Archive of SID

نشریه علمی - پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره هفتم، شماره ۴، خرداد ماه ۱۳۹۷

توسعه سیستم مشارکتی در حمل‌ونقل جاده‌ای براساس مدل زیرساخت داده مکانی داوطلبانه (VSDI)

مریم شاکری[۱]، ابوالقاسم صادقی نیارکی*[۲]، عباس علیمحمدی[۳]، علی‌اصغر آل شیخ[۴]

[۱] کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
mshakeri@mail.kntu.ac.ir

[۲] استادیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
a.sadeghi@kntu.ac.ir

[۳] دانشیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
alimoh-abb@kntu.ac.ir

[۴] استاد دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
alesheikh@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت اردیبهشت ۱۳۹۵، تاریخ تصویب مهر ۱۳۹۶)

چکیده

زیرساخت‌داده‌مکانی (SDI) با ایجاد بستر اطلاعاتی مناسب برای همکاری بین سازمان‌های مختلف نقش کلیدی در مدیریت بسیاری از فعالیت‌های انسانی دارد. این زیرساخت به طورسنتی در نسل اول و دوم SDI که تنها از داده‌های سازمان‌ها و شرکت‌ها استفاده می‌کند، یک رویکرد بالا به پایین را دنبال می‌کند، ازاین‌رو اطلاعات تولیدشده توسط شهروندان را در نظر نمی‌گیرد. از سوی دیگر، پلتفرم‌های وب ۲,۰ و دستگاه‌های مجهز به GPS ابزارهای کاربرپسندی را برای مشارکت مردم در به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی فراهم می‌کنند. داده‌های تولیدشده توسط مردم که VGI نامیده می‌شوند، اطلاعات باارزشی هستند که می‌توانند به‌منظور تکمیل و به‌روزرسانی با دیگر منابع SDI تلفیق شوند. در این زمینه، دیدگاه SDI کاربرمحور که متمرکز بر نیازها و اولویت کاربران است، از فرصت‌های ایجادشده توسط VGI پشتیبانی می‌کند. در این مقاله سیستمی براساس استفاده از داده‌های VGI به عنوان منبع دیگری از SDI که VSDI نامیده شده است در حوزه حمل‌ونقل جاده‌ای پیاده‌سازی شده است. در حوزه حمل‌ونقل جاده‌ای به‌ویژه انتخاب مسیر، تبادل حجم زیادی از داده‌های مکانی، همکاری بین سازمان‌های مختلف و همچنین مشارکت مردم در جهت دستیابی به پایداری، ضروری است. اما کمبود اطلاعات، به‌روز نبودن اطلاعات یا نبود روشی یکسان در جمع‌آوری اطلاعات از مسائل فرهنگی و اجتماعی منطقه، معمولاً از بزرگ‌ترین موانع در به دست آوردن نتایج قابل‌اطمینان با توجه به واقعیت‌ها است. سیستم مبتنی بر VSDI می‌تواند با فراهم‌کردن محیطی برای تسهیل مشارکت مردم، اطلاعات به‌روز از منطقه را برای تصمیم‌گیری بهتر و کاراتر در اختیار تصمیم‌گیران قرار دهد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مردم به مشارکت در امر برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و به اشتراک‌گذاری اطلاعات مکانی تمایل دارند. از این‌رو، استفاده از داده‌های VGI به عنوان منبع دیگری در SDI می‌تواند به اخذ تصمیمات کاراتر و افزایش سطح رضایت‌مندی مردم در حوزه حمل‌ونقل، کمک کند.

واژگان کلیدی: زیرساخت داده مکانی داوطلبانه (VSDI)، اطلاعات مکانی داوطلبانه (VGI)، برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، انتخاب مسیر

* نویسنده رابط

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های انسانی ازجمله مدیریت منابع، برنامه‌ریزی مکانی، حفاظت از طبیعت، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی یا مدیریت بحران، نیاز به دسترسی به حجم زیادی از مجموعه داده‌های مکانی دارند [۱]. علیرغم کاربردهای گسترده‌ی داده‌های مکانی، چالش‌های متعدد در جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و توزیع داده‌های مکانی، استفاده از داده‌های مکانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌طوری‌که به علت پروژه‌های موازی، محدودیت‌ها و چالش‌های موجود در این زمینه، تنها درصد کمی از داده‌های موردنیاز برای کاربردهای مختلف، قابل‌استفاده هستند. برای غلبه بر جنبه‌های مختلف چالش‌های موجود در کار با داده‌های مکانی، زیرساخت داده‌های مکانی[۱] معرفی‌شده است. زیرساخت داده مکانی، یک محیط مشارکتی برای مدیریت، ذخیره‌سازی و تبادل داده‌های مکانی است [۲]. این زیرساخت، چارچوبی از سیاست‌ها، استانداردها و تکنولوژی می‌باشد که ارائه‌دهندگان داده را قادر به انتشار و کاربران را قادر به دسترسی، تلفیق و توزیع اطلاعات مکانی ناهمگون می‌سازد [۳]. علاوه بر این، پایه‌ای را برای کشف، ارزیابی و کاربرد داده‌های مکانی برای کاربران و ارائه‌دهندگان در تمام سطوح دولتی، بخش تجاری، بخش غیرانتفاعی، دانشگاهی و به‌طورکلی توسط شهروندان فراهم می‌کند [۴]. به‌طور سنتی (دیدگاه نسل اول و دوم) ایجاد SDI، از یک دیدگاه بالا به پایین تبعیت می‌کند. این دیدگاه منجر به الگوی ارائه دهنده-مصرف کننده می‌شود که در آن تنها ارائه‌دهندگان رسمی مانند سازمان نقشه‌برداری ملی(NMAs[۲]) و دیگر سازمان‌های زیست‌محیطی به‌صورت مرکزی، منابع را بر طبق سیاست‌های سازمانی، مدیریت و غیره گسترش می‌دهند، درحالی‌که نقش کاربران نهایی و شهروندان تنها به مصرف‌کننده محدود می‌شوند [۵].

ظهور وب ۲,۰ از یک‌سو و سوی دیگر اختراع تلفن‌ها و دستگاه‌های مجهز به GPS در طول دو دهه اخیر، شهروندان عادی را به تولید و به اشتراک‌گذاری اطلاعات مکانی در اینترنت تشویق می‌کند [۶ و ۷]. این تکنیک‌ها که متفاوت از متدولوژی‌های ساخت بالا به پایین و مکانیزم‌های پیچیده SDI می‌باشند، روش‌های جدیدی از مشارکت در وب را فراهم کرده‌اند [۶]. مشارکت مردم، باعث تغییر نقش کاربران از تنها مصرف‌کننده صرف داده‌ها به مشارکت‌کنندگان و ارائه‌دهندگان فعال داده‌های مکانی شده است [۵]. این تغییر نقش کاربران در حوزه مکانی با پدیده‌ی اطلاعات مکانی داوطلبانه[۳]، ظهور پیداکرده است [۸]. اصطلاح VGI اغلب به داده‌هایی گفته می‌شود که مؤلفه مکانی دارند و به‌صورت داوطلبانه تولید می‌شوند [۷]. VGI فرصت‌های زیادی را برای توسعه SDI برای اهداف علمی و سیاسی ارائه می‌کند[۹]. بعلاوه، به اشتراک گذاشتن و در دسترس بودن اطلاعات مکانی تولیدشده توسط کاربر در درون جریان SDI، می‌تواند به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای آنالیز مکانی و وظایف پشتیبانی از تصمیم‌گیری را بهبود بخشد[۵].

در حوزه حمل‌ونقل، اطلاعات و فن‌آوری‌های مکانی بخش مهمی از پروژه‌های این حوزه را تشکیل می‌دهند. اما در حال حاضر فرآیند سازمانی و فنی مناسبی برای دست‌یابی به یک زیرساخت داده مناسب جهت رسیدگی به نیازهای متنوع حمل‌ونقل وجود ندارد. ازاین‌رو، نیاز به توسعه استانداردهای مشترک و مکانیزم ساده تبادل داده در حوزه حمل‌ونقل بین سازمان‌های مختلف مسئول در پروژه، برای حمایت از تصمیم‌گیری‌ها به‌شدت احساس می‌شود. از سوی دیگر، یکی از اهداف اصلی پروژه‌های حمل‌ونقل ارتقای کیفیت خدمات به استفاده‌کنندگان می‌باشد. برای این منظور، استفاده از خود کاربران در فرآیندهای تصمیم گیری حمل‌ونقل، ضروری به نظر می‌رسد. این کار باید از طریق یک فرآیند مشارکت و دخالت مردم در تمامی فرآیندهای طرح‌های حمل‌ونقل انجام گیرد. به‌عبارت‌دیگر استفاده از دانش و اطلاعات مردم به‌عنوان یک منبع اطلاعات دیگر، برای دستیابی به یک تصمیم بهتر و کاراتر بسیار حائز اهمیت است. بااین‌وجود، مشارکت مردم در این زمینه، به دلیل پیچیدگی کار، عدم وجود محیط یا روش مناسب برای تسهیل مشارکت، جمع‌آوری و آنالیز اطلاعات و نظرات آن‌ها، تاکنون با موفقیت انجام‌نشده است. پروژه‌های راه ازجمله پروژه‌هایی هستند که به دلیل نوع و اندازه، دارای دامنه وسیعی از آثار مثبت و منفی بر اقتصاد، اجتماع و

۱ Spatial Data Infrastructure (SDI)
۲ National Mapping Agencies
۳ Volunteered Geographic Information (VGI)

www.SID.ir

Archive of SID

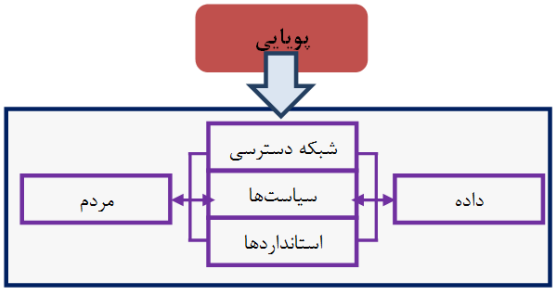
محیط‌زیست هستند. شناسایی این اثرات قبل از اجرای پروژه‌ها می‌تواند برنامه‌ریزان و تصمیم گیران را در انتخاب پروژه‌هایی که دارای بیشترین آثار مثبت و کمترین آثار منفی هستند، یاری نماید [۱۰]. در برنامه‌ریزی مسیر حمل‌ونقل به‌طورکلی یک یا چند گزینه مسیر پیشنهاد می‌شود. این فرآیند، با انتخاب مسیر بهینه با در نظر گرفتن معیارهایی مانند اثرات اقتصادی، مهندسی، زیست‌محیطی، اجتماعی و توریستی انتخاب می‌شود [۱۱].

هدف از این مقاله، توسعه سیستمی در زمینه انتخاب مسیر در حمل ونقل جاده‌ای براساس SDI و داده‌های VGI که در این مقاله VSDI نامیده شده است، می‌باشد. در این سیستم در این سیستم با به‌کارگیری فناوری‌های وب ۲,۰، کاربران به راحتی می‌توانند داده‌های مکانی و توصیفی از محیط‌زیست و اجتماع خود را به اشتراک بگذارند. این اطلاعات به منظور تکمیل و به روزرسانی داده‌های موجود، بر طبق استانداردها در پایگاه داده ذخیره می‌شوند. مسیر بهینه با در نظر گرفتن اطلاعات مرتبط موجود در پایگاه داده و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[۱] و ویکور[۲]، در سیستم انتخاب می‌گردد.

۲- زیرساخت داده مکانی

زیرساخت داده مکانی در مورد تسهیل تبادل و به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی می‌باشد [۳]. SDI، محیطی را ایجاد می‌کند که در آن تمام ذینفعان درگیر می‌توانند با یکدیگر و با تکنولوژی برای رسیدن بهتر به اهداف خود در تعامل باشند[۱۲]. علاوه براین، SDI از نظر پشتیبانی از کاربران و ارائه‌دهندگان با توانمند ساختن آن‌ها در کشف، بصری سازی و ارزیابی داده‌های مکانی در سطوح ملی، منطقه‌ای و جهانی نقشی کلیدی دارد [۶]. SDI به نوبه‌ی خود از تصمیم‌گیری در مقیاس‌های مختلف برای اهداف متعدد و افزایش منافع برای جامعه با موجود بودن داده‌های مکانی، پشتیبانی می‌کند. منافع از طریق کاهش تلاش‌های تکراری در جمع‌آوری و حفظ داده‌های مکانی و همچنین از طریق افزایش استفاده از این اطلاعات باارزش بالقوه، به دست می‌آیند [۱۳].

تعاریف و تفاسیر متفاوتی از SDI به دلیل تفاوت در دیدگاه‌ها و نظرات مختلف، توسط صاحب‌نظران مختلف وجود دارد. رجبی فرد در سال ۲۰۰۲، SDI را یک مفهوم اساسی به منظور تسهیل و هماهنگی در تبادل و به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی بین ذینفعان در جامعه، تعریف می‌کند [۱۴]. علاوه براین، برای دستیابی به اهداف SDI، رجبی‌فرد پنج جز اصلی SDI شامل داده، مردم، سیاست، استانداردها و شبکه دسترسی و همچنین روابط پویای میان آن‌ها را برای تسهیل کشف، دسترسی و به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی معرفی می‌کند [۱۴ و ۱۵]. شکل (۱)، اجزای SDI و روابط بین آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱- اجزای SDI و روابط بین آن‌ها [۱۴]

امروزه، اکثر SDIها معمولا تنها شامل شرکت‌کنندگانی که نقش‌های سنتی یا تجاری در تولید اطلاعات مکانی مانند سازمان‌های دولتی و خصوصی داده‌های مکانی دارند، می‌باشند. این SDI ها، نظرات بخش بزرگی از جامعه ازجمله گروه‌های اجتماعی یا شهروندان را در نظر نمی‌گیرند [۱۶]. اما امروزه نقش شهروندان تغییر کرده است؛ آن‌ها دیگر تنها مصرف‌کننده‌ی غیرفعال اطلاعات مکانی نیستند بلکه می‌توانند اطلاعات مکانی باارزشی را تولید کنند و به اشتراک بگذارند.

۳- زیرساخت داوطلبانه داده مکانی (VSDI)

داده‌های VGI، منبع باارزشی از داده‌های مکانی هستند که می‌توانند به منظور تکمیل و به روزرسانی با دیگر منابع SDI تلفیق شوند. مشارکت کاربران در VGI تناسب خوبی به عنوان patchworksها برای SDI دارد [۱۸]. در این زمینه دیدگاه ترکیبی برای تلفیق مدل بالا به پایین (دیدگاه SDI) و مدل پایین به بالا (دیدگاه VGI) وجود دارد. این دیدگاه ترکیبی برای تلفیق داده‌های تولید شده توسط کاربر در زمینه SDI توسعه یافته است. صادقی

۱ Analytical Hierarchical Process (AHP)
۲ VIKOR

www.SID.ir

Archive of SID

نیارکی تاکید می‌کند که تنها دیدگاه‌هایی از SDI که متمرکز بر نیازهای کاربر هستند، از نظر حمایت از کاربران در به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی آشکار کنند [۱۵]. SDI کاربر محور با در نظر گرفتن مردم به عنوان تولیدکنندگان داده‌های مکانی، فرصت‌های ایجادشده توسط پدیده VGI را پشتیبانی می‌کند. دیدگاه SDI کاربر محور، فراهم کردن محیطی است که در آن کاربران می‌توانند برای به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی در یک روش موثر، کارآمد و رضایت‌بخش مشارکت کنند [۱].

با باز مفهوم‌سازی دیدگاه سنتی (نسل اول و دوم SDI)، SDI کاربر محور، که طیف تولیدکنندگان را از سازمان‌های رسمی به افراد و گروه‌های افراد توسعه می‌دهد، امکان تلفیق VGI در SDI فراهم می‌شود. در این صورت، منابع تولید از سازمان‌های تخصصی به سازمان‌های کاربران و افراد گسترش می‌یابد. در نتیجه، نقش کاربران فراتر از دریافت‌کنندگان داده‌های مکانی به تولیدکننده داده‌های مکانی تبدیل می‌شود (به اصطلاح "کاربرتولیدکننده[۱]" نامیده می‌شود.) "کاربرتولیدکننده" می‌تواند بازیابی، استفاده، به اشتراک‌گذاری یا تولید اطلاعات مکانی را به صورت مستقل یا در همکاری با دیگران انجام دهد. بنابراین، بازمفهوم سازی کاربر، منجر به ایجاد تعامل دو طرفه بین تولیدکننده و کاربر میشود و مرز بین آن‌ها را از بین می‌برد [۸].

در دیدگاه ترکیبی، اصول SDI هنوز هم معتبر است و اجزای SDI مانند متادیتا، استانداردها، تعامل‌پذیری، سیاست و سازمان در زمینه VGI نیز مفید خواهند بود. برای مثال، مفهوم متادیتا می‌تواند برای VGI نیز به کار رود. در حقیقت، متادیتا حتی برای VGI مهم‌تر از SDI است [۸]. به دلیل حجم بالای داده‌های تولید شده توسط مردم با دانش مختلف در علوم مکانی، عدم استفاده از روش‌های رسمی در تولید داده‌ها و ایجاد داده‌هایی با کیفیت متفاوت، متادیتا از اهمیت زیادی برخوردار است. از سوی دیگر اینکه چگونه می‌توان داده‌های VGI را جستجو و ارزیابی کرد، از دلایل دیگر اهمیت متادیتا می‌باشد [۱۹]. متادیتا که به عنوان برچسب می‌تواند به داده‌های VGI اضافه گردد، می‌تواند شامل اطلاعاتی مانند روش جمع‌آوری، مشخصات فرد و خطاها باشد [۲۰]. با این وجود، برای ایجاد زیرساخت غنی از اطلاعات مکانی در تلفیق با VGI، چالش‌هایی وجود دارند. از دیدگاه فنی مهم‌ترین چالش‌ها، پیدا کردن روش‌هایی برای اطمینان از استانداردسازی و یکنواختی و همچنین شناخت تنوع و ناهمگونی ذینفعان مختلف هستند. از دیدگاه غیر فنی، چالش‌ها تعریف مدل‌های جدیدتر از دولت SDI و اجرای کارهای ظرفیت‌سازی برای افزایش تعداد کاربران، می‌باشند. حل این چالش‌ها منجر به توسعه مدلی از SDI می‌گردد که در آن VGI به عنوان یک منبع دیگر از اطلاعات مکانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این مدل در این تحقیق، زیرساخت داده مکانی داوطلبانه، نامیده می‌شود.

۴- سیستم انتخاب مسیر مبتنی بر زیرساخت داده مکانی داوطلبانه

سیستم انتخاب مسیر مبتنی بر زیرساخت داده مکانی داوطلبانه (VSDI)، سیستمی است که با استفاده از فناوری‌های وب ۲ و دیدگاه‌های تصمیم‌گیری، زمینه‌ای برای تسهیل مشارکت مردم در انتخاب مسیر را فراهم می‌کند. در حقیقت در این سیستم، داده‌های مورد نیاز از سازمان‌های مختلف حمل‌ونقل، محیط‌زیست، جنگل‌ها و مراتع، میراث فرهنگی و زمین‌شناسی و همچنین داده‌های مکانی داوطلبانه تامین می‌گردند. VSDI در این سیستم، به عنوان زیرساختی استاندارد که به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی را بین ذینفعان مختلف در پروژه‌های حمل‌ونقل (منابع تولیدکننده داده) تسهیل می‌کند و روش استانداردی را برای ذخیره داده‌ها ارائه می‌دهد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم از دو بخش اصلی جمع‌آوری و ذخیره‌سازی VGI و مدل مکانی انتخاب مسیر تشکیل شده است. این دو بخش در ادامه توضیح داده می‌شوند.

۴-۱- مدل مکانی انتخاب مسیر

تصمیم‌گیری در مورد انتخاب مسیر مانند بزرگراه، از آنجا که عوامل و ذینفعان زیادی در آن درگیر هستند، فرایند پیچیده است [۱۱]. فرایند انتخاب مسیر بزرگراه، یک مسئله تصمیم‌گیری چند رشته‌ای است که برای ارزیابی گزینه‌ها باید عوامل مختلفی باهدف حداقل رساندن اثرات زیست‌محیطی، حداکثر ساختن عملکرد در

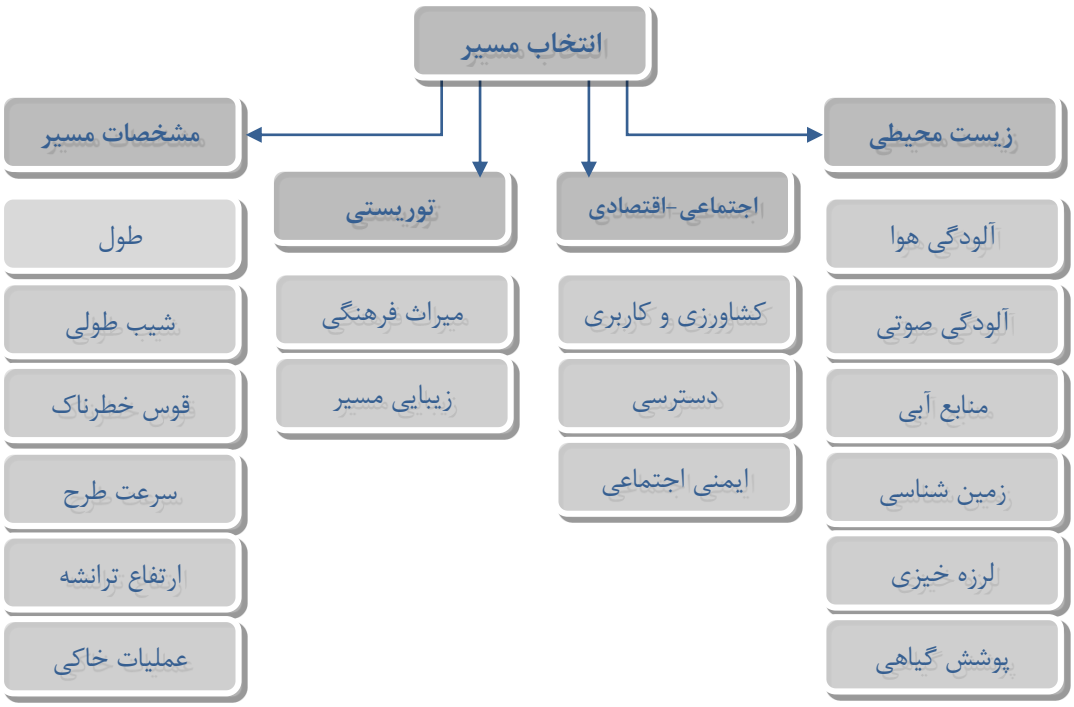
[۱] Produser

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط ایمنی [۲۶]، حداقل ساختن هزینه ساخت و حداکثر ساختن نتایج سرمایه‌گذاری اقتصادی، در نظر گرفته شوند.

در برنامه‌ریزی مسیر حمل‌ونقل به طور کلی یک یا چند گزینه مسیر پیشنهاد می‌شود [۱۱]. پس از آن، گزینه‌های مسیر باید برای تعیین اثرات و هزینه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ارزیابی شوند. این فرآیند برنامه‌ریزان را قادر به تصمیم‌گیری در مورد ممکن‌ترین گزینه در میان گزینه‌های مختلف پروژه می‌سازد. عوامل بسیاری در بهینه‌سازی مسیر دخالت دارند و باید بین اجزای مختلف مسیر تبادل برقرار گردد [۲۷]. ارزیابی گزینه‌های مسیر و انتخاب مسیر بهینه با در نظر گرفتن چندین معیار فنی، زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و توریستی انجام می‌گیرد. معیارهای ارزیابی، نگرانی‌های ذینفعان و طیف گسترده‌ای از انواع اثرات ناشی از توسعه زیرساخت را منعکس می‌کنند. شکل (۲)، مثالی از معیارهای درنظرگرفته شده را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که این معیارها بر اساس نظرات کارشناسان و تحقیقات دیگر از جمله [۱۰، ۲۸، ۲۹ و ۳۰] در نظر گرفته شده‌اند.



شکل۲- مثالی از معیارهای در نظر گرفته‌شده در سیستم انتخاب مسیر

وزن‌دهی و تلفیق معیارها به منظور انتخاب مسیر با استفاده از ترکیب روش‌های تصمیم گیری فازی AHP گروهی و ویکور انجام می‌شود؛ از روش AHP فازی گسترش‌یافته چانگ که از اعداد فازی مثلثی برای بیان ارجحیت معیارها استفاده می‌کند، به منظور وزن‌دهی معیارها و از ویکور به منظور انتخاب گزینه بهینه استفاده می‌شود. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مبتنی بر مقایسات زوجی در یک مقیاس معین می‌باشد. AHP روش شناخته شده‌ای است که در آن یک مسئله به چندین سطح به صورت سلسله مراتب، تجزیه میشود [۳۱]. استفاده از مقایسه‌های زوجی برای تعیین اهمیت نسبی معیارهای هر سطح، باعث افزایش دقت خواهد شد. بر اساس [۳۲]، سادگی و کارایی بالای روش AHP، دلیل انتخاب این روش برای پیاده‌سازی در سیستم انتخاب مسیر مبتنی بر VSDI می‌باشد. در این راستا، با توجه به اینکه اغلب برای تصمیم گیرنده اختصاص یک عدد کمی مطلق و قطعی برای بیان اولیت‌های معیارهای مسیر غیر ممکن است، به همین دلیل از اعداد فازی استفاده شده است. پس از تعیین معیارها، با مقایسات زوجی معیارها توسط کاربران و کارشناسان، وزن هر معیار برای هر فرد از طریق استانداردسازی و یکی از روش‌های موجود، تعیین می‌گردد. وزن نهایی معیارها، با میانگین هندسی وزن تعیین شده برای هر فرد بدست می‌آیند. سپس وزن‌های بدست آمده در روش ویکور استفاده می‌شود. روش ویکور، بر رتبه‌بندی و انتخاب از

www.SID.ir

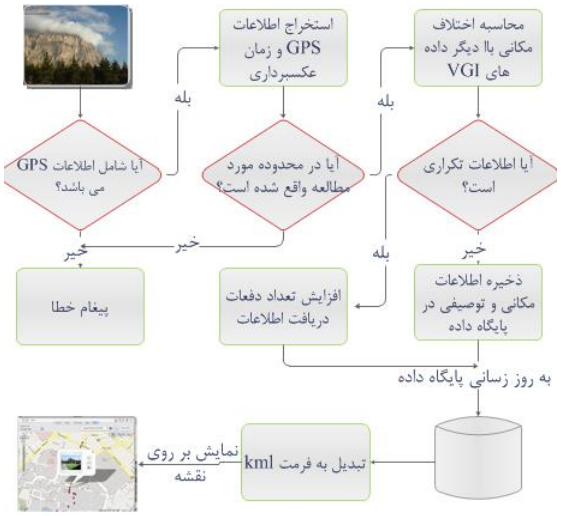
Archive of SID

مجموعه‌ای از گزینه‌ها با وجود معیارهای متضاد متمرکز است. روش ویکور، یک ابزار مفید در تصمیم‌گیری چند معیاره مخصوصا در وضعیتی که تصمیم‌گیرنده قادر به بیان اولویت خود در آغاز طراحی سیستم نیست، می‌باشد [۳۳]. بر اساس [۳۴]، انتخاب روش ویکور علاوه بر سادگی محاسباتی این روش، یک ابزار مؤثر در تصمیم گیری چند معیاره است و در حل مسائلی که با معیارهای ناسازگار و تناسب ناپذیر همراه هستند همانند مسئله انتخاب مسیر، استفاده می‌شود.در روش ویکور، پس از تشکیل ماتریس تصمیم با استفاده از مقادیر معیارها، تعیین می‌شود کدام گزینه‌ها دارای بهترین و بدترین مقدار در هر معیار هستند. با استفاده از این اطلاعات، مقادیر شاخص مطلوبیت، شاخص نارضایتی و مقدار Q برای هر گزینه تعیین و در نهایت براساس شروط ویکور، گزینه بهینه انتخاب می‌گردد.

۴-۲- ذخیره‌سازی و ثبت داده‌های VGI

جهت انتخاب مسیر در سیستم داده‌های مکانی و توصیفی مختلفی در زمینه حمل‌ونقل، محیط‌زیست، زمین‌شناسی، میراث فرهنگی مورد نیاز است. این داده‌های مورد نیاز از منابع مختلفی از جمله سازمان‌های حمل‌ونقل، محیط‌زیست، میراث فرهنگی و گردشگری، زمین‌شناسی و مراتع و جنگل‌ها و همچنین مردم تأمین می‌شوند. از آنجا که مردم یکی از مشارکت‌کنندگان اصلی این سیستم می‌باشند، سیستم به گونه‌ای طراحی شده است، که مردم بتوانند داده‌های مکانی و همچنین اطلاعات خود از منطقه را ارسال نمایند. ارسال داده‌ها توسط مردم که دارای دانش محلی در مورد محیط خود هستند، می‌تواند به تکمیل و به‌روزرسانی منابع موجود در سازمان‌ها کمک کند. برای این منظور، از میان داده‌های مورد نیاز برای معیارهای مختلف، معیارهایی که جنبه عمومی دارند و افراد عادی قادر به تشخیص آن‌ها می‌باشند، در نظر گرفته می‌شوند. از بین معیارهای سیستم، مردم می‌توانند اطلاعات خود را در زمینه کشاورزی و کاربری زمین، دسترسی، میراث فرهنگی، زیبایی مسیر به اشتراک بگذارند. بنابراین سیستم در این معیارها، علاوه بر استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی سازمان‌ها که به روش‌های علمی و کارشناسی تهیه‌شده‌اند، اطلاعات تولیدشده توسط مردم را نیز مورد استفاده قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که در مورد معیارهای دیگر که نیاز به دانش و تخصص فنی در زمینه زیست‌محیطی و حمل‌ونقل وجود دارد، تنها اطلاعات و داده‌های سازمان مربوطه در نظر گرفته می‌شوند.

در این بخش از سیستم به کاربران کمک می‌شود که اطلاعات مکانی خود را بدون انجام فرآیندهای پیچیده در پایگاه داده، ذخیره کنند. کاربران می‌توانند اطلاعات خود را به روش‌های مختلف ارسال کنند. یکی از روش‌ها، استفاده از برچسب‌گذاری مکانی است. دستگاه‌های مجهز به GPS مانند تلفن‌های همراه با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی امکان تولید اطلاعات مکان مرجع مانند عکس‌ها و فیلم‌های دارای برچسب مکانی را فراهم می‌کنند. عکس‌های دارای برچسب مکانی، عکس‌هایی هستند که حاوی اطلاعات تنظیمات دوربین، محیط عکاسی و همچنین اطلاعات حق نشر و اطلاعات مکانی هستند. اطلاعات مکانی، با استفاده از GPS دستگاه در هنگام عکس‌برداری به دست آمده است. این عکس‌ها به عکس‌های با فرمت EXIF[۱] شناخته‌شده‌اند. سیستم به منظور ثبت این عکس‌ها از الگوریتم شکل (۳) استفاده می‌کند. در این الگوریتم، ابتدا مختصات GPS و زمان از تصاویر Exif استخراج می‌شود. با استفاده از این مختصات و با توجه به اینکه مختصات تصاویر Exif دیگر در پایگاه داده ذخیره شده‌اند، اختلاف مکانی و زمانی با دیگر داده‌های VGI محاسبه و در نتیجه تکراری بودن آن‌ها بررسی کرد. در صورتی‌که این اختلاف از حد معینی با توجه به معیار مورد نظر کمتر نباشد، در پایگاه داده ذخیره می‌گردد. در صورتی تکراری بودن به تعداد دفعات دریافت آن تصویر اضافه می‌شود.



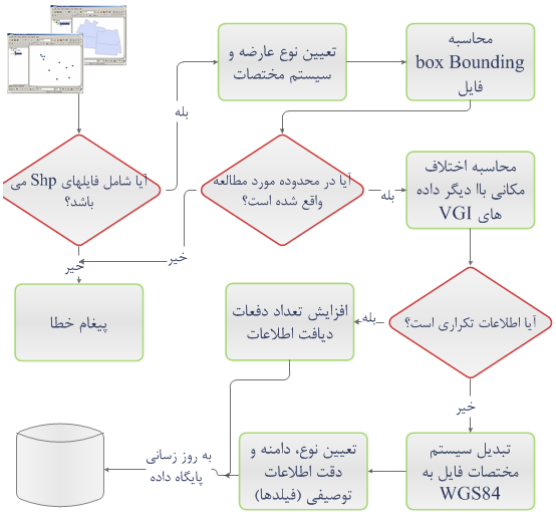
شکل۳- الگوریتم ثبت عکس دارای برچسب مکانی

۱ Exchangeable image file format

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر عکس‌های دارای برچسب مکانی، اطلاعات توصیفی نیز برای هر یک از معیارها توسط کاربر ارسال می‌شوند. دریافت اطلاعات توصیفی در قالب فرم‌ها صورت می‌گیرد. اخذ اطلاعات توصیفی علاوه بر داده‌ی مکانی هر معیار، می‌تواند به درک مفهوم هر معیار توسط کاربر و جلوگیری از ارسال اطلاعات بسیار فاحش کمک کند. یکی دیگر از روش‌های ارسال داده‌های مکانی توسط کاربران، ارسال داده‌های معمول GIS مانند لایه‌های وکتور با فرمت shp می‌باشد. این روش را کاربرانی می‌توانند استفاده کنند که با داده‌های مکانی آشنایی داشته باشند. برای مثال شرکت‌های خصوصی، و دانشجویان می‌توانند به این روش نیز اطلاعات مکانی خود را ارسال نمایند. سیستم به منظور ثبت داده‌های وکتور، پس از تعیین نوع داده مکانی، آن‌ها را در پایگاه داده ذخیره می‌کند. ثبت داده‌های وکتور بر اساس الگوریتمی که در شکل (۴) نشان داده شده است، انجام می‌شود.



شکل۴- الگوریتم ثبت لایه وکتور

در انتها ذکر این نکته ضروری است که با توجه به ویژگی VGI کاربر می‌تواند داده های مکانی در انواع مختلف وارد کند اما به اشتراک‌گذاری و استفاده از آن‌ها بر مبنای SDI خواهد بود. چون اگر کاربر محدود در ارسال داده های مکانی گردد، این با اصل VGI بودن داده ها در تناقض خواهد بود. از این رو در این تحقیق، این امکان برای کاربر وجود دارد که فرمت های مختلف از جمله shp و تصویر Exif وارد کند که این داده‌ها در پایگاه داده ذخیره می شوند. اما بازیابی این اطلاعات برای استفاده از در پردازش‌های انتخاب مسیر و نمایش آن‌ها بر روی نقشه بر مبنای مفاهیم SDI صورت می‌گیرد.

۵- پیاده‌سازی نمونه

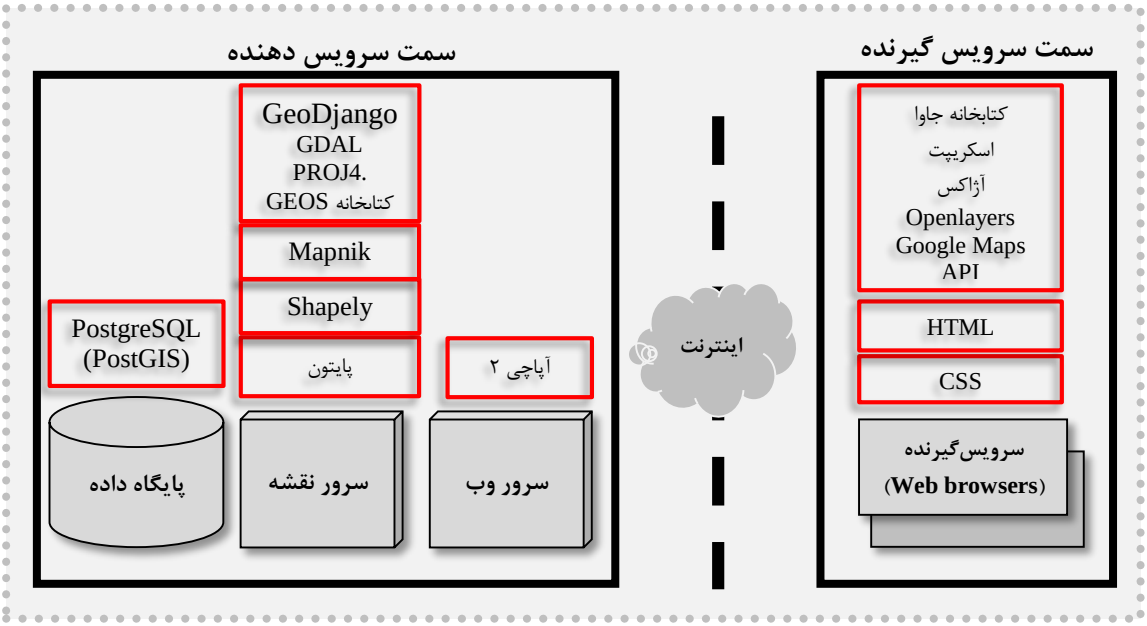
به منظور بررسی و اثبات عملکرد سیستم، با استفاده از داده‌ها و اطلاعات مربوط به محور سرپل ذهاب-گیلانغرب به عنوان مطالعه موردی انتخاب شد و یک سیستم در آن پیاده‌سازی گردید. بدین منظور، یک برنامه کاربردی مبتنی بر فناوری‌های وب ۲,۰ برای استفاده از مشارکت مردم در تعیین مسیر بهینه این محور، توسعه داده شد. داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده از سازمان‌های مختلف، پس از پیش‌پردازش اولیه و مدل‌سازی مکانی آن‌ها، در پایگاه داده ذخیره‌سازی شدند. لازم به ذکر است، پیاده‌سازی سیستم تنها با تمرکز بر روی جز داده VSDI انجام می‌شود. به این معنی که از فناوری‌های وب ۲,۰ برای تسهیل تولید داده‌های VGI توسط مردم به عنوان یک منبع داده و از سرویس‌های پایتون و چارچوب تحت وب Geodjango برای ذخیره‌سازی، بازیابی، پردازش و نمایش داده‌های VGI، داده‌های رسمی سازمان‌های دیگر مربوط و داده‌های مسیر استفاده می‌شود. به سایر اجزای VSDI مانند استاندارد در این پیاده‌سازی پرداخته نمی‌شود.

در این سیستم، برای مدیریت و نگهداری داده‌های توصیفی از PostgreSQL9.2 و برای داده‌های مکانی از PostGIS1.5 استفاده شد. برنامه‌ی کاربردی در Geodjango5.1 و با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون و کتابخانه‌های مکانی آن نظیر Mapnik، Shapely، GDAL توسعه داده شد. چارچوب Geodjango، چارچوب تحت وب پایتون است که برای پشتیبانی کامل از ایجاد برنامه‌های تحت وب مکانی توسعه یافته است. GDAL/OGR، GEOS، PROJ4 کتابخانه های مکانی می‌باشند که در Geodjango تعبیه شده اند. کتابخانه GDAL، کتابخانه‌ای برای خواندن و نوشتن داده‌های مکانی رستر و OGR برای خواند و نوشتن داده‌های مکانی بردار در فرمت‌های مختلف می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند. کتابخانه Shapely یکی از بسته‌های پایتون برای تحلیل و پردازش عوارض دو بعدی می‌باشد. این بسته بر اساس کتابخانه GEOS بوده و گسترهٔ وسیعی از تحلیل‌های داده‌های مکانی در C++ را پیاده‌سازی می‌کند. از توابع مکانی این کتابخانه مانند بافر برای پردازش داده‌های مسیر و داده‌های VGI استفاده شده است. کتابخانه Mapnik ابزاری رایگان برای نمایش داده‌های مکانی است. این کتابخانه به صورت گسترده توسط OpenStreetMap و EveryBlock استفاده می‌شود. از این کتابخانه برای نمایش داده‌های VGI و مسیر استفاده شده است.

www.SID.ir

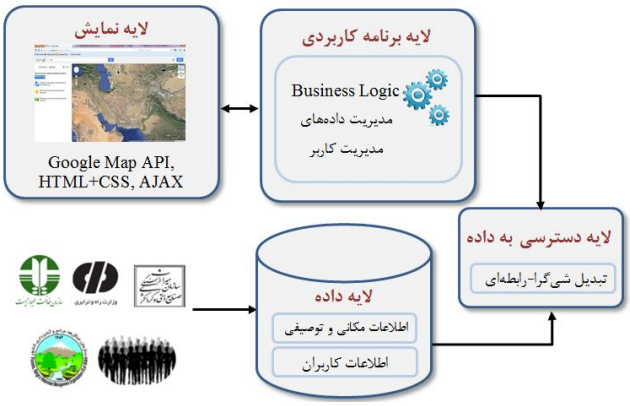
Archive of SID

در طراحی رابط کاربری جهت تعامل بهتر با کاربر از Google Maps APIs و تکنولوژی‌هایی نظیر جاوااسکریپت و CSS بهره گرفته شد. شکل (۵)، نرم‌افزارها و زبان‌های استفاده شده در پیاده‌سازی این سیستم را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است، زبان تحت سرور، پایتون می‌باشد. براساس زبان پایتون، چارچوب Geodjango و آژاکس زمانی که یک درخواست ارسال می‌شود، شی HttpRequest ایجاد و تابع سرویس متناسب با آن فراخوانی و نتیجه به سمت کلاینت ارسال می‌گردد.



شکل۵- نرم‌افزارها و زبان مورد استفاده در پیاده‌سازی سیستم

معماری سیستم پیشنهادی، با توجه به مفاهیم VSDI باهدف جمع‌آوری اطلاعات مکانی مردمی و برقراری تعامل بین سازمان‌های درگیر، به صورت ۴ لایه تعیین شده است که در شکل (۶) قابل مشاهده می‌باشند. لایه نمایش، بالاترین سطح برنامه است و رابط کاربری سیستم را پیاده می‌کند و امکان نمایش داده‌ها، دست‌کاری و ورود داده‌ها توسط کاربر را فراهم می‌کند. این لایه معمولاً با مرورگر وب، نمایش داده می‌شود. لایه برنامه کاربردی، لایه میانی است که بین لایه نمایش و لایه دسترسی به داده ارتباط برقرار می‌کند. این لایه، درخواست‌های کاربر را دریافت می‌کند، به لایه پایگاه داده متصل می‌شود، اطلاعات را بازیابی می‌کند، آن‌ها را پردازش می‌کند و سپس نتایج را به لایه نمایش برمی‌گرداند. این لایه شامل توابع و قابلیت‌های اصلی سیستم از ورود اطلاعات کاربران تا انتخاب مسیر بهینه می‌باشد. لایه دسترسی به داده، بازیابی، به هنگام رسانی و حذف منطقی اطلاعات موجود در پایگاه داده را بر عهده دارد. مدیریت و ذخیره‌سازی داده‌ها از وظایف این لایه محسوب نمی‌شود، بلکه لایه دسترسی مانند یک واسط میانی عمل می‌کند و ارتباط بین لایه‌های برنامه کاربردی و داده را برقرار می‌کند. لایه داده بر روی پایگاه داده است و شامل منابع داده‌های مکانی و توصیفی (عوارض مکانی، اطلاعات توصیفی، اطلاعات کاربران و دیگر محتوای وب) می‌باشد.



شکل۶- معماری سیستم پیشنهادی برای مسیریابی در حمل‌ونقل

www.SID.ir

Archive of SID

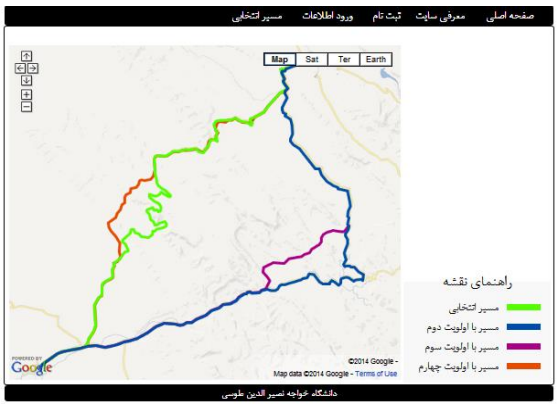
کاربران عادی می‌توانند اطلاعات خود از منطقه را پس از ثبت‌نام در سیستم از طریق رابط کاربری طراحی‌شده ارسال نمایند. بدین منظور پس از ورود کاربر به سیستم، لیستی از معیارها اعم از میراث فرهنگی، کشاورزی و کاربری زمین، ایمنی و دسترسی نمایش داده می‌شود. با انتخاب هر یک از معیارها، فرم و اطلاعات درخواستی مربوط به هر معیار، ظاهر می‌گردد. اطلاعات وارد شده بر طبق الگوریتم‌های ۳ و ۴ در پایگاه داده ذخیره شده و به کاربر نمایش داده می‌شوند. شکل(۷)، رابط کاربری سیستم برای ورود و نمایش اطلاعات مکانی برای معیار میراث فرهنگی را نشان می‌دهد.

سیستم با استفاده از داده‌های موجود در پایگاه داده SDI که شامل داده‌های ارسال‌شده از سوی کاربران (داده‌های VGI)، داده‌های زیست‌محیطی، میراث فرهنگی، زمین‌شناسی، مراتع و جنگل‌ها و حمل‌ونقل می‌باشند، مسیر بهینه را با استفاده از روش فازی AHP گروهی و ویکور که در بخش مطالعات مسیر توضیح داده شد، محاسبه می‌کند. لازم به ذکر است که وزن معیارها در سیستم با استفاده از روش فازی AHP گروهی بر مبنای اولویت‌هایی که توسط کارشناسان و کاربران در شکل (۸) وارد می‌کنند، محاسبه می‌گردد. همانطور که در شکل مشخص است، از روش فازی برای بیان ترجیحات توسط کاربران استفاده شده است. مقایسه زوجی بین معیارها توسط کارشناسان و کاربران با استفاده از متغیرهای زبانی صورت می‌گیرد. در این تحقیق، مقایسه زوجی معیارها توسط دو کارشناس حمل‌ونقل و دو کاربر انجام گرفت. دو کارشناس حمل‌ونقل تمامی معیارها و زیر معیارها را مقایسه کرده درحالی‌که دو کاربر تنها زیرمعیارهای زیست-محیطی، اجتماعی، اقتصادی را مقایسه کرده‌اند.

این سیستم، برای محور سرپل‌ذهاب-گیلانغرب به صورت نمونه پیاده سازی گردید. این محور دارای چهار واریانت پیشنهادی بوده است که واریانت سوم از لحاظ زیست‌محیطی، اجتماعی-اقتصادی، توریستی دارای اثرات کمتر و شیب طولی، ارتفاع ترانشه، عملیات خاکی و تعداد قوس خطرناک نسبت به سایر واریانت‌های پیشنهادی مناسب‌تر است، به عنوان واریانت ارجح انتخاب گردید. شکل (۹)، واریانت‌های پیشنهادی و مسیر بهینه را نشان می‌دهد.

شکل۷- رابط کاربری سیستم برای ورود و نمایش اطلاعات مکانی

شکل۸- رابط کاربری سیستم برای ورود اولویت‌های کاربر



شکل۹- نقشه مسیر بهینه

www.SID.ir

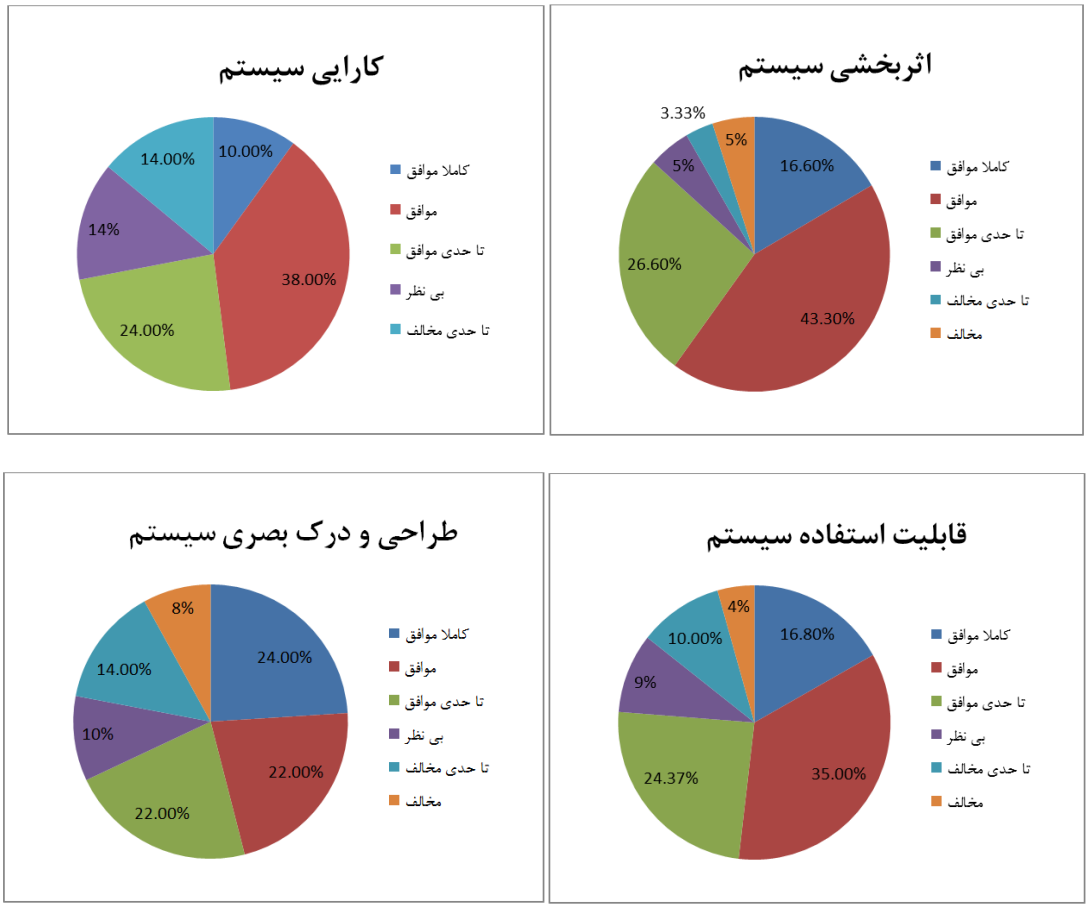
Archive of SID

۶- ارزیابی قابلیت استفاده سیستم

قابلیت استفاده نقش مهمی در فرآیند توسعه نرم‌افزارها به ویژه تحت وب بازی می‌کند. تکنیک‌های ارزیابی قابلیت استفاده بر اینکه چگونه می‌توان سیستم‌های کامپیوتری را کاراتر، لذت‌بخش‌تر و دسترس‌پذیرتر با در نظر گرفتن نیازها و اولویت‌های کاربران ساخت، تمرکز دارند. قابلیت استفاده مربوط به چگونگی تعامل سیستم با کاربران می‌باشد [۳۵].

به منظور ارزیابی سیستم پرسش‌نامه‌ای بر اساس معیارهای مختلف (در سه دیدگاه اثربخشی، کارایی و طراحی و درک بصری)، طراحی و بین ۱۰ نفر توزیع گردید. تعداد پنج نفر از این افراد آشنایی با علوم مکانی نداشتند و افراد دیگر تا حدودی با علوم مکانی آشنا بودند. این افراد پس از توضیح در مورد سیستم و کار با آن، میزان رضایت خود از سیستم را در سه دیدگاه اثربخشی، کارایی و طراحی و درک بصری در قالب سوالات پرسش‌نامه بیان کردند.

با توجه به پاسخ افراد می‌توان در کل قابلیت استفاده‌ی سیستم را خوب ارزیابی کرد به طوریکه می‌تواند باعث ارتقای سطح مشارکت مردم در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل گردد. از آن‌جا که حدود ۱۶٫۶٪ پاسخ‌ها به سوالات اثربخشی کاملا موافق، ۴۳٫۳٪ موافق، ۲۶٫۶٪ تاحدی موافق، ۵٪ بی نظر، ۳٫۳۳٪ تاحدی مخالف و ۵٪ مخالف می‌باشد، نشان‌دهنده‌ی تمایل مردم در مشارکت در امر برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و به اشتراک‌گذاری اطلاعات مکانی است. از دیدگاه کارایی پاسخ افراد به سوالات، ۱۰٪ کاملا موافق، ۳۸٪ موافق، ۲۴٪ تاحدی موافق، ۱۴٪ بی‌نظر، ۱۴٪ تاحدی مخالف می‌باشد. در نتیجه میزان رضایت افراد از کارایی سیستم نیز مطلوب است و بیانگر این موضوع می‌باشد که انجام کارهای مختلف و یادگیری سیستم پیاده‌سازی شده تقریبا ساده است و کاربران می‌توان به سادگی از آن استفاده کنند. پاسخ افراد به سوالات طراحی و در بصری سیستم، ۲۴٪ کاملا موافق، ۲۲٪ موافق، ۲۲٪ تاحدی موافق، ۱۰٪ بی‌نظر، ۱۴٪ تاحدی مخالف و ۸٪ مخالف می‌باشد. شکل (۱۰) در صد پاسخ به سوالات از سه دیدگاه اثربخشی، کارایی و طراحی و درک بصری از سوی کاربران را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰- ارزیابی قابلیت استفاده سیستم

www.SID.ir

Archive of SID

۷- نتیجه‌گیری

افزایش تولید اطلاعات مکانی توسط شهروندان با ظهور پلتفرم‌های وب ۲,۰ و دستگاه‌های مجهز به GPS، باید مورد توجه قرار گیرد. این اطلاعات مکانی، منابع باارزشی هستند که می‌توانند در زمینه SDI به منظور تکمیل و به روزرسانی تلفیق شوند. با وجود تفاوت‌هایی که بین SDI و VGI وجود دارد، این دو پدیده کاملا جدا نیستند و می‌توانند با توسعه و مهندسی مجدد برخی از بخش‌های SDI با توجه به نیازها و اولویت‌های کاربر، در یک چارچوب قرار گیرند. در این مقاله زیرساخت داده مکانی داوطلبانه ارائه گردید. در این زیرساخت، استانداردها و سیاست‌ها برای تولید و دسترسی به داده‌های VGI توسط دولت تعیین می‌شوند. این سیاست‌ها و استانداردها باید شامل سیاست‌ها و استانداردهایی برای جذب افراد در تولید و به اشتراک‌گذاری اطلاعات، معیارهای پذیرش VGI، تضمین کیفیت VGI و ایجاد محیط‌های استاندارد و کاربرپسند برای تسهیل مشارکت مردم باشد. افراد با توجه به این سیاست‌ها و استانداردها می‌توانند اطلاعات مکانی خود را تولید و به اشتراک بگذارند. بنابراین علاوه بر داده‌های مبنایی می‌توان از اطلاعات VGI نیز به منظور بهبود تصمیم‌گیری‌ها در بسیاری از حوزه‌ها استفاده کرد.

برای بررسی عملی مدل فوق، یک سیستم مبتنی بر مفاهیم VSDI و فناوری‌های وب ۲,۰ با استفاده از داده‌ها و اطلاعات محور سرپل‌ذهاب-گیلانغرب توسعه داده شد. در این سیستم سعی شد با طراحی آگاهانه، از پتانسیل مردمی در جهت جمع‌آوری اطلاعات مکانی از منطقه مورد مطالعه استفاده گردد. این محور دارای چهار واریانت پیشنهادی بود که با در نظر گرفتن تمامی معیارهای موثر و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری ویکور و AHP، واریانت سوم که مقدار ارزیابی اثرات کمتر و از لحاظ معیارهای فنی نیز مناسب‌تر بود، انتخاب گردید. در این تصمیم‌گیری نقش هر یک از اطلاعات دولتی و مردمی به دلیل اهمیت و دانش محلی مردم، یکسان در نظر گرفته شده است. انتخاب مسیر بهینه، همواره از جمله مسائل حمل‌ونقلی است که نیازمند ارتباط بین سازمان‌های مختلف مسئول، در نظر گرفتن عوامل مختلف و همچنین مشارکت مردم به عنوان اصلی‌ترین افرادی که از این پروژه متاثر می‌شوند، می‌باشد. با توجه به گستردگی این مسئله، جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، به صرف هزینه‌های گزاف و تامین نیروی انسانی نیاز دارد. به این ترتیب، بکارگیری زیرساخت داده مکانی داوطلبانه که امکان تلفیق اطلاعات با ارزش VGI را با دیگر منابع موجود فراهم می‌کند، راه حل مناسب می‌باشد. به عبارت دیگر، در نظر گرفتن VGI به عنوان منبع دیگری از اطلاعات مکانی و نیز ایجاد SDI برای تسهیل هماهنگی بین ذینفعان مختلف، می‌تواند بسیاری از مشکلات موجود در این حوزه را برطرف سازد. SDI داوطلبانه، نقش برجسته‌ای در افزایش مشارکت مردم با در نظر گرفتن نیازها و اولویت‌های کاربران در تولید و انتشار اطلاعات مکانی دارد. با افزایش مشارکت مردم و استفاده از نیروی مردمی در جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، هزینه‌های تولید اطلاعات مکانی کاهش می‌یابد. علاوه بر این، افزایش نقش و دخالت مردم در این مسئله، می‌تواند میزان رضایتمندی آن‌ها را افزایش دهد. بنابراین از این طریق، مسیری که تعارض کمتری با منافع مردم و سازگاری بیشتری با نیازهای مردم, مسائل زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و توریستی دارد، انتخاب می‌شود.

در این مقاله سیستم مبتنی بر VSDI برای انتخاب مسیر با تمرکز بر روی جز داده و با استفاده از سرویس‌های پایتون پیاده‌سازی گردید. به کارگیری سرویس‌های استاندارد OGC مانند سرویس پردازشی WPS از تحقیقات آینده این تحقیق به شمار می‌رود.

مراجع - منابع فارسی به لاتین برگردانیده شود

[1] Hennig, S., Belgiu, G., Wallentin, K., and Hormanseder, K. (2011) “User-centric SDI: Addressing users in a third-generation SDI”. Paper presented at the INSPIRE Conference, 27 June-1 July, Edinburgh.

[2] Groot, R. and McLaughlin, J. D. (2000) “Geospatial data infrastructure: concepts, cases, and good practice”, Oxford university press Oxford.

[3] Hansen, S. H. , Schrøder, L., Hvingel, L. and Christiansen, J. S. (2011) “Towards Spatially Enabled e-Governance- A Case Study on SDI implementation”, International Journal of Spatial Data Infr astructures Research, Vol. 6, PP. 73-96.

www.SID.ir

Archive of SID

[4] Ghaemi, A. A., Samadzadegan, F., Rajabifard, A. and Yadegari, M. (2010) “Implementing a municipal SDI with service oriented architecture”, In GSDI 12 World Conference: Realising Spatially Enabled Societies, Singapore.

[5] Díaz, L., Granell, C., Gould, M., and Huerta, J. (2011). “Managing user-generated information in geospatial cyberinfrastructures” Future Generation Computer Systems, Vol. 27, No. 3, PP. 304-314.

[6] Díaz Sánchez, L., Nuñez Redó, M., González, D., Altaba, G., Antonio, J., Aragó Galindo, Pultar, E., and Huerta Guijarro, J. (2012). “Interoperable Search Mechanisms for Web 2.0 Resources”, International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, Vol. 7, PP. 277-299.

[7] Deparday, V. (2010) “Enhancing Volunteered Geographical Information (VGI) Visualization with Open Source Web-Based Software”, Master Thesis, University of Waterloo.

[8] Budhathoki, N. R., and Nedovic-Budic, Z. (2008). “Reconceptualizing the role of the user of spatial data infrastructure” GeoJournal, Vol. 72, No. 3-4, PP. 149-160.

[9] Álvarez, M. , Fernández, D. T., and Iglesias, R. C. (2010) “Social networks and Web 2.0 tools as a good complement to the local SDI’s”. Proceedings of the GSDI12, 19-22 October, Singapore.

[10] Asgari, A. (2005) “Effective Parameters in Technical, Economical, Social and Environmental Assessment of Raod nd Railway Projects”, Ministry of Roads and Transportation, winter (in persian)

[11] Piantanakulchai, M. (2005) “Analytic network process model for highway corridor planning”, Paper presented at the Proceedings of 8 International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, 8-10 July, Honolulu, Hawaii.

[12] Williamson, I., Rajabifard, A., & Binns, A. (2007). “The role of spatial data infrastructures in establishing an enabling platform for decision making in Australia”, Research and Theory in Advancing Spatial Data Infrastructure Concepts, PP. 121-132.

[13] Rajabifard, A., and Williamson, I. P. (2001). “Spatial data infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions”, Paper presented at the GEOMATICS'80 Conference, Teheran, Iran.

[14] Rajabifard, A., Feeney, M. E. F., and Williamson, I. P. (2002). “Future directions for SDI development” International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 4, No. 1, PP. 11-22.

[15] Sadeghi-Niaraki, A., Rajabifard, A., Kim, K., and Seo, J. (2010). “Ontology based SDI to facilitate spatially enabled society”, In Proceedings of GSDI 12 World Conference, 19-22 October, Singapore, pp. 19-22.

[16] Ho, S. and Rajabifard, A., (2010) “Learning from the crowd: The role of volunteered geographic information in realising a spatially enabled society”, Proceedings of the GSDI12, 19-22 October, Singapore.

[17] Castelein, W., Grus, L., Crompvoets, J. and Bregt, A. (2010) “ A characterization of volunteered geographic information” 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science, 10–14 May, Guimarães, Portugal.

[18] Goodchild, M. F. (2007). “Citizens as sensors: the world of volunteered geography”, GeoJournal, Vol. 69, No. 4, PP. 211-221.

[19] Craglia, M., (2007). “Volunteered Geographic Information and Spatial Data Infrastructures: when do parallel lines converge”. In Position paper for the Specialist Meeting on Volunteered Geographic Information, December 13-14.

[20] Mooney, P. and Corcoran, P. (2011). "Can Volunteered Geographic Information be a participant in eEnvironment and SDI?." Environmental Software Systems. Frameworks of eEnvironment. Springer Berlin Heidelberg, PP. 115-122.

[21] Sabone, B. (2010). “Assessing Alternative Technologies for Use of Volunteered Geographic Information in Authoritative Databases”, M.Sc.E. thesis, Department of Geodesy and Geomatics Engineering Technical Report, University of New Brunswick.

[22] Cooper, A. K., Rapant, P., Hjelmager, J., Laurent, D., Iwaniak, A., Coetzee, S., Mollering, H. and Düren, U. (2011). “Extending the formal model of a spatial data infrastructure to include volunteered geographical information” 25th International Cartographic Conference, 4-8 July, Paris, France.

[23] Fernández, T. D. and Fernández, J. L. C. (2008) “Towards Semantic Spatial Data Infrastructures: A framework for sustainable development”, Paper presented at the Proceedings of GSDI 10 World Conference, 25-29 February, Trinidad.

[24] Gliozzo, G., (2010). “Bridging the gap between user generated spatial content and the semantic web” Master Thesis, Geographical Information Management and Applications, Delft University of technology.

[25] Kuwabara, K., Kuwahara, N., Yasuda, K. and Abe, S. (2006). “Semantic Web Enabled User Interaction for Cognitive Prostheses”, The 3rd International Semantic Web User Interaction Workshop, 6 November, Athens, Georgia, USA.

www.SID.ir

Archive of SID

[26] Kalamaras, G., Brino, L., Carrieri, G., Pline, C. and Grasso, P. (2000). “Application of multicriteria analysis to select the best highway alignment” Tunnelling and Underground Space Technology, Vo. 15, No. 4, PP. 415-420.

[27] Jong, J. C. and Schonfeld, P. (1999) “Cost functions for optimizing highway alignments”, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 1659, No. 1, PP. 58-67.

[28] Geneletti, D. (2005) “Multicriteria analysis to compare the impact of alternative road corridors: a case study in northern Italy”, Impact Assessment and Project Appraisal, Vol. 23, No. 2, PP. 135-146.

[29] Keshkamat, S., Looijen, J. and Zuidgeest, M. (2009) “The formulation and evaluation of transport route planning alternatives: a spatial decision support system for the Via Baltica project” Poland. Journal of transport geography, Vo. 17, No. 1, PP. 54-64.

[30] El-Gafy, M., Abdelrazig, Y. and Abdelhamid, T. (2010) “Environmental impact assessment for transportation projects: case study using remote-sensing technology, geographic information systems, and spatial modeling”, Journal of Urban Planning and Development, Vol. 137, No. 2, PP. 153-158.

[31] Saaty, T. L. (1980) “The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation”, McGraw-Hill, Northwestern University.

[32] Zanjirchi, M., (1390). “The process of fuzzy hierarchy analysis” Saneei Publisher. Tehran.

[33] Huang, J. J., Tzeng, G. H. and Liu, H., H. (2009) “A Revised VIKOR Model for Multiple Criteria Decision Making-The Perspective of Regret Theory”, Cutting-Edge Research Topics on Multiple Criteria Decision Making, Springer, Vol. 35, PP. 761-768.

[34] Nisel, S. (2014). An extended VIKOR method for ranking online graduate business programs. International Journal of Information and Education Technology, 4(1), 103.

[35] Zhao, J. (2007). An empirical usability evaluation of a Web-based Public Participation Geographic Information System and discussion forum. Master thesis,University of New Brunswick, Canada.

www.SID.ir