فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۱۲، شماره ۳، بهار ۱۴۰۰ ، ص. ۵۴۳-۵۵۹

مقاله پژوهشی

ارائه یک چهارچوب انعطاف پذیر به منظور مدلسازی روابط مکانی در سیستم های حمل و نقل کاربرمحور با استفاده از حساب تکه های متصل سفارشی شده فازی

رضا آقاطاهر، مربی، گروه مهندسی عمران و نقشه برداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یادگار امام، شهر ری، ایران

نجمه نیسانی سامانی (مسئول مکاتبات)، دانشیار ، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

E-mail: nneysani@ut.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۵

چکیده

روابط مکانی میان خودرو و اشیا مورد علاقه او در طی یک مسیر حمل و نقل شهری، یکی از مهمترین پارامترهایی است که مشخص می‌کند یک شی تا چه اندازه با کاربر متحرک مرتبط است. چالش اصلی آن است که در مدلهای موجود عدم قطعیت ناشی از نحوه درک کاربر از محیط و همچنین موقعیت، جهت و سرعت کاربر لحاظ نمی شود. همچنین تاکنون برای کاربر متحرک مدلهای نقطه ای و یا بازه ای تعریف شده است که عموما آزادی عمل در حرکت کاربر را محدود می کند. مقاله حاضر چهارچوب نوینی را با استفاده از فازی سازی روابط مکانی ارائه می دهد. هدف از این پژوهش ارائه یک چهارچوب انعطاف پذیر بصورتی است که اشیا مرتبط با کاربر را با توجه به موقعیت، جهت و سرعت حرکت کاربر معرفی نماید. نوآوری اصلی این مقاله تعریف یک مدل داده انعطاف پذیر فازی و سفارشی سازی روابط موجود در حساب تکه های متصل به منظور معرفی اشیا مرتبط مکانی بر اساس موقعیت، سرعت و جهت کاربر است. در این روش مدل داده بر اساس ویژگیهای کاربر متحرک با استفاده از یک وسیله نقلیه با سرعت و جهت مشخص در یک محیط شهری طراحی و ایجاد شد. نکته قابل توجه آن است که تعداد روابط مکانی موجود از ۸ رابطه به ۵ بر اساس اصول سفارشی‌سازی و ایجاد فضای حساب کلان تقلیل یافته است. 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. همچنین فازی سازی موقعیت و روابط مکانی انعطاف پذیری وکارایی مدل را در یافتن اشیا مرتبط افزایش داده است. روش پیشنهادی در سناریوی هدایت گردشگر در مناطق ۳،۶ و ۱۱ تهران پیاده سازی شد. مراکز مختلف گرد شگری همان نقاط مورد علاقه کاربر هستند که با کاربر متحرک از لحاظ مکانی مرتبط هستند و در حین حرکت توسط مدل طراحی شده بصورت پویا به کاربر معرفی می شوند. صحت سنجی نتایج حاصل دقت ۹۲/۷ درصدی و رضایتمندی ۹۱/۵۲ درصدی را خاطر نشان می‌سازد.

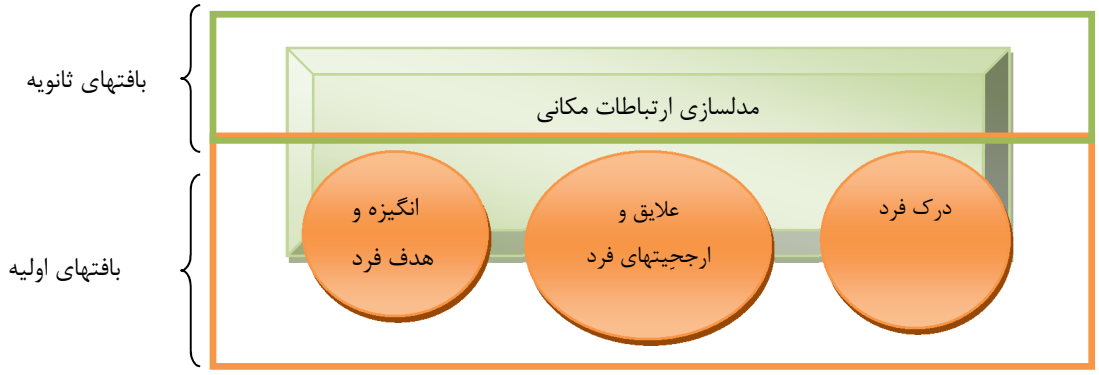
واژه‌های کلیدی: سیستمهای کاربر- محور ،روابط مکانی، حساب تکه های متصل، سفارشی سازی، منطق فازی

۱. مقدمه

گسترش روزافزون فناوریهای بیسیم و همراه، تجهیزات و ریزپردازنده‌های الکترونیکی و وسایل ارتباطی مختلف، امکان ایجاد محیطها و ابزارهای کاربرمحور را برای عموم مردم ایجاد نموده و حوزه محاسبات همراه را با پیشرفت قابل توجهی مواجه ساخته است [Alegre et al. 2016; Bader et al. 2010; Bonino and Corno, 2011; Brown, 1996; Xia al., 2019]. در این میان سیستمهای اطلاعات جغرافیایی، از جمله سیستمهایی است که به نحو شایانی از پیشبرد اینگونه فناوریها متاثر اند. سیستم اطلاعات جغرافیایی کاربر- محور مجموعه ای از مفاهیم، کاربردها و استانداردها می باشد که اطلاعات و پردازشهای مکانی و زمانی را قادر می سازد تا به سمت محاسبات و ارائه نتایج بر اساس ویژگیها و علایق کاربر حرکت کند.

یک سیستم اطلاعات جغرافیایی کاربر- محور فضای تعامل پذیر یکپارچه‌ای را فراهم می کند که از تلفیق، اشتراک و پیوستگی سه جزء اصلی شامل محتوا، هماهنگ کننده‌ها و خدمات حاصل می شود تا بتواند اطلاعات مناسب را در زمان و مکان مناسب برای کاربران فراهم نماید. این اطلاعات باید دارای دو خصوصیت باشند: (۱) سهولت استفاده و (۲) ارائه خدمات بر مبنای ویژگیهای کاربر [Trubka and Glackin, 2016; Zhu et al. 2016; Liu et al. 2018]. اصلی‌ترین عاملی که می‌تواند در مدلسازی چنین سیستمهایی موثر باشد ارتباط اشیا اطراف با کاربر است. مرتبط بودن معیاری است که کارآیی تبادل اطلاعات میان کاربر و محیط را منعکس می‌کند[Desold et al. 2019].

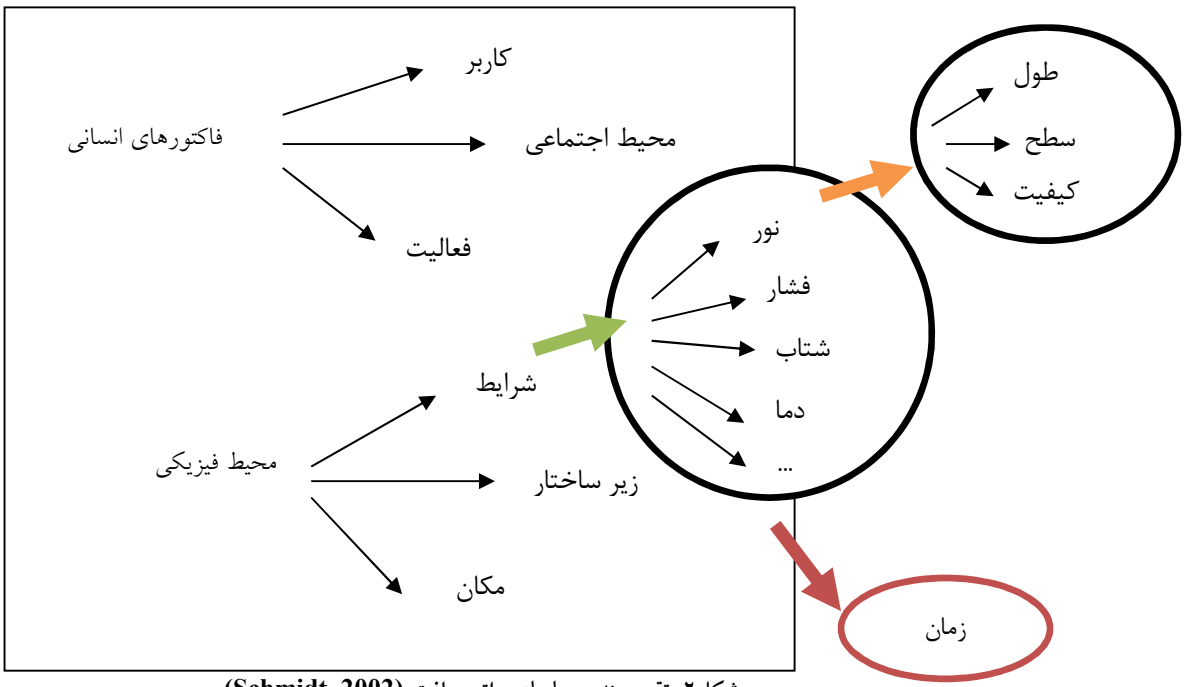
با توجه به وجود بافتهای مختلف در محیط، ارتباطات متنوع در سیستمهای اطلاعات جغرافیایی کاربر- محور مطرح می-شود و تقسیم‌بندیهای مختلفی در این راستا وجود دارد. در این مقاله از تقسیم بندی ارائه شده توسط افیونی و همکاران [Afyouni et al. 2012] پیروی شده است. در این مدل تقسیم‌بندی بافتها به دو گروه اولیه و ثانویه انجام شده است. بافتهای اولیه شامل شناسه فرد، مکان و زمان وی است و بافتهای ثانویه مانند خصوصیات فردی (سن، جنس، شغل و...)، ابزار مورد استفاده و ... با توجه به بافتهای اولیه تعیین می‌شوند. شکل ۱ تقسیم‌بندی بافتها و ارتباطات را در مدل پیشنهادی نشان می دهد. در این میان، مکان و ارتباطات مکانی از جمله پارامترهایی هستند که توسط مدلهای مرتبط با سیستمهای اطلاعات جغرافیایی قابل بررسی و مدلسازی می‌باشند. از اینرو تمرکز اصلی این تحقیق بر روی مدلسازی ارتباطات مکانی در سیستمهای اطلاعات جغرافیایی کاربر- محور محدود به محیطهای حمل و نقل شهری است.



شکل ۱. تقسیم‌بندی بافتها و ارتباطات در مدل پیشنهادی

۲. انواع بافت در سیستمهای اطلاعات جغرافیایی کاربر محور

همانطور که اشاره گردید آنچه سیستمهای اطلاعات جغرافیایی کاربر – محور را متمایز می‌سازد بکارگیری مفاهیم مربوط به بافت در اینگونه سیستمها ست. در این میان اشلیت و همکاران از نخستین افرادی بودند که انواع بافت را بیان نمودند[Schilit et al. 1994]. از نظر این تیم تحقیقاتی مهمترین بافتهایی که می‌توانند یک کاربر متحرک را تحت تاثیر قرار دهند مکان کاربر، مشخصات افراد نزدیک به کاربر، اشیا اطراف و تغییر این عناصر در بستر زمان است. سیستم نمونه بر مبنای این تقسیم بندی ParcTAB است [Li et al. 2015; Trubka and Glackin , 2016; Zhou et al. 2018] بعدها پارامترهای دیگری به این موارد اضافه شدند. بعنوان مثال براون و همکاران، فصل و دما را اضافه نمود[Schilit et al. 1994]. تقسیم‌بندی دیگر مربوط به اشمیت است که برای هر یک از عوارض مرتبط، مجموعه‌ای از مقادیر بطور واضح یا ضمنی بوسیله بافت تعیین می-شود[Schmidt, 2002]. در این مدل یک ساختار سلسله مراتبی برای بافتها توسعه یافته است. در بالاترین سطح بافتهای مربوط به فاکتورهای انسانی و محیط فیزیکی پیشنهاد شده است. برای هر دو گروه، کلاسه بندی فراتری به سه گروه انجام شده است. فاکتورهای انسانی به سه گروه اطلاعات کاربر (دانش پیرامون عادتها، وضعیت عاطفی، شرایط روانی و ...)، محیط فیزیکی کاربر (موقعیت مکانی دیگر افراد، شرایط اجتماعی، حرکت گروهی و...) و فعالیتهای کاربر طبقه‌بندی می‌شوند. همچنین بافتهای مربوط به محیط فیزیکی شامل سه گروه مکان، زیرساختار (منابع پیرامون برای محاسبات، ارتباطات، اجرای فعالیت و ...) و شرایط فیزیکی (نویز، نور، فشار و ...) است. در این میان المانهای مهم در ایجاد بافت مناسب، زمان و مکان در نظر گرفته می‌شود (شکل ۲). همچنین کمیته استانداردسازی، بافتها را به سه گروه بافتهای ایستا (اطلاعات مکانی)، بافتهای پویا (خدمات مکانی، وضعیت ترافیکی و ...) و بافتهای فردی (مکان، جهت و سرعت) تقسیم بندی می‌نماید [/TC211 Ad hoc Group for UBGI ,2007].



شکل ۲. تقسیم‌بندی سلسله مراتبی بافت (Schmidt, 2002)

۳. اهمیت ارتباطات مکانی به عنوان پایه اصلی بافتهای دیگر

مکان یکی از مهم‌ترین بافتها در کاربردهای کاربر- محور است. اکثر تعابیر موجود پیرامون بافت، مکان را به عنوان یک فاکتور اساسی تلقی می‌کنند. مکان در تعریف ارائه شده بوسیله اشلیت و همکاران [Schilit et al. 1994] به عنوان یکی از سه بافت اصلی در نظر گرفته شده است. همچنین در تعریف دی مکان به عنوان جنبه اصلی موجودیتهای بافت در نظر گرفته شده است[Dey , 2001]. بنابراین بعضی از مدلهای بافت، مکان را بعنوان رویکرد اصلی تلقی می‌کنند. آنطور که از تحقیقات مختلف بر می‌آید مکان بخوبی برای سازماندهی و دسترسی به اطلاعات بافت عمل می‌نماید. این مکان می‌تواند مکان موجودیتهای جهان واقعی، موقعیت حسگرها یا در مورد بافتهای مجازی، مکان مرتبط شده از طریق آدرس مربوطه باشد. این اطلاعات مکانی یا از قبل تعریف شده‌اند (اگر موجودیتها ثابت باشند)، یا بوسیله سیستمهای تعیین موقعیت که اشیا متحرک را ردیابی می‌کنند بدست می‌آیند.

۳-۱ حساب تکه‌های متصل

حساب تکه‌های متصل ارائه شده بوسیله کهن و همکاران[٦]، یک تئوری درجه یک است که بر اساس رابطه برخورد اولیه[1] تعریف می‌شود. در میان کلیه روابط تعریف شده بوسیله RCC، RCC5 و RCC8 که به ترتیب شامل ۵ و ۸ رابطه می‌شوند از اهمیت خاصی برخوردار می باشند [Randell et al. 1992; Cohn et al. 1997] . روابط RCC8 بسیار شبیه روابط ۹- تقاطعی است. در واقع همانندی آنها از جهت استفاده از مناطق ساده است. با این وجود آنها دارای بعضی تفاوتهای عمده می‌باشند [Randell et al. 1992; Cohn et al. 1997]. اولا حوزه دربرگیرنده آنها متفاوت است: روابط اگن‌هوفر میان مناطق ساده است درحالیکه RCC برمبنای تعریف عمومی خود، منطقه را بصورت یک مجموعه بسته منظم ناتهی درنظر می‌گیرد. دوما مفهوم دو جدول ترکیبی متفاوت است. کلیه ترکیبات روابط اگن‌هوفر توسعه‌پذیر است [Randell et al. 1992]، ولی کلیه ترکیبات RCC8، توسعه‌پذیر نیست [Randell et al. 1992; Renz, 2002]. منظور از توسعه‌پذیری، ترکیب در تئوری مجموعه‌ها است[Renz, 2002] . در RCC رابطه اتصال، که با نماد C نشان داده می شود به عنوان یک رابطه مبنایی و اولیه پذیرفته می شود[Randell et al. 1992]. با استفاده از رابطه اتصال C می‌توان مجموعه‌ای از دیگر روابط را تعریف نمود(جدول۱). اگر P را با علامت ≤ نشان دهیم، آنگاه دیگر روابط در RCC می‌توانند توسط C و P تعریف شوند. در این میان روابط EQ، PO، O، DR، EC،DC متقارن و روابط P، PP، TPP، NTPP نامتقارن می‌باشند. در رابطه نامتقارن R، رابطه معکوس با Ri نشان داده می‌شود. روابط EQ، DR، PO،PP، PPi، مجموعه روابط JEPD را ایجاد می‌کنند که RCC5 نامیده می‌شود. این نکته نیز قابل ذکر است که DR می‌تواند به EC و DC و PP (PPi) می-تواند به TPP وNTPP (TPPi و NTPPi) تقسیم شود. RCC5 می‌تواند به مجموعه‌ای از روابط JEPD شامل EQ, DC, EC, PO, TPP, TPPi, NTPP, NTPPi ارتقا یابد که آنها را RCC8 گویند [Randell et al. 1992]. روابط RCC8 همچنین می‌توانند روی مجموعه‌ای از دیسکهای بسته یا مجموعه‌ای از مناطق ساده تفسیر شوند. تحت چنین تفسیری، RCC8 یک رابطه جبری را تشکیل می‌دهد[Randell et al. 1992]. همچنین وقتی در مناطق ساده تفسیر می‌شود، RCC8 نیز می‌تواند بوسیله روش ۹- تقاطعی اگن هوفرحاصل شود [Egenhofer and Herring, 1990].

جدول۱. ارتباطات مکانی تعریف شده در RCC8 (Randell et al. 1992)

ارتباط مکانی	تفسیر	رابطه منطقی
EQ	a بر b منطبق است	a=b
DR	a از b گسسته است	a.b=0
PP	a بخش سره از b است.	a<b
O	a و b با یکدیگر همپوشانی دارد.	a.b>0
PO	a پوشش جزئی روی b دارد.	(a**O**b)∧ $(a \not\leq b) \wedge (a \not\geq b)$
DC	a از b جدا است	$\rightarrow (a\boldsymbol{C}b)$
EC	a از b به خارج متصل است.	(a**C**b) ∧ $(a\boldsymbol{DR}b)$
TPP	a بخش سره مماس به b است.	(a**PP**b) ∧(a**EC**-b)
NTPP	a بخش سره غیر مماس به b است.	a**DC**-b

٤. متدولوژی پیشنهادی

ایده اصلی در این تحقیق، سفارشی‌سازی حساب تکه‌های متصل فازی به منظور مدلسازی ارتباطات مکانی در سیستمهای کاربر محور بر اساس موقعیت، جهت، سرعت و نحوه درک کاربر است. بدین منظور باید مدل داده فازی و روابط فازی میان آنها تعریف گردد:

٤-١ مدل داده فازی کاربر و بافتهای مرتبط

با توجه به اینکه المان پایه در RCC، منطقه تاثیر شی می-باشد، لذا داده مورد نظر در حالت فازی منطقه ای با مرز فازی می‌باشد. خصوصیات منطقه فازی مکانی کاربر بصورت زیر است[Neisany Samany et al. 2011]:

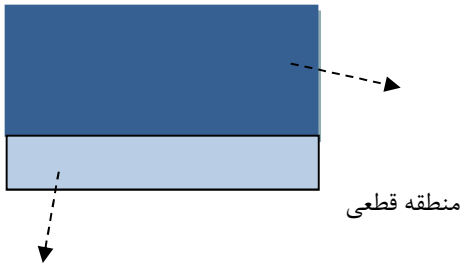
(۱) بیشترین وابستگی مکانی در مرکز منطقه مکانی است که موقعیت کاربر است و مبدا نامیده می‌شود. درجه عضویت مبدا " یک" است. با این وجود، به این علت که کاربر با وسیله نقلیه حرکت می‌کند، می‌توان علاوه بر موقعیت کاربر، یک منطقه مشخص را بجای آن با درجه عضویت "یک" در نظر گرفت.

(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.

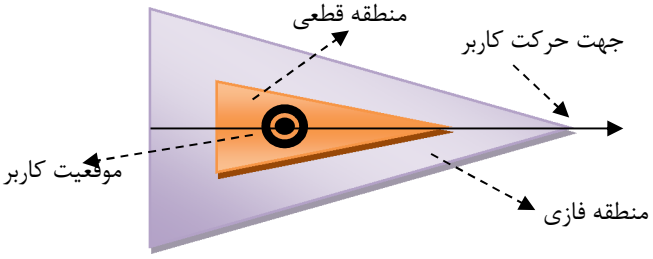
تعریف۱- منطقه مکانی فازی کاربر[1]: منطقه مکانی فازی کاربر متحرک توسط مثلث فازی نامتقارن[Zadeh, 1988]، بیان شده است (شکل۳) که بر اساس مکان و جهت کاربر

بصورت پویا بهنگام می‌شود. معادله این تابع مطابق رابطه (۵-۲) است که برای کاربر متحرک با a_{SU}، b_{SU}، c_{SU} و d_{SU} نشان داده می‌شود.



شکل۳. نمایش موقعیت کاربر با منطقه فازی

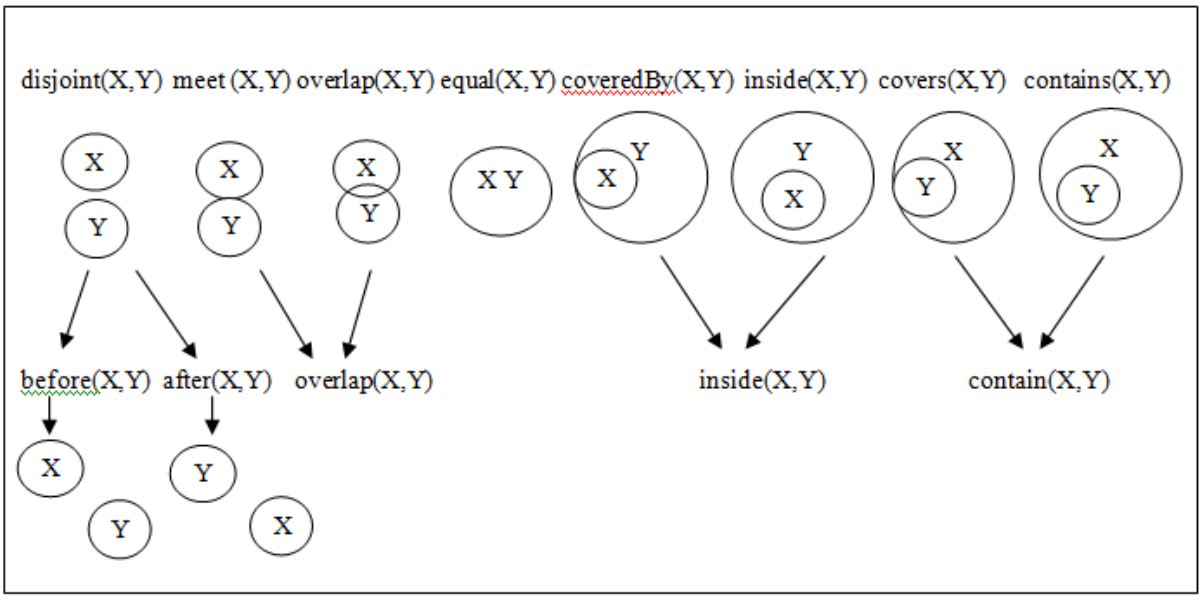
تعریف ۲- منطقه فازی مکانی بافتهای مرتبط: منطق فازی مکانی بافتهای مرتبط[۲] با توجه به شکل(٤) بصورت یک تابع عضویت ذوزنقه‌ای متقارن تعریف می‌شود. بدیهی است که در اینحالت در رابطه (۵-۲)، مقدار μ_1 با μ_2 مساوی است یا $\overline{cd} = \overline{ab}$. قسمت قطعی یا قسمتی که درجه عضویت معادل "یک" است برابر با مرز خارجی عارضه مورد نظر است. همانطور که از دو طرف از این عارضه دور می‌شویم قسمت فازی شروع می‌شود که در آن $0 \leq \mu < 1$.



شکل٤. نمایش عارضه بصورت فازی

۲-٤. سفارشی سازی روابط RCC

ایده اصلی برای سفارشی‌سازی FRCC8[۳]، 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 تصمیم-گیری کاربر دارند، در جهت افزایش کارآیی سیستم انجام می‌شود. با پیروی از این چهارچوب پنج رابطه شامل before (b)، after(a)، inside(i)، contain(c) و overlap(o) است (شکل ۵)



شکل ۵. سفارشی سازی روابط RCC

٤-٣ پیاده‌سازی مدل پیشنهادی

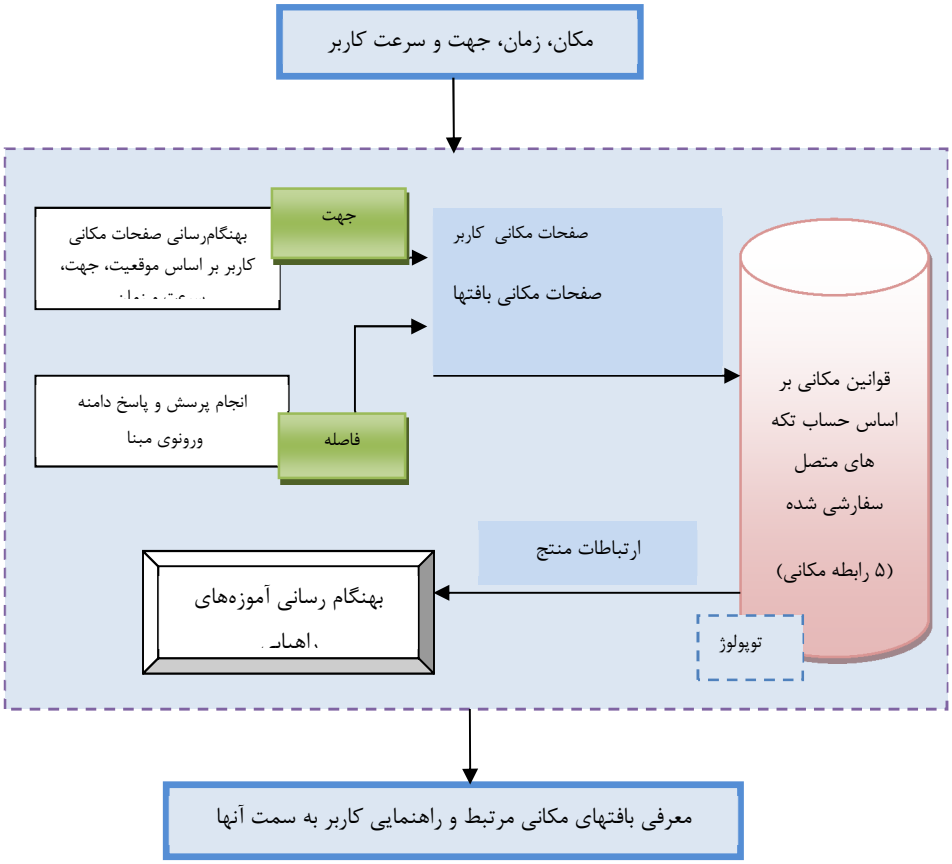
گام اول یافتن بافتهای مرتبط مکانی در محدوده مشخص است که توسط پرسش و پاسخ دامنه ورونوی مبنا بصورت پویا انجام می شود تا در گام بعدی روابط دقیقتر مکانی با استفاده از مدل ارائه شده، میان کاربر متحرک و بافتهای مرتبط یافت شده مشخص گردد. بقیه فرایند که شامل بهنگام‌رسانی مناطق مکانی کاربر متحرک است (شکل ٦).

٤-٤ استنتاج و غیر فازی‌سازی

با توجه به اینکه موقعیت کاربر و بافتهای مرتبط بصورت مناطق مکانی با مرز مبهم هستند، روابط مکانی‌شان نیز دارای درجه‌بندی است. مدل فازی ممدانی (روش بیشینه-کمینه برای استنتاج و مرکز ثقل برای غیر فازی سازی) به منظور استنتاج روابط فازی[Mamdani, 1977] در نظر گرفته شد. اگر آرگومان غیر فازی‌سازی را با $z_{defuzzified}$ نشان داده شود، آنگاه می‌توان مقدار آن را بر اساس رابطه (۱) محاسبه نمود [Mamdani, 1977].

$$Z_{defuzzified} = \frac{\int_Z z\mu(z)dz}{\int_Z \mu(z)dz} \quad (۱)$$

که در آن $\mu(z)$ تابع عضویت روابط مکانی است 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 RCC به انتخاب تابع عضویت بستگی ندارد، لیکن در این مقاله به دلیل انعطاف‌پذیری و مطابقت بیشتر با تعاریف (۱و۲) و همچنین به دلیل برخط بودن سیستم ، تابع عضویت ذوزنقه‌ای در نظر گرفته شده است.



شکل ٦. الگوریتم پیشنهادی مدلسازی ارتباطات مکانی

٤-٥ ایجاد همگونی در استنتاج روابط مکانی زمانی

یکی از نکات مهم در استنتاج روابطی که بصورت فازی بیان شده‌اند آن است که طبق تعاریف انجام‌شده ممکن است چند رابطه بطور همزمان دارای یک درجه عضویت شوند. در اینحالت باید معیاری تعریف گرددکه تنها یکی از روابط غالب شود. در کل برای حفظ همگونی آموزه‌های ارائه شده برای فرد باید از بین روابط موجود رابطه‌ای به فرد ارائه شود که از لحاظ شناختی و ادراکی بیشترین سنخیت را با ارتباط ایجاد شده داشته باشد. زمانی که فرد شروع به خواندن آموزه ارسالی می‌کند، همزمان تصویری از اشیا توصیف شده در ذهن او ایجاد می‌شود. زمانی که قرائت آن تمام می‌شود تا زمان محدودی تصویر واضح از آنچه در ذهن انسان ساخته شده وجود دارد. بنابراین باید یک تعادل واقعی بین ساده سازی و جزئیات ایجاد شود. آموزه ایجاد شده باید بیشترین مفهوم را با حذف اطلاعات زائد و جزئیات کم فراهم نماید.

٥. پیاده‌سازی مدل پیشنهادی

در رویکرد پیشنهادی نیز بهنگام‌سازی مناطق فازی مکانی، پارامتر اصلی است. بهنگام‌رسانی منطقه مکانی کاربر و بر اساس موقعیت، جهت و زمان کاربر انجام می‌شود. در اینصورت می‌توان در هر بهنگام‌رسانی تنها مبدا منطقه فازی را به اندازه ٦ ثانیه جابجا نمود. در مورد منشورهای مکانی-زمانی بافتهای مرتبط، کافی است مناطق مکانی تنها یکبار ایجاد شود و در پایگاه داده ذخیره گردد.

۵-۱ پرسش و پاسخ دامنه‌ی پویای ورونوی مبنا

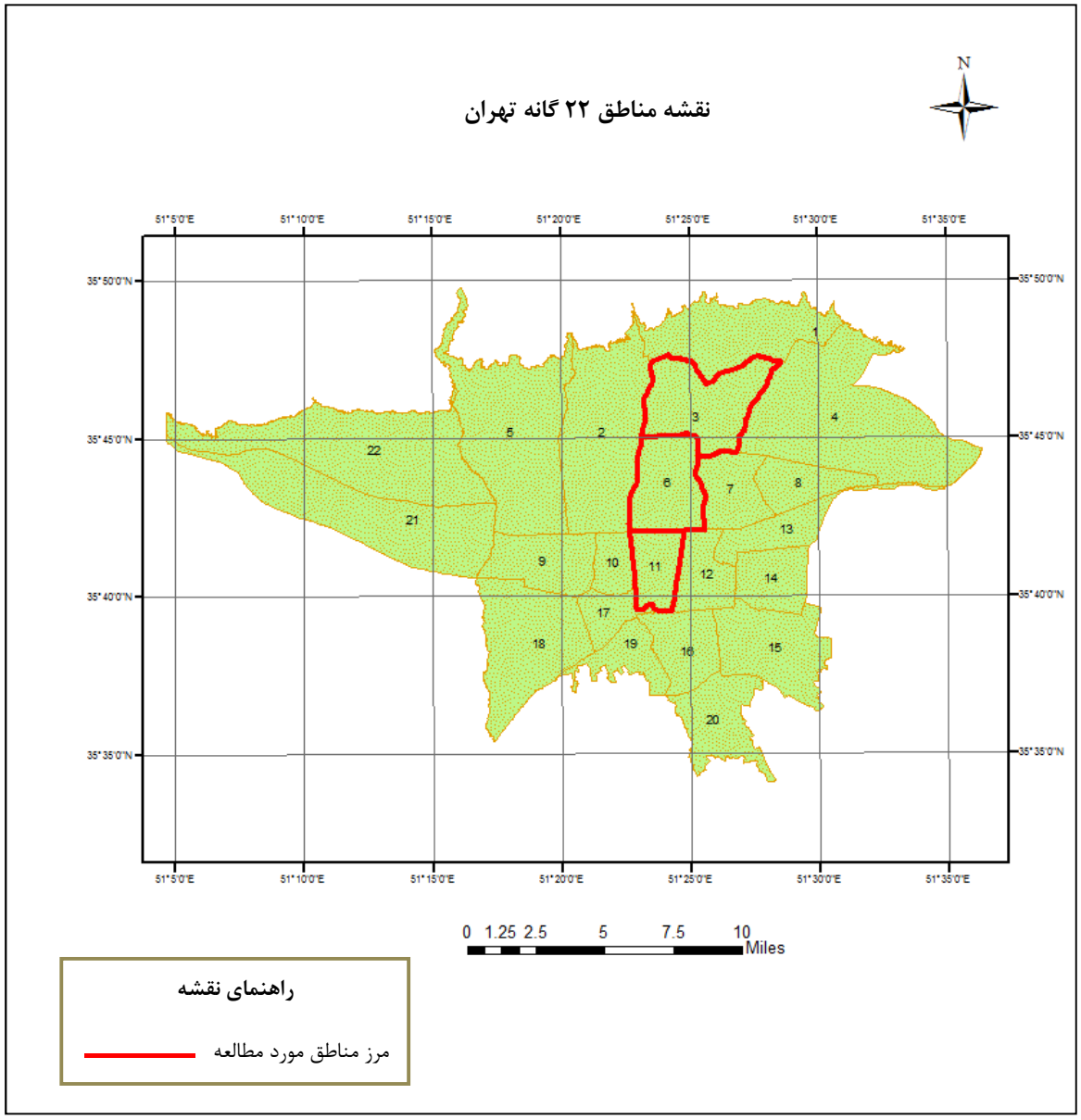
مطابق الگوریتمهای ارائه شده در شکل ٦، اولین گام پس از ورود اطلاعات، انجام پرسش و پاسخ دامنه ورونوی مبنا بصورت پویا است. آنچه در بهنگام‌رسانی این الگوریتم موثر است V (سرعت کاربر در لحظه بهنگام‌رسانی) و t بازه زمانی بهنگام رسانی است که در این مقاله شش ثانیه فرض شده است. شش ثانیه حداقل زمانی است که کاربران برای تصمیم-گیری بلادرنگ خود در یک محیط نا آشنا نیاز دارند [Neisany Samany et al. 2013]. نتیجه این پرسش و پاسخ، بافتهای مرتبطی است که در شبکه شهری در دامنه معرفی شده واقع اند.

۵-۲ محیط پیاده‌سازی و معماری نرم‌افزاری

پیاده‌سازی مدلهای ارائه شده با دو رویکرد قطعی و فازی بر روی اطلاعات یکسان و در مناطق یکسان اجرا گردید. بنابراین قبل از بررسی معماری نرم‌افزاری سیستم، اطلاعات مورد استفاده و فرمت آنها مطرح شده است.

۵-۲-۱ 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 (شکل ۷). بطور کلی نقشه و اطلاعات مکانی مورد استفاده دارای مقیاس ۱:۲۰۰۰ است که البته با توجه به قرار دادن خصوصیت درشت‌نمایی در سیستم پیاده‌سازی شده می‌توان وضوح تصویر را در صورت لزوم افزایش داد. بطور کلی اطلاعات مورد نیاز جهت پیاده‌سازی مدل پیشنهادی با توجه به سناریوی در نظر گرفته-شده و الگوریتمهای پیشنهادی به دو گروه اطلاعات ایستا و پویا تقسیم می‌شوند که با توجه به دو رویکرد قطعی و فازی ذیلا به تفضیل بیان شده اند:



شکل۷. موقعیت مناطق مورد مطالعه شهر تهران (مناطق ۳، ٦ و ۱۱شهرداری)

- **اطلاعات ایستا**

اطلاعات ایستا، اطلاعاتی هستند که در طول فرایند ناوبری ثابت می‌باشند. بطور کلی یک نقشه سلولی از منطقه بعنوان پیش‌زمینه قرار گرفته و یک نقشه جنرالیزه برداری نیز با لایه-های زیر در نظر گرفته شده است:

- **گراف شبکه معابر شهری**: این شبکه شامل محور مرکزی خیابانها است که بر اساس قوانین شهری جهتدار شده است (یکطرفه یا دوطرفه‌بودن، حق عبور و ...)
- **نقاط مورد علاقه و امکانات شهری**: منظور از نقاط مورد علاقه، عوارضی است که کاربر (گردشگر) عموما تمایل به بازدید و یا دریافت خدمات از آن را دارد. بر این مبنا بافتهای مرتبط گردشگر با توجه به منطقه مورد مطالعه شامل موارد زیر است:

(۱) نقاط مورد علاقه گردشگر که شامل رستورانها، پارکها، فضاهای سبز، مراکز خرید، مراکز تجاری، بناهای یادبود، مکانهای تاریخی و فرهنگی، دانشگاهها، کتابخانه‌ها، نمایشگاهها، مراکز تفریحی و ورزشی، موزه‌ها و هتلها.

(۲) امکانات شهری که بوسیله کاربر ممکن است مورد استفاده قرار گیرد مانند پمپ بنزینها، ایستگاههای مترو، ایستگاههای اتوبوس، پایانه‌های اتوبوس، راه‌آهن.

- **اطلاعات پویا**

اطلاعات پویا شامل اطلاعاتی است که باید بصورت متناوب با حرکت کاربر بهنگام شوند. در واقع فرایند محاسباتی با تغییر در این اطلاعات ادامه می‌یابد. در مدل پیشنهادی مکان، زمان، جهت و سرعت کاربر به عنوان اطلاعات پویای برخط در نظر گرفته‌شده‌اند که امکان بهنگام‌نمودن مناطق مکانی کاربر را فراهم می‌کنند.

۵-۳ معماری سخت‌افزاری

سخت‌افزار مورد استفاده در این سیستم شامل رایانه‌های قابل حمل مانند PDA یا Laptob مجهز به GPS است.

٦. ارزیابی مدل

در این مقاله ارزیابی مدل پیشنهادی بر اساس سه پارامتر دقت، زمان اجرا و رضایتمندی کاربران انجام شد. بدین منظور سناریوی تحلیل و ارزیابی سیستم مطابق مراحل ذیل در نظر گرفته شد:

۱- انتخاب سه مسیر متفاوت که ویژگیهای آن شامل موارد زیر است:

- این سه مسیر، مستقل از یکدیگر در مناطق شهری مورد مطالعه انتخاب گردید به نحوی که ویژگیهای آن شامل سرعتهای مجاز حرکت، میزان تردد و ترافیک تقریبا یکسان بوده و در آنها بافتهای مشابه از لحاظ تعداد، نوع، ابعاد و نحوه پراکندگی وجود داشته است. بطور کلی مسیرهای مورد نظر در قسمتی از منطقه مورد مطالعه انتخاب شد که تا حد ممکن حاوی انواع بافتهای ارجح کاربر بود (شکل ۸).
- مسیرهای برگزیده قابلیت حرکت با وسیله نقلیه با سرعتهای متوسط ٦٠ و٤٠ کیلومتر بر ساعت را دارند.
- انتخاب مسیرها بگونه‌ای انجام شد که ترافیک آنها در تمام ساعات روز تقریبا یکی بوده ولی برای حفظ شرایط داده‌ها در سه بازه زمانی ۱۱-۹، ۱۳-۱۱و ۱۵-۱۳ انتخاب گردید.

۲- پیمودن هر مسیر (توسط یک گردشگر که مجهز به یک Laptop، یکGPS و نرم‌افزار طراحی‌شده) در ۱۰۰ تکرار مختلف بصورتی که در هر بار پیمودن مسیر، سرعت متوسط یکسان باشد (در دو سرعت ٤٠و٦٠ کیلومتر بر ساعت و سه بازه زمانی فوق تعریف شد).

۳- ثبت هر بافت معرفی شده به سیستم در هر بار پیمودن مسیرها در پایگاه داده آموزه‌ها.

با توجه به سناریوی تحلیل مدل که بر مبنای اجرای مدل بصورت تکراری در سه مسیر است، برای بررسی هر پارامتر کمیتهای آماری و عددی در نظر گرفته شد که در ادامه تشریح شده اند.

٦-۱ دقت

برای بررسی دقت مدل پیشنهادی، روشهای مختلفی مورد بررسی قرار گرفت [Malik et al. 2007; Handley et al. 2019]. پایه اصلی کلیه روشها بر مبنای مقایسه بافتهای

مرتبط معرفی شده توسط الگوریتم و بافتهای موجود مرتبط از لحاظ مکانی است. روش مورد استفاده برای ارزیابی دقت مدل، توزیع بای‌نومیال ارزیابی می‌باشد. آزمون بای‌نومیال، 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. البته در مواردی امکان دارد که در ۱۰۰ بار تکرار بافتهای مرتبط مکانی از لحاظ زمانی مرتبط نباشند. 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. اگر n_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 $100\ (1 - \alpha / 2)$ امین نسبت از توزیع نرمال استاندارد باشد، آنگاه بازه تقریب نرمال بای‌نومیال بصورت رابطه (۲) بیان می‌شود.

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

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

$$p \mp z_{1-\alpha}\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \qquad (۳)$$

به منظور ارزیابی الگوریتم پیشنهادی، در هر سه مسیر سه الگوریتم RCC_8، RCC_5 و $Fuzzy\text{-}RCC_5$ پیاده سازی شد. جدول ۲ مقایسه نتایج را نشان می دهد. مطابق نتایج حاصل دقت و رضایتمندی الگوریتم پیشنهادی از دو الگوریتم RCC_8 و RCC_5 مطلوبتر است. البته **زمان پردازش الگوریتم پیشنهادی از دو الگوریتم** RCC_8 و RCC_5 کمی بیشتر است ولی با توجه به فاوت اندکر آن و دقت بالا و رضایت بیشتر کاربران مناسبتراست.

جدول ۲. مقایسه بکارگیری RCC_8 و رویکرد پیشنهادی

رضایتمندی کاربران	زمان پردازش	دقت بر اساس توزیع بای نومیال	روابط مورد استفاده
۰/۷۶	۱/۵۵ ثانیه	۰/۷۸۵	**RCC_8**
۰/۸٤	۱/۰۲ ثانیه	۰/۷۲۵	**RCC_5**
۰/۹۱	۲/۳۲ ثانیه	۰/۸۵٤	**$Fuzzy\text{-}RCC_5$**

شکل ۸. مسیرهای انتخابی جهت ارزیابی دقت سیستم

۷. نتیجه گیری

در این تحقیق، مدلسازی ارتباطات مکانی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی کاربر- محور 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 استنتاجی بررسی گردید. با توجه به فرضیات و اهداف این تحقیق، رویکرد فازی برای بیان ارتباطات مکانی‌زمانی میان کاربر و بافتهای مرتبط او بر مبنای حساب تکه‌های متصل مدنظر قرار گرفت به نحوی که مدل نهایی قادر باشد کلیه ارتباطات مکانی شامل روابط توپولوژیک، متریک و جهتی را پوشش دهد.

در این روش مدل داده بر اساس ویژگیهای کاربر متحرک با استفاده از یک وسیله نقلیه با سرعت و جهت مشخص در یک محیط شهری طراحی و ایجاد شد. نکته قابل توجه آن است که تعداد روابط مکانی موجود از ۸ رابطه به ۵ 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. مقایسه استفاده از RCC_8 و رویکرد پیشنهادی نشان می‌دهد که فازی سازی موقعیت و روابط مکانی انعطاف پذیری و دقت مدل را در یافتن اشیا مرتبط افزایش داده است. صحت سنجی نتایج حاصل دقت ۹۲/۷ درصدی و رضایتمندی ۹۱/۵۲ درصدی را خاطر نشان می‌سازد.

۸. پی نوشت ها

1. Primitive contact
2. Fuzzy Spatial Region of the Context (FSRC)
3. Fuzzy Spatial Region of the User (FSRU)

۹. مراجع

- نیسانی سامانی، ن.، دلاور، م.ح.، کریسمن، ن. و ملک، م.ر. (۱۹۳۲) "مدلسازی ارتباطات مکانی زمانی در سیستمهای اطلاعات مکانی بافت‌آگاه"، رساله دکتری، دانشکده فنی دانشگاه تهران.
-
- Afyouni, I., Ray, C., and Claramunt, Ch. (2012) “Spatial models for indoor and context-aware navigation systems: a survey”, Journal of Spatial Information Science, Vol. 4, No.1, pp.85-123.

- Alegre, U., Augusto, J. C., and Clark, T. (2016) “Engineering context-aware systems and applications: A survey “, Journal of Systems and Software, Vol. 117, pp. 55–83.

- Bader R., Woernd, W. and Prinz, V. (2010) “Situation awareness for proactive in car, recommendations of points-of-interest (POI)”, Proceedings of the Workshop Context Aware Intelligent Assistance (CAIA 2010), 33rd Annual German Conference on Artificial Intelligence (KI 2010), Karlsruhe, Germany, Sept. 8-10, 2010, pp.34-51.

- Bonino, D. and Corno, F. (2011) “What would you ask to your home if it were intelligent? Exploring user expectations about next-generation homes”, Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, Vol.3:111-126

- Brown, P.J. (1996) “The stick-e document: a framework for creating context-aware applications”, Proceedings of the Electronic Publishing, Laxenburg, Austria, Jun. 11-13, 1996, pp. 259-272.

- Cohn, A.G., Bennett, B., Gooday, J. and Gotts, N. M. (1997) “Representation and reasoning with qualitative spatial relations about regions”, In: Spatial and Temporal Reasoning, O. Stock (ed), Kluwer, Dordrecht, pp. 97-134.

- Collani E.V. and Dräger K. (2001) “Binomial Distribution” Handbook for Scientists and Engineers", Springer Science Business Media New York, 357 pages.

- Desold, G., Ardito, C., Jetter H.-Ch., Lanzilotti R. (2019) “Exploring spatially-aware cross-device interaction techniques for mobile collaborative sense making, International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 122, pp. 1–20.

- Dey, A. K. (2001) “Understanding and using context”, Personal and Ubiquitous Computing, 5: 4-7.

- Egenhofer, M. J. and Herring, J. R. (1990a) "A mathematical framework for the definition of topological relationships", Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling, K. Brassel and H. Kishimoto (eds), International Geographical Union, Zurich, June 1990, pp. 803-813.

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

- Handley, J. C., Fub, L., Tupper, L.L. (2019) "A case study in spatial-temporal accessibility for a transit system", Journal of Transport Geography, Vol.75, pp.25–36.

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

- Li, X., Eckert, M., Martinez, J.F. and Rubio, G. (2015), "Context Aware Middleware Architectures: Survey and Challenges, Sensors", Vol.15, pp. 20570-20607.

- Liu, G., He, J., Li, R., Li, W., Gao, P., Lu, J., Long, W., Li, L., Tang, M. (2018) "Topological and dynamic complexity of rock masses based on GIS and complex networks", Physica A, Vol. 512, pp.1240–1248.

- Mamdani, E.H. (1977) "Applications of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis", IEEE Transaction on Computers, Vol. 26, No.12, pp.1182-1191.

- Neisany Samany, N., Delavar, M.R., Chrisman, N. and Malek, M.R. (2011) "Modeling spatio-temporal relevancy in context-aware systems using multi-interval algebra", Proceedings of 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.

- Neisany Samany, N., Delavar, M.R., Chrisman, N. and Malek, M.R. (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, Vol. 5, No.6, 14p

- Randell, D.A., Cui, Z. and Cohn, A.G. (1992) "A spatial logic based on regions and connection", Proceedings of the 3rd International Conference on Knowledge Representation and Reasoning, Morgan Kaufmann, San Mateo, pp. 165-176.

- Renz, J. (2002) "Qualitative spatial reasoning with topological information", - Lecture Notes in Computer Science, No. 2293, pp.46-59.

- Saracevic, T. (1996). "Relevance reconsidered", Proceedings of the

- Xu, Z., Chen, L. and Chen, G. (2015), "Topic based context-aware travel recommendation method exploiting geotagged photos", Journal of Neurocomputing, Vol. 155, pp.99–107.

- Xia, T., Song, X., Zhang, H., Song, X., Kanasugi, H., Shibasaki, R. (2019) "Measuring spatio-temporal accessibility to emergency medical services through big GPS data", Health and Place, Vol.56, pp.53–62.

- Zadeh, L.A. (1988) "Fuzzy logic". IEEE Computer, Vol. 21, pp. 83-93.

- Zhou, Zh., Yu, J., Guo, Zh., Liu, Y. Visual (2018) "Exploration of urban functions via spatio-temporal taxi OD data", Journal of Visual Languages and Computing, Vol.48, pp.169–177.

- Zhu, X., Broucke, S.V., Zhu, G., Vanthienen, J. and Baesens, B., (2016) "Enabling flexible location-aware business process modeling and execution", Journal of Decision Support Systems, Vol.83, pp.1–9.

Second Conference on Conceptions of Library and Information Science (CoLIS2), Copenhagen, Denmark, Oct. 14-17,1996, pp. 201-218.

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

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

- Trubka, R. and Glackin, S. (2016) "Modelling housing typologies for urban redevelopment scenario planning", Journal of Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 57, pp.199–211.

- ISO/TC211 Ad hoc Group for UBGI (2007) "Report from the Ad Hoc Group for Ubiquitous Geographic Information (UBGI)", ISO/TC211 document N2298.

رضا آقاطاهر، درجه کارشناسی در رشته مهندسی نقشه برداری را در سال ۱۳۸۱ از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی نقشه برداری-گرایش GIS در سال ۱۳۸٤ را از دانشگاه تهران اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان سیستمهای اطلاعات مکانی، مدیریت بحران و منطق فازی بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی در دانشگاه آزاد اسلامی است.

نجمه نیسانی سامانی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی نقشه برداری را در سال ۱۳۸۳ از دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی نقشه برداری-گرایش GIS را در سال ۱۳۸۵ از دانشگاه تهران اخذ نمود. در سال ۱۳۹۲ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی نقشه برداری-گرایش GIS از دانشگاه تهران گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان سیستمهای اطلاعات مکانی همراه و خدمات بافت آگاه بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه دانشیاری در دانشگاه تهران است.