سنجش از دور

GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران
Iranian Remote Sensing & GIS

سال اول، شماره دوم، تابستان ۱۳۸۸
Vol.1, No.2, Summer 2009
۹۷-۱۱۰

طراحی و پیاده‌سازی نقشه‌های متغیرمقیاس برای سامانه‌های ناوبری خودرو

میثم شلیبی*[۱]، محمدرضا ملک[۲]، علی‌اصغر آل شیخ[۳]، پوریا امیریان[۴]

۱. کارشناس ارشد GIS، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲. استادیار گروه مهندسی GIS، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳. دانشیار گروه مهندسی GIS، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۴. دانشجوی دکترای GIS، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۸/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۱/۲۲

چکیده

نقشه، مهم‌ترین وسیله برای ارائه اطلاعات ناوبری به رانندگان در سامانه‌های ناوبری خودروست. کیفیت نقشه‌های ارائه شده به رانندگان تأثیر بسیار زیادی بر استفاده‌پذیری و کارایی سامانه دارد. در این زمینه، نمایش نقشه‌های متناسب با وضعیت‌ها و شرایط بافتی کاربران نقشی حیاتی دارد. کاربران در شرایط متفاوت به نقشه‌هایی با ابعاد بزرگ‌نمایی و سطح جزئیات متفاوتی نیاز دارند تا بتوانند الزام‌ها و خواسته‌های اطلاعاتی‌شان را به راحتی مرتفع سازند. از آنجا که استفاده از سامانه ناوبری فعالیت اولیه و اصلی رانندگان نیست، باید انتخاب مقیاس مناسب و نمایش نقشه در آن مقیاس به صورت هوشمندانه و خودکار به‌وسیله سامانه انجام پذیرد. در این مقاله، روشی برای تعیین خودکار سطح بزرگ‌نمایی و نیز سطح جزئیات نقشه به‌منظور ارائه نقشه‌هایی خوانا در وضعیت‌های مختلف کاربری پیشنهاد شده است. مقادیر دو مورد پیش‌گفته براساس بافت‌هایی که کاربر در آن قرار دارد به دست می‌آید، از این رو پردازشگری بافت‌آگاه در این روش مورد استفاده قرار گرفته است. پردازشگریِ بافت‌آگاه، نوعی پردازشگری است که سامانه‌ها را قادر می‌سازد تا بافت جاری کاربر را برگیرند و رفتار خود را براساس آن سازوار کنند. در مقاله حاضر بافت‌های مختلفی که می‌توانند بر روی مقیاس نقشه تأثیرگذار باشند، مورد مطالعه قرار گرفته و روشی برای انتخاب مقیاس مناسب در مقادیر بافتی مختلف ارائه شده است. همچنین نحوهٔ سازوار کردن مقیاس نقشه با بافت‌های جاری مدل‌سازی شده و براساس آن یک سامانه ناوبری خودروی بافت‌آگاهِ نمونه، با قابلیت نمایش نقشه در مقیاس‌های متناسب با بافت، طراحی و پیاده‌سازی گشته است.

کلیدواژه‌ها: ناوبری خودرو، پردازشگری بافت‌آگاه، مقیاس نمایشی، سطح جزئیات، سازواری مقیاس.

* نویسنده مکاتبه‌کننده: تهران، خیابان ولیعصر (عج)، تقاطع میرداماد، دانشکده نقشه‌برداری، گروه GIS. تلفن: ۸۸۸۷۶۲۱۲، دورنگار: ۸۸۸۷۶۲۱۳
Email: M_sheleiby@yahoo.com

۱- مقدمه

افزایش روزافزون تعداد وسایط نقلیه و پیچیده‌تر شدن شبکه‌های حمل‌ونقل باعث شده است تا توجه بسیاری از مردم به استفاده از سامانه‌های ناوبری خودرو معطوف گردد. این سامانه‌ها به رانندگان یاری می‌رسانند تا مسیرهای بهینه را پیدا کنند و سپس آنها را در طول این مسیرها هدایت می‌کنند تا به راحتی به مقصد برسند. اگر سامانه ناوبری به خوبی طراحی شده باشد، با فراهم آوردن اطلاعات ناوبری دقیق و بهنگام، کاربران را یاری می‌کند تا در مواقع مقتضی تصمیمات صحیح را بگیرند و بدین‌وسیله از قرار گرفتن در مسیرهای پرازدحام بپرهیزند. در این حالت از اتلاف زمان کاربران جلوگیری می‌شود و همچنین در مصرف سوخت نیز صرفه‌جویی می‌گردد.

دو روش کلی برای ارائه اطلاعات ناوبری به رانندگان وجود دارد؛ یعنی نقشه‌ها و استفاده از صدا. نقشه، کاربران را قادر می‌سازد تا تصویری ذهنی از مسیر کلی طراحی‌شده به دست بیاورد. افزون بر آن، دید صحیحی از تقاطعات پیچیده را در ذهن کاربران ایجاد می‌کند. دستورات صوتی قادر به انجام چنین کارکردهایی نیستند و تنها برای دستورالعمل‌هایی با شکل کلی «به سمت چپ / راست بپیچ» مناسب‌اند. بنابراین نقشه‌ها درواقع بخش ضروری هر سامانه ناوبری خودرو محسوب می‌شوند. موضوع عمده و تعیین‌کننده برای نقشه‌های سامانه‌های ناوبری خودرو، نمایش اطلاعات کافی در شکلی مناسب و خواناست. محتویات ارائه شده در نقشه‌ها و همین‌طور نحوهٔ نمایش این محتویات که ما آن را بصری‌سازی نقشه‌ها می‌نامیم، باید به گونه‌ای باشد که کاربران بتوانند اطلاعات مورد نیاز خود را در چند نگاه کوتاه به‌دست آورند.

تعامل با سامانه‌های ناوبری خودرو، در حقیقت کاری ثانویه برای رانندگان (پس از رانندگی) است که می‌تواند باعث قطع ارتباط آنان با جاده و بروز خطرهای فراوان گردد. بسیاری از تحقیق‌ها بر روی این نکته متمرکز شده‌اند که زمان ایمن برای نگاه کردن به نقشه‌ها در این سامانه‌ها به چه میزان است (Sena, 1997)، اما به‌طور قطع می‌توان گفت که این زمان نباید از ۲ ثانیه بیشتر گردد. بر این اساس یکی از عوامل یا فاکتورهای بسیار مهم در سامانه‌های ناوبری خودرو، ارائه اطلاعات به صورت روشن و با قابلیت خوانایی بالاست. نقشه‌هایی که در سامانه‌های ناوبری خودروی کنونی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اغلب از نقشه‌های کاغذی مشتق می‌شوند و دارای همان پیچیدگی‌های بصری نقشه‌های کاغذی‌اند (Lee et al., 2008). بنابراین نمایش آنها بر روی نمایشگرهای با سایز محدود سامانه‌های ناوبری خودرو باعث شلوغی نمایشگر و در نتیجه ناخوانا بودن اطلاعات می‌گردد. از این رو همواره نیازمند روش‌هایی برای خلاصه‌سازی سطح جزئیات نقشه‌ها در جهت افزایش خوانایی آنها خواهیم بود. بافتی[1] که کاربر در آن کارهایش را انجام می‌دهد، ارتباط بسیار محکمی با نیازهای اطلاعاتی او دارد و محتویات اطلاعات و نیز نحوهٔ بصری‌سازی اطلاعات را کنترل می‌کند (Reichenbacher, 2001). شرایط کاربران در سامانه‌های ناوبری با توجه به بافت اطراف در هر لحظه با تغییر همراه است و بر این اساس نیازهای اطلاعاتی آنها نیز تغییر می‌کند. به‌عنوان مثال، کاربر در زمان توقف خودرو نیازمند اطلاعات با سطح جزئیات بالاست، در حالی‌که در سرعت‌های بالا به اطلاعات بسیار سادهٔ ناوبری با سطح جزئیات پایین نیاز دارد. بنابراین منطقی است گفته شود که ارائه نقشه‌هایی با سطح جزئیات متفاوت در ناوبری خودرو ضروری است؛ یا به عبارت دیگر، ارائه نقشه‌هایی با مقیاس متغیر. روند ناوبری خودرو اساساً یکی از برنامه‌های کاربردی مهم است که نقشه‌های جاده‌ای آن به سطوح مختلفی از جزئیات نیاز دارند و به همین خاطر وجود داده‌هایی در مقیاس‌های مختلف در آن، ضروری است (Timpf et al., 1992).

در قالب این مقاله، مقیاس‌های مناسب نقشه برای

1. Context

بافت‌های مختلف کاربران در سامانه‌های ناوبری خودرو ارزیابی شده است. همچنین روشی براساس مفهوم بافت آگاهی ارائه شده است که براساس آن سامانه قادر می‌شود تا به صورت هوشمندانه و خودکار تصمیم بگیرد که کدام مقیاس در بافت‌های متفاوت نقشه باید نمایش داده شود.

ساختار این مقاله بدین صورت خواهد بود: در بخش دوم مفهوم مقیاس در نقشه‌های همراه بحث گردیده است. مفاهیم اولیهٔ پردازشگری بافت‌آگاه[1] و نقش این نوع پردازشگری در تولید لحظه‌ایِ نقشه‌ها برای سامانه‌های ناوبری خودرو با تمرکز بر روی مقیاس آنها در قسمت سوم بررسی شده است. بخش چهارم در مورد بافت‌هایی بحث می‌کند که قابلیت تأثیرگذاری در نقشه‌های سامانه‌های ناوبری خودرو را دارا هستند. در بخش پنجم، روش پیشنهادی برای تعیین مقیاس مناسب و نیز نحوهٔ پیاده‌سازی سامانه نمونه تشریح شده است. در انتها نیز نتایج و پیشنهادها بیان گردیده است.

۲- سازواری[2] دیدگانی

در نقشه‌های کاغذی مقیاس نسبت اندازهٔ یک عارضه بر روی نقشه به اندازهٔ واقعی همان عارضه تعریف شده است. این تعریف برای نقشه‌های رقومی و محیط‌های دیجیتال مناسب نیست. مقیاس در این نقشه‌ها در حقیقت کارگزاری برای بیان دقت و میزان جزئیات است. در نقشه‌های همراه، یعنی نقشه‌های مورد استفاده در تجهیزات همراه و سیار، مقیاس را می‌توان عاملی برای بیان سطح جزئیات و بزرگنمایی و دقت دانست (Malek and Delavar, 2005). از آنجا که تأکید این مقاله بر سطح جزئیات یا محتوای اطلاعاتی و بزرگنمایی است، این موارد در ادامه به تفصیل بیشتر شرح داده می‌شود.

۲-۱- بزرگ‌نمایی

میزان بزرگنمایی یا همان مقیاس نمایشی در نقشه‌های همراه به عنوان نسبت اندازهٔ واقعی یک عارضه به اندازهٔ همان عارضه بر روی صفحهٔ نمایشگر دستگاه همراه تعریف می‌گردد. برخلاف نقشه‌های کاغذی که در آنها مقیاس نمایشی ثابت است، در نقشه‌های همراه به دلیل قابلیت بزرگنمایی، مقیاس نمایشی متغیر است. درواقع با بزرگنمایی، مقیاس نمایشی افزایش می‌یابد و ـ برعکس ـ با کوچک‌نمایی، مقیاس نمایشی کاهش پیدا می‌کند.

در ناوبری، نمایش نقشه‌ها با بزرگنمایی متناسب با سرعت حرکت کاربران، نقشی اساسی در موفقیت سامانه دارد. در سرعت‌های پایین، چنانچه نقشه با مقیاس نمایشی پایین (مثلاً ۱:۱۰۰۰۰) نمایش داده شود، تغییر موقعیت و حرکت کاربر ملموس نخواهد بود؛ و برعکس، چنانچه در سرعت‌های بالا نقشه با مقیاس نمایشی بالا (مثلاً ۱:۲۰۰۰) نمایش داده شود، موقعیت جاری کاربر دائماً از محدودهٔ نمایش خارج می‌شود و لازم است هر بار محدوده‌ای جدید به نمایش درآید. این موضوع دو مشکل اساسی را به‌وجود می‌آورد: نخست، نمایش نقشهٔ جدید (محدودهٔ جدید)، حجم زیادی از سرعت پردازشگری دستگاه همراه را به خود اختصاص می‌دهد؛ دوم، در صورتی که محدوده‌های نمایش نقشه به‌طور متناوب تغییر یابد، کاربر ارتباطش را با محیط اطراف از دست خواهد داد. برای روشن شدن این مطلب، فرض کنیم که خودرو با سرعت ۱۰ کیلومتر بر ساعت در حال حرکت است. در این سرعت و در زمان ۱۰ ثانیه، خودرو مسافتی در حدود ۲۸ متر را می‌پیماید. در اینجا اگر از مقیاس نمایشی ۱:۱۰۰۰۰ استفاده شود، کاربر متوجه تغییر موقعیت نخواهد شد. اما اگر خودرو با سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت حرکت کند، در زمان ۱۰ ثانیه ۲۵۰ متر را طی می‌کند. در این حالت مقیاس‌های نمایشی بزرگ (مثلاً ۱:۲۰۰۰) مناسب نخواهد بود، زیرا در صورتی که به عنوان مثال از دستگاهی با نمایشگر به ابعاد ۱۰۸×۱۴۱ میلی‌متر

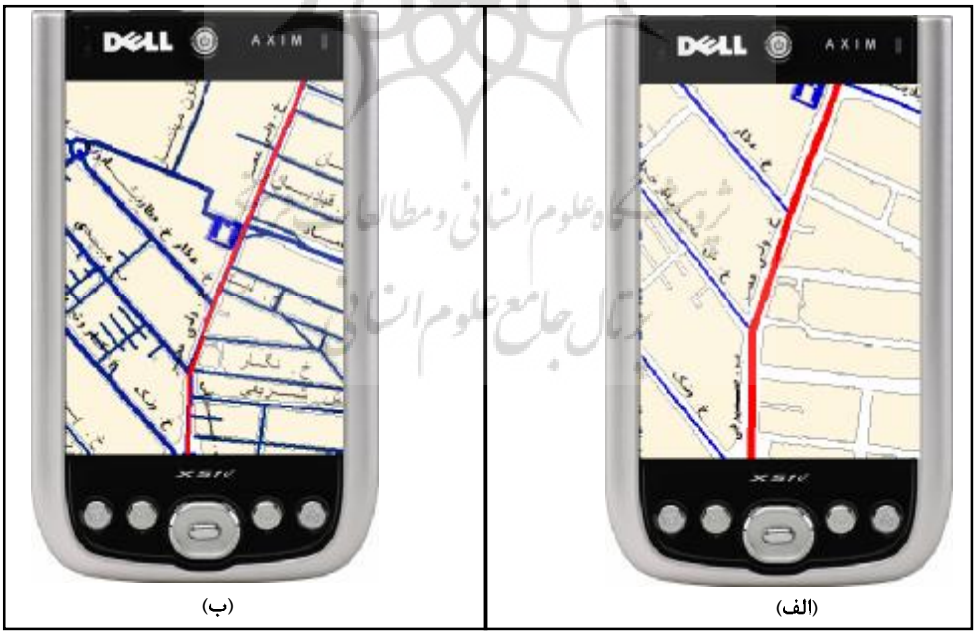
1. Context Aware Computing
2. Adapt

استفاده شود، در کمتر از ۲ ثانیه خودرو از محدودهٔ نقشه خارج می‌گردد (با فرض اینکه نماد نمایش‌دهندهٔ موقعیت خودرو بر روی نقشه، همواره در وسط نمایشگر قرار دارد). بنابراین یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی که می‌بایست در تولید نقشه‌های ناوبری خودرو معین گردد، این است که برای سرعت‌های مختلف کدام مقیاس نمایشی مناسب است.

۲-۲- سطح جزئیات

نمایشگرهای مورد استفاده در سامانه‌های ناوبری خودرو، اندازهٔ نسبتاً کوچکی دارند. این خود به‌طور طبیعی باعث می‌شود که امکان نمایش همهٔ عوارض معمول و متداول به‌طور یک‌جا بر روی نمایشگر وجود نداشته باشد. بنابراین لازم است فقط اطلاعات ضروری برای ناوبری نمایش داده شود و دیگر اطلاعات غیرضروری از نقشه حذف گردند. بنابراین چگالی اطلاعات باید کمتر باشد و به همین دلیل به تعمیم یا جنرالیزاسیون بیشتری نیاز است. مقیاس مفهوم، برای محتویات نقشه بسیار مهم و تعیین‌کننده است. از این‌رو بر روی این موضوع اتفاق نظر وجود دارد که مقیاس مهم‌ترین قید برای تعمیم یا جنرالیزاسیون است. با کاهش مقیاس نقشه، سطح جنرالیزاسیون عوارض نقشه‌ای افزایش می‌یابد (Dogru and Ulugtekin, 2006). نکتهٔ مهم این است که اطلاعات به میزان کافی به کاربر ارائه شود، زیرا اطلاعات زیاده از حد باعث شلوغی نقشه و در نتیجه عدم خوانایی نقشه می‌گردد؛ و در مقابل، اطلاعاتِ کمتر از حد نیاز باعث می‌شود تا کاربر نتواند بین محتویات نقشه و دنیای واقعی ارتباط لازم را برقرار کند و در نتیجه سامانه عملاً قابل استفاده نخواهد بود.

بنابراین سطح جزئیات عامل مهمی در خوانایی هر نقشه به‌شمار می‌آید. شکل ۱، تفاوت خوانایی را در دو نقشه با سطح جزئیات متفاوت نمایان می‌سازد.



شکل ۱. میزان خوانایی نقشه‌هایی با سطوح جزئیات متفاوت: (الف) نقشه‌ای خوانا با سطح جزئیات مناسب؛ (ب) نمایش سطح جزئیات زیاد، شلوغی و ناخوانایی نقشه

سطح جزئیات اطلاعات و مقیاس نمایشی ارتباط بسیار تنگاتنگی با یکدیگر دارند. با کاهش مقیاس نمایشی (مثلاً از ۱:۲۰۰۰ به ۱:۱۰۰۰۰) سطح بیشتری از جهان واقعی بر روی نمایشگر نمایش داده می‌شود (به‌عنوان مثال، محدوده‌ای شامل چندین ساختمان، خیابان، پارک و جز اینها). چنانچه در این حالت بخواهیم اطلاعات جزئی (مثلاً عارضه‌های پارک موجود در محیط) را نیز نمایش دهیم، نقشه‌ای شلوغ و درهم‌ریخته خواهیم داشت و راننده قادر نخواهد بود در زمانی کوتاه اطلاعات مورد نیاز خود را کسب کند. در مقابل، هنگامی که مقیاس نمایشی افزایش می‌یابد، سطح کمتری نمایش داده می‌شود (مثلاً محدودهٔ پارک). بنابراین می‌توان سطح جزئیات بیشتری را در نقشه قرار داد که در این حالت نیز نقشه همچنان خوانا خواهد بود.

همان‌گونه که اشاره شد، رانندگان در بافت‌های متفاوت نیاز به نقشه‌هایی با مقیاس متفاوت دارند. برای در اختیار قرار دادن چنین نقشه‌هایی باید روش‌هایی به کار گرفته شود تا دو عامل یا فاکتور پیش‌گفته (میزان بزرگ‌نمایی و سطح جزئیات) متناسب با یکدیگر و بر اساس بافت‌ها تغییر کنند. برای این منظور، لازم است تا از مفهوم پردازشگری بافت‌آگاه در طراحی و نمایش نقشه‌ها استفاده شود.

۳- پردازشگری بافت‌آگاه

پردازشگری بافت‌آگاه یکی از جنبه‌های اصلی پردازشگری فراگیر[1] است که اولین بار در سال ۱۹۹۲ و با ارائه محصولی از مؤسسهٔ تحقیقاتی اولیوِتی (با مسئولیت محدود)[2] معرفی گردید (GiMoDig, 2004). برای بررسی پردازشگری بافت‌آگاه، اولین قدم تعریف بافت و بافت‌آگاهی است. طبق (Dey and Abowd, 2000)، بافت هرگونه اطلاعاتی است که بتوان از آن برای مشخص کردن وضعیت یک موجودیت استفاده کرد. موجودیت درواقع یک شخص یا مکان و یا شیء است که در تعامل میان کاربر و برنامهٔ کاربردی مورد توجه است و می‌تواند دربردارندهٔ خودِ کاربر و یا برنامهٔ کاربردی باشد. همچنین طبق تعریف این محققان، برنامه‌های کاربردی بافت‌آگاه، برنامه‌هایی هستند که به صورت دینامیک رفتارشان را براساس بافت کاربر تغییر می‌دهند و منطبق می‌کنند (Dey et al., 2001). براساس این تعریف می‌توان به‌وسیلهٔ پردازشگری بافت‌آگاه، دانش محیطی را به سامانه‌های ناوبری تزریق کرد تا همیشه اطلاعات متناسب با شرایط و وضعیت‌های محیطی کاربران (مانند: سرعت خودرو، موقعیت مکانی خودرو، زمان در طی روز و نظایر اینها) به آنها انتقال یابد.

از نظر نگارندگان این مقاله، دو موضوع عمده، توسعه‌دهندگان را ناگزیر به استفاده از پردازشگری بافت‌آگاه برای انتخاب و ارائه مقیاس بهینهٔ نقشه‌ها در سامانه‌های ناوبری خودرو می‌سازد: نخست، چون خودرو در هر لحظه در حال حرکت است، باید نقشه‌هایی با مقیاس متناسب با بافت جاری کاربران به آنها ارائه گردد. دوم، به دلیل ویژگی‌های سامانه ناوبری خودرو، باید سعی شود که کاربر کمترین تعامل مستقیم را با سامانه داشته باشد و حتی‌الامکان سامانه به صورت هوشمندانه قابلیت شناسایی بافت‌ها و تغییر مقیاس براساس آنها را داشته باشد.

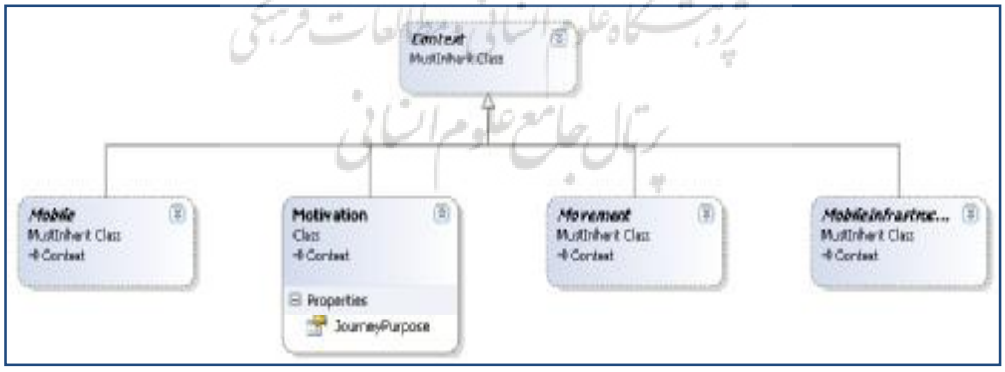
براساس تعریف پذیرفته شده برای بافت، یکی از مسائل مورد نیاز چگونگی انتخاب بافت‌های مرتبط و اطمینان یافتن از این است که بافت‌های مرتبط در فاز طراحی برنامهٔ کاربردی در نظر گرفته شوند. یعنی تفکر کردن در مورد اینکه کدام یک از بافت‌ها با برنامهٔ کاربردی مرتبط‌اند و بر روی دستگاه و یا کاربر تأثیر دارند (Hakkila, 2006). تا این زمان برای شناسایی بافت‌های مؤثر بر ناوبری، تحقیقات بسیار معدودی صورت گرفته است. از مهم‌ترین این تحقیقات، مطالعهٔ انجام‌شده به وسیله Hampe and Elias (2004) است.

1. Pervasive computing
2. Olivetti Research Ltd. (ORL)

در این مطالعه، بافت‌های مرتبط با ناوبری به چهار دسته تقسیم شده‌اند: مهارت و تجربه (شامل: آشنایی با نقشه و محیط؛ مد حرکت (خودرو، موتورسیکلت یا پیاده)؛ دلیل حرکت (مسیر مستقیم به مقصد، شامل: سریع‌ترین یا کوتاه‌ترین مسیر، تور گردشگری)؛ و عوامل یا فاکتورهای خارجی (ساعات شلوغی، انسدادهای ترافیکی، محدودیت‌های جاده‌ای و مانند آن). در مطالعهٔ ذکرشده، بافت‌ها برای مدهای مختلف (یعنی خودرو، دوچرخه و پیاده) طبقه‌بندی شده‌اند. واضح است که طراحی سامانه‌ای براساس خصوصیات هر کدام از این مدها دارای خصوصیات بسیار متفاوتی خواهد بود. همچنین در طبقه‌بندی مذکور بسیاری از بافت‌های بسیار مهم مانند موقعیت و سرعت خودرو از قلم افتاده‌اند. در تحقیق حاضر، طبقه‌بندی خواجه نصیرالدین طوسی از عوامل حرکت، مبنا قرار داده شده و طبقه‌بندی‌ای تحلیلی راجع به انواع بافت مؤثر در حرکت خودرو به دست آمده است. در طبقه‌بندی جدید بافت‌های مرتبط با ناوبری به چهار دسته بافت‌های مرتبط با حرکت، بافت‌های مرتبط با متحرک، بافت‌های مرتبط با بستر حرکت و نیز بافت‌های مرتبط با محرک تقسیم می‌شوند. در حقیقت رویکرد ما در چنین طبقه‌بندی‌ای عمدتاً نوعی رویکرد تحلیلی و آناکاویک بوده است ـ و نه تجربی و عملی؛ زیرا عناصر اصلی و تحلیلی حرکت را در خود حرکت، بستر آن، متحرک و نیز محرک می‌توان یافت (Malek and Sheleiby, 2009). به عبارت دیگر، تمامی بافت‌هایی را که می‌توانند بر عملکرد برنامه کاربردی ناوبری خودرو تأثیر بگذارند، می‌توان در یکی از دسته‌های ذکرشده جای داد. بافت‌های شناسایی شده در این تحقیق، با استفاده از دیاگرام کلاس (UML)[1] کلاسه‌بندی و مدل‌سازی شده‌اند (شکل ۲).

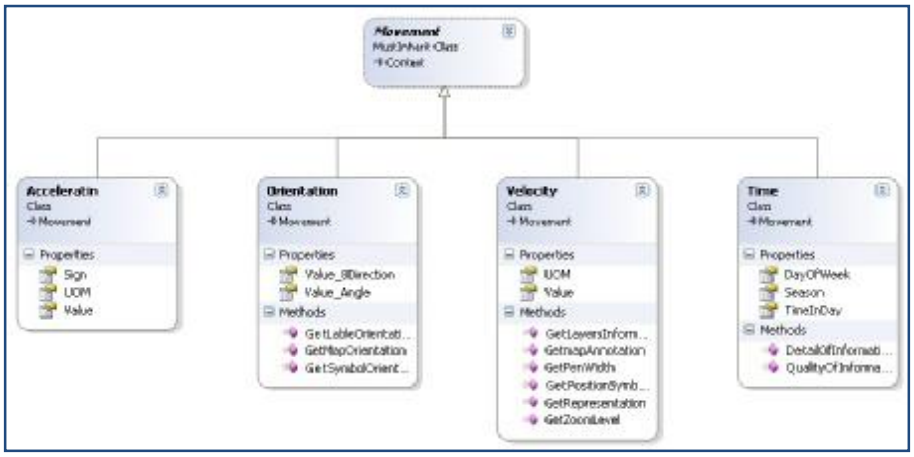
هر کدام از کلاس‌های اصلی ذکر شده، خود دارای زیرکلاس‌هایی نیز هستند. برای نمونه، طبقه حرکت دارای زیرکلاس‌های شتاب، جهت، سرعت و زمان است که برای هر کدام اینها نیز خصوصیاتی در نظر گرفته شده است (شکل ۳).

شتاب را می‌توان بر دو نوع تقسیم کرد: افزاینده و کاهنده؛ که در نمودار به‌عنوان یکی از خصوصیات شتاب مشخص شده است. همچنین جهت حرکت به دو صورت در برنامه‌های کاربردی به کار گرفته می‌شود: به‌صورت چهار جهت اصلی جغرافیایی مانند شمال و چهار جهت فرعی مانند شمال‌غربی، و یا با استفاده از زاویه‌ای که جهت حرکت با جهت شمال واقعی می‌سازد. زمان در برنامه‌های کاربردی به‌صورت‌های



شکل ۲. کلاس‌های اصلی بافت‌های مؤثر در سامانه ناوبری خودرو

1. Unified Modeling Language



شکل ۳. زیرکلاس‌های حرکت و خصوصیات این زیرکلاس‌ها

مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مثلاً زمان به‌صورت ساعت در طول روز، و فصول مختلف و موارد مشابه به کار می‌رود. درواقع بافت‌های مورد استفادهٔ سامانه، خصوصیات زیرکلاس‌هاست.

بافت‌هایی که در این تحقیق مشخص شده‌اند، بافت‌هایی هستند که بر کلیه عناصر نقشه‌های ناوبری مؤثرند و لزوماً هم با مقیاس نقشه‌ها مرتبط نیستند. از طرفی، در زمان حاضر برای بسیاری از این بافت‌ها تکنیک‌های سنجندهٔ کارآمدی موجود نیست. بنابراین، در توسعهٔ مدل برنامهٔ کاربردی تنها از چند بافتی که قابلیت سنجش داشته‌اند، استفاده شده است.

۴- پیاده‌سازی

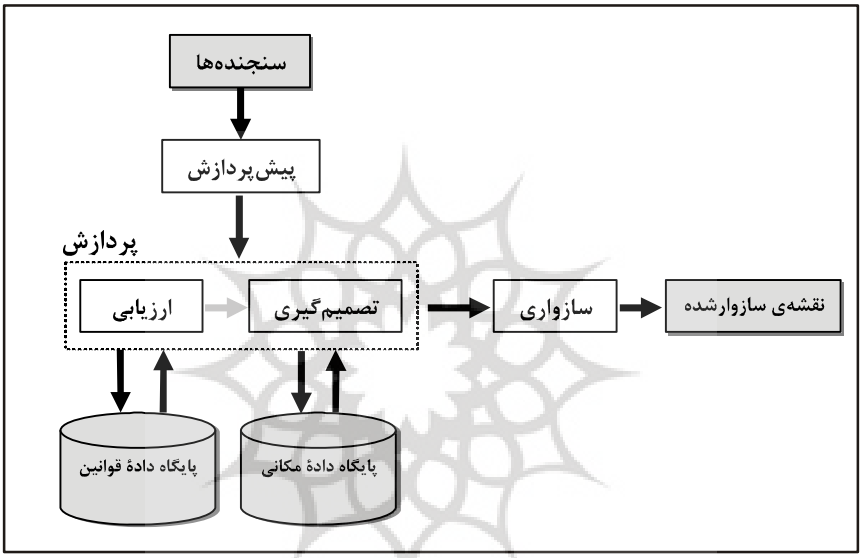
۴-۱- مدل‌سازی برنامهٔ کاربری

مدل کلی بافت‌آگاهی به‌طور ساده از سه مرحلهٔ «تولید، پردازش و کاربرد» تشکیل شده است (شکل ۴).

در مرحلهٔ تولید، اطلاعات بافتی با به‌کارگیری سنجنده‌های مختلف و یا با استفاده از واسط کاربر به‌دست می‌آید. سپس در مرحلهٔ پردازش، داده‌های بافتی خام به اطلاعات بامعنی برای برنامهٔ کاربردی تبدیل می‌شود و در انتها، براساس قواعدی که در برنامهٔ کاربردی تعریف شده است، از این اطلاعات بافتی استفاده می‌گردد. براساس این مدل کلی، در اینجا مدل زیر برای استفاده در سازواری نقشه و خصوصاً سازوار کردن مقیاس نقشه‌ها پیشنهاد شده است (شکل ۵).

در مدل ارائه شده، ابتدا با استفاده از سنجنده‌ها مقادیر خام بافت‌هایی مانند موقعیت مکانی، سرعت و موارد دیگر به دست می‌آید. در قسمت پیش‌پردازش، مقادیر خام داده‌های بافتی تبدیل به اطلاعاتی می‌گردد که برای سامانه قابل فهم باشد. به‌عنوان مثال، داده‌های خام موقعیت خودرو به سامانه تصویری تبدیل می‌گردد که در نقشهٔ نهایی از آن استفاده می‌شود. سپس اطلاعات بافتیِ پالوده‌شده، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند تا مشخص شود که آیا اساساً لازم است سازواری صورت گیرد یا نه. در این قسمت با استفاده از قواعد از پیش تعریف شده، اختلاف بین بافت در دو زمان متوالی ارزیابی می‌شود. در صورتی که اختلاف از یک حد آستانه بیشتر باشد، باید سازواری انجام گیرد و در غیر این صورت به سازواری نیازی نیست. به عنوان مثال، ممکن است در سامانه این گونه تعریف شده باشد: اگر اختلاف بین سرعت خودرو در دو زمان متوالی بیشتر از ۱۰ کیلومتر بر ساعت باشد، باید مقیاس تغییر یابد. پس از مشخص شدن لزوم سازواری، اطلاعات بافتی به مرحلهٔ تصمیم‌گیری وارد می‌شوند.

شکل ۴. مدل کلی بافت‌آگاهی



شکل ۵. مدل پیشنهادی برای سازوار کردن مقیاس نقشه

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

این قسمت شامل قوانینی است که در مرحلهٔ طراحی سامانه مورد شناسایی قرار گرفته و مدل شده‌اند. به عنوان مثال، در صورتی که سرعت بین ۲۰ تا ۴۰ کیلومتر بر ساعت باشد، مقیاس نمایشی به ۱:۴۰۰۰ تغییر می‌یابد. خروجی این قسمت، تصمیم‌گیری در این باره است که: مقیاس نمایشی چه میزان باشد؛ کدام لایه‌های اطلاعاتی نمایش داده شوند؛ منطقه‌ای که براساس موقعیت مکانی خودرو باید نمایش داده شود؛ و سایر موارد مشابه. سپس داده‌های مکانی لازم بازیابی شده و در قسمت سازواری، نقشه بر اساس پارامترهایی که در قسمت تصمیم‌گیری مشخص شده است ـ یعنی میزان بزرگ‌نمایی و سطح جزئیات ـ سازوار می‌شود.

همان‌گونه که اشاره شد، قسمت تصمیم‌گیری شامل برخی قوانین از پیش مشخص شده است. در ادامه، قوانین در نظر گرفته شده در این مطالعه و چگونگی تأثیر آنها بر مقیاس (براساس بافت‌ها) مورد بررسی قرار گرفته است. در روش پیشنهادی، بافت‌های سرعت خودرو و اندازه نمایشگر سامانه ناوبری به‌عنوان مهم‌ترین بافت‌های تأثیرگذار در مقیاس نقشه‌ها انتخاب

شدند. رابطهٔ (۱) بیانگر ارتباط تابعی این دو کارگزار با مقیاس، S است.

$$S = S(v, l) \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطهٔ مذکور: v، سرعت جاری خودرو و l اندازهٔ نمایشگر مورد استفاده است. هر چه سرعت خودرو بیشتر شود، راننده زمان کمتری را می‌تواند صرف دریافت اطلاعات از نقشه کند. بنابراین در این وضعیت، کاربر نیاز به مشاهدهٔ فضای بیشتری از مسیر پیش روی خود دارد. به بیان دیگر، در چنین شرایطی باید میزان بزرگ‌نمایی نقشه کاهش یابد. از طرف دیگر، با بالا رفتن سرعت، سطح اطلاعات زیاد نه تنها کمکی به راننده نخواهد کرد، بلکه باعث شلوغی نقشه و کاهش سطح خوانایی نقشه خواهد شد. بر این اساس می‌توان گفت که مقیاس نقشه و سرعت خودرو دارای نسبتی معکوس‌اند.

$$v_i < v_j \Rightarrow S(v_i) > S(v_j) \qquad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه V_i و V_j سرعت خودرو در زمان‌های i و j، و $S(V_i)$ و $S(V_j)$ مقیاس نقشه در زمان‌های i و j است.

در روش به‌کار گرفته شده در این مطالعه و براساس تعریف پذیرفته شده برای مقیاس در نقشه‌های همراه، مقیاس نمایشی و سطح جزئیات از یکدیگر تفکیک شده‌اند. بر همین اساس، بافت سرعت به پنج بازه تقسیم شده است. براساس مسافتی که خودرو در بازه‌های سرعت می‌پیماید و محدوده‌ای از مسیر که راننده لازم است در هر زمان بر روی نقشه ببیند، مطابق جدول ۱، پنج مقیاس نمایشی ۱:۲۰۰۰، ۱:۴۰۰۰، ۱:۶۰۰۰، ۱:۸۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ انتخاب گردید. به عنوان مثال، برای دستگاهی با نمایشگر ۱۰۸×۱۴۱ میلیمتری، چنانچه نقشه با مقیاس ۱:۲۰۰۰ نمایش داده شود و همچنین مکان نمایش خودرو در وسط نمایشگر باشد، کاربر مسافتی در حدود ۱۰۸ متر را در نقشه پیش روی‌خود خواهد داشت. این مسافتی است که او در زمان ۲۰ ثانیه می‌پیماید و می‌تواند زمان مناسبی برای تصمیم‌گیریِ بهنگام رانندگان باشد. در مورد دیگر مقیاس‌های نمایشی نیز همین استدلال را می‌توان به‌کار گرفت.

پس از آن، لایه‌های اطلاعاتی متناسب با این مقیاس‌های نمایشی به گونه‌ای انتخاب شد که راننده بتواند اطلاعات کافی مورد نیاز ناوبری را بر روی نقشه مشاهده کند، بدون اینکه نمایش اطلاعات باعث شلوغی و ناخوانایی نقشه‌ها گردد. . مهم‌ترین پرسش در انتخاب اطلاعات مناسب برای هر مقیاس نمایشی، چندی و چونی اطلاعات لازم و کافی برای حفظ خوانایی نقشه در حد مطلوب است. به‌عنوان مثال، در سرعت‌های بالا کاربر نیازی به داشتن اطلاعات جزئی قطعات ساختمانی و یا کاربری‌ها نخواهد داشت. بنابراین نمایش این اطلاعات، بدون اینکه کمکی به کار ناوبری بکند، باعث شلوغی نقشه می‌شود و روندِ خواندن نقشه را با مشکل مواجه می‌کند. مقیاس‌های نمایشی مناسب با سرعت‌های مختلف خودرو و اطلاعات انتخاب شده برای نمایش در هر کدام از این لایه در جدول ۱ نمایش داده شده است.

۴-۲- اجرا

برای انجام این پروژه، داده‌های قسمتی از شهر تهران با مقیاس ۱:۲۰۰۰ به‌عنوان نقشه‌های پایه به‌کار گرفته شد و دیگر مقیاس‌های مورد استفاده در پروژه نیز از تعمیم یا یا جنرال‌سازی نقشهٔ پایه استخراج شدند.

لایه‌های مورد استفاده شامل لایهٔ راه‌ها (بزرگراه، اصلی و فرعی)، بلوک‌های ساختمانی، نقاط کشش و توجه[1] (مانند پارک، رستوران و بیمارستان) و مرزنماها یا شاخص‌های راهیابی[2] است که البته دو لایهٔ آخر به‌صورت دستی از روی نقشه‌های موجود استخراج و به نقشه اضافه شدند. برای پیاده‌سازی مبانی ذکر شده در

1. Points Of Interest (POI)
2. Landmarks

بخش قبل، یک مسیرِ از پیش طراحی‌شده (خروجی قسمت طراحی مسیر سامانه ناوبری) بین دو نقطه از شهر تهران در نظر گرفته شد (شکل ۶). همچنین در طول این مسیر شاخص‌های راهیابی به صورت دیداری انتخاب، و به دو دستهٔ شاخص‌های راهیابی واقع در طول مسیر و واقع در نقاط تصمیم‌گیری (نقاط چرخش) تقسیم شدند. این تقسیم‌بندی کمک خواهد کرد تا در مقیاس‌های بزرگ، تمامی شاخص‌های راهیابی و در مقیاس‌های کوچک‌تر تنها شاخص‌های راهیابی واقع در نقاط تصمیم‌گیری نمایش داده شوند.

جدول ۱. مقیاس‌های پیشنهادی براساس سرعت خودرو، به همراه سطوح جزئیات مناسب

اطلاعات	مقیاس نمایشی	سرعت خودرو
مسیر انتخابی، خیابان‌های اصلی و فرعی، بلوک‌های ساختمانی، همهٔ شاخص‌های راه‌یابی، متن‌های مربوط	۱:۲۰۰۰	$V \leq ۲۰$ km/h
مسیر انتخابی، خیابان‌های اصلی و فرعی، بلوک‌های ساختمانی، همهٔ شاخص‌های راه‌یابی، متن‌های مربوط	۱:۴۰۰۰	۲۰ km/h $< V \leq ۴۰$ km/h
مسیر انتخابی، خیابان‌های اصلی و فرعی، همهٔ شاخص‌های راه‌یابی، متن‌های مربوط	۱:۶۰۰۰	۴۰ km/h $< V \leq ۶۰$ km/h
مسیر انتخابی، خیابان‌های اصلی، همهٔ شاخص‌های راه‌یابی، متن‌های مربوط	۱:۸۰۰۰	۶۰ km/h $< V \leq ۸۰$ km/h
مسیر انتخابی، خیابان‌های اصلی، شاخص‌های راه‌یابی در نقاط تصمیم‌گیری، متن‌های مربوط	۱:۱۰۰۰۰	$V \geq ۸۰$ km/h

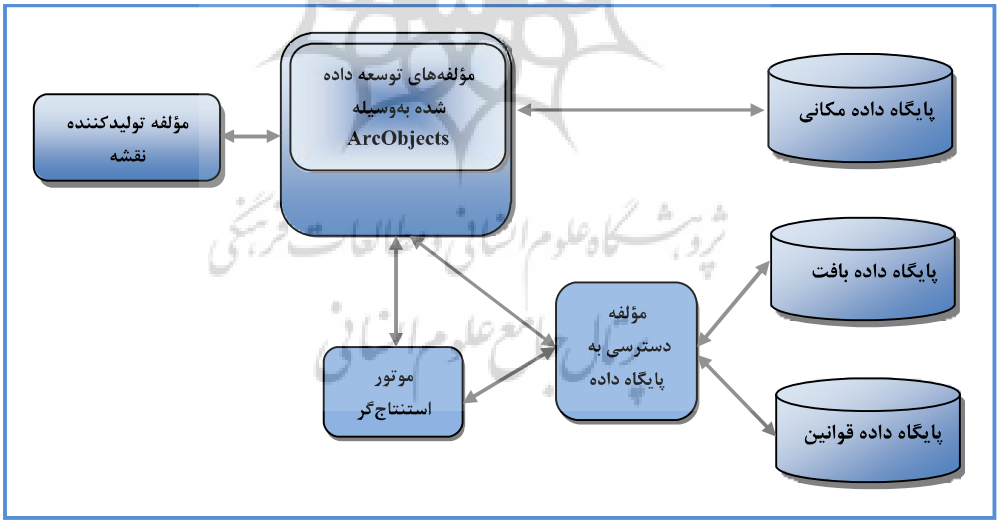
شکل ۶. مسیر انتخابی

برای پیاده‌سازی برنامهٔ کاربردی، به سکویی مناسب نیاز است. در این مطالعه، دستگاه پردازشگری CARGO Car برای پیاده‌سازی سامانه در نظر گرفته شد. این دستگاه دارای نمایشگری لمسی با اندازهٔ ۷″ (ابعاد ۱۰۸× ۱۴۱ میلیمتر) است و قابلیت پشتیبانی از سامانه عامل Windows XP را نیز دارد. از دیگر دلایل انتخاب این دستگاه قابلیت حمل آن و امکان نصب بر روی داشبورد خودرو بوده است.

پشتیبانی دستگاه از Windows XP این امکان را فراهم می‌سازد تا در توسعهٔ برنامه کاربردی از مؤلفه‌های نرم‌افزاری قابل استفاده در نرم‌افزارهای تحت Windows مانند ArcObjects استفاده شود. ArcObjects مجموعه‌ای از مؤلفه‌های نرم‌افزاری است که زیرساخت نرم‌افزاری مورد استفاده در خانواده نرم‌افزاری ArcGIS را به‌منظور مدیریت و پردازش داده‌های مکانی فراهم می‌سازد.

به‌منظور استفاده از مؤلفه‌های نرم‌افزاری ArcObjects، به ابزار توسعه (زبان برنامه‌نویسی) و زیرساختی نرم‌افزاری برای اجرای برنامه‌های توسعه داده‌شده نیاز است[1]. به‌عنوان مثال، محیط می‌تواند ArcGIS Desktop یا ArcEngine باشد. با توجه به اهداف پژوهش حاضر و در نظر گرفتن حجم بالای نرم‌افزار ArcGIS Desktop و فراهم نبودن امکان نصب این نرم‌افزار برای کاربران نهایی سامانه، در این تحقیق از محیط Arc Engine و سکوی نرم‌افزار NET به‌منظور توسعه و پیاده‌سازی سامانه نرم‌افزاری بهره گرفته شد.

برنامهٔ کاربردی پیاده‌سازی‌شده دارای مؤلفه‌های مختلفی است. شمای کلی برنامهٔ کاربردی در شکل ۷ نمایش داده شده است.



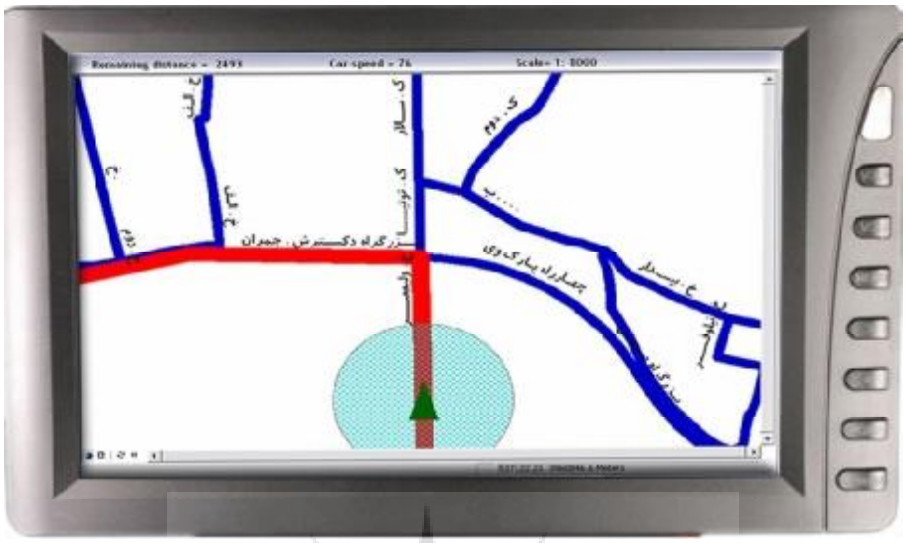
شکل ۷. شمای کلی برنامهٔ کاربردی

1. Run Time Environment

بافت‌های سنجش‌شده در پایگاه داده بافت، به اطلاعات بامعنی برای سامانه تبدیل می‌شوند و ذخیره می‌گردند. مؤلفه‌های نرم‌افزاری موتور استنتاج‌گر که با استفاده از زبان برنامه‌نویسی VB.net تکوین و توسعه یافته است، اطلاعات بامعنی بافتی را که در پایگاه داده بافت موجود هستند، از طریق مؤلفه دسترسی به پایگاه داده، دریافت می‌دارد و با فراخوانی قوانین در نظر گرفته شده، پارامتر مقیاس نمایشی را تعیین می‌کند. همچنین در این مؤلفه با در نظر گرفتن مقیاس نمایشی تعیین شده، مشخص می‌گردد که کدام لایه‌های اطلاعاتی باید نمایش داده شود. سپس مؤلفه نرم‌افزاری توسعه داده شده به‌وسیله ArcObjects که در محیط ArcEngine در حال اجرا هستند، لایه‌های مورد نیاز را از پایگاه داده مکانی استخراج می‌کند و با در نظر گرفتن مقیاس نمایشی و موقعیت جاری خودرو (که از پایگاه داده بافت خوانده می‌شود) این لایه‌ها را برش می‌دهد و به مؤلفه تولیدکننده نقشه می‌فرستد. در نهایت نیز نقشه تولید می‌گردد و نمایش داده می‌شود. در این تحقیق پایگاه داده مکانی به‌صورت Geodatabse و پایگاه داده قوانین و بافت با استفاده از سامانه مدیریت پایگاه داده SQL Server 2005 پیاده‌سازی گردیدند.

همچنین در این تحقیق داده‌های جمع‌آوری شدهٔ مربوط به سرعت خودرو و موقعیت مکانی یک خودرو در هر لحظه در مسیرِ مشخص‌شده برای این تحقیق در پایگاه داده مکانی به‌صورت جدولی مجزا ذخیره‌سازی گردید (جدول اطلاعات لحظه‌ای خودرو). داده‌های مذکور به‌منظور شبیه‌سازی اطلاعات سنجنده‌های برخط مورد استفاده قرار گرفت. برنامهٔ طراحی و پیاده‌سازی شده با استفاده از اطلاعات موجود در جدول اطلاعات لحظه‌ای خودرو، موقعیت جاری خودرو را بر روی نقشه نگاشت می‌کند و براساس اطلاعات سرعت خودرو و اندازهٔ نمایشگر دستگاه مورد استفاده، میزان بزرگ‌نمایی و سطح جزئیات مناسب را برمی‌گزیند و نقشه را به‌صورت سازوار شده برای کاربر نمایش می‌دهد (شکل‌های ۸ و ۹).

شکل ۸. شمایی از سامانه پیاده‌سازی شده و تغییر مقیاس نمایشی و سطح جزئیات با تغییر سرعت خودرو، مقیاس ۱:۲۰۰۰



شکل ۹. شمایی از سامانه پیاده‌سازی شده و تغییر مقیاس نمایشی و سطح جزئیات با تغییر سرعت خودرو، مقیاس ۱:۸۰۰۰

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله، قسمتی از پروژه‌ای تحقیقاتی با عنوان طراحی نقشه‌های بافت‌آگاه برای سامانه‌های اطلاعات مکانی همراه ارائه گردید. این تحقیق بر روی تعیین مقیاس مناسب نقشه برای سامانه‌های ناوبری خودرو براساس بافت جاری کاربر و سازوار کردن نقشه با این مقیاس به صورت خودکار، متمرکز است. در این مقاله، بافت جاری کاربران به‌عنوان مهم‌ترین عامل یا فاکتور در مشخص کردن نیازهای اطلاعاتی آنها در نظر گرفته شد. بنابراین تلاش گردید تا به‌منظور اخذ و سازوار کردن نقشه براساس این بافت‌ها، از پردازشگری بافت‌آگاه در روند نمایش نقشه‌ها استفاده گردد. به‌علاوه، بر ضرورت نمایش نقشه‌ها در سطوح جزئیات و مقیاس‌های مختلف در سامانه‌های ناوبری خودرو، به‌منظور بالا بردن قابلیت خوانایی آنها نیز تأکید شد. همچنین، موقعیت و سرعت خودرو و نیز اندازهٔ نمایشگر دستگاه مورد استفاده به عنوان بافت‌های مؤثر در تعیین مقیاس مناسب در نظر گرفته شد و براساس آن روشی برای تعیین مقیاس مناسب در مقادیر مختلف بافت‌های ذکر شده پیشنهاد گردید. البته، همچنان موضوعات بسیاری در زمینهٔ نمایش نقشه‌های همراه وجود دارد که نیازمند تحقیقات بیشتر است. به‌عنوان مثال، مقیاس می‌تواند تحت تأثیر بافت‌های دیگر که در این مقاله بررسی نشده‌اند ـ مانند مسائل شناختی کاربر و سلایق او ـ نیز قرار گیرد. بنابراین برای بهبود مدل، نیاز است تا این بافت‌ها شناسایی شوند و متدهای جدیدی برای فرموله کردن و مدل‌سازی مقیاس براساس آنها ارائه گردد. از طرف دیگر، بافت‌آگاهی دارای پتانسیل بسیار بالایی برای سازوار کردن دیگر عناصر یا المان‌های بصری‌سازی نقشه براساس بافت‌هاست. مثلاً از بافت‌آگاهی می‌توان برای سازوار کردن نمادگذاری یا توجیه نقشه نیز استفاده کرد. در پایان باید اشاره کرد که متدهای مناسبی برای ارزیابی کارایی چنین سامانه‌هایی مورد نیاز است.

۶- منابع

DEY, A. SALBER, D. and ABOWD, G., 2001, **A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications**, Human-Computer Interaction (HCI) Journal. Anchor

article of a special triple issue on Context-Aware Computing, Vol. 16, Numbers 2-4.

DEY, A. and ABOWD, G. 2000, **Towards a Better Understanding of Context and Context Awareness**, In the Workshop on the What, Who, Where, When and How of Context- Awareness, affiliated with the 2000 ACM Conference on Human Factors in Computer Systems, CHI.

DOGRU, A.O, ULUGTEKIN**,** N. 2006, **Car Navigation Map Designing Terms of Multiple Representation**, The 1st International Conference on Cartography and GIS. January, (CD). Borovets, Bulgaristan.

GiMoDig. 2004, **Geospatial Info- Mobility Service by Real-Time Data- Integration and Generalization**, at http://gimodig.fgi.fi/.

HÄKKILÄ, J. 2006, **Usability with Context-Aware Mobile Applications. Case Studies and Design Guidelines**, PhD thesis, Faculty of Technology, University of Oulu, Department of Electrical and Information Engineering.

HAMPE, M., ELIAS, B. 2004, **Integrating Topographic Information and Landmarks for Mobile Navigation**, In: G. Gartner (ed.), Location Based Services & TeleCartography, Proceedings of the Symposium 2004, Vienna University of Technology, January 28-29, 2004, Vienna, pp. 147- 155.

LEE, J, FORLIZZI, J, & HUDSON, S., 2008, **Iterative Design of MOVE: A Situationally Appropriate Vehicle Navigation System**, International Journal of Human-Computer Studies, 66(3), pp. 198-215.

MALEK, M.R. and DELAVAR, M.R. 2005, **A Mobile GIS for Rescue and Relief Management**, The 2nd International Conference of scientific & Research on relief and Rescue Management, Tehran, Iran, (in Persian).

MALEK, M.R, and SHELEIBY, M. 2009, **Car Navigation System Based on KHAJE NASIRODIN TOOSI Taxonomy of Motion,** proceeding of the 1st International Congress of KHAJE NASIRODIN TOOSI, Tehran, Iran, pp. 299-305, (In Persian).

REICHENBACHER, T., 2001, **Adaptive Concepts for a Mobile Cartography**, Vol.11, Supplement Journal of Geographical Sciences, pp. 43-53.

SENA, MICHAEL L. 1997, **Cartographic Presentation in Navigation and Route Guidance Systems**, 18th ICA/ACI International Cartographic Conference, Vol. 2, pp. 909-916.

TIMPF, S., VOLTA, G.S., POLLOCK, D.W. and EGENHOFER, M.J. 1992, **A Conceptual Model of Wayfinding Using Multiple Levels of Abstractions**, In theories and methods of spatio- temporal reasoning in geographic space, edited by Frank, A.U., Campari, I. and Formentini, U. 639. Heidelberg- berlin: Springer verlag, pp. 348-367.