سنجش از دور
و
GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران سال اول، شماره چهارم، زمستان ۱۳۸۸
Iranian Remote Sensing & GIS Vol.1, No.4, Winter 2010
۹۹-۱۰۸

روش نوین مبتنی بر منطق فازی، برای رعایت امنیت حریم شخصی در خدمات مکان‌مبنا

مهدی هاشمی*[۱]، محمدرضا ملک[۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲. استادیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۴/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۸/۱۵

چکیده

خدمات مکان‌مبنا (LBS) سرویس‌های مبتنی بر موقعیت کاربر در شبکه‌های سیار هستند. یکی از نکات بسیار پراهمیت در این گونه خدمات، استفاده از موقعیت کاربر برخلاف نظر اوست. انگیزه سوءاستفاده از اطلاعات مکانی کاربران اغلب مشاهده و آنالیز رفتار، نگرش و وضعیت اجتماعی آنهاست تا تبلیغات خاصی برای ایشان فرستاده شود، یا حتی ممکن است این اطلاعات برای اهداف جنایی مورد استفاده قرار گیرد. به این ترتیب، مفهومی به نام حریم خصوصی کاربران مطرح می‌گردد. در سال‌های اخیر توجه زیادی به گمنام‌سازی و حفظ حریم اطلاعات مکانی افراد شده است. در این مقاله برای حفظ حریم اطلاعات مکانی کاربران روش فازی پیشنهاد می‌شود. سطوح مختلف دقت برای تعیین موقعیت کاربران با استفاده از سیستم استنتاج فازی، براساس بافت زمانی و مکانی آنها تعریف می‌شود و در زمان درخواست سرویس، به اجرا درمی‌آید. برای استفاده از این روش لازم است که کاربران به گروه‌های مختلف تقسیم گردند و برای هر گروه قوانین فازی خاصی تعریف شود. برای نمایش کارایی روش پیشنهادی در نوشتار حاضر، کارمندان یک شرکت به عنوان گروه آزمایشی در نظر گرفته شدند. پایگاه قواعد فازی برای آنها تعریف شد و سیستم استنتاج نهایی برای گروه کاربران توسعه داده شد. در نهایت روشی برای بیان موقعیت به صورت نمادین برای دقت‌های مختلف تعیین موقعیت پیشنهاد گردید. نتایج کاربرد روش پیشنهادی نشان داد که این روش می‌تواند رضایت کاربران را برای در اختیار قرار دادن اطلاعات مکانی‌شان با دقت مطلوب، جلب کند. اما در صورتی که تعداد قوانین فازی افزایش پیدا کند، باعث پیچیدگی سیستم می‌شود و کارایی آن را برای کاربران عادی کاهش می‌دهد ـکه با توجیه صحیح کاربر می‌توان تعداد قوانین را کاهش داد. همچنین مدل پیشنهادی را می‌توان با سایر مدل‌های مربوط به رعایت حریم خصوصی کاربران در خدمات مکان‌مبنا ترکیب کرد و سطح امنیت را افزایش داد.

کلیدواژه‌ها: خدمات مکان‌مبنا، حریم شخصی، سیستم استنتاج فازی.

* نویسنده مکاتبه‌کننده: تهران، خیابان ولیعصر (عج)، بالاتر از تقاطع میرداماد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، تلفن ۰۹۳۶۲۲۴۲۶۴۶
Email: m.hashemi1987@gmail.com

۱- مقدمه

گسترش شبکه‌های بی‌سیم و مخابراتی و رواج تلفن‌های همراه بین عموم مردم، از ویژگی‌های فنی ـ اطلاعاتی آغاز قرن بیست‌ویکم است. شبکه‌های سیار علاوه بر امکان تماس صوتی، بسیاری خدمات دیگر را نیز به کاربران ارائه می‌دهند که بخش بزرگی از این خدمات وارد زندگی روزمره مردم شده است (Ahas & Mark, 2005). خدمات مکان‌مبنا[1] (LBS)، خدماتی است که بر پایه موقعیت کاربر یا متقاضی سرویس، ارائه می‌شود. جدا از پیچیدگی معماری سیستم، خدمات مکان‌مبنا باید عملیات تعیین موقعیت، مدل‌سازی داده‌ها و نمایش اطلاعات را انجام دهند. همین‌طور LBS باید براساس بافت[2] مکانی کاربر عمل کند و براساس آن، حساسیت مکانی کاربر را تشخیص دهد. اگر بافت را مجموعه‌ای از ویژگی‌هایی همچون هویت و خصوصیات کاربر، فناوری، نوع فعالیت (مانند راه‌یابی)[3]، زمان، واسط کاربر[4] و فرمت نمایش اطلاعات بدانیم (Gartner et al., 2007)، آن‌گاه به LBS سرویس‌های بافت‌آگاه[5] نیز می‌توان گفت. کاربران محور اصلی توسعه خدمات مکان‌مبنا هستند. این کاربر است که در موقعیت‌های مختلف از خدمات مکان‌مبنا استفاده می‌کند. نیازها، رفتارها و ویژگی‌های کاربر باید در طراحی خدمات مکان‌مبنا در نظر گرفته شود، چون این کاربران‌اند که تعیین می‌کنند چه اطلاعاتی باید فراهم شود؛ اما فهم کامل نیازهای متنوع کاربران، کار راحتی نیست. دسته‌بندی کاربران از نظر علایق، رفتارها و ویژگی‌های شخصی، گامی مؤثر در جهت فهم بهتر کاربران است (Gartner et al., 2007).

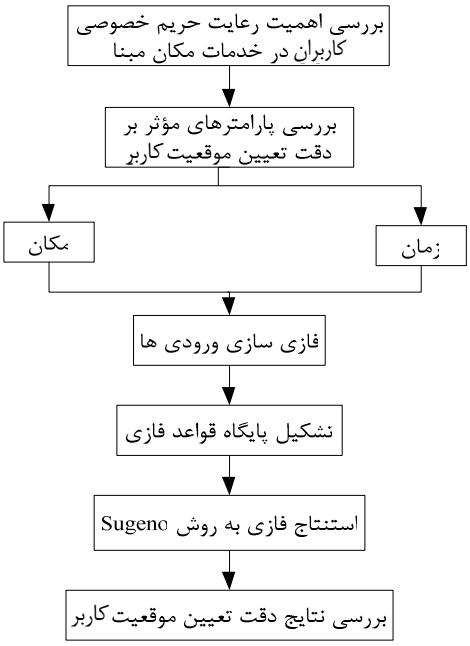
در سال‌های اخیر فعالیت‌های زیادی در زمینهٔ خدمات مکان‌مبنا انجام شده است. عموم این فعالیت‌ها در زمینه تعیین موقعیت[6]، مدل‌سازی مکانی[7]، تبادل داده‌های نقشه‌نگاری[8]، خدمات هر جای‌گاه[9]، مدل‌سازی کاربرمحور[10] و موارد مشابه انجام شده است (Gartner et al., 2007). فعالیت‌های مذکور علوم مختلف را با تجارت درگیر کرده‌اند. وجود شبکه‌ها و ابزارهای همراه، امکانات جدیدی را برای خدمات مکان مبنای بافت‌آگاه و کاربرمحور فراهم کرده است. با وجود کاربردهای وسیع LBS و تسهیل فعالیت‌های روزمره مردم، هنوز سوءاستفاده از اطلاعات مکانی کاربران جزو چالش‌های مهم فراروی آن است. انگیزه سوءاستفاده از اطلاعات مکانی کاربران اغلب مشاهده و آنالیز و تعیین وضعیت اجتماعی کاربران است تا تبلیغات خاصی را برای آنها ارسال کنند یا حتی ممکن است آن را برای اهداف جنایی مورد استفاده قرار دهند (Kupper, 2005). حریم خصوصی[11] و امنیت، مهم‌ترین بخش در به‌کارگیری صحیح خدمات مکان‌مبنا هستند (Rebollo-Monedero et al., 2010). در بسیاری از کشورها داده‌های موقعیت کاربران فقط با موافقت آنها جمع‌آوری می‌شوند و این اطلاعات بعد از ارائه سرویس از بین می‌روند. کاربران در عین حال می‌توانند از پردازش داده‌های مکانی‌شان امتناع کنند (Gartner et al., 2007). بسیاری از خدمات مکان‌مبنا به خاطر نداشتن اجازه دسترسی به مکان دقیق کاربران، نتوانستند به هدف خود برسند و متوقف شده‌اند.

تاکنون روش‌های زیادی برای رعایت حریم خصوصی کاربران پیشنهاد شده است. در اغلب این روش‌ها سعی شده است تا با استفاده از روش‌های احتمالاتی، امکان شناسایی هویت کاربر کاهش داده شود و یا با تغییر در معماری شبکه، امکان دسترسی به هویت افراد محدود گردد. برخی از روش‌ها نیز تلفیقی

1. Location Based Services (LBS)
2. Context
3. Wayfinding
4. User Interface
5. Context aware
6. Positioning
7. Spatial Modeling
8. Cartographic Communication
9. Geo-Pervasive Services
10. User-Centered Modeling
11. Privacy

است؛ ولی با این حال هنوز روش جامعی برای این منظور وجود ندارد و روش‌های مختلفی در کشورهای گوناگون به کار می‌روند که هر یک به دلیل نقص‌هایی که داشتند نتوانستند گسترش بیابند. در این مقاله روش جدیدی برای حفاظت از حریم اطلاعات شخصی براساس سیستم‌های استنتاج فازی[1] پیشنهاد می‌شود. در این روش پس از تعیین موقعیت کاربر و استفاده از بافت زمانی و مکانی او، محدوده موقعیت کاربر برای استفاده در سرویس تعیین می‌شود. محدوده تعیین شده، برای حفظ حریم شخصی فرد، به‌منظور ارائه سرویسِ مرتبط است.

در شکل ۱ نمودار گردش کار این پژوهش به صورت خلاصه نشان داده شده است. در بخش بعد تعدادی از تحقیقات انجام شده در زمینه رعایت حریم اطلاعات مکانی کاربران ارائه می‌شود. در بخش ۲ به بررسی سیستم‌های استنتاج فازی پرداخته و نحوه پیاده‌سازی سیستم مورد نظر در نرم‌افزار MATLAB توضیح داده می‌شود و نتایج به‌دست آمده در بخش ۳ مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش ۴ نتیجه‌گیری به صورت خلاصه بیان می‌شود.



شکل ۱. ساختار اجرای پژوهش

۱-۱- مروری بر کارهای انجام شده

گینیت و همکاران (۲۰۱۰) برای جلوگیری از سوء استفاده از اطلاعات مکانی کاربران، نوعی واسط را به نام گمنام‌کننده[2]، در بین کاربر و سیستم LBS قرار دادند که شناسه کاربر را از روی درخواست[3] برمی‌دارد و مختصات K-1 کاربر دیگر در حوالی کاربر اولیه را به عنوان سرویس‌گیرنده، به همراه نوع سرویس درخواستی به سیستم LBS می‌فرستد. به این ترتیب احتمال کشف کاربر اصلی به 1/K می‌رسد. Solanas و Martinez-Balleste (۲۰۰۸) برای گمنام کردن سرویس‌گیرندگان، از شبکه AWN[4] استفاده کردند. کاربری که می‌خواهد هویت خود را به هنگام استفاده از سرویس مکانی مخفی کند، باید یک شبکه مکانی AWN با تعدادی از کاربران اطرافش بسازد، یا عضو یکی از شبکه‌های موجود در اطرافش بشود. Shin و همکاران (۲۰۱۰) معتقد بودند از آنجا که در خدمات مکان‌مبنای جهتی[5] علاوه بر موقعیت کاربر، جهت حرکت کاربر نیز مشاهده می‌شود، بنابراین گمنام‌سازی باید در مورد جهت حرکت کاربران نیز صورت گیرد و این کار با افزایش حجم محاسبات انجام می‌شود. البته در روش جدید به کاربر اجازه داده شد تا وسعت محدوده گمنام‌سازی[6] را تعیین کند. ماریاس و همکاران (۲۰۰۶) معماری STS[7] را برای حفظ حریم خصوصی کاربران پیشنهاد کردند. در این معماری، اطلاعات مکانی کاربر به چند تکه تقسیم می‌گردد و بین سرورهای مختلف توزیع می‌شود. در معماری STS کاربر میزان دسترسی سرورها به اطلاعات مکانی خود را تعیین می‌کند. Steenkiste و Hengartner (۲۰۰۶) با استفاده از الگوریتم کنترل دسترسی از تجاوز

1. Fuzzy Inference
2. Anonymizer
3. Query
4. An Ad hoc Wireless Network
5. Directional
6. Share The Secret
7. Anonymizing

سرویس‌های مکانی به حریم اطلاعات مکانی کاربران جلوگیری کردند. Hashem و Kulik (۲۰۱۰) روشی غیرمتمرکز برای حفظ حریم خصوصی کاربران خدمات مکان‌مبنا ارائه داده‌اند. در این روش نیازی به استفاده از سرور میانجی نیست. کاربر به‌طور تصادفی یکی از K کاربر اطرافش را انتخاب می‌کند تا سرویس را از طرف کاربر اصلی به سرور بفرستد.

Price و همکاران (۲۰۰۵) پنج سطح حفاظت از حریم خصوصی کاربران را تعریف کرده‌اند. کاربر می‌تواند یکی را برگزیند و قوانین حریم خصوصی مطابق با آن سطح را اعمال کند. همچنین با استفاده از روش اقتصادمبنا به کاربر کمک می‌شود تا سطح حریم خصوصی خود را تعیین کند یا اجازه فاش شدن آن را بدهد. Kwon و Shine (۲۰۰۸) سیستم پرسش و پاسخ بافت‌آگاه شخصی‌شده‌ای را برای پشتیبانی از سرویس‌ها ارائه دادند که در آن سعی شده است تا سیاست‌های حریم خصوصی کاربران رعایت شود.

Ardagna و همکاران (۲۰۰۹) معتقد بودند که حتی در صورت گمنام کردن کاربر، ممکن است از طریق محیطی که کاربر در آن قرار دارد، هویتش فاش شود؛ و بنابراین روشی را برای جلوگیری از این امر پیشنهاد کردند. Kosta و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از یک سیستم مدیریت هویت به نام جعبه ابزار Prime در برنامه‌های کاربردی روی موبایل، رعایت قوانین حریم خصوصی کاربر را بهبود بخشیدند. Ahas و Mark (۲۰۰۵) ادعا کردند که ضمن رعایت حریم خصوصی کاربران با ردیابی تلفن‌های همراه و داشتن هویت افرادی که آن دستگاه‌ها را حمل می‌کنند، می‌توان رفتارهای اجتماعی را مدل کرد و از آن در سازمان‌ها و برنامه‌ریزی‌های جامع استفاده کرد. آنها علت این را که مطالعات جمعی روی تلفن‌های همراه صورت نگرفته است، نگرانی مردم از فاش شدن اطلاعات شخصی و نیز مسائل فنی می‌دانند. Malik و Tomlison (۲۰۰۹) مسئله حفاظت از اطلاعات شخصی کاربران در محیط‌های هر جای‌گاه[1] را مورد بررسی قرار دادند و سعی کردند طرح جامعی برای رعایت آن به قانون‌گذاران و سازمان‌های مرتبط ارائه دهند. Rebollo-Monedero و همکاران (۲۰۱۰) پروتکل جدیدی را برای بازیابی اطلاعات مکانی کاربر از سرویس‌دهندهٔ مکان‌مبنا براساس رضایت کاربر ارائه دادند. این روش، حتی در صورت رضایت کاربر، باز هم سرویس‌دهندگان را کاملاً قابل اطمینان فرض نمی‌کند. Demestichas و همکاران (۲۰۰۹) مفهوم جدیدی را به نام سرویس‌های گروهی بی‌نام معرفی کردند. این سرویس‌ها اطلاعات مکانی گروهی از افراد را جمع‌آوری می‌کنند و آنها را با رعایت قوانین مربوط به حریم خصوصی افراد در اختیار شبکه قرار می‌دهند. مثلاً می‌توان اطاعات آنی در مورد میزان ترافیک جاده‌ها را براساس محل و سرعت تلفن‌های همراه به دست آورد.

ممکن است برخی از روش‌های ارائه شده در تعدادی از شهرها یا کشورها استفاده شوند ولی هیچ یک نتوانسته‌اند به عنوان روشی بی‌نقص، کاربرد گسترده بیابند. روش فازی[2] که در ادامه برای رعایت حریم خصوصی کاربران سرویس‌های مکان‌مبنا پیشنهاد می‌شود، انعطاف‌پذیر است و نیازی به قطع کردن سرویس و مخفی کردن شناسه کاربر ندارد.

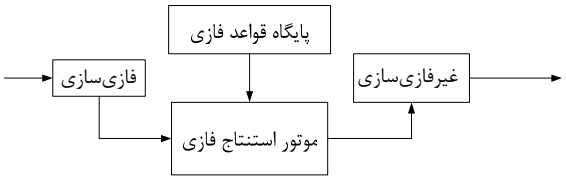
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- سیستم‌های استنتاج فازی

سیستم‌های فازی سیستم‌های هستند که قواعد زبانی را در چارچوبی مشخص مدل‌سازی، و براساس آنها استنتاج می‌کنند. این سیستم‌ها مبتنی بر قواعد اگر ـ آن‌گاه فازی هستند که در یک پایگاه قواعد[3] ذخیره شده است. قاعده اگر ـ آن‌گاه، در واقع عبارتی شرطی است که برخی از کلمات آن به وسیله تابع تعلق پیوسته[4] مشخص شده است (Wang, 1994). در

1. Pervasive
2. Fuzzy
3. Fuzzy Rule Base
4. Membership Function

شکل ۲ قسمت‌های مختلف سیستم فازی نشان داده شده است.



شکل ۲. قسمت‌های مختلف سیستم فازی

فازی‌سازی[1] به عنوان نگاشتی از یک نقطه به یک مجموعه فازی تعریف می‌شود. یافتن روشی مناسب که بتواند اعداد را به همه عناصر مجموعه فازی اختصاص دهد، بسیار دشوار است. البته اختصاص عدد ۱ به یک عنصر به معنای عضویت کامل آن در مجموعه و اختصاص عدد صفر یعنی آن عنصر قطعاً در مجموعه نیست. سایر مقادیر نیز به معنی عضویت نسبی در مجموعه‌اند. موتور استنتاج[2]، منطق و اصول استدلال است. استدلال یعنی به دست آوردن گزاره‌ها و نتایج جدید از ترکیب گزاره‌ها و عبارات موجود. موتور استنتاج با اعمال قواعد استنتاج فازی به ترکیبی از شروط موجود در پایگاه قواعد فازی به نتایج فازی می‌رسد. منظور از غیرفازی سازی[3]، نگاشتی از مجموعه فازی به دست آمده از موتور استنتاج به نقطه‌ای قطعی است (Wang, 1994).

در روش سوگنو[4] بعد از تعریف پارامترهای ورودی و خروجی، باید توابع عضویت پارامترهای ورودی تعریف شود. با توجه به توابع عضویت، درجه عضویت این اعداد به مجموعه‌های فازی مرتبط محاسبه می‌شود. بعد از تشکیل پایگاه قواعد فازی و با توجه به میزان انطباق درجات عضویت با هر یک از قوانین، وزنی به خروجی هر قانون اختصاص داده می‌شود. بنابراین میانگین وزن‌دار خروجی‌ها همان خروجی سیستم خواهد بود. خروجی روش سوگنو نیازی به غیرفازی‌سازی ندارد (Wang, 1994). با توجه به این موضوع که دقت تعیین موقعیت کاربر ـ یعنی خروجی سیستم استنتاج فازی ـ چندان فازی نیست، سیستم استنتاج فازی سوگنو بر روش ممدنی[5] ترجیح داده شد.

نرم‌افزار مورد استفاده به‌منظور استنتاج، نرم‌افزار محاسباتی MATLAB است. جعبه ابزارهای مناسبی به‌منظور کار با سیستم‌های فازی در این نرم‌افزار تعبیه شده است که مراحل مختلف یک سیستم فازی را در قالب چهار پنجره در اختیار قرار می‌دهد. این پنجره‌ها عبارت‌اند از: تعریف ورودی و خروجی‌های سیستم، تعریف توابع عضویت هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها، تعیین روش و قوانین استنتاج و پنجره مربوط به موتور استنتاج. این مراحل در بخش پیاده‌سازی بررسی می‌شوند.

منطق فازی روش مناسبی برای حفاظت از حریم خصوصی کاربران سرویس‌های مکان‌مبناست. از آنجا که منطق فازی براساس قواعد زبانی تکوین و توسعه داده شده است، نه تنها می‌توان پایگاه قواعد آن را براساس قوانین و حقوق مدون بلکه بر پایه خواسته‌ها و نیازهای گروه‌های مختلف کاربران نیز ساخت. هر گروه پایگاه قواعد مختص خود را دارد. در این صورت کاربران می‌توانند محدوده تعیین موقعیت خود را برای استفاده از سرویس‌های مکان‌مبنا براساس مکان و زمانی که در آن قرار دارند تعیین کنند؛ و بدین ترتیب، رضایت کاربران جلب می‌شود و اعتماد به سرویس‌های مکان‌مبنا افزایش می‌یابد.

۲-۲- پیاده‌سازی

روش پیشنهادی با پیاده‌سازی برای کارمندان یک شرکت آزموده شد. بنابراین پایگاه قواعد فازی براساس خواسته‌های کارمند و رعایت حریم خصوصی وی

1. Fuzzification
2. Inference Engine
3. Defuzzification
4. Sugeno
5. Mamdani

طراحی و ساخته می‌شود. سپس مجموعه‌های فازی مربوط تعریف می‌شود و در نهایت براساس زمان و مکان کاربر ـ یعنی ورودی‌های سیستم ـ استنتاج فازی به روش سوگنو انجام می‌گیرد. خروجی سیستم، نحوهٔ ارائه موقعیت و مکان کاربر در زمان‌های مختلف خواهد بود. در این صورت حریم خصوصی کاربران، بدون آنکه نیازی به قطع ارائه سرویس باشد، رعایت می‌شود. فقط باید کاربران از نحوه تعریف مجموعه‌های فازی آگاه گردند تا بدانند هر یک از الفاظی که استفاده می‌کنند چگونه وارد سیستم می‌شود.

فرض کنید که کاربر نمی‌خواهد در زمان‌هایی که خارج از محل کارش است کسی دقیقاً بداند که او کجاست. در این صورت سرویس‌های مکان‌مبنا فقط حق دارند مکان او را در یک محدوده ۲ کیلومتری بدانند. سیستم فازی بر همین اساس طراحی شد. ورودی‌های سیستم فازی شامل زمان و مکان کاربر است. زمان به پنج قسمت صبح، ظهر، بعد از ظهر، غروب و شب تقسیم شد و مکان کاربر به سه قسمت داخل اتاق کار، داخل شرکت و خارج شرکت تقسیم گردید و هر یک از ورودی‌های مذکور فازی شدند. برای تعیین محل کاربر، فاصله او تا اتاق کارش محاسبه می‌شود.

به‌منظور پیاده‌سازی سیستم فازی مذکور در نرم‌افزار MATLAB ابتدا دو ورودی به نام‌های مکان کاربر و زمان اجرای عملیات و یک خروجی به نام دقت تعیین موقعیت کاربر تعریف شد. مرحله دوم، فازی‌سازی پارامترهای ورودی است. بدین‌منظور از سه تابع ذوزنقه‌ای برای فازی‌سازی پارامتر مکان استفاده شد؛ یکی برای داخل اتاق، یکی برای داخل شرکت و دیگری برای خارج شرکت. همین طور از پنج تابع ذوزنقه‌ای برای فازی‌سازی پارامتر زمان استفاده شد که شامل صبح، ظهر، بعدازظهر، غروب و شب می‌شود. میزان تعلق هر عنصر به مجموعه فازی به‌وسیله این توابع تعیین می‌شود. با توجه به استفاده از روش سوگنو، نیازی به فازی‌سازی پارامتر خروجی نیست. در مرحله سوم، قوانین فازی به صورت کامل و با بررسی تمام حالات ممکن تعریف شدند. پایگاه قواعد فازی در جدول ۱ آورده شده است. آخرین مرحله، عملیات استنتاج است.

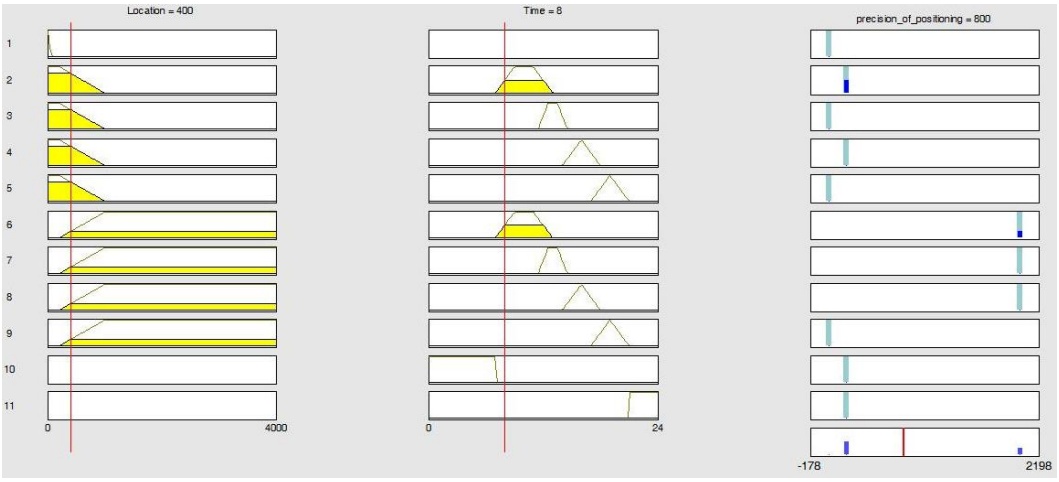
جدول ۱. پایگاه قواعد فازی

۱.	اگر کاربر داخل اتاق کارش باشد، آن‌گاه محدوده موقعیت او را به صورت دقیق مشخص کنید.
۲.	اگر کاربر در شرکتش باشد و صبح باشد، آن‌گاه محدوده موقعیت او را به صورت تقریبی مشخص کنید.
۳.	اگر کاربر در شرکتش باشد و ظهر باشد، آن‌گاه محدوده موقعیت او را به صورت دقیق مشخص کنید.
۴.	اگر کاربر در شرکتش باشد و بعد از ظهر باشد، آن‌گاه محدوده موقعیت او را به صورت تقریبی مشخص کنید.
۵.	اگر کاربر در شرکتش باشد و غروب باشد، آن‌گاه محدوده موقعیت او را به صورت دقیق مشخص کنید.
۶.	اگر کاربر خارج شرکتش باشد و صبح باشد، آن‌گاه محدوده موقعیت او را به صورت مبهم مشخص کنید.
۷.	اگر کاربر خارج شرکتش باشد و ظهر باشد، آن‌گاه محدوده موقعیت او را به صورت مبهم مشخص کنید.
۸.	اگر کاربر خارج شرکتش باشد و بعد از ظهر باشد، آن‌گاه محدوده موقعیت او را به صورت مبهم مشخص کنید.
۹.	اگر کاربر خارج شرکتش باشد و غروب باشد، آن‌گاه محدوده موقعیت او را به صورت دقیق مشخص کنید.
۱۰.	در سایر زمان‌ها محدوده موقعیت کاربر را به صورت دقیق مشخص کنید.

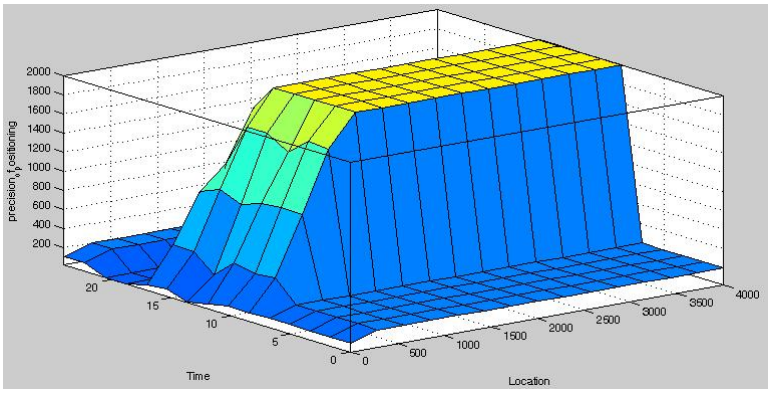
۳- نتایج

در آخرین مرحله، یعنی بعد از تعریف قوانین، سیستم استنتاج فازی آماده استفاده است و می‌توان به ازای ورودی‌های مختلف خروجی دریافت کرد. به‌عنوان مثال، اگر کاربری ساعت ۸ صبح ۴۰۰ متر با محل کار خود فاصله داشته باشد، موقعیت او می‌تواند در محدوده‌ای ۸۰۰ متری در اختیار خدمات مکان‌مبنا قرار گیرد. در شکل ۳ شمایی از سیستم استنتاج فازی نشان داده شده است. اولین ورودی سیستم، مکان کاربر است که در ستون اول شکل ۳ قرار گرفته است. خط عمودی که در این ستون رسم شده است، مکان کاربر را نشان می‌دهد و نمودارهای نشان داده شده، مربوط به توابع عضویت این پارامتر هستند. دومین ورودی ـ یعنی زمان ـ در ستون دوم قرار گرفته است. نمودارها بیانگر توابع عضویت و خط عمودی نشان‌دهنده زمان اجرای درخواست است. ستون آخر، خروجی سیستم را نشان می‌دهد. از آنجا که خروجی غیرفازی است، هیچ نموداری در این ستون وجود ندارد. هر یک از سطرهای این شکل نماینده یکی از قوانین پایگاه قواعد هستند. هر سطر خروجی مربوط به خود را دارد که در نهایت میانگین خروجی تمام قوانین به عنوان خروجی سیستم در نظر گرفته می‌شود. این مقدار در اینجا برابر با ۸۰۰ متر است، که در بالای ستون نشان داده شده است.

در شکل ۴ می‌توان وسعت محدوده موقعیت کاربر را به طور پیوسته در زمان‌ها و مکان‌های مختلف مشاهده کرد. مکان کاربر به صورت فاصله از اتاق کارش بیان می‌شود.



شکل ۳. شمایی از سیستم استنتاج فازی



شکل ۴. اندازه محدوده تعیین موقعیت کاربر در زمان‌ها و مکان‌های مختلف

موقعیت کاربر می‌تواند به‌صورت هندسی (مختصات x,y) یا به صورت نمادین (آدرس) بیان شود (Gartner et al., 2007) زمانی که امکان دسترسی به موقعیت کاربر با دقت بالا امکان‌پذیر نیست، می‌توان محدوده بزرگی را به‌عنوان محل فعلی کاربر مشخص کرد. مثلاً بازار می‌تواند نمونه‌ای از تعیین موقعیت مبهم کاربر باشد. در زمان‌ها و مکان‌هایی که می‌توان به موقعیت دقیق کاربر دسترسی داشت، اتاق کارش یا محل دقیق دیگری به او اختصاص داده می‌شود. به این ترتیب، با استفاده از قوانین فازی که با مشارکت کاربر تهیه شده است، می‌توان موقعیت او را با دقت دلخواه وی در اختیار شبکه قرار داد.

البته روش پیشنهادی دارای محدودیت‌هایی نیز هست. در صورتی که تعداد قوانین فازی زیاد شود، ممکن است باعث سردرگمی کاربر گردد و کاربر نتواند به درستی خواسته‌هایش را بیان کند. در این صورت سیستم استنتاج فازی کار می‌کند، ولی خروجی آن مطلوب نخواهد بود. همین‌طور روش یاد شده برای رعایت حقوق کاربر فقط دقت موقعیت او را کاهش می‌دهد ولی هنوز هویت کاربر مشخص است. در صورتی که سطح بالاتری از رعایت حریم خصوصی مدنظر باشد، لازم است هویت کاربر نیز نامعلوم باشد. در این صورت می‌توان روش پیشنهادی را با یکی از روش‌های قبلی، که به پنهان‌سازی شناسه کاربر اکتفا می‌کردند، ادغام کرد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

خدمات مکان‌مبنا باید به گونه‌ای باشند که هم کاربران را جذب کنند و هم بازدهی اقتصادی مناسبی برای صنعت فراهم‌آورندهٔ سرویس داشته باشند. محاسبات هر جای‌گاه هنوز نوپا هستند و قبل از اجرای واقعی آنها، به تحقیقات فراوان نیاز است. عمده تحقیقات جاری در مورد محاسبات هر جای‌گاه در زمینه کشف سرویس، شناسایی بافت، طبقه‌بندی و مدل‌سازی بافت است. به هر حال تأثیر این سرویس‌ها روی حریم خصوصی کاربران در حال بررسی است و تاکنون طرح‌های زیادی پیشنهاد شده است، ولی هیچ طرح جامعی در محیط سرویس‌های هر جای‌گاه وجود ندارد. در نتیجه در موارد مختلف، طرح‌های مختلفی پیاده‌سازی می‌شود. در این مقاله روش جدیدی برمبنای سیستم‌های استنتاج فازی برای نگهداری و استفاده از موقعیت کاربران در خدمات مکان‌مبنا ارائه شد. به این ترتیب، با استفاده از قوانین فازی که برمبنای خواسته‌های کاربر تهیه شده است، می‌توان موقعیت او را با دقت مناسب و با حفظ حریم شخصی مورد استفاده قرار داد. برخلاف روش‌های قبلی که برای رعایت حریم خصوصی کاربر شناسه او را مخفی می‌کردند، در روش پیشنهادی نیازی به این کار نیست. در روش پیشنهادی فقط شکل ارائه اطلاعات به گونه‌ای است که بدون نیاز به قطع سرویس، حریم کاربر رعایت شود. پیاده‌سازی روش یاد شده برای کارمندان یک مؤسسه، مؤید عملی مدل پیشنهادی بود.

یکی از کاستی‌های روش پیشنهادی، پیچیدگی آن است که در صورت افزایش تعداد قوانین پایگاه قواعد، نمایان می‌گردد و با توجیه کاربر و کاهش تعداد قوانین تخفیف می‌یابد. محدودیت دیگر این روش عدم پنهان‌سازی شناسه کاربر است که در صورت درخواست سطح بالاتری از رعایت حریم خصوصی، ضروری خواهد بود. در این صورت می‌توان روش پیشنهادی را برای گمنام‌سازی شناسه کاربر و البته سایر اطلاعات توصیفی وی توسعه داد. پیاده‌سازی و استفاده از این روش در شبکه‌های بی‌سیم فعلی نیازمند بررسی‌ها و تحقیقات بیشتری است، که به‌عنوان ادامه کار این مقاله دنبال می‌شود.

منابع

Ahas, R., & Mark, U., 2005, **Location Based Services—new Challenges for Planning and Public Administration?** Futures, 37, 547-561.

Ardagna, C.A., Cremonini, M., & Gianini, G., 2009, **Landscape-aware Location-privacy Protection in Location-based Services**, Journal of Systems Architecture, 55, 243-254.

Demestichas, K.P., Adamopoulou, E.F., Markoulidakis, J.G., & Theologou, M.E., 2009, **Towards Anonymous Mobile Community Services**, Journal of Network and Computer Applications, 32, 116-134.

Gartner, G., Cartwright, W., & Peterson, M.P., 2007, **Location Based Services and Telecartography** (1nd ed.), Springer.

Ghinita, G., Zhao, K., Papadias, D., & Kalnis, P., 2010, **A Reciprocal Framework for Spatial K-Anonymity**, Information Systems, 35, 299-314.

Hashem, T., & Kulik, L., 2010, **Don't Trust Anyone: Privacy Protection for Location-based Services**, Pervasive and Mobile Computing .

Hengartner, U., & Steenkiste, P., 2006, **Avoiding Privacy Violations Caused by Context-Sensitive Services**, Pervasive and Mobile Computing , 2, 427-452.

Kosta, E., Zibuschka, J., Scherner, T., & Dumortier, J., 2008, **Legal Considerations on Privacy-Enhancing Location Based Services using PRIME Technology**, Computer Law & Security Report , 24, 139-146.

Kupper, A., 2005, **Location-based services: fundamentals and operation (1 ed.)**, Wiley.

Kwon, O., & Shin, M.K, 2008**, LACO: A Location-aware Cooperative Query System for Securely Personalized Services**, Expert Systems with Applications, 34, 2966-2975.

Malik, N. A., & Tomlinson, A., 2009, **Privacy and Consent in Pervasive Networks,** Information Security Technical Report, 14, 138-142.

Marias, G., Kazatzopoulos, L., Delakouridis, C., & Georgiadis, P., 2006, **Applying Privacy on the Dissemination of Location Information**, Telematics and Informatics, 23, 211-225.

Price, B. A., Adam, K., & Nuseibeh, B., 2005, **Keeping Ubiquitous Computing to Yourself: A Practical Model for user Control of Privacy**, Int. J. Human-Computer Studies , 63, 228-253.

Rebollo-Monedero, D., Forné, J., Solanas, A., & Martínez-Ballesté, A., 2010, **Private Location-Based Information Retrieval Through user Collaboration Computer Communications**, 33, 762-774.

Shin, H., Vaidya, J., & Atluri, V., 2010, **Anonymization Models for Directional Location Based Service Environments**, Computers & Security , 29, 59-73.

Solanas, A., & Martinez-Balleste, A., 2008**, A TTP-free Protocol for Location Privacy in Location-based Services**, Computer Communications , 31, 1181-1191.

Wang, L.-X., 1994, **Adaptive Fuzzy Systems and Control: Design and Stability Analysis**, New Jersey: Prentice-Hall.