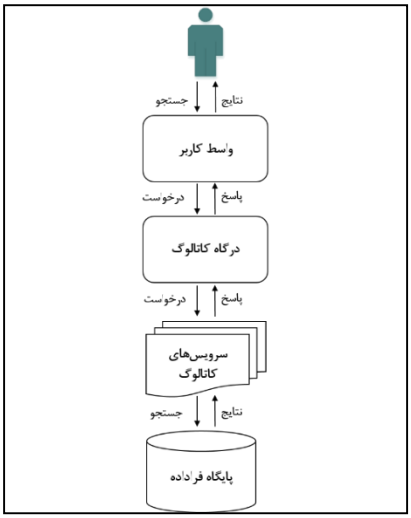
www.SID.ir

Archive of SID

GetCapabilities می‌باشد. عملگرهای کشف برای تشریح مدل اطلاعات ارائه شده توسط کاتالوگ و همچنین پرس و جوی فراداده‌ی داده‌ها و سرویس‌های مکانی ثبت شده در کاتالوگ استفاده می‌شوند. از جمله عملگرهای این دسته عبارتند از DescribeRecord، GetDomain، GetRecordById و GetRecords. عملگرهای مدیریت نیز برای ایجاد یا تغییر فراداده در کاتالوگ استفاده می‌شوند. عملگرهای مدیریتی در استاندارد کاتالوگ عبارتند از Transaction و Harvest.

۲-۲- معماری رایج درگاه مکانی

معماری معمول درگاه مکانی که براساس استانداردهای OGC Catalogue Services [5] و کتاب مرجع SDI [۶] معرفی شده در شکل (۱) نشان داده شده است. کاربر به کمک واسط کاربر به درگاه کاتالوگ متصل می‌شود. کاربر در درگاه کاتالوگ منبع مکانی موردنظر خود را جستجو می‌کند. درگاه کاتالوگ درخواست کاربر را به سرویس کاتالوگ که از استاندارد CSW پشتیبانی می‌کند، می‌فرستد. سپس سرویس کاتالوگ درخواست کاربر را در پایگاه فراداده خود جستجو می‌کند و اطلاعات درخواستی را بازیابی می‌کند و نتایجی را به درگاه کاتالوگ پاسخ می‌دهد. درگاه کاتالوگ اطلاعات ارسالی سرویس کاتالوگ را جمع‌بندی کرده و از طریق واسط کاربر به کاربر نمایش می‌دهد.



شکل ۱- معماری معمول درگاه مکانی

مطالعات زیادی در زمینه جستجوی سامانه‌های مکانی انجام شده است. به عنوان نمونه، کلیمنت[۱] و همکاران [۱۱, ۱۴] در مطالعات خود روشی برای افزایش قابلیت کشف سرویس‌های OGC در محیط وب با تمرکز بر جمع‌آوری و انتشار اطلاعات توصیفی منابع در یک کاتالوگ مکانی سازگار با استاندارد CSW ارائه کرده‌اند. چن[۲] [۱۵] در مطالعه خود به منظور جمع‌آوری منابع مکانی از سازمان‌های مختلف ارائه‌دهنده منابع و همچنین برای بهره‌برداری از آن‌ها روشی مبنی بر هستی‌شناسی[۳] به کار برده است. مطالعاتی نظیر [۱۶] و [۱۷] با به‌کارگیری پیمایش گره‌های[۴] صفحات وب، موفق به استخراج و جمع‌آوری منابع مکانی توزیع شده در محیط وب شده‌اند. شن[۵] و همکاران [۱۸] یک چارچوب سرویس کاتالوگ معرفی کرده‌اند که منابع مکانی مناسب را با در نظر گرفتن کیفیت سرویس‌ها وب‌کاوی می‌کند. علاوه بر آن، استاندارد CSW در مطالعاتی مانند [۱۹] و [۱۱] برای کشف منابع مکانی استفاده شده است.

هر کدام از مطالعات انجام شده از زاویه‌ای کارکرد سامانه جستجوی منابع مکانی را بهبود بخشیده‌اند، اما هیچ یک نظرات و انتقادات کاربر، شباهت بین منابع مکانی و شباهت رفتاری کاربران در استفاده از منابع مکانی که می‌توانند به پیشنهاد منابع مناسب‌تر کمک کنند را در نظر نگرفته‌اند.

۳- سیستم توصیه‌گری

سیستم‌های توصیه‌گر سیستم‌هایی هستند که در پیدا کردن و انتخاب نمودن اقلام[۶] مورد نظر کاربران به آن‌ها کمک می‌کنند. توسعه‌دهندگان موتورهای جستجو[۷] و فروشندگان کالاها به منظور افزایش رضایت کاربران سعی می‌کنند ترجیحات و خواست کاربران را بر اساس رفتار آن‌ها پیش‌بینی کنند [۲]. کاربرد اصلی سیستم‌های توصیه‌گر تحلیل داده‌های رفتاری کاربر، استخراج اطلاعات از این داده‌ها و بهره‌برداری از اطلاعات بدست آمده برای

۱ Kliment
۲ Chen
۳ Ontology
۴ Crawling
۵ Shen
۶ Items
۷ Search Engine

www.SID.ir

Archive of SID

پیش‌بینی رفتار آینده کاربر می‌باشد [۲]. سیستم‌های توصیه‌گر قابلیت پیشنهاد مناسب‌ترین اقلام که احتمالا مورد علاقه کاربر می‌باشد را فراهم می‌کنند. تنوع نیازمندی‌های کاربران در کنار افزایش حجم اطلاعات، ضرورت به‌کارگیری سیستم‌های توصیه‌گر جهت تسهیل فرآیند کشف اقلام موردنیاز در کوتاه‌ترین زمان ممکن را تبیین می‌نماید. طبیعی است که این سیستم‌ها بدون در اختیار داشتن اطلاعات کافی در مورد کاربران و اقلام موردنظر آن‌ها قادر به ارائه پیشنهاد نمی‌باشند. بنابراین یکی از اساسی‌ترین اهداف سیستم‌های توصیه‌گر جمع‌آوری اطلاعات درباره خصوصیات کاربران و اقلام می‌باشد. یک روش جمع‌آوری اطلاعات که در آن کاربر به صراحت علایق خود را اعلام می‌کند رتبه‌دهی می‌باشد [۲۰]. در این بخش ابتدا پیشینه‌ای مختصر در زمینه‌ی استفاده از سیستم‌های توصیه‌گر ارائه شده است. سپس روش پالایش مشارکتی که در این پژوهش به عنوان روش مناسب برای توصیه منابع مکانی به کار رفته تشریح خواهد شد.

۳-۱- مطالعات انجام شده در زمینه توصیه‌گری

سیستم‌های توصیه‌گر در زمینه‌های مختلفی مانند بازیابی داده[۱] و داده‌کاوی[۲] [۲۱, ۲۲]، تجارت الکترونیک[۳] [۲۳]، بازاریابی[۴] [۲۴]، گردشگری [۲۵]، کتابخانه‌های دیجیتالی [۲۶]، پزشکی [۲۷]، بهداشت و سلامت [۲۸, ۲۹] به‌کار رفته‌اند. این سیستم‌ها در موتورهای جستجو برای کشف و جستجوی نتایج مورد علاقه کاربر مورد توجه قرار گرفته‌اند [۳۰]. برنامه‌های مبتنی بر وب یکی از رایج‌ترین زمینه‌هایی است که در آن از سیستم‌های توصیه‌گر استفاده شده است. شبکه‌های اجتماعی مانند فیسبوک[۵]، توییتر[۶] و لینکداین[۷] سعی می‌کنند خواست‌ها[۸] و ناخواست‌های[۹] کاربران خود را با تحلیل فعالیت آن‌ها کشف کرده و با استفاده از تکنیک‌های سیستم توصیه‌گر، دوستان و ارتباطات اجتماعی جدید را به آن‌ها توصیه کنند. همچنین وب‌سایت‌های شناخته شده‌ای مانند آمازون[۱۰] [۳۱]، نت فلیکس[۱۱] و تیو[۱۲] با استفاده از موتورهای جستجوی توصیه‌گر و استخراج نیازهای احتمالی کاربران خود، سعی می‌کنند که با پیشنهاد مناسب‌ترین موردها به کاربران، آن‌ها را در یافتن اقلام موردنیاز خود یاری دهند. علاوه بر آن، شبکه‌های اجتماعی مکان‌مبنا از جمله فوراسکویر[۱۳]، یلپ[۱۴] و گوالا[۱۵] به کاربران کاربران امکان به اشتراک گذاری مکان‌های مورد علاقه خود و بهره‌گیری از پیشنهاد مکان‌های مورد توجه دیگران را می‌دهند. از سیستم‌های توصیه‌گر در سامانه‌های جستجوی سرویس‌های وب نیز استفاده شده است. ژنگ[۱۶] و همکاران [۳۲] از سیستم توصیه‌گر برای ارائه مناسب‌ترین سرویس‌های وب به کاربران با در نظر گرفتن کیفیت سرویس استفاده کرده‌اند. در مطالعه‌ای دیگر، ژنگ[۱۷] و همکاران [۳۳] شباهت بین کاربران را با توجه به پاسخ آن‌ها به مجموعه‌ای از سوالات درباره‌ی سرویس‌ها بررسی کرده که براساس این شباهت‌ها سرویس مناسب به کاربران پیشنهاد می‌شوند.

با وجود انجام پژوهش‌های متعدد در زمینه‌ی توسعه سیستم‌های جستجوی منابع مکانی نظیر [۱۱, ۱۴]، هیچ یک از قابلیت توصیه‌گری در جستجوی منابع مکانی استفاده نکرده‌اند. این پژوهش‌ها قابلیت ارزیابی شباهت میان کاربران و مشابهت بین منابع مکانی و توصیه بر اساس این شباهت‌ها که به نتایج جستجوی بهتر کمک می‌کند، نداشته‌اند.

۳-۲- روش پالایش مشارکتی

روش پالایش مشارکتی یکی از روش‌های رایج در سیستم‌های توصیه‌گر می‌باشد. روش پالایش مشارکتی با توجه به رفتار و علایق کاربران بر روی موارد مورد پسند آن‌ها، به کاربر خود توصیه‌هایی می‌کند. مزیت روش پالایش مشارکتی در مدل کردن کاربران و منابع مکانی

۱ Information Retrieval
۲ Data Mining
۳ Electronic business
۴ Marketing
۵ www.facebook.com
۶ www.twitter.com
۷ www.linkedin.com
۸ Like
۹ Dislike

۱۰ www.amazon.com
۱۱ www.netflix.com
۱۲ www.tivo.com
۱۳ www.foursquare.com
۱۴ www.yelp.com
۱۵ www.blog.gowalla.com
۱۶ Zheng
۱۷ Zhang

www.SID.ir

Archive of SID

بدون نیاز به ساختار داخلی یا ویژگی خاصی می‌باشد. به کمک این روش می‌توان با داشتن حداقل اطلاعات به علایق کاربران پی برد و منابع مورد نیازشان را پیشنهاد داد.

روش پالایش مشارکتی علاقه کاربر به اقلام را بر اساس رتبه‌های[1] دیگر کاربران پیش‌بینی می‌کند. در این روش فرض می‌شود که اگر کاربرانی به اقلامی مشترک علاقه داشته باشند، تمایل آن‌ها به دیگر اقلام نیز شبیه می‌باشند. پالایش مشارکتی با پیدا کردن رابطه همبستگی بین ویژگی‌های کاربران یا اقلام می‌تواند اقلام احتمالی مورد علاقه کاربر را پیش‌بینی و توصیه کند.

پالایش مشارکتی شامل دو روش کاربرمبنا[2] [۳۴-۳۶] و قلم‌مبنا[3] [۳۱, ۳۷, ۳۸] می‌باشد. روش پالایش مشارکتی کاربرمبنا با کمک رابطه همبستگی پیرسون[4] کاربرانی که رتبه‌دهی آن‌ها شبیه به رتبه‌دهی کاربر فعال می‌باشد را پیدا می‌کند. سپس با در نظر گرفتن رتبه کاربران مشابه به دیگر اقلام، آنچه را که مورد علاقه کاربر فعال خواهد بود، پیش‌بینی و توصیه می‌شود. مطالعاتی که از روش پالایش مشارکتی کاربرمبنا استفاده نموده‌اند، عبارتند از: طراحی سیستم توصیه‌گر موزیک Ringo [۳۹]، توسعه برنامه‌های کاربردی وب‌مبنای BellCore [۴۰] و MovieLens [۴۱] برای پیشنهاد فیلم، طراحی سیستم توصیه‌گر Jester [۴۲] برای پیشنهاد لطیفه‌های مناسب به افراد و همچنین Grouplens [۴۳] برای توصیه مقالات متنوع به افراد مختلف با توجه به علایق کاربران.

در اغلب موارد روش کاربرمبنا در توصیه‌ی اقلام موردعلاقه کاربر محدودیت‌هایی دارد. این محدودیت‌ها به علت ثابت نبودن کاربران، تغییر سریع اطلاعات آن‌ها و عدم تمایل کاربران به رتبه‌دهی به اقلام بوجود می‌آیند. از این رو به علت کند بودن روند تغییرات اقلام نسبت به کاربران می‌توان شباهت اقلام را به کمک روش قلم‌مبنا از دید کاربران استخراج کرد. وب‌سایت تجاری آمازون از این روش برای توصیه محصولات خود استفاده کرده است [۳۱].

در روش پالایش مشارکتی لازم است که کاربران در اعلام علایق خود به اقلام شرکت کنند تا سیستم بتواند علایق کاربران را بفهمد و براساس آن‌ها توصیه کند. روش پالایش مشارکتی دارای محدودیت شروع سرد می‌باشد. مسئله شروع سرد با ورود کاربری جدید یا قلمی جدید به سیستم اتفاق می‌افتد. زمانی که کاربر جدید وارد سیستم شده و به موردی رتبه‌ای نداده باشد، سیستم نمی‌تواند به علایق کاربر جدید پی ببرد و و موردی را به وی توصیه کند [۴۴]. همچنین اقلام جدیدی که در پایگاه داده اضافه می‌شوند به دلیل اینکه هنوز مورد استفاده کاربران قرار نگرفته‌اند و رتبه‌ای کسب نکرده‌اند، نمی‌توانند در فرآیند توصیه قرار گیرند [۴۵]. در این مقاله، روش پالایش مشارکتی برای استخراج شباهت کاربران و شباهت منابع مکانی به منظور توصیه منابع مناسب به کاربر در درگاه مکانی به کار رفته است. همچنین با در نظر گرفتن برخی ویژگی‌های منابع مکانی و کاربران سعی بر آن بوده تا در کنار بهبود فرآیند توصیه منابع مکانی، بر مسئله شروع سرد نیز فائق آید. از این رو کاربران و منابع مکانی جدید می‌توانند از مزایای درگاه مکانی توصیه‌گر بهره برند.

۴- راه‌کار پیشنهادی

در این پژوهش به منظور افزودن توانایی توصیه‌گری به درگاه‌های مکانی معمول که در بخش (۲) توصیف شد، معماری موجود درگاه‌های مکانی با افزودن اجزای جدید توسعه داده شده است. در این بخش معماری درگاه مکانی با قابلیت توصیه‌گری روال‌های اجرایی استفاده شده در درگاه مکانی توصیه‌گر برای توصیه منابع مناسب به کاربران، توضیح داده شده است.

۴-۱- معماری پیشنهادی برای توسعه درگاه مکانی توصیه‌گر

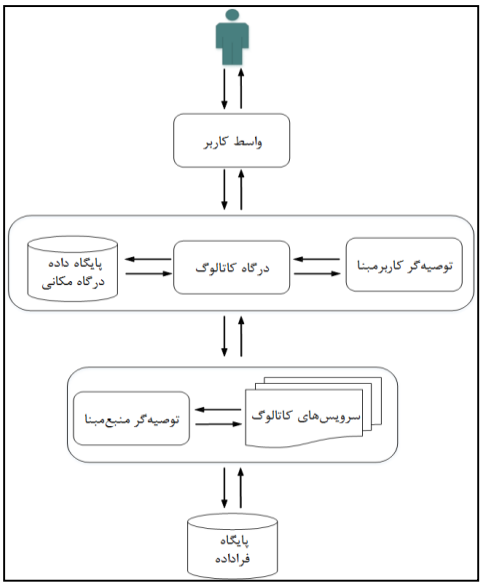
مدل توسعه داده شده درگاه مکانی توصیه‌گر در شکل (۲) نمایش داده شده است. در این معماری، شباهت منابع مکانی و همچنین شباهت کاربران با یکدیگر استخراج می‌شود و بر اساس استنتاج این شباهت‌ها مناسب‌ترین منابع مکانی به کاربر توصیه می‌شود.

---

[1] Rate
[2] User–User Collaborative Filtering
[3] Item–Item Collaborative Filtering
[4] Pearson Correlation

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- معماری پیشنهادی درگاه مکانی توسعه داده شده با قابلیت توصیه‌گری

معماری جدید، افزون بر اجزای *واسط کاربر*[۱]، *درگاه کاتالوگ*[۲]، *سرویس‌های کاتالوگ*[۳] و *پایگاه فراداده*[۴] که از معماری رایج درگاه مکانی اقتباس شده، اجزای *توصیه‌گر کاربرمبنا* و *توصیه‌گر منبع‌مبنا* را دارا می‌باشد. هدف از افزودن این دو مؤلفه جدید فراهم نمودن امکان توصیه‌گری به درگاه مکانی می‌باشد. درگاه مکانی توصیه‌گر به شیوه‌ای طراحی شده است که می‌تواند تعاملات گذشته کاربران در استفاده از منابع مکانی را در *پایگاه داده درگاه مکانی* ثبت کند. کاربران رضایت خود درباره‌ی منابع مورد استفاده را می‌توانند با رتبه‌دهی به آن‌ها اعلام کنند. افزایش میزان رتبه‌دهی کاربران به منابع استفاده شده، در پیشنهاد منابع مکانی هرچه مناسب‌تر به آن‌ها تاثیر بسزایی دارد. مؤلفه توصیه‌گر کاربرمبنا شباهت میان کاربران را براساس فعالیت‌های گذشته و برخی ویژگی‌های کاربران استخراج می‌کند. از این شباهت‌ها برای توصیه منابع مکانی افراد مشابه بهره‌برداری می‌شود. همچنین، مؤلفه توصیه‌گر مکان‌مبنا برای محاسبه شباهت‌های بین منابع مکانی به‌کار می‌رود. شباهت منابع مکانی با توجه به خصوصیات آن‌ها و رتبه کاربران محاسبه می‌شود. در این پژوهش، شباهت بین کاربران به کمک روش پالایش مشارکتی کاربرمبنا، موقعیت کاربران و زبان مورد استفاده آن‌ها محاسبه شده است. همچنین شباهت منابع از دید کاربران با استفاده از روش پالایش مشارکتی قلم‌مبنا استخراج شده است. علاوه بر این، برای توصیه هرچه موثرتر منابع مکانی، خصوصیات منابع با توجه به المان‌های فراداده نیز در روش محاسبات در نظر گرفته شده‌اند. این المان‌ها در سرویس‌های کاتالوگ براساس استانداردهای ISO 19115 و ISO 19119 [۴۶] ذخیره شده‌اند که در این مطالعه، المان‌های موقعیت مکانی[۵]، تاریخ انتشار[۶]، زبان[۷]، دسته داده[۸]، نوع داده[۹] و سیستم مختصات فراداده[۱۰] منابع مکانی در نظر گرفته شده‌اند.

۴-۲- روال‌های توصیه‌گری در درگاه مکانی توصیه‌گر

در این بخش ساز و کار درگاه مکانی توصیه‌گر جهت توصیه منابع مکانی تشریح شده است. در این درگاه مکانی سه روال توصیه‌ی منابع مکانی به کاربران تعریف شده‌اند. این سه روال عبارتند از: توصیه‌گری ناشناس، توصیه‌گری کاربرمبنا و توصیه‌گری منبع‌مبنا.

هر کدام از این روال‌ها با توجه به وضعیت و فعالیت کاربر در درگاه مکانی توصیه‌گر عمل می‌کنند. این روال‌ها برپایه روش پالایش مشارکتی و توابع منطقی ریاضی طراحی شده، عمل می‌کنند. در ادامه نحوه کار هر یک از این روال‌ها تشریح می‌شود.

روال ۱: توصیه‌گری ناشناس. هنگامی که کاربری از سامانه درگاه مکانی بدون وارد شدن به سیستم[۱۱] استفاده می‌کند، به عنوان یک کاربر ناشناس در نظر گرفته می‌شود. در این شرایط با توجه به عدم دسترسی سامانه به اطلاعات کاربر و پیشینه وی امکان توصیه منابع مناسب به کاربر وجود ندارد. اما در این پژوهش به منظور فراهم نمودن امکان استفاده کاربر ناشناس از مزیت توصیه‌گری، سامانه سعی می‌کند منابع مکانی که از نظر موقیت مکانی به کاربر نزدیک‌تر و در عین حال به‌روزتر می‌باشند را به وی توصیه کند. روال توصیه‌گری ناشناس بر پایه‌ی موقعیت کاربر و

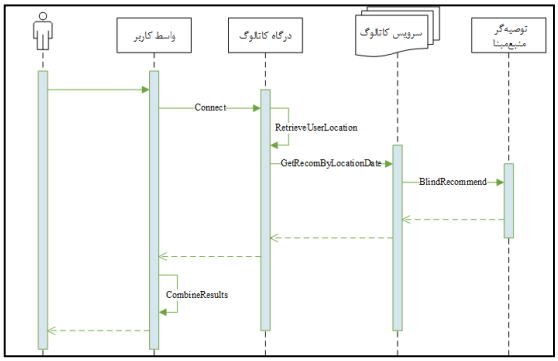
۱ User Interface
۲ Geoportal Search Engine
۳ Catalogue Services
۴ Metadata Database

۵ Location
۶ Date of Publication
۷ Language
۸ Topic Category
۹ Data Type
۱۰ Metadata Coordinate System
۱۱ Login

www.SID.ir

Archive of SID

تاریخ به‌روز بودن منابع تعریف شده است. شکل (۳) نمودار توالی این روال در درگاه مکانی توصیه‌گر را نشان می‌دهد. هنگامی که کاربر ناشناس از طریق واسط کاربر به درگاه کاتالوگ متصل می‌شود، موقعیت کاربر ناشناس به وسیله IP[۱] یا GPS دستگاه کاربر قابل تشخیص است. درگاه کاتالوگ موقعیت کاربر ناشناس را با کمک عملگر RetrieveUserLocation بازیابی می‌کند. سپس درگاه کاتالوگ با فراخوانی عملگر GetRecomByLocationDate از سرویس کاتالوگ منابع مکانی به‌روز و نزدیک به موقعیت کاربر ناشناس را درخواست می‌کند. سرویس کاتالوگ در پاسخ به عملگر GetRecomByLocationDate درخواست BlindRecommnd را به منظور توصیه‌ی منابع به کاربر ناشناس برای توصیه‌گر منبع‌مبنا می‌فرستد. توصیه‌گر منبع‌مبنا بر اساس عملگر BlindRecommend منابع مناسب به کاربر ناشناس را استخراج و میزان رتبه‌ی احتمالی کاربر به آن منابع را پیش‌بینی می‌کند. در نهایت منابع استخراج شده به همراه میزان رتبه احتمالی کاربر به آن‌ها به درگاه کاتالوگ فرستاده می‌شوند. درگاه کاتالوگ با عملگر CombinResults منابع را براساس رتبه‌ی پیش‌بینی شده مرتب می‌کند و سپس N تا از منابع با بالاترین رتبه را به کاربر نمایش می‌دهد. به این ترتیب منابع به‌روز و نزدیک به موقعیت کاربر که احتمالا موردتوجه وی می‌باشند توصیه می‌شوند.



شکل ۳- نمودار توالی روال توصیه‌گری ناشناس

در روال توصیه‌گری ناشناس، عملگر BlindRcommend براساس معادله (۱) توسعه داده شده است. تابع T در معادله (۱) برای پیش‌بینی رتبه‌دهی کاربر ناشناس u_{un} به مجموعه‌ای از منابع مکانی r تعریف شده است. در این معادله، موقعیت مکانی و تاریخ انتشار منابع در نظر گرفته شده است. سپس از بین لیست منابع رتبه‌بندی شده، N تا از منابعی که بالاترین رتبه پیش‌بینی را کسب نموده‌اند، به کاربر ناشناس پیشنهاد می‌شود.

$$T(u_{un},r) = \begin{matrix}\mu_1 f_{\text{city}}(u_{un},r) \\ +\mu_2 f_{\text{province}}(u_{un},r) \\ +\mu_3 f_{\text{country}}(u_{un},r) \\ +\mu_4 f_{distance}(u_{un},r) \\ +\mu_5 f_{date}(r)\end{matrix} \quad (۱)$$

تابع T در معادله (۱) ترکیبی از موقعیت مکانی و تاریخ انتشار منابع و همچنین موقعیت مکانی کاربر ناشناس می‌باشد. درگاه مکانی پیشنهادی نزدیکی کاربر و منبع مکانی را از دو دیدگاه بررسی می‌کند. یک: موقعیت مکانی به عنوان یک متغیر اسمی[۲] از شهر، استان و کشور در نظر گرفته می‌شود. دوم: فاصله مکانی بین منابع و موقعیت کاربر نیز محاسبه می‌شود. توابع f_{city}، $f_{province}$ و $f_{country}$ در معادله (۱)، نزدیکی کاربر و یک مبنع مکانی را براساس متغیرهای اسمی، اندازه‌گیری می‌کنند (معادله‌های ۲-۴). تابع f_{distance} فاصله اقلیدسی بین یک کاربر و یک منبع مکانی را برآورد می‌کند (معادله ۵). در این معادلات، i و j به ترتیب کاربر موردنظر (u_i) و منبع مکانی (r_j) را بیان می‌کنند و متغیر D در معادله (۵) بیان‌گر فاصله اقلیدسی بین آن‌ها می‌باشد.

$$f_{city}(i,j) = \begin{cases} if\ i.City = j.City & 1 \\ else & 0 \end{cases} \quad (۲)$$

$$f_{province}(i,j) = \begin{cases} if\ i.Provincce = j.Province & 1 \\ else & 0 \end{cases} \quad (۳)$$

$$f_{country}(i,j) = \begin{cases} if\ i.Country = j.Country & 1 \\ else & 0 \end{cases} \quad (۴)$$

$$f_{distance}(i,j) = e^{-D} \quad (۵)$$

۱ Internet Protocol Address

۲ Nominal Variable

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین تابع $f_{\text{date}}(\text{r})$ در معادله (۱) میزان به‌روز بودن تاریخ منابع مکانی را با استفاده از معادله (۶) محاسبه می‌کند. در این معادله، تاریخ انتشار یک منبع مکانی بین صفر و یک نرمال شده است. هرچه تاریخ منبع مکانی به‌روزتر باشد، مقدار تابع به عدد یک نزدیکتر می‌باشد. متغیر $Max(D)$ آخرین تاریخ به‌روز رسانی و متغیر $Min(D)$ اولین تاریخ به‌روز رسانی منابع مکانی انتشار یافته موجود می‌باشند. همچنین، $r.D$ تاریخ انتشار منبع r می‌باشد.

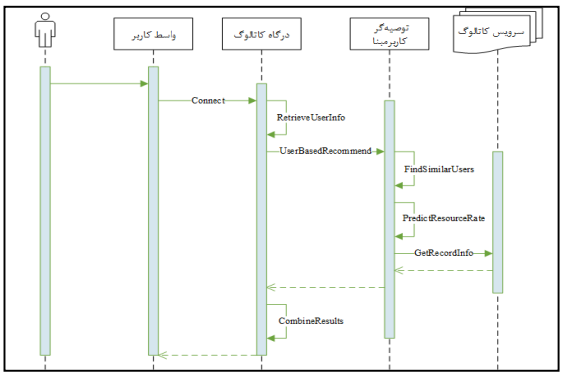
$$f_{date}(r) = \frac{r.D - Min(D)}{Max(D) - Min(D)} \qquad (۶)$$

در معادله (۱)، ضرایب μ_1 تا μ_5 وزن هریک از توابع را تعیین می‌کنند. مقادیر این ضرایب با استفاده از روش وزن‌دهی AHP و از طریق مراجعه به کارشناسان محاسبه شد. روش AHP که توسط توماس ال ساعتی[۱] در سال ۱۹۷۰ طراحی شده است، روش موثری برای انجام فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد و به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند که اولویت‌ها را تعیین کند و بهترین تصمیم را بگیرد [۴۷, ۴۸]. در تعیین ضرائب معادله (۱)، هر کدام از توابع به عنوان یک معیار در نظر گرفته شد و از چند نفر کارشناس خواسته شد تا به عنوان تصمیم‌گیرنده معیارها را دو به دو مقایسه کرده و بین ۱ تا ۹ اولویت‌بندی کنند. سپس، به کمک روش AHP وزن هرکدام از معیارها با توجه به اولویت‌بندی کارشناسان تعیین شدند. جدول (۱) مقادیر ضرائب μ_1 تا μ_5 را نمایش می‌دهد.

جدول ۱- مقادیر ضرائب معادله (۱) با استفاده از AHP در توصیه منابع مکانی به کاربر ناشناس

$\mu_1: 0.565$	$\mu_2: 0.262$	$\mu_3: 0.102$	$\mu_4: 0.049$	$\mu_5: 0.022$

روال ۲: توصیه‌گری کاربرمبنا. با ورود[۲] کاربری که قبلا در درگاه مکانی ثبت‌نام کرده به سامانه، وی به عنوان یک *کاربر شناخته شده* در نظر گرفته می‌شود. موقعیت، زبان و فعالیت‌های کاربرانی که قبلا در سیستم ثبت‌نام کرده‌اند در پایگاه داده درگاه مکانی ذخیره شده‌اند. درگاه مکانی می‌تواند منابع مکانی مورد علاقه شبیه‌ترین افراد به کاربر شناخته شده را استخراج کند. در روال توصیه‌گری کاربرمبنا با استفاده از موقعیت کاربر، زبان مورد استفاده و رتبه‌هایی که کاربر در استفاده‌های پیشین به منابع مختلف داده است، امکان انتخاب کاربران شبیه توسط درگاه مکانی فراهم می‌شود. سپس منابع استفاده شده توسط کاربران شبیه به عنوان منابع جدید به کاربر توصیه می‌شوند. شکل (۴) نمودار توالی روال کاربرمبنا در درگاه مکانی توصیه‌گر را نمایش می‌دهد. کاربر پس از وارد شدن به سامانه، از طریق واسط کاربر به درگاه کاتالوگ متصل می‌شود. درگاه کاتالوگ با شناسایی کاربر اطلاعات وی را با به‌کارگیری عملگر RetrieveUserInfo بازیابی می‌کند و اطلاعات کاربر را با کمک عملگر UserBasedRecommend جهت توصیه‌ی منابع به توصیه‌گر کاربرمبنا می‌فرستد. توصیه‌گر کاربرمبنا شباهت کاربران را بر اساس عملگر FindSimilarUsers محاسبه می‌کند. پس از محاسبه شباهت کاربران، عملگر PredictResourceRate رتبه‌ی منابع مکانی کاربران برای کاربر موردنظر پیش‌بینی می‌شود. سپس توصیه‌گر کاربرمبنا به منظور دریافت اطلاعات تکمیلی این منابع به سرویس کاتالوگ متصل می‌شود و با عملگر GetRecordInfo اطلاعات منابع را در صورت وجود استخراج و به همراه رتبه‌ی پیش‌بینی شده‌ی آن‌ها به درگاه کاتالوگ می‌فرستد. درگاه کاتالوگ با عملگر CombinResults منابع را براساس رتبه‌ی پیش‌بینی آن‌ها مرتب می‌کند و سپس N تا از منابع با بالاترین رتبه‌ی پیش‌بینی را به کاربر نمایش می‌دهد.



شکل ۴- نمودار توالی روال توصیه‌گری کاربرمبنا در درگاه مکانی توصیه‌گر

در روال توصیه‌گری کاربرمبنا، عملگر FindSimilarUsers براساس معادله (۷) توسعه داده شده است. تابع SU در معادله (۷) شباهت بین کاربر شناخته شده u_i وکاربر u_j را محاسبه می‌کند. در معادله (۷)، توابع $f_{\text{city}}(u_i, u_j)$، $f_{\text{province}}(u_i, u_j)$، $f_{\text{country}}(u_i, u_j)$ و $f_{\text{distance}}(u_i, u_j)$

۱ Thomas L. Saaty
۲ Login

www.SID.ir

Archive of SID

میزان نزدیکی دو کاربر u_i و u_j را محاسبه می‌کنند. تابع $f_{\text{language}}(u_j, u_i)$ میزان شباهت دو کاربر u_i و u_j را براساس زبان مورد استفاده آن‌ها محاسبه می‌کند (معادله ۸). همچنین تابع $wu(u_i, u_j)$ میزان همبستگی دو کاربر u_i و u_j را با روش پالایش مشارکتی بررسی می‌کند (معادله ۹).

$$SU(u_i, u_j) = \begin{matrix} \rho_1 f_{\text{city}}(u_i, u_j) \\ + \rho_2 f_{\text{province}}(u_i, u_j) \\ + \rho_3 f_{\text{country}}(u_i, u_j) \\ + \rho_4 f_{\text{distance}}(u_i, u_j) \\ + \rho_5 f_{\text{language}}(u_i, u_j) \\ + \rho_6 wu(u_i, u_j) \end{matrix} \qquad (۷)$$

$$f_{language}(i,j) = \begin{cases} if\ i.Language & 1 \\ else & 0 \end{cases} \qquad (۸)$$

همانطور که در بخش ۴-۱ اشاره شد، درگاه مکانی توصیه‌گر تاریخچه‌ای از منابع مورد استفاده اعضا و رتبه‌های آن‌ها به منابع مکانی را در پایگاه داده درگاه مکانی ذخیره می‌کند. از علاقه کاربران به منابع یکسان می‌توان کاربران شبیه را شناسایی کرد. از روش پالایش مشارکتی کاربرمبنا برای استخراج شباهت کاربران با کمک رتبه‌های آن‌ها استفاده شده است. در زمان استفاده از درگاه مکانی کاربران با توجه به علاقه و رضایت خود از منبع استفاده شده بین عدد ۰ تا ۵ به آن منبع رتبه می‌دهند. میزان رتبه کاربر به یک منبع مکانی، میزان علاقه و رضایت کاربر به آن منبع را نشان می‌دهد. هرچه رتبه کاربری به منبعی بالاتر باشد، میزان علاقه وی به آن منبع بیشتر است. بنابراین با داشتن رتبه‌های کاربران می‌توان به شباهت رفتاری کاربران از نقطه نظر استفاده از منابع پی برد. شباهت در رتبه‌دهی منابع مکانی به کمک رابطه (۹) که به رابطه پیرسون معروف است، بدست می‌آید.

$$wu(i,j) = \frac{\sum_{r\in R}(v_{i,r} - \bar{v}_i)(v_{j,r} - \bar{v}_j)}{\sqrt{\sum_{r\in R}(v_{i,r} - \bar{v}_i)^2 \sum_{r\in R}(v_{j,r} - \bar{v}_j)^2}} \qquad (۹)$$

که در معادله فوق $v_{i,r}$ مقدار رتبه کاربر i به منبع r درنظر گرفته شده است. اگر R_i مجموعه‌ای از منابعی باشد که کاربر i به آن‌ها رتبه داده‌است، میانگین رتبه برای کاربر i از رابطه (۱۰) بدست می‌آید.

$$\bar{v}_i = \frac{1}{R_i} \sum_{r\in R_i} v_{i,r} \qquad (۱۰)$$

در معادله (۷) ضرائب $\rho_1 - \rho_6$ با استفاده از روش AHP محاسبه شده‌اند (جدول ۲). با محاسبه شباهت بین کاربران، منابع مکانی آن‌ها با استفاده از معادله (۱۱) برای کاربر موردنظر پیش‌بینی می‌شود. عملگر PredictResourceRate برپایه‌ی این معادله عمل می‌کند. سپس N تا از منابع با بالاترین رتبه پیش‌بینی به کاربر موردنظر توصیه می‌شوند. معادله (۱۱) میزان رتبه کاربر i به منبع مکانی r را پیش‌بینی می‌کند.

$$p(i,r) = \bar{v}_i + \frac{\sum_{j=1}^{N} SU(i,j)(v_{j,r} - \bar{v}_j)}{\sum_{j=1}^{N} SU(i,j)} \qquad (۱۱)$$

جدول ۲- مقادیر ضرائب معادله (۷) به کمک AHP در توصیه‌ی منابع مکانی براساس شباهت کاربران

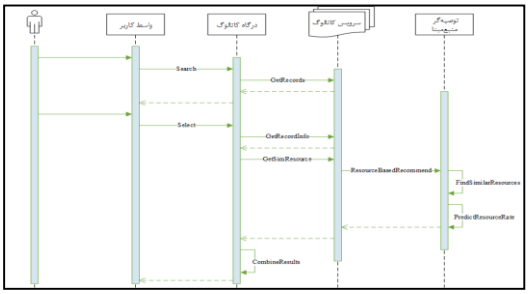
$\rho_1: 0.190$	$\rho_2: 0.113$	$\rho_3: 0.067$
$\rho_4: 0.039$	$\rho_5: 0.018$	$\rho_6: 0.572$

روال ۳: توصیه‌گری منبع‌مبنا. زمانی که یک کاربر در درگاه مکانی شروع به جستجو می‌کند و یک منبع مکانی خاص را پیدا می‌کند، فرض می‌شود که کاربر تمایل به دیدن منابع شبیه به منبع مکانی موردنظر خود دارد. شکل (۵) نمودار توالی روال توصیه‌گری منبع‌مبنا در درگاه مکانی توصیه‌گر را نشان می‌دهد. در این روال، کاربر از طریق واسط کاربر به درگاه کاتالوگ متصل شده و منبع موردنظر خود را جستجو می‌کند (عملگر Search). بر این اساس یک جستجوی توزیع شده بر روی سرویس‌های کاتالوگ ثبت شده اعمال می‌شود و نتایج برای کاربر نمایش داده می‌شوند (عملگر GetRecords). زمانی که کاربر منبع موردنظر خود را پیدا می‌کند و به منظور مشاهده آن را انتخاب می‌کند (عملگر Select)، درگاه کاتالوگ با فراخوانی عملگر GetRecordInfo فراداده آن منبع خاص را از سرویس کاتالوگ بازیابی می‌کند. سپس درگاه کاتالوگ با فراخوانی عملگر GetSimResource از سرویس کاتالوگ، منابع مشابه به منبع موردنظر را درخواست می‌کند. سرویس کاتالوگ در پاسخ به عملگر GetSimResource درخواست ResourceBasedRecommend را به منظور توصیه‌ی منابع برای توصیه‌گر منبع‌مبنا می‌فرستد. توصیه‌گر منبع‌مبنا بر اساس عملگر ResourceBasedRecommend، منابع مشابه

www.SID.ir

Archive of SID

به منبع خاص که احتمالا مورد توجه کاربر می‌باشند را با کمک عملگر FindSimilarResources بازیابی می‌کند. عملگر FindSimilarResources وظیفه‌ی محاسبه‌ی شباهت منابع را بر عهده دارد. پس از محاسبه شباهت منابع، عملگر PredictResourcRate در توصیه‌گر منبع‌مبنا، رتبه‌ی منابع مکانی جدید از نظر کاربر را محاسبه و پیش‌بینی می‌نماید. در نهایت منابع بازیابی شده با کمک عملگر CombineResult در درگاه کاتالوگ مرتب شده و N تا از منابع با بالاترین رتبه‌ی پیش‌بینی به کاربر توصیه می‌شوند.



شکل ۵- نمودار توالی روال توصیه‌گری منبع‌مبنا در درگاه مکانی توصیه‌گر

در روال توصیه‌گری منبع‌مبنا معادله (۱۲) برای استخراج منابع مکانی مشابه تعریف شده است. در این معادله شباهت میان دو منبع مکانی r_i و r_j توسط تابع $SR(r_i, r_j)$ محاسبه شده است. عملگر FindSimilarResources براساس این معادله عمل می‌کند.

$$\begin{aligned} SR(r_i, r_j) = \quad & \omega_1 f_{\text{city}}(r_i, r_j) \\ & + \omega_2 f_{\text{province}}(r_i, r_j) \\ & + \omega_3 f_{\text{country}}(r_i, r_j) \\ & + \omega_4 f_{\text{distance}}(r_i, r_j) \\ & + \omega_5 f_{\text{language}}(r_i, r_j) \\ & + \omega_6 f_{\text{date}}(r_j) \\ & + \omega_7 f_{\text{TC}}(r_i, r_j) \\ & + \omega_8 f_{\text{DT}}(r_i, r_j) \\ & + \omega_9 f_{\text{MCS}}(r_i, r_j) \\ & + \omega_{10} w(r_i, r_j) \end{aligned} \qquad (۱۲)$$

در معادله (۱۲)، توابع $f_{\text{city}}(r_i, r_j)$، $f_{\text{province}}(r_i, r_j)$، $f_{\text{country}}(r_i, r_j)$ و $f_{\text{distance}}(r_i, r_j)$ میزان نزدیکی دو منبع r_i و r_j را مشخص می‌کنند. تابع $f_{\text{language}}(r_i, r_j)$ شباهت r_i و r_j را براساس زبان مورد استفاده آن‌ها محاسبه می‌کند. همچنین تابع $f_{\text{date}}(r_j)$ میزان به‌روز بودن منابع را محاسبه می‌کند. علاوه بر این، دیگر المان‌های فراداده شامل دسته داده، نوع داده و سیستم مختصات منابع برای پیدا کردن منابع مشابه در نظر گرفته شده‌اند. دسته داده به ۱۹ دسته استاندارد از جمله کشاورزی، محیط زیست، مرزها و غیره تقسیم‌بندی می‌شود[۴۹]. زمانی که منابع دسته داده یکسانی دارند، تابع $f_{TC}(r_i, r_j)$ عدد یک را برمی‌گرداند (معادله ۱۳). همچنین زمانی که نوع داده منابع یکسان است، تابع $f_{DT}(r_i, r_j)$ عدد یک را برمی‌گرداند (معادله ۱۴). تابع $f_{MCS}(r_i, r_j)$ شباهت میان منابع را با توجه به سیستم مختصات فراداده اندازه‌گیری می‌کند و با یکسان بودن سیستم مختصات منابع عدد یک را برمی‌گرداند (معادله ۱۵).

$$f_{TC}(r_i, r_j) = \begin{cases} if\ r_i.TC = r_j.TC & 1 \\ else & 0 \end{cases} \qquad (۱۳)$$

$$f_{DT}(r_i, r_j) = \begin{cases} if\ r_i.DT = r_j.DT & 1 \\ else & 0 \end{cases} \qquad (۱۴)$$

$$f_{MCS}(r_i, r_j) = \begin{cases} if\ r_i.MCS = r_j.MCS & 1 \\ else & 0 \end{cases} \qquad (۱۵)$$

همچنین تابع $wr(r_i, r_j)$ میزان همبستگی منابع را از دید کاربران با توجه به رتبه‌های آن‌ها محاسبه می‌کند. به این منظور شباهت منابع مکانی با استفاده از روش پالایش مشارکتی قلم‌مبنا استخراج می‌شود. همبستگی یا میزان نزدیکی منابع از لحاظ شباهت در رتبه‌دهی کاربران از رابطه‌ی (۱۶) که به رابطه پیرسون معروف است، بدست می‌آید. این رابطه میزان همبستگی دو منبع مکانی i و j را نشان می‌دهد. در این معادله، $v_{u,i}$ بیان‌گر مقدار رتبه کاربر u به منبع مکانی i می‌باشد و $\bar{v}_i$ میانگین رتبه منبع مکانی i می‌باشد.

$$wr(i,j) = \frac{\sum_{u \in U}(v_{u,i} - \bar{v}_i)(v_{u,j} - \bar{v}_j)}{\sqrt{\sum_{u \in U}(v_{u,i} - \bar{v}_i)^2 \sum_{u \in U}(v_{u,j} - \bar{v}_j)^2}} \qquad (۱۶)$$

در معادله (۱۲) ضرائب ω_1 تا ω_{10} با کمک روش AHP بدست آمده‌اند (جدول ۳). با داشتن شباهت میان منابع، میزان رتبه احتمالی کاربر به منابع مکانی جدید با استفاده از معادله (۱۷) پیش‌بینی می‌شود. عملگر GetRecomByResources بر اساس این معادله میزان رتبه کاربر u به منبع مکانی r را پیش‌بینی می‌کند. در نهایت N تا از شبیه‌ترین منابع به منبع موردنظر با بالاترین رتبه پیش‌بینی به کاربر توصیه می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

$$p(u,r) = \frac{\sum_{j=1}^{N} SR(r,j) v_{u,j}}{\sum_{j=1}^{N} SR(r,j)} \qquad (۱۷)$$

جدول ۳- مقادیر ضرائب معادله (۱۲) با استفاده از AHP در توصیه‌ی منابع مکانی براساس شباهت آن‌ها

$\omega_1: 0.197$	$\omega_3: 0.080$	$\omega_5: 0.016$	$\omega_7: 0.044$	$\omega_9: 0.009$
$\omega_2: 0.138$	$\omega_4: 0.048$	$\omega_6: 0.020$	$\omega_8: 0.014$	$\omega_{10}: 0.434$

۵- پیاده‌سازی

تکنولوژی‌های مختلفی برای پیاده‌سازی درگاه مکانی توصیه‌گر به کار رفته است. درگاه مکانی به کمک جاوا اسکریپت[۱] که یک زبان برنامه نویسی سمت سرویس‌گیرنده در وب است، توسعه داده شده است. برای نمایش نقشه در درگاه مکانی از نرم‌افزار متن‌باز OpenLayers که یکی از کتابخانه‌های جاوا اسکریپت می‌باشد، استفاده شده است. سرویس OSM به عنوان نقشه پایه موردنیاز درگاه مکانی استفاده شده است. از JSP[۲] از JSP[۲] و Servlet برای برنامه‌نویسی سمت سرویس‌دهنده[۳] سامانه استفاده شده است. برای پویا نمودن هرچه بیشتر صفحات و افزایش کارایی سامانه درگاه مکانی، فناوری AJAX[۴] در توسعه سامانه مورد توجه قرار گرفته است.

شکل (۶) صفحه اصلی درگاه مکانی توصیه‌گر را نشان می‌دهد. این صفحه حاوی یک محدوده جستجو می‌باشد که با استفاده از آن کاربر می‌تواند مشخصات جستجو را تعیین نماید. بر این اساس یک جستجوی توزیع شده بر روی سرویس‌های کاتالوگ ثبت شده اعمال می‌شود و نتایج برای کاربر نمایش داده می‌شوند. از دیدگاه سیستم توصیه‌گر، زمانی که کاربر می‌خواهد بدون وارد شدن به سیستم از درگاه مکانی استفاده کند به عنوان کاربر ناشناس برای سیستم در نظر گرفته می‌شود. با توجه به اینکه یک کاربر ناشناس وارد سیستم شده است، روال توصیه‌گری ناشناس فراخوانی می‌شود. موقعیت مکانی کاربر ناشناس به کمک GPS و یا آدرس IP وی کشف می‌شود. منابع مکانی با توجه به موقعیت کاربر با استفاده از معادله (۱) رتبه‌بندی می‌شوند و به کاربر ناشناس پیشنهاد می‌شوند. شکل (۶) نمونه منابع پیشنهادی به یک کاربر ناشناس بر اساس روال توصیه‌گری ناشناس را نمایش می‌دهد.

شکل ۶- صفحه اصلی سامانه درگاه مکانی و توصیه منابع مکانی به یک کاربر ناشناس براساس روال توصیه‌گری ناشناس

اگر کاربر در درگاه مکانی ثبت نام کرده باشد، با وارد شدن به سیستم به عنوان کاربر شناخته شده تلقی می‌شود. در این حالت براساس فعالیت‌های گذشته کاربر و اطلاعات ثبت شده وی در پایگاه داده درگاه مکانی، روال توصیه‌گری کاربرمبنا فراخوانی می‌شود. شباهت کاربر شناخته شده با دیگر کاربران با استفاده از معادله (۷) محاسبه می‌شود. منابع استفاده شده توسط افراد مشابه توسط معادله (۱۱) برای کاربر موردنظر پیش‌بینی شده و به صورت نزولی مرتب می‌شوند. منابع مکانی با بالاترین رتبه پیش‌بینی به کاربر موردنظر توصیه می‌شوند. شکل (۷) نمونه منابع مکانی پیشنهادی به یک کاربر شناخته شده بر اساس روال توصیه‌گری کاربرمبنا را نمایش می‌دهد.

شکل ۷- توصیه منابع مکانی مناسب به یک کاربر شناخته شده براساس روال توصیه‌گری کاربرمبنا

کاربر (چه شناس و چه ناشناس برای سامانه) ممکن است به کمک درگاه مکانی منبع مکانی خاصی را جستجو کند. هنگامی که کاربر از بین لیست نتایج یافت شده، یکی از نتایج را به منظور مشاهده انتخاب می‌کند، در کنار نمایش اطلاعات منبع موردنظر، لیستی از منابعی که به منبع درخواستی کاربر شبیه می‌باشند، پیشنهاد می‌شود. در این

۱ Javascript
۲ Java Server Pages
۳ Server
۴ Asynchronous JavaScript and XML

www.SID.ir

Archive of SID

حالت با فراخوانی روال توصیه‌گری منبع‌مبنا شباهت منابع براساس معادله (۱۲) استخراج می‌شود. با کمک معادله (۱۷) میزان رتبه‌ی احتمالی کاربر به منابع استخراج شده محاسبه می‌شود و به صورت نزولی مرتب می‌شوند. بعد از مرتب سازی نتایج، منابع با بالاترین رتبه به کاربر توصیه می‌شوند. قسمت مشخص شده در شکل (۸) نمونه منابع پیشنهادی به یک کاربر بر اساس روال منبع‌مبنا را نمایش می‌دهد.

شکل ۸- توصیه منابع مکانی مناسب به یک کاربر براساس روال توصیه‌گری منبع‌مبنا

۶- ارزیابی

روش‌های مختلفی برای ارزیابی سیستم‌های توصیه‌گر در زمینه‌های گوناگون مطرح شده است [۵۰]. یکی از روش‌های ارزیابی که در این مطالعه قابل استفاده است، محاسبه‌ی خطای جذر میانگین مربعات[۱] (RMSE) به عنوان شاخص اندازه‌گیری کیفیت پیش‌بینی روش پیشنهادی به‌کار رفته است [۵۱]. فرمول RMSE در معادله (۱۹) تعریف شده است که در آن $r_{i,j}$ رتبه‌ی مورد نظر کاربر i به منبع j و $\hat{r}_{i,j}$ رتبه‌ی پیش‌بینی شده و N تعداد رتبه‌های پیش‌بینی شده می‌باشد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i,j}(r_{i,j} - \hat{r}_{i,j})^2}{N}} \qquad (۱۹)$$

به این منظور از ۱۰ نفر مشارکت کننده در مکان‌های مختلف خواسته شد که در ابتدا در سامانه ثبت‌نام کرده و به ۳ مورد از منابع مکانی مورد علاقه‌ی خود رتبه دهند. سپس از کاربران خواسته شد که در هر سه روال مطرح شده از سامانه استفاده نمایند. در هر روال سامانه به کاربر توصیه‌هایی ارائه می‌کند. پس از ارائه‌ی توصیه توسط سامانه از کاربر خواسته شد که منابع توصیه شده توسط سامانه را بر اساس تمایل خود رتبه‌دهی نماید. رتبه‌ی پیش‌بینی شده توسط سامانه و رتبه‌ی موردنظر کاربر برای محاسبه‌ی RMSE هر یک از سه روال مورد استفاده قرار گرفت. جدول ۴ رتبه‌های پیشنهادی منابع و پاسخ افراد به آن‌ها را نشان می‌دهد. RMSE محاسبه شده در روال‌های توصیه‌گری ناشناس، توصیه‌گری کاربرمبنا و توصیه‌گری منبع‌مبنا به‌ترتیب عبارت است از ۱/۲، ۰/۸۶ و ۰/۶۸.

با توجه به نتایج بدست آمده، روال توصیه‌گری کاربرمبنا دارای نتیجه بهتری نسبت به روال توصیه‌گری ناشناس می‌باشد. به عبارت دیگر، رتبه‌ی پیشنهادی سامانه در روال توصیه‌گری کاربرمبنا به رتبه موردنظر کاربران نزدیکتر است. این نزدیکی بیانگر تاثیر فاکتور wu (فرمول ۷) در پیش‌بینی علایق کاربران می‌باشد. در واقع در این حالت سیستم بهتر می‌تواند به علایق کاربران پی ببرد و منابع مناسب‌تری را به آن‌ها توصیه کند.

جدول ۴- رتبه‌های پیشنهادی منابع به کاربران و پاسخ آن‌ها

شماره کاربر	روال / موقعیت کاربر	توصیه‌گری ناشناس				توصیه‌گری کاربرمبنا				توصیه‌گری منبع‌مبنا			
		منبع ۱		منبع ۲		منبع ۱		منبع ۲		منبع ۱		منبع ۲	
۱	یزد / یزد	۳	۴/۶	۵	۴/۶	۴	۴/۵	۴	۴/۵	۵	۴	۵	۴
۲	لاهیجان/ گیلان	۲	۴/۷	۳	۴	۴	۴/۸	۴	۴/۵	۴	۵	۴	۵
۳	تفت/ یزد	۵	۵	۵	۴/۷	۴	۵	۵	۴/۶	۴	۵	۵	۵
۴	تهران/ تهران	۳	۴/۷	۴	۴	۵	۴/۲	۵	۴	۵	۴/۶	۴	۴/۳
۵	میبد/ یزد	۲	۵	۳	۲/۹	۳	۴/۷	۴	۴/۵	۴	۴	۳	۴
۶	تفرش/ مرکزی	۵	۴/۵	۲	۳	۵	۴/۹	۳	۴/۷	۵	۵	۵	۴
۷	تهران/ تهران	۵	۴/۹	۳	۴	۴	۴	۵	۴	۵	۴/۸	۴	۴
۸	اراک/ مرکزی	۴	۴/۹	۵	۴	۵	۴/۷	۵	۴	۵	۴/۸	۴	۴
۹	تهران/ تهران	۴	۴	۴	۳	۵	۵	۵	۴/۴	۵	۵	۴	۴/۷
۱۰	رشت/ گیلان	۴	۴/۸	۴	۴/۶	۵	۴	۵	۴	۴	۴/۶	۵	۴
RMSE		۱/۲				۰/۸۶				۰/۶۸			

[۱] root-mean-square error

www.SID.ir

Archive of SID

از میان سه روال پیاده شده در سامانه کمترین RMSE برای روال توصیه‌گری منبع‌مبنا بدست آمده است. RMSE بهتر روال توصیه‌گری منبع‌مبنا اثربخش بودن استفاده از خصوصیات منابع در کنار رتبه‌ی کاربران به سایر منابع را برای پیش‌بینی رتبه مشخص می‌کند.

۷- نتیجه‌گیری

با افزایش منابع منتشر شده در محیط وب، کشف و جستجوی منابع مفید و به روز با صرف کمترین زمان از اهمیت بسیاری برخوردار شده است. درگاه‌های مکانی قابلیت جستجو و کشف منابع مکانی را فراهم می‌کنند. از طرفی افزایش روزافزون منابع باعث شده که کاربر هنگام استفاده از درگاه‌های مکانی زمان زیادی برای جستجوی منبع مکانی موردنظر خود صرف کند و با استفاده از کلیدواژه‌ها نتواند منابع موردنظر خود را جستجو کند. این پدیده باعث بوجود آمدن انگیزه‌ای برای ارتقای سامانه درگاه مکانی و نحوه استفاده از آن با سیستم‌های توصیه‌گر در راستای کمک به کاربران در کشف منابع مکانی شد. درگاه مکانی توصیه‌گر طراحی شده، می‌تواند کاربران را در آگاهی از موجود بودن و دسترسی به یک منبع مکانی یاری دهد و در نهایت کاربران را از پیشنهاد مناسب‌ترین منابع مکانی متناسب با خواست و علاقه خود بهره‌مند سازد.

به منظور افزودن قابلیت توصیه‌گری به درگاه مکانی، با استفاده از روش پالایش مشارکتی امکان تحلیل و شناخت شباهت منابع مکانی و شباهت رفتاری کاربران در استفاده از آن‌ها فراهم شد. در این فرآیند دو روش کاربرمبنا و قلم‌مبنا در پالایش مشارکتی به کار گرفته شد. روش کاربرمبنا برای استخراج شباهت کاربران با توجه به رتبه‌های کاربران به منابع استفاده شد. روش قلم‌مبنا نیز برای استخراج منابع مشابه از دید کاربران مورد استفاده قرار گرفت. براساس این شباهت‌ها، مناسب‌ترین منابع مکانی با توجه به خواست و ترجیحات کاربر به آن‌ها توصیه شده است.

افزون بر این، در این پژوهش به منظور افزایش کارایی درگاه مکانی توصیه‌گر توابعی ریاضی با در نظر گرفتن برخی خصوصیات فراداده منابع مکانی و همچنین توجه به موقعیت و ویژگی‌های کاربر تعریف شدند. این توابع در کنار توصیه هرچه بهتر منابع مکانی به کاربر می‌توانند از بروز مسئله شروع سرد روش پالایش مشارکتی نیز جلوگیری کنند. در نظر گرفتن خصوصیات فراداده منابع مکانی مانند موقعیت مکانی، دسته داده، نوع داده و تاریخ انتشار منابع مکانی از ایجاد مسئله شروع سرد با ورود منبع جدید تا حد قابل توجهی جلوگیری می‌کند. کاربر جدید نیز موقع ثبت‌نام در سیستم خصوصیاتی مانند زبان مورد استفاده، استان و شهر محل زندگی خود را وارد می‌کند. همچنین درگاه مکانی با استخراج موقعیت مکانی کاربر از روی GPS یا IP وی، منابع مکانی نزدیک به کاربر که احتمالا مورد توجه وی می‌باشند را پیشنهاد می‌کند. بدین ترتیب با ورود کاربر جدید از بروز مسئله شروع سرد جلوگیری می‌شود. به این ترتیب در درگاه مکانی توصیه‌گر، کاربر ناشناس هم بدون وارد شدن در سامانه می‌تواند از مزیت توصیه منابع مکانی به روز و نزدیک به موقعیت خود بهره برد.

کاربر سامانه برای شناسایی لازم است در سامانه وارد شود. اما در شرایطی ممکن است کاربر به هر دلیل نخواهد در سامانه ثبت نام و وارد شود. در این شرایط کاربر می‌تواند از سامانه به عنوان یک کاربر ناشناس استفاده کند. با توجه به این مهم که سامانه دسترسی به اطلاعات و پیشینه کاربر را ندارد در این پژوهش سعی شده مزیت توصیه‌گری سیستم با در نظر گرفتن این فرض که کاربران به مشاهده منابع مکانی نزدیک به موقعیت آن‌ها و در عین حال به‌روزتر تمایل دارند، در اختیار این دسته از کاربران قرار گیرد. با ورود[۱] کاربری که قبلا در درگاه مکانی ثبت‌نام کرده به سامانه، وی به عنوان یک کاربر شناخته شده در نظر گرفته می‌شود. برای کاربر شناخته شده پارمترهای پیشینه، موقعیت و زبان مورد استفاده در نظر گرفته شده است. روش این پژوهش قابلیت شناسایی کاربران شبیه از روی این پارامترها را فراهم می‌کند. بنابراین توصیه بر اساس ترکیب پارمترها انجام می‌شود. وزن پارامترها در کنار یکدیگر توسط کارشناسان و بر اساس روش AHP تعیین شده است. با نظر کارشناسان می‌توان اثر پارامترهای مختلف را تغییر داد. همچنین امکان افزودن پارمترهای جدید نظیر شغل، سن و جنس کاربر به سادگی وجود دارد. کاربران با استفاده هرچه بیشتر از درگاه مکانی

۱ Login

www.SID.ir

Archive of SID

توصیه‌گر در پیدا کردن هرچه بهتر منابع مناسب خود موفق‌ترند. کاربران هرچه به منابع بیشتری رتبه بدهند، سامانه بهتر به علایق و سلایق آن‌ها پی می‌برد و قادر به توصیه‌ی منابع مناسب‌تری خواهد بود. از شاخص RMSE برای اندازه‌گیری کیفیت پیش‌بینی روش پیشنهادی در سه روال توصیه‌گری به‌کار رفته است. روال توصیه‌گری منبع‌مبنا بهترین نتیجه و روال توصیه‌گری ناشناس کم‌ترین نتیجه را داشته است.

به عنوان کار آینده، نویسندگان قصد دارند به منظور بهبود کارایی سامانه درگاه مکانی توصیه‌گر در توصیه‌ی هرچه بهتر منابع مناسب، از روش‌های نوین‌تر سیستم‌های توصیه‌گر استفاده می‌شوند. با افزایش تعداد کاربران درگاه مکانی توصیه‌گر و افزایش فضای محاسبات، کارایی سامانه در مدل کردن و شناخت رفتار کاربران می‌تواند کاهش یابد. به منظور رفع این مشکلات احتمالی سعی می‌شود از الگوریتم‌ها و روش‌های جدید و توسعه یافته سیستم‌های توصیه‌گر مانند روش SVD[1] استفاده شود.

مراجع

[1] Maguire, D.J. and P.A. Longley, The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures. Computers, environment and urban systems, 2005. 29(1): p. 3-14.

[2] Chen, A.Y.-A. and D. McLeod, Collaborative filtering for information recommendation systems. Department of Computer Science and Integrated Media System Center, 2005.

[3] Jannach, D., et al., Recommender systems: an introduction. 2010: Cambridge University Press.

[4] Ricci, F., L. Rokach, and B. Shapira, Introduction to recommender systems handbook. 2011: Springer.

[5] Rose, L., Geospatial portal reference architecture: a community guide to implementing standards-based geospatial portals. OpenGIS Disscusion Paper, OGC, 2004: p. 04-039.

[6] Infrastructures, D.S.D., the SDI Cookbook. GSDI/Nebert, 2004.

[7] Tait, M.G., Implementing geoportals: applications of distributed GIS. Computers, Environment and Urban Systems, 2005. 29(1): p. 33-47.

[8] Rajabifard, A., M.-E.F. Feeney, and I.P. Williamson, Directions for the Future of SDIDevelopment . International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2002. 4(1): p. 11-22.

[9] Mansourian, A., et al., Using SDI and web-based system to facilitate disaster management. Computers & Geosciences, 2006. 32(3): p. 303-315.

[10] Nogueras-Iso ,J., et al., OGC Catalog Services: a key element for the development of Spatial Data Infrastructures. Computers & Geosciences, 2005. 31(2): p. 199-209.

[11] Kliment, T., et al., Geospatial Information Relevant to the Flood Protection Available on The Mainstream Web. Slovak Journal of Civil Engineering, 2014. 22(1): p. 9-18.

[12] Nebert, D., A. Whiteside, and P. Vretanos, Opengis catalogue services specification. Implementation Specification, 2007.

[13] Zhao, P., Geospatial Web Services: Advances in Information Interoperability: Advances in Information Interoperability. 2010: IGI Global.

[14] Kliment, T., et al. Publishing OGC resources discovered on the mainstream web in an SDI catalogue. in The 16th AGILE International Conference on Geographic Information Science. 2013.

[15] Chen, R. Ontology-based dynamic data gathering of geographic information services. in Future Information Technology and Management Engineering (FITME), 2010 International Conference on. 2010. IEEE.

[16] AbuJarour, M., F. Naumann, and M. Craculeac, Collecting, annotating, and classifying public web services, in On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2010. 2010, Springer. p. 256-272.

[17] Chen, N., et al., A capability matching and ontology reasoning method for high precision OGC web service discovery. International Journal of Digital Earth, 2011. 4(6): p. 449-470.

[18] Shen, S., et al., A Catalogue Service for Internet GIServices Supporting Active Service Evaluation and Real-Time Quality Monitoring. Transactions in GIS, 2012. 16(6): p .745-761.

[1] Singular Value Decomposition

www.SID.ir

Archive of SID

[19] Li, Z., et al., An optimized framework for seamlessly integrating OGC Web Services to support geospatial sciences. International Journal of Geographical Information Science, 2011. 25(4): p. 595-613.

[20] Bobadilla, J., et al., Recommender systems survey. Knowledge-Based Systems, 2013. 46: p. 109-132.

[21] Schafer, J., The Application of Data-Mining to Recommender Systems. Encyclopedia of data warehousing and mining, 2009. 1: p. 44-48.

[22] Romero, C. and S. Ventura, Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. Expert systems with applications, 2007. 33(1): p. 135-146.

[23] Schafer, J.B., J. Konstan, and J. Riedl. Recommender systems in e-commerce. in Proceedings of the 1st ACM conference on Electronic commerce. 1999. ACM.

[24] Cheung, K-.W., et al., Mining customer product ratings for personalized marketing. Decision Support Systems, 2003. 35(2): p. 231-243.

[25] Berka, T. and M. Plößnig. Designing recommender systems for tourism. 2004. ENTER 2004: 11th International Conference on Information Technology in Travel & Tourism.

[26] Huang, Z., et al. A graph-based recommender system for digital library. in Proceedings of the 2nd ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries. 2002. ACM.

[27] Xu, E., M. Wermus, and D.B. Bauman, Development of an integrated medical supply information system. Enterprise Information Systems, 2011. 5(3): p. 385-399.

[28] Duan, L., W.N. Street, and E. Xu, Healthcare information systems: data mining methods in the creation of a clinical recommender system. Enterprise Information Systems, 2011. 5(2): p. 169-181.

[29] Pattaraintakorn, P., G.M. Zaverucha, and N. Cercone, Web based health recommender system using rough sets, survival analysis and rule-based expert systems, in Rough Sets, Fuzzy Sets, Data Mining and Granular Computing. 2007, Springer. p. 491-499.

[30] Lang, A.K. and D.M. Kosak, Collaborative/adaptive search engine. 2001, Google Patents.

[31] Linden, G., B. Smith, and J. York, Amazon. com recommendations: Item-to-item collaborative filtering. Internet Computing, IEEE, 2003. 7(1): p. 76-80.

[32] Zheng, Z., et al., Qos-aware web service recommendation by collaborative filtering. Services Computing, IEEE Transactions on, 2011. 4(2): p. 140-152.

[33] Zhang, Q., C. Ding, and C.-H. Chi. Collaborative filtering based service ranking using invocation histories. in Web Services (ICWS), 2011 IEEE International Conference on. 2011. IEEE.

[34] Breese, J.S., D. Heckerman, and C. Kadie. Empirical analysis of predictive algorithms for collaborative filtering. in Proceedings of the Fourteenth conference on Uncertainty in artificial intelligence. 1998. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

[35] Xue, G.-R., et al. Scalable collaborative filtering using cluster-based smoothing. in Proceedings of the 28th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. 2005. ACM.

[36] Jin, R., J.Y. Chai, and L. Si. An automatic weighting scheme for collaborative filtering. in Proceedings of the 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. 2004. ACM.

[37] Sarwar, B., et al. Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. in Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web. 2001. ACM.

[38] Deshpande, M. and G. Karypis, Item-based top-n recommendation algorithms. ACM Transactions on Information Systems (TOIS), 2004. 22(1): p. 143-177.

[39] Shardanand, U. and P. Maes. Social information filtering: algorithms for automating “word of mouth”. in Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. 1995. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.

[40] Hill, W., et al. Recommending and evaluating choices in a virtual community of use. in Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. 1995 .ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.

[41] Miller, B.N., et al. MovieLens unplugged: experiences with an occasionally connected recommender system. in Proceedings of the 8th international conference on Intelligent user interfaces. 2003. ACM.

[42] Goldberg, K., et al. Jester 2.0: Evaluation of a new linear time collaborative filtering algorithm. in Intl. ACM SIGIR Conf. on Research and Development in Information Retrieval. 1999.

www.SID.ir

Archive of SID

[43] Resnick, P., et al. GroupLens: an open architecture for collaborative filtering of netnews. in Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work. 1994. ACM.

[44] Cosley, D., et al. Is seeing believing?: how recommender system interfaces affect users' opinions. in Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. 2003. ACM.

[45] Schein, A.I., et al. Methods and metrics for cold-start recommendations. in Proceedings of the 25th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. 20 .۰۲ACM.

[46] EC, INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119, v. 1.0. European Commission (EC), Joint Research Centre, at: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/metadata/MD_IR_and_ISO_20081219.pdf., 2008b.

[47] Saaty, R.W., The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. Mathematical Modelling, 1987. 9(3): p. 161-176.

[48] Saaty, T.L. and G. Hu, Ranking by eigenvector versus other methods in the analytic hierarchy process. Applied Mathematics Letters, 1998. 11(4): p. 121-125.

[49] Kresse, W. and K. Fadaie, ISO standards for geographic information. 2004: Springer Science & Business Media.

[50] Shani, G. and A. Gunawardana, Evaluating recommendation systems, in Recommender systems handbook. 2011, Springer. p. 257-297.

[51] Ekstrand, M.D., J.T. Riedl, and J.A. Konstan, Collaborative filtering recommender systems. Foundations and Trends in Human-Computer Interaction, 2011. 4(2): p. 81-173.

www.SID.ir