مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره سه، خرداد ماه ۱۴۰۱(۱۳۰-۱۱۵)

طراحی شیء-گرا و تحت وب مبتنی بر علم شهروندی در جمع آوری اطلاعات مکانی بافت فرسوده شهری

محمد حسن وحیدنیا [*1]

vahidnia84@gmail.com

سید محمد ابراهیم موسوی [2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۳۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۱۸**

چکیده

زمینه و هدف: بسیاری از شهرهای کشور از جمله تهران با پدیده فرسایش محله های شهری مواجهند. این گونه بافت ها می تواند اثرات مخرب محیط زیستی، اقتصادی، و اجتماعی در پی داشته باشد. با توجه به وسعت زیاد بافت های فرسوده، جمع آوری و به هنگام سازی این میزان از داده توسط سازمان ها امری زمان بر و پرهزینه می باشد. بنابراین، هدف اصلی این پژوهش استفاده از ظرفیت مشارکت شهروندان یا علم شهروندی، به عنوان فرصتی مناسب برای گردآوری سریع و ارزان داده های مکانی بافت فرسوده می باشد.

روش بررسی: در سال های اخیر راهبرد GIS شهروند محور مطرح شده است و در بسیاری از کاربردها، داده های مکانی سازمانی جای خود را به اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه (VGI) داده اند. در این پژوهش نیز یک طراحی شیء-گرا برای جمع آوری اطلاعات مکانی بافت فرسوده ارائه می شود. بر این اساس یک پیاده سازی نمونه تحت وب با تأکید بر مولفه های متن باز در دستور کار قرار می گیرد.

یافته ها: به کمک راهکار مطرح شده اولاً اطلاعات مکانی به صورت طبقه بندی شده و موضوعی قابل جمع آوری می باشند. ۱۰ کلاس مختلف در رویکرد شیءگرا مد نظر قرار گرفت که از جمله می توان به مسیرهای نامطلوب، ساختمان های نا امن و قدیمی، و زمین های مخروبه و آلوده اشاره نمود. همچنین بر اساس چارچوب های متن باز از جمله جنگو (Django) و مولفه هایی چون GeoDjango، PostGIS و OpenLayers یک سامانه تحت وب کارآمد پیاده سازی شد.

بحث و نتیجه گیری: علوم شهروندی رویکردی نوین برای جمع آوری اطلاعات مکانی بافت فرسوده است. نتیجه اجرای روش به کار گرفته شده تهیه سریع و کم هزینه اطلاعات، و افزایش نقش نظارتی شهرداری ها به جای تولید داده را در پی دارد. تحلیل هزینه فایده نشان داد که در یک دوره یک ساله این رویکرد می تواند به طور تقریبی به کاهش ۱۵ برابری هزینه های اخذ داده بیانجامد.

واژه های کلیدی: اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه (VGI)، مدل سازی، بافت فرسوده، سرویس های نقشه، Web GIS.

۱- استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 3, June, 2022

Object-oriented and web-based design based on citizen science to collect geospatial information on urban deterioration

Mohammad H. Vahidnia[1 *]
vahidnia84@gmail.com
Seyed Mohammad Ebrahim Mousavi[2]

Admission Date:June 8, 2022 Date Received: April 19, 2022

Abstract

Background and Objective: Many cities in our country, including Tehran, are facing the phenomenon of obsolescence and inefficiency of urban neighborhoods. Such areas can have devastating environmental, economic, or social effects. In the current era, proper management of such urban spaces requires up-to-date and valid data. Due to the large size of outdated and inefficient neighborhoods, collecting and updating this amount of data by organizations is time-consuming and costly. Therefore, using the capacity of citizen participation is a good opportunity for city managers, which is the main purpose of this research.

Material and Methodology: Citizen-centered GIS strategy has been introduced in recent years, and in many applications, enterprise location data acquisition has been replaced by volunteered geographic information (VGI). This research presents an object-oriented design for collecting spatial information about urban deterioration. Accordingly, a web-based implementation based on open-source components is on the agenda.

Findings: With the help of the proposed solution, first, spatial information can be collected in a categorized and thematic manner. According to the definition of worn-out texture, ten different classes were considered in the object-oriented approach, which include undesirable paths, unsafe and old buildings, ruined and dirty lands, narrow access networks, and places for offenders and addicts. A web-based system was also implemented based on open-source frameworks such as Django and components such as GeoDjango, PostGIS, and OpenLayers.

Discussion and Conclusion: Citizen science is a new approach to collecting spatial information on worn-out tissue. The result of the implementation of the method used is the rapid and low-cost provider of information and enhances the role of experts in municipalities and urban design organizations, mainly professional supervisors instead of data providers. Cost-benefit analysis showed that in a one-year period, this approach could lead to an approximate savings of 15%.

Key words: Volunteered Geographic Information (VGI), Modeling, Worn Texture, Map Services, Web GIS.

1- Assistant Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *(*Corresponding Author*)
2- Master of Science in Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

مقدمه

در سالهای اخیر رشد بی رویه و شتابان شهرها مشکلات شهری بسیاری ایجاد نموده است. این مشکلات تمامی جنبه های شهرنشینی را تحت تاثیر خود قرار داده است. یکی از این معضلات قابل توجه در شهرها، زوال بافت های شهری و ایجاد بافت های فرسوده می باشد که خود منشا بسیاری از مشکلات دیگر شهری از جمله مسائل اقتصادی-اجتماعی، کالبدی- فیزیکی، زیست-محیطی و امنیتی می باشد (۱). بافت های فرسوده نوعی بیماری در ساختار مناطق شهری محسوب می شوند و عوامل زیادی در آنها دخیل اند که از آن میان می توان به عدم پیروی از یک برنامه منسجم، عوامل کالبدی و کیفیت پایین مصالح ساختمانی، عملکردی، زیست محیطی، اقتصادی و غیره اشاره نمود. تأثیر مخرب هر یک از عوامل فوق سبب کاهش ارزش های کمی و کیفی سازه های موجود و همچنین محیط زیست در محدوده هایی از شهر می گردد و با نزول ارزش های سکونتی- عملکردی در این قبیل محدوده ها، امر بهسازی و نوسازی متوقف می گردد و فرسودگی و ناکارآمدی بر آنها مستولی می گردد.

بسیاری از شهرهای کشور ما با پدیده فرسایش محله های شهری مواجه اند. نمود عینی این فرسایش اُفت زندگی اجتماعی در این بافت هاست (۲). عوارض فرسایش به صورت نیمه متروک و متروک شدن بناها، مسکن های نامناسب و نابهنجار و نزول کیفیتهای اقتصادی - اجتماعی پدیدار می شود. وسعت بالای بافت های فرسوده با معضلات فراوان و نبود استراتژی های روشن درخصوص برنامه ریزی و مدیریت طرح و اجرا در نوسازی این گونه بافت ها، سبب شده است تا زمینه های تحقق قوانین و مصوبات (هرچند اندک) موجود نیز فراهم نشود و بافت های فرسوده شهری با روندی افزایشی به یکی از مهمترین چالش های شهرها تبدیل شوند.

بحث مشارکت شهروندان در اداره شهرها مبحثی است که همواره مورد توجه بوده است و در سال های اخیر نیز GIS شهروند محور مطرح شده است (۳). تجربه در امر بهسازی، نوسازی و ساماندهی بافت های فرسوده شهری نشان می دهد که بدون استفاده از رویکرد مشارکتی نمی توان پیشرفتی در این امر حاصل کرد و یا این امر بسیار زمانبر و پرهزینه خواهد شد. حرکت بهسازی و نوسازی بافت شهرها امر پیچیده ای است که نیاز به مشارکت آحاد مرتبط با این امر دارد. مشارکت شهروندان در بازسازی شهری نتایج مثبتی را به دنبال دارد. جلب مشارکت مردم، به سرعت بخشیدن امور کمک شایان توجهی می کند و رسیدن به اهداف را آسانتر می کند. مشارکت شهروندان و همکاری های اجتماعی آنها در نوسازی محیط زندگی خود منجر به افزایش حس تعلق آنان به شهر می شود و بسیاری از طرح های شهری تنها با این حس تعلق و احساس مسئولیت قابل پاسخ دادن می-باشد.

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نقشه های تعاملپذیر تحت وب با استفاده از شبکه گسترده جهانی[1] می تواند گسترش یافته و اجازه دسترسی افراد بیشتری را به اطلاعات مکانی و توابع جغرافیایی دهد (۴). در روزگار حاضر بسیاری از افراد تجربه استفاده از نقشه های جهانی مانند گوگل را برای کسب اطلاعات داشته اند و یا از برنامه های مکان محور مانند تاکسی های اینترنتی بهره مند می شوند. چنین آگاهی می تواند پیش نیاز مشارکت شهروندان در تکمیل اطلاعات مکان-محور باشد. عملکرد WebGIS در اینترنت بر مبنای مبادله اطلاعات با ساختار Client/Server است که برای انتشار و دسترسی به اطلاعات و نقشه ها بر روی شبکه جهانی وب از فناوری های سمت سرور و سمت کاربر شامل زبان های برنامه نویسی سمت سرور، زبانهای برنامه نویسی سمت کاربر، و پایگاه های داده مکانی استفاده می نماید. برای انجام پردازش های مختلف بر روی داده های مکانی استانداردهایی تعریف شده است. نسل دوم وب (Web 2.0) مفهومی است که بر اساس آن تعامل با محتوای وب به مثابه تعامل با محتوای موجود در کامپیوترهای شخصی است. در وب ۲ کاربر صرفا مصرف کننده محتوا نیست بلکه خود او هم در فرآیندی جمعی و غیرمتمرکز به تولید محتوا می پردازد و به طور کلی در چرخه حیات وب جدید نقشی مستقیم و موثر

1- World Wide Web

ایفا می کند. به تدریج این فناوری در علوم اطلاعات مکانی نیز به کار گرفته شده و تحت عنوان اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه یا VGI مطرح گردیده است. در نوآوری VGI، داوطلبان داده های مکانی را در محیطی ویژه که در بدنه وب گاه های مختلف طراحی شده، وارد نموده و آنها را میان سایر کاربران به اشتراک می‌گذارند (۵). در این حالت شهروندان نه تنها مصرف کننده اطلاعات جغرافیایی هستند بلکه می توانند به غنی نمودن اطلاعات نقشه های تعاملپذیر نیز کمک نمایند. از این رو تحقیق حاضر بر آن است که چنین رویکردی را تحت مدلی اختصاصی با هدف اکتساب اطلاعات بافت های فرسوده شهری دنبال نماید. بنابراین، ابتدا به طراحی مدلی شیء-گرا و سپس معماری مفهومی و مولفه های مورد نیاز در چنین مکانیزمی پرداخته می شود. در انتها نیز اجرای نمونه یک سامانه حاوی نقشه های تعامل پذیر تحت وب با رویکرد VGI و Web 2.0، با استفاده از فناوری های متن باز، زبانهای برنامه نویسی کارآمد سمت کاربر و سرور در دستور کار قرار می گیرد تا به مدیریت طرح های نوسازی بافت فرسوده کمک نماید.

پیشینه و مبانی نظری تحقیق

VGI به شکل گسترده ای توسط دانشمندان علوم اجتماعی و محیط زیست به کارگرفته شده است. لیو و همکاران بحث می کنند که سنجش اجتماعی به عنوان یک روش جدید برای درک محیط های اجتماعی-اقتصادی است (۶). به طور خاص قابلیت VGI در فهم فعالیت های انسان نشان دهنده میزان حساسیت آن نسبت به محیط اجتماعی-اقتصادی می باشد. از طریق VGI برای اولین بار قادر خواهیم بود فعالیت های انسان را مشاهده نموده و دانش مکانی که در دنیای واقعی رخ می دهد را در مقیاس و وضوحی که در گذشته امکانپذیر نبوده، درو کنیم (۷). به عنوان مثال، مطالعاتی بر روی تحلیل رویدادها در شبکه های اجتماعی انجام گرفته و همچنین فعالیت ها در محیط شهری بر اساس خط سیر کاربران تلفن های همراه اکتشاف شده است (۸ و ۹). علاوه بر آن، VGI در حیطه ژئوپولتیک (۱۰)، بوم‌شناسی‌های اجتماعی فضا-زمان (۱۱) و تهیه نقشه از رویدادهای اجتماعی (۱۲) استفاده شده است. در زمینه مطالعات شهری، VGI به صورت ریز داده و درهرجایگاه[1] بوده و بنابراین برای مدیریت شهری، حکومت داری و مطالعات در مقیاس معمولی یا محلی (با وضوح بالا) مناسب هستند. به عنوان مثال، از داده های شبکه اجتماعی مکان-مبنای Foursquare برای ارزیابی رضایت شهروندان از امکانات و خدمات شهری شهرهای اروپایی استفاده شد (۱۳). POI های شبکه هایی چون Baidu و تراکم کاربر Tencent در زمان واقعی برای دستیابی به نقشه توزیع جمعیت در سطح ساختمان اتخاذ شد (۱۴). می توان گفت که VGI به عنوان مولفه ای از جغرافیای جدید[2]محسوب شده و نقش آن در طراحی شهری از دیدگاه علوم اجتماعی توسط فوث و همکاران بحث شده است (۱۵).

مشارکت شهروندان در پایش محیط زیست مبحث جدیدی نیست. با این حال، هم افزایی وب ۲,۰ و حسگرهای قابل حمل، تا حد زیادی میزان مشارکت و مقیاس آن را افزایش داده است (۱۶ و ۱۷). VGI نویدبخش به دست آوردن داده های بزرگ از سطح زمین و فرآیندهای نظارت بر محیط طبیعی و محیط ساخته شده می باشد (۱۸).

Connors و همکاران زیربنای مفهومی و فنی پایش محیطی مبتنی بر VGI و چالش های جدید آن را مورد بحث قرار داده اند. مطالعه موردی این تحقیق پایش بیماری جنگل بوده است (۱۹). علاوه بر این، مطالعاتی وجود دارد که مشاهدات فنولوژیکی را بر اساس VGI انجام دادند یا VGI را برای تجزیه و تحلیل تناسب زیستگاه مانند مطالعات در مورد جمعیت حشرات مورد استفاده قرار داده اند (۲۰ و ۲۱).

بر اساس رویکرد VGI مردم داده های خود را که با هدف مشخصی جمع آوری شده‌اند، در اختیار سیستم قرار می‌دهند (۲۲). در این نگرش هر فرد می تواند به عنوان سنجنده ای باشد که محیط پیرامون خود را مرتب رصد می کند (۲۳). از انگیزه‌های اصلی برای رفتن به سمت چنین چارچوب هایی، عدم دسترسی و هزینه بالای دستیابی به منابع دقیق اطلاعات جغرافیایی از

1- ubiquitous

2- neogeography

روش های مرسوم می باشد. بدین ترتیب سازمان ها و ارگان ها می توانند تنها بر روی کمبودها و نیازهای خود که به شکل توزیع یافته و داوطلبانه قابل دستیابی نیست، تمرکز نمایند. به طور مثال در بسیاری امور شهری کاربران اینترنتی می توانند سریعتر از متصدیان امر را از وقایع و شرایط موجود طریق وسایل همراه خود مطلع سازند.

رحمتی زاده و همکاران در تحقیقی به بررسی یک چارچوب مفهومی برای استفاده از VGI در مدیریت اراضی پرداخته اند (۲۴). سیستم مدیریت اراضی به شهروندان در شناخت حقوق، محدودیتها و مسئولیت هایی که مرتبط با زمین و ملک باشد یاری می رساند. رویکردهایی که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته اند مبتنی بر فرآیندهای نقشه برداری دقیق بوده است که زمان بَر و هزینه بَر می باشند. مطالعات صورت گرفته در این حوزه، VGI را به عنوان یک روش کاربردی و کم هزینه برای کسب سریع اطلاعات مکانی از راه کمک های داوطلبانه به ویژه در کشورهایی که اطلاعات ثبت شده از اراضی محدود است، پیشنهاد می کند.

سنارتن و همکاران با بهره گیری از فناوری های پیشرفته وب و سنسورهای موقعیت یاب دستگاه های هوشمند، بدون نیاز به دانش تخصصی و تجارب قبلی شهروندان، به تولید داده های جغرافیایی پرداختند (۲۵). با توجه به این تحقیق زمانی که به بینش های جدیدی در ارتباط با مسائل شهری و نقشه های GIS برای نمایش یافته ها دست پیدا کنیم، ساکنان محله می توانند به نحو موثرتر و قانع کننده تری همراه با سایر ساکنان محله و حتی ساکنان محلات دیگر در مورد اینکه چه طرحی در محله شان پیاده خواهد شد و یا در حال اجرا است، همکاری داشته باشند. در این صورت آنها می توانند با مطرح کردن نیازها، سرمایه ها و تقاضاهای مختلفشان علاوه بر تجربیات منحصر به فرد خویش به عنوان ساکنان محله در مورد اینکه چه برنامه ای در آینده در محله شان رخ خواهد داد، سهیم باشند.

لودیجیانی و ملچیوری در تحقیقی به بررسی کیفیت داده های جمع آوری شده توسط یک سامانه مبتنی بر VGI پرداخته اند (۲۶). با روش های مختلف می توان کیفیت داده های داوطلبانه را ارزیابی نمود. مثلاً یک شیوه اتکا به تأیید سایر افراد در رابطه با یک داده می باشد. اگر یک داده جغرافیایی واحدی را چند نفر مورد تأیید قرار دهند می تواند اطمینان مورد نیاز را برآورده سازد. یا روش دیگر در نظر گرفتن وجهه اجتماعی فرد داوطلب است. چنانچه فرد مورد وثوق و اعتماد باشد می توان داده های به اشتراک گذاشته را تأیید نمود. و نهایتاً اینکه آیسی و اسبوی نیز کیفیت داده های VGI را مورد بررسی قرار دادند (۲۷). برای این منظور با تعریف کردن شاخصه هایی که معیارهای VGI را نیز در بر گرفته باشد، برای ارتقاء کیفیت فراداده های جغرافیایی[1] و همچنین اعتبارسنجی آنها طرحی آماده نمودند. همچنین یکی از رویکردهای جدید، بهره گیری از ظرفیت VGI در کنار زیرساخت داده مکانی برای دستیابی توامان به تعامل پذیری سازمانی و تسریع به هنگام سازی داده ها می باشد (۲۸). این پژوهش ها همچنان رو به توسعه هستند.

روش بررسی

تعیین شاخص های بافت فرسوده شهری

با توجه به تعاریف ارائه شده، بافت فرسوده شهری، به محدوده ها، فضا یا سازه هایی در شهر اطلاق می شوند که بازتابی از تأثیر یک یا چند عامل مخرب در طول زمان هستند. این عوامل مخرب عمدتا به این منجر می شود که یک بافت از ایمنی پایینی برخوردار بوده، غیر قابل سکونت یا استفاده بوده، ارزش بسیار پایانی نسبت به پیرامون خود داشته باشد، امکان تعاملات اجتماعی و اقتصادی در آن وجود نداشته و به لحاظ کالبدی و سیمای شهری مطلوب مردم نباشد. ممکن است یک بافت قدیمی بوده ولی کارآمد باشد و ارزش های کمی و کیفی محیط زیست انسانی در آن بروز نکرده باشد. و یا یک بافت قدیمی ارزش تاریخی و فرهنگی داشته و قدمت آن نشاندهنده فرسودگی یا ناکارآمدی آن نباشد. بنابراین شاخص های مختلفی برای شناسایی و تعیین این بافت ها ارائه شده اند. به لحاظ فنی بعضاً قواعد کمی و مهندسی برای چنین تشخیصی مطرح شده اند. به طور مثال، برای تشخیص فرسوده بودن یک بلوک متشکل از

1- GeoSpatial Metadata

ساختمان ها، شورای عالی شهرسازی و معماری ایران عنوان می-نمایند که بلوک های ناپایدار، بلوک هایی هستند که بیش از ۵۰٪ بناهای آن ناپایدار و فاقد سیستم سازه است. همچنین بلوک های نفوذناپذیر بلوک هایی هستند که بیش از ۵۰٪ معبر آن عرض کمتر از ۶ متر دارند. و یا به لحاظ ریزدانگی، بلوک هایی که بیش از ۵۰٪ پلاک های آن مساحت کمتر از ۲۰۰ متر مربع دارند نامطلوبند. شاخص های ناپایداری، نفوذناپذیری و ریزدانگی بر این اساس شاخص های مهمی در تشخیص بافت فرسوده محسوب می شوند. اما دو مسئله وجود دارد. اولاً شاخص های متفاوتی به لحاظ تشخیص بافت ناکارآمد یا فرسوده مطرح می شوند که در کشورها و سازمان های مختلف متفاوتند. ثانیاً با توجه به اینکه هدف این تحقیق استفاده از ظرفیت مشارکت شهروندی و اطلاعات جغرافیایی داوطلبانه است، نمی توان اکتساب آن را به صورت تخصصی و با متر و معیارهای کمی انتظار داشت. نکته قابل توجه دیگر آن است که پس از اجرای طرح های VGI، یک مرحله پالایش و کنترل کیفی جهت اطمینان از داده های اکتساب شده اختصاص می یابد، هرچند هزینه این فرآیند در مقایسه سود حاصل از انبوه داده های بدست آمده به صورت رایگان قابل چشم پوشی است. در حال حاضر رویکرد دولت ها و شهرداری ها به سوی شهروند محوری است که این مسئله می تواند هم در اکتساب داده های بافت فرسوده، و هم در فرآیند نوسازی مورد توجه قرار گیرد. برای این منظور به غیر از سیاست گذاری و جهت گیری های صحیح، ایجاد بستر مناسب مشارکت مردم و طراحی اصولی نیز برای رسیدن به نتیجه مطلوب ضروری است. بنابراین، در روش بکار گرفته شده در این پژوهش طراحی مد نظر قرار می گیرد که اکتساب داده ها را برای استفاده های بعدی مدیران و تصمیم گیران بر اساس رویکرد VGI امکانپذیر سازد.

در مرحله اول روش تحقیق، شاخص های مد نظر در تشخیص بافت فرسوده شهری می باشد. این شاخص های می بایست مبتنی بر معیارهای جهانی و بومی بوده و در عین حال قابلیت تبدیل به پایگاه داده ای در سطح عموم شهروندان را داشته باشد. برای این منظور ضمن بررسی تحقیقات داخلی و خارجی و به خصوص توجه به شاخص های بافت فرسوده در شهرهایی چون فیلادلفیا، لوگان، و کالیفرنیا، موارد ذیل مد نظر قرار می گیرد.

- مسیرهایی که کیفیت بسیار نامطلوبی پیدا کرده اند، سنگفرش آن ها از بین رفته و یا از استانداردهای لازم برخوردار نیستند.
- ساختمان های مسکونی قدیمی، ناایمن، فرسوده و غیر مجهز
- زمین های خالی و توسعه نیافته
- زمین های کثیف و پر از تجمع آلودگی، زباله یا مصالح ساختمانی و مخروبه
- سازه یا کاربری زمین نامقبول و ناخوشایند و ناسازگار
- کاربری غیراقتصادی و غیرمقرون به صرفه
- ساختمان های متروکه و خالی
- شبکه دسترسی و خیابان کشی باریک و فشرده
- محدوده هایی با وجود متخلفان یا معتادان قابل توجه
- کاربری های اقتصادی قدیمی و ناایمن

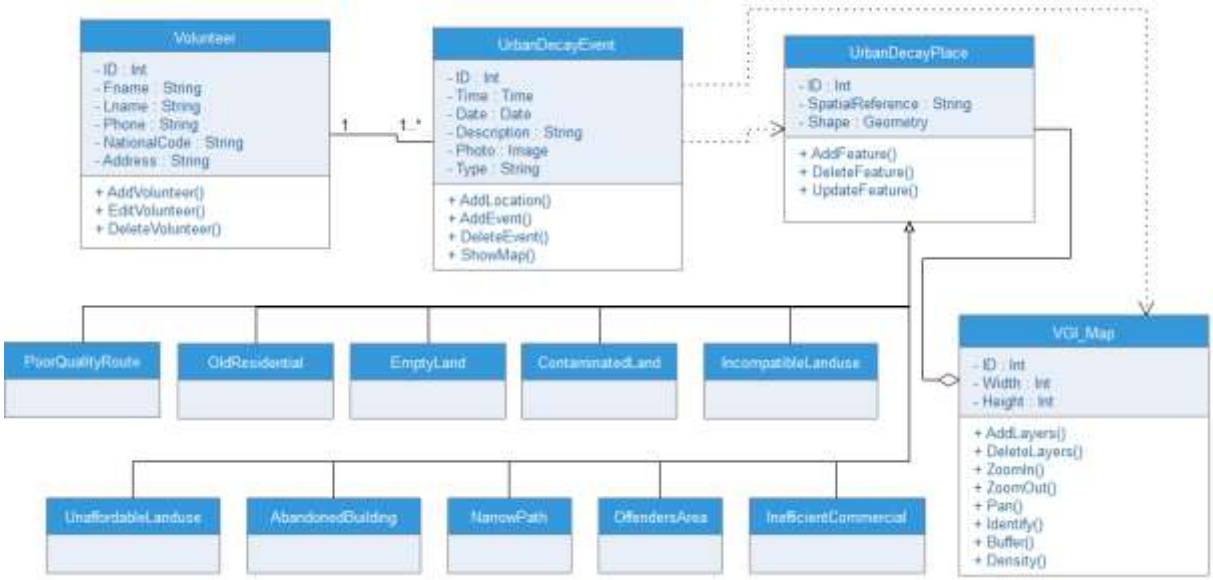
با توجه به موارد مذکور در ادامه طراحی مدل داده و طراحی مفهومی سیستم انجام می گیرد.

طراحی مفهومی شیء گرا

در این قسمت اجزاء و مولفه های اصلی در قالب شیء گرا طراحی می گردد. در طراحی شیءگرا مولفه های اصلی سیستم به یک سری شیء نسبت داده شده که هریک ویژگی ها و عملگرهای مربوط به خود را دارد. اشیاء با یکدیگر تعامل دارند تا هدف سیستم محقق شود. در طراحی های شیء گرا معمولاً از زبان یکپارچه مدل سازی (UML) بهره گرفته می شود. این زبان یک زبان مدل سازی جامع و روشی باز برای نمایش گرافیکی، توصیف ویژگی‌ها، طراحی و مستندسازی اجزای یک سامانه نرم‌افزاری در حال توسعه است. در این پژوهش نیز از UML برای ارائه، طراحی، و پیکربندی فرآیند مدیریت داده ها و قابلیت های پردازشی سامانه اکتساب داده های بافت فرسوده شهری مبتنی بر VGI استفاده می شود.

در شکل ۱ دیاگرام کلاس موجودیت ها و ارتباطات بین آن ها ملاحظه می شود. مطابق شاخص های شناسایی شده در بخش

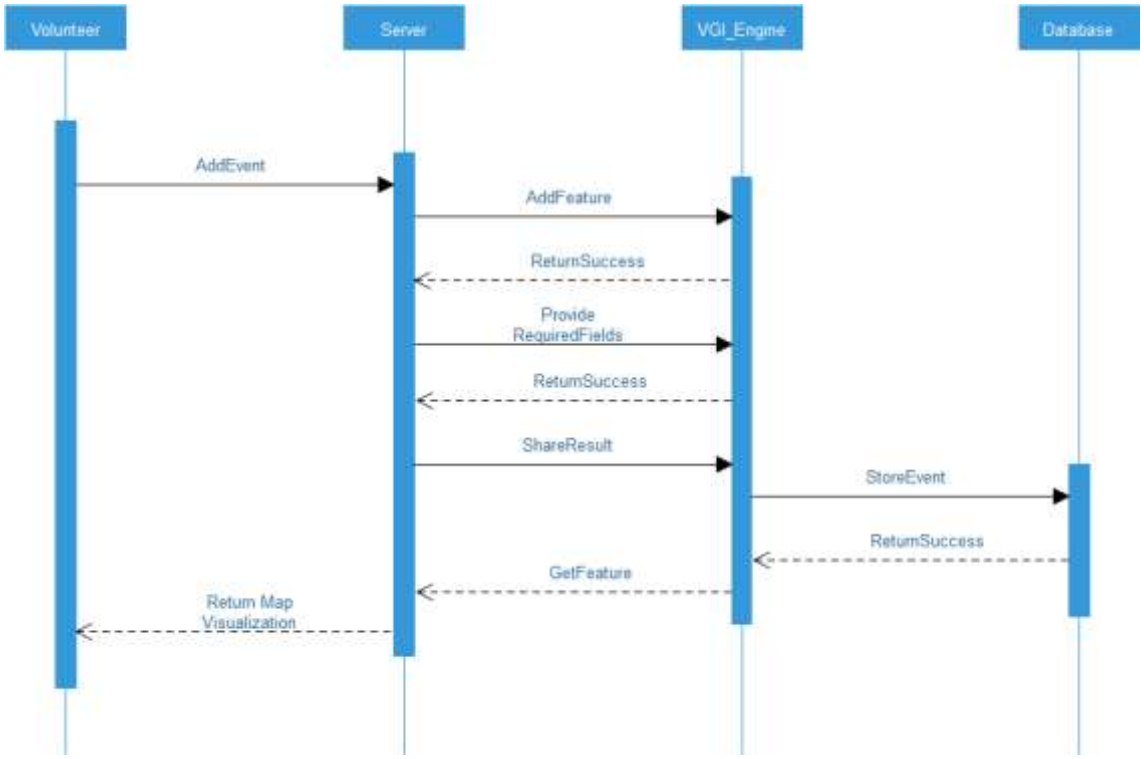
قبل، یک کلاس در سطح بالا برای موقعیت های ترسیم شده توسط داوطلب با نام UrbanDecayPlace در نظر گرفته شد. این کلاس ویژگی های هندسی و سیستم مرجع مکانی را در خود داشته و قابلیت های تابعی مانند افزودن، حذف و به هنگام رسانی عوارض در آن در نظر گرفته شده است. زیرکلاس های کلاس موقعیت بافت فرسوده، طبق ۱۰ شاخص مطرح شده با عناوین PoorQualityRoute، OldResidential، EmptyLand، ContaminatedLand، IncompatibleLanduse، UnaffordableLanduse، AbandonedBuilding، NarrowPath، OffendersArea و InefficientCommercial نام گذاری شده اند. طبیعتاً بر اساس رابطه میراث بری صفت ها و شیوه های مربوط به کلاس موقعیت بافت فرسوده در این کلاس ها نیز وجود دارد. از این بین، دو کلاس مربوط به مسیرهای با کیفیت پایین و راه های باریک با هندسه خطی اجرا می شوند و سایر کلاس ها به صورت پلیگونی خواهند بود. البته با توجه به مقیاس می توان نمایش نقطه ای از این لایه در نظر گرفت. کلاس مربوط به داوطلب با نام Volunteer نیز شامل صفات مربوط به کد یکتا، نام، نام خانوادگی، کد ملی، تلفن و آدرس می باشد. شیوه های این کلاس نیز با هدف افزون، ویرایش و یا حذف داوطلب استفاده می شوند. کلاس UrbanDecayEvent اطلاعات مربوط به بافت فرسوده است که یک کاربر وارد نموده است و داوطلب می تواند یک یا چند مورد در این خصوص وارد نماید. در کلاس رویداد بافت فرسوده اطلاعاتی مانند زمان و تاریخ ثبت، توضیحات مربوط به رویداد، عکس اخذ شده توسط فرد و نوع بافت فرسوده افزوده می شوند. نوع بافت فرسوده یکی از ۱۰ مورد بر اساس شاخص های تعریف شده برای بافت فرسوده می باشد. عملگرهایی نیز برای ترسی موقعیت مربوطه، افزودن رویداد، حذف رویداد و نمایش بر روی نقشه در این کلاس در نظر گرفته شده اند. به منظور افزودن موقعیت بافت، همانگونه که مشاهده می شود، وابستگی میان کلاس UrbanDecayEvent با UrbanDecayPlace وجود دارد. علت این است که خروجی این عملگر شیئی از نوع عارضه هندسی می باشد. برای نمایش نقشه نیز وابستگی بین کلاس UrbanDecayEvent با کلاس VGI_Map وجود دارد. در حقیقت کلاس VGI_Map ویژگی ها و امکانات نمایش نقشه را در بر می گیرد. در این کلاس امکانات اولیه ناوبری بر روی نقشه، بزرگنمایی، کوچکنمایی، و اخذ اطلاعات عارضه قرار می گیرند. یک کلاس نقشه ترکیبی از کلاس های عوارض بافت فرسوده شهری خواهد بود. برخی عملگرهای پردازشی مکانی مانند حریم گذاری حول عوارض بافت فرسوده و یا نقشه تراکم بافت فرسوده در این کلاس نیز متصور شده است.



شکل ۱- دیاگرام کلاس موجودیت ها و ارتباطات بین آن ها

Figure 1. Class diagramo of entities and the relationship between them

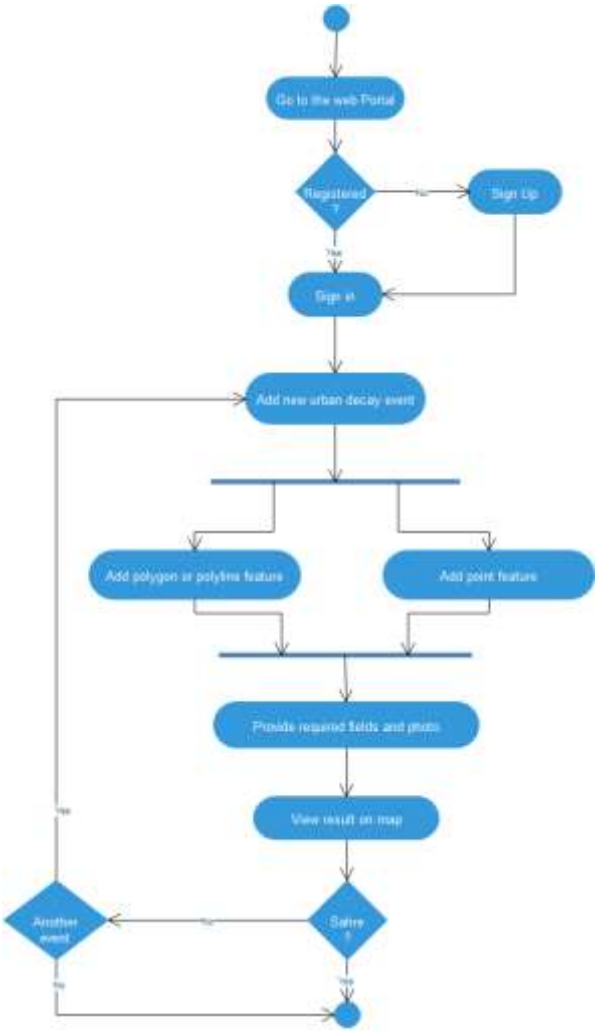
در ایجاد سیستم مورد نظر یک معماری خادم-مخدوم مد نظر خواهد بود بنابراین چهار مولفه اصلی برای اجرای دنباله ای از عملیات شامل ایجاد رویداد بافت فرسوده، ترسیم موقعیت جغرافیایی آن، ذخیره سازی بر روی سرور و نهایتاً اخذ عارضه و نمایش بر روی نقشه، وجود خواهند داشت. این چهار مولفه شامل داوطلب، سرور، موتور VGI و پایگاه داده می باشند. توالی فرآیندها در شکل ۲ نشان داده شده است. داوطلب درخواست خود را از طریق سرور برای ایجاد یک رویداد جدید ارائه می دهد. سپس به کمک موتور VGI، اقدام به ترسیم عارضه و ورود اقلام توصیفی می نماید. سپس عملیات اشتراک گذاری فعال می شود و نتایج بر روی پایگاه داده ذخیره می شوند. نهایتاً با موفقیت آمیز بودن فرآیند، عارضه مکانی اخذ شده و نمایش بر روی نقشه به کاربر ارائه می شود.



شکل ۲- دیاگرام توالی بین مولفه ها برای ایجاد یک بافت فرسوده جدید و نمایش آن در نقشه

Figure 2. Sequence diagram of the interaction between involved objects for creating a new urban decay event and its representation on the map

همچنین فرآیندهای اصلی سامانه در زمان ورود فرد داوطلب و افزودن رویداد و عارضه مربوط به بافت فرسوده در شکل ۳ ملاحظه می شود. همانطور که مشخص است سامانه برای کاربران ثبت نام شده و مورد تأیید دسترسی ایجاد خواهد نمود. برای افزودن عارضه، فرد می تواند با توجه به نوع بافت فرسوده عارضه پلیگونی یا خطی را انتخاب نماید. اما به دلیل اینکه برای کاربر معمولی و نا آشنا با GIS ممکن است چنین ترسیمی مقبول نباشد، راه دیگر مشخص نمودن موقعیت ناحیه به صورت نقطه ای است. پس از پر نمودن فیلد های توصیفی در فرم های مربوطه و بارگذاری تصویر منطقه کاربر به نمایش نقشه هدایت می شود. در نهایت برای عارضه های چندقسمتی و یا یک رویداد جدید فرآیند قابل تکرار خواهد بود و در غیر این صورت کاربر می تواند اشتراک گذاری را به پایان برسد تا همه موارد در پایگاه داده ذخیره شوند.



شکل ۳- دیاگرام فرآیند اصلی در مواجهه داوطلب با سامانه

Figure 3. Main activity diagram of encountering a volunteer with the portal

یافته ها

معماری سامانه و فناوری های به کارگرفته شده

معماری سامانه مورد نظر یک معماری متشکل از سه لایه نمایش، منطق، و داده ها می باشد که در شکل ۴ مشاهده می شود. در معماری این سیستم از فناوری ها و مولفه های متن باز جدید استفاده شده است. لایه نمایش ارائه دهنده واسط کاربری برای کاربر نهایی می باشد. تعاملات، دسترسی به منوها، نمایش نقشه، قابلیت های ترسیم و ایجاد رویداد بافت فرسوده، برقراری ارتباط با سرور، و بازیابی داده ها و خدمات از این طریق توسط فرد داوطلب صورت می گیرد. صفحات وب، و ویدجت ها با زبان های HTML، CSS ، و کتابخانه های Bootstrap طراحی می-شوند. پویاسازی وب نیز به کمک ابزارهای مختلف Web 2.0 همچون AJAX ، زبان جاوا اسکریپت، و توابع JQuery انجام می شود. در کنار این ها API ارائه شده توسط OpenLayers نیز برای نمایش نقشه و اطلاعات مکانی سمت کاربر استفاده می-شوند.

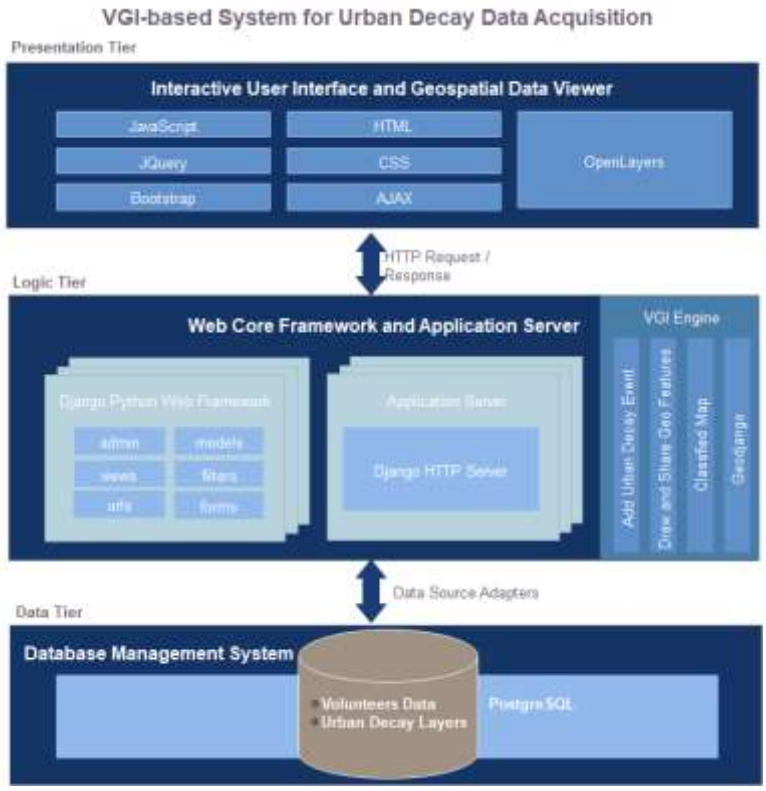
منطق برنامه شامل هسته چارچوب وب تحت سرور در کنار برنامه های اختصاصی توسعه یافته برای موتور VGI می باشند. این برنامه اختصاصی برای ایجاد رویداد بافت فرسوده شهری، ترسیم عارضه های جغرافیایی مربوطه، نمایش خروجی های دسته بندی شده نقشه های حاصل از بافت فرسوده می باشند. در حقیقت این لایه منطق لازم برای خدمات دهی به کاربران از طریق وب و اتصال آن ها به داده ها را موجب می شود. چارچوب اصلی وب

در اینجا را Django تشکیل می دهد. Django چارچوبی برای توسعه برنامه های سطح بالا در وب به زبان پایتون می باشد. بنابراین، اصلی ترین زبان برنامه نویسی تحت وب در معماری توسعه یافته پایتون می باشد. چارچوب Django از الگوی مدل-نمایش-کنترل (MVC) پیروی می نماید. در این الگو کدهای مربوط به کار با پایگاه داده (مدل)، کنترل کننده یا منطق تجاری، که عمده آن با بهره گیری از ماژول ها در پایتون نوشته می شود، و آن بخشی از برنامه که مربوط به رندر شدن پاسخ ها جهت ارسال به کاربر است (نمایش)، از هم مجزا هستند. به عنوان مثال، نمایش بصری و الگوی نمایشی سیستم حاوی هیچ اطلاعاتی مانند پایگاه داده، پارامترهای ذخیره سازی داده، لایه مربوط به پاسخگویی به درخواست های کاربر، و اطلاعات ذخیره سازی برای استفاده بعدی نیست. هر اطلاعات مربوط به بخش جداگانه-ای است و در صورت نیاز هر بخش می تواند به تبادل اطلاعات و یا ارسال درخواست به بخش های دیگر بپردازد. ظاهر (به عنوان مثال، برچسب های HTML) یا قالب وبسایت در فایل های جداگانه ذخیره می شود.

بخش کنترل نیز به عنوان ماژول های پایتون ایجاد و ذخیره می شود. در این حالت برنامه نویس با ماژول های کنترل و طراح با تگ های HTML سر و کار خواهند داشت. اگر هدف استفاده از پایگاه داده باشد، نیازی به نوشتن دستورات SQL نیست، اما می توان از طریق مکانیسم های داخلی جنگو با دستورات پایتون که امکان بازیابی داده ها، حذف، به روز رسانی و درج یک رکورد جدید را فراهم می کند، به آن پرداخت. مهمترین ماژول ها به عنوان منطق تجاری را می توان به موارد اصلی ذیل تقسیم کرد: ماژول مدیریت برای دسترسی به صفحات مدیریت، مدل های طراحی پایگاه داده، فیلترهای ایجاد فیلتر در پرس و جوهای کاربر، فرم هایی برای توسعه فرم های وب برای مواردی مانند ایجاد یک رویداد جدید. خدمات نقشه، آدرس‌های اینترنتی برای ساختار پیوندها در برنامه، و نماهایی برای پردازش درخواست‌های کاربر و نمایش پاسخ‌ها در وب. در لایه منطقی، درخواست های دریافت و ارسال از مشتریان از طریق سرور HTTP منبع باز موجود در چارچوب جنگو پاسخ داده می شود. همچنین بسته ای با نام GeoDjango برای ایجاد قابلیت های مکانی مانند تبدیل ترسیمات فرد داوطلب بر روی نقشه به عارضه مکانی، انتساب سیستم مرجع مکانی، و نهایتاً ذخیره و بازیابی داده های مکانی مورد استفاده قرار می گیرد.

اطلاعات به اشتراک گذاری شده توسط افراد در پایگاه داده ذخیره شده و بعدا می تواند مورد مطالعه و صحت سنجی دقیق تر کارشناسان قرار گیرد. کارشناس می تواند موقعیت مکانی، تصویر بارگذاری شده از منطقه و فیلدهای توصیفی را بازبینی نموده و تأیید نماید. البته یکی از مکانیزم هایی که در سیستم های VGI وجود دارد بهره گیری از ظرفیت خود کاربران است. یعنی به مرور که مخاطبان سامانه افزایش می یابد، افراد می توانند با بازخوردهای خود، صحت یا نقص در اطلاعات ارائه شده در یک رویداد بافت فرسوده را با بازخوردها و رأی های خود مشخص نمایند. با توجه به این که این پژوهش یک سامانه آزمایشی را توسعه می دهد و برخورداری از کاربران زیاد نیاز به عوامل دیگری چون قرار گرفتن سامانه در دسترس عموم، و تبلیغ و انتظار جهت افزایش اطلاعات ثبت شده در سیستم دارد، چنین مسئله ای عملا قابل آزمایش نمی باشد.

لایه داده ها بر پایگاه داده و مدیریت آن متمرکز می شود. مهمترین داده ها اولاً اطلاعات داوطلبان و ثانیاً رویدادهای بافت فرسوده ثبت شده می باشد. در صورتی که مولفه باخورد و رأی گیری نیز در فاز توسعه اضافه شود، داده های آن در این قسمت ثبت خواهند شد. پایگاه داده اولیه چارچوب جنگو SQLite است که در فاز توسعه با سیستم مدیریت پایگاه داده قویتری چون PostgreSQL و افزونه مکانی آن PostGIS جایگزین شد.



شکل ۴- معماری و فناوری های سامانه

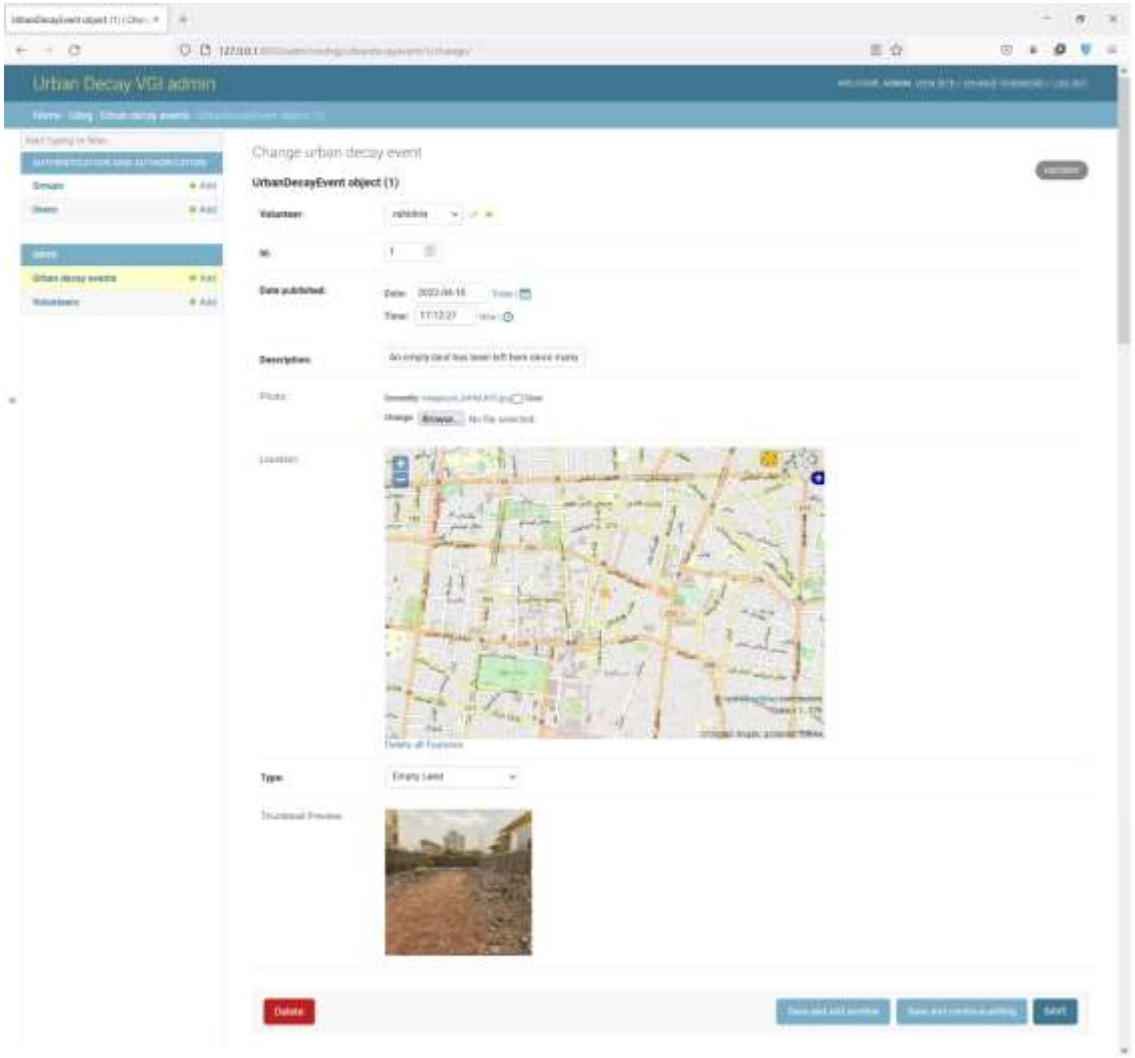
Figure 4. System architecture and technological solutions

اجرای تحت وب سامانه مدیریتی بافت فرسوده

طبق طراحی انجام شده برای مدل پایگاه داده، پیاده سازی به کمک چارچوب جنگو با زبان برنامه نویسی پایتون و در محیط Visual Studio Code انجام گرفت در قسمت مدل، کلاس های مربوط به موجودیت های اطلاعاتی از جمله Volunteer، UrbanDecayEvent و UrbanDecayPlace پیاده سازی شدند. پس از اعمال فرآیند مهاجرت مدل[1] شمای مدل و اطلاعات نمونه در یک پایگاه داده PostgreSQL ذخیره سازی می گردند. همچنین در محیط مدیریتی جنگو دسترسی لازم برای مشاهده و ویرایش داده ها ایجاد شد.

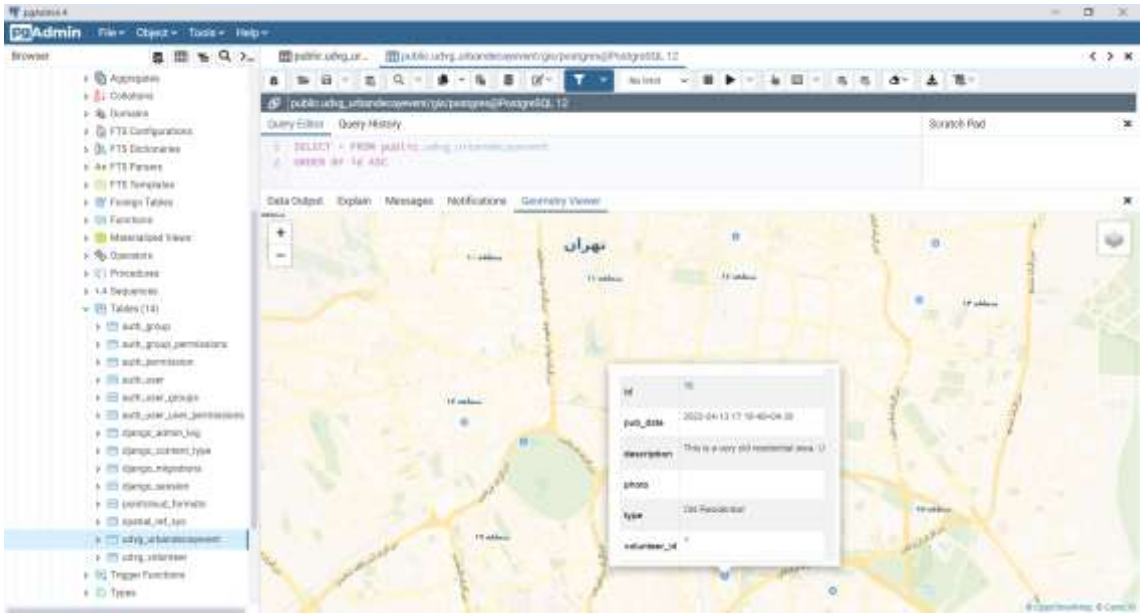
در شکل ۵ واسط کاربری تحت وب بخش مدیریتی سامانه در مرورگر Mozilla Firefox مشاهده می شود. اجرا بر روی IP پیش فرض ۱۲۷.۰.۰.۱ و بر روی درگاه ۸۰۰۰ نشان داده شده است. در تصویر نمونه ای از ایجاد یک نمونه شیء از نوع رویداد بافت فرسوده ملاحظه می شود که فرد داوطلب اطلاعاتی مانند توصیف بافت، نوع بافت فرسوده بر اساس دسته بندی ارائه شده در مدل، تصویر مربوطه، و تاریخ و زمان انتشار اطلاعات را ثبت نموده است. مجموعه داده ها نهایتاً از طریق پایگاه داده PostGIS به صورت تجمیع شده در دسترس خواهد بود تا مورد استفاده مدیران و تصمیم گیران قرار گیرد (شکل ۶). این سامانه می تواند به راحتی مورد استفاده انبوه کاربران قرار گرفته و سرویس های نقشه حاصل از آن موجب شناخت سریع از گستره مکانی بافت های فرسوده، توزیع گونه های مختلف آن در شهر و اولویت بندی آن جهت اقدام برای نوسازی خواهد شد.

1- make migrations



شکل ۵- محیط مدیریتی سامانه و نمونه ای از داده انبوه سپاری شده بافت فرسوده

Figure 5. System management environment and a sample of crowdsourced worn-out tissue data



شکل ۶- داده های به اشتراک گذاری شده بافت فرسوده در پایگاه داده PostGIS

Figure 6. Shared data related to worn tissue in the PostGIS database

بحث و نتیجه گیری

قسمت عمده بافت های شهری تهران که گذشته تاریخی زندگی اجتماعی عده ای را بر خود حمل می کنند، با گذشت زمان بالندگی خود را از دست داده و دستخوش فرسودگی شده اند، به گونه ای که امتداد این فرآیند در طول زمان شهر را از درون می پوساند. در پی تحول در شیوه زندگی و سکونتگاه های کنونی، به خصوص در پی تغییر نیاز به خدمات گوناگون و نیازهای حاصل از تحولات در طی زمان - از جمله نیاز به زیرساخت های حمل و نقل، دسترسی به تأسیسات و تسهیلات و نظایر اینها برای زندگی، محله های کهن و قدیمی شهری به دلیل وفق نیافتن با شرایط جدید، دچار چنین روندی می شوند. انقطاع ارتباطی بین مهمترین ویژگی های بافت قدیم و بافت های جدید و نوساز شهر، باعث زوال کالبد قدیمی شهر، از خود بیگانگی و از دست رفتن هویت شهر می شود. در چنین شرایطی لازم است با استفاده از سیاست های مناسب به احیای این بافت ها پرداخته شود. احیا به مفهوم بازگرداندن زندگی در محلات قدیمی، بیش از هر چیز مستلزم رفع موانع قانونی فعلی از یکسو و توانمندسازی مردم محله به معنای واگذاری اختیارات لازم برای تصمیم گیری و ایجاد تشکل های اجرایی، فراهم آوردن خدمات مشاوره ای برنامه ریزی و طراحی و نیز اقدام شهرداری های منطقه در رفع معضلات کالبدی - اجتماعی محله و ایجاد تسهیلات لازم از سوی دیگر می باشد. اولین قدم پیش از اقدام به نوسازی، شناخت مناطق بافت فرسوده و شیوه اکتساب داده های جغرافیایی و ویژگی های آن در سطح یک شهر می باشد که مورد توجه این پژوهش قرار گرفت. در این مقاله تبیین شد که شیوه اکتساب داده توسط نیروهای متخصص بعضا با کندی و هزینه بالا برای شهرداری ها و سیستم های اداره شهری پیش خواهد رفت. بنابراین رویکرد اصلی در این تحقیق بر روی توجه به فناوری و مشارکت مردم متمرکز گردید. می توان با یک تحلیل هزینه-فایده ساده به جمع بندی نهایی رسید. برای این منظور باید توجه داشت که هزینه سخت افزاری لازم برای نگهداری و تحلیل اطلاعات چه از روش جمع آوری سازمانی و چه از روش پیشنهاد شده شهروندی یکسان می باشد. بنابراین عامل تفاوت هزینه جمع آوری اطلاعات و توسعه سیستم VGI می باشد. اگر هزینه توسعه چنین سامانه ای سه میلیارد ریال تصور شود در ابتدا نیاز به یک سرمایه گذاری نه چندان زیاد می باشد. حال تصور کنید برای جمع آوری و به هنگام سازی اطلاعات ده هزار مورد بافت فرسوده در شهر در

طول یک سال برای هر کدام نیاز به اعزام یک تیم کارشناسی به منطقه باشد. هزینه هر بازدید را پنج میلیون ریال در نظر می گیریم. در این صورت هزینه کارشناسی پنجاه میلیارد ریال خواهد شد که نشان می دهد شیوه مردم گستر می تواند موجب چهل و هفت میلیارد ریال صرفه جویی (حدودا کاهش ۱۵ برابری) گردد. برای مطالعات آتی پیشنهاد می شود به افزودن راهکارهای صحت سنجی داده های اشتراک گذاری شده به سامانه و مکانیزم های کنترل آن پرداخته شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح پژوهشی به شماره ۴۰۰۱۲۲۴ مورد حمایت "صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF)" می باشد.

References

1. Hashemzadeh, F., Ebizadeh, S., SafarAlizadeh, E. Identification and Prioritization of the Most Important Factors to Advance Urban Management Plans in the Area of Old Texture (Case Study: Maku city). *Research and Urban Planning*, 2020; 11(40): 137-154.
2. Taghavi, T., Ebrahimi jamnani, L., Bozorgmehr, K., Haghzad, A. Analysis of the effect of healthy city variables on improvement and renovation of worn tissue (Case study; dilapidated neighborhoods of Ghaemshahr). *Geographical Journal of Tourism Space*, 2020; 9(36): 131-153.
3. Jang SY, Choe Y, Kim SA. Place engine: a dynamic model of integrated human-oriented GIS and urban media. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2015 Feb 12; 174:3314-3321.
4. Fontes D, Fonte C, Cardoso A. A web GIS-based platform to assist authorities in emergency response using VGI and sensor data. In2017 4th Experiment@ International Conference (exp. at'17) 2017 Jun 6 (pp. 127-128). IEEE.
5. Vahidnia MH, Vahidi H. Open Community-Based Crowdsourcing Geoportal for Earth Observation Products: A Model Design and Prototype Implementation. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2021 Jan;10(1):24.
6. Liu Y, Liu X, Gao S, Gong L, Kang C, Zhi Y, Chi G, Shi L. Social sensing: A new approach to understanding our socioeconomic environments. Annals of the Association of American Geographers. 2015 May 4;105(3):512-30.
7. Croitoru A, Crooks A, Radzikowski J, Stefanidis A. Geosocial gauge: a system prototype for knowledge discovery from social media. International Journal of Geographical Information Science. 2013 Dec 1;27(12):2483-508.
8. Jendryke M, Balz T, McClure SC, Liao M. Putting people in the picture: Combining big location-based social media data and remote sensing imagery for enhanced contextual urban information in Shanghai. Computers, Environment and Urban Systems. 2017 Mar 1; 62:99-112.
9. Sagl G, Delmelle E, Delmelle E. Mapping collective human activity in an urban environment based on mobile phone data. Cartography and Geographic Information Science. 2014 May 27;41(3):272-85.
10. Korson C. Political agency and citizen journalism: Twitter as a tool of evaluation. The Professional Geographer. 2015 Jul 3;67(3):364-73.
11. Janelle DG. Space-adjusting technologies and the social ecologies of place: review and research agenda.

International Journal of Geographical Information Science. 2012 Dec 1;26(12):2239-51.
12. Polous K, Krisp JM, Meng L, Shrestha B, Xiao J. OpenEventMap: A volunteered location-based service. Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. 2015 Dec;50(4):248-58.
13. Spyratos S, Stathakis D. Evaluating the services and facilities of European cities using crowdsourced place data. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science. 2018 Jul;45(4):733-50.
14. Yao Y, Liu X, Li X, Zhang J, Liang Z, Mai K, Zhang Y. Mapping fine-scale population distributions at the building level by integrating multisource geospatial big data. International Journal of Geographical Information Science. 2017 Jun 3;31(6):1220-44.
15. Foth M, Bajracharya B, Brown R, Hearn G. The Second Life of urban planning? Using NeoGeography tools for community engagement. Journal of location based services. 2009 Jun 1;3(2):97-117.
16. Gouveia C, Fonseca A. New approaches to environmental monitoring: the use of ICT to explore volunteered geographic information. GeoJournal. 2008 Aug;72(3):185-97.
17. Vahidnia MH, Hosseinali F, Shafiei M. Crowdsource mapping of target buildings in hazard: The utilization of smartphone technologies and geographic services. Applied Geomatics. 2020 Mar;12(1):3-14.
18. Hillen F, Höfle B. Geo-reCAPTCHA: Crowdsourcing large amounts of geographic information from earth observation data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2015 Aug 1; 40:29-38.
19. Connors JP, Lei S, Kelly M. Citizen science in the age of neogeography: Utilizing volunteered geographic information for environmental monitoring. Annals of the Association of American Geographers. 2012 Nov 1;102(6):1267-89.
20. Brunsdon C, Comber L. Assessing the changing flowering date of the common lilac in North America: a random coefficient model approach. Geoinformatica. 2012 Oct;16(4):675-90.
21. Garcia-Martí I, Zurita-Milla R, Swart A, van den Wijngaard KC, van Vliet AJ, Bennema S, Harms M. Identifying environmental and human factors associated with tick bites using volunteered reports and frequent pattern mining. Transactions in GIS. 2017 Apr;21(2):277-99.
22. Hollenstein L, Purves R. Exploring place through user-generated content: Using Flickr tags to describe city cores. Journal of Spatial Information Science. 2010 Dec 31(1):21-48.
23. Goodchild MF. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. GeoJournal. 2007 Aug;69(4):211-21.
24. Rahmatizadeh S, Rajabifard A, Kalantari M. A conceptual framework for utilising VGI in land administration. Land Use Policy. 2016 Nov 1; 56:81-9.
25. Senaratne H, Mobasheri A, Ali AL, Capineri C, Haklay M. A review of volunteered geographic information quality assessment methods. International Journal of Geographical Information Science. 2017 Jan 2;31(1):139-67.

26. Lodigiani C, Melchiori M. A pagerank-based reputation model for VGI data. Procedia Computer Science. 2016 Jan 1; 98:566-71.
27. Aissi S, Sboui T. Towards Evaluating Geospatial Metadata Quality in the Context of VGI. Procedia Computer Science. 2017 Jan 1; 109:686-91.
28. Naghavi M, Alesheikh AA, Hakimpour F, Vahidnia MH, Vafaeinejad A. VGI-based spatial data infrastructure for land administration. Land Use Policy. 2022 Mar 1; 114:105969.