Archive of SID

طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم اطلاعات مکانی مردم‌گستر برای شبکه‌ی گاز شهری

حمید باقری *: کارشناسی ارشد مهندسی سیستم های اطلاعات مکانی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان؛
Email:Hamidbagheri87@gmail.com
محمدرضا ملک: دانشیار، گروه سیستم های اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی.
علی اسماعیلی: استادیار، گروه مهندسی سیستم های اطلاعات مکانی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان.
تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۱۳
تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۱۷

چکیده

مشکلات موجود در شبکه‌های شهری و رسیدگی به آن‌ها در حال حاضر به‌منزله‌ی یکی از معضلات در سطح کشور مطرح است، به‌طوری‌که یکی از مهم‌ترین و پرهزینه‌ترین واحدهای شرکت‌های خدمات‌رسانی شهری، سیستم حوادث است. در زیرساخت‌های شبکه‌های شهری به هنگام وقوع حوادث، دسترسی به داده‌های مکانی و توصیفی مناسب و مرتبط با وضعیت موجود در محل حادثه ضروری است. شرکت ملی گاز ایران با دارا بودن بیش از ۱۷۰۰۰ کیلومتر خطوط لوله‌ی گاز، یکی از عظیم‌ترین مجموعه داده‌های مکانی و توصیفی را داراست. در هنگام بروز حوادث در بسیاری از موارد نیاز به قطع گاز در قسمت آسیب‌دیده است. قطع و وصل گاز در شبکه‌ی گاز شهری امری خطرناک است، بنابراین شناسایی نزدیک‌ترین شیرها به محل حادثه از مهم‌ترین عوامل است. در این تحقیق نشان داده شد که استفاده از داده‌های مردم‌گستر می‌تواند به شناسایی نزدیک‌ترین شیرها به محل حادثه بسیار کمک کند و استفاده از محیط‌های اطلاعات مکانی مردم‌گستر و اطلاعات افراد بومی می‌تواند روش سریع‌تر و کم هزینه‌تری برای به‌روزرسانی نقشه‌ها و تسریع فرایند خدمات‌رسانی در شبکه‌های گاز شهری به هنگام رخداد مشکلاتی از قبیل نشت لوله‌های گاز، ترکیدگی لوله‌ها و به طور کلی به هنگام رخداد حوادث باشد. مردم با مشاهده‌ی چنین حوادثی اطلاعات خود را در این سیستم به اشتراک گذاشته و البته مسئولین مربوط پس از آگاهی می‌توانند اقدامات لازم را انجام دهند. پس از مدل‌سازی و طراحی سیستم پیشنهادی، پیاده‌سازی آن در محیط‌ها و نرم‌افزارهای ذکر شده در متن مقاله انجام شد. در پایان طبق نظرسنجی انجام شده از مردم حدود ۸۳ درصد از افراد شرکت‌کننده در نظرسنجی، از طراحی سیستم رضایت نسبی خود را اعلام کرده‌اند. همچنین بر اساس نظرسنجی‌ای که از ۷ نفر از کارشناسان سازمان گاز صورت پذیرفت، ۵ نفر آن‌ها از طراحی چنین سیستمی رضایت داشتند.

واژه‌های کلیدی: *اطلاعات مکانی مردم‌گستر، شبکه‌ی گاز، مدیریت سوانح*

Design and Implementation of a Volunteered Geographic Information System for Gas Urban Network

Hamid bagheri*[1], Mohammad Reza Malek[2] , Ali Esmaeily[3]

Abstract:

Nowadays, existing urban network problems and resolving them are nationwide problems. Thus, an events system is one of the most important and most expensive units in urban service companies. In urban networks' infrastructure during events, access to spatial data and suitable, descriptive and relevant to the current situation on the event site is essential. National Iranian Gas Company by having more than 17,000 km of gas pipelines, it has one of the largest collections of the spatial and attribute data. During an incidence of events in many cases need to cut off gas in part that damaged, so identify the closest valves to the event site is one of the most important factors. In this study, it was shown that volunteered data can be much useful to identify the closest valves to the event and using Volunteered Geographic Information environments and native people information could be a faster and more cost-efficient way to update the maps and expedite the process of servicing in the gas urban network during occurrence of problems such as gas pipes' leakage, pipes rupture and in general occurrence of the event. People by observing such events, their information shared on this system and of course the relevant authorities after becoming aware, can do necessary action. After modeling and design of the proposed system, it was implemented in the frameworks and softwares cited in article. Finally, according to the questionnaire survey from people, about 83 percent of participants in the survey were satisfied with the designed system. Furthermore, based on the interview results from seven water organization experts, five of them were satisfied with designing such a system.

Keywords : *Volunteered Geographic Information, Gas Network, Crisis Management.*

1 M.Sc. Graduated in Geographic Information Systems Engineering, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran; Email:Hamidbagheri87@gmail.com
2 Associate Professor, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran.
3 Assistant Professor, Remote Sensing Engineering Group, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

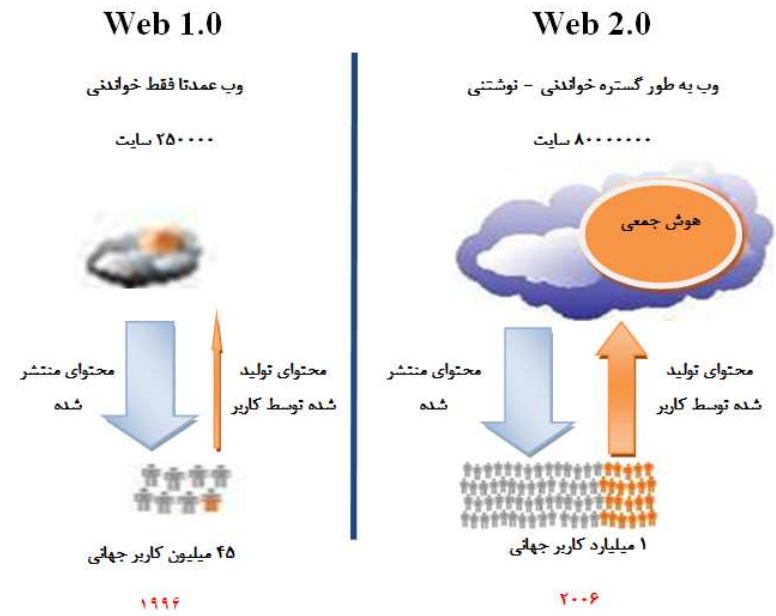
فرایند انتقال حجم انبوه گاز طبیعی در فواصل طولانی، به وسیله‌ی شبکه‌ی خطوط لوله انجام می‌پذیرد. در حالت کلی هزینه‌های خطوط لوله و ایستگاه‌های تقویت فشار گاز، قسمت عمده‌ی هزینه‌ی طرح‌های مربوط به خطوط لوله را شامل شده که در این میان مشکلات فرسودگی، عمر بالا و افزایش شکستگی لوله‌های گاز سبب افزایش هزینه‌های اقتصادی در بهره‌وری از زیرساخت‌های شبکه‌ی توزیع شده است.

بر اساس اطلاعات موجود، بیشتر حوادث منجر به نشتی‌های عمده در شبکه‌ی گازرسانی، در اثر حفاری سایر سازمان‌ها در خیابان‌ها و معابر، اتفاق افتاده است. ناهماهنگی سازمان‌هایی نظیر آب و فاضلاب، برق و مخابرات با شرکت گاز در هنگام حفر کانال، موجب برخورد بیل مکانیکی به لوله‌های گاز و بروز نشتی در آن‌ها شده است که با هماهنگی‌های انجام‌شده، این حوادث کاهش یافته است. همچنین در اثر جدایی اتصالات شیرهای پیاده‌رو و یا از محل سرویس‌های نصب‌شده در محل انشعابات نیز نشتی‌های دیگری اتفاق می‌افتد. نصب اتصال‌های مذکور به طور غیراصولی توسط پیمانکاران، در زمان اجرا و یا وارد آمدن فشارهای غیرمتعارف به اتصالات شیرهای پیاده‌رو پس از اجرا، از عوامل مؤثر در جدا شدن قطعات این‌گونه اتصالات بوده و باعث بروز نشتی می‌شود. در این موارد چون نشتی گاز قابل تشخیص نیست، درنتیجه به‌موقع برای رفع آن اقدام نمی‌شود و در مواردی، گاز نشت‌یافته از راه زمین، به داخل منازل مجاور راه یافته و با ایجاد انفجار و آتش‌سوزی، حوادث منجر به تلفات جانی در پی داشته است[۱].

در سال‌های اخیر اصطلاحاتی مثل جمع‌سپاری، محتوای کاربر تولید و اطلاعات مکانی مردم‌گستر پدیده‌ی کاملاً جدیدی را در تولید مشارکتی داده‌های مکانی تعریف کرده و منبع داده جدیدی تعریف شده است[۲]. روش‌های مختلف به هنگام‌سازی داده‌های مکانی از جمله استفاده از GPS، استفاده از تصاویر هوایی و فتوگرامتری، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مانند اینها علاوه بر اینکه دارای هزینه‌ی بالایی برای جمع‌آوری داده هستند زمان‌بر نیز هستند. ظهور فناوری‌هایی مثل وب ۲ و فناوری‌های همراه، تولید اطلاعات و به اشتراک گذاشتن آن‌ها با یکدیگر را امکان‌پذیر ساخته است [۳]. در حالی که تا قبل از آن، کاربران به صورت مصرف‌کنندگان صرف هستند که تأثیر چندانی بر روی داده‌های تولید شده ندارند [۴].

این امر موجب شد تا حجم عظیمی از داده‌های مکانی توسط مردم ایجاد شود و فرصتی را ایجاد کرد تا افراد عادی بدون نیاز به آموزش و با توجه به دانش محلی خود، اقدام به تهیه‌ی نقشه و تولید اطلاعات مکانی کنند[۵و۶]. به وجود آمدن فاز جدید در اینترنت امکان استفاده از دانش و داده‌های مردم عادی، که در برخی موارد تنها منبع داده هستند را فراهم کرد؛ این داده‌های تولید شده توسط عموم، محیط اطلاعاتی را ایجاد کرد که آن را داده‌های مردم گستر می‌نامند [۷]. مقایسه‌ای از نسل اول و دوم وب در تصویر۱ نشان داده شده است.

داده‌های مکانی مردم‌گستر منبعی بزرگ و ارزشمند از داده‌های مکانی، برای تکمیل داده‌های استاندارد بوده که به کاربران اجازه می‌دهد تا دنیا را بر اساس درک و چشم‌انداز خود تصویر کنند [۹]. داده‌های مکانی مردم‌گستر داده‌هایی هستند که توسط افراد و بدون تکنولوژی خاص و آموزش در مورد تهیه‌ی این داده‌ها فراهم می‌شوند. منابع اصلی این داده‌ها نقاط برداشتی GPS است که توسط گوشی‌های هوشمند فراهم می‌شود. عنصر اصلی در تهیه‌ی این اطلاعات تجربه و دانش شخصی است که برای توجیه موارد کیفیت داده به کار می‌رود [۱۰]. با توجه به مشارکت تعداد زیادی از کاربران برای تولید داده‌های مکانی مردم‌گستر، این داده‌ها به صورت دائم در حال افزایش و تغییر هستند که این ویژگی، داده‌های مردم‌گستر را از داده‌های مکانی استاندارد که پس



تصویر۱: مقایسه‌ی نسل اول و دوم وب[۸]

www.SID.ir

Archive of SID

از انتشار، در بازه‌های زمانی خاص به روز می‌شوند متمایز می‌کند [۱۱].

با این حال، این روند با ایجاد VGI در حال تغییر است. VGI با عنوان محتوای تولید شده توسط کاربر، داده‌های مکانی جمع‌آوری شده و منتشر شده به صورت داوطلبانه توسط اشخاص است [۱۲]. هدف تحقیق، طراحی یک سیستم مکانی مردم‌گستر برای شبکه‌های انتقال گاز است که مردم امکان وارد سازی اطلاعات را داشته و در صورت به وجود آمدن عوامل و نشانه‌های خسارت از جمله نشت لوله‌های گاز، ترکیدگی لوله‌ها و همچنین مواردی که پتانسیل ایجاد خرابی را دارند، هر فردی به محض روبه‌رو شدن با هر کدام از این نشانه‌ها، بتواند به عنوان یک سنجده‌ی هوشمند عمل کند و با ورود به سیستم و مشخص کردن مکان و نوع وقوع حادثه بر روی نقشه، به مسئولین گزارش دهد. در تحقیق حاضر، انتظار می‌رود که مردم مسائلی از قبیل خرابی، تخریب، پتانسیل خرابی، موارد غیرقانونی و مانند اینها را برای شبکه‌های شهری اطلاع‌رسانی کنند.

در این تحقیق ابتدا مقدمه‌ای در باب ضرورت موضوع مورد مطالعه و اهدافی که در این تحقیق دنبال می‌شود بیان شده است. در بخش دوم، فعالیت‌های پیشین و وضعیت موجود شبکه‌های گاز شهری و مشکلات مربوط به آن شرح داده شده است. در بخش سوم مؤلفه‌ها و اِلمان (عنصر)های مربوط به مدل‌سازی و طراحی سیستم پیشنهادی معرفی شده‌اند. در بخش چهارم نرم‌افزارها و زبان‌های برنامه‌نویسی استفاده شده و پیاده‌سازی و ارزیابی سیستم موردنظر بیان شده‌اند و در نهایت در بخش پنجم به نتیجه‌گیری و ارائه‌ی پیشنهادها پرداخته شده است.

مروری بر فعالیت‌های پیشین و وضعیت موجود شبکه‌های گاز شهری

فعالیت‌های پیشین مرتبط را می‌توان به سه دسته‌ی ارتباط سیستم‌های اطلاعات مکانی با شبکه‌ی گاز، محیط‌های اینترنت و وب و سیستم‌های اطلاعاتی مردم‌گستر تقسیم‌بندی کرد که هر کدام را جداگانه بررسی می‌کنیم. نمونه‌ای از آسیب‌های شبکه‌ی گاز مربوط به زلزله‌ی ویتر کالیفرنیا است. این زلزله هنگام صبح و با بزرگی ۵/۹ ریشتر اتفاق افتاد. پس‌لرزه‌های این زلزله با بزرگی ۵/۳ روز بعد ادامه داشت و تقریباً ۱۰۰۰۰ هزار واحد مسکونی و تجاری آسیب دیدند. بعد از وصل مجدد سیستم گازرسانی توسط شرکت گاز کالیفرنیای جنوبی، تقریباً ۲۰۶۰۰ درخواست تلفنی برای تعمیرات از طرف مصرف‌کنندگان، صورت گرفت که ۱۶۵۰۰ مورد آن در ارتباط با راه‌اندازی مجدد شیر قطع گاز بود که توسط مصرف‌کنندگان در هنگام وقوع زلزله، عملیات قطع گاز به وسیله‌ی آن صورت گرفته بود. سیستم انتقال گاز با فشار زیاد، آسیب ندید. شبکه‌ی توزیع، ۲۲ مورد نشتی ناشی از خوردگی داشت. تقریباً ۵۹۰۰ نشتی به دنبال زلزله کشف شد که ۲۰۰۰ مورد آن مرتبط با زلزله بود. ۷۵ درصد خسارات مربوط به اتصالات لوله‌های گاز بود که تحت نیروی زلزله تابیده شده بودند.

در سال ۲۰۰۴ به کاربران امکان قرار دادن داده بر روی اینترنت داده شد و همچنین امکان مشارکت شهروندان در جمع‌آوری داده‌های مکانی فراهم شد که تیم اورایلی این فناوری را وب ۲ نامید. این امر موجب شد تا حجم عظیمی از داده‌های مکانی توسط مردم ایجاد شود و فرصتی را ایجاد کرد تا افراد عادی بدون نیاز به آموزش و با توجه به دانش محلی خود، اقدام به تهیه‌ی نقشه و تولید اطلاعات مکانی کنند [۱۳و۱۴]. از جمله پروژه (طرح)هایی که با استفاده از VGI ایجاد شده‌اند می‌توان، Open Street Map[1] Wikimapia و Wikipedia را نام برد.

OSM پروژه‌ای است که هدف آن به طور خاص تولید و تهیه‌ی اطلاعات مکانی رایگان مانند نقشه‌ی خیابان‌ها برای عموم مردم است. این پروژه در حال حاضر به طور رایگان از طریق سامانه‌ی www.openstreetmap.org قابل دسترسی است. دو عامل مهم که موجب گسترش این سامانه شد، یکی محدودیتی است که برای استفاده یا دسترسی نقشه‌های سراسر جهان وجود داشته و دیگری ظهور سیستم‌های ردیابی ماهواره‌های ارزان قیمت است.

WikiMapia در سال ۲۰۰۶ توسط دو مدیر شرکت اینترنتی روسی به نام‌های Alexandre Koriakine و Evgeniy Save-liev از Google Maps و Wikipedia شکل گرفت [۱۵]. WikiMapia اجازه‌ی اضافه کردن و ویرایش اطلاعات مربوط به هر مکان روی نقشه را به کاربران می‌دهد. سامانه‌ی مربوط به آن www.wikimapia.blog.org است. کاربران می‌توانند از داده‌های این سایت به صورت رایگان استفاده کنند. گرچه برای اضافه کردن داده در این سایت ثبت نام کردن ضروری نیست، اما روزانه در حدود ۱۰۰۰ نفر در این سایت ثبت‌نام می‌کنند.

از جمله استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی مردم‌گستر در مدیریت بحران، به کار بردن آن به هنگام وقوع آتش‌سوزی‌هایی بود که بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ در شهر سانتا باربارا در ایالت کالیفرنیا اتفاق افتاد. در این دوره محیط‌های گزارش‌دهنده‌ی رسمی آتش‌سوزی به وسیله‌ی گزارشات شهروندان به‌روز می‌شدند [۱۶]. اطلاعات مردم‌گستر جمع‌آوری شده در زلزله‌ی ژانویه‌ی ۲۰۱۰ در هایتی[2]، نمونه‌ای از کاربرد سیستم‌های مردم‌گستر به‌منزله‌ی منبع ارزشمند اطلاعات مکانی در هنگام روبه‌رو شدن با بحران است [۱۷]. پروژه‌ی مربوط به هایتی با نام سامانه‌ی Ushahidi - haiti انجام شده است. این طرح، پتانسیل نقشه‌های جمعی مردم‌گستر را با هدف پاسخ‌گویی به بحران و فراهم آوردن یک مدل اساسی مفید برای سازمان‌های بین‌المللی برای بهبود در پیشرفت حالت‌های اضطراری آینده دارد.

همچنین تحقیق صورت گرفته توسط لئو و همکارانش در سال ۲۰۱۱ نشان‌دهنده‌ی نقش مؤثر مشارکت‌کنندگان بومی در تولید اطلاعات مکانی محلی است. در این کار بیان شده است که به‌روز کردن نقشه‌ها در منطقه‌ای از کنیا دارای مشکلاتی مانند هزینه است؛ به‌طوری‌که نقشه‌ی بعضی از قسمت‌ها به بیش از ۱۰ سال گذشته می‌رسد [۱۸]. بنابراین استفاده از سیستم‌های مردم‌گستر و استفاده از اطلاعات افراد محلی می‌تواند روش سریع‌تر

www.SID.ir

Archive of SID

و کم‌هزینه‌تری برای به‌روز کردن نقشه‌ها باشد. نتایج به دست آمده و مقایسه با واقعیت نوع جاده‌ها، نشان داد که افرادی که اطلاعات محلی نسبت به منطقه داشتند، صرف نظر از داشتن اطلاعات نقشه‌برداری، تقسیم‌بندی صحیح‌تری نسبت به افراد بدون اطلاعات محلی انجام داده بودند.

با افزایش استفاده از منابع گاز طبیعی، سیستم‌های مورد نیاز در این زمینه، روز به‌روز پیچیده‌تر می‌شوند. شرکت‌های گاز استانی به عنوان آخرین حلقه‌ی گازرسانی به مشترکین، مسئولیت توزیع گاز و رضایت مشترکین را به عهده دارند. ایستگاه‌های تقلیل فشار و شبکه‌های گاز تأسیساتی هستند که برای این منظور نصب شده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

شبکه‌ی خطوط انتقال گاز شامل خط لوله، ایستگاه تقویت فشار، ایستگاه تقلیل فشار، شیرهای مسدودکننده و تجهیزات ذخیره است، که اثر هر یک در رفتار گذرای شبکه نسبت به دیگری کاملاً متفاوت است. انتقال گاز طبیعی از طریق خطوط لوله بهترین و مؤثرترین روش برای جابه‌جایی گاز از تولیدکننده‌ها به مصرف‌کننده‌ها است. در حالت کلی جابه‌جایی گاز به دو بخش انتقال و توزیع، طبقه‌بندی می‌شود. انتقال گاز، به مفهوم جابه‌جایی حجم زیادی از گاز در فشارهای بالا و مسافت‌های طولانی از منابع تولید تا مراکز توزیع است. توزیع گاز نیز فرایند ارسال از مراکز توزیع تا مصرف‌کننده‌های جداگانه است [۱۹]. در خطوط اصلی انتقال، فشار بالاست، ولی در مناطق توزیع و شبکه‌های مصرف‌کنندگان، فشار پایین است.

بیش از ۵۰ درصد خطوط لوله در جهان، چند دهه از عمر خود را سپری کرده‌اند. مدفون شدن خطوط انتقال طولانی در زیر زمین و کف دریا موجب شده است که تشخیص نشت در آن‌ها به سختی انجام شود. در نتیجه کشورهای زیادی مبالغ بسیاری را صرف تشخیص عیوب خطوط لوله می‌کنند. بنابراین ایمنی و بهره‌وری بالای خطوط لوله می‌تواند نقش مؤثری در اقتصاد بین‌المللی و زندگی مردم داشته باشد [۲۰]. گاز طبیعی و تأسیسات زمینی و غیرزمینی که در امر مهم توزیع آن نقش دارند از یک سو به خاطر اشتعال و انفجارپذیری و از سوی دیگر به علت آثار مهم آن در انرژی‌رسانی به شهروندان باید با رویکردی بسیار دقیق و علمی، بررسی و مورد توجه قرار گیرد.

یک شرکت گاز در امریکا شبکه‌ی توزیعی زیرزمینی بالغ بر یک میلیون مایل را نگهداری می‌کند [۲۱]. شرکت‌های گاز امریکایی سالانه بالغ بر ۳۰۰ میلیون دلار برای تعمیر و تشخیص نشت گاز در شبکه‌های شهری هزینه می‌کنند [۲۲]. ایجاد حادثه در هر کدام از این شبکه‌ها و تأخیر در رسیدگی به آن، خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به دنبال دارد. پیامد معمول آسیب سیستم‌های انتقال گاز طبیعی، قطع خدمات است. در برخی موارد به دنبال وقوع زلزله، مصرف‌کنندگان محتاط، خود اقدام به قطع گاز می‌کنند. شرکت خدمات گاز شهری، سرویس گاز ساختمان‌ها را هنگام تخریب آن‌ها در اثر زلزله، قطع می‌کند و یا اگر در قسمتی از سیستم انتقال گاز طبیعی آسیب قابل ملاحظه‌ای اتفاق افتاده باشد، گاز این نواحی قطع می‌شود.

طراحی و مدل‌سازی

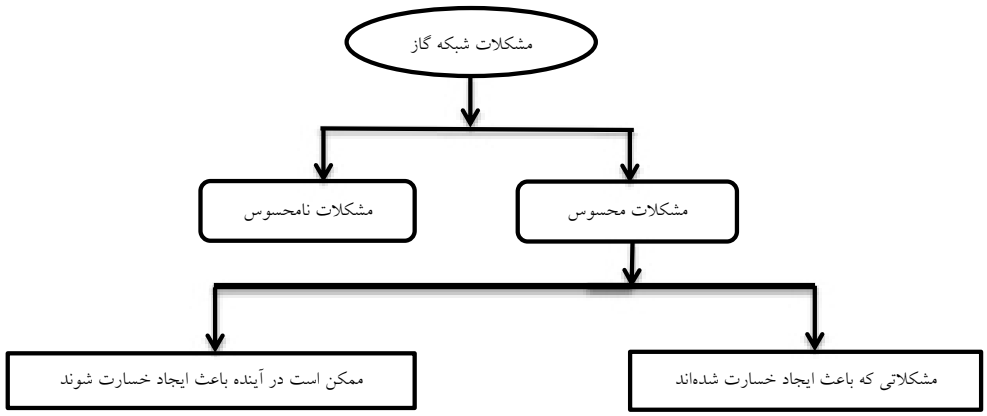
در این فصل پس از بررسی و طبقه‌بندی مشکلات و ویژگی‌های آن‌ها، نحوه‌ی طراحی و مدل‌سازی تشریح می‌شود. تصویر ۲، انواع مشکلات را به صورت نمودار نمایش می‌دهد.

منظور از مشکلات محسوس مشکلاتی هستند که توسط افراد عادی و بدون نیاز به ابزار خاصی قابل تشخیص هستند. این مشکلات در شبکه‌های شهری به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته‌ی اول به مشکلاتی گویند که باعث ایجاد خسارت شده‌اند و باید برای رفع آن‌ها به مسئولان امر اطلاع داده شود (ردیف ۱ تا ۵ از جدول ۱). دسته‌ی دوم مشکلاتی هستند که ممکن است در آینده باعث ایجاد خسارت شوند و باید برای جلوگیری از مشکلات آتی، قبل از بروز حادثه به مسئولان امر اطلاع داده شود. مشکلات این دسته برای شبکه‌ی گاز در ردیف ۶ تا ۸ از جدول ۱ نشان داده شده است.

منظور از مشکلات نامحسوس مشکلاتی هستند که دلیل ایجاد آن‌ها معلوم نیست و ممکن است از نشانه‌های خطر باشند. از جمله نشانه‌های خطر که در شبکه‌های شهری رخ می‌دهد، احساس کردن بوی گاز در هر منطقه‌ای است.

قیود در طراحی سیستم

در طراحی سیستم پیشنهادی سعی شده است که صفحه‌ی مشکلات به گونه‌ای باشد که کاربر بتواند به راحتی مشکلات را از



تصویر ۲: انواع مشکلات شبکه‌ی گاز

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: مشکلات دسته اول برای شبکه‌ی گاز

۱	نشت لوله‌های گاز
۲	ترکیدگی لوله‌های گاز
۳	کاهش فشار گاز در منازل
۴	قطعی گاز در منازل
۵	خرابی کنتورهای گاز مشترکین
۶	استفاده از تجهیزات غیراستاندارد در شبکه‌ها
۷	کشیدن غیرقانونی لوله‌ها و توسعه‌ی لوله‌کشی داخلی
۸	انشعاب‌های غیرمجاز از قبیل جابه‌جایی کنتور

هم تمیز دهد و در طراحی صفحه‌ی مربوط باید همه‌ی مشکلات و نشانه‌های خطر که ممکن است در یک شبکه‌ی گاز ایجاد شود پوشش داده شوند، به‌طوری‌که با بالا رفتن سرعت کار، انگیزه‌ی کاربران برای اعمال مشکلات از طریق سیستم بیشتر می‌شود.

همچنین در طراحی، برای ایجاد نظم در سیستم، باید طبقه‌بندی‌های ذکر شده در بخش قبل اعمال شوند. به این ترتیب که مشکلات محسوس و نامحسوس به صورت مجزا ارائه گردند. همچنین مشکلاتی که ایجاد خسارت کرده‌اند و مشکلاتی که ممکن است باعث خسارت شوند نیز به گونه‌ای از یکدیگر جدا شوند که کاربر سرعت بهتری برای اعمال مشکل داشته باشد. پس از انتخاب مشکل مورد نظر و ارسال آن توسط کاربر، این مشکل در پایگاه داده ذخیره می‌شود و به صورت اعلام خطر به مسئولان مربوط اعلام می‌گردد. به همین ترتیب تمام مشکلاتی که در پایگاه داده ذخیره می‌شود، برای مراحل بعد که کاربران قصد دریافت اطلاعات مربوط به مناطق را دارند استفاده می‌شوند. مردم مشارکت‌کنندگان اصلی در این سیستم هستند. اطلاعاتی که از طریق مردم جمع‌آوری می‌شود به دو نوع تقسیم می‌گردند. یکی مربوط به نشانه‌های خطر شبکه‌های گاز موجود در منطقه و دیگری نوع مشکلی است که حادث شده است. دسته‌ی اول نشانه‌هایی از خطر هستند که در صورت عدم رسیدگی به آن‌ها ممکن است باعث ایجاد حادثه‌های جدی شوند، مانند احساس بوی گاز در هر منطقه. دسته‌ی دوم مشکلاتی هستند که موجب ایجاد حادثه شده‌اند مانند ترکیدگی لوله‌ی گاز.

مؤلفه‌های توصیف‌گر مشکلات

در سیستم مورد نظر به هنگام اعمال مشکلات توسط کاربران، هر کدام از مشکلات دارای اِلمان‌هایی هستند. این اِلمان‌ها عبارت‌اند از مکان، زمان، عکس از منطقه و توضیحات.

در اینجا منظور از مکان، موقعیت منطقه‌ای است که حادثه رخ داده است. نحوه‌ی دریافت این المان به دو صورت است:

الف. کاربر بر روی نقشه‌ی شبکه‌ی گاز موجود در سیستم، موقعیت منطقه‌ی مورد نظر را با کلیک کردن مشخص نماید (تصویر ۸).

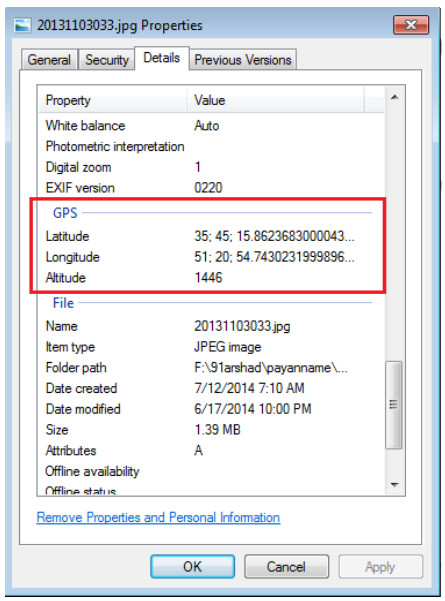
ب. کاربر از منطقه‌ی مورد نظر عکس می‌گیرد و پس از بارگذاری بر روی سیستم، برای سازمان مربوط ارسال می‌کند. در گوشی‌های مجهز به GPS امکانی به نام Geotag وجود دارد که اگر این امکان در گوشی فعال باشد، کاربر می‌تواند موقعیت منطقه‌ای که عکس می‌گیرد را مشاهده کند. به این ترتیب که با فعال‌سازی گزینه‌ی Geotag در گوشی و گرفتن عکس، با رفتن به قسمت جزئیات[۳] عکس مختصات منطقه قابل مشاهده است. در این شرایط، موقعیت منطقه از اطلاعات توصیفی عکس استخراج و به همراه عکس ارسال می‌شود. اطلاعات موقعیتی مربوط به یک عکس در تصویر ۳ نمایش داده شده است.

دلیل انتخاب اِلمان زمان این است که مسئولان با مشاهده‌ی آن به عملکرد خود در ارائه‌ی خدمت‌رسانی به مردم، سرعت ببخشند و منظور از آن، زمان وقوع حادثه است که شامل تاریخ روز حادثه و ساعت وقوع آن است. به هنگام ورود اِلمان زمان، کاربر می‌تواند در سیستم تاریخ و ساعت وقوع حادثه را به صورت دستی وارد کند و یا با ارسال عکس مربوط اطلاعات زمانی به طور خودکار استخراج گردد.

یکی از اِلمان‌های دیگر که توسط کاربر اعمال می‌شود، اِلمان توضیحات است. برای تمام مشکلات و نشانه‌های خطر طبقه‌بندی شده، این اِلمان وجود دارد. در صورتی که کاربر قصد دارد توضیح بیشتری در مورد حادثه ارائه دهد با استفاده از این المان، امکان‌پذیر خواهد بود. همچنین در این المان کاربر می‌تواند علت وقوع حادثه را بیان کند.

طراحی سامانه‌ی پیشنهادی

در بخش‌های قبل با اِلمان‌های مربوط به مشکلات آشنا شدیم. برای دست یافتن به هدف تحقیق که تکمیل اطلاعات شبکه‌ی گاز شهری است، سیستمی بر اساس مفاهیم VGI و مشارکت مردم و تلفیق آن‌ها با مفاهیم وب طراحی می‌شود. توسط این سیستم کاربران می‌توانند از قابلیت‌های ارائه شده به‌منظور تحلیل داده‌های مکانی استفاده کرده و یا اقدام به ثبت داده‌های جدید کنند. در این تحقیق از یک معماری MVC[۴] برای طراحی و پیاده‌سازی سیستم مورد نظر استفاده شده است. MVC، بخش‌های منطقی برنامه که شامل اطلاعات، سطح دسترسی‌ها و چک کردن صحت داده‌ها است را از لایه‌ی نمایش جدا می‌کند. مدل، کنترل‌کننده و نمایش اجزای این معماری هستند.



تصویر ۳: اطلاعات موقعیتی مربوط به یک عکس

www.SID.ir

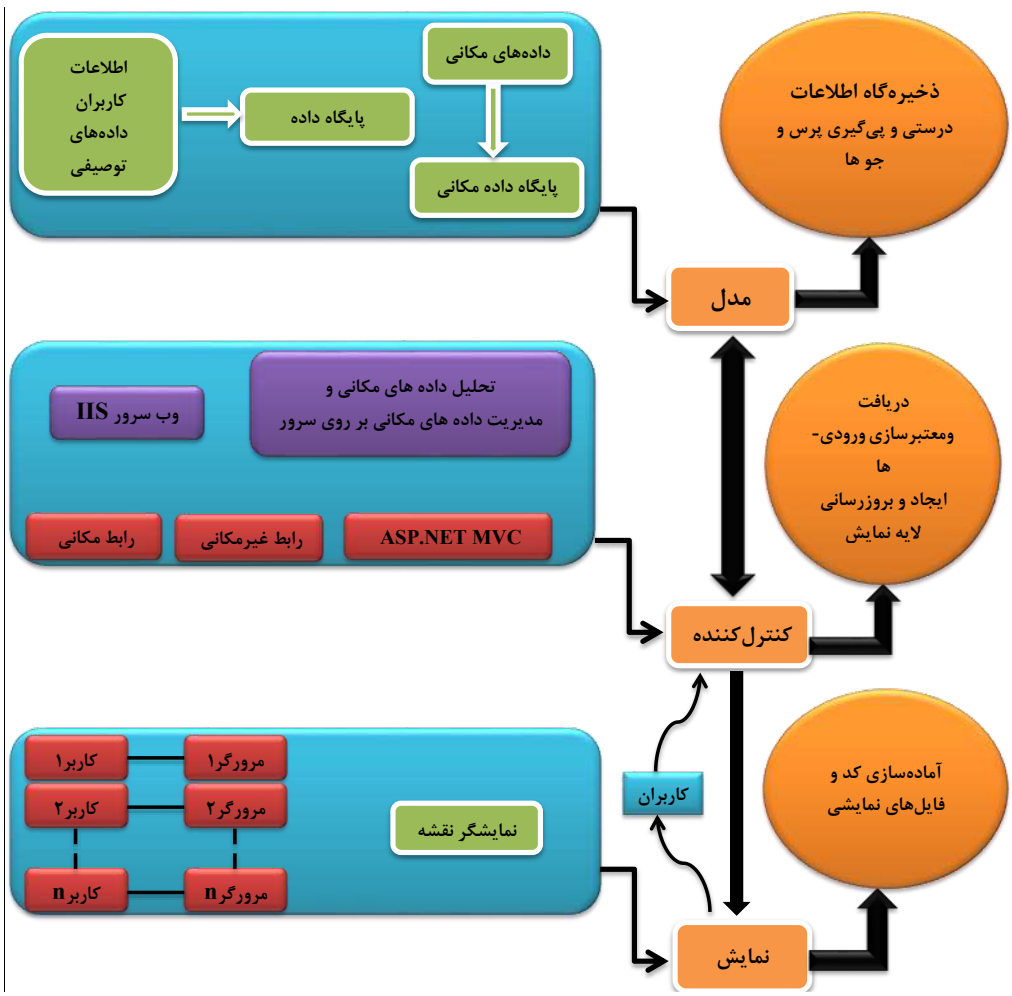
Archive of SID

بار اصلی معماری MVC بر عهده‌ی بخش مدل است. این بخش برای ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌های مورد نیاز لایه‌ی کنترل‌کننده از جمله داده‌های مکانی، اطلاعات مربوط به کاربران سامانه، اطلاعات توصیفی و متادیتا مورد استفاده قرار می‌گیرد. داده‌های مکانی همان اطلاعات موقعیتی مربوط به حادثه هستند که توسط کاربران در سیستم وارد می‌شوند. اطلاعات مربوط به کاربران سامانه که همان اطلاعات شخصی کاربران یا اطلاعات ثبت‌نامی آن‌ها است. اطلاعات توصیفی و متادیتا همان اطلاعات مربوط به نقشه‌ی شبکه‌ی گاز موجود در سیستم است. این اطلاعات توسط بخش مدل در سیستم ذخیره می‌شوند.

لایه‌ی کنترل‌کننده وظیفه‌ی پردازش و اعتبارسنجی داده‌هایی که توسط کاربران وارد می‌شود را بر عهده دارد، به این صورت که باید بر روی کار کاربران خاص توسط گروه مدیریت، نظارتی وجود داشته باشد. این نظارت باعث حذف اطلاعات نادرست و اعمال اطلاعات درست کاربران در سیستم و بالا رفتن رضایت مردم از سیستم می‌شود. درخواست‌های کاربر پس از پردازش، به قسمت‌های مربوط هدایت می‌شود. این لایه، واسطه‌ی ارتباط بین لایه‌ی نمایش و مدل است، بدین صورت که درخواست‌های کاربر از طریق این لایه به مدل ارسال می‌شود. لایه‌ی نمایش بخشی از سامانه است که دسترسی به سرویس‌ها و ارتباط با آن‌ها را آسان می‌کند. این لایه وظیفه‌ی برقراری ارتباط با کاربران، گرفتن داده از آن‌ها و نمایش داده‌های آماده به آن‌ها را بر عهده دارد. این کار از طریق برقراری ارتباط با دو بخش دیگر یعنی لایه‌های مدل و کنترل‌کننده انجام می‌گیرد. تصویر ۴ معماری MVC به کار گرفته شده در این تحقیق را نشان می‌دهد.

به‌منظور شناخت قواعد کاری شامل سیاست‌ها، تعاریف اولیه و همچنین ضوابط حاکم بر عملکرد سیستم باید این قواعد به شکل مستند آورده شوند. منظور از کاربران خاص، کاربرانی هستند که در سیستم ثبت‌نام کرده‌اند و منظور از کاربران عام (مهمان)، کاربرانی هستند که قصد ثبت‌نام ندارند و به صورت عادی وارد سیستم شده‌اند. در ادامه قواعد کاری سیستم آورده شده است.

- تمامی کاربران باید قابلیت نمایش، جابه‌جایی و دریافت مشخصات عوارض را داشته باشند. این امکانات انگیزه‌ی کاربران را برای ورود به سیستم بیشتر می‌کند و باعث ارتقای سیستم می‌شود.
- تنها کاربران خاص اجازه‌ی ویرایش اطلاعات و آنالیزهای مکانی سیستم را دارند. ورود داده‌های جدید به سیستم بسیار مهم است. به همین دلیل کسانی که این اطلاعات را اعمال می‌کنند باید افراد مشخصی باشند که اطلاعات آن‌ها در سیستم ثبت شده باشد، یعنی ثبت‌نام کرده باشند.



تصویر ۴: معماری سامانهی پیشنهادی

www.SID.ir

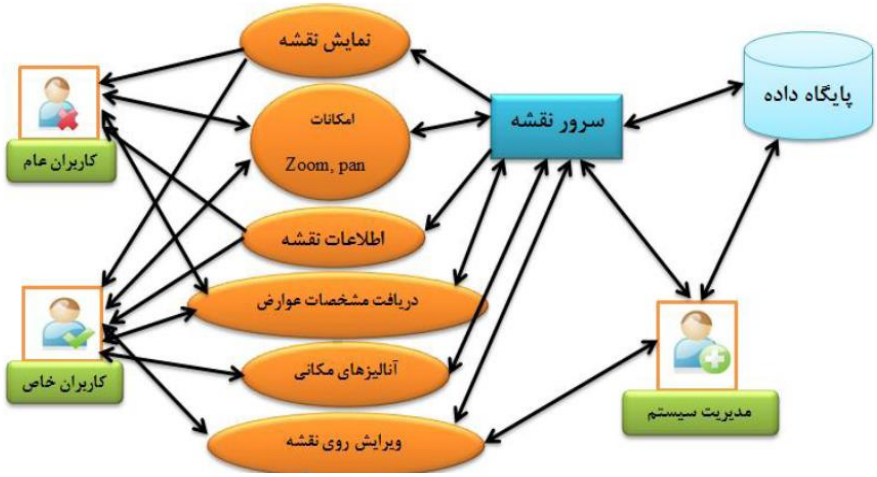
Archive of SID

- نسخه‌های جدید و قدیم اطلاعات باید ذخیره‌سازی شوند تا اطلاعات قابل بررسی و ارزیابی باشند. ذخیره‌ی اطلاعات کاربران که مشکلات هر منطقه را در سیستم اعمال کرده‌اند برای کسانی که قصد شناخت مناطق را دارند بسیار مهم است.
- باید بر روی کار کاربران خاص توسط گروه مدیریت، نظارتی وجود داشته باشد. این نظارت باعث حذف اطلاعات نادرست و اعمال اطلاعات درست کاربران در سیستم و بالا رفتن رضایت مردم از سیستم می‌شود.

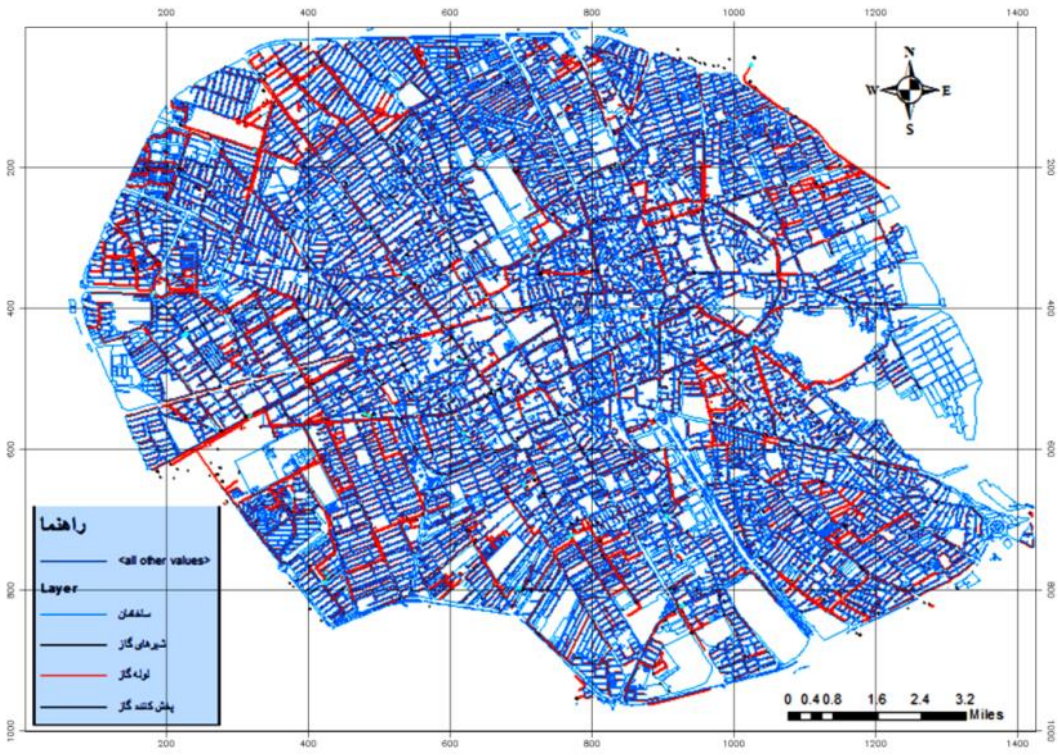
تصویر ۵ مدلی از قواعد مذکور را نشان می‌دهد.

پیاده‌سازی و ارزیابی

در این مقاله داده‌های مورد استفاده‌ی ما نقشه‌ی شهری و نقشه‌ی شبکه‌ی گاز شهر کرمان است که به ترتیب با مراجعه به شهرداری و سازمان گاز این شهر به دست آمد. همچنین اطلاعات مربوط به مشکلات سال ۱۳۹۱ شبکه‌ی گاز از سازمان مربوط برای تحلیل مکانی سیستم اخذ شده است. شهر کرمان مرکز استان کرمان در جنوب شرق ایران واقع است و وسعت آن حدود ۱۴۰۰۰ هکتار است. این شهر از لحاظ طول جغرافیایی در ″۲۴ ′۱۰ °۳۰ تا ″۲۴ ′۲۵ °۳۰ شرقی و از لحاظ عرض جغرافیایی در ″۳۶ ′۱ °۵۷ تا ″۳۶ ′۱۰ °۵۷ شمالی و در زون ۴۰ سیستم تصویر UTM قرار دارد. سیستم تأمین و توزیع گاز شهری کرمان از مؤلفه‌های متعددی شامل منابع گاز، دستگاه‌های گازسوز، شیرها و لوله‌های گاز، پخش‌کننده‌های گاز تشکیل شده است. در تصویر ۶ نمایی از نقشه‌ی شبکه‌ی گاز شهر کرمان موجود در سیستم مشاهده می‌شود.



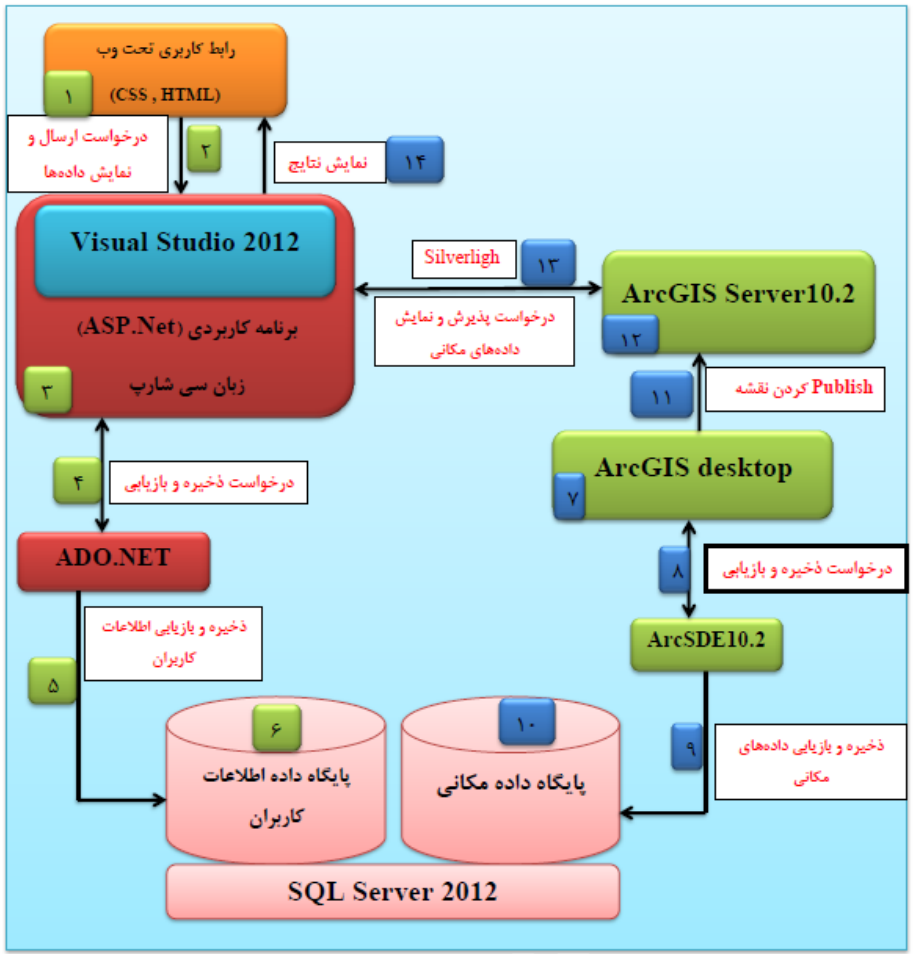
تصویر ۵: مدلی از قواعد موجود در سیستم



تصویر ۶: نمای کلی از نقشه‌ی شهری و شبکه‌ی گاز کرمان

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۷: ساختار کلی سیستم پیشنهادی

با توجه به معماری ذکر شده در بخش قبل، سیستم مبتنی بر فناوری‌های وب ۲ و اطلاعات مکانی مردم‌گستر با استفاده از سکوی Net و به زبان C# توسعه داده شد. چارچوب NET دارای یک سیستم برای ایجاد اتوماتیک صفحات وب و تأمین امنیت آن‌ها است. این سیستم ASP.NET نامیده می‌شود. پس در این تحقیق با استفاده از زبان C# و چارچوب ASP. NET برنامه‌های مبتنی بر وب ایجاد می‌شوند. همچنین محیط برنامه‌نویسی مایکروسافت یعنی Microsoft Visual Studio که با زبان ASP.NET بیشترین هماهنگی را دارد به‌منزله‌ی محیط برنامه‌نویسی انتخاب شد و پایگاه داده‌ی رابطه‌ای Micro-soft SQL Server برای مدیریت و نگهداری داده‌هایی از جمله اطلاعات کاربران، اطلاعات توصیفی وارد شده در فرم‌ها و محتوا تولید شده توسط کاربر استفاده شده است. اما ذخیره‌ی داده‌ها در پایگاه داده به تنهایی جوابگوی نیازهای سیستم نیست، زیرا باید دسترسی به داده‌ها و همچنین امکان افزودن داده‌ی جدید از طریق برنامه امکان‌پذیر باشد .بنابراین باید واسطی بین این دو نرم‌افزار وجود داشته باشد که بتواند این ارتباط را برقرار کند که در این تحقیق از واسط ADO.NET استفاده شد. همچنین به‌منظور ذخیره‌سازی عوارض مکانی و انجام پرس و جوی مکانی داده‌ها از پایگاه داده‌ی Geodatabase موجود در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است. همچنین واسط ArcSDE برای ارتباط بین این پایگاه و SQL Server مورد استفاده قرار گرفت. ArcSDE قابلیت استفاده‌ی همزمان چند کاربر از داده‌ها و ویرایش آن‌ها و نداشتن محدودیت در حجم ذخیره‌سازی داده‌ها را داراست. برای وارد کردن نقشه به سیستم، از نرم‌افزار ArcGIS Server کمک گرفته شد. همچنین برای نمایش نقشه‌ها از ArcGIS Server بر روی وب از زبان Silverlight استفاده شد. برای تعامل بهتر و بهبود رابط نمایش نقشه، ArcGIS APIهای زبان Silverlight مورد استفاده قرار گرفت.

تصویر ۷ ساختار کلی سیستم پیشنهادی را نشان می‌دهد که در آن پردازش‌ها و تعاملات بین اجزا مشخص شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، واسط‌های مختلف ایجاد شده امکان اتصال اجزا را به یکدیگر امکان‌پذیر می‌سازند.

وارد کردن مشکل در سیستم از روش کلیک کردن بر روی نقشه در تصویر ۸ نشان داده شده است.

علاوه بر محل بارگذاری برای عکس، در فرم مربوط مواردی از قبیل انتخاب مشکل، تعیین مکان و زمان وقوع حادثه و توضیحاتی از مشکل مورد نظر نیز قرار داده شده است. فرم اطلاعاتی موجود در تصویر ۹ نمایش داده شده است.

از خدماتی که در این سامانه به کاربران ارائه می‌شود، امکان مشاهده‌ی نقشه و امکان جستجو در نقشه برای همه‌ی کاربرانی است که وارد سیستم می‌شوند. یکی دیگر از مهم‌ترین خدمات این

www.SID.ir

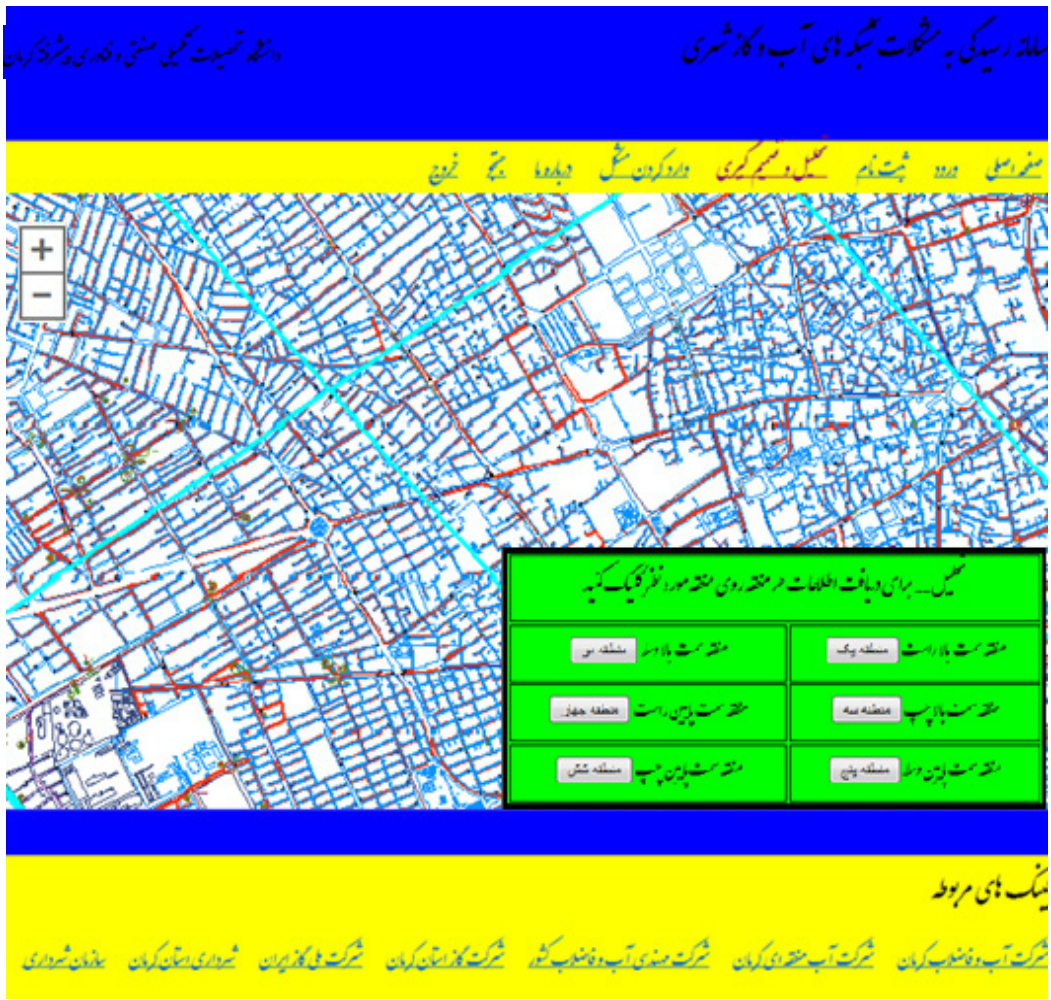
Archive of SID

تصویر ۸: عملیات کلیک بر روی نقشه

تصویر ۹: فرم اطلاعاتی مربوط به مشکلات

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۱۰: صفحه‌ی تحلیل و تصمیم‌گیری در سیستم

سیستم ارائه‌ی گزارشات مربوط به هر منطقه است. کاربران خاص در صورتی که تصمیم دارند از اطلاعات مشکلات مربوط به مناطق مختلف شهر آگاه شوند و محلی را برای زندگی انتخاب کنند که از گذشته تا کنون دارای کمترین مشکل و خسارت باشد، با ورود به قسمت تحلیل و تصمیم‌گیری در سیستم از این امکان بهره‌مند می‌شوند.

در صفحه‌ی تحلیل و تصمیم‌گیری، نقشه به شش منطقه تقسیم شد، به‌طوری‌که وقتی کاربر وارد این صفحه شود هر شش منطقه مشاهده می‌شود. کاربر باید منطقه‌ی مورد نظر خود را انتخاب کند (تصویر۱۰). در نهایت پس از اجرای چنین فرایندی خروجی تحلیل مکانی انجام شده لیستی است که شامل تعداد کل مشکلات در هر منطقه و همچنین تعداد هر کدام از مشکلات در آن منطقه است.

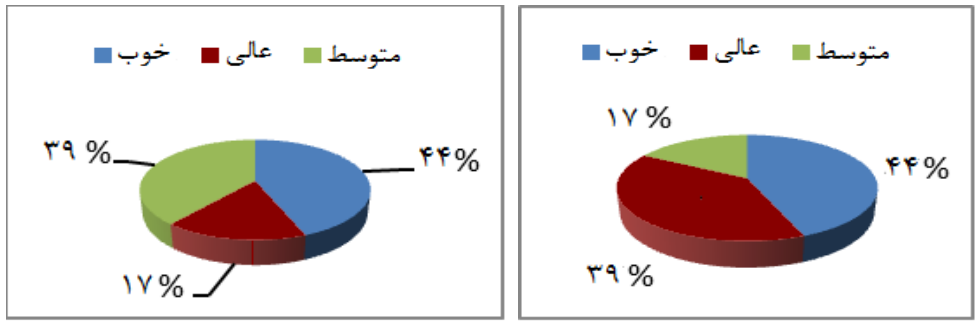
اعتبارسنجی

سیستم پیاده‌سازی شده توسط ۱۸ نفر از مردم مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از نظرسنجی این بود که توانایی یک محیط VGI در رابطه با داده‌های شبکه‌های گاز بررسی شود. پس از توضیحات مختصر راجع به هدف پروژه، از آن‌ها سؤالاتی در مورد استفاده از یک سیستم معمول اطلاع‌رسانی به سازمان گاز مانند تلفن و مراجعه‌ی حضوری و استفاده از سیستم پیاده‌سازی شده، پرسیده شد. در این نظرسنجی طبق تصویر ۱۱، نظر افراد به سه دسته‌ی خوب، متوسط و عالی دسته‌بندی شد. در نهایت با توجه به در نظر گرفتن دو دسته‌ی خوب و عالی در یک گروه، ۸۳ درصد افراد رضایت خود را از سیستم پیشنهادی اعلام کرده‌اند و اظهار داشتند که وجود چنین سیستمی باعث صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌ی آن‌ها می‌شود و رضایت از سازمان‌های مذکور را افزایش می‌دهد. نتایج این نظرسنجی در جدول ۲ آورده شده است.

همچنین سیستم پیاده‌سازی شده توسط ۷ نفر از کارشناسان سازمان گاز مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از ارائه‌ی جزئیات سیستم و نحوه‌ی استفاده از آن به کارشناسان مذکور، از آن‌ها سؤالاتی در مورد عملکرد این سیستم در مقایسه با سیستم‌های معمول اطلاع‌رسانی پرسیده شد. به عقیده‌ی ۵ نفر از آن‌ها وجود چنین سیستمی باعث پیشرفت سازمان‌های گاز و افزایش سرعت عملکرد مسئولین در خدمت‌رسانی به شهروندان و جمع‌آوری و مدیریت بهتر داده‌های این شبکه‌ها می‌شود. نتایج این نظرسنجی در جدول ۳ آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID



الف ب

تصویر۱۱: نتایج نظرسنجی از مردم
الف. در استفاده از یک سیستم عادی اطلاع‌رسانی، ب. در استفاده از سیستم پیاده‌سازی شده

جدول ۲: نتایج نظرسنجی از مردم

ردیف	جنس	سن	استفاده از تلفن و مراجعه‌ی حضوری	استفاده از سیستم پیاده‌سازی شده
۱	مرد	۲۷	خوب	عالی
۲	زن	۲۱	متوسط	خوب
۳	مرد	۳۳	متوسط	عالی
۴	مرد	۴۲	خوب	خوب
۵	زن	۱۸	خوب	خوب
۶	مرد	۱۸	خوب	عالی
۷	مرد	۲۸	متوسط	خوب
۸	زن	۳۰	عالی	خوب
۹	زن	۲۲	خوب	عالی
۱۰	مرد	۲۰	خوب	متوسط
۱۱	مرد	۳۴	عالی	متوسط
۱۲	زن	۳۸	متوسط	خوب
۱۳	مرد	۲۶	متوسط	عالی
۱۴	مرد	۲۱	خوب	عالی
۱۵	مرد	۲۹	خوب	متوسط
۱۶	مرد	۲۶	متوسط	خوب
۱۷	مرد	۲۵	عالی	خوب
۱۸	مرد	۲۷	متوسط	عالی

جدول۳: نتایج نظرسنجی از کارشناسان گاز

ردیف	جنس	سن	استفاده از تلفن و مراجعه‌ی حضوری	استفاده از سیستم پیاده‌سازی‌شده
۱	زن	۳۲	خوب	عالی
۲	مرد	۳۰	متوسط	خوب
۳	مرد	۴۰	خوب	عالی
۴	مرد	۳۸	خوب	متوسط
۵	زن	۳۸	متوسط	عالی
۶	مرد	۴۸	خوب	متوسط
۷	مرد	۳۲	متوسط	عالی

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

ثبت و ذخیره کردن اطلاعات مربوط به شبکه‌ی توزیع و قابلیت بازیابی، ویرایش و نمایش آن اطلاعات عوامل مهمی برای مدیریت بهینه و طرح‌های توسعه هستند. در نتیجه توسعه‌ی سیستمی که بتواند با توجه به متنوع و زیاد بودن اجزای شبکه مانند اطلاعات مربوط به شبکه‌ی گاز و واحدهای مرتبط با آن از جمله واحد حوادث را در خود ذخیره، تحلیل و مدیریت نماید لازم و ضروری است.

طی تحقیق حاضر یک محیط اطلاعاتی مکانی مردم‌گستر برای ثبت، جمع‌آوری، بهنگام‌سازی و اطلاع‌رسانی مشکلات شبکه‌ی گاز شهری طراحی و پیاده‌سازی شد. در تحقیق حاضر به‌منظور افزایش کارایی سیستم از فناوری‌های وب ۲ و همچنین از مدل‌سازی MVC به دلیل مزایای آن استفاده شد.

در این تحقیق سیستمی پیاده‌سازی شد که در آن امکان مشاهده‌ی نقشه و کار با امکانات آن برای همه‌ی کاربران فراهم است. همچنین این سیستم قابلیت جستجو بر روی نقشه را برای کاربران فراهم کرده است. امکان تحلیل مناطق شهر از دیگر امکانات سیستم است که به کاربران کمک می‌کند با آگاهی از اطلاعات مناطق، محل زندگی خود را انتخاب کنند.

پس از تعیین محل حادثه توسط کاربر، مسئولان سازمان گاز با مشاهده‌ی موقعیت مورد نظر روی نقشه امکان قطع و وصل گاز شیرهای اصلی شبکه را دارند. در هنگام بروز حوادث در بسیاری از موارد نیاز به قطع گاز در قسمت آسیب‌دیده است. قطع و وصل گاز در شبکه‌ی گاز شهری امری خطرناک است، بنابراین شناسایی نزدیک‌ترین شیرها به محل حادثه از مهم‌ترین عوامل است.

به طور کلی طبق نظرسنجی انجام شده با استفاده از ویژگی‌های VGI افراد شرکت‌کننده اظهار داشتند که در وقت و هزینه‌ی آن‌ها صرفه‌جویی شده است. همچنین با این‌گونه سیستم‌ها رضایت‌مندی از سازمان‌ها افزایش می‌یابد. همواره یکی از دغدغه‌های سازمان‌های مختلف در به‌کارگیری اطلاعات VGI، کیفیت و صحت این اطلاعات است. استفاده از روش‌هایی برای بررسی کیفیت این داده‌ها می‌تواند از موضوعات آینده این تحقیق باشد. برای بالا بردن اعتبار سیستم ایجاد سیستم‌هایی که بتوانند افراد متخلف را تشخیص دهند پیشنهاد می‌شود.

پی‌نوشت

1. OSM
2. Haiti
3. Detail
4. Model – View – Control

منابع

۱. سایت مجله‌ی اینترنتی حریق ایران، http://www.firemagazine.ir

2. Lin, Wen. (2013). When Web 2.0 meets public participation GIS (PPGIS): VGI and spaces of participatory mapping in China. In Crowdsourcing geographic knowledge (pp. 83-103). Springer Netherlands.

3. Cooper, Antony Kyle, Serena Martha Coetzee, and Derrick G. Kourie.(2010). Perceptions of virtual globes, volunteered geographical information and spatial data infrastructures.

4. Antony Cooper, C. S. I. R., Coetzee, S., Kourie, D., Kaczmarek, I., Iwaniak, A., & Kubik, T.(2012) Volunteered geographical information–the challenges.

5. Castelein, Watse, Lukasz Grus, Joep Crompvoets, and Arnold Bregt.(2010). A characterization of volunteered geographic information. Guimaraes, Portugal, pp. 10.

6. Haklay, Muki, Alex Singleton, and Chris Parker.(2008). Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb. Geography Compass 2.6: 2011-2039.

7. Baeza-Yates, Ricardo.(2009). User generated content: how good is it?." Proceedings of the 3rd workshop on Information credibility on the web. ACM.

8. Haklay, Mordechai, and Carolina Tobón.(2003). Usability evaluation and PPGIS: towards a user-centred design approach. *International Journal of Geographical Information Science,* 17.6 .577-592.

9. Purves, Ross S., and Alistair J. Edwardes.(2008). Exploiting Volunteered Geographic Information to describe Place. *Proceedings of the GIS Research UK 16thAnnual Conference*.

۱۰. برخورداری، حسین؛ ملک، محمدرضا (۱۳۹۲، شهریور). مبانی طراحی سیستم‌های اطلاعات مکانی در اینترنت با تأکید بر محیط‌های ویکی‌مبنا. *نشریه‌ی علمی- ترویجی مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی*، دوره‌ی چهارم(شماره ۳).

11. Elwood, Sarah.(2008). Volunteered geographic information: key questions, concepts and methods to guide emerging research and practice. *Geo Journal*, 72(3): p. 133-135.

12. Tao, Jia.(2010). Exploring massive volunteered geographic information for geographic knowledge discovery.

13. Castelein, Watse, Lukasz Grus, Joep Crompvoets, and Arnold Bregt.(2010). A Characterization of Volunteered Geographic Information. *Proceedings of the 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, Guimaraes, Portugal, pp. 10.

14. Haklay, Muki, Alex Singleton, and Chris Parker. (2008). Web mapping 2.0: The neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*, 2(6), p. 2011-2039.

15. Mount, Nick, Gemma Harvey, Paul Aplin, and Gary Priestnall, eds.(2008). Representing, modeling, and visualizing the natural Environment, CRC Press.

16. Goodchild, Michael F., and J. Alan Glennon.(2010). Crowdsourcing geographic information for disaster

www.SID.ir

Archive of SID

response: a research frontier. *International Journal of Digital Earth*, 3(3), p. 231-241.

17. Heinzelman, Jessica, and Carol Waters.(2010). Crowdsourcing crisis information in disaster-affected Haiti.

18. Leeuw, J. de, Mohammed Said, Lapezoh Ortegah, Sona Nagda, Yola Georgiadou, and Mark DeBlois. (2011). An assessment of the accuracy of volunteered road map production in Western Kenya. Remote Sensing3(2), p. 247- 256.

۱۹. حسینعلی‌پور، سیدمصطفی؛ داری‌پور، شهریار (۱۳۸۸، اردیبهشت). بررسی و مدل‌سازی رفتار گذرای خط لوله در شبکه‌ی خطوط انتقال گاز. *دوازدهمین کنفرانس دینامیک شاره‌ها*، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل.

20. Yang-Lijian,Fong-Haiying and Wong-Yumei, Research on intelligent pipeline magnetic flux leakage detector , http://www.ndt.net/article/apcndt01/papers/11922/11922.htm {online}

21. National Robotics Engineering Consortium, Gas Mains Repair and Inspection System for Live Entry Environments (GRISLEE), http://www.ri.cmu.edu/projects/project_357.html {online}.

22. Hagen Schempf, GRISLEE: Gasmain Repair and Inspection System for Live Entry Environments, http://www.ijrr.org/contents/22_07/abstract/603.html {online}

www.SID.ir