Journal of Soft Computing and Information Technology (JSCIT)
Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran
Journal Homepage: jscit.nit.ac.ir
Volume 7, Number 2, Fall & Winter 2018, pp. 1-15
Received: 05/16/2018; Revised: 10/29/2018; Accepted: 11/20/2018

Designing and Developing Spatial Experiences Ontology for Urban Rout Finding

Maryam Barzegar[1], Abolghasem Sadeghi Niaraki[2] and Maryam Shakeri[3]
1- Geodesy and Geomatics Engineering, K.N. Toosi University, Mirdamad Ave. West, Tehran, Iran.
2*-Corresponding Author: Geodesy and Geomatics Engineering, K.N. Toosi University, Mirdamad Ave. West, Tehran, Iran.
3- Geodesy and Geomatics Engineering, K.N. Toosi University, Mirdamad Ave. West, Tehran, Iran.
[1]m_barzegar@email.kntu.ac.ir, [2*]a.sadeghi@kntu.ac.ir, and [3]mshakeri@mail.kntu.ac.ir

Corresponding author address: No. 1346, ValiAsr Street, Mirdamad cross, Geomatics Engineering Faculty, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran, Post Code : 19967-15433.

Abstract- Spatial experience is the ability of comprehending relation between real world's objects, spaces and areas and can be acquired after several years of learning and experience by the expert persons. This experience leads to generating spatial knowledge and can be helpful in making high accuracy, realistic and in accordance with reality decisions. Therefore, using some methods for storing and reusing this experiment and preventing the exit of experiences from organizations is necessary. In this research, different experience modeling methods such as semantic networks, rules, logic and ontology are investigated and due to the advantages of ontology method in comparison with other methods, this modeling method is chosen for proposing an algorithm for storing spatial experiences in urban route finding. In this regard, first, an ontology model is created with the taxi routes in Tehran city. Then, this ontology model is used for route finding and its results compared with Dikjestra's algorithm at peak traffic times. The results show that although the route lengths of ontology based route finding algorithm are longer than route lengths of Dikjestra's algorithm but its travel times are lower and in some routes the difference between travel times reaches to 10 minutes.

Keywords- Ontology, Spatial experiences, Route finding, Modeling.

مجله علمی پژوهشی رایانش نرم و فن‌آوری اطلاعات
دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
وبگاه: jscit.nit.ac.ir
جلد ۷، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۷ ، صفحه ۱۵-۱
دریافت: ۹۷/۰۲/۲۶، بازنگری: ۹۷/۰۸/۰۷، پذیرش: ۹۷/۰۸/۲۹

طراحی و توسعه آنتولوژی تجربیات مکانی در مسیریابی شهری

مریم برزگر[۱]، ابوالقاسم صادقی نیارکی[۲*]، مریم شاکری[۳]
۱- دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.
*۲- دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.
۳- دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.
[1]m_barzegar@email.kntu.ac.ir, [2*]a.sadeghi@kntu.ac.ir, and [3]mshakeri@mail.kntu.ac.ir

* نشانی نویسنده مسئول: تهران، خیابان ولیعصر،بالاتر از میدان ونک، تقاطع میرداماد، دانشکده مهندسی نقشه برداری، کدپستی: ۱۹۹۶۷-۱۵۴۳۳

چکیده- تجربه مکانی، توانایی افراد برای درک روابط بین اشیای دنیای واقعی، فضاها و مناطق است که پس از سال ها یادگیری و تجربه توسط افراد خبره بدست می‌آید. این تجربه که منجر به تولید دانش مکانی می‌شود در اخذ تصمیمات سازمانی با دقت بالا، واقع‌بینانه و هماهنگ با واقعیت کمک می‌کند. از این‌رو، استفاده از روش‌هایی برای ذخیره‌سازی و استفاده مجدد از این تجربه و جلوگیری از خارج شدن آن از سازمان‌ها، امروزه به امری مهم و ضروری تبدیل شده است. در این پژوهش روش‌های مختلف مدلسازی تجربیات از جمله استفاده از شبکه‌های معنایی، قانون، منطق و آنتولوژی بررسی می‌شوند و به دلیل برتری روش آنتولوژی نسبت به روش‌های دیگر، این روش به عنوان روش مدلسازی انتخاب و الگوریتمی مبتنی بر آنتولوژی برای ذخیره‌سازی تجربیات مکانی ارائه و در مسیریابی شهری استفاده می‌گردد. بدین منظور، ابتدا یک مدل آنتولوژی با استفاده از داده‌های مربوط به مسیرهای تاکسی شهر تهران ایجاد گردید. سپس این مدل آنتولوژی برای مسیریابی استفاده شد و نتایج آن با الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر دایجسترا از نظر طول مسیر و زمان سفر برای زمان اوج ترافیک، مقایسه گردید. نتایج حاصل نشان داد با این‌که طول سفر روش مسیریابی مبتنی بر آنتولوژی تجربیات رانندگان، نسبت به الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر دایجسترا، بیشتر است، اما زمان سفر آن کمتر است و در برخی مسیرها اختلاف زمان سفر آن با الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر دایجسترا، به ۱۰ دقیقه نیز می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: آنتولوژی، تجربیات مکانی، مسیریابی، مدل‌سازی

۱- مقدمه

تجربه مکانی، توانایی افراد برای درک روابط بین اشیای دنیای واقعی، فضاها و مناطق است و برای کسب این تجربه فرد به زمانی طولانی نیاز دارد. روزانه افراد مختلفی در سازمان‌های مختلف استخدام می‌شوند و پس از بازنشست شدن از سیستم‌های سازمانی حذف می‌شوند. حذف این افراد از سیستم، موجب از دست رفتن تجربیات مکانی آن‌ها می‌گردد. علاوه‌براین، نیروی کار جدید نیز نیاز به صرف هزینه و زمان طولانی برای به‌دست آوردن تجربیات مکانی افراد قبلی دارند. بنابراین، استفاده از روش‌هایی برای ذخیره‌سازی تجربیات مکانی این افراد و استفاده از آن‌ها برای حل مسائل آینده، ضروری است.

به‌طورکلی، دانش و مهارتی که براساس انجام و تکرار زیاد یک فعالیت یا دقت به یک رویداد، تبدیل به شهود شده باشد، یا بسیار بیشتر از بقیه اتفاق های زندگی در خاطر ما مانده باشد و توانسته باشیم از آن نتیجه گیری کنیم را می‌توان تجربه گفت. درواقع تجربه نوعی از دانش است که یکی از زیرشاخه‌های آن تجربه مکانی است. روش‌های مختلفی برای مدلسازی و فرموله کردن دانش و تجربه توسط افراد مختلف ارائه شده‌اند که به چهار دسته شبکه‌های معنایی، قانون، منطق و آنتولوژی تقسیم می‌شوند. پژوهشگران متعددی از این روش‌ها برای ذخیره‌سازی تجربیات و فرموله کردن دانش، بهره برده‌اند. برای مثال، کمسو-فوگم[1] و آباندا[2] [۱] از پایگاه دانش برای جمع‌آوری تجربیات و از گراف مفهومی برای نمایش آنتولوژی در صنعت استفاده کرده‌اند. آبل[3] [۲] نقش دانش سازماندهی شده در فرآیند یادگیری سازماندهی شده را مورد بررسی قرار داد. این دانش با استفاده از آنتولوژی ارائه می‌شود. آنتولوژی پایه‌ای برای نقشه دانش و سیستم وب استفاده شده در این مقاله می‌باشد. نوآوری سیستم وب ارائه شده در این مقاله، سازماندهی منابع با این نقشه دانش است. در این مقاله پروژه‌ای تعریف شده است که در آن بر جمع‌آوری دانش و مهارت-ها در زمینه سازماندهی تمرکز شده است و هدف این پروژه، مدیریت این سرمایه از طریق یک سیستم عامل فناوری اطلاعات است که حافظه سازمانی کاربران خود را پشتیبانی می‌کند. مورتزیس[4] و همکاران [۳]، رویز[5] و همکاران [۴]، میکوس[6] و همکاران [۵]، از آنتولوژی، پایگاه دانش و نرم افزار وب برای مبادله تجربیات استفاده کرده‌اند. افتایمیو[7] و همکاران [۶] از داده کاوی و گراف مفهومی برای استفاده مجدد از تجربیات در صنعت استفاده کرده‌اند. موئرل[8] و راسکوب[9] [۷] رویدادهای هسته ای را با استفاده از داده کاوی تجربیات قبلی مدیریت کرده‌اند. فاگم و همکاران [۸] دانش را در فرآیندهای بازخورد تجربه فرموله کرده‌اند. هدف این مقاله، تبدیل اطلاعات به دست آمده از تجربه، به دانش صریح است. چهارچوب بازخورد تجربه ارائه شده در این مقاله، نمایش کلی از روش‌های حل مسائل صنعتی است و شامل ۵ بخش است: رویداد، محیط، آنالیز، راه حل و درس‌های آموخته شده. برای مدل کردن تجربه در این مقاله، از استدلال موردی و گراف‌های مفهومی استفاده شده است. رنیو[10] و موکو[11] [۹] از داده کاوی برای استفاده مجدد از تجربیات در صنعت استفاده کرده‌اند. ریز[12] و همکاران [۱۰] از استدلال موردی و پایگاه دانش برای ذخیره‌سازی و استفاده مجدد از تجربیات در صنعت، استفاده کرده‌اند. با توجه به مطالعات انجام شده در زمینه ذخیره‌سازی تجربیات، پژوهشگران متعددی از آنتولوژی برای فرموله کردن دانش و ذخیره‌سازی تجربیات استفاده کرده‌اند. بنابراین، روش آنتولوژی به‌عنوان روشی کارآمد در ذخیره‌سازی تجربیات شناخته می‌شود. از سوی دیگر، در مقالات مورد بررسی، کمتر به راه‌هایی برای به روز رسانی آنتولوژی در طول زمان پرداخته شده است که در آنتولوژی مقاله حاضر، این موضوع به خوبی پوشش داده شده است. یکی از سازمان‌هایی که با مشکل از دست دادن تجربیات افراد خبره خود مواجه است، سازمان تاکسیرانی است. رانندگان تاکسی در سراسر شهر در مسیرهای مختلف به فعالیت می‌پردازند. به دلیل این‌که این افراد مسیری با مبدأ و مقصد مشخص را هر روز در ساعات مختلف طی می‌کنند، تجربه مناسبی در انتخاب مسیرهای کم‌ترافیک و حداقل نمودن زمان سفر، در طول سالیان کسب می‌کنند. روزانه رانندگان تاکسی بسیاری بازنشسته می‌شوند و تجربیات آن‌ها بدون انتقال به نفر بعدی، از بین می‌رود. بهره-گیری از روش‌هایی برای ذخیره‌سازی این تجربیات و استفاده مجدد از آن‌ها در آینده ضروری است. روش آنتولوژی با توجه به مزایایی هم‌چون، امکان استفاده مجدد از دانش، فرموله‌سازی صریح، امکان اشتراک‌گذاری دانش و ... روشی مناسب برای ذخیره‌سازی تجربیات رانندگان در سیستم و استفاده از آن‌ها در آینده، می‌باشد.

[1] Kamsu-Foguem
[2] Abanda
[3] Abel
[4] Mourtzis
[5] Ruiz
[6] Mikos
[7] Efthymiou
[8] Moehrle
[9] Raskob
[10] Renu
[11] Mocko
[12] Reyes

در زمینه آنتولوژی و مسیریابی، تحقیقات متعددی انجام شده است. هو[1] و همکاران [۱۱] از آنتولوژی مسیر در زمینه سفر شخصی و مانیتورینگ زندگی حیوانات استفاده کرده‌اند. عفتی و صادقی نیارکی [۱۲] از آنتولوژی برای پیش‌بینی حوادث وسایل نقلیه استفاده کرده‌اند. باگلیونی[2] و همکاران [۱۳] از آنتولوژی مسیر برای بررسی رفتار افراد در یک بازی موبایل استفاده کرده‌اند. در این تحقیق یکسری نقاط ژئورفرنس بر روی زمین تعبیه شده‌اند که فرد پس از وصل شدن به سرور بازی با پاسخ دادن به یکسری معما این نقاط را می‌پیماید و در نتیجه یک مسیر به دست می‌آید که با استفاده از آن می‌توان رفتار فرد را در طول بازی بررسی کرد. دوراک[3] و همکاران [۱۴] شبیه‌سازی مسیر را با آنتولوژی مسیر ترکیب کرده‌اند تا زاویه و جهت فرود و پرواز هواپیما و مسیر پرواز را شبیه‌سازی کنند. کموسی[4] و همکاران [۱۵] یک آنتولوژی حوزه از یک آنتولوژی سطح بالا ساخته‌اند. هدف از ایجاد این آنتولوژی شناسایی مسیرهای ناهنجار در حمل و نقل دریایی است و کاربرد آن در شناسایی حمل بار قاچاق در نظارت دریایی می‌باشد. وانس[5] و همکاران [۱۶] از آنتولوژی برای بررسی مسیرهای خوک آبی استفاده کرده‌اند. مالگوندکار[6] و همکاران [۱۷] از آنتولوژی برای آنالیز ترافیک شهری استفاده کرده‌اند. صادقی نیارکی و همکاران [۱۸] از آنتولوژی برای کمک به سرویس های SDI به ویژه آنالیز مسیریابی استفاده کرده‌اند. صادقی نیارکی و کیم[7] [۱۹] سیستم مسیریابی مبتنی بر آنتولوژی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه دادند. سعیدی و همکاران [۲۰] یک مدلسازی مفهومی مبتنی بر آنتولوژی برای سیستم‌های ناوبری و توریستی ارائه دادند. سیستم ارائه شده یک سیستم چند رسانه‌ای و پایگاه داده مکانی است که با سنسورهای مختلفی از جمله دوربین دیجیتال و GPS در محیط موبایل، ادغام می‌شود و خدمات مبتنی بر مکان را به خدمات مبتنی بر محیط تعمیم می‌دهد تا به خدمات محیط آگاه و برنامه‌های موجود در محیط‌های دسکتاپ و موبایل، کمک کند. با توجه به مطالعات انجام شده، ساختار آنتولوژی ارائه شده در این مقاله، متفاوت با مقاله‌های بررسی شده است و شیوه تعریف کلاس‌های آنتولوژی و ویژگی‌های استفاده شده برای مسیرهای مختلف، این آنتولوژی را متمایز می‌نماید. برای مثال در بعضی تحقیقات، ویژگی‌هایی کم اهمیتی که کمک خاصی به انجام آنالیز مسیریابی نمی‌کنند، تعریف شده‌اند. در این مقاله سعی شده است در تعریف ویژگی‌ها و کلاس‌ها از تعریف موارد اضافی و کم اهمیت چشم‌پوشی شود و موارد مهم و کاربردی‌تری مثل مختصات به‌عنوان ویژگی تعریف شوند. علاوه‌براین، تقسیم‌بندی کلاس‌ها به راه‌های تجربی و غیرتجربی و تقسیم‌بندی براساس ترافیک، در مقالات بررسی شده انجام نشده است و این امر گواهی بر متفاوت بودن دید مفهومی مقاله حاضر است.

هدف از مقاله طراحی و توسعه آنتولوژی تجربیات مکانی در مسیریابی شهری است. برای این منظور ابتدا روش‌های مختلف مدلسازی تجربیات ازجمله شبکه‌های معنایی، قانون، منطق و آنتولوژی بررسی و دلیل استفاده از آنتولوژی بیان می‌شود؛ سپس الگوریتمی مبتنی بر آنتولوژی برای ذخیره‌سازی تجربیات مکانی ارائه و در مسیریابی استفاده شده است. بدین منظور، ابتدا مسیرهای مربوط به رانندگان تاکسی با استفاده از یک app، جمع‌آوری می‌شوند. سپس این مسیرها با توجه به ساعت حرکت، در کلاس‌های ترافیک و بدون ترافیک قرار داده می‌شوند و هر مسیر نیز به‌صورت یک کلاس owl مجزا که قطعه‌های مسیر individual های این کلاس هستند ذخیره می‌شود و در نهایت آنتولوژی کلی تجربیات رانندگان تشکیل می‌شود.

ساختار مقاله به صورت زیر است. در بخش ۲ مفاهیم مربوط به تجربه و روش‌های مختلف مدلسازی تجربیات مکانی، شرح داده می‌شوند. در بخش ۳ شیوه ایجاد آنتولوژی تجربیات رانندگان و قسمت‌های مختلف آن، بیان می‌شوند. در بخش ۴ این آنتولوژی برای شهر تهران پیاده‌سازی می‌گردد و در نهایت در بخش ۵، ارزیابی از روش پیشنهادی صورت می‌گیرد و در بخش ۶ یک نتیجه‌گیری کلی از کار انجام می‌شود.

۲- روش‌های مختلف مدلسازی تجربیات مکانی

روش‌های مختلفی برای مدلسازی تجربیات توسط محققان متعددی در زمینه‌های مختلف، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. از جمله این روش‌ها می‌توان استفاده از شبکه‌های معنایی، قانون، منطق و آنتولوژی را نام برد. با توجه به نیاز و حوزه مورد بررسی، می‌توان هر یک از این روش‌ها را برای مدلسازی تجربیات و استفاده مجدد از تجربیات برای حل مسائل مختلف، استفاده نمود. در ادامه هریک از این روش‌ها شرح داده می‌شوند.

۲-۱- شبکه معنایی

برای مدل کردن تجربه می‌توان از شبکه‌های معنایی استفاده کرد. شبکه معنایی یک گراف است که گره‌های آن مفاهیم را نمایش می‌دهند و یال‌های آن روابط بین این مفاهیم را نشان می‌دهند

[1] Hu
[2] Baglioni
[3] Durak
[4] Camossi
[5] Wannous
[6] Malgundkar
[7] Kim

[۲۱]. دو نوع شبکه معنایی را می‌توان برای نمایش منطق استفاده نمود: گراف رابطه‌ای و گراف مفهومی. گراف‌های مفهومی بعد از گراف‌های رابطه‌ای ابداع شدند و یکپارچه‌سازی آنتولوژی، ویژگی اصلی این گراف‌ها است و یک فرمول‌سازی یکنواخت برای نیازهای تعاملی ایجاد می‌کنند [۸].

گراف‌ها روابط را به صورت یک نگاه خلاصه نشان می‌دهند و ساختاری منظم دارند که می‌تواند بسیاری از الگوریتم‌ها را برای استدلال، جستجو، اندکس‌گذاری و تطابق الگو، ساده‌تر کند. شش *قانون تشکیل استاندارد* [۲۲] مثال‌هایی از اپراتورهای مبتنی بر گراف هستند که بر معانی تمرکز دارند. هر قانون یکی از سه اثر ممکن بر رابطه منطقی بین یک گراف اولیه u و گراف نتیجه v دارد:

- هم‌ارزی: کپی کردن و ساده کردن قوانین هم‌ارزی هستند که گراف v را که از نظر منطقی معادل با اصلی است، تولید می‌کنند: $v \supset u$ و $u \supset v$. گراف‌های معادل در مدل‌های دقیقاً مشابه، استفاده می‌شوند.

- خصوصی سازی: متصل کردن و محدود کردن، قوانین خصوصی‌سازی هستند که گراف v را تولید می‌کنند که بر گراف اصلی اشاره دارد u $v \supset u$. قوانین خصوصی‌سازی به طور یکنواخت مجموعه‌ای از مدل‌ها را که در آن‌ها نتیجه برقرار است را کاهش می‌دهند.

- کلی‌سازی: جدا کردن و محدود نکردن، قوانین کلی‌سازی هستند که گراف v را تولید می‌کنند که بر گراف اصلی اشاره دارد v $u \supset v$. قوانین کلی‌سازی به طور یکنواخت مجموعه‌ای از مدل‌ها را که در آن‌ها نتیجه برقرار است را افزایش می‌دهند.

هر قانون یک قانون معکوس دارد که هر تغییری را توسط دیگری ایجاد می‌شود را خنثی می‌کند. معکوس کپی کردن، ساده کردن است، معکوس محدود کردن، محدود نکردن است و معکوس متصل کردن، جدا کردن است. این قوانین اساساً گرافیکی هستند: نشان دادن آن‌ها راحت‌تر از توصیف کردن آن‌هاست [۲۲].

قوانین هم‌ارزی و کلی‌سازی برای یک فرآیند استدلال کامل کافی می‌باشند. قوانین خصوصی‌سازی و هم‌ارزی را می‌توان در فرآیند رد کردن یک اثبات با خلف، استفاده کرد.

۲-۲- مدلسازی با استفاده از قوانین

یکی از فرم‌های نمایش دانش، قوانین هستند. قوانین به‌صورت ساختار اگر-آن‌گاه ارائه می‌شوند و امکان بیان انواع مختلفی از جملات پیچیده را فراهم می‌کنند. قوانین را می‌توان در سیستم-های برنامه‌نویسی منطقی مانند زبان Prolog [۲۳]، پایگاه داده-های استنتاجی [۲۴] یا سیستم‌های قوانین کسب وکار، یافت. در زیر مثالی از قوانینی که دانش را در حوزه کسب وکار بیان می-کنند، ارائه شده است.

۱- **اگر** چیزی یک پرواز باشد **آن‌گاه** سفر نیز هست

۲- **اگر** فردی در سفری که توسط یک شرکت رزرو شده است حضور داشته باشد، **آن‌گاه** این شخص کارمند این شرکت است

۳- **واقعیت،** شخص Mistrex در یک پرواز حضور دارد که توسط شرکت UbiqBiz رزرو شده است

۴- **اگر** شهرهای مبدأ و مقصد یک سفر نزدیک به یکدیگر باشند، **آن‌گاه** سفر با قطر انجام می‌شود

بخش-**اگر** بدنه یک قانون نیز نامیده می‌شود و بخش-**آن‌گاه** سر آن نامیده می‌شود. عموماً، سیستم‌های نمایش دانش مبتنی بر قانون، براساس واقعیات عمل می‌کنند و به‌صورت نوع خاصی از قانون با یک بدنه خالی فرموله می‌شوند. این سیستم‌ها از یک مجموعه داده شده از واقعیات مانند قانون (۳) آغاز می‌شوند و سپس یکسری قوانین را به‌منظور رسیدن به حقایقی جدید اعمال می‌کنند و نتایجی به‌دست می‌آورند [۲۱].

با این حال، درک عبارات با زبان طبیعی، برای محاسبات مناسب نیست و چنین عباراتی به‌صورت متغیرها و گزاره‌هایی از اشیاء حوزه مورد نظر، فرموله می‌شوند. یک فرموله‌سازی از قوانین بالا به‌صورت زیر است:

(1)Trip(?t) :− Flight(?t)

(2)Employee(?p) ^ isEmployedAt(?p, ?c) :− Trip(?t) ^ books(?c, ?t) ^ Company(?c) ^ participatesIn(?p, ?t) ^ Person(?p)

(3)Person(MisterX)^ participatesIn(MisterX,FL4711)^ Flight(FL4711) ^ books(UbiqBiz, FL4711) ^ Company(UbiqBiz) :−

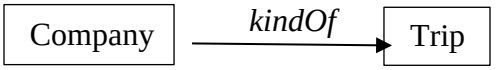
(4)TrainRide(?t) :− Trip(?t) ^ startsFrom(?t, ?s) ^ endsIn(?t, ?d) ^ close(?s, ?d) [۲۱].

۲-۳- مدلسازی با استفاده از منطق

شبکه‌های معنایی و قوانین برای ارائه معانی دقیق، با استفاده از منطق فرموله می‌شوند و بدون چنین فرموله‌سازی دقیقی، مبهم هستند و برای اهداف محاسباتی مشکل‌ساز می‌باشند. معروف‌ترین فرموله کردن منطقی که برای نمایش دانش استفاده می‌شود،

«حساب‌های گزاره مرتبه اول» یا منطق مرتبه اول است. منطق مرتبه اول امکان توصیف حوزه مورد نظر را به‌صورت ترکیبی از اشیاء و امکان ساخت فرمول‌های منطقی درمورد این اشیاء را که توسط گزاره‌ها، توابع، متغیرها و اتصالات منطقی تشکیل می‌شوند، فراهم می‌کند [۲۱].

مشابه با شبکه‌های معنایی، اغلب جملات در زبان طبیعی می‌توانند به‌صورت جملات منطقی درمورد اشیاء حوزه مورد نظر با انتخابی مناسب از نمادهای تابع و گزاره، بیان شوند. مفاهیم به گزاره‌های یگانی و روابط به گزاره‌های دودویی نگاشت می‌شوند. تابع برای مثال می‌تواند به‌طور مستقیم توسط یک مفهوم منطقی بیان شود که در ترجمه قسمت زیر با استفاده از روابط ۱ و ۲ نشان داده می-شود:



$$\forall x, y : (books(x, y) \rightarrow Company(x) \wedge Trip(y)) \quad (۱)$$

$$\forall x : \exists y : (Trip(x) \rightarrow Company(y) \wedge books(y, x)) \quad (۲)$$

رابطه (۱) بیان می‌کند که دامنه و حدود رابطه رزرو کردن، به-ترتیب شرکت‌ها و سفرها هستند و رابطه (۲) تضمین می‌کند که برای هر سفر یک شرکت وجود دارد که آن را رزرو کرده است [۲۱].

۲-۴- آنتولوژی

واژه آنتولوژی از فلسفه نشأت می‌گیرد. براساس دیکشنری Webster، آنتولوژی شاخه‌ای از متافیزیک است که مرتبط با طبیعت و روابط موجود در طبیعت است. در حوزه مهندسی دانش، آنتولوژی یک سیستم، شامل یکسری واژگان و مجموعه‌ای از قواعد است که لغات می‌توانند با استفاده از آن‌ها ترکیب شوند و یک حوزه را مدل کنند. یک تعریف کلاسیک از آنتولوژی توسط Gruber ارائه شده است: «آنتولوژی ذکر خصوصیات یک مفهوم-سازی به اشتراک گذاشته شده، به طور صریح و رسمی می‌باشد» [۲۵]. در حوزه علوم کامپیوتر و اطلاعات، آنتولوژی یک نام‌گذاری و تعریف معتبر از نوع، ویژگی‌ها و روابط بین هستنده‌های تعریف شده در یک حوزه خاص، می‌باشد. در واقع آنتولوژی متغیرهای مورد نیاز برای مجموعه‌ای از محاسبات را تقسیم‌بندی می‌کند و روابطی بین آن‌ها ایجاد می‌کند.

مهم‌ترین کارهایی که در ایجاد یک آنتولوژی باید در نظر گرفته شوند شامل موارد زیر می‌باشد: تعیین مشخصات آنتولوژی، اخذ دانش، مفهوم‌سازی، فرموله کردن، پیاده‌سازی، ارزیابی، نگهداری و مستندسازی. روش‌های مختلفی برای طراحی آنتولوژی در زمینه مهندسی، ارائه شده‌اند که می‌توان آن‌ها را از جنبه‌های مختلف، طبقه‌بندی کرد [۲۶].

آنتولوژی مزایای متعددی دارد از جمله: ۱- به اشتراک‌گذاری مفهوم مشترکی از ساختار اطلاعات در میان مردم یا عامل‌های نرم‌افزاری [۲۵ و ۲۷]؛ برای مثال، اگر چندین وب‌سایت مختلف که اطلاعات پزشکی یا خدمات پزشکی اینترنتی ارائه می‌دهند، یک آنتولوژی مشابه از واژه‌هایی که استفاده می‌کنند ایجاد کنند، عامل‌های کامپیوتری می‌توانند اطلاعات را از سایت‌های مختلف استخراج و ادغام کنند و از این اطلاعات ادغام شده برای پاسخ به پرسش‌های کاربر و یا به‌عنوان داده ورودی دیگر کاربردها، استفاده کنند. ۲- ایجاد امکان استفاده مجدد از دانش حوزه؛ اگر یک گروه از محققان یک آنتولوژی را توسعه دهند، دیگران نیز می‌توانند از این آنتولوژی برای حوزه خود استفاده کنند و اگر بخواهیم یک آنتولوژی بزرگ بسازیم، می‌توانیم چندین آنتولوژی موجود را که قسمت‌های مختلف این آنتولوژی بزرگ را توصیف می‌کنند، ادغام کنیم ۳- صریح نمودن فرضیات حوزه که امکان تغییر فرضیات را در صورت تغییر دانش حوزه فراهم می‌کند؛ اگر کدگذاری فرضیات بسیار پیچیده باشد، فهم آن‌ها و تغییر آن‌ها بسیار مشکل خواهد بود [۲۸]. ۴- جدا کردن دانش حوزه از دانش اجرایی؛ ما می‌توانیم پیکربندی یک محصول را با استفاده از اجزاء آن، براساس یکسری ویژگی‌های خاص شرح دهیم و یک برنامه که این پیکربندی را مستقل از محصولات و اجزاء آن‌ها انجام می‌دهد، پیاده‌سازی کنیم [۲۹]. ۵- آنالیز کردن دانش حوزه؛ زمانی‌که می‌خواهیم از آنتولوژی موجود دوباره استفاده کنیم، یک آنالیز فرمولی از واژگان بسیار ارزشمند خواهد بود [۳۰]. بنابراین، با توجه به مزایای ذکرشده برای آنتولوژی و مرور روش‌های مختلف مدلسازی تجربیات، می‌توان دریافت که دو روش گراف مفهومی و قوانین بیشتر برای نمایش دانش استفاده می‌شوند و کاربردهای آن‌ها محدود است و نمی‌توان همه روابط بین مفاهیم را با این دو روش نشان داد. علاوه‌براین، مدل‌های منطقی دارای معایبی هستند که یکی از آن‌ها پیچیدگی و صریح نبودن است که لی[1] در سال ۲۰۱۱ به آن‌ها اشاره کرده است [۳۱]. از این‌رو، مدل‌سازی پدیده-های پیچیده از جمله فعالیت‌ها، رفتارها و عواطف انسانی با استفاده از مدل منطقی دشوار است و حتی در بسیاری از موارد امکان‌پذیر نیست. با این حال از روش آنتولوژی برای مدل کردن فعالیت‌های انسانی در برخی تحقیقات استفاده شده است؛ برای مثال نی[2] در

[1] Lee
[2] Ni

سال ۲۰۱۶ به مدل کردن فعالیت‌های انسانی [۳۲] و اسمیت[1] در سال ۱۹۸۹ به مدل کردن عواطف انسانی [۳۳] با آنتولوژی پرداختند. در مقابل، روابطی که در آنتولوژی تعریف میشوند کاملا واضح و روشن هستند که هرکسی می‌تواند آن را متوجه شود و کلی هستند از جمله رابطه تعلق داشتن. آنتولوژی نوعی طبقه-بندی است و ساختار سلسله مراتبی دارد بنابراین، مفاهیم و ساختار پایه آن کاملا ملموس و واضح است. علاوه‌براین، مدل‌های منطقی کمتر قابلیت آپدیت دارند بدلیل اینکه ممکن است با تغییر یک رابطه منطقی کل مدل تغییر کند و به چالش کشیده شود. مدل‌های آنتولوژی به گونه‌ای طراحی میشوند که قابلیت آپدیت داشته باشند و این یک اصل اساسی در طراحی این نوع مدل-هاست. در این مقاله نیز به مدل کردن تجربیات رانندگان تاکسی (رفتار انسان) با آنتولوژی پرداخته شده است.

اغلب برنامه‌های مسیریابی که در ایران استفاده می‌شوند، نیاز به اینترنت دارند و با توجه به مشکلات اینترنتی در ایران، این موضوع ممکن است باعث بروز مشکل در عملکرد برنامه مورد نظر شود. الگوریتم مسیریابی ارائه شده در این مقاله، با پیش فرض آفلاین بودن فرد طراحی شده است، بنابراین، مشکلات اینترنتی خللی در عملکرد آن ایجاد نمی‌کند. علاوه‌براین، در اغلب برنامه‌های مسیریابی به دلیل این که از تجربیات افراد در مسیریابی استفاده نمی‌شود، ممکن است برنامه در مواردی که دو مسیر با شرایط ترافیکی یکسان جواب مسئله هستند و تنها هوش انسانی می‌تواند تشخیص دهد کدام یک از این مسیرها مناسب‌تر است، دچار اشتباه شود. از سوی دیگر، امکان ارتقا این برنامه‌ها برای کار در زمینه‌های دیگری هم‌چون مسیریابی برای توریست‌ها یا افراد دیگر، کمتر وجود دارد. در روش ارائه شده، با استفاده از آنتولوژی تجربیات بر این مشکلات غلبه شده است زیرا آنتولوژی تجربیات را به راحتی می‌توان آپدیت نمود و از آن در زمینه‌های دیگر استفاده کرد. برای مثال به راحتی می‌توان تجربیات توریست‌ها یا آتش-نشانان و ... را جمع‌آوری و با آنتولوژی مدل کرد و این آنتولوژی جدید را با الگوریتم مسیریابی ادغام و در کاربردی جدید استفاده نمود. در این پژوهش، هر کاربری در هر زمانی و در هر مکانی می-تواند از آنتولوژی مربوطه برای مسیریابی استفاده کند. در ادامه روش ایجاد این آنتولوژی و استفاده از آن برای مسیریابی شرح داده می‌شود.

۳- روش

در این مقاله، آنتولوژی برای ذخیره‌سازی تجربیات مکانی ارائه و در مسیریابی استفاده شده است که در زیربخش‌های بعدی شیوه ایجاد این آنتولوژی با جزئیات شرح داده می‌شود.

۳-۱- آنتولوژی تجربیات رانندگان

شکل ۱ مراحل ایجاد آنتولوژی تجربیات رانندگان را نشان می‌دهد. به‌طورکلی، سه مرحله برای ایجاد آنتولوژی تجربیات رانندگان در نظر گرفته شده است که شامل: ۱- طراحی آنتولوژی، ۲- ذخیره-سازی مسیرها در آنتولوژی و ۳- بازیابی مسیرها از آنتولوژی، است. در مرحله ۱ شمای کلی آنتولوژی تعیین می‌شود و در مراحل بعدی، داده‌ها براساس این شما، در کلاس مربوط به خود، دسته-بندی می‌شوند. در زیربخش‌های بعدی جزئیات هریک از این مراحل شرح داده شده است.

۳-۱-۱- طراحی آنتولوژی

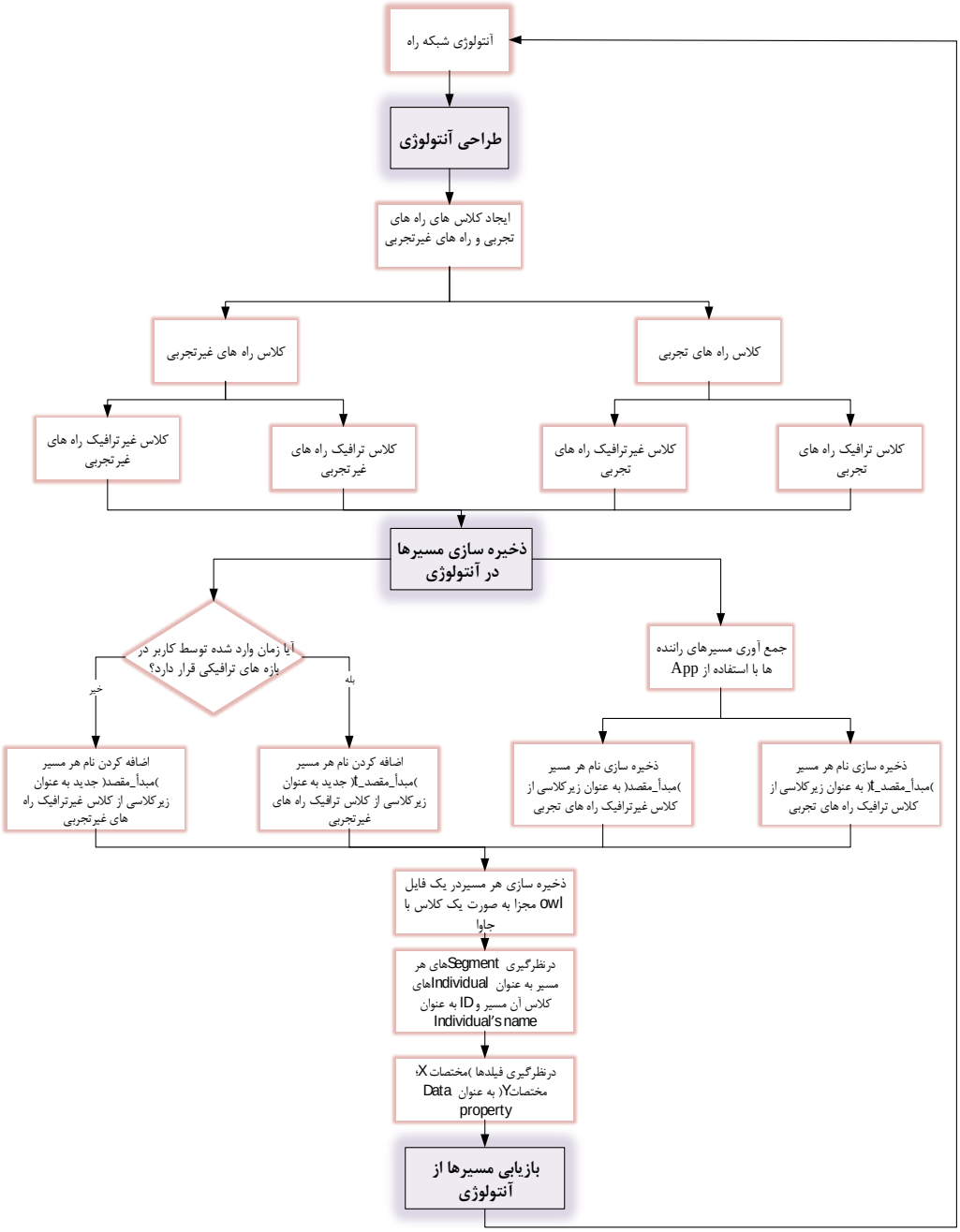
در این مقاله ابتدا آنتولوژی برای ذخیره‌سازی مسیر رانندگان تاکسی ایجاد شد. این آنتولوژی شامل دو کلاس اصلی راه‌های تجربی و راه‌های غیرتجربی است. کلاس مربوط به راه‌های تجربی، مسیرهای مربوط به رانندگان تاکسی را ذخیره می‌کند. این کلاس شامل دو زیرکلاس ترافیک و بدون ترافیک است. کلاس ترافیک شامل مسیرهایی است که در زمان‌های اوج ترافیک (بازه‌های زمانی بین ۷-۱۰ صبح و ۱۶-۲۰ عصر) پیموده شده‌اند.

بقیه مسیرهای رانندگان نیز، در کلاس بدون ترافیک راه‌های تجربی آنتولوژی تجربیات رانندگان قرار می‌گیرند. کلاس راه‌های غیرتجربی، شامل مسیرهایی است که مبدأ و مقصد آن‌ها در بین مسیرهای پیموده شده توسط رانندگان تاکسی نیستند و با استفاده از مسیریابی به‌دست می‌آیند. در فایل owl آنتولوژی کلی تجربیات رانندگان، به‌دلیل افزایش کارایی پردازش و ساده‌سازی، تنها نام مسیرها به‌صورت کلاس تعریف می‌شوند و individual های مسیرها در این فایل تعریف نمی‌شوند. برای هر کلاس مسیر، یک فایل owl مجزا تعریف می‌شود که نام این فایل و نام کلاس درون آن مشابه با نامی است که کلاس مسیر مورد نظر در فایل owl آنتولوژی کلی تجربیات رانندگان دارد. هر قطعه از مسیر به-صورت یک individual برای کلاس مسیر، در فایل owl مجزا مربوط به آن مسیر، تعریف می‌شود که نام این individual، ID قطعه مسیر مربوط به آن است. Attribute های مختصات x و مختصات y مربوط به نقطه آغازین هر قطعه مسیر، به‌عنوان data property های individual ها تعریف می‌شوند. شکل ۲ آنتولوژی کلی تجربیات رانندگان را نشان می‌دهد.

[1] Smith

۳-۱-۲- ذخیره‌سازی مسیرها در آنتولوژی

برای ذخیره‌سازی مسیرهای مربوط به رانندگان تاکسی که در کلاس راه‌های تجربی قرار می‌گیرند، ابتدا بررسی می‌شود که مسیر مربوط به زمان‌های پرترافیک است یا بدون ترافیک. اگر مسیر مربوط به زمان‌های پرترافیک بود، نام کلاس مربوط به این مسیر، به‌صورت مبدأ_مقصد_t تعریف می‌شود که t نشان دهنده ترافیک است، سپس کلاس مربوطه به‌عنوان زیرکلاسی از کلاس ترافیک راه‌های تجربی در آنتولوژی تجربیات رانندگان تعیین می‌گردد. اگر مسیر مربوط به زمان‌های کم ترافیک بود، نام کلاس به‌صورت مبدأ_مقصد تعریف می‌شود و مسیر مربوطه به‌عنوان زیرکلاسی از کلاس بدون ترافیک راه‌های تجربی آنتولوژی تجربیات رانندگان تعیین می‌شود. با توجه به نام کلاس تعیین شده برای هر مسیر، یک فایل owl مجزا با این نام، برای هر مسیر تعریف می‌شود که این فایل owl کلاسی با این نام دارد. هر قطعه از مسیر نیز، به‌صورت یک individual تعریف می‌شود که نام این individual با استفاده از ID قطعه مسیر مربوط به آن تعریف می‌شود. Attribute های مختصات x و مختصات y هر قطعه این مسیر نیز به‌عنوان data property های individual های آن تعریف می‌شوند.



شکل۱- مراحل ایجاد آنتولوژی تجربیات رانندگان

برای ذخیره‌سازی مسیرهایی که با استفاده از مسیریابی به‌دست می‌آیند، ابتدا نام کلاس مربوط به مسیر به‌صورت مبدأ_مقصد تعریف می‌شود. سپس زیرکلاسی با این نام در کلاس راه‌های غیرتجربی آنتولوژی تجربیات رانندگان معین می‌گردد. هم‌چنین، یک فایل owl مجزا نیز برای ذخیره‌سازی قطعه‌های این مسیر، با همین نام، تعریف می‌گردد که مشابه با ذخیره‌سازی یک مسیر تجربی، نام کلاس تعریف شده در این فایل owl مشابه با نام کلاسی که برای آن در آنتولوژی تجربیات رانندگان تعریف می‌شود است و individual های آن قطعه‌های مسیری که با استفاده از مسیریابی به‌دست آمده‌اند هستند و ID هر قطعه مسیر به‌عنوان نام individual مربوط به آن و attribute های مختصات x و مختصات y آن به‌عنوان data property تعریف می‌شوند.

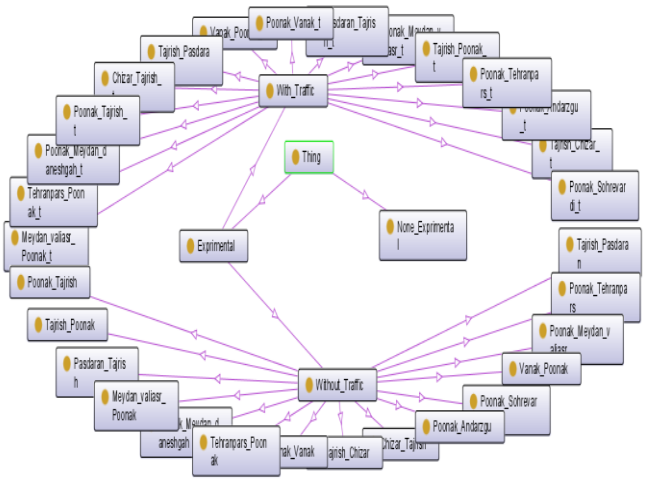
۳-۱-۳- بازیابی مسیرها از آنتولوژی

شبه کد مربوط به بازیابی مسیرها از آنتولوژی، در شکل ۳ ارائه شده است. برای استفاده از آنتولوژی تجربیات رانندگان در مسیریابی، ابتدا کاربر مبدأ و مقصد و ساعت حرکت را مشخص می‌کند. سپس بررسی می‌شود که آیا کلاسی با این مبدأ و مقصد در آنتولوژی تجربیات رانندگان وجود دارد یا خیر. اگر چنین کلاسی وجود داشت، قطعه‌های این مسیر (individual های این کلاس) از فایل owl این مسیر بازیابی و بدون نیاز به پردازش، نمایش داده می‌شوند. اگر چنین کلاسی وجود نداشت، ابتدا بررسی می‌شود که آیا مبدأ و مقصد در راه‌های تجربی قرار دارند یا خیر. اگر مبدأ و مقصد در شبکه راه تجربی قرار داشتند، تنها از راه‌های تجربی برای ایجاد گراف شبکه راه استفاده می‌شود و اگر هریک از آن‌ها در شبکه راه تجربی قرار نداشتند، از شبکه راه اصلی برای ایجاد گراف شبکه راه استفاده می‌شود و مسیریابی با استفاده از الگوریتم دایجسترا انجام می‌شود. پس از انجام مسیریابی، نام مسیر مورد نظر در زیرکلاس راه‌های غیرتجربی آنتولوژی تجربیات رانندگان ثبت می‌شود تا در صورت درخواست مجدد کاربر، بدون انجام پردازش دوباره، نمایش داده شود.

قطعه‌های مسیر به‌دست آمده نیز در یک فایل owl جدا به‌صورت individual های کلاسی هم‌نام با نام مسیر مورد نظر، ذخیره می‌شوند.

۴- پیاده‌سازی

در این مقاله، آنتولوژی مبتنی بر تجربیات رانندگان ایجاد شده است و این آنتولوژی در حوزه مسیریابی مورد استفاده قرار گرفته است. برای پیاده‌سازی آنتولوژی تجربیات، داده‌های مورد نیاز با نوشتن یک app برای ذخیره مسیرهای تاکسی که در آن از OSM[1] استفاده شده است، جمع‌آوری شدند. این app در محیط اندروید آماده شده است و در آن از arcgis sdk for android spatialite استفاده شده است و اطلاعات با کلیک بر روی نقشه به صورت لاین در پایگاه داده ذخیره می‌شوند. مسیرهای تاکسی پایانه‌های تاکسی شهر تهران در زمان‌های ترافیکی و غیرترافیکی توسط بیش از ۳۰ راننده که هرکدام چند مسیر مختلف با مبدأ و مقصد مختلف را طی کرده بودند، در این app وارد و تبدیل به shapefile شدند، سپس در ArcGIS پیش پردازش و برای استفاده در پایگاه داده Oracle ذخیره شدند. سپس هر مسیر، با استفاده از owl api جاوا به یک فایل owl تبدیل و ذخیره گردید و یک فایل owl کلی نیز برای آنتولوژی تجربیات رانندگان در نرم‌افزار protege با استفاده از این مسیرها ایجاد شد.



شکل ۲- آنتولوژی کلی تجربیات رانندگان (به دلیل ازدیاد مسیرها، تنها تعدادی از آن‌ها در این شکل نشان داده شده‌اند)

[1] Open street map

```
Retrieving Routes From Drivers_Experiments Ontology
Input:   Locationname: name of location
         Destinationname: name of destination,
         T= time
Output: x coordinates of path segments,
         y coordinates of path segments,
         IDs of path segments
Procedure:

If 7<T<10 or 16<T<20 then
        return Class_name = Locationname _ Destinationname _t ,
else
        return Class_name = Locationname _ Destinationname
end

If Class_name was in experiences ontology then
        return individuals of Class_name class
        break
else
        If  Locationname & Desinationname were in experimental road network then
              Create a road network graph with experimental routes
        else
              Create a road network graph with original road network layer
        End

        Use shortest path algorithm for computing path with experimental road network
        return x coordinates, y coordinates of path segments

        Store Class_name as a subclass of None_Exprimental class,
        Segments IDs as individuals names
        x coordinates & y coordinates of segments as data property of individuals

end
```

شکل ۳- شبه کد الگوریتم مسیریابی مبتنی بر آنتولوژی تجربیات

برای مثال، همان‌طورکه در کدهای صفحه بعد نشان داده شده است، اگر مسیر بین پونک و تجریش را برای زمان ترافیک در نظر بگیریم، نام این کلاس در آنتولوژی تجربیات رانندگان به‌صورت Poonak_Tajrish_t و به‌عنوان زیرکلاسی از کلاس ترافیک راه‌های تجربی ذخیره می‌شود. سپس یک فایل owl مجزا نیز با نام Poonak_Tajrish_t برای ذخیره‌سازی قطعه‌های این مسیر تشکیل می‌شود که این فایل owl کلاسی با نام Poonak_Tajrish_t دارد و هر قطعه از مسیری که برای رسیدن از پونک به تجریش در زمان اوج ترافیک باید پیموده شود، به‌صورت یک individual تعریف می‌شود که نام این individual با استفاده از ID قطعه مسیر مربوط به آن تعریف می‌شود. Attribute های مختصات x و مختصات y هر قطعه این مسیر نیز به‌عنوان data property های individual های آن تعریف می‌شوند. در کدهای زیر این کلاس به صورت نمونه ارائه شده است. در این کدها به‌دلیل زیاد بودن individual ها، تنها تعداد کمی از آن‌ها ذکر شده‌اند.

```
<?>xml version="1.0"?>
<?>xml version="1.0"?>
rdf:RDF xmlns="http://www.co->
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#"
xml:base="http://www.co-
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl"
xmlns:Poonak_Tajrish_t="http://www.co-
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#"
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
owl:Ontology rdf:about="http://www.co->
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl"/>
--!>
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
Data properties //
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
<--
http://www.co- --!>
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#x_coor -->
owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.co->
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#x_coor"/>
http://www.co- --!>
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#y_coor -->
owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.co->
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#y_coor"/>
--!>
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
Classes //
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
<--
-!>
http://www.coode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#Poonak_Tajrish_
t -->
owl:Class rdf:about="http://www.co->
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#Poonak_Tajrish_t"/>
--!>
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
Individuals //
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
<--
http://www.co-ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#0 -- --!>
>
owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.co->
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#0">
y_coor >
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">3960467<
/y_coor>
x_coor >
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">535432</
x_coor>
owl:NamedIndividual>/>
http://www.co-ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#1 -- --!>
>
owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.co->
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#1">
y_coor >
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">3960676<
/y_coor>
x_coor >
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">535446</
x_coor>
owl:NamedIndividual>/>
```

http://www.co-ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#10 -- --!>
>
owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.co->
ode.org/ontologies/Poonak_Tajrish_t.owl#10">
y_coor >
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">3960762<
/y_coor>
x_coor >
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">535419</
x_coor>

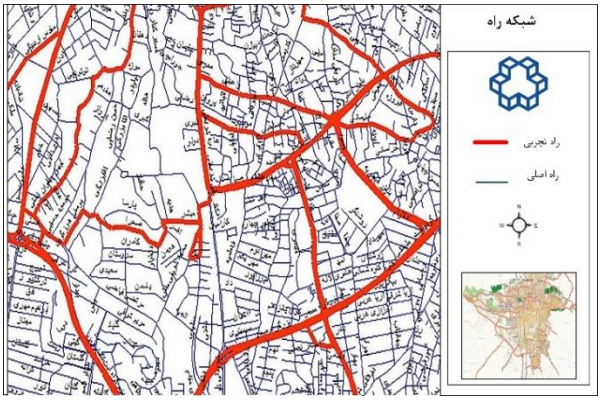
owl:NamedIndividual>/>

پس از ایجاد آنتولوژی، آنتولوژی مربوطه برای مسیریابی مورد استفاده قرار گرفت. در هر بار اجرای برنامه، اگر مسیر جدیدی تولید شود که در بین مسیرهایی که قبلاً در آنتولوژی تجربیات رانندگان ذخیره شده‌اند وجود نداشته باشد، این مسیر به‌صورت یک کلاس از آنتولوژی تجربیات رانندگان، ذخیره می‌شود تا بعدها در صورت درخواست مجدد کاربر، بدون پردازش، نمایش داده شود. به عبارت دیگر، قطعه‌های این مسیر به‌صورت individualهای کلاسی به نام مبدا_مقصد یا مبدا_مقصد_t (در صورتی‌که زمان حرکت در بازه‌های زمانی پرترافیک باشد) و به‌عنوان زیرکلاسی از کلاس Non_Experimental ذخیره می‌شوند. برای بازیابی مسیرها از آنتولوژی، از pellet reasoner به عنوان reasoner و از owlreasoner به عنوان interface ای برای owl api استفاده شد. این برنامه که با استفاده از جاوا و در محیط دسکتاپ نوشته شده است، هر مسیر جدید را تبدیل به یک کلاس owl مجزا می‌کند. بدین ترتیب، با هر بار اجرای برنامه، آنتولوژی تجربیات رانندگان آپدیت می‌شود و مسیرهای جدید به آن اضافه می‌شوند و نیاز به پردازش داده‌ها نیز در طول زمان و با اجرای هرچه بیشتر الگوریتم، کاهش می‌یابد. درصورتی که مبدأ و مقصد وارد شده در آنتولوژی شبکه راه قرار نداشت، از شبکه راه اصلی و الگوریتم دایجسترا برای محاسبه مسیر استفاده می‌شود. در شکل ۴، قسمتی از شبکه راه تجربی و شبکه راه اصلی در محدوده منطقه ۱ شهر تهران نشان داده شده است.

۵- ارزیابی

۵-۱- ارزیابی مدل آنتولوژی

برای ارزیابی آنتولوژی، دیدگاه‌ها و روش‌های مختلفی وجود دارند. برای مثال با توجه به دیدگاه گمز-پرز[1] [۳۴ و ۳۵] در ارزیابی آنتولوژی، آنتولوژی باید قواعد یا معیارهای خاصی را برآورد کند، ملاحظات ساختاری در سازماندهی آنتولوژی در نظر گرفته شود و مناسب بودن آن برای توسعه و استفاده مجدد بررسی شود. برای ارزیابی معیار استفاده مجدد از آنتولوژی، باید بتوان آنتولوژی را برای کاربردی دیگر استفاده نمود. با توجه به این دیدگاه، آنتولوژی تجربیات رانندگان را باید بتوان برای مسیریابی در کشوری دیگر استفاده کرد.



شکل ۴- بخشی از شبکه راه تجربی و شبکه راه اصلی در محدوده منطقه ۱ شهر تهران (خطوط قرمز رنگ مربوط به شبکه راه تجربی و خطوط آبی مربوط به شبکه راه اصلی هستند)

در طراحی آنتولوژی تجربیات برای مسیریابی، مختصات‌های ابتدا و انتهای هر قطعه راه و ID آن برای تمایز با دیگر قطعه‌های راه مورد نیاز است. این سه ویژگی در همه پایگاه‌های داده شبکه راه موجودند. حتی اگر داده مورد استفاده OSM هر کشور نباشد و برای مثال نقاط GPS ای ذخیره شده در یک پایگاه داده باشد، در نقاط GPS ای نیز این ویژگی‌ها وجود دارند. پس به راحتی می‌توان پایگاه داده آنتولوژی تجربیات رانندگان را تغییر داد و آن را برای کاربردی دیگر استفاده نمود.

به‌طورکلی، وابسته به نوع آنتولوژی مورد ارزیابی، ۴ دسته روش ارزیابی وجود دارد [۳۶]: ارزیابی نتایج یک کاربرد که در آن از آنتولوژی استفاده شده است (مثال [۳۷]، در این مقاله ابتدا یک نوع عملیات خاص برای ارزیابی آنتولوژی در نظر گرفته شده است (برای مثال عملیات برچسب‌گذاری نقش‌های مرتبط به یک مفهوم) سپس با استفاده از یک نرم‌افزار نمونه و یک مجموعه داده طلایی استاندارد، شیوه انجام این عملیات توسط آنتولوژی مورد نظر ارزیابی شده است)، مقایسه آنتولوژی با یک منبع داده با توجه به حوزه‌ای که آنتولوژی پوشش می‌دهد (مثال [۳۸]، روش مورد استفاده در این مقاله شامل سه مرحله است: شناسایی یکسری کلمات کلیدی، بسط دادن کلمات (برای مثال استفاده از WordNet یا تکنیک‌های IR[2]، نگاشت آنتولوژی)، ارزیابی آنتولوژی توسط کارشناسان و بررسی این که آیا آنتولوژی یکسری

[1] Gomez-preze

[2] Information Retrieval

از معیارهای از پیش تعریف شده را برآورد می‌کند یا خیر (مثال [۳۹]، در این پژوهش ۱۶۰ ویژگی با استفاده از بررسی مقالات مختلف ارزیابی آنتولوژی جمع‌آوری شده است و از روش AHP[1] برای انتخاب آنتولوژی ایده‌آل استفاده شده است)، مقایسه آنتولوژی با یک آنتولوژی طلایی استاندارد (مثال [۴۰]، در این تحقیق یک مدل آنتولوژی پایه به‌صورت یک سیستم دولایه‌ای شامل لایه مفهومی و لایه واژگانی در نظر گرفته شده است و براساس یکسری معیارها، شباهت‌های آنتولوژی‌ها با یکدیگر بررسی شده‌اند).

از بین روش‌های ذکر شده، به‌دلیل این‌که منبع داده‌ای ایده‌آل و یک آنتولوژی طلایی استاندارد در حوزه آنتولوژی ارائه شده در این مقاله در دسترس نیست، عملاً تنها روش‌های اول و سوم برای ارزیابی آنتولوژی تجربیات رانندگان، قابل استفاده می‌باشند. روش سوم نیز، بیشتر برای مقایسه دو یا چند آنتولوژی استفاده می‌شود و معیارهایی براساس امکان استفاده از یکسری ابزار در آنتولوژی (ویرایش، بررسی سازگاری، استفاده از دیگر زبان‌ها و ...)، زبان (امکان تعریف ویژگی برای هر کلاس، امکان تعریف کاردینالیتی برای ویژگی‌ها، امکان تعریف توابع و ...)، محتوا (بررسی موجود بودن مفاهیم ضروری، تعداد روابط و ...)، روش (واضح بودن توصیف فعالیت‌ها و روش‌ها، تعداد حوزه‌های مختلف و ...) و هزینه (هزینه دسترسی به رابط کاربری، استفاده از مجوزهای مورد نیاز برای برخی از ابزارهای آنتولوژی و ...) را مورد ارزیابی قرار می‌دهد که این معیارها توسط کارشناسان تعریف می‌شوند و با استفاده از روش AHP برحسب اهمیت، وزن‌دهی می‌شوند و نتایج آنتولوژی‌ها با هم مقایسه می‌شوند [۳۹]. بنابراین، بهترین روش برای ارزیابی آنتولوژی تجربیات رانندگان، روش اول است. ارزیابی مبتنی بر کاربرد بررسی می‌کند که چه میزان نتایج آن کاربرد تحت تأثیر آنتولوژی است. نتایج ممکن است با استفاده از آنتولوژی بهتر یا بدتر شوند [۴۱]. برای ارزیابی آنتولوژی تجربیات با استفاده از این روش، کاربرد مسیریابی درنظر گرفته شد و الگوریتم دایجسترا به تنهایی و الگوریتم دایجسترا با ترکیب با آنتولوژی تجربیات مورد ارزیابی قرار گرفت که در زیربخش‌های بعدی نتایج این ارزیابی ارائه می‌شود.

۵-۲- ارزیابی مدل آنتولوژی براساس کاربرد

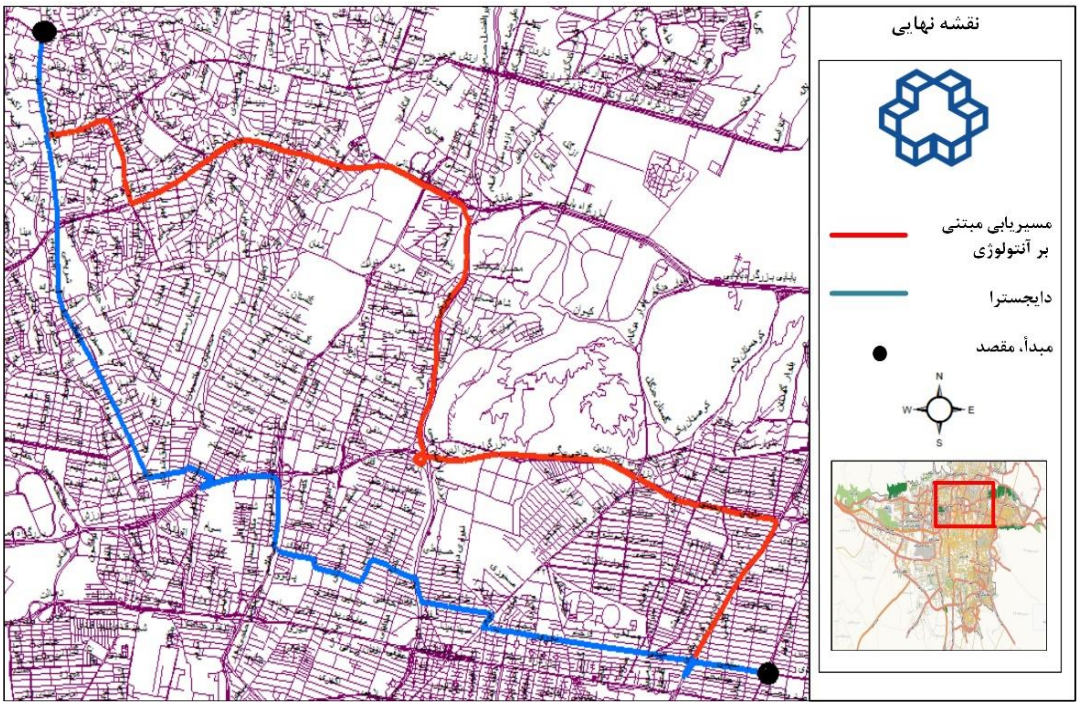
برای ارزیابی روش پیشنهادی، ۱۰ جفت مبدأ و مقصد مختلف که به‌صورت تقریبی کل شهر تهران را پوشش می‌دهند، انتخاب شدند و مسیرهای مربوط به آن‌ها با استفاده از الگوریتم مسیریابی مبتنی بر آنتولوژی تجربیات و الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر دایجسترا محاسبه شدند. شبکه راه مورد استفاده برای الگوریتم دایجسترا نیز همان شبکه راه اصلی است که در الگوریتم مسیریابی مبتنی بر نجربیات، در صورت لزوم استفاده می‌شود. جدول ۱ مسیرهای مورد استفاده برای ارزیابی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مسیرهای مورد استفاده برای ارزیابی

مقصد	مبدأ	شماره مسیر
بلوار اندرزگو	میدان پونک	۱
میدان دانشگاه	میدان پونک	۲
خیابان سهروردی	میدان پونک	۳
میدان ونک	میدان پونک	۴
میدان پونک	مبدان ونک	۵
میدان تجریش	میدان پونک	۶
میدان پونک	میدان تجریش	۷
میدان تجریش	میدان ولیعصر	۸
میدان ولیعصر	میدان تجریش	۹
میدان قدس	فلکه دوم تهرانپارس	۱۰

به‌دلیل مهم‌تر بودن دقت و سرعت انجام مسیریابی در زمان‌های پرترافیک، ساعت حرکت در بازه‌های پرترافیک انتخاب شد. برای همه مسیرهای به دست آمده، طول مسیر محاسبه گردید. زمان سفر نیز، توسط ۱۰ راننده که مسیرها به‌دست آمده را به‌صورت واقعی در زمان‌های اوج ترافیک پیمودند، محاسبه گردید. شکل ۹ مسیر به دست آمده توسط الگوریتم مبتنی بر آنتولوژی تجربیات و الگوریتم دایجسترا را برای یک جفت مبدأ و مقصد (مسیر شماره ۱۰) نشان می‌دهد.

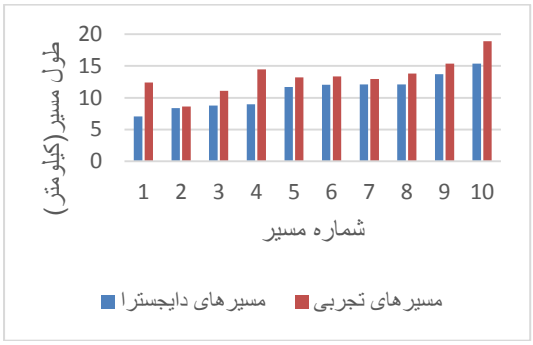
[1] Analytic Hierarchy Process



شکل ۹- مسیر به‌دست آمده توسط دو الگوریتم برای یک جفت مبدأ و مقصد (مسیر شماره ۱۰)

۵-۲-۱- ارزیابی براساس طول مسیر

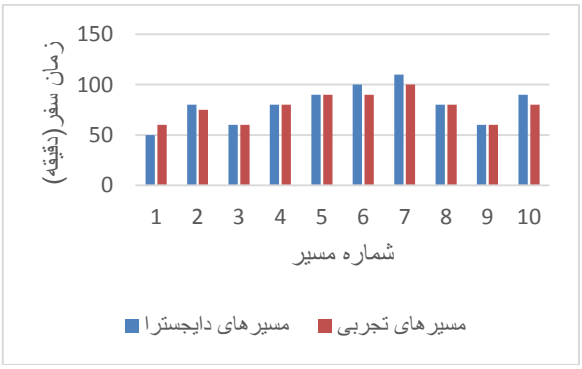
شکل ۱۰ نمودار طول مسیر ۲ روش مورد استفاده را برای ۱۰ مسیر مورد نظر، نشان می‌دهد که این فواصل با استفاده از جمع زدن طول قطعه‌های مسیر به دست آمده‌اند.



شکل ۱۰- مقایسه طول مسیر دو روش مورد استفاده برای ۱۰ مسیر مورد ارزیابی در زمان اوج ترافیک

۵-۲-۲- ارزیابی براساس زمان سفر

شکل ۱۱ نمودار زمان سفر ۲ روش مورد استفاده را برای ۱۰ مسیر مورد نظر، نشان می‌دهد که این زمان‌ها توسط ۱۰ راننده که این مسیرها را به‌صورت واقعی در زمان‌های اوج ترافیک پیموده‌اند، به دست آمده‌اند.



شکل ۱۱- مقایسه زمان سفر دو روش مورد استفاده برای ۱۰ مسیر مورد ارزیابی در زمان اوج ترافیک

۶- بحث

رانندگان تاکسی به‌طور معمول از مسیرهایی استفاده می‌کنند که دارای ترافیک کم هستند و تعداد ورودی‌ها به این مسیرها نیز حداقل است. هم‌چنین برای ورود به بزرگراه‌ها و یا خروج از آن‌ها، از یکسری مسیرهای فرعی در ابتدا و انتهای مسیر استفاده می‌کنند و از خیابان‌هایی که مراکز خرید و سازمان‌ها و بیمارستان‌ها و ... در آن‌ها قرار دارند و در بیشتر ساعات روز پرترافیک هستند، استفاده نمی‌کنند. برای مثال، همان‌طور که در شکل ۹ می‌توان مشاهده کرد، بیشتر مسیر پیشنهادی الگوریتم دایجسترا از خیابان شریعتی می‌گذرد که دارای ورودی‌های بسیاری است مانند بزرگراه صدر، خیابان کلاهدوز (دولت) که مسیر ورودی و خروجی پاسداران است. هم‌چنین بلوار میرداماد نیز در این مسیر قرار دارد که دارای مراکز خرید متعدد است. بیمارستان‌های مهر ایران و مفید نیز در نزدیکی این مسیر قرار دارند. بنابراین، این مسیر با

توجه به جاذبه‌های ترافیکی بسیار، مسیری کاملاً پرترافیک است. بالعکس، مسیر پیشنهادی الگوریتم مسیریابی مبتنی بر تجربیات، بیشتر از بزرگراه‌ها می‌گذرد بنابراین دارای ترافیک کمتر و زمان سفر کمتری است.

با توجه به شکل ۱۰ می‌توان دریافت که طول مسیر در الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر دایجسترا در همه ۱۰ مسیر از طول مسیر در الگوریتم مسیریابی مبتنی بر آنتولوژی تجربیات در زمان‌های اوج ترافیک، کمتر است.

هم‌چنین، با توجه به شکل ۱۱ می‌توان دریافت که زمان سفر روش مبتنی بر آنتولوژی تجربیات در ۹ مورد کمتر از زمان سفر الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر دایجسترا است و تنها در یک مورد زمان سفر الگوریتم مبتنی بر آنتولوژی تجربیات مقدار کمی، بیشتر است (مسیر شماره ۱). با این‌که طول مسیر در روش استفاده از آنتولوژی تجربیات، در ۱۰ مورد بیشترین مقدار است، اما زمان سفر آن در ۹ مورد کمترین مقدار است و این موضوع به این دلیل است که این مسیرها، دارای حداقل ترافیک هستند و سرعت ماشین در این مسیرها بیشتر خواهد بود. بنابراین، استفاده مجدد از تجربیات رانندگان تاکسی با استفاده از آنتولوژی، می‌تواند در انتخاب مسیرهایی با کمترین زمان سفر و حداقل ترافیک، نقش مهمی ایفا کند.

۷- نتیجه‌گیری

افراد مختلف تجربیات مکانی مختلفی کسب می کنند و به دلیل این که هیچ سیستمی برای ذخیره‌سازی این تجربیات وجود ندارد، این تجربیات از بین می روند. این پژوهش امکانی را برای ذخیره-سازی تجربیات مکانی و هوشمند کردن سیستم‌ها فراهم می‌کند. در این مقاله آنتولوژی براساس مسیرهای پیموده شده توسط رانندگان تاکسی، در زمان‌های پرترافیک و کم ترافیک، ایجاد شد و آنتولوژی مورد نظر برای شهر تهران پیاده‌سازی گردید.

در روش مسیریابی مبتنی بر آنتولوژی تجربیات، اگر مسیری با مبدأ و مقصد وارد شده توسط کاربر در آنتولوژی تجربیات وجود داشته باشد، بدون انجام پردازش، مسیر مورد نظر برای کاربر نمایش داده می‌شود. درصورتی‌که مسیری وجود نداشت، بررسی می‌شود که آیا مبدأ و مقصد در شبکه راه تجربی قرار دارند یا خیر. در صورتی که هردو مبدأ و مقصد در شبکه راه تجربی قرار داشتند، تنها از شبکه راه تجربی برای ایجاد گراف و انجام مسیریابی استفاده می‌شود و اگر در شبکه راه تجربی قرار نداشتند از شبکه راه اصلی برای ایجاد گراف شبکه راه و انجام مسیریابی استفاده می‌شود پس از انجام مسیریابی، مسیر به دست آمده در قسمت مسیرهای غیرتجربی آنتولوژی شبکه راه با ایجاد یک فایل owl مجزا برای آن، ذخیره می‌شود و در صورت درخواست مجدد با این مبدأ و مقصد، بدون انجام مسیریابی، مسیر ذخیره شده به‌صورت آنی برای کاربر نمایش داده می‌شود. تفاوت این الگوریتم با الگوریتم‌های مسیریابی تجربی پیشین، استفاده از آنتولوژی و تشکیل شبکه راه تنها با مسیرهای تجربی در هنگام وجود هردو مبدأ و مقصد در راه‌های تجربی است. استفاده از آنتولوژی باعث می‌شود سیستم پس از هر اجرا و تولید مسیر جدید، توسعه یابد و به‌روزرسانی شود و نیاز به پردازش کاهش یابد. با توجه به ارزیابی-های انجام شده نیز می‌توان مشاهده کرد که با این‌که طول سفر در این حالت بیشتر است، اما زمان سفر کم‌تر است که این نتایج مناسب بودن اتخاذ این روش در مسیریابی را تضمین می‌کنند. علاوه‌براین، اغلب برنامه‌های مسیریابی که در ایران استفاده می-شوند، نیاز به اینترنت دارند و با توجه به مشکلات اینترنتی در ایران، این موضوع ممکن است باعث بروز مشکل در عملکرد برنامه مورد نظر شود. الگوریتم مسیریابی ارائه شده در این مقاله، با پیش فرض آفلاین بودن فرد طراحی شده است. درمسیریابی دقیق با استفاده از داده‌های ترافیکی معمولا نیاز است که این داده‌ها به صورت آنلاین از یک سرور مرکزی دریافت شوند بنابراین، اگر از تجربیات رانندگان تاکسی که به نوعی ترافیک را نیز به همراه دارند استفاده شود، دیگر نیازی به استفاده از سرورهای اینترنتی نیست و مشکلات اینترنتی خللی در عملکرد الگوریتم ایجاد نمی-کنند.

با توجه به اینکه آنتولوژی امکان ذخیره‌سازی مسیرهای رانندگان تاکسی و مسیرهای دیگر را در فرمت متن فراهم می‌سازد، حجم ذخیره‌سازی مسیرها کاهش یافته و برای ذخیره بر روی دستگاه-های هوشمند مناسب‌تر خواهد بود. هم‌چنین، در اغلب برنامه‌های مسیریابی به دلیل این که از تجربیات افراد در مسیریابی استفاده نمی‌شود، ممکن است برنامه در مواردی که دو مسیر با شرایط ترافیکی یکسان جواب مسئله هستند و تنها هوش انسانی می‌تواند تشخیص دهد کدام یک از این مسیرها مناسب‌تر است، دچار اشتباه شود. از سوی دیگر، امکان ارتقا این برنامه‌ها برای کار در زمینه‌های دیگری هم‌چون مسیریابی برای توریست‌ها یا افراد دیگر، کمتر وجود دارد. در روش ارائه شده، با استفاده از آنتولوژی تجربیات بر این مشکلات غلبه شده است زیرا آنتولوژی تجربیات را به راحتی می‌توان آپدیت نمود و از آن در زمینه‌های دیگر استفاده کرد. برای مثال به راحتی می‌توان تجربیات توریست‌ها یا آتش-نشانان و ... را جمع‌آوری و با آنتولوژی مدل کرد و این آنتولوژی جدید را با الگوریتم مسیریابی ادغام و در کاربردی جدید استفاده

نمود. در این پژوهش، هر کاربری در هر زمانی و در هر مکانی می‌تواند از آنتولوژی مربوطه برای مسیریابی استفاده کند.

در راستای مطالعه و تحقیق بیشتر در این زمینه می‌توان به کاربردهای بیشتر و متنوع‌تر مدلسازی تجربیات مکانی افراد پرداخت، مانند مدلسازی این تجربیات در زمینه اورژانس بیمارستان، آتش‌نشانی، توریسم و غیره. برای مثال، می‌توان تجربیات افراد خبره و قدیمی که در اورژانس بیمارستان هر روزه با حوادث غیرقابل پیش‌بینی روبه‌رو می‌شوند و یا تجربیات آتش نشانان با تجربه‌ای که در حوادث آتش‌سوزی متعددی حضور داشتند را مدلسازی نمود و در آینده مورد استفاده قرار داد. علاوه بر این، این تحقیق تنها دو معیار مسافت و زمان در نظر گرفته است، در نظر گرفتن معیارهای دیگر از جمله مصرف سوخت از تحقیقات آینده این تحقیق می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از رانندگان تاکسی شهر تهران و دیگر رانندگانی که در زمینه ارزیابی نتایج این تحقیق کمک بسیاری نمودند، سپاسگزاری و قدردانی می‌گردد.

مراجع

[1] B., Kamsu-Foguem, and F.H., Abanda, "Experience modeling with graphs encoded knowledge for construction industry", *Computers in Industry*, *70*, pp.79-88, 2015.

[2] M.H., Abel, "Knowledge map-based web platform to facilitate organizational learning return of experiences", *Computers in Human Behavior*, *51*, pp.960-966, 2015.

[3] D., Mourtzis, M., Doukas, and C., Giannoulis, "An Inference-based Knowledge Reuse Framework for Historical Product and Production Information Retrieval", *Procedia CIRP*, *41*, pp.472-477, 2016.

[4]P.P., Ruiz, B.K., Foguem, and B., Grabot, "Generating knowledge in maintenance from Experience Feedback. *Knowledge-Based Systems*", *68*, pp.4-20, 2014.

[5] W.L., Mikos, J.C., Ferreira, P.E., Botura, and L.S., Freitas, "A system for distributed sharing and reuse of design and manufacturing knowledge in the PFMEA domain using a description logics-based ontology", *Journal of Manufacturing Systems*, *30*(3), pp.133-143, 2011.

[6] K., Efthymiou, K., Sipsas, D., Mourtzis, and G., Chryssolouris, "On knowledge reuse for manufacturing systems design and planning: A semantic technology approach", *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, *8*, pp.1-11, 2015.

[7] S., Moehrle, and W., Raskob, "Structuring and reusing knowledge from historical events for supporting nuclear emergency and remediation management", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *46*, pp.303-311, 2015.

[8] B.K., Foguem, T., Coudert, C. Béler, and L., Geneste, "Knowledge formalization in experience feedback processes: An ontology-based approach", *Computers in Industry*, *59*(7), pp.694-710, 2008.

[9] R.S., Renu, and G., Mocko, "Computing similarity of text-based assembly processes for knowledge retrieval and reuse", *Journal of Manufacturing Systems*, *39*, pp.101-110, 2016.

[10] E.R., Reyes, S., Negny, G.C. Robles, and J.M., Le Lann, "Improvement of online adaptation knowledge acquisition and reuse in case-based reasoning: Application to process engineering design", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *41*, pp.1-16, 2015.

[11] Y., Hu, K., Janowicz, D., Carral, S., Scheider, W., Kuhn, G., Berg-Cross, P., Hitzler, M. Dean, and D., Kolas, September. "A geo-ontology design pattern for semantic trajectories", In *International Conference on Spatial Information Theory*, pp. 438-456. Springer International Publishing, 2013.

[12] M., Effati, and A., Sadeghi Niaraki, "A semantic based classification and regression tree approach for modelling complex spatial rules in motor vehicle crashes domain", *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, *5*(4), pp.181-194,2015.

[13] M., Baglioni, J., Macedo, C., Renso, and M., Wachowicz, "An ontology-based approach for the semantic modelling and reasoning on trajectories", In *International Conference on Conceptual Modeling*, pp. 344-353, Springer Berlin Heidelberg, 2008.

[14] U., Durak, H., OĞUZTÜZÜN, and S.K., Ider, "Ontology-based domain engineering for trajectory simulation reuse", *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, vol. 19(08), pp.1109-1129, 2009.

[15] E., Camossi, P. Villa, and L., Mazzola, "Semantic-based anomalous pattern discovery in moving object trajectories", *arXiv preprint arXiv:1305.1946*, 2013.

[16] R., Wannous, J., Malki, A., Bouju, and C., Vincent, "Modelling mobile object activities based on trajectory ontology rules considering spatial relationship rules", In *Modeling approaches and algorithms for advanced computer applications*, pp. 249-258, Springer International Publishing, 2013.

[17] T., Malgundkar, M.Rao, and S.S., Mantha, "GIS driven urban traffic analysis based on ontology", *International Journal of Managing Information Technology*, vol. *4*(1), pp.15, 2012.

[18] A., Sadeghi-Niaraki, A., Rajabifard, K., Kim, and J., Seo, "Ontology based SDI to facilitate spatially enabled society", In *Proceedings of GSDI 12 World Conference*, pp. 19-22, 2010.

[19] A.S. Niaraki, and K., Kim, "Ontology based personalized route planning system using a multi-criteria decision making approach", *Expert Systems with Applications*, vol. *36*(2), pp.2250-2259, 2009.

[20] S., Saeedi, N., El-Sheimy, M. Malek, and N., Samani, "June. An ontology based context modeling approach for mobile touring and navigation system", In *Proceedings of the The 2010 Canadian Geomatics Conference and Symposium of Commission I, ISPRS Convergence in Geomatics–Shaping Canada's Competitive Landscape, Calgary, Canada*, pp. 15-18, 2010.

[21] G.S., Stephan, H.S., Pascal, and A.S., Andreas, "Knowledge representation and ontologies", Springer Berlin Heidelberg, pp. 51-105, 2007.

[22] J.F., Sowa, "Knowledge representation: logical, philosophical, and computational foundations", Pacific Grove: Brooks/Cole, vol. 13, 2000.

[23] J.W., Lloyd, "Foundations of logic programming", Springer Science & Business Media, 2012. .

[24] J., Minker, "Logic and Databases Past, Present, and Future", *AI Magazine*, vol. *18*(3), pp. 21, 1997.

[25] T.R., Gruber, "A Translation Approach to Portable Ontology Specification", *Knowledge Acquisition*, vol. 5, pp. 199-220, 1993.

[26] C., Roussey, F., Pinet, M.A., Kang, and O., Corcho, "An introduction to ontologies and ontology engineering", In *Ontologies in Urban Development Projects*, pp. 9-38. Springer London, 2011.

[27] M.A., Musen, "Dimensions of knowledge sharing and reuse", *Computers and Biomedical Research*, vol. 25, pp.435-467, 1992.

[28] N.F., Noy, and D.L., McGuinness, "Ontology development 101: A guide to creating your first ontology", 2001.

[29] D.L., McGuinness, and J., Wright, "Conceptual Modeling for Configuration: A Description Logic-based Approach", *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing - special issue on Configuration*, 1998.

[30] D.L., McGuinness, R., Fikes, J., Rice, and S., Wilder, "An Environment for Merging and Testing Large Ontologies", *Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Seventh International Conference (KR2000)*. A. G. Cohn, F. Giunchiglia and B. Selman, editors. San Francisco, CA, Morgan Kaufmann Publishers, 2000.

[31] P., Lee, "What's Wrong with Logic Models", *LCSA: Occasional Paper*, (1), 2011.

[32] Q., Ni, I., Pau de la Cruz, and A.B., García Hernando, "A foundational ontology-based model for human activity representation in smart homes", *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, vol. *8*(1), pp.47-61, 2016.

[33] B., Smith, "Logic and formal ontology", *In Husserl's Phenomenology: A Textbook*, pp. 29-67. Lanham: University Press of America, 1989.

[34] A., Gomez-Perez, "Some ideas and examples to evaluate ontologies", Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, 1994.

[35] A., Gomez-Perez, "Towards a framework to verify knowledge sharing technology", Expert Systems with Applications, vol.11, no.4, pp.519–529, 1996.

[36] J., Brank, M., Grobelnik, and D., Mladenic, "A survey of ontology evaluation techniques", Proc. Conf. on Data Mining and Data Warehouses, Ljubljana, Slovenia, 2005.

[37] R., Porzel, and R. Malaka, "A task-based approach for ontology evaluation", ECAI 2004 Workshop Ont. Learning and Population, 2004.

[38] C., Brewster, H., Alani, S., Dasmahapatra, and Y., Wilks, "Data driven ontology evaluation", Proceedings of Int. Conf. on Language Resources and Evaluation, Lisbon, pp.641-644, 2004..

[39] A., Lozano-Tello, and A., Gomez-Perez, "Ontometric: a method to choose the appropriate ontology", Journal of database management, vol.15, no.2, pp.1-18, 2004.

[40] A., Maedche, and S., Staab, "Measuring similarity between ontologies", Proc.CIKM 2002, LNAI, vol. 2473, 2002.

[41] A., Sadeghi Niaraki, "Ontology based geospatial model for personalize route finding (Doctoral dissertation, Ph. D. Dissertation, Inha University)", 2008