نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره سوم، شماره ۳، بهمن ماه ۱۳۹۲

کشف اطلاعات در شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا با هدف ارائه‌ی یک سیستم توصیه کننده مکانی

محمد فرقانی*[۱]، فرشاد حکیم پور[۲]

[۱] دانشجوی دکتری سیستم‌های اطلاعات مکانی - گروه مهندسی نقشه‌برداری- پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران
mo.forghani@ut.ac.ir

[۲] استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری- پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران
farshad@hakimpour.com

(تاریخ دریافت اسفند ۱۳۹۱، تاریخ تصویب دی ۱۳۹۲)

چکیده

تسهیل در دسترسی به تکنولوژی‌های مکان‌یابی مانند **GPS** امکان ذخیره‌ی تجربیات مکانی و انتشار آن بر روی بستر اینترنت را برای افراد به وجود آورده است. استفاده از این قابلیت در شبکه‌های اجتماعی تحت وب و در نظر گرفتن داده‌های مکانی به اشتراک گذاشته شده توسط کاربران، به عنوان یال‌های ارتباطی که کاربران یک شبکه‌ی اجتماعی را به لایه‌ی اطلاعات مکانی متصل می‌کند، شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا را نتیجه می‌دهد. اضافه شدن بعد مکان در این شبکه‌ها باعث می‌شود که با ایجاد یک پل ارتباطی بین شبکه های اجتماعی مجازی و جهان واقعی، اطلاعات آنها به واقعیت نزدیک‌تر شود. شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا به واسطه‌ی اخذ و به روز رسانی اطلاعات از کاربران خود در سراسر دنیا، منابع غنی برای داده کاوی و کشف اطلاعات محسوب می‌شوند. بر اساس این اطلاعات می‌توان سرویس‌های مختلفی را به کاربران ارائه کرد که هم می‌توانند باعث بهبود ساختار شبکه‌ی اجتماعی کاربران شوند و هم از نظر مکانی، خدمات مختلفی را به کاربران ارائه کنند. در این مقاله تلاش شد تا با مدل کردن اطلاعات پیشینه‌ی مکانی کاربران در یک چارچوب سلسه مراتبی و با استفاده از الگوریتم‌های داده کاوی، مکان‌ها و مسیرهای جذاب و کاربران خبره در یک محدوده‌ی جغرافیایی شناسایی و بر اساس آن یک سرویس توصیه‌گر مکانی- زمانی ارائه شود. در این سیستم با توجه به مکان و زمان پرس وجو و بر اساس اطلاعات به اشتراک گذاشته شده‌ی سایر کاربران، مکان هایی برای بازدید به کاربر مورد نظر پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: شبکه‌ی اجتماعی مکان مبنا، داده کاوی مکانی، سیستم های توصیه‌گر .

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

فناوری اطلاعات امکان انجام کارهایی را برای ما فراهم کرده است که چند دهه قبل امری تخیلی و محال محسوب می‌شد. از جمله‌ی آنها تسهیل در ایجاد ارتباطات بر روی بستر وب است که یکی از نتایج آن به وجود آمدن زمینه‌ی شکل‌گیری شبکه‌های اجتماعی تحت وب می‌باشد. به صورت کلی هدف یک شبکه‌ی اجتماعی، بازسازی روابط اجتماعی افراد بوده و راه‌هایی را برای کاربران برای به اشتراک‌گذاری ایده‌ها، فعالیت‌ها، اتفاقات و علائق بر روی بستر اینترنت فراهم می‌کند. در سال‌های اخیر میزان عضویت در شبکه‌های اجتماعی تحت وب مانند Facebook[۱]، Twitter[۲] و LinkedIn[۳] به طور چشمگیری رشد داشته است. Facebook در حال حاضر حدود۹۰۰ میلیون کاربر در سراسر دنیا دارد که بیش از ۵۰۰ میلیون نفر از آنها لااقل یک بار در روز به این وب سایت وارد می‌شوند [۱]. به غیر از تعداد کاربران این وب سایت‌ها، میزان اطلاعاتی که کاربران تولید می‌کنند و به اشتراک می‌گذارند نیز اعجاب‌انگیز است، در اواسط سال ۲۰۰۷ حجم اطلاعاتی که روزانه در Facebook به اشتراک گذاشته می‌شد در حد یک ترابایت بود [۲].

از سوی دیگر، مجهز شدن دستگاه‌های دیجیتال قابل حمل (مانند گوشی‌های تلفن همراه هوشمند[۴])به تکنولوژی‌های مدرن مکان‌یابی (مانند GPS) و ارتباطات بی‌سیم (مانند Wi-Fi و 3G) پتانسیل قوی‌ای را برای ارائه‌ی سرویس‌های مختلف از جمله سرویس‌های مکان آگاه[۵] به وجود آورده است که نتیجه‌ی آن ارائه‌ی سرویس‌های متنوع مکان مبنا می‌باشد. یکی دیگر از سرویس‌هایی که در بین کاربران تلفن‌های همراه هوشمند با استقبال زیادی رو به رو شده است سرویس‌های مبتنی بر شبکه‌های اجتماعی است به طوری‌که مطالعه‌ای اخیرا نشان داده است که وب سایت-های ارائه کننده‌ی شبکه‌های اجتماعی بین ده مقصدی است که کاربران گوشی‌های تلفن همراه هوشمند به واسطه‌ی اینترنت به آن دسترسی دارند [۳].

بعد از پیشرفتی که در شبکه‌های اجتماعی، تلفن-های همراه هوشمند و سرویس‌های مکان آگاه به وجود آمد و استقبالی که از آن‌ها شد، قدم بعدی در این مسیر ترکیب این تکنولوژی‌ها با یکدیگر بود که منجر به پیدایش شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا شد [۴].

شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا افراد را قادر ساخته است تا بعد مکانی را به روش‌های مختلف به شبکه‌های اجتماعی موجود اضافه کنند. برای مثال کاربرها می-توانند عکس‌های خود را با مکان نشانه‌گذاری کرده[۶] و در شبکه‌های اجتماعی منتشر کنند (www.Flickr.com) یا نظرشان را در مورد یک رویداد، زمانی که در محل رخداد آن هستند بیان کنند (Twitter) یا هر لحظه دوستانشان را از مکان خود مطلع کنند (www.Foursquare.com) و یا مسیر سفرهای خود را با استفاده از GPS ذخیره کرده و با دیگران به اشتراک بگذارند (GeoLife [۵]).

شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا، امروزه میلیون‌ها کاربر به خود جذب کرده‌اند که نشان از محبوبیت زیاد آنها در مدت زمانی کوتاه است. وب سایت‌هایی مانند Foursquare و Gowalla[۷] از جمله‌ی معروف‌ترین شبکه-های اجتماعی مکان مبنا محسوب می‌شوند. همچنین شبکه‌های اجتماعی قدیمی و بزرگی مانند Facebook و Twitter قابلیت‌های مکان مبنایی را به سرویس‌های خود اضافه کرده‌اند. حاصل این تحولات برجسته‌تر شدن نقش مکان در بسیاری از سرویس‌های تحت وب، علاقه‌مندی بیشتر افراد نسبت به قبل برای به اشتراک گذاری اطلاعات مکانی خود با دیگران و ارائه‌ی سرویس‌های متفاوت بر اساس اطلاعات کاربران است.

در این تحقیق هدف ارائه‌ی یک سیستم توصیه کننده‌ی مکانی بر مبنای اطلاعات به اشتراک گذاشته شده توسط کاربران است. برای رسیدن به این هدف اولین قدم مدل کردن پیشینه‌ی مکانی همه‌ی کاربران در یک چارچوب سلسله مراتبی یکسان است. سیستم ارائه شده ابتدا مکان‌های محبوب در محدوده‌ی پرس و

۱ www.Facebook.com
۲ www.Twitter.com
۳ www.LinkedIn.com
٤ Smartphone
٥ Location-aware services

٦ Geo-tagging
۷ www.Gowalla.com

جو را کشف کرده و سپس مسیرهای پرطرفدار بین این مکانها را شناسایی می‌کند. منظور از مکان‌های محبوب مکان‌های شناخته شده‌ای هستند که یا به صورت کلی هر گردشگری علاقه دارد آنجا را بازدید کند و یا مکان-های عمومی مانند مراکز خرید و رستوران ها هستند که به صورت مکرر مورد بازدید افراد قرار می‌گیرند. با مشخص شدن مکان‌های محبوب و مسیرهای پر طرفدار، بر مبنای شرایط مکانی- زمانی کاربر مکان هایی برای بازدید به او ارائه می‌شود.

۲- تعاریف پایه

در این بخش سعی می‌کنیم بیان دقیق‌تری از تعاریف پایه‌ای را که در آنالیز شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا مورد نیاز است ارائه کنیم:

۲-۱- شبکه‌ی اجتماعی

یک شبکه‌ی اجتماعی گرافی است که رئوس آن افراد دنیای واقعی و یال‌های آن نمایشگر ارتباط بین افراد است. به عبارت دیگر یک شبکه‌ی اجتماعی یک گراف با یال‌های بدون جهت به فرم $N_{Social} = (U,F)$ است به طوری که U مجموعه‌ی رئوس (کاربران) و $F \subseteq U \times U$ مجموعه‌ی یال‌های ارتباطی بین کاربران است.

۲-۲- سلسله مراتب مکانی

یک موجودیت مکانی می‌تواند شامل یک یا چند موجودیت مکانی دیگر باشد. برای مثال یک شهر حاوی مناطق شهری است و مناطق شهری شامل ساختمان‌ها می‌باشند. ویژگی سلسله مراتبی داده‌های مکانی به صورت یک گراف جهت‌دار به فرم GH=(E,H) مدل می‌شود که $H = \{(e,e') \mid e \in E, e' \in E, e \subset e'\}$ نشان دهنده‌ی یال ارتباطی بین دو موجودیت مکانی می‌باشد.

۲-۳- شبکه‌ی اطلاعات مکانی

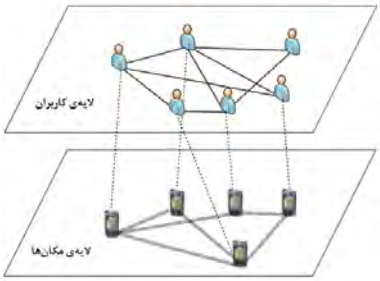
یک شبکه‌ی اطلاعات مکانی گرافی است که رئوس آن، مکان‌های جغرافیایی و یال‌های آن بیانگر ارتباط بین مکان‌هاست. به عبارت دیگر یک شبکه‌ی اطلاعات مکانی گرافی است مانند $N_{Spatial} = (O,R)$ که O مجموعه‌ی مکان‌ها و $R \subseteq O \times O$ مجموعه‌ی یال‌های ارتباطی بین مکان‌های است که با یکدیگر همبستگی دارند.

۲-۴- الگوهای زمانی [۶]

برای نمایش یک بخش از واحد زمانی یا ترکیبی از واحدهای زمانی به نوعی که مفهومی خاص را با خود داشته باشند (مثلا روزهای کاری یا یک‌شنبه‌ها) از الگوی زمانی استفاده می‌شود که می‌توان آن را به فرم $TP = (tr, [d_1, \ldots, d_k], st, et)$ نشان داد. در این الگو، tr واحد زمانی است که الگو در مورد آن است (مثلا سال، ماه، هفته، روز)، $[d_1 \ldots d_k]$ نشان دهنده‌ی بخش مورد نظر از واحد زمانی و st و et ساعت شروع و پایان این الگو است. برای مثال $(week, [2,3,4,5,6], 9, 17)$ نشان دهنده‌ی ساعت ۹ صبح تا ۵ بعدازظهر روزهای کاری هفته و $(day, [1], 22, 5)$ نشان دهنده‌ی نیمه شب است.

۲-۵- شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا

یک شبکه‌ی اجتماعی- مکانی گرافی است که در آن شبکه‌ی اجتماعی و شبکه‌ی اطلاعات مکانی به واسطه‌ی رابطه‌ی بین مکان و کاربر با یکدیگر تجمیع شده‌اند. با فرض شبکه‌ی اجتماعی به فرم $N_{Social} = (U,F)$ و شبکه‌ی مکانی به فرم $N_{Spatial} = (O,R)$ و با در نظر گرفتن ویژگی سلسله مراتب مکانی با مدل G=(O,HG) و ویژگی سلسله مراتب زمانی با مدل M=(T,HT) ، شبکه‌ی اجتماعی مکان مبنا به فرم یک گراف $N_{Join} = ((U,F),(O,R),B)$ خواهد بود که رئوس آن متشکل از (U,F) به عنوان اعضاء شبکه‌ی اجتماعی و (O,R) به عنوان اجزاء شبکه‌ی مکانی می باشد و یال‌های ارتباطی آن به صورت $B \subset U \times O \times T$ مدل می‌شود که به معنای وجود ارتباط بین مکان و کاربر است.



شکل ۱- شبکه ی اجتماعی مکان مبنا [۷]

۲-۶- اطلاعات نقطه- مکان[۱]

مدل اطلاعات نقطه- مکان را می‌توان به فرم $Cs = \{c = (u,t,g,p) \mid u \in U, t \in T, g \in G, p \in P\}$ تعریف کرد که در آن U مجموعه‌ی کاربران، P مجموعه‌ی مکان‌ها، T مجموعه‌ی زمانی و G مجموعه‌ی مختصات به دست آمده از GPS است.

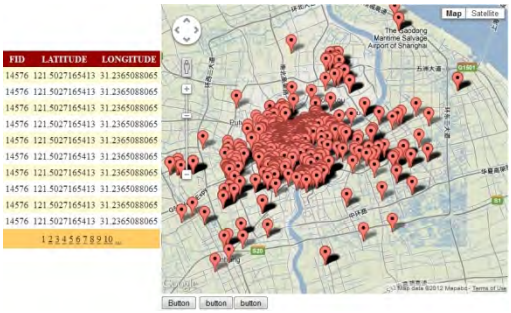
۲-۷- دنباله‌ی حرکتی[۲]

از اتصال داده‌های مکانی c_i که به فرم اطلاعات نقطه- مکان بوده و توسط کاربر u به اشتراک گذاشته شده است (به ترتیب زمان) دنباله‌ی حرکتی با مدل $Cs_u = \{(c_1, c_2, ..., c_{N_u}) \mid c_i \in Cs, c_i.t < c_{i+1}.t\}$ حاصل می‌شود که در آن Nu نشان دهنده‌ی تعداد اطلاعات نقطه - مکان است.

۳- داده‌های مورد مطالعه

در این تحقیق، از داده‌های وب سایت Gowalla استفاده شد. وب سایت Gowalla یک شبکه‌ی اجتماعی مکان مبنا است که از سال ۲۰۰۹ شروع به کار کرده است. کابران این شبکه از طریق اعلام اطلاعات نقطه- مکان خود با گوشی‌های تلفن همراه می‌توانند مکان خود را با دوستانشان به اشتراک بگذارند. مجموعه داده‌ی این تحقیق شامل ۲۱۴۳ مورد اطلاعات نقطه- مکان است که دربرگیرنده‌ی ۷۳۶ مکان متفاوت در شهر شانگهای چین بوده و توسط ۲۸۷ کاربر در بازه‌ی زمانی حدودا ۱۰ماهه در سال‌های ۲۰۱۰ - ۲۰۰۹ به اشتراک گذاشته شده است.

۱ Check-in Data
۲ Trajectory

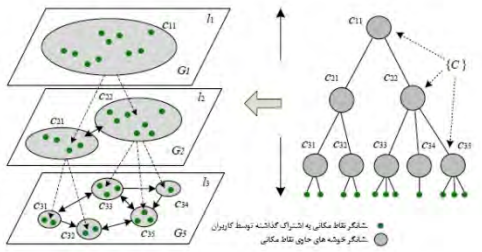


شکل ۲- توزیع مکانی داده‌های مورد تحقیق

۴- مدل‌سازی پیشینه‌ی حرکتی کاربر

از آنجایی که هدف ما در سرویس‌های مبتنی بر شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا دستیابی به اطلاعات غنی‌تر در مورد ارتباط بین کاربران، ارتباط بین کاربران و مکان‌ها و ارتباط بین مکان‌ها مبتنی بر اطلاعات مکانی کاربران مختلف است؛ در اولین قدم لازم است چارچوب یکسانی را برای مدل کردن پیشینه‌ی مکانی کاربران ارائه کنیم تا امکان مقایسه‌ی کاربران از بعد مکانی فراهم شود. با این هدف Yu Zheng و همکاران [۷] مدلی را ارائه کرده‌اند که شامل دو مرحله‌ی ۱- ساخت چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی (TBH) ۲- ساخت گراف سلسله مراتبی (TBHG) می‌باشد.

در این تحقیق بر مبنای مدل ارائه شده توسط Yu Zheng *et al* [۷] پیشینه‌ی مکانی کاربران در دو مرحله‌ی زیر پیاده‌سازی شد.

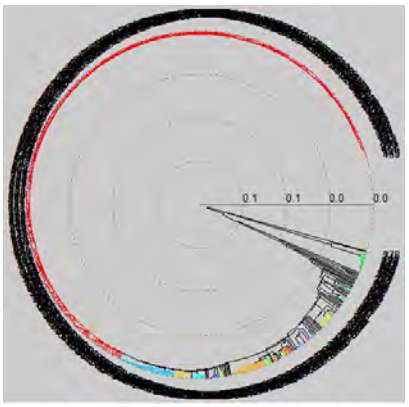


شکل ۳- ساخت چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی و گراف سلسله مراتبی[۲۲]

۴-۱- ساخت چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی

چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی F را مجموعه‌ای متشکل از خوشه‌های C با ساختار سلسله مراتبی L به فرم F=(C,L) تعریف می‌کنند که

$L=\{l_1,l_2,...,l_n\}$ لایه‌های مدل را نشان داده و C مجموعه‌ی خوشه‌ها به فرم $C=\{c_{ij} \mid 1\le i\le |L|, 0\le j\le |Ci|\}$ می‌باشد که در آن c_{ij}، j امین خوشه در لایه ی l_i است و C_i مجموعه خوشه‌های لایه‌ی i ام است. برای ساخت این مدل نقاط مکانی را که کاربران بازدید کرده‌اند در یک مجموعه قرار داده و با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی سلسله مراتبی متراکم شونده، با در نظر گرفتن معیار فاصله‌ی اقلیدسی و متد نزدیکترین همسایه، داده‌ها را در چندین سطح به خوشه‌های مختلف که نشانگر نواحی جغرافیایی است تقسیم می‌کنیم [۸]. در نتیجه نقاط مکانی مشابه که توسط کاربران مختلف بازدید شده است در سطوح مختلف در خوشه‌های مشترک قرار می‌گیرند.



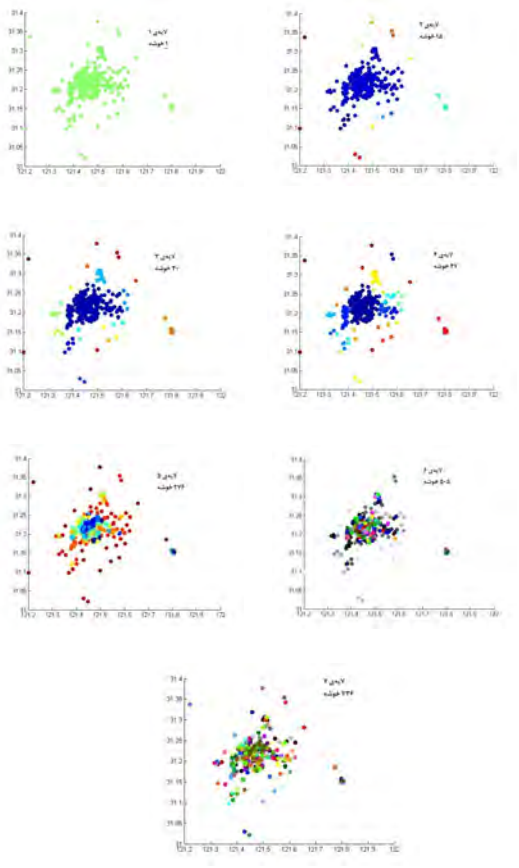
شکل ۴- نمودار دندروگرام[۱] حاصل از خوشه بندی سلسله مراتبی

از آنجا که تعداد نقاط مکانی زیاد می‌باشد استفاده از الگوریتم خوشه بندی سلسله مراتبی، درختی با سطوح متعدد نتیجه می‌دهد لیکن آن‌چیزی که ما به آن نیاز داریم درختواره‌ای با تعداد سطوح محدود است. در نتیجه باید با انتخاب تعداد خوشه‌ها برای هر لایه از چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی، ساختار درختی حاصل از الگوریتم خوشه بندی سلسله مراتبی را محدود کنیم. برای تعیین تعداد خوشه ها در هر سطح، از الگوریتم خوشه بندی کاهشی[۲] [۹] استفاده می‌کنیم.

خروجی الگوریتم خوشه بندی کاهشی نقاطی است که احتمالا مراکز خوشه‌ها خواهد بود و تعداد این مراکز، تعداد احتمالی خوشه‌ها را نشان می‌دهد. در ادامه با فرض فرد بودن تعداد لایه‌های چارچوب درختی تجمعی- اشتراکی (n) و با فرض مشخص بودن تعداد برآورد شده‌ی خوشه‌ها، حاصل از الگوریتم خوشه بندی کاهشی (K) و تعداد نقاط مکانی (N) تعداد خوشه‌ها در هر لایه از چارچوب درختی تجمیعی– اشتراکی (R_i) از رابطه ی (۱) به دست می آید:

$$R_i=\begin{cases}1+\left[\dfrac{2\times(K-1)}{(n-1)}\right]\times(i-1) & IF\ \ i<[n/2]+1\\ K & IF\ \ i=[n/2]+1\\ N-\left[\dfrac{2\times(N-K)}{(n-1)}\right]\times(n-i) & IF\ \ i>[n/2]+1\end{cases} \qquad (۱)$$

در این تحقیق چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی در هفت سطح پیاده سازی شده است.



شکل ۵- هفت لایه‌ی چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی

۴-۲- ساخت گراف سلسله مراتبی

بر اساس درختواره‌ی تجمیعی- اشتراکی H و دنباله- ی حرکتی کاربران، در هر سطح می‌توانیم خوشه‌ها را با

۱ Dendrogram
۲ Subtractive clustering

یال‌های جهت‌دار به یکدیگر متصل کنیم. اگر دو مکان در دنباله‌ی حرکتی یک کاربر متوالی باشد و در دو خوشه‌ی متفاوت قرار داشته باشد، بین این خوشه‌ها یال ارتباطی وجود خواهد داشت. از آن‌جایی که هر خوشه بیانگر مکانی است که توسط چندین کاربر بازدید شده است می‌توان مفاهیم زیادی را از آن استنباط کرد.

با استفاده از این گراف سلسله مراتبی، کاربران مختلف از نظر مکانی قابل مقایسه خواهند بود. به عبارت دیگر با استفاده از این مدل می‌توان بین کاربران با درجات متفاوت مشابهت تفاوت قائل شد. واضح است که افرادی که مکان‌های مشابهی در لایه‌های پایینی مدل به اشتراک می‌گذارند نسبت به کسانی که در لایه‌های بالاتر پیشینه‌ی مکانی مشابه دارند بیشتر به یکدیگر وابستگی دارند. برای مثال کسانی که یک موزه ی مشترک را بازدید کرده‌اند نسبت به کسانی که یک شهر مشترک را بازدید کرده‌اند از احتمال مشابهت بیشتری برخوردار هستند.

۵- کشف مکان‌ها و مسیرهای جذاب و کاربران خبره در یک محدوده‌ی مشخص مکانی

افراد در سفر به شهرها و مناطقی که با آن آشنایی ندارند، عموما علاقه‌مند هستند تا از مکان‌های جذاب عمومی و مسیرهای پرطرفدار مطلع باشند. منظور از مکان‌های جذاب عمومی، علاوه بر مکان‌هایی مانند موزه-ها که مورد بازدید گردشگران قرار می‌گیرند، مکان‌هایی مانند رستوران ها و مراکز خرید نیز می‌باشند که توسط ساکنان منطقه هم مکرر بازدید می‌شوند. با استفاده از داده‌های مکانی به اشتراک گذاشته شده در شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا، می‌توان سرویس‌های مختلفی را ارائه کرد که جذاب‌ترین مکان‌ها را در محدوده‌ی مکانی کاربر شناسایی کرده و مسیر های پر طرفدار به معنای دنباله‌های مکانی را بیابد [۴, ۱۰]. در پروسه‌ی کشف اطلاعات در اینگونه از سرویس‌ها باید دو نکته را در نظر داشته باشیم [۱۱]:

اولین آن در تعیین میزان جذابیت مکان است. میزان جذابیت مکان را فقط از تعداد افرادی که از آنجا بازدید می‌کنند نمی‌توان نتیجه گرفت بلکه باید اینکه چه کسانی از آنجا بازدید می‌کنند را نیز در نظر گرفت. میزان آشنایی افراد مختلف با یک منطقه‌ی مکانی متفاوت بوده و پر واضح است که احتمال بازدید کاربرانی که آشنایی بهتری با منطقه دارند از مکان‌های جذاب‌تر بیشتر خواهد بود. دومین نکته ای که باید در نظر داشت، نسبی بودن بودن میزان جذابیت مکان‌ها و سطح شناخت کاربران و وابسته بودن هر دو به محدوده‌ی مکانی مورد پرس و جو است. برای مثال ممکن است کاربری که در یک شهر مکان‌های زیادی را بازدید کرده است و فرد مطلع محسوب می‌شود، از شهر دیگری هیچ اطلاعی نداشته باشد. یا یک رستوران در یک ناحیه از شهر جذاب‌ترین مکان محسوب شود ولی در کل شهر این برتری را نداشته باشد.

۵-۱- روش کشف مکان‌های جذاب و کاربران خبره

برای کشف مکان‌های معتبر و افراد با اهمیت بر مبنای داده‌های شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا، از یک روش استنتاجی مبتنی بر مدل HITS و گراف سلسله مراتبی حاصل شده از ساختار درختی تجمیعی-اشتراکی استفاده می‌شود [۱۱]. این مدل استنتاجی میزان جذابیت مکان و تجربه‌ی مکانی کاربر را با در نظر گرفتن ۱) وابستگی شدید این دو مقدار به یکدیگر ۲) وابستگی این مقادیر به محدوده‌ی جغرافیایی برآورد می‌کند.

۵-۱-۱- مفهوم مدل HITS [۱۲]

کاربرد اصلی این مدل در موتورهای جست و جوی وب برای رتبه بندی و بازگرداندن اطلاعات مبتنی بر پرس و جوی انجام شده می‌باشد. الگوریتم HITS دو امتیاز را برای هر کدام از صفحات وب برآورد می‌کند ۱) میزان اعتبار[۱] ۲) میزان اهمیت[۲].

یک صفحه‌ی وب معتبر، صفحه‌ای است که از طرف تعداد زیادی از صفحات با آن صفحه حلقه‌ی ارتباطی ایجاد شده باشد (از صفحات دیگر به آن صفحه رجوع شود) و صفحه‌ی با اهمیت، صفحه‌ای است که از طرف

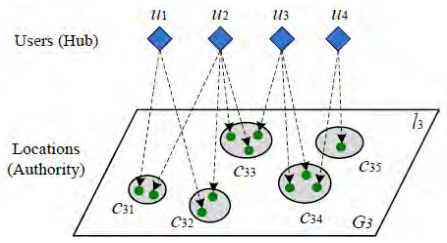
۱ Authority score
۲ Hub score

آن صفحه با تعداد زیادی از صفحات پیوند ارتباطی برقرار شده باشد (از آن صفحه به صفحات دیگر رجوع شود). بر مبنای این مدل اعتبار و اهمیت صفحات شدیداً بر روی هم تأثیرگذار بوده و به یکدیگر وابستگی دارند. میزان اعتبار یک صفحه، جمع میزان اهمیت صفحاتی است که با آن صفحه پیوند ارتباطی برقرار کرده‌اند و میزان اهمیت یک صفحه، جمع اعتبار صفحاتی است که از صفحه‌ی مورد نظر با آنها پیوند ارتباطی برقرار شده است.

۵-۱-۲- مدل استنتاجی با روش HITS [۱۱]

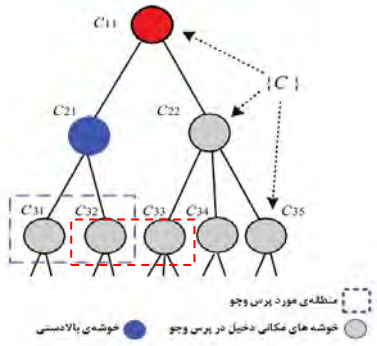
در این مدل، با در نظر گرفتن خوشه‌های موجود در هر لایه از چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی به عنوان مکان‌ها؛ بازدید هر کاربر از هر مکان به صورت یک یال ارتباطی از کاربر به مکان فرض می‌شود.

مشابه با مدل HITS، در این مدل منظور از کاربر با اهمیت کاربری است که از مکان‌های متعدد بازدید کرده است و یک مکان معتبر، مکانی است که توسط کاربران متعدد بازدید شده است. واضح است که یک کاربر آشنا به یک منطقه (دارای تجربه‌ی مکانی) احتمالا از مکان-های معتبر و جذاب منطقه بازدید می‌کند و از سوی دیگر مکان‌های جذاب در یک منطقه احتمالا توسط کاربران آشنا به آن منطقه بازدید می‌شود. از اینرو در این مدل میزان تجربه‌ی مکانی کاربر از جمع میزان اعتبار مکان‌هایی که کاربر بازدید کرده است به دست می‌آید و میزان جذابیت مکان از جمع میزان تجربه‌ی مکانی کاربرهایی که از آن منطقه بازدید کرده‌اند حاصل می‌شود.



شکل ۶- مدل استنتاجی بر مبنای روش HITS [۲۰]

همانگونه که گفته شد تجربه‌ی مکانی کاربران منطقه ای[۱] است. بدین معنا که بسیار محتمل است یک کاربر که تجارب و دید خوبی در مورد مکان‌های یک شهر دارد، در مورد شهر دیگر شناختی نداشته باشد. یا یک فرد که بسیاری از مکان‌های یک منطقه از شهر را (مثلا به دلیل سکونت در آن منطقه) می‌شناسد در مورد مکان‌های منطقه‌ی دیگری از شهر بی‌اطلاع باشد. از اینرو مشخص کردن یک منطقه‌ی جغرافیایی به عنوان محدوده‌ی پرس و جو ضروری است. برای پاسخ به این نیاز از چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی استفاده می‌کنیم. با این توضیح که در گراف سلسله مراتبی، مرز هندسی رئوس گراف در هر لایه (خوشه‌های حاوی نقاط مکانی) به صورت ضمنی محدوده‌ی جغرافیایی رئوس گراف در لایه‌های پایین‌تر را مشخص می‌کند. این محدوده‌ها که توسط خوشه‌ها در لایه‌های مختلف تعریف می‌شوند می‌توانند معانی مختلفی مانند شهر، منطقه‌ی شهری و یا یک محله را داشته باشند. در نتیجه می‌توان میزان جذابیت هر مکان و تجربه‌ی مکانی هر کاربر را در محدوده‌ای که توسط هر کدام از خوشه‌های لایه‌های بالادستی تعریف می‌شوند برآورد کرد.



شکل ۷- انتخاب محدوده‌ی پرس و جو با استفاده از چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی

- **جذابیت (اعتبار) مکان :**

میزان جذابیت یک مکان (c_{ij}) به صورت یک مجموعه از امتیازهای مبتنی بر اعتبار مکان به فرم I_{ij}^{L} تعریف می‌شود که در آن $I_{ij} = \{I_{ij}^{1}, I_{ij}^{2}, \ldots, I_{ij}^{L}\}$ بیانگر میزان امتیاز خوشه‌ی c_{ij} به عنوان یک مکان، در

۱ Region-related

محدوده‌ی جغرافیایی خوشه‌ی بالا دستی در لایه‌ی L است به طوری که $1 \le L < i$.

- **تجربه ی مکانی (اهمیت) کاربر:**

تجربه‌ی مکانی یک کاربر (u_k) به صورت یک مجموعه از امتیازات مبتنی بر اهمیت کاربر به فرم $e^k = \{e_{ij}^k \mid 1 \le i < |L|, 1 \le j \le |C_i|\}$ تعریف می‌شود که در آن e_{ij}^k مشخص کننده‌ی میزان اهمیت کاربر u_k در محدوده‌ی c_{ij} است.

با در نظر گرفتن مکان‌هایی که متعلق به یک خوشه‌ی مشترک در لایه‌ی بالادستی (محدوده‌ی پرس و جو) هستند، یک ماتریس همسایگی مانند M بین کاربران و مکان‌ها بر اساس بازدیدی که کاربران از مکان‌ها داشته‌اند ساخته می‌شود. در این ماتریس مقدار V_{ij}^{k} بیانگر تعداد دفعاتی است که کاربر u^k از خوشه c_{ij} -jمین خوشه از لایه ی iام- بازدید کرده است.

$$M = \begin{array}{c} \\ u^1 \\ u^2 \\ u^2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccc} c_{i1} & c_{i2} & c_{i3} & \cdots & \cdots & \cdots \end{array} \\ \begin{bmatrix} V_{i1}^1 & V_{i2}^1 & V_{i3}^3 & \cdots & \cdots & \cdots \\ V_{i1}^2 & V_{i2}^2 & & & & \\ V_{i1}^3 & & \ddots & & & \\ & & & \ddots & & \\ & & & & \ddots & \\ & & & & & \ddots \end{bmatrix} \end{array}$$

ارتباط دو سویه و وابستگی میزان اعتبار مکان‌ها و میزان اهمیت کاربران با روابط زیر بیان می‌شود:

$$I_{ij}^{L} = \sum_{u_k \in U} e_{Lq}^{k} \times v_{ij}^{k} \qquad (۲)$$

$$e_{Lq}^{k} = \sum_{c_{ij} \in c_{Lq}} v_{ij}^{k} \times I_{ij}^{L} \qquad (۳)$$

در رابطه‌ی فوق c_{Lq} خوشه‌ی بالادستی در لایه‌ی L است که شامل رئوس c_{ij} می‌باشد به صورتی که $1 \le L < i$. با فرض J به عنوان ماتریس ستونی که المان‌های آن بیانگر میزان اعتبار برآورد شده برای مکان‌هاست و E به صورت ماتریس ستونی که المان‌های آن بیانگر میزان اهمیت کاربران است روابط (۴) و (۵) به صورت زیر حاصل می‌شوند:

$$J = M^T \cdot E \qquad (۴)$$

$$E = M \cdot J \qquad (۵)$$

فرآیند تکراری محاسبه‌ی اعتبار مکان‌ها و اهمیت افراد $(J_n$ و $E_n)$ به فرم زیر است:

$$J_n = M^T \cdot M \cdot J_{n-1} = (M^T \cdot M)^n \cdot J_0 \qquad (۶)$$

$$E_n = M \cdot M^T \cdot E_{n-1} = (M \cdot M^T)^n \cdot E_0 \qquad (۷)$$

با فرض $J_0 = E_0 = (1,1,1 \ldots 1)$، قادر خواهیم بود تا اعتبار مکان‌ها و اهمیت کاربران را با استفاده از روش توانی تکرار شونده برآورد کرده و سپس k تا جذاب‌ترین مکان‌ها و خبره‌ترین کاربرها را در پاسخ به پرس و جوی کاربر برگردانیم.

در نتیجه‌ی پیاده‌سازی سیستم کشف مکان‌های جذاب بر روی داده‌های نقطه- مکان کاربران در محدوده‌ی شهر شانگهای چین، منطقه‌ی jing'an به عنوان پرطرفدارترین منطقه شناسایی شد. این منطقه یکی از مناطق مرکزی شهر شانگهای بوده و مهم‌ترین مراکز تجاری و اداری را در خود جای داده است تا جایی که سمبل شهر شانگهای در قرن ۲۱ محسوب می‌شود[۱۳, ۱۴].

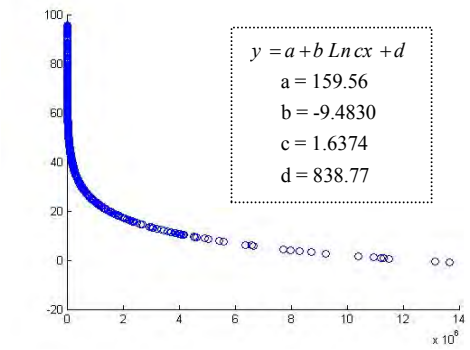
شکل ۸- یافتن مکان‌های جذاب در سطوح مختلف برای شهر شانگهای، چین

۵-۲- شناسایی مسیرهای حرکتی (دنباله‌های مکانی) پرطرفدار

در این مرحله، هدف کشف k تا از پرطرفدارترین مسیرها به معنای دنباله‌ی مکان‌هایی که به طور متوالی توسط کاربران بازدید شده است را در یک لایه از ساختار درختی تجمیعی - اشتراکی کشف کنیم. بر خلاف داده‌های دنباله‌ی حرکتی به دست آمده از خط سیر[۱] GPS که اطلاعات مکانی را در فواصل زمانی مشخص تولید می‌کنند و می‌توان از آنها اطلاعات زیادی مانند جزئیات مسیر حرکتی، سرعت حرکت، مدت زمان حرکت، زمان رسیدن به مکان، زمان خروج از مکان و مدت زمان اقامت در مکان را استخراج کرد، داده‌های دنباله‌ی حرکتی به دست آمده از اتصال اطلاعات نقطه-مکان کاربر بر مبنای ترتیب زمانی، دنباله هایی با فواصل زمانی- مکانی متغیر خواهد بود که نه از آنچه که بین دو نقطه اتفاق افتاده است اطلاعاتی به ما می‌دهد و نه از آنچه که از نظر زمانی در نقاط مکانی اتفاق افتاده است. هراندازه کاربر داده‌های مکانی خود را در فواصل زمانی کوتاه‌تری به اشتراک گذاشته باشد، دنباله‌ی مکانی حاصل از آن داده‌ها اطلاعات بیشتری را به ما خواهد داد و در نتیجه در آنالیزها ارزش بیشتری دارد. از اینرو در استخراج اطلاعات از دنباله‌های حرکتی به دست آمده از داده‌های نقطه- مکان باید از استراتژی وزن‌دهی استفاده کرد. برای اینکار به هر جابه‌جایی بین دو نقطه بر اساس فاصله‌ی زمانی بین آن وزنی را متناسب با معکوس مقدار فاصله‌ی زمانی اختصاص می‌دهیم. نتیجه این خواهد بود که در کاوش اطلاعات، مسیرهای با فواصل زمانی کوتاهتر وزن و تاثیر بیشتری خواهند داشت.

۵-۲-۱- روش وزن دهی به سفرهای مکانی

برای وزن‌دهی به مسیرهای حرکتی، باید از تابعی استفاده کنیم که فواصل زمانی بین مکان‌ها را به مثلا اعدادی بین صفر و صد تصویر کند. به این صورت که کمترین فاصله‌ی زمانی ممکن را به حدود صد و بیشترین فاصله‌ی زمانی موجود در پایگاه داده‌ی دنباله‌های حرکتی را به حدود صفر تصویر کند. ما برای رسیدن به این هدف از تابع $y = a + b\,Ln\,(cx + d)$ استفاده کردیم. به این صورت که x فاصله‌ی زمانی دو مکان بر حسب ثانیه است و y وزن به دست آمده برای مسیر. برای استفاده از این تابع باید ۴ پارامتر c,b,a و d را مشخص کنیم که این کار نیاز به حداقل ۴ مسیر با فاصله‌ی زمانی مشخص و وزن فرضی دارد.



شکل ۹- تصویر فواصل زمانی مکان‌ها به اعدادی بین صفر و صد

برای مثال اگر بخواهیم میزان محبوبیت مسیر فرضی $A \mapsto C$ را محاسبه کنیم باید سه مقدار زیر را در نظر بگیریم:

۱) **میزان اعتبار مکان A** (I_A)، وزن داده شده با احتمالی که کاربران از این نقطه به طرف نقطه‌ی C حرکت می‌کنند (out_{AC}). این احتمال از تقسیم مجموع وزن سفرهایی که بین نقاط A و C انجام شده است به مجموع وزن سفرهایی که از نقطه‌یA شروع شده است حاصل می‌شود.

۲) **میزان اعتبار مکانC** (I_C)، وزن داده شده با احتمالی که کاربران وارد شده به این مکان از نقطه‌ی A آمده‌اند (In_{ac}). این احتمال از تقسیم مجموع وزن سفرهایی که بین نقاط A و C انجام شده است به مجموع وزن سفرهایی که به نقطه‌ی C ختم می‌شود حاصل می‌شود.

۳) **میزان تجربه‌ی مکانی** (اهمیت) کاربرانی که این مسیر را طی کرده اند.

رابطه‌ی زیر محاسبه‌ی میزان محبوبیت مسیر فرضی $A \mapsto C$ را با در نظر گرفتن سه مقدار فوق نشان می‌دهد:

$$S_{AC} = \sum_{u_k \in U_{AC}} (I_A \cdot out_{AC} + I_C \cdot In_{AC} + e^K) \qquad (۱)$$

کشف مسیرهای پرطرفدار با محاسبه‌ی میزان

---

۱ Trajectory

محبوبیت مسیرهای دو مکانه شروع می‌شود و سپس مسیرهای سه مکانه‌ی محبوب بر اساس مسیرهای دو مکانه یافت شده و این روند برای کشف مسیرهای با تعداد نقاط بیشتر ادامه پیدا می‌کند. همچنین واضح است که می‌توان سفر بین مکان‌ها را با استفاده از چارچوب درختی تجمیعی اشتراکی از جابه جایی بین دو نقطه‌ی مکانی به جابه جایی بین دو محدوده‌ی جغرافیایی تعمیم داد.

شکل ۱۰- چهار مسیر حرکتی پرطرفدار بر مبنای داده‌های نقطه- مکان کاربران در محدوده‌ی شهر شانگهای چین

۶- پیشنهاد مکان برای بازدید با در نظر گرفتن شرایط مکانی زمانی کاربر

ارائه‌ی سرویس‌های توصیه کننده‌ی مکانی و یا سرویس‌های برنامه ریزی سفر موضوعی است که مورد توجه محققان زیادی قرار گرفته است [۱۵-۱۹]. دانستن مکان‌ها و مسیر های جذاب می‌تواند سفر را به مناطق ناآشنا آسان کند، اما هنوز چالش‌های برنامه‌ریزی سفر به قوت خود باقی است. اطلاعاتی مانند مکان‌ها و مسیرهای جذاب تابع گذر زمان است و شرایطی مانند اینکه در چه زمانی از روز قرار داریم، چه روزی از هفته هستیم و درچه فصلی از سال به سر می‌بریم بر آنها تاثیر گذار است. برای مثال ممکن است مکانی در شهر تا یک زمانی جذاب‌ترین مکان شهر باشد و بعد از آن یک مکان جدید مورد توجه ساکنان آن منطقه قرار یگیرد. یا ممکن است یک مکان در فصل تابستان مورد استقبال قرار گیرد و مکانی دیگر در فصل زمستان. یا ممکن است مکانی در آخر هفته ها پر بازدید باشد و یا یک مکان در ساعات خاصی از روز کاربرد داشته باشد. نتیجه اینکه برای ارائه‌ی پیشنهاد مکانی باید علاوه بر در نظر گرفتن اطلاعاتی که از مکان‌ها و مسیرهای جذاب به دست آمده است، شرایط مکانی و زمانی کاربر نیز در نظر گرفته شود. برای انجام اینکار باید در سیستم توصیه کننده سه مرحله طی شود: ۱- تکمیل گراف سلسله مراتبی ۲- یافتن مسیرهایی (دنباله‌های دو مکانه‌ای) که از مکان کنونی کاربر آغاز می‌شود. اگر مکان کاربر جزء مکان‌های موجود نباشد از نزدیک‌ترین مکان موجود استفاده می‌شود. ۳- رتبه بندی مسیرهای یافت شده در مرحله‌ی قبل.

۶-۱- تکمیل گراف سلسله مراتبی

همان‌گونه که گفته شد از چارچوب درختی تجمیعی- اشتراکی می‌توان گراف سلسله مراتبی را نتیجه گرفت که رئوس آن مکان‌ها هستند و یال‌های ارتباطی آن نشانگر جابه‌جایی کاربر بین مکان‌هاست. در ادامه برای آنکه بتوانیم استنتاج کامل‌تری را انجام بدهیم لازم است این گراف از نظر اطلاعاتی بسط داده شود. به این منظور بعد زمانی نقاط مکانی را از دو نظر بررسی می‌کنیم:

I. زمان شبانه روز را به چهار قسمت ۱۲ شب تا ۶ صبح، ۶ صبح تا ۱۲ ظهر، ۱۲ ظهر تا ۶ عصر و ۶ عصر تا ۱۲ شب تقسیم می‌کنیم که مفاهیم تقریبی نیمه شب، نیمروز، عصرگاه و شامگاه را بیان می‌کند.

II. روزهای هفته را به دو نوع روز کاری که شامل ۵ روز و تعطیلات آخر هفته که شامل دو روز است تقسیم می‌کنیم.

نتیجه‌ی تقسیم بندی فوق به دست آمدن شش الگوی زمانی است که باید احتمال وقوع هر کدام را برای هر رأس گراف که همان مکان‌ها هستند محاسبه کرد. این احتمالات از تقسیم تعداد دفعات بازدید کاربران از مکان مورد نظر در هر کدام از بازه‌های زمانی تعریف شده به تعداد کل دفعات بازدید کاربران از مکان مورد نظر حاصل می‌شود.

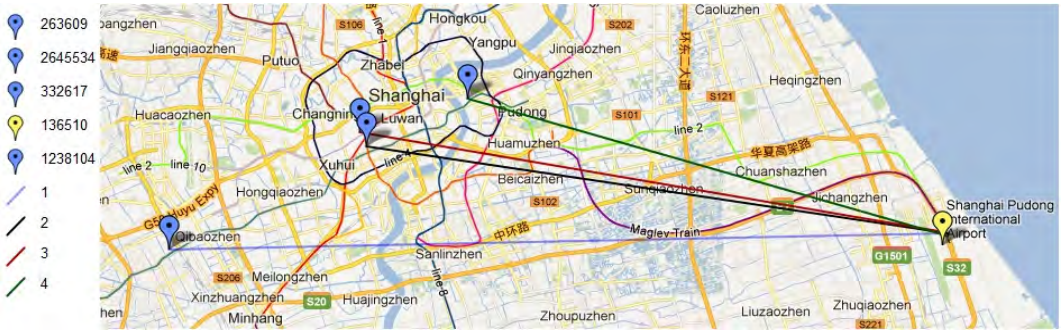
۶-۲- رتبه‌بندی مسیرها با هدف پیشنهاد مکان برای بازدید به کاربر

بعد از یافتن مسیرهای پرطرفداری که از مکان کنونی کاربر آغاز می‌شود باید آنها را بر مبنای شرایط کاربر رتبه‌بندی کرد تا بهترین آنها پیشنهاد شود. برای رسیدن به این هدف از سه پارامتر زیر استفاده می‌شود:

- **نسبت هم‌ساعتی (SHR):** سیستم با دریافت ساعت شروع سفر به عنوان ورودی و تشخیص الگوی زمانی شروع سفر بر اساس دسته‌بندی زمانی(I) پارامتر مربوط به الگوی تشخیص داده شده را به عنوان نسبت هم‌ساعتی در نظر می‌گیرد.
- **نسبت هم‌روزی (SDR):** سیستم با دریافت روز شروع سفر به عنوان ورودی و تشخیص الگوی زمانی شروع سفر بر اساس دسته‌بندی زمانی(II) پارامتر مربوط به الگوی تشخیص داده شده را به عنوان نسبت هم‌روزی در نظر می‌گیرد.
- **نسبت میزان عمومیت مسیر (SPR):** این نسبت از تقسیم میزان محبوبیت مسیر به بیشترین میزان محبوبیت در مسیرهای یافت شده حاصل می‌شود.

در نهایت با استفاده از رابطه‌ی (۹) برای هر کدام از مسیرهای یافت شده امتیازی (R) محاسبه شده و k تا از مسیرها با بیشترین امتیاز به صورت پیشنهاد به کاربر ارائه می‌شوند. ضرایب α در این معادله، وزن هایی اختیاری است که میتوان به هر کدام از پارامترها اختصاص داد.

$$R = \sqrt{\alpha_1 (SHR)^2 + \alpha_2 (SDR)^2 \alpha_3 (SPR)^2} \qquad (۹)$$



شکل ۱۱- پیشنهاد مکان برای بازدید با توجه به شرایط مکانی- زمانی کاربر

برای مثال این سیستم برای کاربر فرضی‌ای که حدود ساعت ۹ شب ۲۲ اکتبر ۲۰۱۱ (مفهوم استخراج شده از این تاریخ، زمان شامگاه در یک روز تعطیل هفته است) وارد فرودگاه شانگهای چین شده است چهار مکان را پیشنهاد داده است. دو مکان آن جنبه‌ی اقامتی دارد، یک مکان آن خیابانی پر از کافه‌ها و مراکز خرید است که در تعطیلات آخر هفته پر بازدید هستند و مکان دیگر کافه‌ای شبانه با موسیقی زنده است که پربازدیدترین زمان آن روزهای تعطیل است (شکل ۱۱). این نتایج به خوبی عملکرد سیستم را در ارائه‌ی پیشنهادات مکانی با توجه به شرایط زمانی- مکانی کاربر نشان می‌دهد.

۷- ارزیابی

برای بررسی عمکرد سیستم توصیه کننده‌ی مکانی ارائه شده، با در نظر گرفتن تعداد متغیری از کاربران آشنا به محدوده‌ی تحقیق (کاربرانی که با روش ارائه شده برای کشف کاربران خبره شناسایی شده‌اند)، از داده‌های پیشینه‌ی مکانی آنها تعداد متفاوتی از دنباله‌های دو مکانه به روش تصادفی انتخاب شده و سپس با فرض مکان نقطه‌ی اول و زمان نقطه‌ی دوم از هر دنباله‌ی مکانی به عنوان مکان و زمان پرس وجو در سیستم توصیه کننده، خروجی سیستم به عنوان مکان پیشنهادی با مکان نقطه-ی دوم در دنباله‌ی انتخابی از نظر میزان جذابیت (محاسبه شده با روش کشف مکان های جذاب) مقایسه و سه معیار زیر برآورد می‌شود:

- **معیار (۱):** نسبت تعداد مکان‌های پیشنهادی منطبق با مکان‌های بازدید شده توسط کاربران خبره‌ی انتخابی به تعداد کل مکان‌های پیشنهادی.

- **معیار (۲):** نسبت تعداد مکان‌های پیشنهادی با جذابیتی بیشتر از میزان جذابیت مکان بازدید شده توسط کاربران خبره‌ی انتخابی به تعداد کل مکان‌های پیشنهادی.
- **معیار (۳):** نسبت تعداد مکان‌های پیشنهادی با جذابیتی کمتر از میزان جذابیت مکان بازدید شده توسط کاربران خبره‌ی انتخابی به تعداد کل مکان‌های پیشنهادی.

با اجرای مکرر پروسه‌ی فوق و برآورد سه معیار تعریف شده در هر تکرار، در نهایت مقدار متوسط هر معیار به شرح جدول (۱) محاسبه می‌شود.

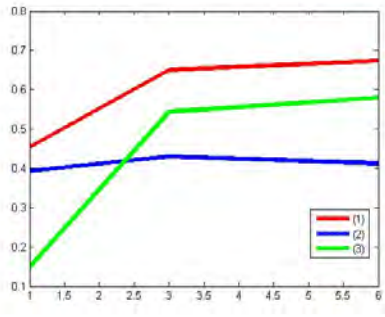
جدول ۱- متوسط معیارهای تعریف شده برای سیستم توصیه‌کننده مکانی

معیار (۱)	معیار (۲)	معیار (۳)
0.453	0.393	0.154

از نتایج حاصل شده می‌توان اینگونه استنباط کرد که مکان‌های پیشنهادی با احتمالی بیش از ۸۰٪ (جمع معیارهای ۱ و ۲) برای کاربران مفید خواهد بود.

۷-۱- افزایش تعداد مکان‌های پیشنهادی

سیستم توصیه کننده‌ی مکانی را می‌توان به گونه‌ای طراحی کرد که با توجه به مکان و زمان پرس و جو بیش از یک مکان را به کاربر پیشنهاد دهد. شکل (۱۲) نمودار تاثیر افزایش تعداد مکان‌های پیشنهادی را بر سه معیار تعریف شده (مشخص شده با سه رنگ متفاوت) نشان می‌دهد.



شکل ۱۲- نمودار تاثیر افزایش تعداد مکان‌های پیشنهادی بر سه معیار تعریف شده

از افزایش معیار (۱) می‌توان اهمیت پیشینه‌ی مکانی کاربران خبره در سیستم توصیه کننده‌ی مکانی را استنباط کرد. همچنین از آنجا که معیارهای (۲) و (۳) از میانگین میزان جذابیت مکان‌های پیشنهادی حاصل می‌شوند از ثبات معیار (۲) و افزایش معیار (۳) نیز می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که با افزایش تعداد مکان‌های پیشنهادی، نقش همزمانی (هم‌ساعتی و هم‌روزی) نسبت به میزان جذابیت در انتخاب مکان‌های پیشنهادی برجسته‌تر خواهد شد.

۸- جمع بندی

در این مقاله تلاش شد تا با مدل کردن اطلاعات پیشینه‌ی مکانی کاربران در یک چارچوب سلسه مراتبی و با در نظر گرفتن ارتباط مکان‌ها و افراد، کاربران آشنا به محدوده‌ی جغرافیایی مورد نظر و همچنین مکان‌ها و دنباله‌های مکانی جذاب شناسایی شده و در نهایت با استفاده از اطلاعات حاصل شده و با در نظر گرفتن شرایط مکانی و زمانی کاربر، مکان‌هایی برای بازدید به او پیشنهاد شود.

هرچند که نتایج این تحقیق به خوبی پتانسیل بالای شبکه‌های اجتماعی مکان مبنا - به عنوان منابع غنی اطلاعات- برای کشف دانش در مورد کاربران، مکان‌ها و ارتباط آنها و نیز قابلیت به کارگیری این ظرفیت در سرویس های مکان مبنا را نشان می‌دهد لیکن میتوان با لحاظ کردن ضمیمه[۲] مکان‌های بازدید شده توسط کاربران، الگوهای دقیق‌تر زمانی و در نظر گرفتن علائق کاربران و ارتباطات اجتماعی آنها به نتایج بهتری نیز رسید.

۲ Context

مراجع

[1] *Facebook 21012. Statistics.* Available: http://newsroom.fb.com/content/default.aspx?NewsAreaId=22

[2] Howard, B. (2008) Analyzing online social networks, *Communications of the ACM 51*, 14-16.

[3] Li, N., and Chen, G. (2009) Analysis of a location-based social network, pp 263-270, Ieee.

[4] Karimi, H. A., Zimmerman, B., Ozcelik, A., and Roongpiboonsopit, D. (2009) SoNavNet: a framework for social navigation networks, pp 81-87, ACM.

[5] Zheng, Y., Xie, X., and Ma, W. Y. (2010) GeoLife: A collaborative social networking service among user, location and trajectory, *IEEE Data* Engineering *Bulletin 33*, 32-40.

[6] Doytsher, Y., Galon, B., and Kanza, Y. (2010) Querying geo-social data by bridging spatial networks and social networks, pp 39-46, ACM.

[7] Zheng, Y., Zhang, L., Xie, X., and Ma, W. Y. (2009) Mining interesting locations and travel sequences from GPS trajectories, pp 791-800, ACM.

[8] Marcoulides, G. A. (2005) Discovering Knowledge in Data: an Introduction to Data Mining, Journal of the American Statistical Association 100, 1465-1465.

[9] Hammouda, K., and Karray, F. (2000) A comparative study of data clustering techniques, Tools of intelligent systems design. In Course Project, SYDE 625.

[10] Chow, C. Y., Bao, J., and Mokbel, M. F. (2010) Towards location-based social networking services, pp 31-38, ACM.

[11] Zheng, Y., and Zhou, X. (2011) Computing with spatial trajectories, Springer-Verlag New York Inc.

[12] Kleinberg, J. M. (1999) Authoritative sources in a hyperlinked environment, Journal of the ACM (JACM) 46, 604-632.

[13] Shanghai | Jing'an District I. Available: http://movingcities.org/movingmemos/shanghai-jingan-district-1/

[14] Jing'an District. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Jing%27an_District

[15] Kodama, K., Iijima, Y., Guo, X., and Ishikawa, Y. (2009) Skyline queries based on user locations and preferences for making location-based recommendations, pp 9-16, ACM.

[16] Huang, Q., and Liu, Y. (2009) On geo-social network services, pp 1-6, Ieee.

[17] Papadimitriou, A., Symeonidis, P., and Manolopoulos, Y. (2011) Geo-social Recommendations.

[18] Takeuchi, Y., and Sugimoto, M. (2005) An outdoor recommendation system based on user location history, pp 91-100.

[19] Yoon, H., Zheng, Y., Xie, X., and Woo, W. (2011) Social itinerary recommendation from user-generated digital trails, Personal and Ubiquitous Computing, 1-16.