



## ارائه‌ی سرویس‌های هوش محدود‌های در شبکه‌ی خیابان‌ها با استفاده از روابط مکانی

مه‌ری داوطلب<sup>۱\*</sup>، محمدرضا ملک<sup>۲</sup>

۱- کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان  
۲- دانشیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده مهندسی نقشه برداری- دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱

### چکیده

سرویس‌های هوش محدود‌های، مجموعه‌ای از خدمات هستند که در محدود‌های معین، به کاربران واقع در آن محدود‌ه ارائه می‌شوند. یکی از محیط‌های هوش محدود‌های حائز اهمیت در شهرها، خیابان‌ها هستند. خیابان هوشمند خیابانی است که بتواند به کاربرانی که در آن واقع می‌شوند خدمات مرتبط و متناسب با شرایط آن‌ها را ارائه کند. یکی از انواع سرویس‌های هوش محدود‌های سرویس‌های اطلاع رسانی هستند. پیام‌های تبلیغاتی مراکز خرید، آمار ترافیکی مناطق مختلف شهر و اطلاعیه‌های پلیس در ایستگاه‌های ثابت و سیار شهری نمونه‌هایی مهم از سرویس‌های اطلاع رسانی شهری به‌شمار می‌آیند. از آنجا که بسیاری از سرویس گیرندگان، مانند کاربران سوار بر وسایل نقلیه، کاربرانی بوده که مقید به حرکت روی شبکه هستند، لذا مناطق خدماتی نیز باید روی شبکه تعریف شود. تعیین محدود‌های خدمات رسانی به‌ویژه در شبکه‌ی راه‌ها و به‌طور خاص برای خودروها مساله‌ی مهمی است که تا کنون در هوش محدود‌های مورد توجه قرار نگرفته است. یکی از آنالیزهای مکانی در زمینه‌ی خدمات مکان‌مبنا در شبکه‌ی راه‌ها، استفاده از ساختار ورونوی شبکه‌ای می‌باشد چرا که مساله‌ی نزدیکی به مراکز سرویس دهنده بایستی با در نظر گرفتن فاصله در شبکه مدنظر قرار داده شود. در این تحقیق روشی پیشنهادی برای ارسال سرویس‌های اطلاع رسانی به خودروهای واقع در شبکه‌ی خیابانی ارائه شده است. در این روش معیارهایی از قبیل نزدیکی خودرو به منطقه خدماتی، زمان سرویس‌دهی مناطق خدماتی و نیز جهت کیفی حرکت خودروها مدنظر قرار داده شده است. نتایج حاصل از پیاده سازی روش پیشنهادی برای یکی از مناطق شهر تهران نشان می‌دهد که عملکرد سیستم در به‌کارگیری آنالیزهای مکانی شبکه‌ای، رضایت‌مندی ۶۸ درصد کاربران شرکت کننده را به‌همراه داشته است.

کلید واژه‌ها : سرویس‌های هوش محدود‌های، خیابان هوشمند، نمودار ورونوی شبکه‌ای، آنالیزهای مکانی

\*نویسنده مسئول: کرمان - انتهای اتوبان هفت باغ علوی - دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته

تلفن: ۰۹۱۱۵۷۴۸۹۳

## ۱- مقدمه

هوش محدودهای<sup>۱</sup>، محیطی است که در آن، افراد توسط ابزارهای هوشمندی که مستقیماً در تمامی اشیاء پیرامون جاسازی شده‌اند، احاطه می‌شوند. چنین محیطی باید به صورت نامحسوس حضور افراد را تشخیص داده و نسبت به نیازهای آن‌ها پاسخ‌گو باشد [۱]. در این محیط، افراد با وارد شدن به محدوده‌ی از پیش تعیین شده‌ی یک سرویس‌دهنده، می‌توانند خدمات مناسب و مرتبط به خود را دریافت نمایند [۲]. با گسترش شهرنشینی بی‌شک یکی از محیط‌های هوش محدودهای شهرها هستند [۳ و ۴]. ساختار شهری مجموعه‌ای از فضاهای مختلف است که به صورت نظام‌مندی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و هر یک می‌توانند به عنوان یکی از اجزای هوش محدودهای در خدمت به کاربران قلمداد شوند. یکی از موجودیت‌های مهم شهری خیابان‌ها هستند. افراد جامعه در طول روز زمان نسبتاً زیادی را در راه‌ها صرف می‌کنند. بنابراین خیابان‌های هوشمند می‌توانند با ایجاد تسهیلات و امکانات متناسب، کیفیت زندگی شهری را ارتقاء ببخشند. یکی از تسهیلات مهم خیابان‌های هوشمند ایجاد سرویس‌های اطلاع‌رسانی مرتبط با موقعیت کاربر است. به طور مثال فرض کنید در خیابانی پرتراffیک در حین رانندگی اخبار ترافیکی را از رادیوی ماشین نیز گوش می‌دهید. شما به عنوان راننده ترجیح می‌دهید به جای حجم انبوهی از اطلاعات ناخواسته ترافیکی خیابان‌ها، اطلاعات خیابان‌های نزدیک به موقعیت کنونی خود را داشته باشید. پر واضح است که دانستن اطلاعات از خیابان‌های دور چندان مفید فایده نیست. این استدلال می‌تواند به نوعی بیانگر قانون اول تابلر<sup>۲</sup> باشد که معتقد است "هر چیزی در جهان در ارتباط با هر چیز دیگری است اما

چیزهای نزدیک به یکدیگر مرتبط‌تر از چیزهای دورتر هستند." [۵].

بحث سرویس‌دهی در شبکه خیابان‌ها مساله‌ی مهمی است که تاکنون در هوش محدودهای بدان پرداخته نشده و از این رو مورد توجه این مقاله قرار گرفته است. تفاوت اصلی خیابان هوشمند با خانه هوشمند [۶ و ۷]، بیمارستان هوشمند [۸ و ۹] و مدرسه هوشمند [۱۰ و ۱۱] در آن است که محیط خیابان‌ها ساختار شبکه‌ای داشته و این مساله امکان حرکت آزادانه را از کاربران این محیط‌ها خواهد گرفت لذا نیازمند آنالیزهای شبکه‌ای می‌باشد.

یکی از مسایل معمول در خیابان‌های هوشمند جستجوی فاصله‌ای<sup>۳</sup> [۱۲] بوده که جستجوی اشیاء مطلوب در فاصله معین می‌باشد. روش‌های محدودسازی طول اقلیدسی<sup>۴</sup> و گسترش طول در شبکه<sup>۵</sup> از شناخته شده‌ترین روش‌های جستجوی فاصله‌ای به شمار آمده که به محاسبه‌ی کوتاهترین فاصله بین دو نقطه روی شبکه می‌پردازند [۱۳]. از آنجا که در هوش محدودهای باید بتوان سرویس‌های اطلاعاتی را برای کاربر متحرک نیز فراهم ساخت، بنابراین لازم است تا دامنه جستجو به طور پیوسته تغییر کند. روش‌های k-امین نزدیک‌ترین همسایگی<sup>۶</sup> [۱۴، ۱۵ و ۱۶] و دامنه پیوسته‌ی ورونوی<sup>۷</sup> [۱۷] از جمله روش‌های جستجوی پیوسته هستند. اگر مناطق خدماتی و موقعیت کاربر به عنوان نقاطی روی شبکه در نظر گرفته شوند در آن صورت یافتن نزدیک‌ترین منطقه یا مناطق خدماتی می‌تواند جهت ارائه سرویس به وی در نظر گرفته شود. در این مقاله جستجوی اشیاء

<sup>3</sup> Range Search

<sup>4</sup> Range Euclidian Restriction- RER

<sup>5</sup> Range Network Expansion- RNE

<sup>6</sup> K Nearest Neighbor-KNN

<sup>7</sup> Voronoi Continuous Range-VCR

<sup>1</sup> Ambient Intelligence

<sup>2</sup> Tobler

نمودار ورونوی بوده که در آن موقعیت اشیاء محدود به یال‌های شبکه شده و برای محاسبه‌ی فاصله‌ی بین اشیاء به‌جای فاصله‌ی اقلیدسی از کوتاه‌ترین فاصله‌ی روی گراف ماننند مسییر حاصل از الگوریتم دایجسترا [۲۳] استفاده می‌شود [۱۸]. در مجموع، شش نوع نمودار ورونوی شبکه جهت‌دار، وزنی،  $k$  امین نزدیک‌ترین و دورترین نقطه، خطی، چند ضلعی و مجموعه نقاط را می‌توان شناسایی کرد [۲۱].

نمودار ورونوی شبکه‌ای می‌تواند با استفاده از الگوریتم دایجسترا و مولدهای نمودار ورونوی به‌دست آید. بدین ترتیب که نخست درخت‌های کوتاه‌ترین مسیر از هر مولد ورونوی تشکیل شده و به‌طور همزمان گسترش می‌یابند. این روند تا زمانی ادامه می‌یابد که درخت‌های گسترش یافته با یکدیگر برخورد کنند [۱۸].

در شکل (۱) شبکه‌ی راه و نمودار ورونوی شبکه‌ای معادل آن نمایش داده شده است. در سمت چپ گراف وزندار اولیه  $G(N, L)$  با مجموعه رئوس  $N = \{P_1, P_2, \dots, P_{16}\}$  نشان داده شده است.

رئوس  $P_1, P_2$  و  $P_3$  مولدهای نمودار ورونوی و نقاط  $P_4$  تا  $P_{16}$  نقاط تقاطع یال‌های گراف می‌باشند. در سمت راست، نمودار ورونوی شبکه‌ای برای سه مولد  $P_1, P_2, P_3$  با سه نوع خط مختلف نمایش داده شده است. هر نوع خط معرف نزدیک‌ترین فاصله تا مولد خود می‌باشد. نقاط  $b_1$  تا  $b_7$  بیانگر رئوس از درخت کوتاه‌ترین مسیر بوده که از الگوریتم دایجسترا به‌دست آمده است. همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌شود در بعضی یال‌ها مانند یال  $P_4 P_5$  ممکن است بخشی از یال منتسب به یک مولد و بخشی دیگر منتسب به مولدی دیگر باشد.

مطلوب در شبکه که همان مناطق خدماتی هستند با استفاده از روابط مکانی انجام می‌پذیرد.

در این تحقیق همچنین معیار زمان سرویس‌دهی نیز در نظر گرفته شده است زیرا مناطق خدماتی که نقش مولدهای گراف را ایفا می‌کنند ممکن است فقط در ساعات خاصی به ارائه‌ی سرویس پردازند لذا مولدها براساس بازه زمانی سرویس‌دهی، عمر معینی خواهند داشت و این عامل نیز یکی دیگر از نوآوری‌های این تحقیق می‌باشد. در یک کلام با استفاده از نتایج تحقیق به‌نوعی دو حوزه هوش محدود‌های و خدمات مکان‌مبنا با یکدیگر تلفیق می‌شوند.

در ادامه‌ی این مقاله، در بخش ۲ مقدماتی از نمودار ورونوی شبکه‌ای بیان می‌شود. بخش ۳ به ارائه‌ی روش پیشنهادی جهت ارائه سرویس‌های اطلاع‌رسانی هوش محدود‌های در ساختار شبکه‌ی خیابان‌ها با استفاده از روابط مکانی می‌پردازد. در بخش ۴ روش ارائه شده پیاده‌سازی می‌گردد و نتایج حاصل از آن بیان می‌شود. بخش پایانی مقاله نیز به نتیجه‌گیری و ارزیابی نتایج اختصاص می‌یابد.

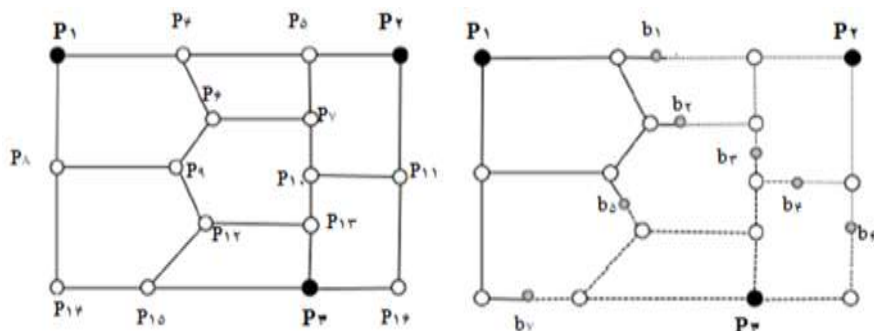
## ۲- نمودار ورونوی شبکه‌ای

در سال‌های اخیر با فراگیری سیستم‌های نقشه‌سازی آنلاین مانند گوگل مپ<sup>۱</sup> و مپ کوئست<sup>۲</sup> که امکان دسترسی به شبکه راه‌ها را برای کاربران فراهم می‌کنند، دامنه‌ی بسیاری از مسایل و سوالات از فضای اقلیدسی به فضای شبکه تغییر یافته است [۱۸]. یکی از مهم‌ترین مسایل که همواره مورد توجه محققان زیادی بوده، یافتن نزدیک‌ترین مکان در شبکه است (برای نمونه [۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲]). اساس اینگونه تحقیقات بر مبنای نمودار ورونوی شبکه‌ای بوده است. نمودار ورونوی شبکه‌ای<sup>۳</sup>، حالت خاصی از

<sup>1</sup> GoogleMap

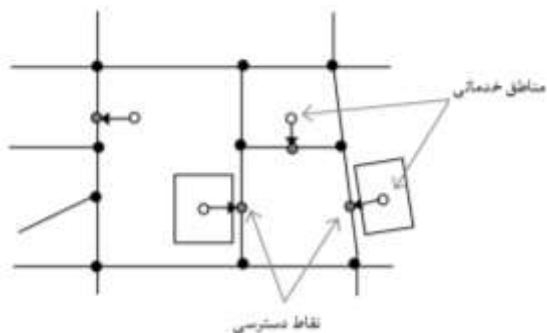
<sup>2</sup> Mapquest

<sup>3</sup> Network Voronoi Diagram-NVD



شکل ۱: یک شبکه راه و نمودار ورونوی شبکه‌ای [۱۸]  
راست: نمودار ورونوی شبکه‌ای چپ: یک شبکه راه

این نقاط اصطلاحاً نقاط دسترسی<sup>۱</sup> نامیده می‌شوند (شکل (۲)) [۲۶]. پس از ایجاد محدوده‌های ورونوی، خیابان‌های نزدیک به هر مولد تعیین می‌شوند و در نتیجه خودروهای واقع در خیابان‌های نزدیک به هر مولد با احتمال بیشتری سرویس‌های مربوط به آن مولد را دریافت می‌کنند.



شکل ۲: نقاط دسترسی در نمودار ورونوی شبکه‌ای

سیستم ما برای شناخت وضعیت موجودیت‌های محیط یعنی خودروها، مناطق خدماتی و خیابان‌ها از روابط مکانی بهره می‌برد. از جمله‌ی این روابط، بررسی جهت حرکت است. چرا که از طرفی شبکه‌ی خیابان‌ها، گرافی جهت‌دار بوده و از طرفی دیگر برای خودرویی که به سمت منطقه‌ی خدماتی در حرکت است دریافت سرویس‌های آن محل می‌تواند متناسب باشد. از آنجایی که در نمودار ورونوی شبکه‌ای جهت

### ۳- روش پیشنهادی

تحقیق حاضر به بیان روشی مکانی-زمانی به‌منظور ارائه‌ی سرویس‌های اطلاع‌رسانی در ساختارهای شبکه‌ای هوش محدوده‌ای می‌پردازد. برای هر محدوده‌ی خدماتی مکانی وجود دارد که سرویس‌های ارائه شده در محدوده در آنجا قابل دسترس هستند. این مکان "منطقه‌ی خدماتی" نام داشته و لازم است تا از محدوده‌ی خدماتی متمایز گردد. در روش پیشنهادی از نمودار ورونوی شبکه‌ای برای تخصیص محدوده‌ی خدماتی استفاده شده است. به دیگر سخن، با اخذ مناطق خدماتی به‌عنوان مولدهای گراف ورونوی، ارسال خدمات اطلاعاتی بر مبنای بافت موقعیت و نزدیک به کاربر خواهد بود.

یکی از مشکلات محدوده‌های خدماتی مرسوم امکان همپوشانی آن‌ها با یکدیگر است [۲۴ و ۲۵]. همپوشانی محدوده‌ها موجب می‌شود تا کاربران واقع در بخش مشترک محدوده‌ها مجبور به دریافت تمامی سرویس‌ها شوند که بعضاً ممکن است متناسب با نیاز آن‌ها نباشد. از آنجا که سلول‌های ورونوی با یکدیگر همپوشانی ندارند بنابراین انتخاب آن‌ها به‌عنوان محدوده‌های خدماتی می‌تواند مفید واقع شود.

به دلیل آن که مناطق خدماتی الزامات نقطه‌ای واقع بر روی یال‌های شبکه نیستند. ما نزدیک‌ترین نقطه روی گراف را به‌عنوان معادلی برای این مناطق در نظر می‌گیریم.

<sup>1</sup> Access point

مکان هندسی کاربر ضروری به نظر می‌رسد. به‌طور مثال اگر حرکت مستقیم به فضای شمال شرقی ممکن نباشد، می‌توان ابتدا به شمال و سپس شرق حرکت کرد. همچنین در مواردی که کاربر ساکن باشد، جهت‌های هشت‌گانه به مرکزیت موقعیت کنونی و اعمال جهت تعریف شده برای خیابان تشکیل می‌گردد. استفاده از جهت کیفی در شبکه خیابان این مزیت را داشته که وابسته به سرعت کاربر و تعیین بازه زمانی نیست [۳۰] و فضای پیش رو و فضای پشت سر کاربر تنها از طریق موقعیت کنونی و جهت حرکت خیابان تعیین می‌شود.

شمال شرقی	شمال	شمال غربی
شرق	-	غرب
جنوب شرقی	جنوب	جنوب غربی

شکل ۳: نمایش کیفی جهت

همچنین ممکن است مناطق خدماتی فقط در ساعت‌های معینی به ارائه‌ی سرویس پردازند لذا بایستی معیار زمان نیز در نظر گرفته شود [۳۰]. به‌طور مثال دریافت اطلاعات ترافیکی یکی از سرویس‌هایی است که وابسته به زمان بوده و فقط در ساعات معینی از روز ارسال می‌گردد. لذا در این تحقیق هر یک از مولدهای نمودار ورونوی شبکه‌ای، در آغاز بازه زمانی سرویس‌دهی در گراف، تولید و در پایان این بازه از گراف حذف می‌شوند.

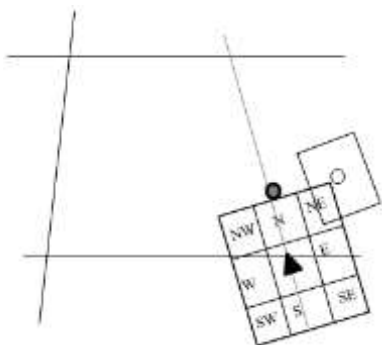
از آن‌جا که سرویس‌های مربوط به منطقه خدماتی نزدیک به موقعیت کاربر بالاترین اولویت را برای وی داشته، لذا اشتراک فضای حضور کاربر با نواحی ورونوی بیانگر نزدیکی کاربر به محدوده خدماتی می‌باشد. البته در این مرحله می‌توان بیشتر از یک ناحیه‌ی

در انتساب کوتاه‌ترین فاصله تأثیر داده نشده لذا در این تحقیق عامل جهت به صورت معیاری برای تکمیل ویژگی‌های شبکه در نظر گرفته شده است. تاکنون تحقیقات زیادی به مدلسازی جهت کمی حرکت پرداخته‌اند. در پروژه موبیدنک<sup>۱</sup> معیار جهت، در کنار موقعیت کاربر و سرعت به منظور راهنمایی گردشگران به کار رفته است [۲۷]. سیستم عامل مبنای گالیور گنی<sup>۲</sup> از بافت‌های جهت و موقعیت برای توجیه حرکت عامل مکانی متحرک استفاده کرده است [۲۸]. سیستم متا (MOTA<sup>۳</sup>) امکان توجیه نقشه حرکت سو را برای گردشگر متحرک و براساس موقعیت جاری او فراهم می‌آورد [۲۹]. همچنین در تحقیق [۳۰] جهت کاربر به‌عنوان یکی از معیارهای مهم در هدایت گردشگر در نظر گرفته شده است. یکی از معایب در نظر گرفتن جهت کمی آنست که برای کاربر ساکن سرویسی در نظر گرفته نمی‌شود [۳۰]. اما در بسیاری از مسائل از جمله سرویس‌های اطلاع رسانی ترافیکی که سرعت خودروها تقریباً صفر است لازمست برای کاربران ساکن نیز تدابیری اندیشیده شود. از این رو در این تحقیق جهت حرکت کاربر به‌صورت کیفی بررسی می‌شود. بدین ترتیب که جهت‌های هشت‌گانه شمال، شمال شرق، شرق، جنوب شرقی، جنوب، جنوب غربی، غرب و شمال غربی به مرکزیت موقعیت کنونی کاربر تشکیل می‌شوند (شکل ۳). سپس با درون‌یابی نقاط حرکت کاربر که متاثر از جهت حرکت خیابان است، یکی از فضاها هشت‌گانه به‌عنوان "جهت غالب اصلی" و فضاها همسایه آن به‌عنوان "جهت غالب فرعی" در نظر گرفته می‌شوند. انتخاب جهت‌های غالب فرعی در مواردی که کاربر پیاده باشد ضرورتی ندارد اما در شبکه‌های گراف که کاربر ملزم به حرکت بر روی یال‌های شبکه می‌باشد افزایش ابعاد

<sup>1</sup> MobiDENK

<sup>2</sup> Gullivers Genie

<sup>3</sup> Mobile Tour Assistant



شکل ۴: اشتراک غیرتهی با ناحیه ورونوی و منطقه خدماتی

#### ۴- پیاده‌سازی

به‌منظور پیاده‌سازی روش پیشنهادی، یکی از مناطق شهری تهران، شامل ۱۶ منطقه خدماتی برای سرویس‌دهی به کاربران انتخاب شد. به‌منظور آماده‌سازی داده‌ها، نخست لایه‌ی خیابان‌ها از سرویس اپن استریت مپ<sup>۱</sup> استخراج شده و در محیط برنامه‌ی آرک جی آی اس نسخه ۹.۳<sup>۲</sup> به فرمت شیپ فایل<sup>۳</sup> تبدیل شد. در این نرم افزار ابتدا چندضلعی‌های مناطق خدماتی به نقطه تبدیل شده و سپس با انتساب نقاط حاصل شده به نزدیک‌ترین نقاط روی گراف، به ازای هر منطقه‌ی خدماتی یک نقطه‌ی دسترسی روی شبکه ایجاد گردید نمودار ورونوی شبکه ای برای نقاط دسترسی تشکیل شد (شکل ۷).

در این تحقیق ۱۸ خودرو شرکت کردند که سرنشینان خودروها از آشنایی کامل نسبت به مناطق خدماتی موجود در محل مورد مطالعه برخوردار بودند. در ادامه برای بررسی حرکت خودروها، موقعیت آن‌ها از طریق سیستم تعیین موقعیت جی پی اس<sup>۴</sup> اخذ گردیده و پس از ردیابی به مدت ۳۰ ثانیه، جهت غالب حرکت هر خودرو از طریق درونبایی کم‌ترین مربع‌ها به‌دست آمده و در نهایت مکان هندسی خودرو در نرم افزار متلب<sup>۵</sup>

ورونوی را نیز برای کاربر متصور شد. این بدین معنا است که کاربر می‌تواند در زمان واحد نزدیک به چند محدوده خدماتی باشد. نواحی انتخاب شده را می‌توان به‌عنوان مرتبط‌ترین محدوده‌های خدماتی نسبت به سایرین قلمداد کرد.

علاوه براین لازم است تا روابط توپولوژی کاربر با مناطق خدماتی نیز مورد بررسی قرار گیرد. چرا که به‌طور مثال ممکن است کاربری در حال خروج از منطقه خدماتی بوده ولی از آن‌جا که هنوز در نزدیکی آن محل است. اشتراکی غیر تهی با ناحیه‌ی ورونوی داشته باشد. بنابراین در مرحله بعد، اشتراک فضای حضور کاربر با فضای فیزیکی منطقه خدماتی نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. به‌منظور بررسی میزان اشتراک این دو فضا می‌توان از رابطه (۱) استفاده کرد:

$$S_i = [S_{Ai} \cap S_{Ui}] / S_{Ui} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه  $S_i$  مساحت سطح موثر،  $S_{Ai}$  مساحت منطقه‌ی خدماتی و  $S_{Ui}$  بیانگر سطح فضای حضور کاربر می‌باشند.

اشتراک غیرتهی از دو مرحله قبل می‌تواند معیار مناسبی برای گزینش منطقه خدماتی هر کاربر بر اساس موقعیت و جهت وی باشد. بنابراین در روش پیشنهادی چنانچه در یک زمان معین، فضای احتمالی حضور کاربر با ناحیه‌ی ورونوی و همچنین منطقه خدماتی اشتراک غیر تهی داشته باشد سرویس‌های آن بخش می‌توانند اولویت بالایی را جهت ارسال به کاربر داشته باشند شکل (۴). مراحل اجرای مدل مورد استفاده و الگوریتم ارزیابی سرویس‌های پیشنهادی به ترتیب در شکل‌های (۵ و ۶) نشان داده شده است.

<sup>1</sup> OpenStreetMap

<sup>2</sup> ArcGIS 9.3

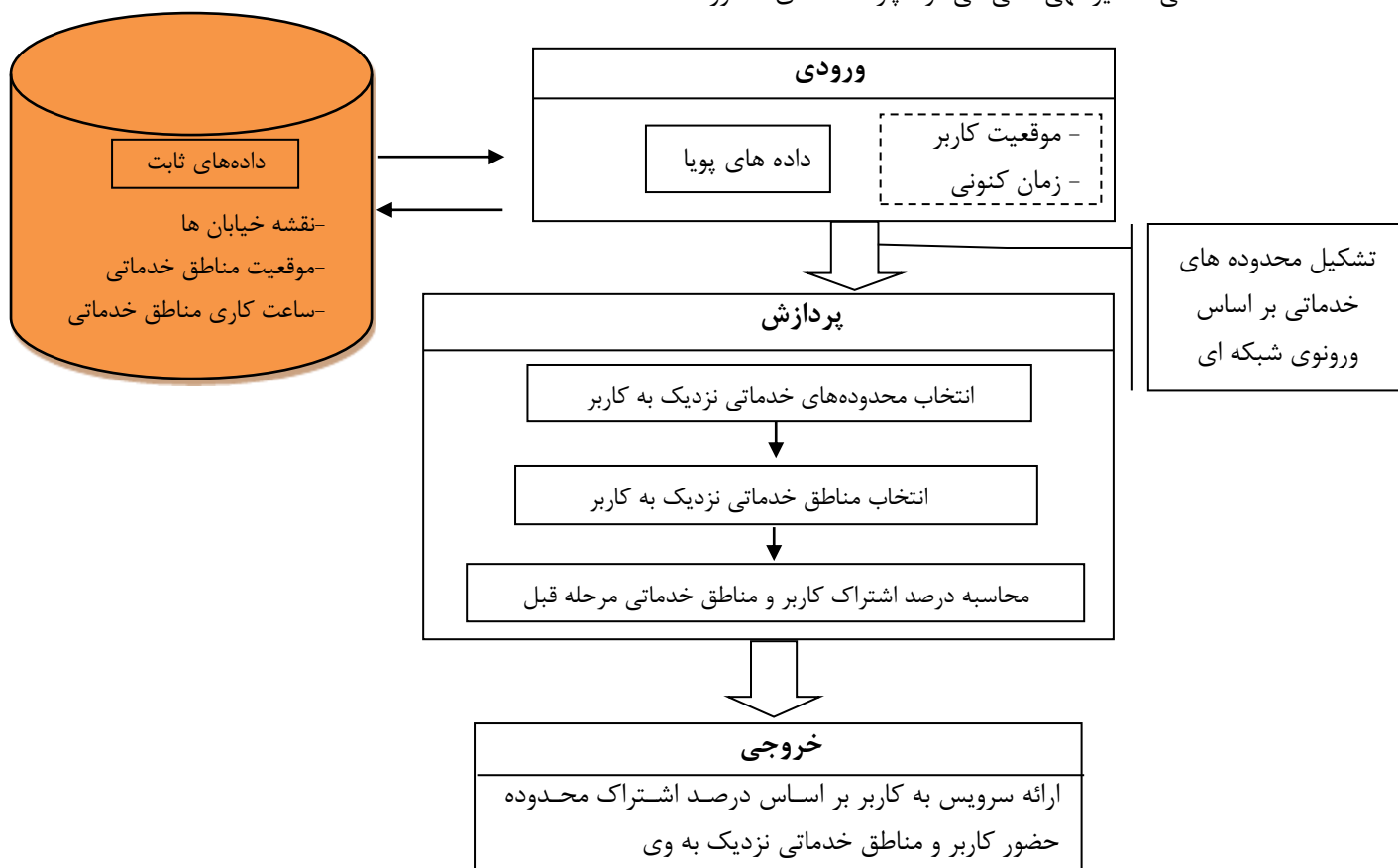
<sup>3</sup> Shape File

<sup>4</sup> GPS

<sup>5</sup> MATLAB

کاربر یعنی فضاهای اصلی و فرعی فقط با این منطقه اشتراک دارند. در چنین شرایطی سرویس‌های منطقه‌ی خدماتی A بر سرویس‌های منطقه‌ی خدماتی B اولویت داده شده است.

محاسبه شد شکل (۸). در این شکل مکان هندسی اصلی و فرعی هر خودرو به ترتیب با خطوط ممتد و مقطع نشان داده شده است. به‌طور مثال برای دو منطقه‌ی خدماتی A و B فقط اشتراک با منطقه‌ی خدماتی A غیر تهی تلقی می‌شود چرا که فضای حضور



شکل ۵: روند کلی تحقیق

الگوریتم ۱: ارائه سرویس مرتبط در شبکه خیابان‌ها

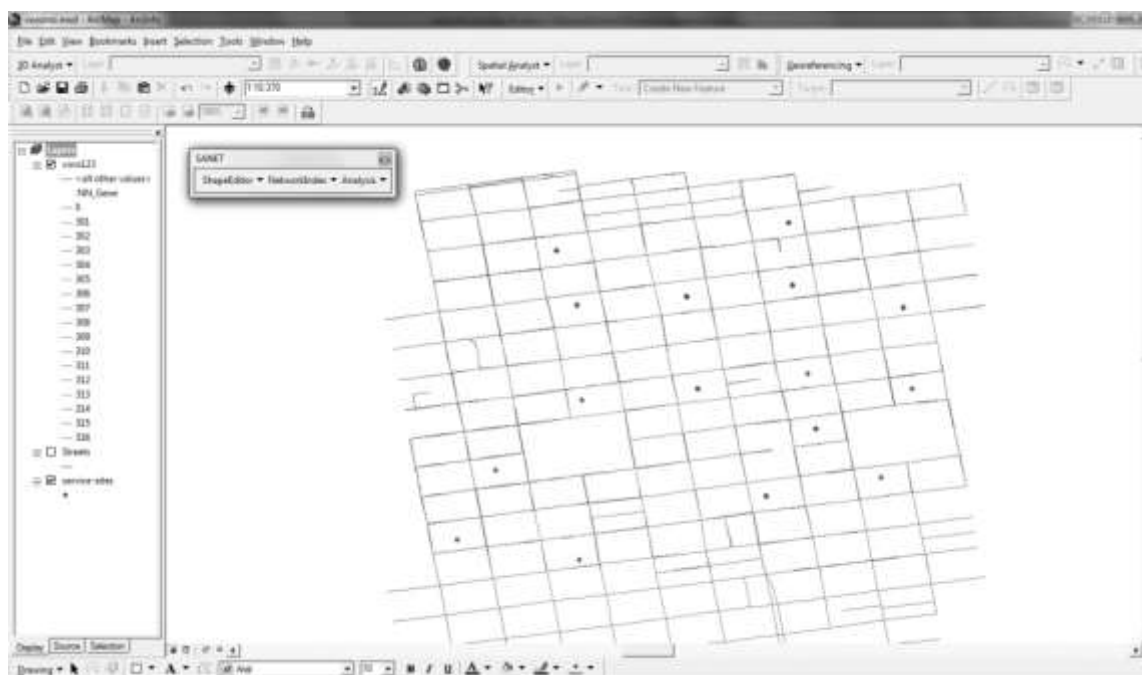
**ورودی:** موقعیت کنونی کاربر، زمان

**خروجی:** یافتن مناطق خدماتی نزدیک به موقعیت کاربر و ارائه سرویس‌های مناسب به وی در شبکه خیابان

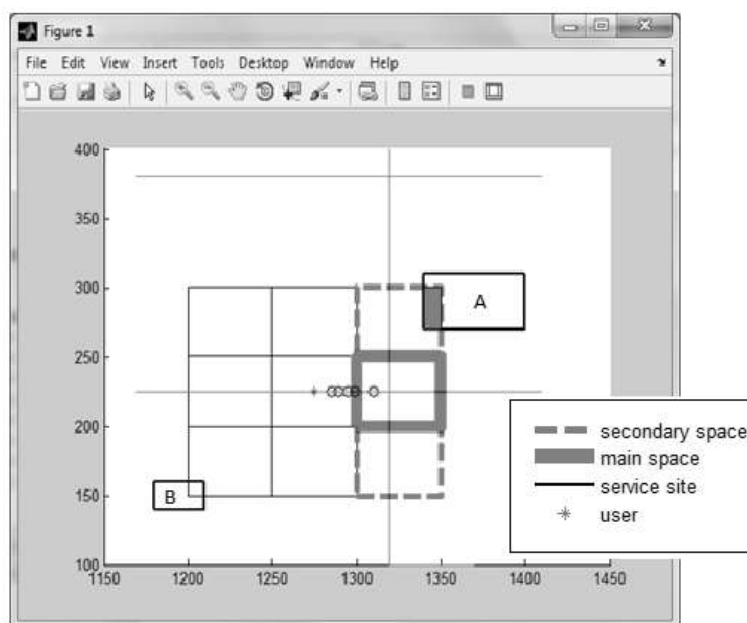
- ۱: تشکیل ساختار ورونوی شبکه‌ای بر اساس مناطق خدماتی موجود (تعیین محدوده‌های خدماتی)
- ۲: تا زمانی که اشتراک محدوده حضور کاربر با محدوده‌های ورونوی تهی است.
- ۳: به یافتن سلول‌های ورونوی (محدوده‌های خدماتی) و مناطق خدماتی نزدیک به کاربر ادامه داده شود.
- ۴: در صورت احراز شرایط مرحله ۳، منطقه/مناطق خدماتی غیر فعال حذف شود.
- ۵: منطقه خدماتی که بیشترین سطح اشتراک با محدوده حضور کاربر را داشته باشد، انتخاب شود.
- ۶: سرویس‌های مربوط به منطقه انتخاب شده در مرحله ۵ به کاربر ارائه می‌شود.

۷: پایان

شکل ۶: الگوریتم ارائه سرویس مرتبط در شبکه خیابان‌ها



شکل ۷: پیاده سازی نمودار ورونوی شبکه‌ای برای مناطق خدماتی



شکل ۸: بررسی رابطه‌ی مکانی کاربر با مناطق خدماتی

بعضی از محدوده‌های نزدیک به وی اولویت بالایی در سرویس‌دهی نداشته باشند. این مساله را با مقایسه ستون‌های ۳ و ۴ جدول (۱) می‌توان مشاهده کرد. به‌طور مثال کاربر ۱، علی‌رغم نزدیک بودن به

جدول (۱) نتایج پیاده‌سازی را برای تعدادی از کاربران شرکت کننده در تحقیق نشان می‌دهد. ستون سوم جدول نشان دهنده‌ی آنست که هریک از کاربران در نزدیکی کدام محدوده خدماتی قرار دارند. با توجه به ساعت حضور کاربر و جهت حرکت وی ممکن است



موارد نتایج یکسان بوده است. در پایان از کاربران خواسته شد میزان رضایتمندی خود را از سرویس‌های پیشنهادی اعلام نمایند. نتایج نظرسنجی نشان داد که ۶۸ درصد کاربران از عملکرد سیستم راضی بوده‌اند. پاره‌ای از موارد نارضایتی کاربران در اولویت بندی سرویس‌های پیشنهادی بوده است. به‌طور مثال کاربر ۵ انتظار دریافت سرویس‌های پلیس را داشته است. اما سیستم سرویس‌های بانک و ایستگاه پلیس را برای وی در نظر گرفته است. و از آن‌جا که وی در یک بازه زمانی ردیابی معین، به بانک نزدیک‌تر بوده لذا اولویت بالاتر را به سرویس‌های بانک اختصاص داده شده است. بدیهی است با نزدیک‌تر شدن کاربر به ایستگاه پلیس اولویت سرویس‌های این بخش بالاتر خواهد رفت. همچنین تعدادی از کاربران انتظار دریافت سرویس‌های مناطق خدماتی غیرفعال را داشتند که بر اساس الگوریتم پیشنهادی این امر میسر نمی‌باشد.

محدوده‌های خدماتی کتابخانه و سالن ورزشی اشتراکی با مناطق خدماتی مذکور ندارد.

در ادامه درصد اشتراک محدوده حضور کاربر با مناطق خدماتی نزدیک محاسبه شده و سرویس‌های مربوط به منطقه خدماتی با بیشترین سطح اشتراک به‌عنوان سرویس پیشنهادی ارائه می‌گردد. مطابق جدول (۱)، سطح اشتراک محدوده کاربر ۴ با دانشگاه و مرکز خرید به ترتیب ۶۰٪ و ۲۳٪ می‌باشد. از آن‌جایی که سطح اشتراک وی با دانشگاه بیشتر بوده است سرویس‌های این منطقه با اولویت بالاتری به وی ارسال شده است. همچنین، به منظور ارزیابی نتایج حاصل از پیاده‌سازی، از کاربران خواسته شد تا با توجه به مقصد حرکت خود، منطقه خدماتی مطلوب خود که تمایل به دریافت سرویس از آن‌را دارند از طریق پیامک به سرور اعلام کنند. مقایسه سرویس‌های پیشنهادی با پیامک ارسالی از سمت کاربران نشان می‌دهد که در ۷۲ درصد

جدول ۱: بخشی از نتایج پیاده سازی

کاربر	ساعت	اشتراک غیر تهی با ناحیه (ناحیه‌های ورونوی)	اشتراک غیر تهی با منطقه (مناطق) خدماتی	سطح اشتراک با منطقه خدماتی	سرویس پیشنهادی	منطقه خدماتی مطلوب بیان شده در پیامک از سمت کاربر
۱	۱۱:۰۵	فروشگاه-کتابخانه-سالن ورزشی	فروشگاه	۳۵٪	فروشگاه	فروشگاه
۲	۱۰:۰۰	دانشگاه-مرکز خرید	دانشگاه	۴۰٪	دانشگاه	دانشگاه
۳	۹:۰۰	سالن ورزشی-کتابخانه-سینما	سالن ورزشی	۲۵٪	سالن ورزشی	سالن ورزشی
۴	۹:۳۰	دانشگاه-مرکز خرید-بیمارستان	دانشگاه مرکز خرید	۶۰٪ ۲۳٪	۱- دانشگاه ۲- مرکز خرید	دانشگاه
۵	۱۰:۲۰	فروشگاه-بانک-ایستگاه پلیس	بانک ایستگاه پلیس	۵۶٪ ۳۰٪	۱- بانک ۲- ایستگاه پلیس	ایستگاه پلیس

##### ۵- نتیجه‌گیری

لزوم استفاده از سرویس‌های اطلاع رسانی متناسب با نیاز کاربران را بیش از پیش حائز اهمیت می‌کند. در این بین سرویس‌دهی به کاربران واقع در شبکه‌ی راه‌ها

افزایش سرویس‌های اطلاع رسانی هوش محدودهای از یک سو و توسعه‌ی زندگی شهری از سوی دیگر

خواهد بود. از دیگر عوامل مهم در این مقاله در نظر گرفتن جهت حرکت خودروها در گراف است. هر چند که در نظر گرفتن جهت در نمودار ورونوی شبکه‌ای مبحث جدیدی نبوده اما استفاده از جهت‌های کیفی برای سرویس‌دهی به کاربران واقع در شبکه نیز روشی است که تاکنون چندان به آن پرداخته نشده است. استفاده از جهت‌های کیفی به‌ویژه در محیط‌های گراف که حرکت فقط بر روی یال‌ها امکان‌پذیر است می‌تواند بسیار کارآمد باشد. در نهایت روش پیشنهادی با بررسی روابط مکانی موجودیت‌های مساله مناسب‌ترین منطقه خدماتی را برای هر کاربر پیشنهاد می‌دهد. نتایج حاصل از پیاده‌سازی نشان می‌دهد که ۶۸٪ کاربران از سرویس‌های پیشنهادی رضایت داشته‌اند. همچنین یکی دیگر از نتایج مهم این تحقیق آنست که توانست در ۷۲٪ موارد به نتایج مشابه با سرویس‌های مطلوب کاربران برسد و این میزان مشابهت که بدون دخالت مستقیم کاربر به‌دست آمده است یکی دیگر از نقاط قوت روش پیشنهادی می‌باشد.

مساله مهمی است که در حوزه‌ی هوش محدود‌های تاکنون چندان به آن پرداخته نشده است. در این تحقیق از آنالیزهای شبکه‌ای مانند نمودار ورونوی شبکه‌ای برای تعیین خیابان‌های نزدیک به مرکز سرویس‌دهنده استفاده شده است. با به کارگیری نمودار ورونوی شبکه‌ای فاصله‌ی کاربر تا منطقه‌ی خدماتی در شبکه محاسبه می‌شود و این یکی از مزیت‌های روش پیشنهادی است. از دیگر مزیت‌های استفاده از نمودار ورونوی شبکه‌ای در زمینه‌ی سرویس‌دهی آنست که محدود‌های خدماتی با یکدیگر همپوشانی نخواهند داشت در صورتی که در روش‌های معمول خدمات محدود‌ها مینا شاهد همپوشانی محدود‌ها هستیم. این همپوشانی برای کاربران واقع در بخش مشترک محدود‌ها تراحماتی را به همراه خواهد داشت.

یکی دیگر از نوآوری‌های این مقاله آنست که مولدهای گراف، زمان تولد و مرگی متناسب با بازه‌ی زمانی سرویس‌دهی خواهند داشت. در نتیجه ساختار نمودار ورونوی وابسته به زمان سرویس‌دهی مناطق خدماتی

#### مراجع

- [1] Ahola, J., Ambient Intelligence, in ERICIM News. 2001.
- [2] Loke, S., Context-aware pervasive systems: architectures for a new breed of applications, CRC Press, 2006.
- [3] Dourish, P., K. Anderson, and D. Nafus, Cultural mobilities: Diversity and agency in urban computing, in Human-Computer Interaction-INTERACT 2007. 2007, Springer. p. 100-113.
- [4] Aarts, E.H.L., et al., True Visions: The Emergence of Ambient Intelligence (Frontiers Collection), Springer-Verlag New York, Inc, 2006.
- [5] Tobler, W.R., A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. Economic geography, 1970: p. 234-240.
- [6] Youngblood, G.M., D.J. Cook, and L.B. Holder, The mavhome architecture. Department of Computer Science and Engineering University of Texas at Arlington, Techinal Report, 2004.
- [7] Augusto, J.C., et al., Management of uncertainty and spatio-temporal aspects for monitoring and diagnosis in a smart home. International Journal of Computational Intelligence Systems, 2008. 1(4): p. 361-378.
- [8] Augusto JC, et al., Handbook on Ambient Assisted Living IOS Press: Amsterdam, 2012.
- [9] van den Broek G, Cavallo F, and W. C, AALANCE Ambient Assisted Living Roadmap.in Ambient Intelligence and Smart Environments Series. 2010, IOS Press: Amsterdam. p. 136.
- [10] Abowd, G.D., Classroom 2000: An

- experiment with the instrumentation of a living educational environment. IBM systems journal, 1999. 38(4): p. 508-530.
- [11] Franklin, D. Cooperating with people: The intelligent classroom. in AAI/IAAI. 1998: Citeseer.
- [12] Xuan, K., et al. Network Voronoi diagram based range search. in Advanced Information Networking and Applications, 2009. AINA'09. International Conference on. 2009: IEEE.
- [13] Papadias, D., et al. Query processing in spatial network databases. in Proceedings of the 29th international conference on Very large data bases-Volume 29. 2003: VLDB Endowment.
- [14] Tao, Y., D. Papadias, and Q. Shen. Continuous nearest neighbor search. in Proceedings of the 28th international conference on Very Large Data Bases. 2002: VLDB Endowment.
- [15] Safar, M. and D. Ebrahimi, eDAR algorithm for continuous KNN queries based on pine. Agent Technologies and Web Engineering: Applications and Systems: Applications and Systems, 2008: p. 154.
- [16] Safar, M., K nearest neighbor search in navigation systems. Mobile Information Systems, 2005. 1(3): p. 207-224.
- [17] Xuan, K., et al., Voronoi-based range and continuous range query processing in mobile databases. Journal of Computer and System Sciences, 2011. 77(4): p. 637-651.
- [18] Demiryurek, U. and C. Shahabi. Indexing network voronoi diagrams. in Database Systems for Advanced Applications. 2012: Springer.
- [19] Kolahdouzan, M. and C. Shahabi. Voronoi-based k nearest neighbor search for spatial network databases. in Proceedings of the Thirtieth international conference on Very large data bases-Volume 30. 2004: VLDB Endowment.
- [20] Nutanong, S., et al. Local network voronoi diagrams. in Proceedings of the 18th SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. 2010: ACM.
- [21] Okabe, A., et al., Generalized network Voronoi diagrams: Concepts, computational methods, and applications. International Journal of Geographical Information Science, 2008. 22(9): p. 965-994.
- [22] Safar, M., D. Ibrahimi, and D. Taniar, Voronoi-based reverse nearest neighbor query processing on spatial networks. Multimedia systems, 2009. 15(5): p. 295-308.
- [23] Dijkstra, E.W., A note on two problems in connexion with graphs. Numerische mathematik 1959. 1(1): p. 269-271.
- [24] Davtalab, M., M.R. Malek, and F. Nasseri, Modeling Spatial Context for Policy Conflict Resolution of Providing Information in Ambient Intelligence, in MSc,Civil and Surveying Engineering2014, Kerman graduate university of advanced technology
- [25] Rossi, G., S. Gordillo, and A. Fortier. Seamless engineering of location-aware services. in On the Move to Meaningful Internet Systems 2005: OTM 2005 Workshops. 2005: Springer.
- [26] Okabe, A. and K. Okunuki, A computational method for estimating the demand of retail stores on a street network and its implementation in GIS. Transactions in GIS, 2001. 5(3): p. 209-220.
- [27] Baldzer, J., et al. Location-aware mobile multimedia applications on the Niccimon platform. in The 2nd Symposium on Informationssysteme fur Mobile Anwendungen IMA. 2004.
- [28] O'Grady, M.J. and G.M. O'Hare, Gulliver's Genie: agency, mobility, adaptivity. Computers & Graphics, 2004. 28(5): p. 677-689.
- [29] Malek, M.R., Using Smart Map in a Mobile Information System Environment for Tourism. Proceeding of the International

Conference CIPA, 2007.

- [30] Samany, N.N., et al., Modelling spatio-temporal relevancy in urban context-aware pervasive systems using voronoi continuous range query and multi-interval algebra. Mobile Information Systems, 2013. 9(3): p. 189-208.



## **Providing Ambient Intelligent Services on the Streets Network using Spatial Relationships**

Mehri Davtalab<sup>1\*</sup>, Mohammad Reza Malek<sup>2</sup>

1- Dep. of GIS Eng., Graduate University of advanced Technology, Kerman, Iran

2- Dept. of GIS, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran

### **Abstract**

Ambient intelligent services are a set of services that are inside a specific zone provide services for the users inside that area. Streets are one of the most important ambient intelligence environments in the cities. A smart street refers to a street which is able to provide its users relevant and proper services according to their conditions. Information services are one type of ambient intelligent services. Commercial messages of shopping centers, traffic statistics of various urban districts and police announcements from mobile or static urban stations are all important examples of urban information services. Since most service users, such as vehicle drivers, are constrained to move only on a network, service sites should be defined on the network as well. Determining the service provision region especially on the streets network and particularly for vehicles is an important issue that has not yet been studied in ambient intelligence. Utilizing the Network Voronoi Diagram (NVD) is one of the spatial analyses in Location Based Services, especially in the streets network; since adjacency to service centers should be considered in regard with the distance on the network. In the present study, a method for providing vehicles on the streets network with information services has been proposed. In this method, factors such as the adjacency of vehicles to services sites, servicing time and vehicle movement quality direction are taken into account. The obtained results from implementing the proposed method in one district of Tehran indicate 68 percent satisfaction with the system performance in utilizing network spatial analyses.

**Key words:** Ambient intelligent services, Network Voronoi Diagram, Spatial analyses

**Correspondence Address:** Dep. of GIS Eng., Graduate University of advanced Technology, Kerman, Iran

**Tel:** +09111574893

**Email:** m.davtalab @student.kgut.ac.ir