Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره پنجم، شماره ۴، اردیبهشت ماه ۱۳۹۵

استفاده از یک مدل تلفیقی سنجش همانندی معنایی در رفع ناهمگونی معنایی زیرساخت داده مکانی(مطالعه موردی: شرکت آب و فاضلاب ایران)

امیدرضا عباسی*[۱]، علی‌اصغر آل‌شیخ[۲]، مینا کریمی[۱]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی
oabbasi@mail.kntu.ac.ir
minakarimi@email.kntu.ac.ir

[۲] استاد دانشکده مهندسی نقشه‌برداری- دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی
alesheikh@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت آبان ۱۳۹۴، تاریخ تصویب بهمن ۱۳۹۴)

چکیده

طراحی و ایجاد زیرساخت داده مکانی با هدف تسهیل، مدیریت و به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی در برنامه بسیاری از کشورهای جهان قرار دارد. منابع داده زیرساخت‌های داده مکانی معمولاً از روش‌های متفاوت، توسط سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف و در وضعیت بافتی گوناگون نظیر شرایط آب و هوایی، تعریف سیستم مختصات و زمان برداشت تولید می‌گردند. ازاین‌رو، زیرساخت داده مکانی با توجه به اهداف آن و به‌منظور مقابله با زبان‌ها، نیازها و الزامات کاربر و همچنین کمک به ارائه و جستجوی مناسب داده‌های مکانی، باید در بالاترین سطح ممکن معنامحور باشد. در حال حاضر ناهمگونی معنایی به‌عنوان مانع اصلی در جهت تعامل‌پذیری کامل داده‌های مکانی به شمار می‌رود. هدف این مقاله رفع این ناهمگونی با استفاده از روشی مبتنی بر هستی‌شناسی و منطق توصیفی است. بدین منظور برای بازخوانی موجودیت‌های مشابه به لحاظ معنایی از سنجش همانندی معنایی استفاده می‌شود. برای محاسبه میزان همانندی میان موجودیت‌ها، دو مدل سنجش همانندی شبکه و مشخصه با یکدیگر تلفیق‌شده‌اند تا معایب هر یک مرتفع و از مزایای هریک استفاده شود. بخشی از زیرساخت داده مکانی شرکت آب و فاضلاب ایران به‌عنوان مطالعه موردی جهت پیاده‌سازی و تبیین کاربرد عملی مدل استفاده‌شده در این مقاله معرفی‌شده است. ازآنجاکه سنجش همانندی معنایی یک روش مناسب جهت رفع ناهمگونی معنایی در بازخوانی داده‌ها در زیرساخت‌های داده مکانی است، مدل پیشنهادی می‌تواند با ارائه کمی میزان همانندی به کاربر کمک کند. در این مقاله مفهوم "گرفتگی" در خط لوله به‌عنوان مفهوم پرسش کاربر در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که مفهوم "زانویی" با میزان همانندی ۴۲/۵ ٪، به دلیل خمیدگی موجود در آن، همانندترین مفهوم به پرسش کاربر است.

واژگان کلیدی: زیرساخت داده مکانی، سنجش همانندی معنایی، هستی‌شناسی، منطق توصیفی، سیستم اطلاعات مکانی

* نویسنده رابط

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

در دو دهه اخیر تلاش‌های جهانی بسیاری برای توسعه زیرساخت‌های مختلف جهت تسهیل در دسترسی به داده‌ها و به اشتراک‌گذاری آن‌ها صورت گرفته است [۱]. در این میان، داده‌های مکانی یکی از برجسته‌ترین و پرکاربردترین داده‌ها به شمار می‌روند. امروزه در بسیاری از کشورها داده‌های مکانی به‌عنوان یک کالای ارزشمند تلقی می‌گردند و نقش بسیار مهمی در تصمیم‌گیری‌ها و مدیریت منابع ایفا می‌کنند [۲]. ازآنجاکه اکثر سازمان‌ها و بخش‌های دولتی و خصوصی داده‌های موردنیاز خود را به‌صورت مجزا تهیه و جمع‌آوری می‌کنند [۳]، حجم عظیمی از اطلاعات ناهمگون تولید می‌شود که بازخوانی، تلفیق و به اشتراک‌گذاری آن‌ها با چالش‌های بزرگی روبرو است. زیرساخت داده مکانی (SDI[۱]) با ایجاد یک محیط مشارکتی مناسب، اولین گام را در جهت حل این مشکل برداشته است [۴].

افراد و سازمان‌های مختلف هرکدام از جوامع اطلاعاتی مختلف هستند و هر یک درک متفاوتی از دنیای پیرامونشان و مفاهیم هستی‌شناسی[۲] مختص به خودشان را دارند. از طرفی استانداردهای OGC[۳] نیز مسئله تعامل‌پذیری داده‌ها در سطح معنایی را پوشش نمی‌دهند [۵] و به استانداردسازی نحوی برای تبادل داده‌ها می‌پردازد [۳]. زیرساخت داده مکانی به‌منظور مقابله با زبان‌ها، نیازها و الزامات کاربر و همچنین کمک به ارائه و جستجوی مناسب داده‌های مکانی، باید در بالاترین سطح ممکن، معنامحور باشد [۶]. در حال حاضر ناهمگونی معنایی به‌عنوان مانع اصلی در جهت تعامل‌پذیری کامل داده‌های مکانی به شمار می‌رود [۴].

هدف این مقاله رفع این ناهمگونی با استفاده از روشی مبتنی بر هستی‌شناسی و منطق توصیفی است. در راستای این هدف یک هستی‌شناسی مشترک ارائه می‌شود تا مجموعه‌ای یکپارچه از دید کاربر ایجاد شود. بدین منظور برای بازخوانی موجودیت‌های مشابه به لحاظ معنایی از تلفیق دو مدل سنجش همانندی معنایی استفاده می‌شود. این روش علاوه بر بهره‌مندی از قدرت منطق توصیفی در تعریف دقیق مفاهیم، از نقاط قوت هر یک از مدل‌های همانندی مشخصه و شبکه به‌صورت ویژگی‌های مکمل یکدیگر استفاده می‌کند. مدل پیشنهادی با استفاده از سنجش همانندی معنایی می‌تواند میزان همانندی میان موجودیت‌ها را به‌صورت کمی به کاربر ارائه کند. این تحقیق به سوالات زیر پاسخ می‌دهد:

- چگونه می‌توان مدل تلفیقی سنجش همانندی معنایی را در رفع ناهمگونی معنایی زیرساخت داده مکانی به‌کار گرفت؟
- آیا تلفیق دو مدل مشخصه و شبکه باعث بهبود نتایج همانندی در زیرساخت داده مکانی می‌گردد؟

نظریه‌های همانندی معنایی نقش مهمی در علوم اطلاعات مکانی، به‌ویژه در حوزه تلفیق و بازیابی اطلاعات، ایفا می‌کنند. Rodriguez و Egenhofer یک معیار همانندی معنایی به نام MDSM[۴] تعریف کرده‌اند [۷]. MDSM با در نظر گرفتن ویژگی‌های متمایز کلاس‌ها و روابط معنایی میان آن‌ها به تعیین میزان همانندی می‌پردازد. Li و Fonseca مدلی به نام TDD[۵] را توسعه دادند [۸]. TDD از ترکیب روش‌های همانندی تبدیلی، مشخصه و انطباقی استفاده می‌کند. هیچ‌یک از کارهای مذکور از منطق توصیفی استفاده نکرده‌اند. Janowicz یک نظریه همانندی معنایی بافت‌آگاه به نام Sim-DL را برای بازیابی اطلاعات مکانی بر اساس منطق توصیفی توسعه داده است. هدف از این کار هماهنگ‌سازی هستی‌شناسی‌ها و نظریه‌های همانندی موجود بود [۹]. Sim-DL قابلیت‌های مدل مشخصه و مدل هندسی را برای به‌کارگیری منطق توصیفی گسترش می‌دهد. پس‌ازآن، Janowicz و همکارانش نظریه همانندی Sim-DL را در بستر زیرساخت داده مکانی پیاده‌سازی کردند [۱۰]. هم‌چنین Lutz و همکارانش با استفاده از منطق توصیفی و هستی‌شناسی و از طریق استدلال استنتاجی[۶] به حل مسئله ناهمگونی معنایی در زیرساخت داده مکانی در سطوح مختلف پرداخته‌اند [۳].

فرض کنید فردی در یک زیرساخت داده مکانی در پی یافتن موجودیتی است که در پایگاه داده آن تعریف نشده است یا کاربر از آن آگاه نیست. این فرد با انجام پرسش در

---

۱ Spatial Data Infrastructure (SDI)
۲ Ontology
۳ Open Geospatial Consortium (OGC)
٤ Matching-Distance Similarity Measure (MDSM)
٥ Topology-Direction-Distance (TDD)
٦ Subsumption Reasoning

www.SID.ir

Archive of SID

زیرساخت‌های داده موجود نتیجه مورد نظر خود را دریافت نمی‌کند. از این رو لازم است تا موجودیت‌های مشابه به موجودیت پرسش به او ارائه شود. برای مثال فرض کنید کارمند شرکت آب و فاضلاب به‌دنبال محل وقوع گرفتگی-ها در خط لوله است و چنین موجودیتی در زیرساخت داده مکانی این شرکت وجود ندارد؛ در نتیجه لازم است موجودیت‌های مشابه با مفهوم گرفتگی به او ارائه شود.

در این مقاله ابتدا یک هستی‌شناسی بر اساس موجودیت‌های پایگاه داده ایجاد می‌شود. پس از آن، مدل-های شبکه و مشخصه بر اساس قواعد منطق توصیفی بر روی این هستی‌شناسی پیاده می‌شوند. سپس با توجه به موجودیت پرسش کاربر، این دو مدل برای تمام موجودیت‌های پایگاه داده محاسبه و با استفاده از جمع وزندار با یکدیگر تلفیق می‌شوند. در نهایت مقادیر محاسبه شده به‌عنوان میزان همانندی به کاربر ارائه می‌شوند. قابل ذکر است که مدل استفاده شده برای هر زیرساخت داده مکانی قابل پیاده‌سازی است. در این‌جا با توجه به در دسترس بودن تعاریف موجودیت‌ها، زیرساخت داده مکانی شرکت آب و فاضلاب به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب شده است.

ساختار مقاله پیش‌رو به این صورت است: بخش ۲ به معرفی انواع تعامل‌پذیری و ناهمگونی‌ها در زیرساخت‌های داده مکانی می‌پردازد. بخش ۳ پیش‌نیازهای لازم جهت پیاده‌سازی سنجش همانندی معنایی را معرفی می‌نماید. بخش ۴ به شرح مدل ارائه‌شده در قالب بخشی از زیرساخت داده مکانی شرکت آب و فاضلاب ایران می-پردازد. بخش ۵ نحوه پیاده‌سازی سیستم را شرح می‌دهد و درنهایت بخش ۶ به نتیجه‌گیری می‌پردازد و پیشنهادهایی را برای کارهای آینده ارائه می‌کند.

۲- انواع ناهمگونی در زیرساخت‌های داده مکانی

تابه‌حال طبقه‌بندی‌های متفاوتی برای ناهمگونی‌های موجود در زیرساخت‌های داده مکانی معرفی‌شده است. برای مثال Van Harmelen مشکلات تعامل‌پذیری در تمام زیرساخت‌های داده ازجمله زیرساخت داده مکانی را در چند لایه سلسله‌مراتبی زیر برشمرده است و برای برقراری تعامل‌پذیری کامل، برطرف شدن تمام آن‌ها را ضروری می‌داند [۱۱].

- تعامل‌پذیری فیزیکی[۱]: پایین‌ترین سطح تعامل است و دربرگیرنده اجزاء فیزیکی برقراری ارتباط نظیر سوکت‌ها[۲]، کابل‌ها و پروتکل‌های انتقال داده و دیگر استانداردهای سخت‌افزاری است.
- تعامل‌پذیری نحوی[۳]: علاوه بر ارتباط فیزیکی، استانداردهایی در مورد فرم نحوی و ساختار داده‌ها موردنیاز است تا این نوع ناهمگونی مرتفع گردد. زبان XML[۴] نمونه بارز این نوع استانداردها است.
- تعامل‌پذیری معنایی[۵]: برای رسیدن به تعامل‌پذیری کامل، علاوه بر موارد بالا، لازم است معنای داده‌ها نیز مشخص باشند. بدین ترتیب ماشین نیز می‌تواند به‌طور کارآمد در تصمیم‌گیری‌های انسانی به او کمک کند.

Torres و همکاران نیز انواع ناهمگونی‌ها در زیرساخت-های داده مکانی را به‌صورت زیر مطرح کرده‌اند [۱۲].

- ناهمگونی در مدل مفهومی: این ناهمگونی زمانی رخ می‌دهد که یک عارضه در دو سیستم پایگاه داده مختلف به شکل‌های متفاوت مدل‌سازی شده باشند؛ برای مثال در یک سیستم، عارضه به‌عنوان یک کلاس و در سیستم دیگر به‌صورت یک رابطه در نظر گرفته شده باشد.
- ناهمگونی در مدل مکانی: این نوع ناهمگونی به دلیل تفاوت در مدل‌سازی مکانی عوارض رخ می‌دهد. برای مثال یک عارضه در یک پایگاه داده مکانی به‌صورت پلیگون ذخیره شده است، اما در پایگاه داده مکانی دیگر به‌صورت یک عارضه نقطه‌ای در نظر گرفته شده است.
- ناهمگونی در شما یا ساختار: در این نوع ناهمگونی دو سیستم مختلف جنبه‌های متفاوتی از یک عارضه را ذخیره‌سازی کنند.
- ناهمگونی معنایی: این نوع از ناهمگونی زمانی رخ می‌دهد که معنای عوارض در سیستم‌های مختلف به‌گونه‌ای متفاوت تعریف شده باشد.

---

۱ Physical Interoperability
۲ Sockets
۳ Syntactical Interoperability
۴ eXtensible Markup Language (XML)
۵ Semantic Interoperability

www.SID.ir

Archive of SID

هم‌چنین، سند چارچوب تعامل‌پذیری اروپا برای خدمات دولت الکترونیک[۱] (EIF) تعامل‌پذیری را از منظری دیگر به سه دسته تقسیم می‌کند [۱۳]:

- تعامل‌پذیری سازمانی[۲]: این جنبه از تعامل‌پذیری به هم‌سویی سیاست‌ها، اهداف و فرایندهای تجاری سازمان‌های مختلف برای به اشتراک‌گذاری منابع و همکاری میان یکدیگر اشاره دارد.
- تعامل‌پذیری فنی[۳]: این مورد به مسائلی از قبیل نحوه نمایش و تبادل داده، دسترسی و اصول طراحی رابط کاربری، فرمت داده‌ها، نحوه فشرده‌سازی داده و غیره می‌پردازد.
- تعامل‌پذیری معنایی: این جنبه از تعامل‌پذیری به ابزارها اجازه می‌دهد تا اطلاعات به‌دست‌آمده از منابع مختلف را به‌صورت خودکار پردازش کنند و به اشتراک بگذارند. درنتیجه اطلاعات برای برنامه‌های رایانه‌ای مختلف قابل‌فهم می‌گردند.

Euzenat و Shvaiko ناهمگونی‌های موجود در هستی-شناسی‌های مختلف را به چهار دسته زیر تقسیم می‌کنند [۱۴].

- ناهمگونی نحوی: این ناهمگونی زمانی رخ می‌دهد که دو هستی‌شناسی با یک زبان واحد توصیف نشده باشند. برای مثال، یکی از هستی‌شناسی‌ها از زبان OWL[۴] و دیگری از F-Logic[۵] استفاده کرده باشد. استانداردهای W3C[۶] به‌منظور رفع این نوع ناهمگونی ارائه شده است.
- ناهمگونی اصطلاحی[۷]: این نوع ناهمگونی به دلیل وجود نام‌های گوناگون برای یک موجودیت واحد ایجاد می‌شود. برای مثال در زبان انگلیسی دو واژه Paper و Article به‌صورت جایگزین یکدیگر قابل‌استفاده‌اند.
- ناهمگونی مفهومی[۸]: این ناهمگونی معادل ناهمگونی معنایی در دسته‌بندی پیشین است.
- ناهمگونی عملی[۹]: این ناهمگونی در مورد تفسیر افراد در مواجهه با یک موجودیت است. با برقراری تعامل-پذیری معنایی، ممکن است کاربران در بافت‌های مختلف برداشت‌های متفاوتی از یک مفهوم داشته باشند.

با توجه به مباحث فوق، تعامل‌پذیری معنایی یکی از انواع تعامل‌پذیری در هر دسته‌بندی به شمار می‌رود. امروزه ناهمگونی معنایی به‌عنوان مانع اصلی جهت تعامل-پذیری کامل در نظر گرفته می‌شود [۴]. ناهمگونی معنایی خود در سه سطح رخ می‌دهد [۳]:

- در سطح فراداده، کشف اطلاعات مکانی را دچار مشکل می‌کند.
- در سطح شما، بازیابی اطلاعات مکانی را با مشکل مواجه می‌سازد.
- در سطح محتوای داده بر تفسیر، تلفیق و تبادل اطلاعات مکانی اثرگذار است.

در بخش بعدی به مطالعه روش سنجش همانندی معنایی پرداخته می‌شود.

۳- روش سنجش همانندی معنایی

سنجش همانندی معنایی که ریشه در علوم شناختی و روانشناسی دارد [۱۵]، به‌عنوان یکی از مراحل اصلی در نحوه درک و طبقه‌بندی در انسان شناخته می‌شود [۱۶]. مدل‌های سنجش همانندی بر اساس پاسخ به این سؤال به وجود آمده-اند که «چه چیزی باعث می‌شود که دو شیء مشابه یکدیگر باشند؟» [۱۵]. تاکنون روش‌های بسیاری برای مدل‌سازی استدلال انسان در مورد میزان همانندی دو شیء توسعه یافته است. از این میان می‌توان به مدل‌های مشخصه[۱۰] [۱۷]، مدل‌های شبکه[۱۱] [۱۸]، مدل‌های هندسی[۱۲] [۱۹] و مدل همترازیابی[۱۳] [۱۵] اشاره کرد. به‌طورکلی، مدل‌های سنجش همانندی توسعه‌یافته توسط روانشناسان بر اساس مشخصه‌ها یا توصیفگرهای مفاهیم هستند. درحالی‌که مدل‌های به وجود آمده توسط متخصصان علوم رایانه بر اساس روابط موجود در ساختار سلسله مراتبی کلاس‌هاست [۱۵].

---

۱ European Interoperability Framework (EIF) for Pan-European eGovernment Services
۲ Organizational Interoperability
۳ Technical Interoperability
۴ Web Ontology Language (OWL)
۵ Frame Logic
۶ World Wide Web Consortium (W3C)
۷ Terminological Heterogeneity
۸ Conceptual Heterogeneity
۹ Pragmatic Heterogeneity
۱۰ Feature Model
۱۱ Network Model
۱۲ Geometric Model
۱۳ Alignment Model

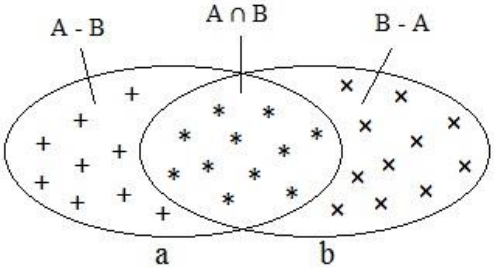
www.SID.ir

Archive of SID

در سال‌های اخیر، روش سنجش همانندی معنایی در علوم اطلاعات مکانی با هدف بازیابی و تلفیق اطلاعات از منابع مختلف داده بسیار موردتوجه قرار گرفته است [۹،۱۰،۳]. نظریه‌های همانندی مختلفی در حوزه علوم مکانی توسعه داده‌شده‌اند، اما غالباً سازگاری لازم را با زبان‌های نمایش دانش[۱] استاندارد نظیر زبان هستی‌شناسی وب (OWL) ندارند [۹]. در این مقاله از منطق توصیفی[۲] استفاده می‌شود. مزیت این روش در این است که منطق توصیفی با زبان هستی‌شناسی وب سازگار است [۲۰]. علاوه بر این، در روش ارائه‌شده در این مقاله برای سنجش همانندی معنایی دو مدل مشخصه و شبکه با یکدیگر تلفیق شده است. این مدل تلفیقی باعث رفع کاستی‌های هر یک از مدل‌ها می‌شود. برای مثال، مدل مشخصه در مدل‌سازی ساختار سلسله مراتبی مفاهیم ناتوان است و مدل شبکه معنایی ویژگی‌های کیفی مفاهیم را در نظر نمی‌گیرد [۴]. سازوکار مدل‌های شبکه و مشخصه و اجزاء اصلی موجود در آن‌ها در بخش‌های بعدی شرح داده شده است.

۳-۱- مدل مشخصه

در مدل سنجش همانندی مشخصه، اشیاء به‌وسیله مشخصه‌هایشان توصیف می‌شوند. ابتدا مشخصه‌های هر دو شیء موردنظر لیست می‌شود و سنجش همانندی بر اساس مشخصه‌های مشترک و غیرمشترک آن‌ها صورت می‌گیرد [۱۵]. فرض کنید $\Delta = \{a, b, c, \dots\}$ دامنه اشیاء موردمطالعه باشد. هم‌چنین فرض کنید هر شیء موجود در مجموعه Δ از یک مجموعه مشخصه تشکیل شده باشد. مجموعه مشخصه‌ها را با حروف بزرگ A, B, C, … نام‌گذاری می‌شوند. شکل ۱ به‌صورت شماتیک مدل مشخصه را نمایش می‌دهد. مشخصه‌ها می‌توانند جزئی از اشیاء باشند؛ صفات واقعی آن‌ها مثل اندازه و رنگ باشند؛ صفات انتزاعی آن‌ها مثل کیفیت و پیچیدگی باشند [۱۷] و یا حتی فعالیت‌ها و روابط آن‌ها باشند [۱۸].



شکل ۱- مفهوم مشخصه‌های مشترک و غیرمشترک در مدل مشخصه [۱۷]

رابطه ۱ بیان‌گر این موضوع است که همانندی میان دو شیء a و b در مدل مشخصه تابعی از اشتراک و تفاضل دو مجموعه مشخصه متناظر آن‌ها است [۱۷].

$$sim(a,b) = f(A \cap B, A - B, B - A) \qquad (۱)$$

در رابطه ۱، $A\text{-}B$ و $B\text{-}A$ به‌ترتیب بیانگر مشخصه‌هایی هستند که تنها در شیء a و b وجود دارند. هم‌چنین عبارت $A \cap B$ بیانگر مشخصه‌های مشترک بین دو شیء a و b است. مشخصه‌های مشترک بین دو شیء باعث افزایش میزان همانندی آن دو می‌شوند و مشخصه‌های غیرمشترک باعث کاهش میزان همانندی می‌گردند [۱۷].

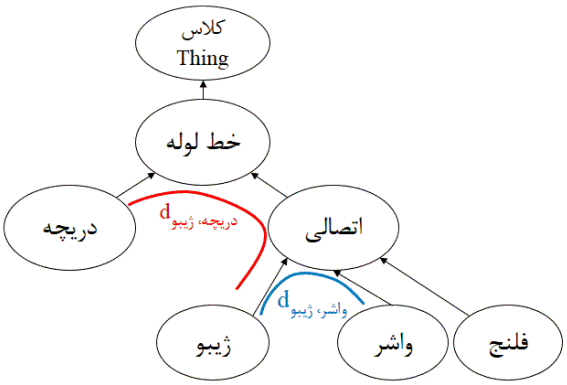
۳-۲- مدل شبکه معنایی

در مدل سنجش همانندی شبکه معنایی، اساس کار بر ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از کلاس‌هاست. یک شبکه معنایی متشکل از گره‌ها و یال‌ها به‌صورت یک گراف است که برای نمایش دانش به کار می‌رود (شکل ۲) [۱۸]. انواع مختلفی از شبکه‌های معنایی وجود دارد که اکثر آن‌ها از روابط شیءگرایی مثل رابطه is-a و روابط ارث‌بری پشتیبانی می‌کنند [۲۱]. به‌منظور سنجش همانندی میان اشیاء موجود درون کلاس‌ها از مفهوم فاصله و عمق ابرکلاس مشترک آن‌ها در شبکه معنایی استفاده می‌شود [۱۸،۲۲]. در شکل ۲، فاصله شبکه میان مفاهیم کلاس دریچه و ژیبو $d_{\text{ژیبو دریچه}}$ بیشتر از فاصله شبکه میان مفاهیم کلاس واشر و ژیبو $d_{\text{ژیبو واشر}}$ است. بنابراین، ازنظر مدل شبکه، همانندی موجودیت‌های دو کلاس واشر و ژیبو بیشتر از همانندی موجودیت‌های دو کلاس دریچه و ژیبو است.

۱ Knowledge Representation Languages
۲ Description Logic (DL)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- مفهوم فاصله در مدل شبکه معنایی [۴]

۳-۳- هستی‌شناسی

در فلسفه، هستی‌شناسی شاخه‌ای از علم است که به بررسی موجودات و روابط میان آن‌ها می‌پردازد. مفهوم هستی‌شناسی در دنیای رایانه کمی متفاوت از فلسفه است [۲۳]. یک هستی‌شناسی یک «توصیف صریح و رسمی از یک مفهوم» است [۱۲]. یک هستی‌شناسی لغات و مفاهیم (معانی) به‌کاررفته در تعریف و نمایش محدوده‌ای از دانش را تعیین می‌کند و بنابراین معانی را استاندارد می‌نماید. درواقع، می‌توان هستی‌شناسی‌ها را نمونه ارتقاء-یافته مدل‌های مفهومی دانست [۱۴]؛ زیرا علاوه بر دارا بودن اغلب ویژگی‌های موجود در آن‌ها، قابلیت توصیف رسمی موجودیت‌ها به زبان منطق را نیز فراهم آورده است. هستی‌شناسی‌ها توسط مردم، پایگاه‌های داده و برنامه‌های کاربردی که نیاز به اشتراک‌گذاری اطلاعات یک دامنه خاص دارند، استفاده می‌شوند [۹].

یک هستی‌شناسی شامل کلاس‌ها، نمونه‌ها، ویژگی‌ها و مقادیر آن‌ها، روابط میان کلاس‌ها و نمونه‌ها، قیود، توابع و غیره می‌شود. در زمینه وب، هستی‌شناسی‌ها یک فهم مشترک از یک دامنه را تأمین می‌کنند. چنین فهم مشترکی برای حل مشکل چندمعنایی ضروری است، زیرا دو برنامه کاربردی ممکن است از دو عبارت متفاوت برای یک معنای واحد استفاده کنند و یا برعکس یک عبارت واحد را برای دو مفهوم متفاوت به کار برند. درواقع هستی‌شناسی‌ها روابط معنایی را فراهم می‌کنند [۱۵].

هستی‌شناسی در زیرساخت داده مکانی را می‌توان در بخش‌های مختلفی ازجمله جستجو، فراداده، تلفیق داده‌ها، شماها، کاتالوگ‌ها و امثال آن بررسی نمود [۱۴]. هنگامی‌که هستی‌شناسی برنامه‌های کاربردی و پرسش کاربر بر اساس مفاهیم مشترکی باشند، قابلیت مقایسه شکل می‌گیرد و این امر تعامل‌پذیری معنایی را امکان‌پذیر می‌سازد [۳].

زبان استاندارد معرفی‌شده توسط W3C برای بیان هستی‌شناسی‌ها OWL است که عضوی از خانواده زبان-های نمایش دانش است [۲۳]. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، اساس زبان OWL بر پایه منطق توصیفی بنا شده است [۳]. بنابراین در بخش بعدی به معرفی منطق توصیفی پرداخته می‌شود.

۳-۴- منطق توصیفی

منطق توصیفی (DL) از زبان‌های نمایش دانش است [۳]. منطق توصیفی بر اساس مفاهیم[۱] که نشان‌دهنده کلاس اشیاء با ویژگی‌های مشابه است، اعضا[۲] که نمونه‌های مفاهیم هستند و نقش‌ها[۳] که بیان‌گر روابط میان اعضا هستند شکل گرفته است. ایده اصلی در منطق توصیفی فراهم کردن ابزاری است تا با آن بتوان به‌گونه‌ای دانش ساختاریافته را توصیف کرد که دسترسی به آن و استدلال در آن ممکن باشد [۲۴]. باوجود این‌که زبان OWL بر اساس منطق توصیفی (که خود زیرمجموعه‌ای از منطق مرتبه اول (FOL[۴]) است) توسعه یافته است، در زبان OWL از عبارات موجود در FOL استفاده می‌شود. جدول ۱ این عبارات را با یکدیگر مقایسه می‌کند.

جدول ۱- مقایسه عباراتی که در OWL و DL به‌کار می‌رود [۲۰]

زبان آنتولوژی وب (OWL)	منطق توصیفی (DL)
کلاس / گزاره	مفهوم
ویژگی	نقش
نمونه / ثابت	عضو
روابط کلاس و زیرکلاس، روابط ویژگی و زیرویژگی	ارتباط

منطق توصیفی برای شبکه‌های معنایی یک اساس منطقی فراهم می‌کند و این دو را با یکدیگر تلفیق می-نماید [۲۵]. این مقاله از این ویژگی برای رفع ناهمگونی معنایی استفاده می‌نماید. این کار به‌وسیله سازندهای منطق توصیفی[۵] انجام‌پذیر است. درواقع قدرت توصیف

۱ Concepts
۲ Individuals
۳ Roles
۴ First-Order Logic (FOL)
۵ DL Constructs

www.SID.ir

Archive of SID

موجود در زبان‌های منطق توصیفی وابسته به وجود این سازندها است. در جدول ۲ نمادها و معانی آن‌ها در منطق توصیفی آمده است. توصیف مفاهیم در زبان منطق توصیفی برحسب یک تفسیر[۱] $I = (\Delta^I, \cdot^I)$ صورت می‌گیرد. دامنه Δ^I ، یک مجموعه ناتهی از تمام اعضا است و تابع تفسیر $\cdot^I$ هر مفهوم A را به یک زیرمجموعه از Δ^I و هر نقش r را به یک رابطه دودویی r^I بر روی Δ^I نگاشت می‌کند [۲۶].

جدول ۲- قواعد و معنای آن‌ها در زبان منطق توصیفی [۹]

تعریف	معنا	نحو
مفهوم تجزیه‌ناپذیر	$A^I \subseteq \Delta^I$	A
نقش تجزیه‌ناپذیر	$R^I \subseteq \Delta^I \times \Delta^I$	R
مفهوم کل	Δ^I	$\top$
مفهوم تهی	$\emptyset$	$\bot$
نقیض	$\Delta^I \setminus C^I$	$\neg C$
برابری	$C^I = D^I$	$C \equiv D$
عطف (اشتراک)	$C^I \cap D^I$	$C \sqcap D$
فصل (اجتماع)	$C^I \cup D^I$	$C \sqcup D$
صور عمومی	$\{x \in \Delta^I \mid \forall y.(x,y) \in R^I \rightarrow y \in C^I\}$	$\forall R(C)$
صور وجودی	$\{x \in \Delta^I \mid \exists y.(x,y) \in R^I \wedge y \in C^I\}$	$\exists R(C)$
قید عددی (بیشینه)	$\{x \in \Delta^I \mid \mid \{y:(x,y) \in R^I\}\mid \leq n\}$	$(\leq n\ R)$
قید عددی (کمینه)	$\{x \in \Delta^I \mid \mid \{y:(x,y) \in R^I\}\mid \geq n\}$	$(\geq n\ R)$
عطف نقش	$R^I \cap S^I$	$R \sqcap S$

۴- راهکار پیشنهادی

برای درک بهتر مسئله پیش رو، فرض کنید که کارمند شرکت آب و فاضلاب در سیستم زیرساخت داده مکانی در پی یافتن محل‌هایی از خط لوله باشد که در آن احتمال گرفتگی وجود دارد. احتمال وقوع گرفتگی در خط لوله در محل‌هایی که لوله‌ها به یکدیگر متصل شده‌اند (مثل سه‌راهی‌ها) یا محل‌هایی که لوله‌ها خم‌شده‌اند (مثل محل‌های نصب ژیبو) بیشتر از دیگر نقاط است [۲۷]. از طرفی در پایگاه داده مکانی سیستم هیچ عارضه‌ای با این مفهوم وجود ندارد و یا این‌که کاربر از وجود آن آگاه نیست. از این رو، برای یافتن این محل‌ها لازم است چندین پرسش انجام گیرد.

به‌منظور شناسایی و استخراج تعاریف دقیق مربوط به عوارض مکانی زیرساخت داده مکانی شرکت آب و فاضلاب ایران، مشخصات فنی عمومی کارهای خطوط لوله آب و فاضلاب شهری (نشریه شماره ۳۰۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور [۲۷]) مورد مطالعه قرار گرفت. از این نشریه ۲۰ کلاس عارضه مکانی به همراه تعاریف هر یک استخراج شد.

قبل از محاسبه سنجش همانندی معنایی ابتدا لازم است تمام مفاهیم مرکب ازجمله مفهوم پرسش کاربر با استفاده از منطق توصیفی به مفاهیم اولیه و روابط اولیه خود تجزیه شوند. توصیف مفاهیم به کمک مجموعه سازندهای موجود در جدول ۲ و نام مفاهیم و نقش‌ها صورت می‌گیرد. جدول ۳ چند موجودیت را که با استفاده از زبان منطق توصیفی به اجزاء اولیه خود تجزیه‌شده‌اند نشان می‌دهد.

[۱] Interpretation

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نمونه‌هایی از تجزیه مفاهیم مرکب به مفاهیم اولیه

مفهوم تجزیه‌شده	مفهوم مرکب
متصل می‌کند (لوله)∃ ⊓ منحرف می‌کند (لوله) ∃ ⊓ متعلقات	زانویی
متصل می‌کند (لوله)∃ ⊓ دارد (پیچ) ∃ ⊓ اتصالی	فلنج
در ارتباط است با (لوله) ∃ ⊓ اتصالی	واشر
دارد (پیچ) ∃ ⊓ متصل می‌کند (لوله)∃ ⊓ منحرف می‌کند (لوله) ∃ ⊓ اتصالی	ژیبو
در ارتباط است با (شبکه)∃ ⊓ در ارتباط است با (راهرو) ∃ ⊓ در ارتباط است با (دریچه) ∃ ⊓ در ارتباط است با (کانال) ∃ ⊓ در ارتباط است با (لوله) ∃ ⊓ خط لوله	آدم‌رو
متصل می‌کند (لوله) ∃ ⊓ منحرف می‌کند (لوله) ∃	پرسش کاربر (محل‌های گرفتگی)

با تجزیه مفاهیم مرکب به مفاهیم اولیه، مقدمات لازم برای محاسبه میزان همانندی میان مفاهیم از طریق سنجش همانندی معنایی فراهم می‌آید. در این مقاله دو مدل سنجش همانندی معنایی مشخصه و شبکه معنایی ترکیب‌شده‌اند.

همان‌گونه که در بخش ۳-۱ بیان شد، در مدل مشخصه تعداد مشخصه‌های مشترک بین دو مفهوم همانندی آن دو را افزایش می‌دهند. در این مقاله مشخصه‌ها همان مفاهیم اولیه و نقش‌های اولیه مورداستفاده در توصیف مفاهیم مرکب هستند. بنابراین، هرچه مفاهیم اولیه و نقش‌های مشترک بین دو مفهوم بیشتر باشد، همانندی آن دو بیشتر است. برای محاسبه کمّی مقدار همانندی معنایی از رابطه ۲ استفاده شده است [۹].

$$\mathrm{sim_f(a,b)} = \frac{|\{C|(C \sqsubset A) \sqcap (C \sqsubset B)\}|}{|\{C|(C \sqsubset A) \sqcup (C \sqsubset B)\}| + 1} \qquad (۲)$$

در رابطه ۲، a و b دو مفهوم موردقیاس هستند. همچنین A و B مجموعه مشخصه‌های این دو مفهوم هستند.

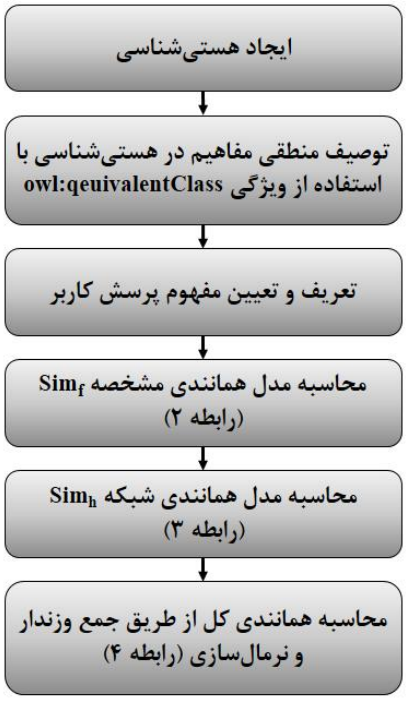
برای استفاده از مدل شبکه معنایی در سنجش همانندی معنایی از مفهوم عمق یا فاصله استفاده شد. مفهوم عمق یک معیار کمی برای مرتبط بودن مفاهیم درون ساختارهای سلسله مراتبی فراهم می‌کند. در این مقاله برای محاسبه همانندی میان مفاهیم از طریق مدل شبکه معنایی از رابطه ۳ استفاده شده است [۲۲].

$$\mathrm{sim_h(a,b)} = \frac{\mathrm{depth(lub(a,b))}}{\mathrm{depth\big(lub(a,b)\big) + d(a,b)}} \qquad (۳)$$

در رابطه فوق $lub(a,b)$ نشان‌دهنده اولین ابرکلاس مشترک دو مفهوم مورد مقایسه است و $depth(lub(a,b))$ عمق این مفهوم را در ساختار سلسله مراتبی مشخص می‌کند. همچنین $d(a,b)$ کوتاه‌ترین مسیر بین دو مفهوم (تعداد یال‌ها) در ساختار سلسله مراتبی است. درنهایت، برای محاسبه همانندی نهایی، طبق رابطه ۴، از جمع وزن‌دار روابط قبل استفاده شد.

$$\mathrm{sim(a,b)} = \mathrm{w_f sim_f(a,b)} + \mathrm{w_h sim_h(a,b)} \qquad (۴)$$

در رابطه ۴، w_f و w_h ضرایب مربوط به هر یک از مدل‌های همانندی است. شکل ۳ مراحل محاسبه همانندی معنایی در این مقاله را نشان می‌دهد.



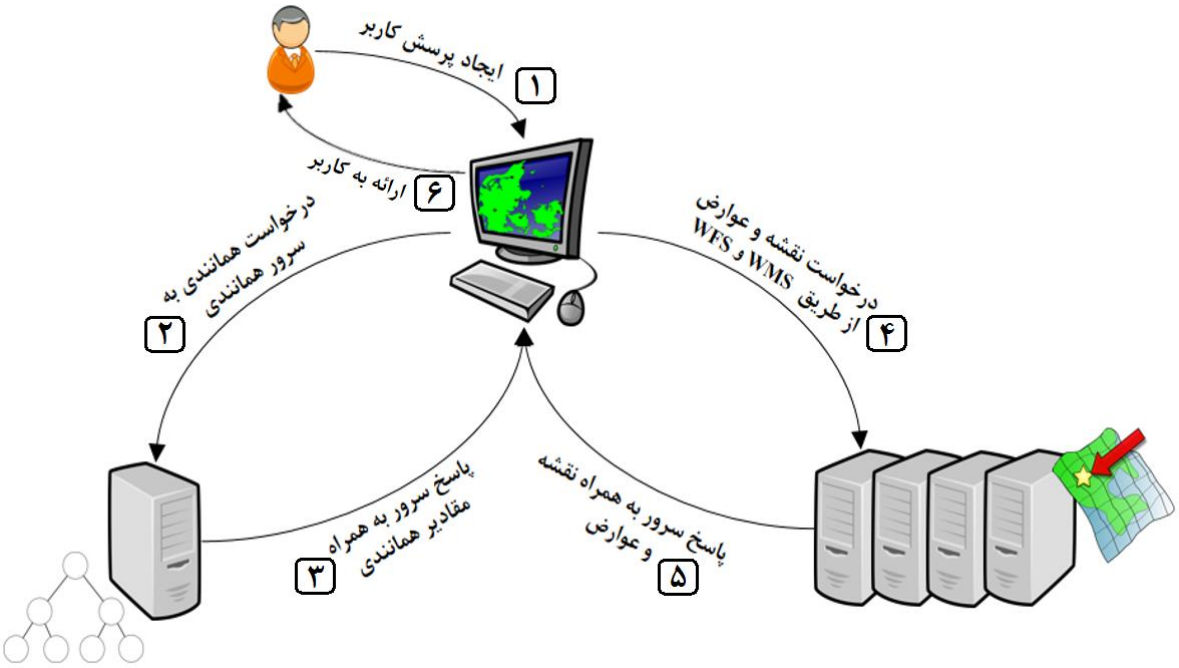
شکل ۳- مراحل محاسبه همانندی

معماری پیشنهادی سیستم بدین‌صورت است که ابتدا کاربر از طریق رابط کاربری مفهوم موردنظر خود را ایجاد

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند. سپس این مفهوم به همراه درخواست همانندی به سرور همانندی فرستاده می‌شود و پاسخ سرور به‌صورت مقادیر همانندی بازگردانده می‌شود. سپس با توجه به مقادیر همانندی محاسبه‌شده، درخواست نقشه و عوارض به سمت سرورهای نقشه از طریق WMS و WFS فرستاده شده و درنهایت عوارض موردنظر کاربر به همراه نقشه به او نمایش داده می‌شود. معماری پیشنهادی در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴- معماری پیشنهادی سیستم

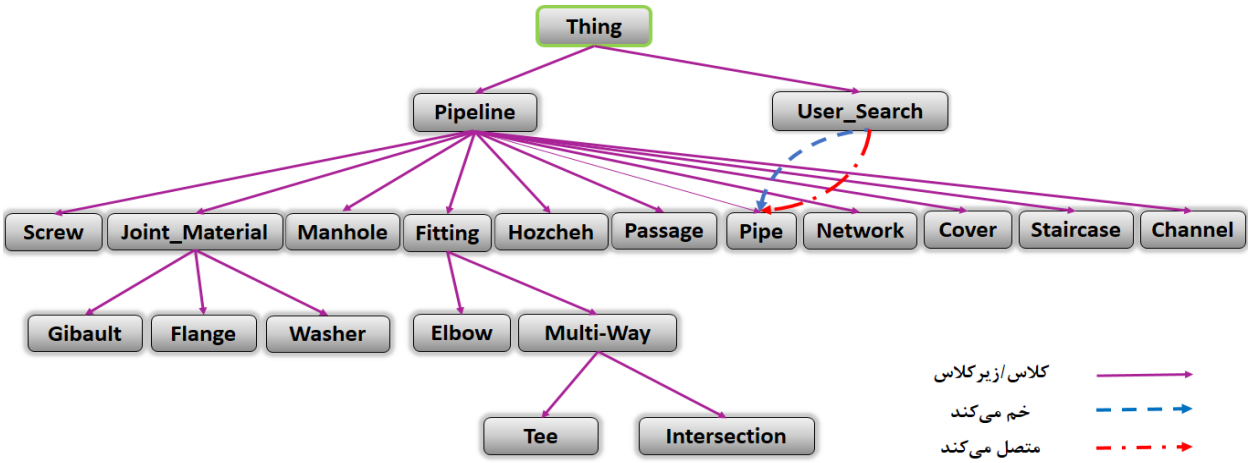
۵- پیاده‌سازی

در این بخش نحوه پیاده‌سازی مدل پیشنهادی ارائه شده است. برای ایجاد هستی‌شناسی بخشی از زیرساخت داده مکانی شرکت آب و فاضلاب که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است، از ابزار متن‌باز ویرایشگر هستی-شناسی protégé[۱] استفاده شده است. برای تعریف مفاهیم با استفاده از منطق توصیفی در این نرم‌افزار از ویژگی owl:equivalentClass استفاده شده است. شکل ۵ این هستی‌شناسی را نشان می‌دهد. هستی‌شناسی ایجادشده دارای روابط «دارد»، «در ارتباط است با»، «خم می‌کند»، «متصل می‌کند»، «منحرف می‌کند» و روابط کلاسی/زیرکلاسی است. در این شکل به‌منظور سادگی تنها روابط کلاسی/زیرکلاسی و روابط تعریف‌کننده موجودیت پرسش کاربر نشان داده شده است. برنامه‌نویسی این مقاله به زبان جاوا در محیط Eclipse و به‌کمک موتور استنتاج‌گر Jena[۲] انجام شده است. Apache Jena یک چارچوب متن‌باز برای جاواست که به‌منظور توسعه نرم-افزارهای وب معنایی ایجاد شده است [۲۸]. همچنین از زبان پرس‌وجوی SPARQL[۳] برای استخراج دانش از هستی‌شناسی استفاده شده است. شکل ۶ رابط کاربری سیستم را نشان می‌دهد. در این رابط کاربری، کاربر ابتدا فایل هستی‌شناسی را بارگذاری می‌کند، سپس با واردکردن پرسش موردنظر خود می‌تواند میزان همانندی مفاهیم مختلف را در جدولی مشاهده نماید.

۱ http://protege.stanford.edu/
۲ http://jena.apache.org/
۳ Protocol and RDF Query Language (SPARQL)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- هستی‌شناسی بخشی از زیرساخت داده مکانی شرکت آب و فاضلاب

۶- نتایج

در این مقاله همانندی معنایی میان مفاهیم موجود در زیرساخت داده مکانی شرکت آب و فاضلاب ایران و مفهوم پرسش کاربر مورد بررسی قرار گرفت. همان‌گونه که در بخش ۴ ذکر شد، احتمال وقوع گرفتگی (مفهوم پرسش کاربر) در نقاط تقاطع (مثل سه‌راهی‌ها) و خمیدگی‌ها (مثل زانویی) بیشتر از سایر نقاط است. نتایج حاصل از روش استفاده شده در این مقاله در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴- نتایج حاصل از روش سنجش همانندی معنایی

مفهوم	همانندی با مدل مشخصه	همانندی با مدل شبکه	میزان همانندی کل
حوضچه	۰/۱۰۰	۰/۳۳۰	۰/۲۱۵
فلنج	۰/۲۸۵	۰/۲۵۰	۰/۲۶۷
آدم‌رو	۰/۱۰۰	۰/۳۳۰	۰/۲۱۵
ژیبو	۰/۴۲۸	۰/۲۵۰	۰/۳۳۹
سه‌راهی	۰/۶۰۰	۰/۲۰۰	۰/۴۰۰
واشر	۰/۱۶۶	۰/۲۵۰	۰/۲۰۸
زانویی	۰/۶۰۰	۰/۲۵۰	۰/۴۲۵
چهارراهی	۰/۶۰۰	۰/۲۰۰	۰/۴۰۰

با توجه به جدول فوق، ملاحظه می‌گردد که نتایج مورد انتظار حاصل گردیده است. در میان مفاهیم موجود، زانویی ، سه‌راهی و چهارراهی به‌علت خمیدگی و تقاطع موجود در آن‌ها، به ترتیب، با میزان همانندی ۴۲/۵٪، ۴۰٪ و ۴۰٪ بیشترین شباهت را با مفهوم پرسش کاربر دارند.

ذکر این نکته ضروری است که این مدل تلفیقی کاستی‌های هر یک از دو مدل مشخصه و شبکه را برطرف نموده است؛ زیرا با در نظر گرفتن مدل مشخصه به‌تنهایی، سه مفهوم با میزان همانندی یکسان به کاربر ارائه می‌شود. هم‌چنین این مدل، همانندی را تنها بر اساس تعداد مفاهیم مشترک و غیرمشترک محاسبه می‌کند و معنای مفهوم غیرمشترک را لحاظ نمی‌کند. برای مثال، همانندی یکسان دو مفهوم زانویی و سه‌راهی به دلیل تعداد برابر مشخصه‌های مشترک و غیرمشترک آن‌ها با مفهوم پرسش کاربر به‌دست‌آمده است، درحالی‌که مشخصه‌های آن‌ها با یکدیگر متفاوت‌اند. در مدل شبکه نیز مقادیر همانندی برای اعضای یک کلاس کاملاً یکسان هستند. هرچند این موضوع نقص بزرگی برای مدل شبکه محسوب می‌شود، اما این ویژگی در تلفیق با مدل مشخصه باعث می‌شود که همانندی مفاهیم موجود در یک کلاس اختلاف قابل‌توجهی نداشته باشند.

۷- نتیجه‌گیری

ازآنجاکه هدف اصلی سیستم‌های بازخوانی اطلاعات رفع ناهمگونی موجود در نتایج پرسش و پاسخ‌هاست، سنجش همانندی معنایی در هستی‌شناسی‌ها اهمیت می‌یابد. در این مقاله از یک مدل تلفیقی سنجش همانندی معنایی با کمک دو مدل مشخصه و مدل شبکه به‌منظور رفع ناهمگونی معنایی موجود در شرکت آب و فاضلاب ایران استفاده گردید و مفاهیم مشابه با پرسش

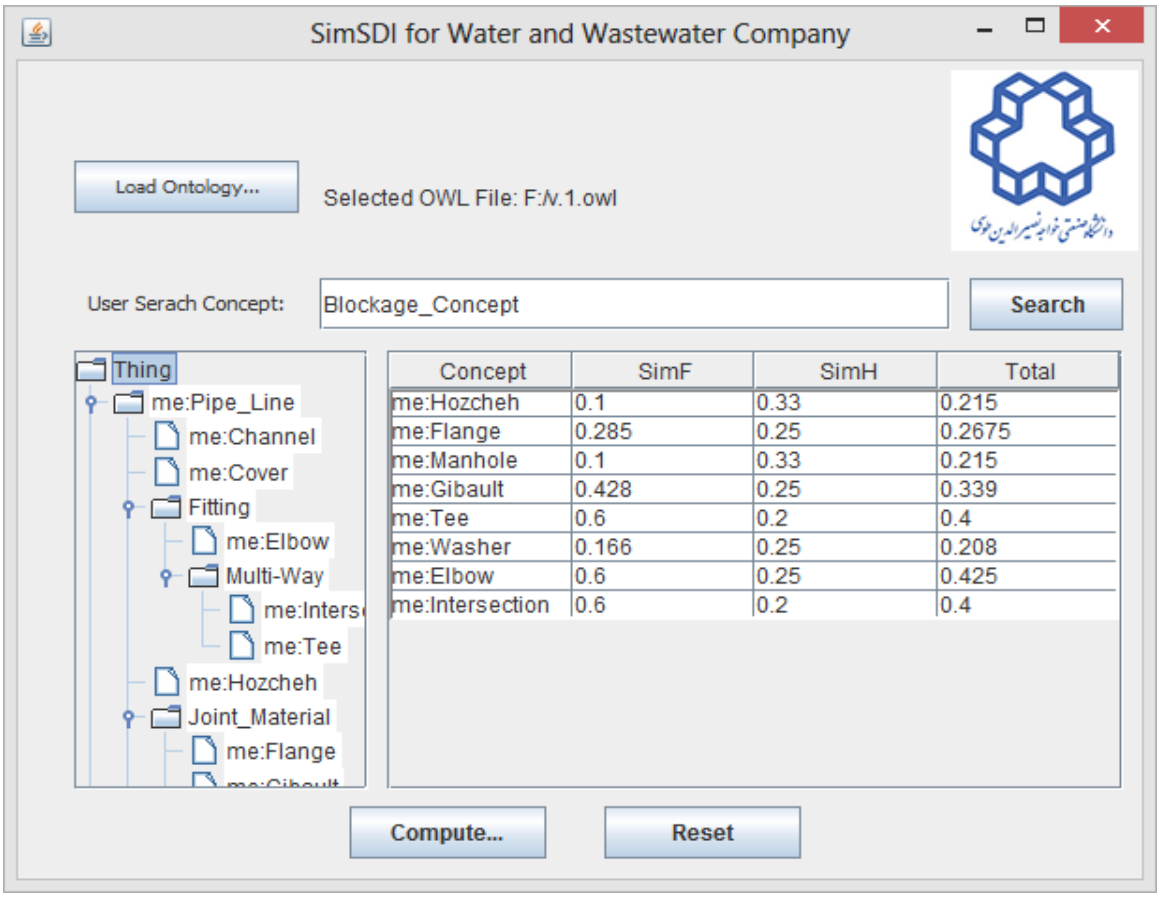
www.SID.ir

Archive of SID

کاربر به همراه میزان همانندی آن‌ها ارائه شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، روش ارائه‌شده در این مقاله قابلیت بالایی برای برطرف ساختن ناهمگونی معنایی در زیرساخت داده مکانی دارد. همچنین مدل تلفیقی ارائه-شده باعث می‌شود کاستی‌های هر یک از مدل‌ها برطرف گردد.

قابل‌ذکر است که توصیف مفاهیم با استفاده از منطق توصیفی نیازمند استانداردهایی در مورد تعاریف مفاهیم است. بدین ترتیب، دامنه و حجم توصیفات موردنیاز برای تعریف هر مفهوم مشخص می‌شود.

در پژوهش‌های آتی استفاده از یک روش مناسب مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌منظور بهینه‌سازی ضرایب و ثابت‌های موجود در معادلات می‌تواند کارآمد باشد. بررسی تأثیر مفاهیم دارای ابهام و فازی در نتایج مطابقت مکانی و یافتن روش‌هایی برای کاهش عدم اطمینان در این مواقع، می‌تواند موضوع بحث دیگری باشد. بدین منظور معادلات و روش‌های همانندی باید به شکل فازی درآیند. هم‌چنین نحوه توصیف مفاهیم در مدل‌های سنجش همانندی موجود برای بازخوانی اطلاعات معنایی از داده‌های مکانی نیاز به توسعه دارد.



شکل ۶ - رابط کاربر سیستم SimSDI برای سنجش همانندی معنایی در شرکت آب و فاضلاب ایران

مراجع

[1] M. T. Borzacchiello and M. Craglia, (2013). "Estimating benefits of Spatial Data Infrastructures: A case study," Computers, Environment and Urban Systems, no. 41, pp. 276-288.

[2] Dessers E., “Spatial Data Infrastructure at Work: Analysis the Spatial Enablement of Public Sector Processes”. Leuven University Press, 2013.

[3] M. Lutz, J. Sprado, E. Klien, C. Schubert and I. Christ, (2009). "Overcoming semantic heterogeneity in spatial data infrastructures," Computers & Geosciences, vol. 35, no. 4, pp. 739-752.

www.SID.ir

Archive of SID

[4] F. A. Alamdara, A. Mansourian, M. Taleai, S. Sedghi (2011). “Overcoming Semantic Heterogeneity in SDI using Semantic Similarity Measurement. Case Study: National Iranian Gas Company (NIGC),” 18th National Conference on Geomatics, Tehran, Iran. (in Persian)

[5] M. Khosrow-Pour, Ed., (2015). Encyclopedia of Information Science and Technology, 3rd ed., IGI Global, pp. 7466-7474.

[6] M. Shakeri, (2014). “Design and Development of a Road Transportation System using Crowdsourcing and SDI,” MSc. Thesis, K. N. Toosi University of Technology. (in Persian)

[7] M. A. Rodriguez and M. J. Egenhofer, "Comparing geospatial entity classes: an asymmetric and context-dependent similarity measure," International Journal of Geographical Information Science, vol. 12, no. 1, pp. 5-29, 2004.

[8] B. Li and F. Fonseca, "TDD - A Comprehensive Model for Qualitative Spatial Similarity Assessment," Spatial Cognition and Computation, vol. 6, no. 1, pp. 31-62, 2006.

[9] K. Janowicz, (2006). "Sim-DL: Towards a Semantic Similarity Measurement Theory for the Description Logic ALCNR in Geographic Information Retrieval," Montpellier, France, 2006.

[10] K. Janowicz, M. Wilkes and M. Lutz, "Similarity-Based Information Retrieval and Its Role within Spatial Data Infrastructures," in 5th International Conference, GIScience 2008, Park City, UT, USA, 2008.

[11] F. van Harmelen, (2008). "Semantic Web Technologies as the Foundation for the Information Infrastructure," in Creating Spatial Information Infrastructures: Towards the Spatial Semantic Web, CRC Press, pp. 38-52.

[12] M. Torres, S. Levachkine, R. Quintero, G. Guzmán and M. Moreno, (2008). "Geospatial information integration based on the conceptualization of geographic domain," in Proceedings of the 16th ACM SIGSPATIAL international conference on Advances in geographic information systems, Irvine, CA, USA, 2008.

[13] European Commission, (2004). "European Interoperability Framework for Pan-European eGovernment Services," Luxembourg, Belgium.

[14] J. Euzenat and P. Shvaiko, Ontology Matching, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

[15] R. L. Goldstone, (1994). "Similarity, interactive activation, and mapping," Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, vol. 20, no. 1, pp. 3-28.

[16] D. L. Medin, R. L. Goldstone and D. Gentner, (1993). "Respects for Similarity," Psychological Review, vol. 100, no. 2, pp. 254-278.

[17] A. Tversky, (1977). "Features of Similarity," Psychological Review, vol. 84, no. 4, pp. 327-352.

[18] R. Rada, H. Mili, E. Bicknell and M. Blettner, (1989). "Development and Application of a Metric on Semantic Nets," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. 19, no. 1, pp. 17-30.

[19] W. S. Torgerson, (1965). "Multidimensional scaling of similarity," Psychometrika, vol. 30, no. 4, pp. 379-393.

[20] C. Ramathilagam and L. Valarmathi M., (2013). "A framework for OWL DL based Ontology Construction from Relational Database using Mapping and Semantic Rules," International Journal of Computer Applications, vol. 76, no. 17, pp. 31-37.

[21] J. F. Sowa, (1987). "Semantic Networks," in Encyclopedia of Artificial Intelligence, C. S. Shapiro, Ed., New York, Wiley.

[22] Janowicz. K, (2006). "Towards a Similarity-Based Identity Assumption Service for Historical Places," in GIScience, Münster, Germany, 2006.

[23] M. C. Daconta, L. J. Obrst and K. T. Smith, (2003). The Semantic Web: A Guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management, Wiley.

[24] U. Visser and C. Schlieder, (2003). "Modelling Real State Transactions: The Potential Role of Ontologies," in The Ontology and Moelling of Real Property Transactions, Aldershot, 2003.

[25] J. Nogueras-Iso, F. J. Zarazaga-Soria and P. R. Muro-Medrano, (2005). Geographic Information Metadata for Spatial Data Infrastructures: Resources, Interoperability and Information Retrieval, Springer Berlin Heidelberg.

[26] F. Baader, E. Karabaev, C. Lutz and M. Theißen, (2005). "A New n-Ary Existential Quantifier in Description Logics," in 28th Annual German Conference on AI, KI 2005, Koblenz, Germany.

[27] “General Technical Specifications for Urban Water Pipelines and Sewage Systems,” Vice Presidency of Strategic Planning and Supervision of I. R. Iran, 2005. (in Persian)

[28] "Apache Jena - Semantic Web Standards," World Wide Web Consortium (W3C), 17 9 2015. [Online]. Available: https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Apache_Jena. [Accessed 28 9 2015].

www.SID.ir