نشریه علمی- ترویجی مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی، دوره ششم، شماره ۱، اسفند ماه ۱۳۹۳

استخراج موقعیت‌های مورد علاقه اشخاص با استفاده از خط سیر آنان

آرش حاذقی اقدم*[۱]، علی اصغر آل شیخ[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
ar_ha_u@yahoo.com

[۲]استاد گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
(عضو قطب علمی فناوری اطلاعات مکانی)
alesheikh@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت تیر ۱۳۹۳، تاریخ تصویب شهریور ۱۳۹۳)

چکیده

امروزه تلفن‌های همراه قابلیت‌های متنوعی همچون تعیین موقعیت ماهواره‌ای را دارا می‌باشند که می‌توان بر اساس آن‌ها موقعیت استفاده‌کنندگان را محاسبه نمود. از این موقعیت می‌توان برای ارائه خدمات متنوع مکان‌مبنا به کاربران بهره برد. البته برای ارائه اینگونه خدمات باید علایق و خصوصیات کاربران را در نظر گرفت. این اطلاعات معمولا به صورت دستی توسط کاربران به سیستم‌های مکانی بیان می‌گردد. حال اگر بتوان برخی از این اطلاعات را از رفتار کاربر استخراج کرد، می‌توان خدمات مکان‌مبنا را خودکار نمود. بعلاوه، امکان ثبت مکان‌های حضور هر شخص از قابلیت‌های دیگر اینگونه دستگاه‌ها است. با اتصال نقاط متوالی زمانی، داده‌ی خط سیر هر شخص بدست می‌آید. با استفاده از این داده‌ها می‌توان اطلاعات زیادی همچون رفتار حرکتی، مکان‌های مورد علاقه و مسیرهای انتخابی اشخاص را بدست آورد. از این اطلاعات می‌توان برای کاربردهایی مانند پیش‌بینی موقعیت آینده هر شخص با توجه به الگوهای حرکتی او استفاده کرد. در این مقاله دو روش برای استخراج مکان‌های مورد علاقه اشخاص توسعه داده شده است که می‌تواند به عنوان یکی از معیارهای الگوی حرکتی هر فردی باشد. برای ارزیابی روش‌ها از داده‌های شهر پکن استفاده شد. روش اول موقعیت‌های مورد علاقه کاربران را بدون در نظر داشتن زمان حضور در هر یک از موقعیت‌ها و روش دوم با در نظر داشتن زمان حضور استخراج می‌کند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که روش دوم عملکرد بهتری دارد. چون اطلاعات خط سیر را به صورت کامل در نظر می‌گیرد و تعداد موقعیت‌های مورد علاقه بیشتری را استخراج می‌کند و از الگوریتم منطقی‌تری استفاده می‌کند. از این الگوریتم‌ها می‌توان برای بهبود ارائه خدمات مکان‌مبنا استفاده نمود.

واژگان کلیدی: GPS، خط سیر، مکان موردعلاقه، خدمات مکان‌مبنا

* نویسنده رابط

۱- مقدمه

با پیشرفت تکنولوژی، امکانات دستگاه‌های همراه همچون گوشی‌ها افزایش یافته است. یکی از قابلیت‌های کلیدی این دستگاه‌ها، تعیین موقعیت می‌باشد که می‌تواند موقعیت کاربر را با اتصال به ماهواره‌های موقعیت‌یاب بدست آورد. از این امکان، می‌توان استفاده‌های مختلفی کرد. یکی از این استفاده‌ها، ارائه‌ی خدمات مکان‌مبنا می‌باشد. در این خدمات، با توجه به موقعیت فرد و استفاده از اطلاعاتی همچون سن، علایق و... ، می‌توان پیشنهاداتی در رابطه با خرید از فروشگاه‌های نزدیک و دیگر امکانات شهری به کاربران داد. این پیشنهادات معمولا بر اساس فاصله و علایق بیان شده توسط کاربران ارائه می‌گردد. این علایق می‌تواند به سه صورت به سیستم خدمت‌رسان معرفی گردد:

۱- به صورت دستی توسط کاربران[۱].

۲- توسط روش‌هایی مانند داده‌کاوی رفتارهای پیشین کاربران[۲].

۳- به صورت ترکیبی از دو روش بالا؛ یعنی ابتدا این علایق به صورت دستی به سیستم معرفی می‌گردد و سپس، سیستم این اطلاعات را با توجه به رفتار کاربران بهبود می‌بخشد[۳].

از طرفی مسیرهای طی شده کاربران حاوی اطلاعات رفتاری و علایق آن‌ها می‌باشد. حال اگر این مسیرها و موقعیت‌ها مورد بررسی قرار گیرد، می‌توان اطلاعات رفتاری کاربران را استخراج کرد. این اطلاعات می‌تواند کمک زیادی در ارائه‌ی بهتر سرویس‌های مکان‌مبنا داشته باشد. به این صورت که پس از معرفی اطلاعات به این سیستم‌ها، علایق کاربر به صورت خودکار مدنظر قرار داده می‌شود. از این رو در این تحقیق، روش‌هایی برای استخراج موقعیت‌های مورد علاقه‌ی شخص با استفاده از داده‌های خط سیر ارائه می‌گردد.

ساختار ادامه مقاله به این صورت می‌باشد: در بخش بعدی، کارهای انجام شده توسط داده‌های خط سیر بیان می‌گردد. سپس در بخش سوم داده‌های خط‌سیر معرفی می‌گردد. در بخش چهارم، دو روش برای استخراج موقعیت‌های موردعلاقه یک فرد با توجه به ماهیت داده‌ها، پیشنهاد می‌گردد. در بخش بعد، نتایج به دست آمده با استفاده از داده‌های خط سیر افراد در شهر پکن پایتخت کشور چین ارائه می‌گردد و برمبنای این نتایج، پیشنهاداتی ارائه می‌شود. در آخر، نتیجه‌گیری از تحقیق حاضر بیان می‌شود.

۲- مرور کارهای دیگران

آناگنوکتپولوس و همکاران از داده‌های خط سیر برای پیش‌بینی مسیر متحرک با استفاده از روش داده‌کاوی استفاده کردند[۴]. آنان پیش‌بینی مکان را به صورت مکانی و مکانی-زمانی انجام دادند و نشان دادند که پیش‌بینی مکان، با در نظر داشتن مکان به تنهایی نتایج بهتری ارائه می‌دهد. در سال ۲۰۱۱، تانگ و همکاران تحقیقی در رابطه با تجزیه و تحلیل مسیر برای تشخیص رفتارهای غیرعادی به صورت خودکار انجام دادند. زیرا بررسی رفتارهای یک متحرک توسط انسان، امری وقت‌گیر و هزینه‌بر می‌باشد؛ بعلاوه امکان بروز اشتباه نیز هست [۵]. هانگ و پنگ از روش رگرسیون برای داده‌کاوی الگوی حرکات کاربر از مجموعه داده‌های تصادفی استفاده کردند[۶]. آنان نشان دادند که الگوریتم ارائه شده می‌تواند رفتارهای حرکتی تکراری کاربران را شناسایی کند. ونگ و همکاران مسیر متحرک را توسط سنسورهای دودویی[۱] در یک محیط هوشمند، داده‌کاوی کردند. در این تحقیق، برای فراهم نمودن امنیت کاربر، از سنسورهای دودویی استفاده شد[۷]. پاسیرانا و همکاران از داده‌های خط سیر برای پیش‌بینی موقعیت کاربران تلفن همراه با استفاده از فیلتر گسترش‌یافته مستحکم کالمن[۲] جهت بهبود اعتمادپذیری ارتباطات و کارآمدی پهنای باند در شرایطی که ایستگاه‌های مخابراتی نیز متحرک می‌باشند، استفاده کردند[۸]. آنان نشان دادند که پیاده‌سازی روش ارائه شده، ساده می‌باشد. لیو و کریمی موقعیت و سرعت متحرک را در یک شبکه‌ی راه در نظر گرفتند و موقعیت‌های خروج او از یک منطقه در زمان آینده را بدست آوردند و به این ترتیب به پیش‌بینی موقعیت آینده کاربران خدمات مکان‌مبنا پرداختند[۹]. کیم و همکاران با استفاده از مسیرهای طی شده توسط خودروها و بررسی میزان شباهت آن‌ها با یکدیگر، مسیرها را دسته‌بندی کردند و مسیر خودروها را با استفاده از این دسته‌بندی پیش‌بینی نمودند [۱۰]. ونگ

---

۱ Binary

۲ Robust Extended Kalman Filter

و همکاران، منطقه‌ی تحت پوشش سنسورها را بدست آوردند و رفتار حرکتی متحرک را در داخل شبکه‌ی این سنسورها مورد بررسی قرار دادند تا بتوانند موقعیت آن را پیش‌بینی کنند [۱۱]. تیسنگ و لو سنجنده‌های موجود برای موقعیت‌یابی متحرک را به صورت درختی تقسیم بندی کردند تا بتوانند با توجه به موقعیت متحرک، تنها بخشی از آن‌ها را روشن کنند تا میزان انرژی مصرفی سنجنده‌ها را کاهش دهند. برای این کار آنان نیاز داشتند تا موقعیت متحرک را پیش‌بینی کنند [۱۲]. چن و همکاران سیستمی تحت معماری خادم/مخدوم ایجاد کردند که این سیستم، اطلاعات موقعیت کنونی افراد را می‌گرفت و در سمت خادم ذخیره می‌کرد. خادم نیز با توجه به اطلاعات ثبت شده، مسیر آینده شخص را پیش-بینی می‌کرد [۱۳].

تحقیقات فراوانی در رابطه با مسیر متحرک انجام گرفته است و بیشتر آنان بر روی استخراج الگوهای حرکتی متمرکز شده اند که این امر، اهمیت تحقیق در این زمینه را نشان می‌دهد[۴، ۵، ۶، ۱۴]. این تحقیقات عموما بر روی چگونگی حرکت متحرک و برای پیش‌بینی مکان آن متمرکز شده‌اند که خود می‌تواند بافت‌آگهی[۱] سیستم‌های مکان‌مبنا را افزایش دهد. اما آنان بر روی مکان‌های مورد علاقه کاربر اعم از محل سکونت، محل کار، مکان‌های تفریحی مانند رستوران‌ها، قنادی‌ها و مکان‌های ورزشی توجه کمتری داشته‌اند. در حالی که اگر در ارائه‌ی خدمات مکان‌مبنا از آن‌ها استفاده گردد، میزان علاقه کاربر به استفاده از این خدمات بیشتر می‌شود [۱۵]. برای مثال ممکن است چندین رستوران در اطراف منطقه حضور کاربر موجود باشد که بهتر است برای پیشنهاد گزینه موردنظر، رستوران مورد علاقه کاربر به او پیشنهاد گردد. از این رو تحقیق حاضر، به چگونگی استخراج مکان-های مورد علاقه با توجه به خط سیر کاربران، می‌پردازد.

۳- خط سیر و پارامترهای مربوط به آن

در این مقاله از عباراتی استفاده می‌گردد که ارائه‌ی تعریفی از آن‌ها به منظور آشنایی بیشتر ضروری به نظر می‌رسند. این تعاریف عبارتند از:

داده‌های GPS: منظور از این داده‌ها، طول و عرض جغرافیایی به همراه زمان اندازه‌گیری می‌باشد که آن را می‌توان به صورت سه‌گانه (طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و زمان اندازه‌گیری) بیان کرد. مختصات داده-های GPS برروی بیضوی WGS84[۲] بیان می‌گردد.

خط سیر[۳]: این خط، با اتصال داده‌های GPS به ترتیب زمانی بدست می‌آید (شکل ۱).

شکل ۱- خط سیر (نقاط آبی، مکان‌های استقرار شخص می‌باشد.)

فاصله: عبارتست از فاصله اقلیدسی میان دو نقطه با مختصات‌های (x_1,y_1) و (x_2,y_2). رابطه ۱، فرمول محاسبه این ویژگی می‌باشد.

$$distance = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \qquad (۱)$$

سرعت: عبارتست از مسافت طی شده در واحد زمان. در این مقاله منظور از سرعت، سرعت متوسط می‌باشد. یعنی متحرک با چه سرعت ثابتی می‌تواند حرکت کند تا بتواند در مدت زمان معین، مسافت مورد نظر را بپیماید. رابطه ۲ نحوه‌ی محاسبه این ویژگی را نشان می‌دهد. در این رابطه $\boldsymbol{p_1}$ و $\boldsymbol{p_2}$ موقعیت‌های ابتدایی و انتهایی می-باشند و $\boldsymbol{t_1}$ و $\boldsymbol{t_2}$ زمان‌های حضور در آن موقعیت‌ها می-باشند. در این مقاله، موقعیت متحرک در این رابطه، با استفاده از فاصله‌ی اقلیدسی میان دو نقطه بدست می‌آید.

$$\bar{V} = \frac{p_2 - p_1}{t_2 - t_1} \qquad (۲)$$

۱ Context-awareness

۲ World Geodetic System 1984

۳ Trajectory

۴- روش‌های پیشنهادی برای استخراج مکان‌های مورد علاقه کاربر

در این بخش، دو روش برای استخراج مکان‌های مورد علاقه با توجه به داده‌ها ارائه می‌گردد که در روش اول، از ترتیب حضور در موقعیت‌ها برای اتصال موقعیت‌های متوالی برای ایجاد خط سیر استفاده می‌گردد ولی در روش دوم از مدت زمان حضور کاربران در موقعیت‌ها نیز استفاده می‌شود.

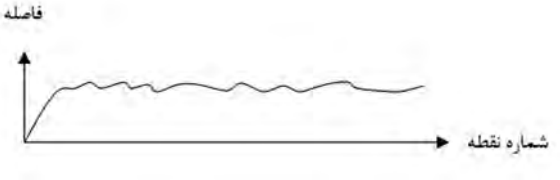
۴-۱- استخراج مکان‌های مورد علاقه کاربر توسط مختصات نقاط مسیر حرکت شخص

برای استخراج مکان‌های مورد علاقه هر شخص با توجه به توالی حضور هر کدام از موقعیت‌ها و با در نظر داشتن مکان‌های ثبت شده توسط GPS، چهار حالت برای رفتار حرکتی شخص در نظر گرفته می‌شود که عبارتند از:

۱. با توجه به وجود خطاهای محاسبه موقعیت در استفاده از گیرنده GPS، موقعیت افراد می‌تواند خطا داشته باشد. حتی در صورتی که کاربر در یک محل ایستاده باشد، ممکن است اعداد مختلفی برای مختصات شخص ارائه شود. بنابراین این موقعیت‌های نزدیک هم و ثبت شده می‌تواند نشانگر برخی از موقعیت‌های مورد علاقه کاربران باشد. شکل ۲ چگونگی قرارگیری مختصات موقعیت فرد را در این حالت نشان می‌دهد.

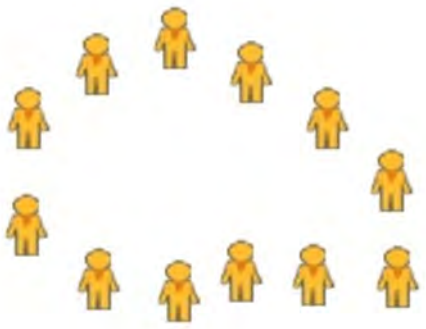
شکل ۲- موقعیت شخص با توجه به خطای GPS

در اینصورت نمودار فاصله نقاط بعد از نقطه اولین مختصات پس از ایستادن شخص، با این نقطه به صورت شکل ۳ درمی‌آید که محور افقی نشان‌دهنده شماره نقاط با در نظر گرفتن ترتیب موقعیت محاسبه‌شده می‌باشد و محور عمودی، فاصله از نقطه اول را نشان می‌دهد. در این نمودار، تغییرات فاصله اندک می‌باشد.



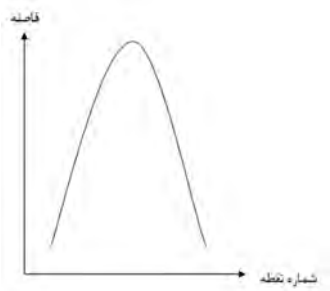
شکل ۳- نمودار تغییرات فاصله موقعیت شخص با توجه به خطای GPS

۲. از طرفی در صورتی که مکانی از نظر هر شخص مورد علاقه باشد، دلیل بر آن نمی‌شود که او در اطراف آن مکان حرکت نکند و در همان موقعیت ثابت قرار گیرد. بلکه در این مکان می‌تواند به صورت خطی و یا به صورت دایره‌ای جابه‌جا گردد. این مشکل نیز از جنس مشکل قبل می‌باشد و باعث می‌شود که نتوان مدت حضور فرد در هر مکان را به صورت مستقیم بدست آورد. شکل ۴ چگونگی ایجاد این حالت را نشان می‌دهد. این حالت نیز نشانگر مورد علاقه بودن یک مکان برای کاربر می‌باشد.



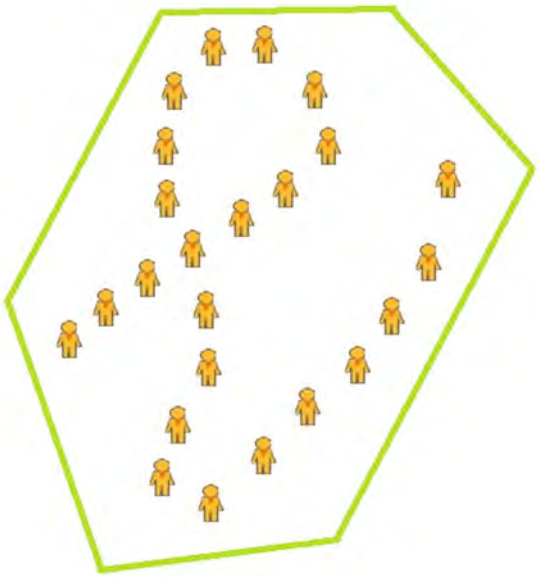
شکل ۴- موقعیت شخص با حرکت در اطراف یک مکان

در این حالت فاصله نقاط بعدی از اولین نقطه‌ای که شخص شروع به حرکت کرده است، مانند شکل ۵ می‌باشد که محور افقی نشان‌دهنده شماره نقاط با در نظر گرفتن ترتیب حضور می‌باشد و محور عمودی، فاصله از نقطه اول را نشان می‌دهد. در واقع متحرک از اولین نقطه شروع می‌کند و با حرکت او، فاصله از اولین نقطه افزایش می‌یابد و سپس هنگامی که دور می‌زند و به سمت نقطه اول باز می‌گردد، فاصله‌اش از اولین نقطه کاهش می‌یابد (شکل ۵).



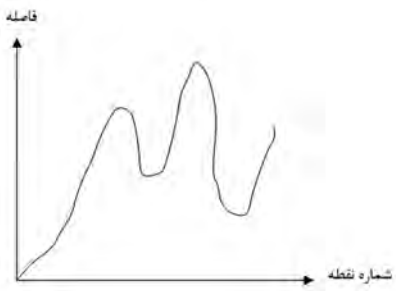
شکل ۵- نمودار تغییرات فاصله موقعیت شخص با حرکت در اطراف یک مکان

۳. حالت دیگری که می‌تواند نشانگر مورد علاقه بودن یک مکان برای کاربر باشد، این است که هر شخص ممکن است به دلایل مختلفی از جمله ظاهر خیابان‌ها، علاقه به پیاده روی در داخل پارک‌ها یا مکان‌های دیگر، در داخل محوطه‌ای در طول مدت زیادی حرکت کند. در این مواقع، محدوده‌ی مورد علاقه شخص بزرگتر می‌باشد. شکل ۶ نمونه‌ای از این حالت را نشان می‌دهد. در این شکل، منطقه سبز رنگ می‌تواند یک پارک باشد.



شکل ۶- موقعیت شخص با حرکت در منطقه بزرگ

نمودار فاصله نقاط بعدی از اولین نقطه‌ای که شخص شروع به حرکت کرده است با این نقطه، به صورت شکل ۷ می‌باشد. چون در این حالت، شخص در محدوده‌ی مشخصی حرکت می‌کند، فاصله‌ی او از اولین نقطه می‌تواند مرتبا کم و زیاد شود.

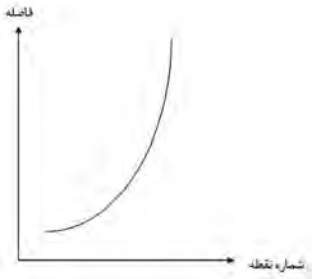


شکل ۷- نمودار تغییرات فاصله موقعیت شخص با حرکت در منطقه بزرگ

۴. حالت دیگر به اینصورت است که شخص در طول مسیری حرکت و از آن‌ها عبور می‌کند و آن موقعیت‌ها مورد علاقه او نمی‌باشد. این حالت، در شکل ۸ نشان داده شده است.

شکل ۸- موقعیت شخص هنگام عبور از یک مسیر

نمودار فاصله از اولین نقطه حرکت در این حالت به صورت شکل ۹ می‌باشد. روند کلی این نمودار به صورت صعودی می‌باشد. چون فقط از اولین نقطه فاصله می‌گیرد.



شکل ۹- نمودار تغییرات فاصله موقعیت شخص هنگام عبور از یک مسیر

حال، برای بدست آوردن مکان‌های مورد علاقه، می‌توان هر کدام از موقعیت‌های ثبت شده را به عنوان نقطه‌ی اولیه در نظر گرفت و سپس نمودار فاصله‌ی چندین نقطه‌ی بعدی را ایجاد کرد و الگوی بدست آمده را با هرکدام از این حالات مقایسه نمود؛ شباهت آن‌ها را مقایسه کرد تا بتوان بر بودن یا نبودن مکان مورد علاقه در مورد هر کدام از موقعیت‌های ثبت شده تصمیم‌گیری کرد؛ چون فقط حالات ۱، ۲ و ۳ را می‌توان به عنوان نقاط مورد علاقه در نظر گرفت و تنها حالت ۴ نشانگر مورد علاقه نبودن یک مکان برای کاربر می‌باشد. البته در این روش فرض بر این

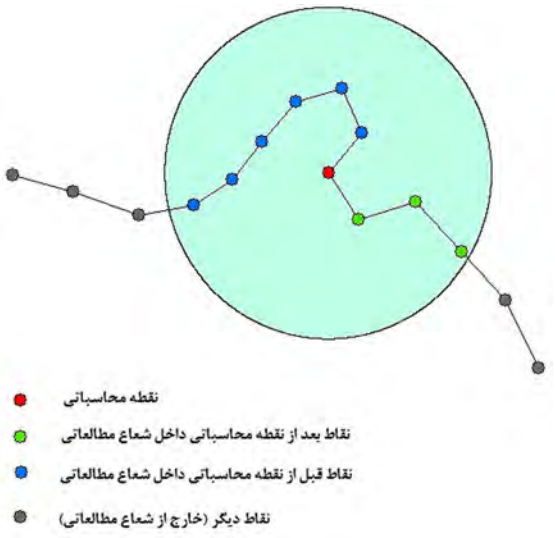
است که فاصله‌ی زمانی موقعیت‌های ثبت شده تقریبا برابر باشند. از طرفی اندازه منطقه‌ی مورد علاقه باید از قبل تعیین شده باشد؛ چرا که حداکثر فاصله از نقطه اول باید در نظر گرفته شود تا پس از افزایش بیش از حد فاصله، این نمودار، برای نقاط بعدی هم ترسیم شود. با توجه به اینکه فاصله‌ی زمانی میان موقعیت‌ها برابر در نظر گرفته می‌شود، این کار را می‌توان با در نظر گرفتن تعداد نقاط بعدی هم انجام داد؛ چون در اینصورت رفتار هر شخص برای مدت زمان‌های برابر بررسی می‌گردد و توسط نمودار ایجاد شده، تصمیم‌گیری در رابطه با مورد علاقه بودن یا نبودن موقعیت در بازه‌های زمانی برابر مطابق روش فوق صورت می‌گیرد.

حال اگر به دسته‌بندی حالات ممکن حرکت یک شخص دقت بیشتری شود، مشخص می‌شود که اگر نمودار شماره نقطه-فاصله مانند شکل ۹ نباشد، آن نقطه می‌تواند به عنوان موقعیت مورد علاقه انتخاب گردد. البته باید توجه داشت که طی انجام این پردازش‌ها، ممکن است موقعیت‌های ثبت شده نزدیک به هم توسط موقعیت‌یاب دستگاه همراه در این شرایط صدق کنند و شامل موقعیت-های مورد علاقه گردند. برای مثال هنگامی که شخصی در پارکی قدم می‌زند، موقعیت‌های نزدیک به هم زیادی در داخل پارک برای او ثبت می‌شود و در این صورت باید یکی از آن موقعیت‌ها به عنوان موقعیت مورد علاقه او در نظر گرفته شود. بنابراین از میان نقاط نزدیک به یکدیگر، تنها یک نقطه انتخاب می‌گردد.

۴-۲- استخراج مکان‌های مورد علاقه کاربر توسط مدت زمان حضور شخص در هر موقعیت

گاهی ممکن است به دلیل بروز مشکلاتی از جمله اختلال در ارتباط با ماهواره‌های موقعیت‌یاب، داده‌های GPS در بازه‌های زمانی برابر ثبت نگردد و امکان استفاده از روش ارائه شده در قسمت پیشین میسر نباشد و از طرف دیگر زمان حضور در هر یک از موقعیت‌ها در دست باشد. برای همین می‌توان از داده‌های زمان مربوط به ثبت هر کدام از موقعیت‌های موجود نیز استفاده کرد. در این بخش، روشی ارائه می‌گردد که بتوان به مکان‌های مورد علاقه افراد با درنظر گرفتن هر دو پارامتر موقعیت و زمان حضور دست یافت.

در این روش نیز هرکدام از مختصات ثبت شده، مورد بررسی قرار می‌گیرد تا مشخص گردد که کدامیک از آن‌ها، موقعیت مورد علاقه کاربر می‌باشد. در این روش، دایره‌ای به مرکز هرکدام از موقعیت‌ها و به شعاع موردنظر ترسیم می-گردد و زمان ورود و خروج به این دایره با استفاده از داده‌ها بدست می‌آید. شعاع این دایره با توجه به وسعت مناطق مورد علاقه باید تعیین گردد؛ برای مثال وسعت یک پارک بسیار بزرگتر از وسعت یک رستوران می‌باشد. ترسیم این دایره بر روی داده‌ها در شکل ۱۰ نمایش داده شده است. در این شکل، نقطه‌ی قرمز، مختصاتی است که بودن یا نبودن آن به عنوان موقعیت مورد علاقه مورد سوال است.



شکل ۱۰- دایره‌ی به مرکز نقطه مورد نظر و شعاع مطالعاتی

سپس برای دست یافتن به زمان ورود به این دایره، با توجه به ترتیب زمانی موقعیت‌ها، خط سیر به عقب بر-گردانده می‌شود و موقعیتی را که در داخل این دایره قرار دارد، جستجو می‌شود. زمان حضور در آن موقعیت را t_1 نامیده می‌شود. حال برای دست یافتن به زمان خروج از دایره، خط سیر را به جلو رفته می‌شود و موقعیت آخری که در داخل این دایره قرار دارد، جستجو می‌شود. زمان حضور در این موقعیت را t_2 نامیده می‌شود.

اکنون مدت زمان حضور شخص در داخل این دایره را توسط رابطه ۳ بدست می‌آید. این مدت با استفاده از اختلاف مدت زمانی t_1 و t_2 بدست می‌آید.

$$\Delta t = t_2 - t_1 \qquad (۳)$$

اندازه شعاع مورد نظر برای ترسیم دایره می‌بایست مناسب انتخاب گردد. مقدار این شعاع به عوامل مختلفی

بستگی دارد. از جمله این عوامل، می‌تواند بزرگترین اندازه‌ی منطقه‌ی مورد نظر یک شخص باشد. عامل دیگر، بیشترین مقدار فاصله میان نقاط است؛ چون برای محاسبه زمان ورود و خروج در یک منطقه، حداقل باید سه موقعیت در داخل آن دایره قرار گیرد.

در مرحله بعد، باید سرعت متوسط حرکت میان موقعیت‌های ثبت شده محاسبه گردد. این مقدار با استفاده از رابطه ۲ موجود در بخش سه می‌تواند محاسبه گردد. در این محاسبه، در صورتی که تعداد موقعیت‌های موجود در دایره n عدد باشد، تعداد $n-1$ سرعت بدست می‌آید. حال بیشترین سرعت را انتخاب می‌گردد و آن را V_{max} نامیده می‌شود. اکنون باید مدت زمانی را محاسبه کرد که شخص می‌تواند طول مسیر میان نقاط اول و آخر موجود در داخل دایره (L) را با سرعت بیشینه طی کند. این مقدار توسط رابطه‌ی ۴ بدست می‌آید.

$$T_{move} = V_{max} * L \qquad (۴)$$

اکنون باید به این نکته پی برد که شخص چه مدت بیش از اندازه‌ی لازم در داخل این دایره حضور داشته است. برای همین می‌توان از رابطه‌ی ۵ استفاده کرد و این مدت زمان را بدست آورد.

$$T_{stop} = T_{move} - \Delta t \qquad (۵)$$

مقدار T_{stop} نشان‌دهنده مدت زمانی است که شخص بیش از اندازه لازم برای حرکت و عبور از منطقه مورد نظر حضور داشته است. در نظر گرفتن سرعت بیشینه منجر به متعادل‌سازی سرعت می‌گردد. چون یک شخص به روش‌های مختلفی می‌تواند یک منطقه را طی کند. مثلا او می‌تواند با خودرو یا پیاده منطقه‌ای را طی کند و بنابراین در این صورت می‌توان مدت زمان حضور او در منطقه را با صحت بیشتری بدست آورد.

حال هر چه این مقدار بیشتر باشد، با احتمال بیشتری می‌توان گفت که این منطقه، موقعیت مورد علاقه شخص می‌باشد.

۵- پیاده‌سازی و نتایج

برای ارزیابی روش‌های پیشنهادی نیاز به داده‌های موقعیت افراد می‌باشد. برای این منظور، از داده‌های Geolife که در شهر پکن، پایتخت کشور چین در طی زندگی روزمره افراد تهیه شده است، استفاده گردید[۱۴، ۱۶، ۱۷]. در این داده‌ها، موقعیت افراد با استفاده از طول و عرض جغرافیایی در بیضوی WGS84 و زمان ثبتشان وجود دارد. البته این داده‌ها موقعیت افراد را به صورت شبانه روزی ثبت نکرده و بنابراین کامل نمی‌باشند و این منجر به عدم کشف تمام مکان‌های مورد علاقه افراد می‌شود. از میان این داده‌ها، داده‌ی افرادی انتخاب شد که موقعیت آن‌ها در مدت زمان زیادی ثبت شده است و بازه‌ی زمان ثبت داده‌های آنان بیشتر بوده است. در شکل ۱۱، لایه راه‌های شهر پکن به همراه خطوط سیر یکی از افراد نشان داده شده است.

شکل ۱۱- لایه راه‌های شهر پکن به همراه خطوط سیر یکی از افراد

حال برای بررسی میزان درستی، این دو روش روی ۱۱ شخص ارزیابی شد و تعداد نقاط مورد علاقه بدست آمد. این نتایج در جدول ۱ ارائه شده است. برای روش اول، تعداد نقاط بعد از هر نقطه برای محاسبه‌ی فاصله، ۵۰ انتخاب شد و برای روش دوم، مقدار شعاع دوایر، ۱ کیلومتر و توقف‌های بیش از ۲۰ دقیقه انتخاب گردیده است. برای هر دو روش، برای انتخاب یکی از موقعیت‌های همسایه به عنوان موقعیت مورد علاقه، محدوده ۵۰۰ متر انتخاب شده است. از طرفی با توجه به اینکه اگر موقعیتی برای یک شخص مورد علاقه باشد، چندین بار از آنجا بازدید می‌کند، موقعیت‌هایی انتخاب گردید که تعداد بازدید از آنجا بیشتر از ۴ بار بوده است.

جدول ۱- نتایج حاصل از اجرای دو روش استخراج موقعیت‌های مورد علاقه

شماره شخص در داده Geolife	مدت زمان ثبت موقعیت‌ها	تعداد نقاط کشف شده در روش اول	تعداد نقاط کشف شده در روش دوم
۶۲	یک سال	۱۸	۴۷
۶۸	یک سال	۵	۱۹۸
۸۵	یک سال و هفت ماه	۱۰	۹۹
۱۱۲	هفت ماه	۳	۲۳
۱۱۵	یک سال و چهار ماه	۷	۵
۱۲۶	ده ماه	۱۱	۷۹
۱۲۸	سه سال و یازده ماه	۵۰	۹۰
۱۴۴	یک سال و پنج ماه	۹	۶۰
۱۵۳	چهار سال و یازده ماه	۳۹	۴۰۶
۱۶۳	چهار سال و سه ماه	۲۵	۱۳۹
۱۶۷	یازده ماه	۹	۱۱۱

همان طور که در جدول ۱ دیده می‌شود، در برخی موارد مانند شخص شماره ۶۸، اختلاف تعداد نقاط مورد علاقه کشف شده بیشتر از اشخاص دیگری مانند شخص ۱۲۸ می‌باشد. عدم ارتباط دستگاه موقعیت‌یاب با ماهواره‌ها می‌تواند یکی از دلایل این نتیجه باشد. چون معمولا بیشتر مکان‌های مورد علاقه افراد مانند منزل اقوام، رستوران‌ها و دیگر مجتمع‌های تفریحی در داخل ساختمان می‌باشد که منجر به قطع ارتباط دستگاه موقعیت‌یاب با ماهواره‌های موقعیت‌یابی می‌شود. از طرفی چون در روش دوم، زمان ثبت هر موقعیت در نظر گرفته می‌شود، لذا مدت زمان حضور شخص در یک ساختمان، با محاسبه اختلاف زمان ورود و خروج او می‌تواند بدست آید؛ در حالی که در روش اول، تنها ترتیب حضور شخص در موقعیت‌ها در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، در این روش باید چندین موقعیت بدست آمده نزدیک به هم ثبت گردد (شکل ۲) تا مکان مورد علاقه شناسایی گردد.

در روش اول، داده‌هایی که در فاصله زمانی نسبتا برابر ثبت شده بودند، کارآیی مناسبی داشتند. ولی در روش دوم حتی در صورت عدم وجود داده با فواصل زمانی برابر، امکان استخراج مکان‌های مورد علاقه وجود داشت. این روش از داده‌های موقعیت و زمان حضور استفاده می‌کند؛ در حالی که روش اول فقط ترتیب حضور کاربر در موقعیت‌ها را در نظر می‌گیرد. بنابراین روش دوم می‌تواند به نتیجه مناسبتری برسد و تعداد نقاط کشف شده را افزایش دهد.

یکی دیگر از مزایای روش دوم، سادگی محاسبات آن می‌باشد. چون در روش اول برای هر نقطه باید تشخیص داده شود که نمودار هر نقطه، به کدامیک از نمودارهای موجود شباهت بیشتری دارد. در صورتی که در روش دوم تنها کمیت زمان است که نقش تعیین کننده‌ای دارد.

در روش دوم، از بیشینه سرعت حرکت شخص برای محاسبه مدت زمان لازم برای عبور از منطقه استفاده شد؛ این در حالی است که فرد می‌تواند با سرعت‌های مختلفی از منطقه عبور کند. بنابراین بهتر است روشی ارائه گردد که مقدار سرعت مناسبتری برای حرکت در داخل منطقه را مدنظر قرار دهد.

روش‌های ارائه شده در این مقاله، دارای حجم محاسباتی بالایی می‌باشند. چون برای بررسی بودن یا نبودن هر موقعیت به عنوان محل مورد علاقه، روش موردنظر باید اجرا شود و بعد تصمیم‌گیری صورت گیرد و از طرفی تعداد موقعیت‌های ثبت شده توسط GPS معمولا زیاد هستند. البته محاسبات روش اول بیشتر از روش دوم می‌باشد. چون فواصل میان نقاط را هم در روش اول باید محاسبه کرد. بنابراین پیشنهاد می‌شود روشی ارائه گردد که بتواند با قسمتی از داده‌ها کار کند و توسط آن بتواند مکان‌های مورد علاقه اشخاص را پیدا کند تا منجر به کاهش حجم محاسبات گردد.

دو روش ارائه شده موقعیت‌هایی را به عنوان موقعیت مورد علاقه در نظر می‌گیرند که کاربر در آن‌ها توقف بیشتری داشته است و یا در محدوده‌ی معینی مانند یک پارک حرکت می‌کرده است. اما با توجه به در دسترس نبودن لایه‌های امکانات شهری از جمله پارک‌ها و رستوران‌ها و غیره، در روش‌های ارائه شده، نوع مکان‌های مورد علاقه مشخص نگردیده است. بنابراین بهتر است از این داده‌ها استفاده گردد تا نوع مکان مورد علاقه با استفاده از تحلیل‌های مکانی مشخص گردد.

در این تحقیق، در روش دوم شعاع دوایر ترسیمی ثابت در نظر گرفته شده است. پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی، میزان این شعاع برای نقاط مختلف، متغیر در نظر گرفته شود. برای مثال این شعاع به گونه‌ای تغییر کند که بتواند زمان حضور در این دایره را به صورت دقیق‌تری محاسبه کند.

از طرفی پیشنهاد می‌گردد برای استفاده از روش‌های ارائه شده برای استخراج مکان‌های مورد علاقه کاربران و

اجرای پیشنهاد فوق در رابطه با شناسایی نوع مکان مورد علاقه، خصوصیات این مکان‌ها مورد بررسی قرار گیرد تا علاقمندی‌های کاربران توسط خصوصیات مکان‌های مورد علاقه آن‌ها، شناسایی شود.

۶- نتیجه‌گیری

داده‌های خط سیر افراد می‌تواند دربردارنده اطلاعات زیاد و مفیدی باشند. این اطلاعات می‌تواند در سیستم‌های ارائه کننده خدمات مکان‌مبنا به کارگرفته شود. در این مقاله دو روش برای استخراج مکان‌های مورد علاقه برای افراد با توجه به داده‌های خط سیر افراد ارائه شد که هرکدام می‌تواند با توجه به در دسترس بودن یا نبودن زمان حضور، مورد استفاده قرار گیرد. یکی از داده‌های مورد استفاده برای سیستم‌های ارائه کننده خدمات مکان مبنا، موقعیت‌های مورد علاقه کاربران است که با استفاده از آن‌ها، می‌توان کارکرد خدمات مکان‌مبنا برای پیشنهاد مکان‌ها به کاربران را بهبود بخشید تا الویت‌های افراد، مدنظر سیستم قرار گیرد.

در رابطه با انتخاب روش مناسب، باید توجه داشت که داده‌ها حاوی چه اطلاعاتی می‌باشند. در صورت عدم در دست بودن مدت زمان حضور در هر یک از موقعیت‌ها و در دست داشتن خط سیر، بهتر است از روش اول استفاده گردد؛ چون در برخی از تلفن‌های همراه، فقط خط سیر کاربران از پیش ثبت شده است و دربردارنده زمان حضور در هر یک از موقعیت‌ها نیستند. در صورتی که زمان حضور برای هر یک از مختصات در دست باشد، بهتر است از روش دوم استفاده شود. چون این روش، از داده‌ها به صورت کامل‌تری استفاده می‌کند و تعداد بیشتری از نقاط مورد علاقه کاربران را شناسایی می‌نماید. این روش همچنین به دلیل در دست بودن زمان حضور، سرعت حرکت کاربران را نیز در نظر می‌گیرد تا شناسایی موقعیت‌های مورد علاقه صحیح‌تر انجام گیرد؛ چون هر کاربری ممکن است یک مسیر را به صورت پیاده و یا سوار بر یک وسیله نقلیه طی کند و یا ممکن است وسیله نقلیه همراه با ترافیک سنگینی حرکت کند. بنابراین روش دوم نتایج بهتری ارائه می‌دهد.

مراجع

[1] (2014, June) fidilio. [Online]. http://fidilio.com.

[2] Hung-Chi Cheng,Jia-Ben Dia Wan-Shiou Yang. (2008). "A location-aware recommender system for mobile shopping environments." Expert Systems with Applications. Vol. 34, No. 1, PP. 437-445.

[3] Kai Li and Timon C. Du. (2012). "Building a targeted mobile advertising system for location-based services." Decision Support Systems. Vol. 54, No. 1, PP. 1-8.

[4] Theodoros Anagnostopoulos, Christos B. Anagnostopoulos, Stathes Hadjiefthymiades, Alexandros Kalousis, and Miltos Kyriakakos. (2007). "Path Prediction through Data Mining." in Pervasive Services, IEEE International Conference on, Istanbul. PP. 128 - 135.

[5] Frederick Tung, John S. Zelek, and David A. Clausi. (2011). "Goal-based trajectory analysis for unusual behaviour detection in intelligent surveillance." Image and Vision Computing. Vol. 29, No. 4, PP. 230–240.

[6] Chih-Chieh Hung and Wen-Chih Peng. (2011). "A regression-based approach for mining user movement patterns from random sample data." Data & Knowledge Engineering. Vol. 70, No. 1, PP. 1–20.

[7] Chengliang Wang. (2013). "Trajectory mining from anonymous binary motion sensors in Smart Environment." Knowledge-Based Systems. Vol. 37, PP. 346–356.

[8] Pubudu N. Pathirana, Andrey V. Savkin, and Sanjay Jha. (2004). "Location Estimation and Trajectory Prediction for Cellular Networks With Mobile Base Stations." Vehicular Technology, IEEE Transactions on. Vol. 53, No. 6, PP. 1903-1913.

[9] Xiong Liu and Hassan A. Karimi, (2006). "Location awareness through trajectory prediction." Computers, Environment and Urban Systems. Vol. 30, No. 6, PP. 741–756.

[10] Sang-Wook Kim et al.. (2007). "Path Prediction of Moving Objects on Road Networks Through Analyzing Past Trajectories." Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems. Vol. 4692, PP. 379-389.

[11] Zhibo Wang, Hongbin Li, Xingfa Shen, Xice Sun, and Zhi Wang. (2008). "Tracking and Predicting Moving Targets in Hierarchical Sensor Networks." in Networking, Sensing and Control. ICNSC 2008. IEEE International Conference on , Sanya. PP. 1169 - 1173.

[12] Vincent S. Tseng and Eric Hsueh-Chan Lu. (2009). "Energy-efficient real-time object tracking in multi-level sensor networks by mining and predicting movement patterns." The Journal of Systems and Software. Vol. 82, No. 4, PP. 697–706.

[13] Ling Chen, Mingqi Lv, Qian Ye, Gencai Chen, and John Woodward. (2011). "A personal route prediction system based on trajectory data mining." Information Sciences. Vol. 181, No. 7, PP. 1264–1284.

[14] Yu Zheng, Lizhu Zhang, Xing Xie, and Wei-Ying Ma. (2009). "Mining interesting locations and travel sequences from GPS trajectories." in International conference on World Wild Web, Madrid Spain. PP. 791-800.

[15] Mu-Hsing Kuo, Liang-Chu Chen, and Chien-Wen Liang. (2009). "Building and evaluating a location-based service recommendation system with a preference adjustment mechanism." Expert Systems with Applications. Vol. 36, No. 2, PP. 3543-3554.

[16] Yu Zheng, Quannan Li, Yukun Chen, Xing Xie, and Wei-Ying Ma. (2008). "Understanding Mobility Based on GPS Data." in ACM conference on Ubiquitous Computing, Seoul, Korea. PP. 312-321.

[17] Yu Zheng, Xing Xie, and Wei-Ying Ma. (2010). "GeoLife: A Collaborative Social Networking Service among User, location and trajectory." in IEEE Data Engineering Bulletin. PP. 32-40.