نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره پنجم، شماره۲، آبان ماه ۱۳۹۴

مدل‌سازی ارتباطات مکانی زمانی در یک سیستم راهیابی بافت آگاه با استفاده از سفارشی‌سازی جبر چند بازه‌ای فازی

نجمه نیسانی سامانی*[۱]، محمودرضادلاور[۲]، محمدرضا ملک[۳]، رضا آقاطاهر[۴]

[۱]استادیار گروه سنجش از دور و GIS - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران
nneysani@ut.ac.ir

[۲]دانشیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی - پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران
mdelavar@ut.ac.ir

[۳]دانشیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری-دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
mrmalek@kntu.ac.ir

[۴]عضو هیئت علمی گروه مهندسی نقشه برداری- واحد یادگار امام- دانشگاه آزاد اسلامی
reza_aghather@yahoo.com

(تاریخ دریافت اردیبهشت ۱۳۹۴، تاریخ تصویب مهر ۱۳۹۴)

چکیده

گسترش روزافزون فناوریهای بیسیم و همراه، تجهیزات و ریزپردازنده‌های الکترونیکی و وسایل ارتباطی مختلف،حوزه محاسبات بافت آگاه را با پیشرفت قابل توجهی مواجه ساخته است. آنچه بطور مستقیم مدلسازی بافت را میسر می‌سازد، مدلسازی ارتباط[۱] آن بافت با کاربر می‌باشد. مکان و زمان مهمترین پارامترهای موثر در یافتن بافتهای مرتبط بوده و بقیه انواع ارتباطات به این پارامترها وابسته‌اند. مقاله حاضر به مدلسازی ارتباطات مکانی زمانی در سیستمهای اطلاعات مکانی می‌پردازد بطوریکه کلیه ارتباطات مکانی (توپولوژیک، متریک و جهتی) را در بعد زمان پوشش دهد و ویژگیهای کاربر و بافتهای مرتبط را لحاظ نماید. نوآوری تحقیق حاضر بکارگیری اصول و مفاهیم جبر چند بازه‌ای آلن به همراه پرسش و پاسخ دامنه ای پویای ورونوی مبنا[۲]می‌باشد. مدل داده پیشنهادیبر اساس ویژگیهای کاربر سوار بر یک وسیله نقلیه با مکان، زمان، سرعت و جهت مشخص در یک محیط شهری با رویکرد فازی (با دو استراتژی بدبینانه و خوش بینانه) طراحی و پیاده سازی شد. ارزیابی مدل پیاده‌سازی شده در سناریوی راهیابی گردشگر در سه مسیر مختلف واقع در مناطق ۳، ۶ 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 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 پیاده سازی و ارزیابی کارایی مدل را در یک سیستم اطلاعات مکانی بافت آگاه شهری خاطر نشان می‌سازد.

واژگان کلیدی: ارتباطات مکانی‌زمانی، سیستم اطلاعات مکانی بافت‌آگاه، پرسش و پاسخ دامنه ای پویای ورونوی مبنا، جبرچندبازه‌ای آلن، سفارشی سازی، منطق فازی

---

* نویسنده‌ی رابط

۱ Relevancy
۲ Voronoi-based Continuous Range Query

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

سیستم‌های اطلاعات مکانی بافت آگاه اطلاعات و پردازشهای مکانی و زمانی به سمت محاسبات در جریان (در هر زمان و هر مکان حاضر) رهنمون می‌سازد و کاربردهایی را ایجاد می‌کند که برای اهداف عمومی طراحی شده است. به عبارت دیگر سیستم های اطلاعات مکانی بافت‌آگاه نوعی از سیستم های اطلاعات مکانی است که امکان دسترسی کاربران را در هر زمان و هر مکان با هر وسیله ای بر اساس بافت او فراهم می کند. منظور از کاربران در این تعریف تنها انسان نیست بلکه شامل ابزار و ارتباطات نیز می شود [۱۰]. آنچه بطور مستقیم مدلسازی بافت را میسر می‌سازد، مدلسازی ارتباط آن بافت با کاربر یا بعبارت دیگر یافتن بافتهای مرتبط می‌باشد. مکان و زمان مهمترین پارامترهای موثر در یافتن بافتهای مرتبط بوده و بقیه انواع ارتباطات به این پارامترها وابسته‌اند. از اینرو تمرکز اصلی این تحقیق بر روی مدلسازی ارتباطات مکانی زمانی در سیستمهای اطلاعات مکانی بافت‌آگاه 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 طرف دیگر استنتاج بر پایه نمایش کیفی دانش مکانی به عنوان حوزه تحقیقاتی وسیعی در زمینه سیستمهای هوشمند و بافت‌آگاه معرفی شده است که توجه به آن در دو زمینه قابل تامل است: (۱) از دید مهندسی که در آن نمایش کیفی روابط مکانی به همراه یک مکانیزم استنتاج مناسب، روش مطلوبی برای پیش-بینی، تشخیص و برنامه‌ریزی می‌باشد[۶]، (۲) از دید علوم شناختی که در آنها استنتاج مکانی کیفی امکان در نظر گرفتن نحوه درک انسان از محیط و تفکر او را نسبت به فضای پیرامون امکان‌پذیر می‌نماید [۱۸]. یک مدل مناسب، در این زمینه مدلی است که پیچیدگی زمانی و ادراکی کاربردهای بافت‌آگاه را کاهش دهد تا قابلیت کاربری آن را افزایش یابد. یکی از انگیزه‌های اصلی نمایش کیفی مکانی و استنتاج کیفی مکانی، مطابقت آن با نحوه شناخت مکانی انسان است. بنابراین صرفنظر از خصوصیات مدلسازی، مهمترین پارامتر در انتخاب و بیان مجموعه‌ای از روابط مکانی، چگونگی تشخیص روابط مکانی و شکل-دهی اشیا پیرامون در ذهن انسان و یا به عبارتی کفایت ادراکی (مفهومی) است [۱۸].چنانچه کفایت ادراکی در مدلسازی مکانی در نظر گرفته نشود، در مواردی امکان برقراری ارتباط فوری میان انسان و محیط از طریق آن روابط ایجاد نمی‌شود. همچنین در متون و تحقیقات مختلف این مطلب عنوان می‌شود که بعضی از رویکردها کفایت ادراکی دارند و بعضی خیر که این ادعا مطمئنا بر پایه نتایج عملی حاصل شده است[۴، ۵، ۷،۲۵]. بنابراین مطابقت مدل روابط مکانی با ذهن انسان و نحوه رفتار او در محیط، مهمترین انگیزه برای ایجاد یک چهارچوب مکانی در بعد زمانی و یا یک چهارچوب مکانی زمانی برای مدلسازی روابط میان کاربر متحرک و بافتهای مربوطه است. این مدلسازی دو جزء اصلی شامل: (۱) مدل داده مناسب و (۲) قوانین استنتاجی دارد. از طرف دیگر بکارگیری دیگر روابط مکانی شامل روابط متریک و جهتی می‌تواند کارآیی روابط توپولوژیک را در کاربردهای برخط افزایش دهد و مطابقت سرویس ارائه شده را با نحوه ادراک و ویژگیهای حرکتی کاربر بهبود دهد.

با پیروی از این چهارچوب، نوآوری تحقیق حاضر بکارگیری اصول و مفاهیم جبر چند بازه‌ای آلن به همراه پرسش و پاسخ دامنه ای پویای ورونوی مبنا می‌باشد که با سفارشی نمودن روابط موجود در آن و منطبق نمودن اجزا مدل داده با خصوصیات و ویژگیهای کاربر متحرک و بافتهای شهری با استفاده از منطق فازی (با استراتژیهای استنتاج خوش‌بینانه و بدبینانه)، مدلی طراحی و پیاده سازی شده است. در روش پیشنهادی مدل داده 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 تعداد روابط کلان مکانی‌زمانی موجود از ۱۶۹ رابطه به ۲۵ رابطه بر اساس اصول سفارشی‌سازی و ایجاد حساب کلان تقلیل یافته‌است. لیکن استفاده از کمیتهای تصمیم‌ساز فازی، بیان روابط را به درک انسان نزدیکتر نمود.

www.SID.ir
Archive of SID

در این مقاله جهت پیاده‌سازی مدل پیشنهادی، سناریوی هدایت گردشگر در نظر گرفته‌شد. 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 هستند و در حین حرکت توسط مدل طراحی شده بصورت پویا به کاربر معرفی می شوند. ارزیابی مدل پیاده‌سازی شده در سناریوی راهیابی گردشگر در سه مسیر مختلف واقع در مناطق ۳، ۶ 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[۱] و یادآوری[۲] نیز به منظور ارزیابی تشخیص بافتها در کل مسیر استفاده گردید. نتایج حاصل از پیاده سازی و ارزیابی کارایی مدلرا در یک سیستم اطلاعات مکانی بافت آگاه شهری خاطر نشان می‌سازد.

در ادامه فصل دوم به بررسی تحقیقات پیشین در این زمینه می‌پردازد. فصل سوم به بیان اصول و جبر چند بازه-ای آلن و روشهای سفارشی سازی می پردازد. در فصل چهارم روش تحقیق پیشنهادی بیان می‌گردد. فصل پنجم چگونگی پیاده‌سازی مدل پیشنهادی را ارائه می‌دهد. نتایج عملی و بحث پیرامون آن در فصل ششم بررسی می‌گردد.

۲- پیشینه تحقیق

از تعاریف مختلف پیرامون بافت، اینگونه بر می‌آید که اصلی‌ترین عاملی که می‌تواند در مدلسازی بافت موثر باشد ارتباط بافت با کاربر می‌باشد. مرتبط بودن معیاری است که کارآیی تبادل اطلاعات میان کاربر و محیط را منعکس می‌کند[۳۰]. با توجه به وجود بافتهای مختلف در محیط، ارتباطات متنوع در سیستمهای اطلاعات مکانی بافت آگاه مطرح می‌شود و تقسیم‌بندیهای مختلفی در این راستا وجود دارد. مکان یکی از مهمترین بافتها در کاربردهای بافت‌آگاه می‌باشد. اکثر تعابیر موجود پیرامون بافت، مکان را به عنوان یک فاکتور اساسی تلقی می‌کنند. مکان در تعریف ارائه شده بوسیله Schilit و همکاران[۳۱] به عنوان یکی از سه بافت اصلی در نظر گرفته شده است. همچنین در تعریف Dey مکان به عنوان جنبه اصلی موجودیتهای بافت در نظر گرفته شده است[۸]. بنابراین بعضی از مدلهای بافت، مکان را بعنوان رویکرد اصلی تلقی می‌کنند. از اینرو نتایج حاصل از تحقیقات گذشته، این نکته را خاطر نشان می‌سازد که مدلسازی ارتباطات مکانی‌زمانی یکی از ضروری‌ترین المانهای طراحی و پیاده‌سازی سیستمهای اطلاعات مکانی بافت‌آگاه می‌باشد.

تقسیم بندی دیگر توسط Afyouni و همکاران[۱]ارائه شده است. در این مدل تقسیم‌بندی بافتها به دو گروه اولیه و ثانویه انجام شده است. بافتهای اولیه شامل شناسه فرد، مکان و زمان وی می‌باشد و بافتهای ثانویه مانند خصوصیات فردی (سن، جنس، شغل و...)، ابزار مورد استفاده و ... با توجه به بافتهای اولیه تعیین می‌شوند. در این میان، مکان و زمان از جمله پارامترهایی هستند که توسط مدلهای مرتبط با سیستمهای اطلاعات مکانی قابل بررسی و مدلسازی می‌باشند.

اغلب مدلهای ارتباطات مکانی زمانی موجود در سیستمهای اطلاعات مکانی بافت آگاه بر پایه مدلهای روابط مکانی میان فرد و بافتهای پیرامون می‌باشند[۲۸،۱۴،۱۶]. برخی از آنها ارتباطات همسایگی میان کاربر و بافتها را بررسی نموده و با استفاده از پرسش و پاسخهای دامنه یا K همسایگی نزدیک، بافتهای مرتبط را مدلسازی نموده‌اند [۱۳، ۱۴، ۲۵].چنین ارتباطاتی بافتهای درون دامنه را بر اساس فاصله تعیین شده محاسبه می‌نمایند. Holzmann و Ferscha [۱۶] برای هر موجودیت، منطقه اثر (ZOI)[۳] را بر اساس فاصله و جهت تعریف کرده و با استفاده از RCC5[۴] شامل انفصال، همپوشانی، درون، شمول و برابری[۶]، ارتباطات میان آنها را مشخص نمودند. موقعیت، جهت و وسعت منطقه اثر در این مدل نیز متغیر است. در کلیه این مدلها، مدلسازی زمانی بر اساس جبر زمانی آلن[۵] انجام شده است.

لیکن آنچه از تحقیقات موجود پیرامون مدلسازی ارتباطات مکانی‌زمانی در سیستمهای بافت‌آگاه شهری و غیر شهری برمی-آید آن است که به نظر می‌رسد تاکنون مدلی که قادر باشد کلیه روابط مکانی میان کاربر متحرک و بافتهای مرتبط پیرامون او را

۱ Percision
۲ Recall

۳ Zone-Of-Influence (ZOI)
۴ Region Connected Calculus with 5 relations
۵ Allen's Temporal Algebra

Archive of SID
www.SID.ir

(اعم از روابط توپولوژیک، جهتی و متریک) 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 ادراکی و حرکتی کاربر را پوشش نمی‌دهند. بنابراین، انگیزه اصلی انجام این تحقیق، مدلسازی ارتباطات مکانی‌زمانی در سیستمهای اطلاعات مکانی بافت‌آگاه می‌باشد که نحوه ادراک و خصوصیات حرکتی (سرعت، جهت و ...) کاربر در آن لحاظ شده باشد و در این راستا روابط توپولوژیک، متریک و جهتی را تلفیق نماید. بعبارت دیگر مدلی که ارتباطات مکانی‌زمانی را با ویژگیها و ترجیهات فرد منطبق نماید.

۳- جبر چند بازه‌ای آلن و اصول ایجاد حساب کلان

با توجه به این امر که مدلسازی مرتبط بودن مکانی‌زمانی با استفاده از روشهایمدلسازی روابط موجود در GIS انجام پذیر است لذا در این بخش مفاهیم مربوط به رابطه، روشهای مدلسازی روابط مکانی‌زمانی و بالاخص جبر چند بازه ای آلن بعنوان روش منتخب این مقاله به تفصیل شرح داده خواهد شد.

۳-۱- جبر چند بازه‌ای آلن

جبر بازه‌ای آلن بر مبنای تعریف بازه‌ها بوسیله نقاط ابتدا و انتهای یک رویداد مکانی و یا زمانی و تعیین روابط میان آنها استوار است[۲]. 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.

۳-۲- 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 دقیقا و تنها یکی از روابط میان بازه‌ها در یک زمان برقرار است. بعلاوه 2^{13}رابطه از اجتماع روابط پایه حاصل می‌شود[۲]. 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 iیک بازه زمانی ازI باشد بطوریکه $i=[t^-,t^+]$ که $t^-,t^+ \in T$ و $t^-<t^+$ 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[۲]:{ برابری، قبل از، ملاقات کردن، همپوشانی دادن، حین، همزمان شروع شدن، همزمان خاتمه یافتن} و معکوس آنها به‌ترتیب {بعد از، ملاقات شدن، پوشش داشتن، شمول،همزمان شروع کردن، همزمان خاتمه دادن}. البته رابطه برابری دارای معکوس نیست زیرا یک عملگر متقارن است و معکوس آن با خودش یکسان است[۱۲]. این روابط را می‌توان با ماتریس مربعی درجه ۲ نیز نشان دادکه در ردیفها به ترتیب آغاز و پایان بازه اولی و ستونها آغاز و پایان بازه دومی را به‌ترتیب نشان می‌دهند. مقدار ردیف iام و ستون jام با Val(ij) نمایش داده می‌شود و بصورت رابطه (۱) تعریف می‌گردد[۱۲].

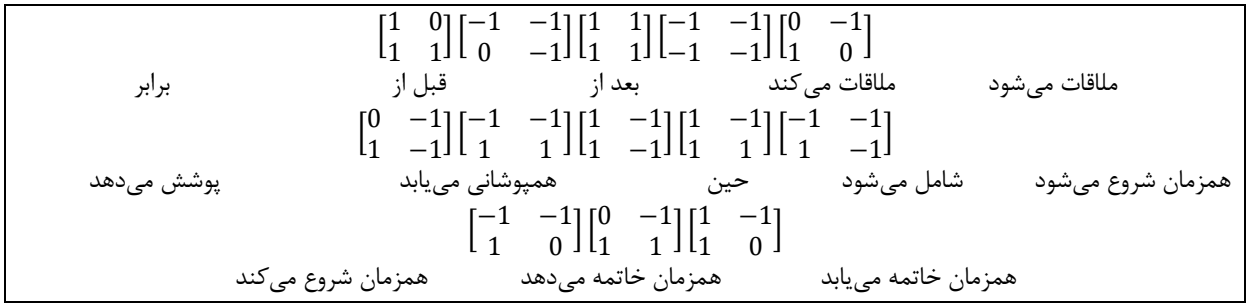
$$Val(ij)=\begin{cases}1 & if\ row(i)>col(j)\\ 0 & if\ row(i)=col(j)\\ -1 & if\ row(i)<col(j)\end{cases} \qquad (۱)$$

که row(i) مقدار ورودی خط i ام (شروع بازه زمانی اول اگر i=۱ باشد پایان بازه زمانی اول اگر i=۲باشد) و col(j) مقدار ورودی ستون j ام (شروع بازه زمانی دوم اگر j=۱ باشد و پایان بازه زمانی دوم اگر j=۲ باشد). بر این مبنا ارتباطات میان بازه‌های محدب مطابق شکل (۱) نشان داده می‌شود. این نکته قابل ذکر است که این روش ماتریسی میان روابط "قبل" و "بعد" تفاوت قائل می‌شود.

۳-۳- جبر مکانی آلن

اگرچه تئوری آلن ابتدا بر اساس استنتاج زمانی بود، لیکن بعلت خصوصیات ویژه آن (که در ادامه بیان می شود) سریعا به حوزه مکانی انتقال یافت وتحقیقات مختلفی را دراین زمینه موجب شد[۱۵،۱۹، ۲۴].جدول (۱) 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[۹].

www.SID.ir
Archive of SID



شکل ۱- ارتباطات زمانی میان بازه‌های محدب[۱۲]

۳-۴- ویژگی‌های جبر چند بازه‌ای آلن

همانطور 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 هوموورفیزمی 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[۱۸] 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[۱۸] 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 می‌شود و به سهولت یادآوری می‌شود[۲۹].

جدول ۱- 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		$s_y<e_y<s_x< e_x$

Archive of SID
www.SID.ir

۳-۵- سفارشی سازی روابط

با توجه به اینکه در سیستمهای اطلاعات مکانی بافت آگاه خدمات عموما بصورت برخطو پویا به کاربر ارائه می شوند، لذا ضروری است که با استفاده از روشهای سفارشی سازی، فضای محاسباتی کلان ایجاد شود تا کارآیی سیستم افزایش یابد. حساب کیفی مکانی‌زمانی معمولا در سطح خاصی از دانه‌بندیو در یک حوزه خاص موجودیتهای مکانی‌زمانی فرمول‌بندی می‌شوند. اگر دانه‌بندی یا حوزه حساب موجود، نیازهاییک 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[۲۹]. سفارشی‌سازی روابط به منظور ایجاد یک چهارچوب کلان برای حساب کیفی مطرح شده ضروری است.

۳-۵-۱- تعریف حساب کلان

فرض کنید یک حساب کیفی مکانی یا زمانی $\mathcal{F}$ با روابط پایه $\mathcal{B}_{\mathcal{F}}$ در دامنه $\mathcal{B}_{\mathcal{F}}$ تعریف شده است. حساب $\mathcal{C}$ با روابط پایه $\mathcal{B}_{\mathcal{C}}$ و رابطه جهانی$U_{\mathcal{C}}$ روی دامنه $D_{\mathcal{C}}$، جامعتر از $\mathcal{F}$ نامیده می‌شود و بصورت $\mathcal{C} < \mathcal{F}$ نشان داده می‌شود، اگر و تنها اگر [۲۹]:

(۱) برای رابطه پایه $BF \in \mathcal{B}_{\mathcal{F}}$ یک رابطه پایه $BC \in \mathcal{B}_{\mathcal{C}}$ وجود داشته باشد بطوریکه $(BF \cap UC) \subseteq BC$،

(۲) $D_{\mathcal{C}} \subseteq D_{\mathcal{F}}$ و یکی از شرایط زیر برقرار است:

(الف) ارتباطات کلان: یک رابطه پایه BF در$\mathcal{B}_{\mathcal{F}}$ وجود دارد بصورتیکه $(BF \cap UC) \subset BC$.

(ب) ارتباطات ناکارآمد[۱]: یک رابطه پایه BF در$\mathcal{B}_{\mathcal{F}}$ وجود دارد به صورتیکه $(B_F \cap U_C) = \phi$.

(ج) کاهش دامنه: $D_{\mathcal{C}} \subset D_{\mathcal{F}}$.

باید به این نکته توجه شود که نیاز به این امر که ارتباطات پایه متفقا فراگیر[۲] هستند برای ایجاد امکان داشتن ارتباطات ناکارآمد مستقل از محدود کردن دامنه در نظر گرفته نشده است. این مسئله با فرض اینکه ارتباط جهانیU از حساب، اجتماع کلیه روابط پایه است که از ضرب خارجی دامنه D×Dکه معمولا ارتباط جهانی را تعریف می‌کند انجام می‌شود[۲۹].

۳-۶- روش‌های موجود سفارشی‌سازی روابط آلن

با توجه به اینکه در این تحقیق روابط سفارشی سازی شده آلن، بعنوان روابط مکانی زمانی مد نظر قرار گرفته است در این بخش روشهای موجودسفارشی سازی روابط ذکر گردیده است. دو روش برای سفارشی کردن جبر بازه-ای وجود دارد[۱۳،۲۹]:

(۱) استفاده از آنچه Golumbicو Shamir[۱۳] آن را ارتباطات کلان[۳] 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_6می‌نامند. البته رابطه برابری نیز برای استانداردسازی روابط اضافه می‌شود.

۳-۷- مزایای سفارشی کردن

استفاده از یک روش محاسباتی با تعداد کمی روابط پایه، مزایای زیادی نسبت به بکارگیری همان روش محاسباتی ولی با تعداد روابط پایه بیشتر دارد. برای محاسبات وسیعتر در جبر بازه‌ای مانند جبر بازه‌ای جهتدار، استنتاج مکانی با توجه به حجم بالای جدول ترکیبی، با سرعت کمتری انجام می‌شود. در تحقیقات انجام شده پیرامون زمان اجرای استنتاج این نتیجه حائز اهمیت است که هر چه روابط پایه در کاربری موردنظر کلان‌تر باشند در مورد داده‌های یکسان، زمان اجرای استنتاج کاهش می‌یابد. به عنوان مثال با حذف روابط اضافی از رابطه هایIA_{13}، و بکارگیری IA_7 شامل *<, >, o, oi, d, di,=*، سرعت استنتاجات در نمونه‌های یکسان بیش از دو برابر قابل افزایش است [۲۹].

---

۱ Unused relation

۲ Jointly exhustive

۳ Macro

www.SID.ir

Archive of SID

۴- مدل پیشنهادیارتباطات مکانی زمانی بر مبنای جبر چند بازه ای سفارشی شده آلن

اولین گام در مدلسازی روابط تعیین مدل داده و سپس تعیین روابط میان موجودیتهای تعریف شده در مدل داده است. در این فصل به تقضیل روش پیشنهادی شرح داده خواهد شد.

۴-۱- ایجاد مدل داده و خلاصه‌سازی جزئیات

عموما در کلیه روشهای مدلسازی روابط موقعیت فرد و اشیا بوسیله بازه‌های قطعی یک بعدی نشان داده می‌شود. حال آنکه تجربیات افراد در طول زمان نشان می دهد که شرایط و موقعیتها بطور کاملا تدریجی تغییر می‌کنند. به عنوان مثال هیچ مرز مشخصی برای اینکه از چه مسافتی صدایی شنیده می شود یا شئی دیده می‌شود وجود ندارد. در مورد بافتها نیز مسئله به همین صورت است، دقیقا نمی توان مشخص نمود که از چه مکانی می توان یک بافت را درک نمود. در واقع نمی‌توان مرز مشخصی را معین کرد که یک سمت آن بافت قابل درک و در سمت دیگر آن بافت غیر قابل درک باشد[۳۲]. این خاصیت به دو علت می تواند نمایان شود[۲۲، ۱۸]:

(۱) خصوصیت ادراکی انسان.

(۲) خصوصیت تاثیر گذاری بافتها در حوزه مکان و زمان (که در مورد حسگرها به مشاهدات بر می گردد و در مورد اشیا به خصوصیات دیداری و به عبارتی به برجستگی[۱]شی مربوط می شود).

در بعد زمان نیز وضع به همین منوال است، به عبارت دیگر عموما زمان ابتدا و انتهای اغلب مراکز خدمات‌دهی بصورت مبهم می‌باشد و هر چه از این زمانها دور می‌شویم قطعیت بیشتری احساس می‌شود [۳۳]. همچنین در مورد کاربر متحرک نیز بازه زمانی دارای ابهام است، به اینصورت که هر چه از لحظه کنونی کاربر دور شویم عدم قطعیت تصمیم‌گیری در زمان آینده افزایش می‌یابد. مشخصا لحاظ نمودن این موارد در مدل ارائه شده و تبدیل بازه‌های قطعی به بازه‌های فازی با طبیعت اینگونه اطلاعات سازگاری بیشتری دارد[۳۳، ۳۴].

آنچه مسلم است این است که از لحاظ تئوری بافتهای شهری (که در این مقاله مد نظر قرار گرفته‌اند) عموما از لحاظ مکانی دارای ابهام نیستند و دارای ساختار کاملا قطعی می‌باشند. لیکن آنچه مدلسازی مکانی‌زمانی فازی این نوع عوارض را امکان پذیر می‌سازد ماهیت ادراکی آنها و حوزه نفوذ آنها در محیط شهری است[۲۳]. البته مشخصا در محیطهای شهری نیز ندرتا امکان وجود بافتهای فازی (مانند یک پارک که رسیدن به فضای اصلی آن ماهیت فازی دارد) وجود دارد.

تعریف۱- بازه مکانی فازی[۲]: یک بازه مکانی فازی، یک مجموعه فازی نرمال‌شده در$\mathbb{R}$ با یک تکیه‌گاه کراندار[۳] (محدود) است، بطوریکه برای هر α در$[0, 1]$، A_α یک بازه بسته است.

تعریف ۲- بازه زمانی فازی[۴]: یک بازه زمانی فازی، یک مجموعه فازی نرمال‌شده در$\mathbb{R}$ با یک تکیه‌گاه کراندار (محدود) است، بطوریکه برای هر α در$[0, 1]$، A_α یک بازه بسته است[۲۶].

۴-۲- تعیین توابع فازی بازه‌های مکانی و زمانی کاربر متحرک

خصوصیات بازه فازی مکانی کاربر بصورت زیر است [۲۶]:

(۱) بیشترین وابستگی مکانی در مرکز بازه مکانی است که موقعیت کاربر می‌باشد و مبدا نامیده می‌شود. درجه عضویت مبدا " یک" است. با این وجود، به این علت که کاربر با وسیله نقلیه حرکت می‌کند، می‌توان علاوه بر موقعیت کاربر، یک بازه مشخص را بجای آن با درجه عضویت "یک" در نظر گرفت.

(۲) با افزایش فاصله از مرکز، ابهام بیشتر می‌شود و درجه عضویت به صفر متمایل می‌شود.

(۳) دامنه (میدان) دید کاربر در جلو وسیعتر از عقب است.

با توجه به این موارد در این مقاله، بازه فازی مکانی کاربر متحرک مطابق تعریف (۳) بیان شده است.

۱ saliency

۲ Fuzzy Spatial Interval (FSI)

۳ Bounded

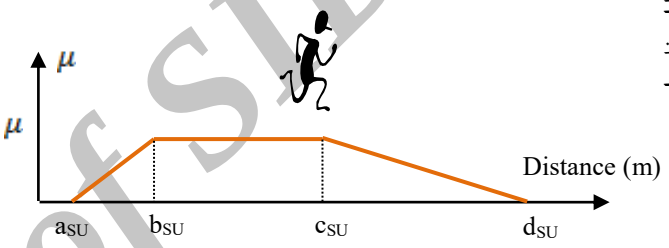
۴ Fuzzy Temporal Interval (FTI)

Archive of SID
www.SID.ir

تعریف۳- بازه مکانی فازی کاربر[۱]: بازه مکانی فازی کاربر متحرک توسط یک تابع عضویت ذوزنقه‌ای نامتقارن بیان شده است(شکل۲) که بر اساس مکان و جهت کاربر بصورت پویا بهنگام می‌شود. معادله این تابع مطابق رابطه (۲) می‌باشد که برای کاربر متحرک با a_{SU}، b_{SU}، c_{SU} و d_{SU} نشان داده می‌شود.

$$\mu(x)=\begin{cases}0, & x\le a\ or\ x\ge d\\ \mu_1, & a<x<b\\ 1, & b\le x\le c\\ \mu_2, & c<x<d\end{cases} \qquad (۱)$$

که در آن: $|\mu_1|>|\mu_2| or \overline{cd}>\overline{ab}$



شکل ۲- بازه فازی کاربر متحرک

بازه فازی زمانی کاربر[۲] دارای خصوصیات زیر است:

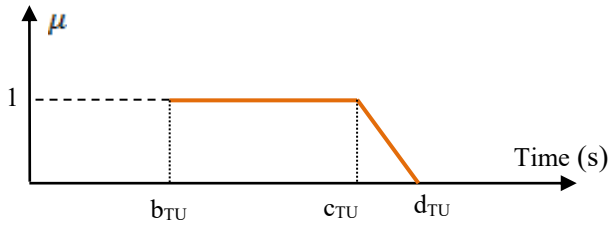
(۱) بیشترین وابستگی زمانی در لحظه کنونی کاربر است که به آن مبدا گویند. درجه عضویت مبدا "یک" است. با این وجود به این علت که برای تصمیم‌گیری، زمان بیشتری نیاز است بهتر است که بازه زمانی بجای یک نقطه در نظر گرفته شود که درجه عضویت آن " یک" می‌باشد.

(۲) با افزایش فاصله از مرکز، ابهام بیشتر می‌شود و درجه عضویت به صفر متمایل می‌شود.

(۳) در بعد زمان نمی‌توان به سمت عقب حرکت کرد.

با توجه به خصوصیات ذکر شده، بازه فازی زمانی کاربر متحرک مطابق تعریف (۴) بیان شده است.

تعریف ۴- بازه زمانی فازی: بازه زمانی فازی کاربر متحرک بصورت یک تابع عضویت ذوزنقه‌ای یکطرفه معرفی می‌شود که بطور متناوب (هر ۶ ثانیه در این تحقیق) بهنگام می‌شود. از اینرو برای بازه فازی زمانی کاربر، سه پارامتر شامل b_{TU}، c_{TU} و d_{TU} مطابق شکل (۳) وجود دارد.

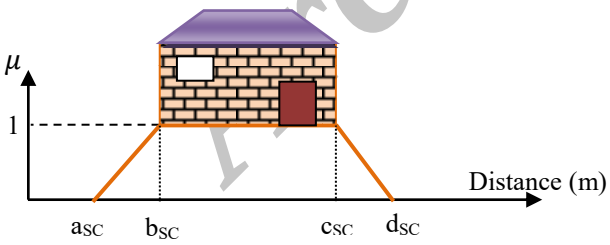


شکل ۳- تابع عضویت ذوزنقه‌ای یکطرفه کاربر متحرک

۴-۳- تعیین توابع فازی بازه‌های مکانی و زمانی بافت‌های مرتبط

اثر بخشی هر بافت از لحاظ مکانی دقیقا در محل بافت حداکثر بوده و با افزایش فاصله از آن کاهش می یابد تا جایی که دیگر تاثیری بر روی کاربر نداشته باشد. بنابراین تعریف تابع فازی مناسب می تواند نقش مهمی در مدلسازی این اثر بخشی ایفا کند.

تعریف ۵-بازه فازی مکانی بافتهای مرتبط: بازه فازی مکانی بافتهای مرتبط[۳] با توجه به شکل(۴) بصورت یک تابع عضویت ذوزنقه‌ای متقارن تعریف می‌شود. بدیهی است که در اینحالت در رابطه (۱)، مقدار μ_1 با μ_2 مساوی است یا $\overline{cd}=\overline{ab}$. قسمت قطعی یا قسمتی که درجه عضویت معادل "یک" است برابر با مرز خارجی عارضه مورد نظر است. همانطور که از دو طرف از این عارضه دور می‌شویم قسمت فازی شروع می‌شود که در آن $0\le\mu<1$.



شکل۴- تابع عضویت ذوزنقه‌ای بافت

تعریف ۶- بازه فازی زمانی بافت[۴]: بازه فازی زمانی بافت بصورت یک تابع عضویت ذوزنقه‌ای متقارن یا نامتقارن تعریف می‌شود که بستگی به خصوصیات زمانی بافتها دارد و دارای چهار پارامتر a_{TC}،b_{TC}،c_{TC}وd_{TC}می‌باشد.قسمت قطعی$trap_C(t)$ (تابع فازی با درجه عضویت ۱)

۱ Fuzzy Spatial Interval of the User (FSIU)
۲ Fuzzy Temporal Interval of the User(FTIU)
۳ Fuzzy Spatial Interval of the Context (FSIC)
۴ Fuzzy Temporal Interval of the Context (FTIC)

Archive of SID
www.SID.ir

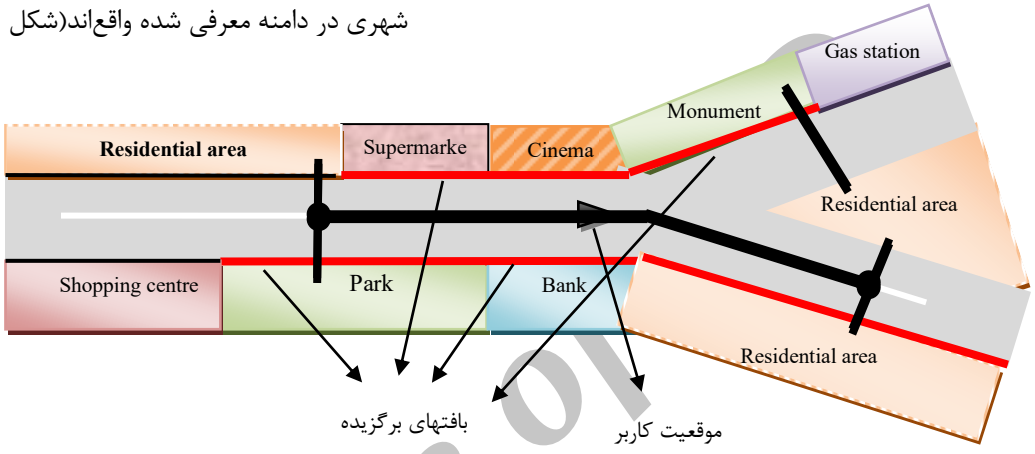
زمان قطعی است که بافت (عارضه) مورد نظر برای فراهم-آوردن خدمات آماده است که معادل $\overline{bc_{TC}}$ است. قسمتهای فازی بصورت زیر تعریف می‌شود:

(۱) $\overline{ab_{TC}}$ بر اساس زمان بازگشایی محل (a_{TC}) و زمان دقیق سرویس‌دهی (b_{TC}) می‌باشد.

(۲) $\overline{cd_{TC}}$ بر اساس اولین زمانی که سرویس‌دهی شروع به خاتمه یافتن می‌نماید و زمان دقیق اتمام سرویس‌دهی (d_{TC}) تعیین می‌شود.

۴-۴- پرسش و پاسخ دامنه‌پویای ورونوی مبنا

اولین گام پس از ورود اطلاعات، انجام پرسش و پاسخ دامنه ورونوی مبنا بصورت پویا می‌باشد (شکل ۵)[۳۵]. آنچه در بهنگام‌رسانی این الگوریتم موثر است V(سرعت کاربر در لحظه بهنگام‌رسانی) و t بازه زمانی بهنگام رسانی است که دراین تحقیق شش ثانیه فرض شده‌است. شش ثانیه حداقل زمانی است که کاربران برای تصمیم‌گیری بلادرنگ خود در یک محیط نا آشنا نیاز دارند[۲۶]. نتیجه این پرسش و پاسخ، بافتهای مرتبطی است که در شبکه شهری در دامنه معرفی شده واقع‌اند(شکل ۵).



شکل ۵- انجام پرسش و پاسخ دامنه‌ای ورونوی‌مبنا بصورت پویا بر اساس موقعیت کاربر[۳۵]

۵-۴- ایجاد پایگاه قوانین بر اساس جبر چند بازه‌ای سفارشی‌شده آلن

دومین گام پس از فازی‌سازی ورودی‌ها، ایجاد پایگاه قوانین و یا همان گزاره‌های اگر-آنگاه فازی است. در تحقیق حاضر پایگاه قوانین بر اساس روابط مکانی‌زمانی معرفی شده میان بازه های فازی مکانی‌زمانی کاربر و بافتهای مرتبط می‌باشد که منتج به $MFIA_{25}$ خواهد شد (متغیرهای تصمیم‌ساز در مرحله غیر فازی سازی وارد می‌شوند و روابط را به ۱۰۰ رابطه تعمیم می‌دهند).

ایده اصلی برای سفارشی‌سازی ۱۶۹ رابطه آلن، ترکیب بعضی از روابط پایه (سفارشی سازی با ایجاد روابط کلان) است که تاثیر یکسان بر روی تصمیم‌گیری کاربر متحرک دارند. سفارشی سازی روابط در این مقاله با ایجاد روابط کلان، از طریق یکی‌کردن روابطی که دارای تاثیر یکسان بر تصمیم‌گیری کاربر دارند، در جهت افزایش کارآیی سیستم انجام می‌شود. بر اساس این فرضیه ، ۵ 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*، *finishes*، *finished by*، *covers*، *covered by* و *equals* می‌باشد. همچنین میان بازه‌های مکانی نیز همان ۵ رابطه برقرار است. بنابراین با توجه به وجود رابطه مکانی و رابطه زمانی، ۲۵ رابطه مکانی‌زمانی در حالت قطعی در نظر گرفته می‌شود که به اختصار $FMIA_{25}$ نامیده می شود.

۶-۴- استنتاج و غیر فازی‌سازی

زمانیکه بازه‌های مکانی و زمانی وقایع مبهم هستند، روابط مکانی زمانیشان نیز دارای درجه‌بندی است.مدل فازی ممدانی (روش بیشینه-کمینه برای استنتاج و مرکز ثقل برای غیر فازی سازی) به منظور استنتاج روابط فازی در نظر گرفته شد. اگر آرگومان غیر فازی‌سازی را با

Archive of SID
www.SID.ir

$z_{defuzzified}$ نشان داده شود، آنگاه می‌توان مقدار آن را بر اساس رابطه (۳) محاسبه نمود [۲۱].

$$Z_{defuzzified} = \frac{\int_Z z\mu(z)dz}{\int_Z \mu(z)dz} \qquad (۳)$$

که در آن $\mu(z)$ تابع عضویت روابط مکانی زمانی می‌باشد که در فرایند محاسبات به یک انتگرال دوگانه تبدیل می‌شود. دونوع تابع عضویت مثلثی و ذوزنقه ای به سبب سادگی فرمول و بهینه بودن محاسبات بصورت گسترده ای در سیستمهای برخط دارای کاربرد هستند. فرایند فازی سازی روابط آلن به انتخاب تابع عضویت بستگی ندارد، لیکن در این مقاله به دلیل انعطاف‌پذیری و مطابقت بیشتر با تعاریف (وجود بازه فازی شامل قسمتهای قطعی و غیر قطعی) و همچنین به دلیل برخط بودن سیستم اطلاعات بافت آگاه شهری، تابع عضویت ذوزنقه‌ای در نظر گرفته شده است. روابط مختلف مکانی و زمانی در توابع عضویتشان از لحاظ استنتاجی همپوشانی وجود دارد. بنابراین برای داشتن روابط یکتا، زمانیکه توابع عضویت آنها با یکدیگر برابر شد، رابطه دوم به رابطه اول ترجیح داده می شود بعنوان مثال رابطه " ملاقات کردن" نسبت به رابطه " قبل از" ارجحیت دارد (ترتیب روابط به صورت "قبل از"، "ملاقات کردن"، "برخورد"، "ملاقات شدن" و "بعد از" می باشد).با توجه به وجود مناطق همپوشانی میان روابط مکانی زمانی، این مطلب بدست می آید که از بین روابط استنتاجی معمولا دو رابطه اصلی هستند که مهمتر از دیگر روابط از نظر نزدیکی می‌باشند که در یک متغیر تصمیم‌ساز T ذخیره می‌شوند. این متغیر (T) با استفاده از چهارتایی[۱] مطابق رابطه (۴) مشخص می‌گردد[۱۷].

$$T= \{q(r_i), t(r_i), q(r_j), t(r_j)\} \qquad (۴)$$

$t(r_i)$ و $t(r_j)$ به ترتیب روابط مسلط[۲] و تحت تسلط[۳] نامیده می‌شوندو $q(r_i)$ و $q(r_j)$ کمیت‌سنجهای مربوط به هر یک از آنها هستند. اگر کمیت سنج رابطه تحت تسلط 'No' باشد فقط رابطه مسلط اعمال می‌شود و T بصورت $T= \{q(r_i), t(r_i)\}$ تعریف می‌شود(Jones et al., 2008). با توجه به اینکه در رویکرد فازی از استنتاج فازی استفاده می‌شود این امکان وجود دارد که یک بافت با درجه عضویت ۰/۳، یک بافت با درجه عضویت ۰/۷ و حتی یک بافت با درجه عضویت ۱بعنوان بافت مرتبط مکانی‌زمانی پذیرفته شود. در این مقاله به منظور تحلیل نتایج مدل فازی از دو استراتژی بدبینانه و خوش‌بینانه استفاده می‌شود. در استراتژی بدبینانه تنها زمانی که درجه عضویت بالاتر از ۰/۶ است شی جز بافتهای مرتبط در نظر گرفته می شود و در غیر اینصورت مورد شمارش واقع نمی‌شود. در استراتژی خوش‌بینانه تنها کافی است که بافت مورد نظر به عنوان بافت مرتبط مکانی‌زمانی شناخته شود و درجه عضویت آن مهم نیست (البته این نکته نیز باید در نظر گرفته شود که به طور کلی بر اساس روش پیشنهادی ارتباطات با درجه عضویت کمتر از ۰/۲ فاقد اعتبار هستند و در رویکرد بدبینانه نیز شرکت نمی‌کنند).

در این تحقیق کمیت‌سنجهای مربوط به استراتژیهای خوش بینانه و بدبینانه به ترتیب مطابق معادلات ارائه شده است:

$$q_{\text{pessimistic}}(r) = \begin{cases} 'No' & if \quad \mu(r) \le 0.2 \\ 'nearly' & if \quad 0.2 < \mu(r) \le 0.6 \\ 'quitely' & if \quad \mu(F_9, r) > 0.6 \end{cases}$$

$$q_{\text{pessimistic}}(r) = \begin{cases} 'No' & if \quad \mu(r) \le 0.6 \\ 'nearly' & if \quad 0.6 < \mu(r) \le 0.8 \\ 'quitely' & if \quad \mu(F_9, r) > 0.8 \end{cases}$$

لازم به ذکر است که حدود این کلاسها بصورت اختیاری تعیین شده‌اند.

۵- پیاده‌سازی مدل پیشنهادی

در این فصل، پیاده‌سازی عملی روش پیشنهادی تحقیق برای مدلسازی ارتباطات مکانی‌زمانی در یک سیستم اطلاعات مکانی راهیابیبافت‌آگاه 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، ۶ 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 که البته با توجه به قرار دادن

[۱] Quadtuple
[۲] Dominant
[۳] Subdominant

www.SID.ir
Archive of SID

خصوصیت درشت‌نمایی در سیستم پیاده‌سازی شده می‌توان وضوح تصویر را در صورت لزوم افزایش داد.بستر نرم‌افزاری مدل پیاده‌سازی شده، نرم افزار Visual Basic.Net بر اساس Net Compact Framework 3.5. بر روی Windows Mobile 6 Professional SDK می‌باشد که با استفاده از کنترلها و ابزارهای ArcGIS Mobile برنامه نویسی شده است. همچنین به منظور پیاده سازی موتور استنتاج از DLL های نرم افزار Matlab برای طراحی و پردازشهای مکانی و زمانی استفاده شده است.

۵-۲- پیاده سازی 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 استهر ۶ ثانیه یکبار بهنگام شود. پس از مشخص شدن جهت، ابعاد بازه بر اساس موقعیت و سرعت کاربر توسط رابطه (۲) محاسبه می‌شود. حال آنکه 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 ۶ ثانیه، مبدا بازه زمانی، به اندازه ۶ ثانیه جلوتر رود. در مورد بازه‌های مکانی و زمانی بافتهای مرتبط، این نکته قابل ذکر است که بازه‌های مکانی ثابت است ولی بازه‌های زمانی روزانه بر اساس زمانهای خدمات‌دهی بافتهای مرتبط بهنگام می‌شوند. پس از مشخص‌شدن ابعاد بازه، روابط میان بازه‌های مکانی و زمانی بر اساس روابط $FMIA_{25}$ سنجیده می‌شود و آموزه مناسب به سمت کاربر ارسال می‌شود.سخت‌افزار مورد استفاده در این سیستم شامل رایانه‌های قابل حمل مانند PDA یا Laptab مجهز به GPS می‌باشدکه مطابق شکل ۶ پیاده قابل اجراست.

(ب) (الف)

شکل ۶- الف- نحوه ارائه آموزه ها به کاربر، ب- مشاهده خصوصیات مربوط به بافت مرتبط

۵-۳- ارزیابی مدل

ارزیابی مدل پیاده سازی شده بر مبنای سه پارامتر دقت، زمان اجرا و رضایتمندی انجام شد. برای بررسی دقت مدل پیشنهادی، روشهای مختلفی مورد بررسی قرار گرفت[۲۰،۲۷،۱۱]. پایه اصلی کلیه روشها بر مبنای مقایسه بافتهای 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 بای‌نومیال[۱]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

۱ Binomial distribution

www.SID.ir

بافتهای مرتبط مکانی‌زمانی 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 بای‌نومیال، که یک توزیع گسسته از تعداد موفقیتها در مجموعه‌ای از n تجربه مستقل بله/خیر است، مد نظر قرار گرفت. توزیع بای‌نومیال عموما 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. اگرn_1، تعداد موفقیتها از بین n (مجموع کل نمونه) باشد و$p = \frac{n_1}{n}$ نسبت موفقیتها باشد، در صورتیکه $z_{\alpha/2}$ معادل $100 (1 - \alpha / 2)$ امیننسبت از توزیع نرمال استاندارد باشد، آنگاه بازه تقریب نرمال بای-نومیال بصورت رابطه (۵) بیان می‌شود.

$$\hat{p} \mp z_{1-\alpha/2}\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \qquad (۵)$$

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 صورتیکه حد بالای بازه تقریب بیشتر از عدد ۱ باشد، آنگاه می‌توان از فاصله اطمینان یکطرفه استفاده نمود که در اینحالت به ازاء α =۰/۵، $z_{1-\alpha}$ معادل ۱/۶۵ خواهد بود و رابطه (۵) به رابطه (۶) تبدیل خواهد شد:

$$\hat{p} - z_{1-\alpha}\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}} \qquad (۶)$$

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)[۱] که تعداد بافتهای مرتبطی است که سیستم به کاربران ارائه می‌دهد، (۲) مثبتهای اشتباه (FP)[۲] بافتهایی است که به کاربر معرفی می‌شود ولی با او مرتبط نیست و (۳) منفی‌های اشتباه (FN)[۳] آنهایی هستند که به کاربر ارائه نمی‌شوند ولی به او مرتبط هستند، تعریف می‌شوند[۱۱]. با توجه به پارامترهای تعریف‌شده مقدار درستی و یادآوری بصورت روابط (۷ و ۸) قابل محاسبه می‌باشد[۱۱]:

- **درستی:** این پارامتر میزان درستی فرایند انتخاب بافتها را مشخص می‌کند که با استفاده از رابطه (۵) حاصل می‌شود[۱۱]:

$$\text{percision} = \frac{TP}{TP+FP} \qquad (۷)$$

- **یادآوری**: نسبت بافتهای مرتبط موجود به بافتهایی است که به کاربر معرفی می‌شود (رابطه ۸) و اعتبار اطلاعات را نشان می‌دهد[۱۱]:

$$\text{recall} = \frac{TP}{TP+TN} \qquad (۸)$$

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 تخمین‌زده شده برای هر شی در استراتژی خوش-بینانه حداقل۹۹٪ و حداکثر ۱۰۰٪ و در استراتژی بدبینانه حداقل ۹۷٪ 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 در استراتژی بدبینانه ۰/۹۳۴ و در در استراتژی خوش‌بینانه ۰/۹۷۳ می‌باشد.

نکته قابل توجه آن است که مقایسه دو استراتژی خوش‌بینانه و بدبینانه در رویکرد فازی این امر را خاطر نشان می‌کند که در استراتژی خوش‌بینانه اطمینان یافتن بافتهای مرتبط نسبت به استراتژی بدبینانه، بازه حداقلی اطمینان را از ۰/۹۳۴ به ۰/۹۷۳ می‌رساند که این عدد معادل افزایش موفقیت از ۹۷٪ به ۹۹٪ می‌باشد. همچنین محاسبات مربوط به پارامترهای درستی و یادآوری نشان می‌دهد که حداقل درصد درستی و یادآوریدر در استراتژی بدبینانه ۹۵/۵ و ۹۲/۱ و در در استراتژی خوش بینانه ۹۷/۶ و ۹۵/۵ می‌باشند. هر چه کمیتهای درستی و یادآوری به ۱۰۰ نزدیکتر باشد دقت مدل بالاتر است از اینرو مدل پیشنهادی با استراتژی خوش‌بینانه دقت مناسبی را فراهم نموده است.

۱ True positives
۲ False positives
۳ False negatives

www.SID.ir
Archive of SID

۶- بحث و نتیجه گیری

در این مقاله، مدلسازی ارتباطات مکانی‌زمانی بر اساس ویژگیهای شناختی و ادراکی انسان با توجه به خصوصیات حرکتی متغیر فرد متحرک (مکان، زمان، جهت و سرعت) با تاکید بر پارامتر کفایت ادراکی و استنتاجیبررسی گردید. در این راستا رویکرد فازی برای بیان ارتباطات مکانی‌زمانی میان کاربر و بافتهای مرتبط او بر مبنای جبر چند بازه‌ای آلن مدنظر قرار گرفت به نحوی که مدل نهایی قادر باشد کلیه ارتباطات مکانی شامل روابط توپولوژیک، متریک و جهتی را پوشش دهد.

مدل داده ارائه شده بر اساس ویژگیهای کاربر متحرک با استفاده از یک وسیله نقلیه با سرعت و جهت مشخص در یک محیط شهری طراحی و ایجاد شد و استنتاج فازی با دو استراتژی بدبینانه و خوش‌بینانه انجام گرفت در استراتژی بدبینانه تنها زمانی که درجه عضویت بالاتر از ۰/۶ است، شی جز بافتهای مرتبط در نظر گرفته می شود و در غیر اینصورت مورد شمارش واقع نمی‌شود. در استراتژی خوش‌بینانه تنها کافی است که بافت مورد نظر بعنوان بافت مرتبط مکانی‌زمانی شناخته شود (البته این نکته نیز باید در نظر گرفته شود که به طور کلی بر اساس روش تحقیق پیشنهادی ارتباطات با درجه عضویت کمتر از ۰/۲ فاقد اعتبار هستند و در رویکرد خوش بینانه نیز شرکت نمی‌کنند). نکته قابل توجه آن است که در رویکرد موجود، تعداد روابط مکانی‌زمانی موجود از ۱۶۹ رابطه به ۲۵ بر اساس اصول سفارشی‌سازی و ایجاد فضای حساب کلان تقلیل یافته‌است. این امر علاوه بر آنکه زمان اجرای الگوریتم را کاهش و کارآیی سیستم را افزایش داده، از ارائه اطلاعات مشابه به کاربر کاسته و توانایی تصمیم‌گیری فرد را ارتقا داده‌اند.

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 یادآورینیز به منظور ارزیابی تشخیص بافتها در کل مسیر استفاده گردید. با توجه به محاسبه فاصله اطمینان یکطرفه توسط تقریب بای‌نومیال، بیشینه مقدار بازه تقریب اطمینان ۱ و کمینه مقدار بازه تقریب اطمینان در استراتژی بدبینانه ۰/۹۳۴ و در در استراتژی خوش‌بینانه ۰/۹۷۳ می‌باشد. همچنین محاسبات مربوط به پارامترهای درستی و یادآوری نشان می‌دهد که حداقل درصد درستی و یادآوریدر در استراتژی بدبینانه ۹۵/۵ و ۹۲/۱ و در در استراتژی خوش بینانه ۹۷/۶ و ۹۵/۵ می‌باشند. هر چه کمیتهای درستی و یادآوری به ۱۰۰ نزدیکتر باشد دقت مدل بالاتر است از اینرو مدل پیشنهادی با استراتژی خوش‌بینانه دقت مناسبی را فراهم نموده است. در بررسی زمان اجرای مدل، نتایج حاصله نشان می‌دهد که زمان اجرای الگوریتم به تعداد بافتهای مرتبط اطراف کاربر بستگی مستقیم دارد. با افزایش تعداد منشورهای یا صفحات مکانی‌زمانی 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 تکمیل‌شده نشان می‌دهد که بطور میانگین در ۹۳/۶۵٪ از کاربران با الگوریتم پیشنهادی در نحوه ارائه خدمات به کاربران رضایت دارند.

مراجع

[1] 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.

[2] Allen J.F. (1983). “Maintaining Knowledge about Temporal Intervals”. Communications of the ACM 26(11): 832-843.

[3] Becker C. and D. Nicklas (2004). “Where Do Spatial Context-models End and Where Do Ontologies Start? A Proposal of a Combined Approach”. Proc. The First International Workshop on Advanced Context Modeling, Reasoning and Management, Nottingham, England: University of Southampton, Sept. 7-10, 2004, pp. 48-53.

Archive of SID
www.SID.ir

[4] Bettini C., O. Brdiczka, K. Henricksen, J.Indulska,D. Nicklas,A. Ranganathanfand D. Riboni (2010). "A Survey of Context Modeling and Reasoning Techniques". Journal of Pervasive and Mobile Computing, 6: 161-180.

[5] Brimicombe A. and Ch. Li (2009). "Location-Based Services and Geo-information Engineering". In: Context in Location-Based Services, John Wiley and Sons Ltd, chapter 7, pp. 209-234.

[6] Cohn A.G., B. Bennett, J. Goodayand N.M. Gotts (1997). "Representation and Reasoning with Qualitative Spatial Relations about Regions". In: Spatial and Temporal Reasoning, O. Stock (ed), Kluwer, Dordrecht, pp. 97-134.

[7] Choi D., N. Kim and D. Tuan Hung (2012). "Conceptual Data Modeling for Realizing Context-aware Services". Journal of Expert Systems with Applications, 39: 3022-3030.

[8] Dey A. K. (2001). "Understanding and using Context. Personal and Ubiquitous Computing", 5: 4-7.

[9] 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.

[10] (ISO/TC211 Ad hoc Group for UBGI, 2007)

[11] Gena C. (2005). "Methods and Techniques for the Evaluation of Adaptive Systems". Journal of The Knowledge Engineering Review, 20(1):1- 37

[12] 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

[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] Grossmann M., M. Bauer, N. Honle, U. Kappeler, D. Nicklas and T. Schwarz (2005). "Efficiently Managing Context Information for Large-scale Scenarios". Proc. Pervasive Computing and Communications, IEEE Computer Society,Kauai Island, Mar. 16-18, 2005, pp. 331-340.

[15] Guesgen H.W. (2002). "Fuzzifying Spatial Relations". In Applying Soft Computing in Defining Spatial Relations". Germany, Jul. 21-22, 2002, pp. 1-16.

[16] 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.

[17] Jones H., D. Dubois, S. Guillaume and B. Charnomordic (2008). "2D Inference with Fuzzy Implicative Rules and Fuzzy Inputs". Technical Report, University of Toulouse, April 2008.

[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] Malik N.,U. Mahmud and Y. Javed (2007). "Future Challenges in Context-aware Computing". IADIS International Conference WWW/Internet, pp.306-310.

[21] Mamdani E.H. (1977). "Applications of Fuzzy Logic to Approximate Reasoning using Linguistic Synthesis". IEEE Transaction on Computers, 26(12):1182-1191.

[22] Mcnamara T.P. (1986). "Mental Representations of Spatial Relations". Journal of Cognitive Psychology, 18: 87-121.

[23] Miller H. (2003) Travel chances and social exclusion. Proc. The 10th International Conference on Travel Behavior Research, Lucerne, Switzerland, Aug. 10-12, 2003, pp.24-35.

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

Archive of SID

www.SID.ir

[25] NeisanySamany 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] NeisanySamany N., M.R. Delavar, N. Chrisman and M.R. Malek (2013). "Modeling 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] Reichenbacher T. (2007). "The Concept of Relevance in Mobile Maps". Location Based Services and Tele-Cartography.Lecture Notes in Geo-information and Cartography, Section III, pp. 231-246.

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

[30] Saracevic T. (1996). "Relevance Reconsidered". Proc. The Second Conference on Conceptions of Library and Information Science (CoLIS2), Copenhagen, Denmark, Oct. 14-17,1996,pp.201-218.

[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] Schmidt A. (2002). "Ubiquitous Computing – Computing in Context". PhD Thesis, Lancaster University.

[33] Schockaert S.,M. De Cock and E. Kerre(2007). "Qualitative Temporal Reasoning about Vague Events". Proc. The 20th International Joint Conference on Artificial Intelligence, Oct. 13-15, 2007, pp.44-57.

[34] Schockaert S. and M. De Cock (2008). "Temporal Reasoning about Fuzzy Intervals". Journal of Artificial Intelligence 172:1158-1193.

[35] 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.

[36] 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.

Archive of SID

www.SID.ir