ارائه یک روش نوین جهت مدلسازی ارتباطات مکانی – زمانی، در یک سیستم راهیابی بافت آگاه

نجمه نیسانی سامانی[۱] محمودرضا دلاور[۲]
محمدرضا ملک [۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۷/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۱۰/۸

****

چکیده

راهیابی یکی از مهمترین فعالیت‌های روزمره افراد در یک محیط شهری است. سیستم‌های اطلاعات مکانی هدایت کاربر از متداول‌ترین خدماتی هستند که افراد را در پیمودن مسیرهای مختلف با اهداف گوناگون راهنمایی می‌کنند. چالش اصلی اینگونه سیستم‌ها ارائه اطلاعات راهیابی بصورت بافت آگاه است. مکان، زمان و شناسه فرد از جمله بافت‌های اولیه به شمار رفته و سایر بافت‌های مرتبط بر پایه بافته‌ای اولیه مدلسازی می‌گردند. مقاله حاضر به مدلسازی ارتباطات مکانی زمانی کاربر متحرک مبتنی بر شناسه فرد می‌پردازد بطوری که کلیه ارتباطات مکانی (توپولوژیک، متریک و جهتی) را در بعد زمان پوشش دهد و ویژگی‌های کاربر و بافت‌های مرتبط را لحاظ نماید. در این راستا مدل پیشنهادی از مزایای جبر چند بازه‌ای آلن و پرسش و پاسخ دامنه‌ای پویای ورونوی مبنا استفاده کرده و روشی نوین را با پیروی از اصول حساب کلان و روش‌های سفارشی سازی موجود معرفی نمود. مدل طراحی شده در یک نرم افزار قابل اجرا در سیستم همراه پیاده‌سازی شد. ارزیابی مدل پیاده‌سازی شده در سناریوی راهیابی گردشگر در مناطق ۳، ٦ و ۱۱ شهرداری تهران بر اساس سه پارامتر دقت، زمان اجرا و رضایت‌مندی کاربران انجام شد. به منظور تست دقت مدل، نرم‌افزار طراحی شده در سه مسیر مختلف در منطقه مورد مطالعه توسط سه گردشگر مختلف در سه بازه زمانی و با دو سرعت متوسط متفاوت، ۱۰۰ بار تکرار گردید. سپس تشخیص هر یک از بافت‌های موجود در مسیر طی ۱۰۰ بارتکرار توسط تقریب باینومیال یکطرفه با سطح اطمینان ۹۵% بررسی شد. همچنین از دو شاخص درستی و یادآوری نیز به منظور ارزیابی تشخیص بافت‌ها در کل مسیر استفاده گردید. نتایج حاصل از پیاده‌سازی و ارزیابی مدل بر اساس سه پارامتر دقت، زمان اجرا و رضایتمندی کاربران کارایی مدل پیشنهادی را در یک سیستم راهیاب بافت آگاه شهری خاطر نشان می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: ارتباطات مکانی - زمانی، راهیابی بافت آگاه، مدلسازی، پرسش و پاسخ دامنه‌ای پویای ورونوی مبنا، جبرچندبازه‌ای آلن.

****

۱- استادیار گروه سنجش از دور و GIS- دانشکده جغرافیا- دانشگاه تهران nneysani@ut.ac.ir
۲- دانشیار گروه نقشه برداری – دانشگاه تهران- دپارتمان: GIS mdelavar@ut.ac.ir
۳- دانشیار دانشکده نقشه برداری – دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی- دپارتمان: GIS mrmalek@kntu.ac.ir

۱- مقدمه

راهیابی فرایند پیمودن مسیرهای مختلف با استفاده از قرائت یا دریافت سیگنال‌ها شامل شاخص‌های راهیابی، مناطق به یاد ماندنی، یال‌ها و راه‌ها وهمچنین علائم و اطلاعات مربوط به مسیر موردنظر است *(Giannopoulos et al., 2014)* در شهرهای پیچیده کنونی، راهیابی چالشی است که باید با استفاده از طراحی‌ها و برنامه‌ریزی‌های مختلف بهینه گردد. «بافت آگاهی» یکی از مهمترین مفاهیم موجود در سیستم‌های اطلاعات مکانی راهیابی می‌باشد *(Ryan et al., 1998)*. آنچه بطور مستقیم مدلسازی بافت را میسر می‌سازد، مدلسازی ارتباط[1] آن بافت با کاربر یا بعبارت دیگر یافتن بافت‌های مرتبط می‌باشد*(Schilit et al., 1994)*. مکان، زمان و شناسه کاربر مهمترین پارامترهای مؤثر در یافتن بافت‌های مرتبط بوده و بقیه انواع ارتباطات به این پارامترها وابسته‌اند*(Afyouni et al., 2012)*. از این‌رو تمرکز اصلی این تحقیق بر روی مدل‌سازی ارتباطات مکانی- زمانی مبتنی بر شناسه در یک سیستم اطلاعات مکانی هدایت کاربر بافت آگاه می‌باشد. لیکن آنچه از تحقیقات بر می‌آید آن است که بنظر می‌رسد تاکنون مدلی که قادر باشد کلیه روابط مکانی میان کاربر متحرک و بافت‌های مرتبط پیرامون او (اعم از روابط توپولوژیک، جهتی و متریک) را با توجه به خصوصیات ادراکی و حرکتی کاربر در بعد زمان بیان نماید، مطرح یا گزارش نشده است و مدل‌های موجود تنها قسمتی از روابط مکانی را پوشش داده و در اغلب موارد، توجه به ویژگی‌های انسانی (ادراکی و حرکتی) را پوشش نمی‌دهند.

از اینرو هدف اصلی این تحقیق توسعه یک مدل مکانی زمانی به منظور تشخیص و استفاده از بافت‌های مرتبط مکانی زمانی در یک سیستم راهیابی بافت آگاه با توجه به خصوصیات ادراکی و حرکتی کاربر متحرک است که قادر باشد کلیه ارتباطات مکانی (توپولوژیک، متریک و جهتی) را در بعد زمان پوشش دهد. شناسه کاربری در این مقاله تنها نوع کاربری است و دامنه کاربری مدل پیشنهادی محدود به محیط‌های شهری می‌باشد.

با پیروی از این چهارچوب، نوآوری مقاله حاضر بکارگیری اصول و مفاهیم جبر چند بازه‌ای آلن به همراه پرسش و پاسخ دامنه‌ای پویای ورونوی مبنا[2] می‌باشد که با رعایت اصول حاکم بر حساب کلان[3] و سفارشی نمودن روابط موجود در آن و منطبق نمودن اجزا مدل داده با خصوصیات و ویژگی‌های کاربر متحرک و بافت‌های مدلی ارائه شده است. مدل داده پیشنهادی بر اساس ویژگی‌های کاربر سوار بر یک وسیله نقلیه با مکان، زمان، سرعت و جهت مشخص در یک محیط شهری طراحی و پیاده سازی شد. نکته قابل توجه آن است که در مدلسازی روابط، تعداد روابط کلان مکانی زمانی موجود از ۱۶۹ رابطه به ۲۵ رابطه بر اساس اصول سفارشی سازی و ایجاد حساب کلان تقلیل یافته است. این امر علاوه بر آنکه زمان اجرای الگوریتم را کاهش داده و کارآیی سیستم را افزایش داده است، از وجود اطلاعات اضافی کاسته و توانایی تصمیم‌گیری فرد را بالا می‌برد.

در این مقاله جهت پیاده‌سازی مدل پیشنهادی، سناریوی هدایت گردشگر در نظر گرفته شد. هدف اصلی از هدایت گردشگر، راهنمایی او از هتل و یا محل اقامت به مراکز مختلف گردشگری مورد ترجیح کاربر است که در نهایت به مقصدی خاص می‌انجامد. مراکز مختلف گردشگری همان نقاط مورد علاقه کاربر هستند که با کاربر متحرک از لحاظ مکانی و زمانی مرتبط می‌باشند و در حین حرکت توسط مدل طراحی شده بصورت پویا به کاربر معرفی می‌شوند. ارزیابی مدل پیاده‌سازی شده در سناریوی راهیابی گردشگر در سه مسیر مختلف واقع در مناطق ۳، ٦ و ۱۱ شهرداری تهران بر اساس سه پارامتر دقت، زمان اجرا و رضایت‌مندی کاربران انجام شد. به منظور تست دقت مدل، نرم‌افزار طراحی شده در سه مسیر مختلف در منطقه مورد مطالعه توسط سه گردشگر مختلف در سه بازه زمانی و با دو سرعت متوسط متفاوت، ۱۰۰ بار تکرار گردید. نتایج

[1]- Relevancy

[2]- Voronoi-based Continuous Range Query

[3]- Coarser calculus

حاصل از ارزیابی مدل بر اساس سه پارامتر دقت، زمان اجرا و رضایت‌مندی کاربران کارایی مدل پیشنهادی را در یک سیستم راهیاب بافت آگاه شهری خاطر نشان می‌سازد.

ادامه تحقیق به بررسی تحقیقات پیشین در این زمینه می‌پردازد. بخش بعدی به بیان اصول و مبانی روش‌های مدلسازی ارتباطات مکانی زمانی در سیستم‌های اطلاعات مکانی راهیاب اختصاص دارد. سپس، روش تحقیق پیشنهادی بیان می‌گردد. چگونگی پیاده‌سازی مدل پیشنهادی در ادامه ارائه می‌شود. نتایج عملی و بحث پیرامون آن در قسمت پایانی مقاله بررسی می‌گردد.

۲- پیشینه تحقیق

در اوایل دهه ۱۹۹۰، واژه بافت توجه بسیاری از محققین را در حوزه راهیابی و محاسبات همراه[1] به خود جلب نمود. Schilit و همکاران (۱۹۹٤) از جمله افرادی بودند که در این زمینه فعالیت‌هایی را انجام دادند. با پیشرفت سریع ارتباطات بیسیم و افزایش استفاده از دستگاه‌های همراه، بافت آگاهی به عنوان یکی از مهمترین نکات قابل توجه در ارتقاء سیستم‌ها، کاربردها و خدمات مکانی مورد بررسی قرار گرفت *(Long et al.,1996; Dey 2001; Afyouni et al., 2012)*.

مکان یکی از مهمترین بافت‌ها در کاربردهای بافت آگاه می‌باشد. مکان در تعریف ارائه شده بوسیله Schilit و همکاران (۱۹۹٤) به عنوان یکی از سه بافت اصلی در نظر گرفته شده است و انتخاب بافت‌ها بر اساس آن بعنوان مهمترین فاکتور ارتباطی مدنظر قرار گرفته است. همچنین در تعریف Dey(۲۰۰۱) مکان به عنوان جنبه اصلی موجودیت‌های بافت در نظر گرفته شده است. همچنین در پروژه انجام شده توسط Ryan و همکاران(۱۹۹۸)، مکان به عنوان مهمترین پارامتر جمع‌آوری اطلاعات در کاربردهای میدانی مورد استفاده قرار گرفت و رایانه‌های دستی مورد استفاده در پروژه به گیرنده GPS مجهز شدند. کلیه این تحقیقات وابستگی دیگر بافت‌ها را به بافت‌های مکانی زمانی یا ارتباط مکانی زمانی کاربر با دیگر بافت‌ها خاطر نشان می‌سازند. بطوری که Afyouni(۲۰۱۲) در تقسیم‌بندی خود، موقعیت مکانی و تغییرات زمانی آن را بعنوان پایه دیگر بافت‌ها بیان نمود و این مسئله را عنوان نمود که مکان و زمان کاربر و اشیاء پیرامون او مهمترین نقش را در ایجاد یک سیستم اطلاعات مکانی بافت آگاه ایفا می‌کنند. از اینرو نتایج حاصل از تحقیقات گذشته، این نکته را خاطر نشان می‌سازد که مدلسازی ارتباطات مکانی زمانی یکی از ضروری‌ترین المان‌های طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعات مکانی بافت آگاه می‌باشد.

روش‌های مختلف مدلسازی و استنتاج بافت در طول دهه گذشته از مدل‌های خیلی ساده تا مدل‌های پیشرفته وجود دارند. مدل‌های موجود در راستای یافتن بافت‌های مکانی زمانی مرتبط شامل انواع پرسش و پاسخ‌های مکانی *(Neisany Samany et al., 2011; Ilarri et al., 2010; Wu et al., 2006; Yuan and Schneider, 2010;)*، روش هستی شناسی *(Frank,2001)*، استفاده از فاصله و تئوری شباهت *(Kwon and Shin, 2008)*، مدلسازی عامل مبنا *(Chen et al., 2004)*، و مدلسازی فعالیت مبنا *(Huang and Garter, 2009)* معرفی می گردند. بررسی این تحقیقات نشان می‌دهد که در اکثر روش‌های موجود تنها به یکی از روابط مکانی (توپولوژیک، جهتی و متریک) پرداخته شده است حال آنکه مدلسازی ارتباطات مکانی در بعد زمان به هر سه رابطه وابسته است *(Holzmann and Ferscha, 2010)*.

در برخی موارد مدلسازی بافت آگاهی با تلفیق دو یا چند روش حاصل می‌شود. نمونه‌ای از آن مدل ارائه شده بوسیله Ferscha و همکاران (۲۰۱۰) می‌باشد که در آن از روش هستی شناسی و پرسش و پاسخ‌های مکانی تواماً استفاده شده است.در این مدل بافت‌های مکانی شامل موقعیت مکانی، محور جهت ذاتی و شکل اندازه به عنوان بافت‌های مکانی ثابت در نظر گرفته شده است (جدول ۱) که یک وضعیت مکانی را در بعد زمان توصیف می‌کنند. در این تحقیق برای ارزیابی روابط مکانی، منطقه اثر شامل مناطق مکانی کاربرد خاص معرفی شده است که در آن

1- Mobilecomputing

منطقه نفوذ به عنوان مناطق مکانی سه بعدی است که مکان اطراف یک شیء را نشان می‌دهد و به عنوان مدل مجاورت واضح برای محدود کردن تعامل اشیا بکار می‌رود.

جدول ۱- طبقه‌بندی بافت‌های مکانی ثابت Ferscha و همکاران (۲۰۱۰)

	روابط مکانی	خصوصیات مکانی
مکان	موقعیت مکانی	موقعیتی: توجیه و فاصله
جهت	محور جهت ذاتی	جهتی: ارتباط میان محورهای توجیه
وسعت	شکل و اندازه	توپولوژی: چیدمان اشیا مطول با استفاده از RCC_8[1]

مطابق جدول ۱ در این تحقیق هر سه رابطه در فضای بسته فاقد شبکه در نظر گرفته شده است. لیکن با تبعیت از نحوه روابط موجود در RCC_5 مدل داده مورد نظر منطقه نفوذ آن شیء می‌باشد *(Cohn et al., 1997)* حال آنکه حوزه نفوذ یک وسیله نقلیه متحرک در یک محیط شهری یک بازه خطی جهت‌دار است *(Renz and Schmid, 2007)*. همچنین روابط ترتیبی که در یک شبکه ترافیک شهری از اهمیت خاصی برخوردارند در روابط RCC_5 لحاظ نشده‌اند.

از این‌رو مقاله حاضر با تعریف مدل داده مکانی و زمانی بازه مبنا و با بکارگیری جبر چند بازه‌ای آلن سعی دارد که مدلی منطبق بر خصوصیات ادراکی و حرکتی کاربر متحرک در یک محیط ترافیک شهری را ارائه نموده و در این راستا روابط مکانی زمانی مناسب را معرفی نماید.

۳- روش‌های مدلسازی ارتباطات مکانی و زمانی

با توجه به این امر که مدلسازی مرتبط بودن مکانی زمانی با استفاده از روش‌های مدلسازی روابط موجود در GIS انجام پذیر است لذا در این بخش مفاهیم مربوط به رابطه، روش‌های مدلسازی روابط مکانی زمانی و بالاخص جبر چند بازه‌ای آلن بعنوان روش منتخب این مقاله به تفصیل شرح داده خواهد شد. همچنین با توجه به ضرورت سفارشی سازی روابط، اصول حساب کلان نیز در ادامه توضیح داده می‌شود.

۳-۱- مفهوم رابطه

رابطه R مجموعه‌ای از مؤلفه‌های $(d_1, d_2, \ldots, dk)$ از چندتایی یکسان k است که di عضو دامنه متناظر D_i می‌باشد. به عبارت دیگر رابطه R از چندتایی k زیر مجموعه ضرب خارجی دامنه‌های k یعنی $R \subseteq D_1 \times \ldots \times D_k$ است. اغلب اوقات روابط مکانی باینری هستند و در اکثر مواقع حوزه‌های در نظر گرفته شده یکسان می‌باشند. در چنین مواردی ارتباطات مکانی بصورت $R = \{(a,b) | a,b \in D\}$ تعریف می‌شود. بازه در نظر گرفته شده معمولاً یک بازه نامتناهی است و ارتباطات مکانی شامل مؤلفه‌های نامتناهی می‌شوند *(Egenhofer et al., 1994)*. بر روی مجموعه روابط $R= \{R_1, \ldots, R_n\}$ می‌توان عملگرهای جبری مانند اجتماع، اشتراک، مکمل، معکوس یا ترکیب روابط را بکار برد که در این صورت جبر روابط حاصل می‌شود. از آنجایی که روابط فوق تعداد نامحدود دوتایی‌ها را شامل می‌شود، استفاده از این اپراتورها انعطاف‌پذیر نیست. بنابراین یک فرض معمول در استنتاج و نمایش کیفی، انتخاب روابطی است که متفقاً فراگیر و دو به دو مجزا (JEPD)[1] باشند یعنی هر زوج، $(a,b) \in D \times D$ دقیقاً عضوی از یک رابطه است. به روابط JEPD، روابط پایه‌ای، بنیادی یا اتمیک گویند *(Egenhofer et al., 1994)*.

بطور کلی در سیستم‌های اطلاعات مکانی سه نوع رابطه قابل بررسی است که شامل روابط توپولوژیک، متریک و جهتی می‌باشد. این نوع روابط در ابعاد مکانی و زمانی (اگرچه در بعد زمان تنها یک جهت وجود دارد) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳-۲- جبر بازه‌ای آلن

جبر بازه‌ای آلن بر مبنای تعریف بازه‌ها بوسیله نقاط ابتدا و انتهای یک رویداد مکانی و یا زمانی و تعیین روابط میان

[1]-Region -Connected Calculus

[1]- Jointly exhaustive and pairwise disjoint (JEPD)

آنها استوار است(*Allen, 1983*). اصول روابط آلن ابتدا در بعد زمان مطرح شد و سپس به علت وجود ویژگی‌های متمایز آن نسبت به دیگر مدل‌های توپولوژیک معتبر در بعد مکان، به سرعت در بعد مکان جایگاه خود را مشخص نمود. از اینرو ابتدا اصول جبر آلن در بعد زمانی عنوان می‌شود و سپس خصوصیات و جوانب مکانی آن مورد بررسی واقع می‌شود.(*Renz and Schmid, 2007*)

۳-۳- جبر زمانی آلن

آلن در سال ۱۹۸۳ جبری را بر پایه بازه‌ها ابداع کرد که توسط آن ارتباطات کیفی میان این بازه‌ها را مشخص نمود. جبر زمانی آلن بر پایه سیزده رابطه پایه JEPD تعریف شد به این معنا که دقیقاً و تنها یکی از روابط میان بازه‌ها در یک زمان برقرار است. بعلاوه ۲۱۳رابطه از اجتماع روابط پایه حاصل می‌شود(*Allen, 1983*). اگر زمان یک پارامتر پیوسته در نظر گرفته شود، T مجموعه‌ای از زمان‌های اندازه‌گیری شده ایزومورفیک به مجموعه اعداد حقیقی است و I مجموعه بازه‌های زمانی است. اگر i یک بازه زمانی از I باشد بطوری که $i = [t^-, t^+]$ که، $t^-, t^+ \in T$ ، $t^- \langle t^+$ مشخص کننده نقاط ابتدا و انتهای بازه باشند، ارتباطات میان این بازه‌های زمانی با عملگرهای زمانی آلن که ارتباطات انحصاری دو به دو بین بازه‌های زمانی را تعریف می‌کند مشخص می‌شود که شامل موارد زیر است (*Allen, 1983*): {برابری، قبل از، ملاقات کردن، همپوشانی دادن، حین، همزمان شروع شدن، همزمان خاتمه یافتن} و معکوس آنها به ترتیب {بعد از، ملاقات شدن، پوشش داشتن، شمول، همزمان شروع کردن، همزمان خاتمه دادن}. البته رابطه برابری، معکوس نمی‌باشد زیرا یک عملگر متقارن است و معکوس آن با خودش یکسان است(*Gerevini and Nebel, 2002*).

۳-٤- جبر مکانی آلن

اگرچه تئوری آلن ابتدا بر اساس استنتاج زمانی بود، لیکن بعلت خصوصیات ویژه آن (که در ادامه بیان می شود) سریعاً به حوزه مکانی انتقال یافت و تحقیقات مختلفی را در این زمینه موجب شد (*Guesgen 2002; Mukerjee and Joe 1990; Kurata and Egenhofer, 2006*).جدول (۲) ارتباطات مکانی و زمانی آلن را نشان می‌دهد. تحقیقات وسیع پیرامون روابط آلن خاطر نشان می‌سازد که استفاده از تئوری آلن تنها بر پایه خصوصیات محاسباتی آن نیست بلکه بعلت کفایت ادراکی و شناختی آن است. منظور از کفایت مکانی، تطابق روابط پایه با مفاهیم مرتبط ادراکی است و مکانیزم استنتاج پیشنهادی مشابه با روش استنتاج افراد در فضای مکانی است (*Knauff et al., 1997; Egenhofer, 2006*).

۳-۵- ویژگی‌های جبر بازه‌ای آلن

همان طور که بیان گردید جبر بازه‌ای آلن دارای خصوصیاتی است که آن را از دیگر مدل‌ها متمایز می‌سازد. میان روابط مکانی و زمانی آلن و روابط توپولوژیک ذکر شده هممورفیزمی وجود دارد که می‌تواند روابط توپولوژیک و جهتی را همزمان تشخیص دهد. مجموعه روابط آلن، یک مجموعه کامل از روابط مکانی با اندازه توجیه‌پذیر است که بطور وسیعی مورد استفاده واقع شده است. تحقیقات Knauff و همکاران(۱۹۹۷) در زمینه کفایت شناخت مفهومی در سیستم‌های راهنمای انسان حاکی از آن است که به نظر می‌رسد روابط آلن دارای کفایت مکانی است و از طرف دیگر به نحوه ادراک و شناخت انسان از روابط مکانی نزدیکتر است و جنبه‌های مهمی از آن را در بر می‌گیرد. اطلاعاتی که در آن نهفته است شبیه به اطلاعاتی است که انسان برای نمایش و به خاطر آوردن ترتیب اطلاعات مکانی بکار می‌برد.

تحقیقات Knauff و همکاران(۱۹۹۷) روی کفایت شناخت مفهومی روابط آلن این نکته را خاطر نشان می‌کند که اطلاعات توپولوژیکی و ترتیبی در حافظه انسان به صورت جداگانه نمایش داده می‌شوند و اولی از دومی دارای اهمیت بیشتری است (زیرا به راحتی ثبت و به سهولت یادآوری می‌شود) .(*Renz and Schmid, 2007*)

۳-۶- سفارشی سازی روابط

با توجه به اینکه در سیستم‌های راهیابی بافت آگاه خدمات عموماً بصورت برخط و پویا به کاربر ارائه می‌شوند، لذا ضروری است که با استفاده از روش‌های سفارشی سازی، فضای محاسباتی کلان ایجاد شود تا کارآیی سیستم افزایش یابد *(Ligozat and Renz, 2004)*. حساب کیفی مکانی زمانی معمولاً در سطح خاصی از دانه‌بندی و در یک حوزه خاص موجودیت‌های مکانی زمانی فرمول‌بندی می‌شوند. اگر دانه‌بندی یا حوزه حساب موجود، نیازهای یک کاربرد را برآورده نسازد این امر امکان‌پذیر است که همه اطلاعات را به مدل تزریق کرد یا آن را بنا به کاربرد مقید نموده و ارتقا بخشید *(Renz and Schmid, 2007)*. سفارشی سازی روابط به منظور ایجاد یک چهارچوب کلان برای حساب کیفی مطرح شده ضروری است.

۳-۶-۱-تعریف حساب کلان

فرض کنید یک حساب کیفی مکانی یا زمانی F با روابط پایه B_F در دامنه B_F تعریف شده است. حساب C با روابط پایه B_C و رابطه جهانی U_C روی دامنه D_C، جامع‌تر از F نامیده می‌شود و بصورت C<F نشان داده می‌شود، اگر و تنها اگر *(Renz and Schmid, 2007)*:

(۱) برای رابطه پایه $BF \in B_F$ یک رابطه پایه $BC \in B_C$ وجود داشته باشد بطوری که $(BF \cap UC) \subseteq BC$،

(۲) $D_c \subseteq D_F$ و یکی از شرایط زیر برقرار است:

(الف) ارتباطات کلان: یک رابطه پایه BF در B_F وجود دارد بصورتی که $(BF \cap UC) \subset BC$

(ب) ارتباطات ناکارآمد: یک رابطه پایه BF در B_F وجود

جدول ۲- ارتباطات پایه آلن در فضا و زمان *(Knauff et al., 1997)*

نام رابطه	تعریف لغوی آن در بعد مکان	سمبل نمایش	نمایش گرافیکی	ترتیب نقاط (sنقطه شروع، e : نقطه پایان)
Before	X is behind Y	x < y		$s_x < e_x < s_y < e_y$
Meets	X meets Y	x m y		$s_x < e_x = s_y < e_y$
Overlaps	X overlaps Y	x o y		$s_x < s_y < e_x < e_y$
Starts	X contained in the back of Y	x s y		$s_y = s_x < e_x < e_y$
During	X contained in Y	x d y		$s_y < s_x < e_x < e_y$
Finishes	X contained in front of Y	x f y		$s_y < s_x < e_x = e_y$
Equals	X equals Y	x = y		$s_x = s_y < e_y = e_x$
Finished-by (finishes-inverse)	X extends in front of Y	x fi y		$s_x < s_y < e_y = e_x$
Contains (during-inverse)	X contains in Y	x di y		$s_x < s_y < e_y < e_x$
Started-by (starts-inverse)	X extendes in the back of Y	x si y		$s_x = s_y < e_y < e_x$
Overlapped by (overlaps-inverse)	X overlapped by Y	x oi y		$s_y < s_x < e_y < e_x$
Met by (meets-inverse)	X met by Y	x mi y		$s_y < e_y = s_x < e_x$
After	X is in front of	x a y		$s_y < e_y < s_x < e_x$

دارد به صورتی که $(B_F \cap U_C) = \Phi$
(ج) کاهش دامنه: $D_c \subset D_F$

۳-۷- روش‌های موجود سفارشی سازی روابط آلن

با توجه به اینکه در این تحقیق روابط سفارشی سازی شده آلن، بعنوان روابط مکانی زمانی مد نظر قرار گرفته، در این بخش روش‌های موجود سفارشی سازی روابط ذکر گردیده است. دو روش برای سفارشی کردن جبر بازه‌ای وجود دارد *(Golumbic and Shamir, 1993; Renz and Schmid, 2005)*:

۱)استفاده‌ازآنچه Golumbic و Shamir (۱۹۹۳) آن‌راارتباطات کلان می‌نامند و مفهوم آن اشتراک کلیه ارتباطات پایه می‌باشد. در کاربردهای خاص می‌توان ارتباطات شبیه به هم را که نتیجه یکسانی در آن کاربرد ایجاد می‌کنند با یکدیگر ترکیب نموده و آنها را روابط پایه حساب سفارشی معرفی نمود.

۲) استفاده محدود به ارتباطاتی که از جبر موجود در کاربری خاص مورد استفاده واقع می‌شود با عنوان روابط بازه‌ای <, >, d, di, o, oi, و = وعدم بکارگیری m, mi, s, si, f, fi که در متون آن را A_6 می‌نامند. البته رابطه برابری نیز برای استانداردسازی روابط اضافه می‌شود.

٤- مدل پیشنهادی ارتباطات مکانی زمانی بر مبنای جبر چند بازه‌ای سفارشی شده آلن

رویکرد پیشنهادی جهت مدلسازی ارتباطات مکانی زمانی میان کاربر متحرک و بافت‌های مرتبط در یک سیستم راهیابی بافت آگاه که در محیط شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد بطور کل شامل مراحل زیر است:

- ایجاد مدل داده مناسب برای کاربر متحرک در محیط شهری و خلاصه سازی جزئیات محیط و اشیایی که ارتباطات مکانی زمانی میان آنها بررسی می‌شود. نکته مهم در فرایند ایجاد مدل داده و خلاصه سازی این است که کلیه عناصر اشیاء دخیل (شامل کاربر متحرک و بافت‌های مرتبط) باید بصورت جامع و مانع شناخته شده و مدلسازی شوند.
- مشخص نمودن کلیه ارتباطات مکانی زمانی موجود میان کاربر متحرک و بافت‌های مرتبط.
- کاهش روابط تشخیص داده شده به روابطی که در تصمیم‌گیری نهایی فرد مؤثر است با حفظ اصل جامعیت و همگونی.
- ارائه الگوریتم مناسب جهت تعیین روابط مکانی زمانی موجود میان کاربر متحرک و بافت‌های مرتبط.
- ارزیابی مدل پیشنهادی

٤-۱- ایجاد مدل داده و خلاصه‌سازی جزئیات

اطلاعات پایه یا داده‌های بنیادی مدل پیشنهادی، کاربر متحرک و بافت‌های مرتبط با او در فضای شهری می‌باشند. این دو جزء اصلی هر یک دارای ویژگی‌ها و خصوصیات مخصوص به خود می‌باشد که در تعیین مدل داده مورد نظر مؤثرند و در این بخش تشریح شده‌اند:

٤-۱-۱- مدل داده مناسب برای کاربر متحرک

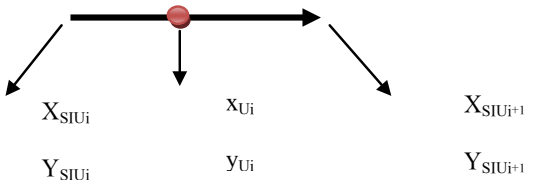
عموماً در سیستم‌های اطلاعات مکانی بافت آگاه حامی فرایند راهیابی، موقعیت کاربر متحرک بصورت نقطه‌ای بیان شده است. مشکل اصلی اینگونه سیستم‌ها این است که نحوه درک و شناخت انسان و خصوصیات تعامل او با محیط در نظر گرفته نشده است.

حال آن که تحقیقات موجود پیرامون روش‌های درک و تعامل انسان با محیط خاطر نشان می‌سازد که اگرچه انسان در یک لحظه تنها در یک نقطه از مکان است ولی از لحاظ ادراکی منطقه‌ای از فضای مکانی را درک می‌کند. از طرف دیگر حرکت یک فرد متحرک در یک محیط شهری با استفاده از وسیله نقلیه مقید به یک شبکه شهری است و حرکت او عموماً در راستای یک امتداد مشخص (منطبق با محور مسیر)، با سرعت خاص و جهت مشخص انجام می‌پذیرد. از اینرو در تحقیق حاضر موقعیت فرد با یک بازه خطی جهت‌دار مشخص می‌شود.

از طرف دیگر بافت‌های مرتبط شهری اغلب ساختمان‌ها

و بناهایی می‌باشند که تنها نمای خارجی آنها توسط کاربر متحرک درک می‌شود بنابراین موقعیت مکانی بافت‌های مرتبط نیز توسط یک بازه خطی مشخص می‌گردد. *(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)*

تعریف ۱- بازه مکانی کاربر متحرک، بازه‌ای یک بعدی مستقیم، جهت‌دار و پویا است که موقعیت نقاط ابتدا (x_{SIUi},y_{SIUi}) و انتهای آن($x_{SIU`i}$+۱+$y_{SIUi,۱}$) بر اساس موقعیت لحظه‌ای کاربر (x_{Ui},y_{Ui}) تعیین می‌شود و هر نقطه روی این بازه یک بعدی در صفحه مستوی دو بعدی نقشه دارای ابعاد (x,y) است (نحوه تصویر کردن موقعیت ابتدا و انتهای بازه در پیوست ۱ آمده است). خصوصیات این بازه جهت‌دار (جهت آن و نقاط ابتدا و انتهای بازه) بر اساس موقعیت کاربر در بازه‌های زمانی معین بهنگام می‌شود. (نگاره۱) *(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)*



نگاره ۱: بازه مکانی جهت‌دار کاربر متحرک
(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)

محاسبه جهت در این مقاله بر اساس مقایسه ژیزمان حرکت کاربر و محور خیابان عبوری انجام می‌شود. در صورتی که $0^o \le Gst < 180^o$ باشد، اگر $0^o \le GU < 180^o$ جهت مثبت در نظر گرفته می‌شود و اگر $180^o \le GU < 360^o$ جهت منفی در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که $180^o \le Gst < 360^o$ باشد، اگر $0^o \le GU < 180^o$ جهت منفی در نظر گرفته می‌شود و اگر $180^o \le GU < 360^o$ جهت مثبت در نظر گرفته می‌شود.

منظوراز Gst، ژیزمان خط مرکزی معبری است که کاربر در آن در حال حرکت است و منظوراز GU، ژیزمان حرکت کاربر متحرک می‌باشد. همچنین موقعیت نقاط ابتدایی و انتهایی بازه براساس رابطه (۱) تعیین می‌شود. *(Neisany Samany et al., 2013)*

$$I_{ui}= \begin{cases} x_{SIU_i} = x_{ui} - \frac{2}{3}(V_i \times 6)\sin\grave{A}G_{i.i+1} \\ y_{SIU_i} = y_{ui} - \frac{2}{3}(V_i \times 6)\cos G_{i.i+1} \\ x_{SIU_{i+1}} = x_{ui} + (V_i \times 6)\sin G_{i.i+1} \\ y_{SIU_{i+1}} = y_{ui} + (V_i \times 6)\cos G_{i.i+1} \end{cases} \quad (۱)$$

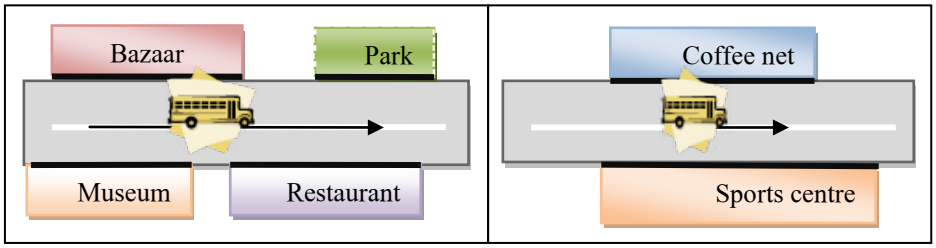
که در آن Iui بازه مکانی جهت‌دار کاربر متحرک می‌باشد*(Neisany Samany et al., 2013)*. ضرایب $\frac{۲}{۳}$ در رابطه (۱) به منظور ایجاد عدم تقارن بازه نسبت به موقعیت کاربر می‌باشد. این امر به منظور مدلسازی تأثیر جهت در بازه مکانی کاربر انجام می‌شود. قطعاً میدان دید کاربر و حوزه نفوذ او در جهت مستقیم بیشتر از جهت مخالف حرکت است. همچنین ٦ ثانیه حداقل زمان فرض شده‌ای است که کاربران برای تصمیم‌گیری نیاز دارند.

از آنجائیکه سرعت کاربر در یک شبکه شهری متغیر است، سرعت (V_i) به عنوان یکی از متغیرهای مؤثر در تعیین وسعت بازه در نظر گرفته شده است (نگاره ۲) و با ضرب در ٦ ثانیه که زمان بهنگام رسانی آموزه‌های راهیابی است، وسعت بازه را مشخص می‌نماید، به این صورت که با افزایش سرعت، بازه بزرگتر و با کاهش آن، بازه کوچکتر می‌شود.

تعریف ۲- بازه زمانی کاربر متحرک، بازه‌ای یک بعدی مستقیم، جهت‌دار و پویا است که شروع آن زمان کنونی کاربر (ti) و انتهای آن زمان اتمام فرایند راهیابی(tf) است (این زمان توسط کاربر در ابتدای شروع فرایند معرفی می‌گردد). این بازه زمانی هر ٦ ثانیه بهنگام می‌شود. نگاره(۳) بازه مورد نظر را نشان می‌دهد *(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)*.

٤-۱-۲- مدل داده مناسب برای اشیاء یا بافت‌های مرتبط

معمولاً کاربر متحرک در مواجه با اشیاء پیرامون خود در یک فاصله تمام جزئیات را مشاهده نمی‌کند. در واقع استنتاج و تصمیم‌گیری فرد در مورد آن شیء فقط در حد نمای خارجی دیداری آن است و مستقل از جزئیات موجود در آن شی می‌باشد.

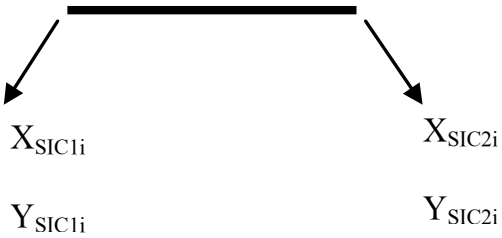


ب) الف)

نگاره ۲: وابستگی ابعاد بازه به سرعت حرکت کاربر الف) سرعت کم کاربر، بازه کوتاه‌تر، ب) سرعت زیاد کاربر، بازه وسیع‌تر

تعریف۳- بازه مکانی بافت‌های مرتبط، بازه‌ای یک بعدی مستقیم است که در آن x_{SIC1i} و y_{SIC1i} نقطه شروع عارضه در راستای خیابان و x_{SIC2i} و y_{SIC2i} نقطه پایان عارضه مکانی (بافت مرتبط) می‌باشد (ترتیب اندیس ۱ و ۲ برای هر عارضه از سمت چپ نقشه آغاز می‌شود (پیوست ۱). همچنین هر نقطه روی این بازه یک بعدی در صفحه مستوی دو بعدی نقشه دارای ابعاد (x,y) است (نگاره ٤) *(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)*.

نگاره ۳: بازه زمانی کاربر متحرک *(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)*



نگاره ٤: بازه مکانی کاربر متحرک *(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)*

تعریف ٤- بازه زمانی بافت‌های مرتبط، بازه‌ای یک بعدی مستقیم، جهت‌دار و پویا است که شروع بازه(t_{TI1i})، آغاز زمان سرویس‌دهی در آن روز(روز i ام) و انتهای بازه(t_{TI2i})، اولین زمان اتمام ارائه خدمات و یا زمان اتمام بازدید از آن بافت می‌باشد (نگاره ۵).

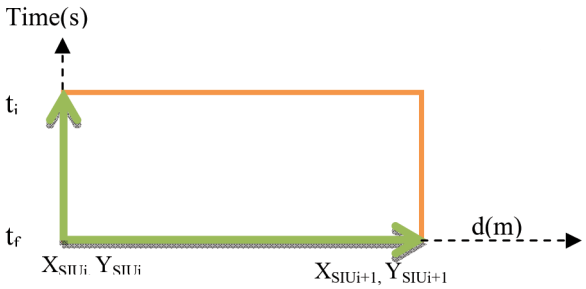
اولین زمان اتمام از این لحاظ عنوان می‌شود که در اغلب موارد مراکز خدمات دهی شهری در ساعاتی از روز آماده خدمات‌دهی به کاربران نمی‌باشند. بنابراین باید بازه زمانی اشیا مرتبط هم بصورت روزانه و هم در طول روز بهنگام شوند *(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)*.

نگاره ۵- بازه زمانی بافت مرتبط*(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)*

٤-۱-۳- مدل داده پیشنهادی دوبعدی مکانی زمانی

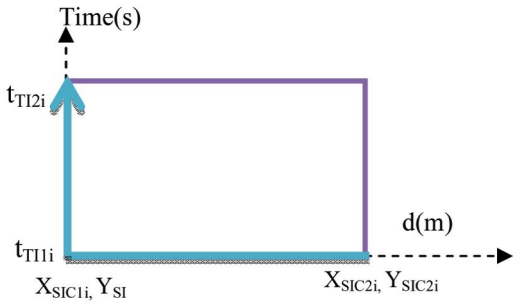
جهت تلفیق دو بعد مکان و زمان در حالت از اصول جبر چند بازه‌ای پیروی می‌شود، به این ترتیب که یک محور به عنوان مکان و محور دیگر به عنوان زمان در نظر گرفته می‌شود. این دو محور مستقل از یکدیگر بوده ولی با هم مرتبطند (نگاره‌های ۷ و ۸). همچنین محورهای مکانی و زمانی کاربر متحرک و بافت‌های مرتبط در رویکرد پیشنهادی با یکدیگر لزوماً موازی هستند.

با توجه به تعاریف عنوان شده در این حالت موجودیت کاربر، یک صفحه مکانی زمانی است که بر اساس موقعیت، سرعت، جهت و زمان کاربر، ابعاد آن بهنگام می‌شوند (در نگاره‌های ٦ و ۷، محور d، محور مکان در راستای خط مرکزی خیابان عبوری توسط کاربر متحرک و محور Time، محور زمان می‌باشد).



نگاره٦: مدل داده دو بعدی مکانی زمانی کاربر

موجودیت بافت‌ها نیز بصورت یک صفحه مستوی است که بعد مکانی ثابت و بعد زمانی آن در صورت لزوم بهنگام می‌شود.



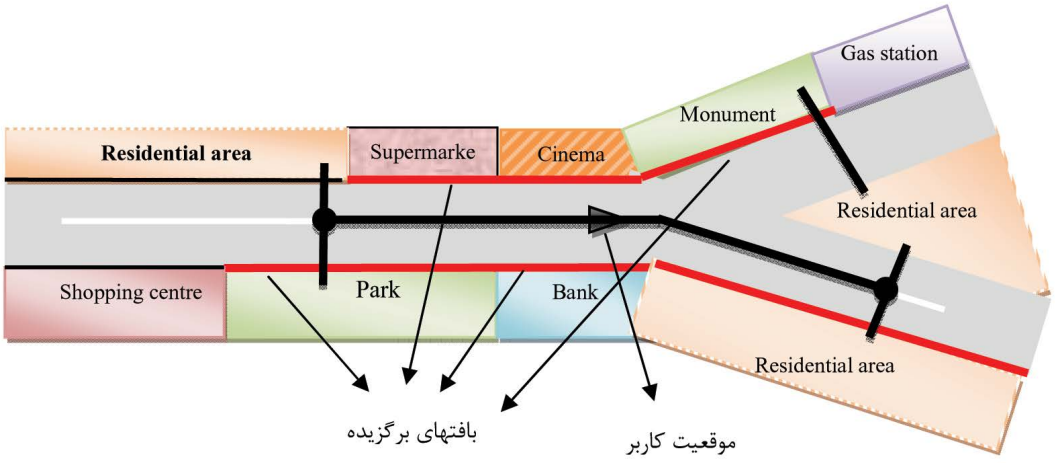
نگاره۷: مدل داده دو بعدی مکانی زمانی بافت‌های مرتبط

٤-١-٤- پرسش و پاسخ دامنه پویای ورونوی مبنا

اولین گام پس از ورود اطلاعات، انجام پرسش و پاسخ دامنه ورونوی مبنا بصورت پویا می‌باشد *(Xuan et al., 2011)* (نگاره ۸). با توجه به مطالب عنوان شده در تعریف (۱)، آنچه در بهنگام رسانی این الگوریتم مؤثر است V (سرعت کاربر در لحظه بهنگام رسانی) و t بازه زمانی بهنگام رسانی است که در این تحقیق شش ثانیه فرض شده‌است. شش ثانیه حداقل زمانی است که کاربران برای تصمیم‌گیری بلادرنگ خود در یک محیط نا آشنا نیاز دارند*(Neisany Samany, 2013)*. نتیجه این پرسش و پاسخ، بافت‌های مرتبطی است که در شبکه شهری در دامنه معرفی شده واقعند (نگاره۹). علت عدم استفاده از بافر در این مدل پیشنهادی آن است که تنها بافت‌های محدود به یک خیابان مد نظر است و با توجه به بررسی‌های انجام شده VCRQ مناسب‌تر از الگوریتم بافر است *(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)*.

٤-١-٥- مدل استنتاج و سفارشی سازی روابط

با توجه به ۱۳ رابطه مکانی و ۱۳ رابطه زمانی میان بازه‌های تعریف شده، در مجموع ۱٦۹ رابطه در جبرچندبازه‌ای آلن وجود دارد. ایده اصلی برای سفارشی‌سازی MIA_{169}، ترکیب بعضی از روابط پایه (سفارشی‌سازی با ایجاد روابط کلان) است که تأثیر یکسان بر روی تصمیم‌گیری کاربر متحرک دارند. *(نیسانی سامانی، ۱۳۹۲)* در این تحقیق ایجاد روابط کلان، از طریق یکی کردن روابطی که تأثیر یکسان بر تصمیم‌گیری



نگاره ۸: انجام پرسش و پاسخ دامنه‌ای ورونوی مبنا بصورت پویا بر اساس موقعیت کاربر *(Xuan et al., 2011)*

کاربر دارند، در جهت افزایش کارآیی سیستم انجام می‌شود. بر اساس این فرضیه در حالت، پنج رابطه زمانی میان بازه‌های زمانی کاربر متحرک و بافت‌های مرتبط وجود دارد که شامل:(before (b)،after(a)،meet(m)، met-by(mi و contact with(c) می‌باشد. رابطه «در تماس است با» ترکیبی از روابط overlaps،overlapped by, starts،started by، covers ،covered by، finishes، finished by و equals می‌باشد. همچنین میان بازه‌های مکانی نیز همان پنج رابطه برقرار است. بنابراین با توجه به وجود رابطه مکانی و رابطه زمانی، ۲۵ رابطه مکانی زمانی در نظر گرفته می‌شود که به اختصار MIA_{25} نامیده می‌شود.

۵- پیاده‌سازی مدل پیشنهادی

در این بخش، پیاده‌سازی عملی روش پیشنهادی تحقیق برای مدلسازی ارتباطات مکانی زمانی در یک سیستم اطلاعات مکانی راهیابی بافت آگاه مقید به یک محیط شهری گردید.

۵-۱- منطقه مورد مطالعه و اطلاعات مورد نیاز

با توجه به کاربری سیستم در سناریوی راهیابی گردشگر، منطقه مورد مطالعه برای پیاده‌سازی مدل‌های پیشنهادی مناطق ۳، ٦ و ۱۱ شهرداری تهران که حاوی مراکز گردشگری متنوعی است مورد توجه قرار گرفت. بطور کلی نقشه و اطلاعات مکانی مورد استفاده دارای مقیاس ۱:۲۰۰۰ است. بستر نرم‌افزاری مدل پیاده‌سازی شده، نرم افزار VisualBasic.Net بر اساس Net Compact Framework. 3.5 بر روی Windows Mobile 6 Professional SDK می‌باشد که با استفاده از کنترل‌ها و ابزارهای ArcGISMobile برنامه نویسی شده است.

۵-۲- پیاده‌سازی و اجرا

پارامتر اصلی پیاده‌سازی در مدل، بازه‌های مکانی و زمانی کاربر متحرک است که بر اساس موقعیت، جهت، سرعت و زمان کاربرجهت بهنگام سازی سیستم برخط بازیابی می‌شود ***(Iwerk, 2004)*** و لازم است هر ٦ ثانیه یکبار بهنگام شود. پس از مشخص شدن جهت، ابعاد بازه بر اساس موقعیت و سرعت کاربر توسط رابطه (۱) محاسبه می‌شود. حال آن که محاسبه بازه زمانی کاربر بسیار ساده‌تر انجام می‌شود. کافی است در هنگام شروع فرایند راهیابی، زمان پایان مسیریابی مشخص شود. آنگاه بر اساس زمان کنونی کاربر و زمان اتمام فرایند، بازه زمانی مشخص شود و پس از هر ٦ ثانیه، مبدا بازه زمانی، به اندازه ٦ ثانیه جلوتر رود. در مورد بازه‌های مکانی و زمانی بافت‌های مرتبط، این نکته قابل ذکر است که بازه‌های مکانی ثابت است ولی

Inputs: Origin, destination and the user's preferences.

Outputs: Guiding instructions based on the spatio-temporal relevant contexts on the route of the user.

1. Determination of the related contexts in all of the procedures based on the user's preferences (SICs).
2. For each 6 Seconds in current time
3. While (V_T>0)
4. Selection of the near SICs (Spatial Interval of Contexts) through a VCRQ (Voronoi Continuous Range Query) with the centre at [x_u, y_u] and updating the SI_U and TI_U.
5. Comparison of the spatio-temporal relations between the user and related contexts based on MIA_{25}.
6. Specification of the spatio-temporal relations and sending appropriate instructions to the user.
7. End while
8. Next

نگاره ۹: شبه کد الگوریتم اجرایی

بازه‌های زمانی روزانه بر اساس زمان‌های خدمات‌دهی بافت‌های مرتبط بهنگام می‌شوند. پس از مشخص شدن ابعاد بازه، روابط میان بازه‌های مکانی و زمانی بر اساس روابط MIA_{25} سنجیده می‌شود و آموزه مناسب به سمت کاربر ارسال می‌شود (نگاره۹).

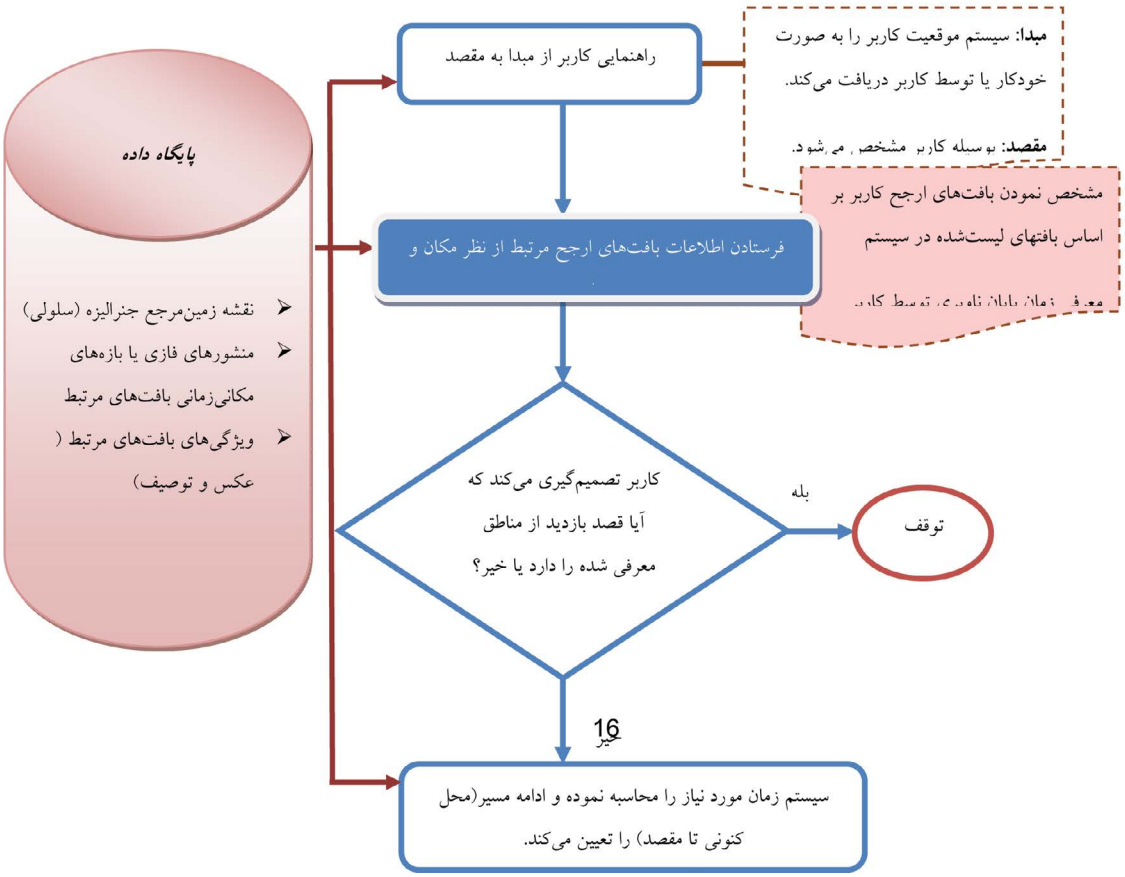
۵-۳- سناریوی پیاده‌سازی مدل پیشنهادی

در این مقاله جهت پیاده سازی مدل پیشنهادی، سناریوی هدایت گردشگر در نظر گرفته شد. هدف اصلی از هدایت گردشگر، راهنمایی او از هتل و یا سایر محل‌های اقامت به مراکز مختلف گردشگری ارجح کاربر است که در نهایت به مقصدی خاص می‌انجامد *(Sumi et al., 1998; Garcia-Crespo et al. 2009)*. در واقع مبدا و مقصد فرد مشخص است و بر اساس مسیر مشخص شده میان مبدا و مقصد، بافت‌های مرتبط مکانی زمانی (مکان‌های ارجح) در طول مسیر به او معرفی می‌شوند. جزئیات سناریوی در نظر گرفته شده شامل موارد زیر است(نگاره ۱۰):

سخت‌افزار مورد استفاده در این سیستم شامل رایانه‌های قابل حمل مانند PDA یا Laptab مجهز به GPS می‌باشد و نرم‌افزار پیاده‌سازی شده، مطابق نگاره (۱۱) قابل اجراست.

۵-٤- ارزیابی مدل

ارزیابی مدل پیاده‌سازی شده بر مبنای سه پارامتر دقت، زمان اجرا و رضایت‌مندی انجام شد. برای بررسی دقت مدل پیشنهادی، روش‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفت *(Gena, 2005; Malik et al., 2007; Olsson et al., 2012)*. پایه اصلی کلیه روش‌ها بر مبنای مقایسه بافت‌های مرتبط



نگاره۱۰: فلوچارت الگوریتم اجرایی بر اساس سناریوی در نظر گرفته شده

نگاره ۱۱- الف- نحوه ارائه آموزه‌ها به کاربر، ب- مشاهده خصوصیات مربوط به بافت مرتبط

معرفی شده توسط الگوریتم و بافت‌های موجود مرتبط از لحاظ مکانی زمانی می‌باشد. از بین روش‌های موجود دو روش متداول برای ارزیابی دقت مدل استفاده گردید. روش اول نتایج را بر اساس توزیع بای نومیال[1] ارزیابی می‌کند و در روش دیگر دو پارامتر آماری درستی و یادآوری مورد بررسی قرار گرفت.

آزمون اول که برای بررسی دقت مدل مورد نظر ارائه شده است بر مبنای مقایسه تعداد دفعات تشخیص بافت‌های مرتبط مکانی زمانی در ۱۰۰ بار تکرار با تعداد دفعاتی است که آن بافت باید در آن ۱۰۰ بار تکرار به کاربر معرفی می‌شد. با توجه به اینکه هدف اصلی این آزمون، ارزیابی میزان یافتن بافت‌های مرتبط بر اساس مدل پیشنهادی است، بکارگیری توزیع بای نومیال، که یک توزیع گسسته از تعداد موفقیت‌ها در مجموعه‌ای از n تجربه مستقل بله/خیر است، مد نظر قرار گرفت. توزیع باینومیال عموماً برای مدلسازی تعداد پیروزی‌ها در یک نمونه با اندازه n از جامعه N بکار می‌رود. آزمون بای نومیال با توجه به نسبت تعداد موفقیت‌ها به کل دفعات تکرار محاسبه شده و خروجی آن یک بازه اطمینان است که به آن بازه تقریب بای نومیال گویند. اگر n1، تعداد موفقیت‌ها از بین n (مجموع کل نمونه) باشد و $p = \frac{n_1}{n}$ نسبت موفقیت‌ها باشد، در صورتی که $Z_{\alpha/2}$ معادل $100(1-\alpha/2)$ امین نسبت از توزیع نرمال استاندارد باشد، آنگاه بازه تقریب نرمال بای‌نومیال بصورت رابطه (۲) بیان می‌شود.

$$p \mp z_{1-\alpha/2}\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \quad (۲)$$

که در این رابطه، $z_{1-\alpha/2}$ «مقدار z» برای سطح اطمینان موردنظر است. مقدار عددی $Z_{1-\alpha/2}$ برای سطح اطمینان ۹۵% معادل ۱/۹۶، برای سطح اطمینان ۹۹% معادل ۲/۵۷ و برای سطح اطمینان ۹۹/۷۳% معادل ۳ می‌باشد. در صورتی که حد بالای بازه تقریب بیشتر از عدد ۱ باشد، آن گاه می‌توان از فاصله اطمینان یکطرفه استفاده نمود که در اینحالت به ازاء $\alpha = ۰/۵$ ، $Z_{1-\alpha}$ معادل ۱/۶۵ خواهد بود و رابطه (۲) به رابطه (۳) تبدیل خواهد شد:

$$\hat{p} - z_{1-\alpha}\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \quad (۳)$$

[1]- Binomal distribution

نگاره ۱۲- نمودار میانگین دقت در سه مسیر

آزمون دوم بررسی دقت الگوریتم بر اساس دو معیار اصلی درستی و یادآوری می‌باشد. محاسبه این دو معیار بر اساس سه پارامتر (۱) مثبت‌های حقیقی (TP)[1] که تعداد بافت‌های مرتبطی است که سیستم به کاربران ارائه می‌دهد، (۲) مثبت‌های اشتباه (FP)[2] بافت‌هایی است که به کاربر معرفی می‌شود ولی با او مرتبط نیست و (۳) منفی‌های اشتباه (FN)[3] آنهایی هستند که به کاربر ارائه نمی‌شوند ولی به او مرتبط هستند، تعریف می‌شوند *(Gena, 2005)*. با توجه به پارامترهای تعریف شده مقدار درستی و یادآوری بصورت روابط (٤ و ٥) قابل محاسبه می‌باشد*(Gena, 2005)*:

- **درستی**: این پارامتر میزان درستی فرایند انتخاب بافت‌ها را مشخص می‌کند(رابطه (٥)) *(Gena, 2005)*:

$$\text{percision} = \frac{TP}{TP+FP} \qquad (٤)$$

- **یادآوری**: نسبت بافت‌های مرتبط موجود به بافت‌هایی است که به کاربر معرفی می‌شود (رابطه ٦) و اعتبار اطلاعات را نشان می‌دهد*(Gena, 2005)*:

$$\text{recall} = \frac{TP}{TP+TN} \qquad (٥)$$

نتایج حاصل از ارزیابی مدل در ۳ مسیر مختلف حاکی از آن است که در ۱۰۰ بار تکرار الگوریتم در ۳ مسیر مختلف با دو سرعت در زمان‌های متفاوت، مقدار نسبت درست تخمین زده شده برای هر شیء حداقل ٩٦% و حداکثر ۱۰۰% می‌باشد. با توجه به محاسبه فاصله اطمینان یکطرفه توسط تقریب بای‌نومیال، بیشینه مقدار بازه تقریب اطمینان ۱ و کمینه مقدار بازه تقریب اطمینان ۰/۹۲۷ می‌باشد. بنابراین تحلیل آماری خاطر نشان نمود که الگوریتم پیشنهادی می‌تواند بافت‌های مرتبط مکانی زمانی را حداقل با اطمینان ۹۲/۷% یافته و به کاربر معرفی کند. حال آنکه امکان یافت ۱۰۰% بافت‌ها نیز وجود دارد (نگاره ۱۲).

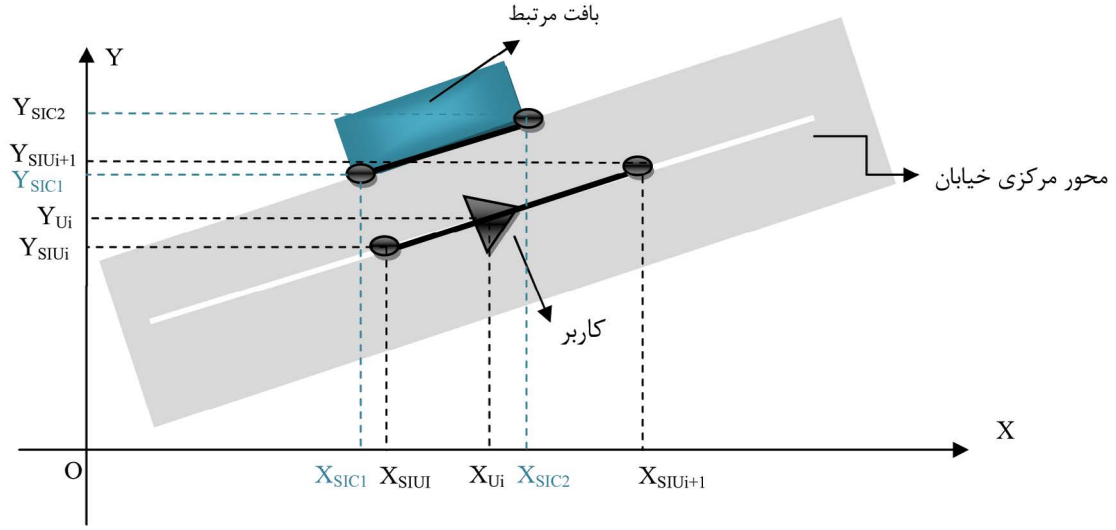
همچنین محاسبات مربوط به پارامترهای درستی و یادآوری نشان می‌دهد که حداقل درصد درستی و یادآوری ۹۵/۵ و ۹۲/۱ می‌باشند. هر چه کمیت‌های درستی و یادآوری به ۱۰۰ نزدیکتر باشد دقت مدل بالاتر است از این‌رو مدل پیشنهادی دقت مناسبی را فراهم نموده است (نگاره ۱۳).

٦- بحث و نتیجه‌گیری

تشخیص هر یک از بافت‌های موجود در مسیر طی ۱۰۰ بارتکرار توسط تقریب بای‌نومیال یکطرفه با سطح اطمینان ۹۵% بررسی شد. همچنین از دو شاخص درستی و یادآوری نیز به منظور ارزیابی تشخیص بافت‌ها در کل مسیر استفاده گردید. با توجه به بررسی‌های انجام شده در مورد بافت‌های مرتبط یافت نشده مشخص شد که کمینه مقدار اطمینان یافتن بافت‌های مرتبط با سطح اطمینان ۹۵%، ۹۲۷/در ۱۰۰ بار تکرار الگوریتم در یک مسیر می‌باشد. در بررسی زمان اجرای مدل، نتایج حاصله نشان می‌دهد که زمان اجرای

[1]-True Positives
[2]- False Positives
[3]- False Positives

نگاره ۱۳- حداقل درصد درستی و یادآوری در سه مسیر



نگاره الف - پیوست ۱- نحوه تصویر کردن بازه مکانی قطعی جهت‌دار کاربر و بافت‌های مرتبط در سیستم مختصات مرجع

الگوریتم به تعداد بافت‌های مرتبط اطراف کاربر بستگی مستقیم دارد. با افزایش تعداد منشورها یا صفحات مکانی زمانی اطراف کاربر، زمان مورد نیاز برای اجرای الگوریتم نیز افزایش می‌یابد. که البته حداقل زمان مربوط به مدل است. به منظور ارزیابی رضایت‌مندی کاربران پرسشنامه‌ای طراحی شد و در مسیر شماره ۱ در منطقه مورد مطالعه توسط ۱۰۰ گردشگر تکمیل گردید. تحلیل آماری نتایج حاصل از فرم‌های تکمیل شده نشان می‌دهد که بطور میانگین در ۹۱/۵۲% از کاربران با الگوریتم پیشنهادی در نحوه ارائه خدمات به کاربران رضایت دارند. نتایج حاصل از پیاده سازی و ارزیابی مدل بر اساس سه پارامتر دقت، زمان اجرا و رضایت‌مندی کاربران کارایی مدل پیشنهادی را در یک سیستم راهیاب بافت آگاه شهری خاطر نشان می‌سازد.

پیوست ۱: تصویر کردن موقعیت دو بعدی کاربر متحرک به بازه مکانی جهت‌دار یک بعدی

با توجه به اینکه کاربر در حرکت خود در یک محیط شهری دارای مختصاتی دو بعدی (x,y) است و بازه حرکت وی باید به یک بازه جهت‌دار خطی تبدیل شود، از این‌رو باید نحوه تصویرکردن ابتدا و انتهای بازه مشخص شود و روابط مکانی در واقع با مقایسه مختصات ابتدا و انتهای بازه مکانی کاربر و بافت‌های مرتبط استخراج می‌شوند. نگاره الف- پیوست ۱ نحوه تصویر کردن نقاط را نشان می‌دهد.

۷- منابع و مآخذ

۱- نیسانی سامانی، ن. ۱۳۹۲. مدلسازی ارتباطات مکانی زمانی در یک سیستم اطلاعات مکانی بافت آگاه. رساله دکتری مهندسی نقشه‌برداری، گرایش سیستم‌های اطلاعات مکانی. پردیس دانشکده‌های فنی، مرداد ۱۳۹۲، دانشگاه تهران.

2- Afyouni I., C. Ray and Ch. Claramunt (2012) Spatial models for indoor and context-aware navigation systems: a survey. Journal of Spatial Information Science 4(1): 85-123.

3- Allen J.F. (1983) Maintaining knowledge about temporal intervals. Communications of the ACM 26(11): 832-843.

4- Chen F., T. Finin and A. Joshi (2004) SOUPA: Standard ontology for ubiquitous and pervasive applications. Proc. The International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, Aug. 8-11, 2004, pp.55-65.

5- Cohn A.G., Bennett B., Gooday, J. Gotts N.M. (1997) Representing and reasoning with qualitative spatial relations about regions, in: Spatial and Temporal Reasoning, Kluwer Academic Publishers, pp. 97-134.

6- Egenhofer M.J., E. Clementini and P. Di Felice (1994) Topological relations between regions with holes.International Journal of Geographic Information Systems, 8(2): 129-142.

7- Egenhofer M.J. (2006) Temporal relations of intervals with a gap. Proc. The 14th International Symposium on Temporal Representation and Reasoning, V. Goranko and X. S. Wang (eds.), IEEE Computer Society, Alicante, Spain, June 2006, pp. 169-174.

8- Frank A.U. (2001) Tiers of ontology and consistency constraints in geographical information systems. International Journal of Geographical Information Science, 15 (7): 667-678.

9- Ferscha, A., M. Hechingera, A. Rienera, M. dos Santos Rochab, A. Zeidlerb, M. Franzb, R. Mayrhofer(2008) Peer-it: stick-on solutions for networks of things. Journal of Pervasive and Mobile Computing, 4 (3): 448-479.

10- Gena C. (2005) Methods and techniques for the evaluation of -adaptive systems. Journal of The Knowledge Engineering Review, 20(1):1- 37

11- Gerevini A. and B. Nebel (2002) Qualitative spatio-temporal reasoning with RCC-8 and Allen's interval calculus: Computational complexity.Proc. The European Conference on Artificial Intelligent, pp.312-316.

12- Giannopoulos I., Kiefer P., Raubal M., Richter K.F and Thrash T. (2014). Wayfinding Decision Situations: A Conceptual Model and Evaluation. In Proceedings of the Eight International Conference on Geographic Information Science (GIScience).

13- Golumbic, M.C. and R. Shamir (1993) Complexity and algorithms for reasoning about time: A graph theoretic approach. Journal of the ACM, 40(5):1128–1133.

14- Guesgen H.W. (2002) Fuzzifying spatial relations. In Applying Soft Computing in Defining Spatial Relations, Germany, Jul. 21-22, 2002, pp. 1-16.

15- Holzmann C. and A. Ferscha (2010) A framework for utilizing qualitative spatial relations between networked embedded systems. Journal of Pervasive and Mobile Computing, 6: 362-381.

16- Ilarri S., E. Mena and A. Illarramendi (2010) Location-dependent query processing: Where we are and where we are heading. ACM Computing Surveys (CSUR), 42(3):1–73.

17- Iwerk G. (2004) Maintenance of Spatial Queries on Continuously Moving Points. PhD Thesis, University of Maryland at College Park College Park, MD, USA.

18- Knauff M., R. Rauh and J. Renz (1997) A cognitive assessment of topological spatial relations: Results from an empirical investigation. Proc. The 3rd International Conference on Spatial Information Theory (COSIT'97), Vol.1329 of Lecture Notes in Computer Science.

19- Kurata Y. and M.J. Egenhofer (2006) The head-body-tail intersection for spatial relations between directed line segment. Lecture Notes in Computer Science, In: M. Raubal, H. Miller, A. Frank, and M. Goodchild (eds.) Proc. 4th International Conference on Geographic Information Science (GIScience 2006), 4197: 269-286.

20- Kwon O. and M.K. Shin (2008) LACO: A location-aware cooperative query system for securely personalized services. Journal of Expert Systems with Applications, 34 (4):12-26.

21- Ligozat, G., and Renz, J. (2004) What is a qualitative calculus? a general framework. In Proc. Of PRICAI'04, LNCS 3157 (Auckland, New Zealand, 2004), pp. 53–64.

22- Long S., R. Kooper, G. Abowd and C. Atkeson (1996) Rapid prototyping of mobile context-aware applications: The cyberguide case study. Proc. The 2nd Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, ACM Press, New York, pp. 97–107.

23- Malik N.,U. Mahmud and Y. Javed(2007) Future challenges in context-aware computing. IADIS International Conference WWW/Internet, pp.306-310.

24- Mukerjee A. and G. Joe (1990) A qualitative model for space.Proc. The 8th AAAI, Boston, MA, July, pp. 721-727.

25- Neisany Samany N., M.R. Delavar, N. Chrisman and M.R. Malek (2011) Modeling spatio-temporal relevancy in context-aware systems using multi-interval algebra. Proc. The Joint International Conference and exhibitions on Geomatics-2011 and ISPRS Conference on Data Handling and Modeling of Geospatial Information for Management of Resources, 15-16 May 2011, National Cartographic Center of Iran, Tehran.

26- Neisany Samany N., M.R. Delavar, N. Chrisman and M.R. Malek (2013) Modelling spatial relevancy in urban context-aware pervasive systems using dynamic range neighbor query and interval algebra,Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, 5(6): 14p

27- Olsson T., T. Kakkainen, E. Lagerstam and L. Venta- Olkonen (2012) User evaluation of mobile augmented reality scenarios. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments (JAISE),4:29-47.

28- Reasoning, Kluwer Academic Publishers, 1997, pp. 97_134.Dey A. K. (2001) Understanding and using context. Personal and Ubiquitous Computing, 5: 4-7.

29- Renz J. and F. Schmid (2007) Customizing Qualitative Spatial and Temporal Calculi. Springer-Verlag Berlin Heidelberg .

30- Ryan N.S., J. Pascoe and D. R. Morse (1998) Enhanced reality fieldwork: the context-aware archaeological assistant. Computer Applications in Archaeology 1998, V. Gaffney, M. van Leusen and S. Exxon (eds.).

31- Schilit B.N., N.L. Adams and R.Want (1994) Context-aware computing applications. Proc. The Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, IEEE Society, Santa Cruz, CA, May 14-16, 1994, pp.45-58.

32- Wu K.L., S.K. Chen and P.S. Yu (2006) Incremental processing of continual range queries over moving objects. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 18(11):1560–1575.

33- Xuan K., G .Zhao, D.Taniar, W.Rahayu, M. Safar, B.Srinivasan (2011)Voronoi-based range and continuous range query processing in mobile databases. Journal of Computer System Science, 77(4): 637-651.

34- Yu H. and Sh.L. Shaw (2008) Exploring potential human activities in physical and virtual spaces: A spatio-temporal GIS approach. International Journal of Geographical Information Science, 22(4): 409–430.