دوفصلنامه محاسبات و سامانه های توزیع شده
سال ششم، شماره ۱، شماره پیاپی۱۱، صفحه ۸۹ تا ۱۰۳، سال ۱۴۰۲

رویکردی جدید جهت بهینه‌سازی کنترل ترافیک سیستم حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر داده‌کاوی و الگوریتم تکاملی ازدحام ذرات

محمدرضا صمدی [۱] و علی اصغر خواصی [۲]

[1]فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی، موسسه آموزش عالی روزبه واحد زنجان، زنجان، ایران
Fannavaribartar@gmail.com
[۲] گروه کامپیوتر، مهندسی نرم افزار، دانشگاه IT Centria فنلاند
ali@khavasi.com

چکیده

امروزه با رشد شهرنشینی و زیاد شدن خودروها در بسیاری از کشورهای در حال توسعه سبب افزایش تراکم و میزان تصادفات ترافیکی در شبکه معابر شهری شده که برای عبور این حجم و نوع ترافیک طراحی انجام نگرفته است. در واقع ترافیک به عنوان یکی از چالش‌های جدید بشر در شهرهای بزرگ و پر جمعیت است که هر چند برخی راهکارها برای رفع آن اندیشیده شده اما به نظر می‌رسد که خیلی از آنها تاکنون بی نتیجه بوده اند. از این رو در این پژوهش رویکردی جدید جهت بهینه‌سازی کنترل ترافیک سیستم حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر داده‌کاوی و الگوریتم تکاملی ارائه شده است. روش پیشنهادی یک طرح شناسایی داده مبتنی بر محاسبات لبه برای چراغ راهنمایی تقاطع‌ها است که چراغ‌های راهنما به عنوان گره‌های لبه برای تشخیص داده‌های خودرو عمل می‌کنند. در روش پیشنهادی نتایج تحلیلی در مورد کنترل پذیری، پایداری، و قابلیت دسترسی یک سیستم ترافیک مختلط متشکل از داده‌ها مربوط به آن در یک جاده با تقاطع واحد و یا چندتایی ایجاد می‌شود. روش کار اینطور است که، سناریوی تقاطع واحد در نظر گرفته می‌شود و با کمک ارتباطات V2E، داده‌های خودرو از ایستگاه پایه جمع‌آوری شده و از فیلتر کویشنت برای تایید قابلیت اطمینان و صحت داده‌ها استفاده می‌شود. سپس سناریوی تقاطع‌های متعدد در نظر گرفته شده و داده‌های خودرو دو تقاطع مجاور با هم ادغام و سپس، قابلیت اطمینان داده‌ها توسط فیلتر کویشنت تایید می‌شود. نکته دیگر این است که این طرح از توابع هش mmh3 موجود در فیلتر کویشنت QF برای کاهش فضای اشغال‌شده منابع محاسباتی گره‌های لبه و نرخ خطای بیتی استفاده می‌کند. چون طرح پیشنهادی قابلیت‌اطمینان و اثربخشی خودورها را با تاخیر کمتری نتیجه داده می توان گفت که استفاده از رویکرد شناسایی داده در تشخیص سریع داده‌ها حتی با وجود تعداد زیاد خودرو و داده‌های پیچیده آنها موثر است. با استفاده از ترکیب فیلتر کویشنت و الگوریتم تکاملی ازدحام ذرات در روش پیشنهادی در نهایت بهبود ۲۰ میلی ثانیه در نتایج به ثبت رسیده است.

کلمات کلیدی: بهینه‌سازی کنترل ترافیک سیستم حمل‌ونقل هوشمند، فیلتر کویشنت، داده‌کاوی و الگوریتم تکاملی ذرات.

تاریخچه مقاله:
تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۱۲/۲۱
تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۳۰
ایمیل نویسنده مسئول:Fannavaribartar@gmail.com

۱ – مقدمه

در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، تراکم ترافیک در تقاطع‌های جاده‌ای علامت‌دار به یک موضوع اصلی تبدیل شده است. پیش‌بینی کارآمد و مؤثر جریان ترافیک در حمل‌ونقل جاده‌ای یکی از اساسی‌ترین ویژگی‌های شهرهای هوشمند و سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند است. برای محققان حمل و نقل و عابران پیاده ضروری است. داشتن اطلاعات به روز جریان ترافیک برای ازدحام ترافیک در آزادراه‌ها و اطلاع از میزان حجم تردد وسایل نقلیه در تقاطع‌های جاده‌ای نقش مهمی در کمک به مهندسین حمل و نقل و عمران در توسعه و اجرای استراتژی‌های برنامه‌ریزی حمل و نقل، بهبود بهره وری عملیات شبکه ترافیک و کاهش مشکل تراکم ترافیک در آزادراه ها و تقاطع های جاده ای ایفا می‌کند. یکی دیگر از مزایای به روز بودن اطلاعات جریان ترافیک این است که به کاربران جاده

کمک می‌کند تا مسیرهای سفر را برای استفاده در هنگام مسافرت جهت گیری کنند تا در ترافیک گیر نکنند و همچنین زمان سفر در جاده را کاهش می‌دهد.

بنابراین، این مزایای ذکر شده در بالا، پیش‌بینی جریان ترافیک را به یکی از شاخه‌های ضروری حمل‌ونقل جاده‌ای تبدیل کرده است و در چند دهه اخیر توجه محققان مختلف حمل‌ونقل را به خود جلب کرده است. با این حال، محققان حمل و نقل تلاش های زیادی برای بهبود پیش‌بینی جریان ترافیک با استفاده از مدل‌های قدیمی و کلاسیک انجام داده اند. بسیاری از آنها از تکنیک‌های آماری سنتی مانند میانگین متحرک انتگرالی خودکار برای پیش‌بینی مشکلات جریان ترافیک در ۲۰ سال گذشته استفاده کرده‌اند. این مدل سنتی فقط برای پیش‌بینی‌های جریان ترافیکی مناسب است که ماهیت خطی و پایدار دارند. سایر مدل‌های سنتی - مانند ماشین بردار پشتیبان، ماشین رگرسیون بردار پشتیبان، روش بیزی و نزدیکترین همسایه - مدل‌هایی هستند که همگی در پیش‌بینی جریان ترافیک با هدف پردازش مجموعه داده‌های ترافیک غیرخطی استفاده می‌شوند. با این حال، عملکرد پیش‌بینی آنها به مهندسی مشخصه محتاطانه بستگی دارد و این مدل‌ها را برای تحلیل همبستگی مکانی-زمانی مجموعه داده‌های جریان ترافیک غیرقابل اجرا می‌کند[۱].

در واقع با شهرنشینی سریع و رشد جمعیت، سیستم-های حمل و نقل پیچیده‌تر شده اند. سیستم‌های حمل‌ونقل مدرن شامل وسایل نقلیه جاده‌ای، حمل‌ونقل ریلی و انواع مختلف سفرهای مشترک است که در سال‌های اخیر پدیدار شده‌اند، از جمله سواری آنلاین، اشتراک دوچرخه، و اشتراک‌گذاری اسکوتر الکترونیکی. شهرهای در حال گسترش با بسیاری از مشکلات مرتبط با حمل و نقل از جمله آلودگی هوا و تراکم ترافیک روبرو هستند. مداخله زودهنگام بر اساس پیش-بینی ترافیک به عنوان کلیدی برای بهبود کارایی سیستم حمل و نقل و کاهش مشکلات مربوط به حمل و نقل دیده می‌شود. در توسعه و بهره‌برداری از شهرهای هوشمند و سیستم های حمل و نقل هوشمند، وضعیت‌های ترافیکی توسط حسگرهایی (به عنوان مثال آشکارسازهای حلقه) نصب شده در جاده‌ها، سوابق تراکنش‌های سیستم مترو و اتوبوس، فیلم‌های نظارت بر ترافیک، و حتی GPS گوشی‌های هوشمند (سیستم موقعیت یاب جهانی) شناسایی می‌شوند. پیش‌بینی ترافیک معمولاً مبتنی بر در نظر گرفتن داده‌های وضعیت ترافیک تاریخی، همراه با عوامل خارجی به عنوان مثال. آب و هوا و تعطیلات است، که بر وضعیت ترافیک تأثیر می‌گذارند[۲].

مدیریت حوادث ترافیکی به دلیل تأثیر آن بر ایمنی و عملیات کنترل ترافیک نقش مهمی را برای همه آژانس‌های حمل و نقل ایفا می‌کند. برای مقابله با حوادث تصادفی، مراکز مختلف مدیریت ترافیک سیاست‌ها و استراتژی‌های طرح واکنش را به منظور به حداقل رساندن زمان ترخیص ایجاد می‌کنند. اطلاعات ترافیک و سیستم های کنترل اجزای کلیدی در ایمن-سازی زمان پاسخگویی فوری هستند زیرا متمرکز هستند و می-توانند به راحتی حادثه را به TMC ها هشدار دهند[۳]. از این رو این پژوهش به دنبال جواب به این سوال است که "آیا ارائه رویکردی جدید جهت بهینه‌سازی کنترل ترافیک سیستم حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر داده‌کاوی و الگوریتم تکاملی ازدحام ذرات امکان‌پذیر است؟".

۲ - کارهای مرتبط

مقاله کاوش در شبیه سازی و بهینه سازی سیستم حمل و نقل هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی و شبیه سازی مجازی در سال ۲۰۲۳ ارائه شد. نویسندگان مقاله معتقدند که، در شرایط شهرنشینی، با نوآوری فناوری اطلاعات رایانه ای، تقاضای هدف حمل و نقل هوشمند نیز به طور مداوم در حال بهبود است و طراحی و تحقیق سیستم حمل و نقل هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی و شبیه سازی مجازی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در ساخت کل سیستم بهینه‌سازی حمل‌ونقل هوشمند، چگونگی بهبود دقت پیش‌بینی جریان ترافیک و کاهش بروز تصادفات ایمنی در حال حاضر موضوعی کلیدی است که نیاز به حل فوری دارد. این مقاله پژوهشی در مورد روش‌های بهینه‌سازی حمل‌ونقل هوشمند در اینترنت اشیا انجام داد، مراحل کاربرد و فرآیند هوش مصنوعی و شبیه‌سازی مجازی در حمل‌ونقل هوشمند را تحلیل کرد و فرمول‌های محاسباتی ذخیره‌سازی تصویر و فیلم حمل و نقل هوشمند را ترکیب کرد. بر اساس نتایج داده‌ها، نتایجی از طریق بحث به دست آمد: شش نمونه تقاطع شهری از طریق آزمایش‌های شبیه‌سازی انتخاب شدند. استفاده از سیستم حمل و نقل هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی و شبیه‌سازی مجازی، پیش‌بینی جریان را در مقایسه با طرح سنتی بهبود بخشید و میانگین کلی افزایش ۱۰.۳۵ درصد بود. در همان زمان، میزان تصادفات ایمنی نیز بهبود یافت

و میانگین کلی کاهش ۷.۸۵ درصد بود. این نشان می‌دهد که سیستم بهینه سازی حمل و نقل هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی و شبیه سازی مجازی نتایج خوبی در کاربردهای عملی داشته است. این مطالعه همچنین می‌تواند کنترل علائم ترافیکی و برنامه ریزی مسیر را بهینه کند، کارایی ترافیک را بهبود بخشد، در مصرف انرژی صرفه جویی کند، انتشار کربن را کاهش دهد و کمک های مثبتی به توسعه شهری پایدار داشته باشد[۴].

مقاله الگوریتم بهینه‌سازی سیگنال هوشمند بر اساس هوش مصنوعی در سیستم های کنترل ترافیک هوشمند در سال ۲۰۲۴ ارائه شد و نویسندگان مقاله معتقدند که شتاب شهرنشینی و استفاده گسترده از وسایل نقلیه موتوری در زندگی روزمره، مشکل تراکم ترافیک در شهرها را به طور فزاینده ای جدی کرده است. بنابراین، اهمیت سیستم‌های کنترل ترافیک هوشمند در کنترل ترافیک و سایر جنبه ها به طور فزاینده‌ای برجسته می‌شود. سیستم کنترل ترافیک هوشمند، استراتژی های کنترل سیگنال را برای ترویج تخصیص منطقی منابع جاده و بهبود کارایی عملیات تردد وسایل نقلیه در جاده بهینه می-کند. این مقاله به مطالعه سه الگوریتم بهینه‌سازی سیگنال هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی، از جمله مدل‌های شبکه عصبی، مدل‌های الگوریتم ژنتیک، و مدل‌های الگوریتم بهینه‌سازی ترکیبی می‌پردازد. کارایی و اثربخشی این الگوریتم-ها از طریق مقایسه و تحلیل پارامتر مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌های تجربی از سنسورهای واقعی ترافیک و دوربین هایی که داده های ترافیک را جمع آوری می‌کنند، به دست می‌آید. نتایج تجربی نشان می‌دهد که تحت مدل الگوریتم بهینه‌سازی ترکیبی، نرخ اشغال جاده را می‌توان حدود ۲ درصد کاهش داد، به این معنی که مزایایی در سرعت هم‌گرایی و دقت بهینه‌سازی دارد و برای رسیدگی به مشکلات پیچیده بهینه‌سازی سیگنال ترافیکی مناسب است. علاوه بر این، این مقاله همچنین تاثیر پارامترهای کلیدی را بر نتایج بهینه‌سازی آزمایش نهایی مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و پیامدهای نتایج تجربی را برای توسعه آینده سیستم و محدودیت‌های آن مورد بحث قرار داد. این مطالعه مرجع ارزشمندی برای طراحی الگوریتم‌های بهینه‌سازی سیگنال هوشمند در سیستم‌های کنترل ترافیک هوشمند است که به دستیابی به کنترل ترافیک هوشمند کارآمدتر و دقیق‌تر کمک می‌کند[۵].

مقاله پیش‌بینی جریان ترافیک در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند مجهز به G5 با استفاده از بهینه‌سازی پارامتر و انتخاب مدل تطبیقی در سال ۲۰۲۴ ارائه شد و در واقع این مطالعه یک روش ترکیبی جدید، FVMD-WOA-GA را برای افزایش پیش‌بینی جریان ترافیک در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند مجهز به ۵ Gپیشنهاد می‌کند. این روش تجزیه حالت متغیر سریع را با تکنیک‌های بهینه‌سازی، یعنی الگوریتم بهینه‌سازی نهنگ و الگوریتم ژنتیک ادغام می‌کند تا دقت جریان ترافیک کلی را بر اساس مدل‌های متناسب با هر زیر دنباله تجزیه‌شده بهبود بخشد. مدل‌های پیش‌بینی منتخب - حافظه کوتاه‌مدت بلند مدت، حافظه کوتاه‌مدت بلند مدت دو طرفه، واحد بازگشتی دروازه‌دار، و واحد بازگشتی دروازه‌دار دو طرفه برای گرفتن وابستگی‌های زمانی متنوع در داده‌های ترافیک در نظر گرفته شدند. این تحقیق یک رویکرد چند مرحله‌ای را مورد بررسی قرار می‌دهد که در آن تجزیه، بهینه‌سازی و انتخاب مدل‌ها به طور سیستماتیک برای بهبود عملکرد پیش‌بینی انجام می‌شود. اعتبار سنجی تجربی بر روی دو مجموعه داده ترافیک دنیای واقعی بیشتر بر کارایی روش تأکید می‌کند و به میانگین مربعات خطاهای ریشه 152.43 و ۷.۹۱ در مجموعه داده‌های مربوطه دست می‌یابد که نشان‌دهنده بهبود ۳.۴۴ درصد و ۱۲.۸۷ درصد در مقایسه با روش‌های موجود است .این نتایج توانایی رویکرد-FVMD WOA-GAرا برای بهبود قابل توجه دقت پیش‌بینی، کاهش زمان استنتاج، افزایش سازگاری سیستم و کمک به مدیریت ترافیک کارآمدتر نشان می‌دهد[۶].

مقاله یادگیری کنترل سیگنال ترافیک از طریق برنامه نویسی ژنتیکی در سال ۲۰۲۴ ارائه شد و نویسندگان مقاله معتقدند که کنترل علائم راهنمایی و رانندگی برای بهبود کارایی حمل و نقل بسیار مهم است. اخیراً، روش‌های مبتنی بر یادگیری، به‌ویژه یادگیری تقویتی عمیق، موفقیت قابل‌توجهی در تلاش برای استراتژی‌های کنترل سیگنال ترافیک کارآمدتر به‌دست آوردند. با این حال، طراحی پاداش در یادگیری تقویتی عمیق به شدت نیازمند دانش دامنه است تا به یک خط مشی مؤثر همگرا شود و خط مشی نهایی نیز از نظر توضیح پذیری با مشکلاتی مواجه است .در این کار، یک روش مبتنی بر یادگیری جدید برای کنترل سیگنال در تقاطع های پیچیده پیشنهاد شده است. در این رویکرد ، این مقاله یک مفهوم فوریت فاز برای هر

فاز سیگنال طراحی می‌کند. در طول انتقال سیگنال، استراتژی کنترل چراغ راهنمایی فاز بعدی را برای فعال شدن بر اساس فوریت فاز انتخاب می‌کند. سپس پیشنهاد شده که تابع فوریت را به عنوان یک ساختار درختی قابل توضیح نشان داده شود. تابع فوریت می‌تواند اضطرار فاز را برای یک فاز خاص بر اساس شرایط فعلی جاده محاسبه کند. یزی ژنتیکی برای انجام بهینه سازی بدون گرادیان تابع فوریت پذیرفته شده است. این الگوریتم بر روی چندین مجموعه داده کنترل سیگنال ترافیک عمومی آزمایش شد. نتایج تجربی نشان داد که تابع فوریت درختی شکل که توسط برنامه‌ریزی ژنتیکی تکامل یافته است، از خطوط پایه، از جمله یک روش پیشرفته در زمینه حمل‌ونقل و یک روش معروف مبتنی بر یادگیری تقویتی عمیق ، بهتر عمل می‌کند.

Essien و همکارانش در سال ۲۰۲۱ مقاله‌ای تحت عنوان " یک مدل یادگیری عمیق برای پیش‌بینی جریان ترافیک شهری با رویدادهای ترافیکی استخراج‌شده از توییتر" ارائه دادند. آنها معتقدند که پیش‌بینی پارامترهای ترافیکی کوتاه‌مدت برای سیستم‌های مدیریت و کنترل ترافیک شهری مدرن حیاتی است. دقت پیش‌بینی در مدل‌های ترافیکی داده‌محور زمانی کاهش می‌یابد که در معرض رویدادهای ترافیکی غیرمعمول یا غیرمعمول مانند تصادفات، بسته شدن جاده‌ها و شرایط آب و هوایی شدید قرار بگیرند. استخراج تحلیلی داده‌ها از شبکه‌های اجتماعی، به‌ویژه توییتر، می‌تواند پیش‌بینی پارامترهای ترافیک شهری را با تکمیل داده‌های ترافیک با داده‌هایی که نشان‌دهنده رویدادهایی هستند که می‌توانند الگوهای ترافیکی منظم گزارش‌شده در پست‌های رسانه‌های اجتماعی را مختل کنند، بهبود بخشد. این مقاله یک مدل پیش‌بینی ترافیک شهری یادگیری عمیق را پیشنهاد می‌کند که اطلاعات استخراج‌شده از پیام‌های توییت را با اطلاعات ترافیک و آب و هوا ترکیب می‌کند. مدل پیش‌بینی‌کننده معماری رمزگذار خودکار پشته‌ای را برای پیش‌بینی جریان ترافیک چند مرحله‌ای که با استفاده از توییت‌ها، ترافیک و مجموعه داده‌های آب‌وهوا آموزش داده شده است، اتخاذ می‌کند. این مدل در یک شبکه جاده شهری در منچستر بزرگ، انگلستان ارزیابی شده است. یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل تجربی گسترده با استفاده از داده‌های دنیای واقعی، اثربخشی رویکرد را در بهبود دقت پیش‌بینی در مقایسه با سایر مدل‌های پیشرفته کلاسیک/آماری و یادگیری ماشین (ML)نشان می‌دهد. بهبود دقت پیش‌بینی می‌تواند منجر به کاهش ناامیدی برای کاربران جاده، صرفه‌جویی در هزینه‌ها برای کسب‌وکارها و آسیب کمتر به محیط زیست شود[۷].

مقاله گراف شبکه عصبی برای پیش بینی ترافیک: یک بررسی در سال ۲۰۲۱ ارائه شد. نویسندگان معتقدند که پیش-بینی ترافیک برای موفقیت سیستم‌های حمل و نقل هوشمند مهم است. مدل‌های یادگیری عمیق، از جمله شبکه‌های عصبی کانولوشن و شبکه‌های عصبی مکرر، به طور گسترده در مشکلات پیش‌بینی ترافیک برای مدل‌سازی وابستگی‌های مکانی و زمانی استفاده شده‌اند. در سال‌های اخیر، برای مدل‌سازی ساختارهای گراف در سیستم‌های حمل‌ونقل و همچنین اطلاعات زمینه‌ای، شبکه‌های عصبی گراف معرفی شده‌اند و به عملکرد پیشرفته‌ای در مجموعه‌ای از مشکلات پیش‌بینی ترافیک دست یافته‌اند. در این نظرسنجی، بدنه تحقیقاتی رو به رشد با استفاده از شبکه‌های عصبی نموداری مختلف، به عنوان مثال، مرور می‌شود. گراف کانولوشنال و شبکه های توجه گراف، در مسائل مختلف پیش بینی ترافیک، به عنوان مثال: پیش‌بینی جریان ترافیک جاده‌ای و پیش‌بینی سرعت، پیش‌بینی جریان مسافر در سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی شهری، و پیش‌بینی تقاضا در سکوهای سواری استفاده می‌شود. این مقاله همچنین فهرستی جامع از داده‌های باز و کدهای منبع برای هر مشکل ارائه میدهد و مسیرهای تحقیقاتی آینده را شناسایی می‌کند. تا جایی که مشخص است، این مقاله اولین بررسی جامعی است که کاربرد شبکه‌های عصبی گراف را برای مشکلات پیش‌بینی ترافیک بررسی می‌کند. همچنین در این مقاله یک مخزن عمومی GitHub ایجاد شده که در آن آخرین مقالات، داده‌های باز و کدهای منبع به روز می‌شوند[۲].

مقاله تقویت الگوریتم ژنتیک با استفاده از یادگیری ماشین برای بهینه‌سازی کنترل ترافیک در سال ۲۰۲۱ ارائه شد و نویسندگان مقاله معتقدند که بهینه‌سازی کنترل ترافیک یک کار چالش برانگیز برای مراکز مختلف ترافیک در سراسر جهان است و اکثر رویکردهای موجود تنها بر توسعه روش‌های تطبیقی در شرایط عادی ترافیک (تکراری) تمرکز دارند. بهینه‌سازی طرح‌های کنترلی زمانی که حوادث شدید رخ می‌دهند، به‌ویژه زمانی که تعداد زیادی از خطوط یا کل تقاطع‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند، همچنان یک مشکل باز باقی می‌ماند. هدف این مقاله

مقابله با این مشکل و ارائه یک روش جدید برای بهینه‌سازی زمان‌بندی سیگنال‌های ترافیکی در تقاطع‌های شهری علامت‌دار، تحت حوادث ترافیکی غیر مکرر است. با هدف تولید تصمیم‌های سریع و قابل اعتماد، این مقاله الگوریتم‌های یادگیری ماشینی و الگوریتم‌های ژنتیک قابل اعتماد را در یک چارچوب بهینه‌سازی واحد ترکیب می‌کند. به عنوان یک معیار، ابتدا با استقرار یک الگوریتم قابل اعتماد معمولی با در نظر گرفتن مدت زمان فاز به عنوان متغیر تصمیم گیری و تابع هدف برای به حداقل رساندن کل زمان سفر در شبکه شروع می شود. الگوریتم قابل اعتماد برای متقاطع، جهش، محاسبه تناسب اندام تنظیم شده و پارامترهای بهینه به دست می آید. ثانیا، در این مقاله مدل‌های مختلف رگرسیون یادگیری ماشین آموزش داده شده تا کل زمان سفر شبکه ترافیکی مورد مطالعه پیش‌بینی شود، و بهترین رگرسیور انتخاب می‌شود که برای یافتن پارامترهای آموزشی بهینه، آن بیشتر تنظیم می‌شود. در نهایت، یک الگوریتم جدید BGA-ML پیشنهاد می‌شود که الگوریتم قابل اعتماد و درخت تصمیم با گرادیان شدید، که بهترین رگرسیور عملکردی است، با هم در یک چارچوب بهینه‌سازی واحد ترکیب می‌کند. مقایسه و نتایج نشان می‌دهد که BGA-یادگیری ماشین جدید بسیار سریع‌تر از الگوریتم قابل اعتماد اصلی است و می‌تواند با موفقیت در شرایط حادثه غیر تکراری اعمال شود[۳].

مقاله محاسبات لبه و تجزیه و تحلیل اینترنت اشیا برای بهینه سازی چابک در سیستم های حمل و نقل هوشمند در سال ۲۰۲۱ ارائه شد و نویسندگان معتقدند که با ظهور محاسبات مه و لبه، احتمالات جدیدی در رابطه با مدیریت داده محور تحرک شهروندان در شهرهای هوشمند به وجود می آید. تجزیه و تحلیل اینترنت اشیا به استفاده از این فناوری‌ها، داده‌ها و مدل‌های تحلیلی برای توصیف وضعیت فعلی ترافیک شهری، پیش‌بینی تحول آن در ساعات آینده و تصمیم‌گیری برای افزایش کارایی سیستم حمل‌ونقل اشاره دارد. این شامل چالش‌های زیادی مانند نحوه برخورد و مدیریت مقادیر واقعی و عظیم داده‌ها و بهبود امنیت، حفظ حریم خصوصی، مقیاس‌پذیری، قابلیت اطمینان و کیفیت خدمات در شبکه ابری و خودرویی است. در این مقاله، وضعیت اینترنت اشیا در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند را بررسی می‌شود، چالش‌های ناشی از رایانش ابر، مه و لبه در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند شناسایی می‌گردد و و یک روش مبتنی بر الگوریتم‌های بهینه‌سازی چابک برای حل یک مشکل سفر اشتراکی پویا[1] در زمینه محاسبات لبه/مه توسعه داده می‌شود. این الگوریتم‌ها اجازه می‌دهند تا داده‌های جمع‌آوری‌شده از سیستم‌های اینترنت اشیا به‌منظور بهینه‌سازی تصمیم‌های خودکار در سیستم حمل‌ونقل شهری، از جمله: بهینه‌سازی مسیریابی وسیله نقلیه، توصیه حالت‌های حمل‌ونقل سفارشی به شهروندان، ایجاد اشتراک‌گذاری کارآمد سواری و استراتژی های اشتراک خودرو، ایجاد ایستگاه شارژ بهینه برای وسایل نقلیه الکتریکی و خدمات مختلف در مناطق شهری و بین شهری استفاده شوند. یک مثال عددی با در نظر گرفتن یک الگوریتم‌های بهینه‌سازی چابک برای حل یک مشکل سفر اشتراکی پویا ارائه شده است، که در آن پتانسیل استفاده از محاسبات لبه/مه، داده های باز و الگوریتم های چابک نشان داده شده است[۸].

مقاله مطالعه تطبیقی طبقه‌بندی‌کننده‌های یادگیری ماشین برای مدل‌سازی تصادفات جاده‌ای در سال ۲۰۲۲ ارائه شد و نویسندگان مقاله معتقدند که تصادفات جاده‌ای یکی از دلایل اصلی جراحات و مرگ و میر در سراسر جهان است. در سال‌های اخیر، علاقه جهانی فزاینده‌ای به تجزیه و تحلیل که تصادفات جاده‌ای ، به ویژه با تجزیه و تحلیل و مدل سازی داده‌های تصادفات برای درک و ارزیابی بهتر علل و اثرات حوادث، وجود داشته است. این مطالعه عملکرد طبقه‌بندی‌کننده‌های یادگیری ماشینی پرکاربرد را با استفاده از مجموعه داده‌های که تصادفات جاده‌ای واقعی از Gauteng ، آفریقای جنوبی تجزیه و تحلیل کرد. هدف این مطالعه ارزیابی طرح‌های مدل پیش‌بینی برای که تصادفات جاده‌ای برای کمک به مقامات حمل‌ونقل و سیاست‌گذاران بود. طبقه‌بندی‌کننده‌هایی مانند Bayes ساده، رگرسیون لجستیک، -kنزدیک‌ترین همسایه، AdaBoost، ماشین بردار پشتیبان، جنگل تصادفی و پنج روش داده گمشده را در نظر گرفت. این طبقه‌بندی‌کننده‌ها با استفاده از پنج معیار ارزیابی: دقت، ریشه میانگین مربعات خطا، دقت، فراخوان و منحنی‌های مشخصه عملکرد گیرنده. ارزیابی شدند. علاوه بر این، ارزیابی شامل تنظیم پارامتر و تکنیک‌های کاهش ابعاد بود. نتایج و تحلیل‌های

[1] dynamic ride-sharing problem

تجربی نشان می‌دهند که طبقه‌بندی‌کننده‌RF، همراه با انتساب‌های متعدد توسط معادلات زنجیره‌ای، بهترین عملکرد را در مقایسه با سایر ترکیب‌ها ارائه می‌دهد[۹].

۳ - تحلیل روش پیشنهادی

در سراسر جهان همواره ایمنی و کارایی ترافیک بسیار حائزاهمیت بوده است. کنترل هوشمند تقاطع‌ها یک راهکار موثر برای بهبود کارایی و ایمنی ترافیک است. یکی از رویکردهای اصلی بهینه‌سازی ترافیک در تقاطع‌ها، تنظیم فاز سیگنالی چراغ راهنمایی است. هدف از استراتژی کنترل چراغ راهنمایی مبتنی بر داده‌های ترافیکی (برای مثال، موقعیت، سرعت، جهت خودرو)، کاهش زمان انتظار کاربران در جاده و افزایش ظرفیت تقاطع‌ها است. بنابراین، قابلیت اطمینان داده‌های ترافیک یک مسئله مهم است. تحقیقات حاضر به ندرت در مورد قابلیت‌اطمینان و اعتبار داده‌های خودرو در تقاطع‌ها بحث کرده‌اند. در بیشتر آن‌ها مراکز مدیریت داده متمرکز یا مراکز مبتنی بر ابر درنظر گرفته شده است. به دلیل پیچیدگی و تنوع داده‌های خودرو در تقاطع‌ها، پردازش متمرکز رویکرد مناسبی نیست. برای مثال، عدم دسترسی، اتصال به اینترنت و پهنای باند کم منجر به تاخیر بالای انتقال داده به کنترل‌کننده‌های ترافیک از راه دور می‌شود. در سناریوی پیشنهادی از محاسبات لبه برای انجام سریع شناسایی داده استفاده می‌کنیم. محاسبات لبه یک زیرساخت توزیع‌شده است، که برنامه‌های کاربردی لبه‌های شبکه را مدیریت می‌کنند تا محاسبات و ذخیره‌سازی داده‌ها نزدیک به جایی که باید باشند انجام شوند، درنتیجه، مقدار داده‌های منتقل‌شده به ابر کاهش یابد، و زمان پاسخگویی و صرفه‌جویی در پهنای‌باند نیز بهبود یابد[۱۰]. در این مقاله، یک طرح شناسایی داده مبتنی بر محاسبات لبه برای پرس‌وجو و تشخیص اعتبار داده‌های ترافیکی در تقاطع‌های دارای چراغ راهنما پیشنهاد شده است. این طرح با انگیزه دو هدف چراغ‌های راهنمایی به‌عنوان گره‌های لبه عمل می‌کنند، و با خودروهای نزدیک‌تر تعامل برقرار می‌کنند تا قابلیت‌های کنترل تقاطع و محاسبات را افزایش دهند. برای هر خودرویی که وارد محدوده ارتباطی می‌شود، گره لبه تشخیص داده را انجام می‌دهد. و همچنین هر گره لبه دارای دو پایگاه داده مهاجمان و خودروهای ایمن است، و می‌تواند به صورت بلادرنگ به موازات شناسایی داده‌ها به‌روزرسانی شود. در این طرح، دو سناریو در نظر می‌گیریم: یک تقاطع و چند تقاطع. در سناریو تقاطع واحد، بر نحوه شناسایی داده‌های خودروهای واردشده به تقاطع تمرکز می‌کنیم و پایگاه داده خودروهای ایمن و پایگاه داده مهاجمان را به‌روزرسانی می‌کنیم. در سناریو تقاطع‌های متعدد، نحوه تبادل اطلاعات در پایگاه داده خودروهای ایمن و پایگاه داده مهاجمان تقاطع‌های مجاور را مطالعه می‌کنیم، تا بتوانیم سرعت ورود خودروها به تقاطع را تشخیص دهیم.

فیلتر کویشنت: فیلتر کویشنت (QF)، یک ساختار داده‌ای دارای فضای کارآمد است که بررسی می‌کند آیا یک عنصر عضوی از مجموعه است یا خیر (فیلتر تقریب پرس و جو اعضا[۲]، AMQ). فیلتر کویشنت متفاوت از فیلتر بلوم[۳] است، زیرا فیلتر کویشنت از یک تابع هش با کارایی جستجوی بالاتر استفاده می‌کند. فیلتر کویشنت، اثر انگشت[۴] p بیتی عناصر را ذخیره می‌کند. در واقع، یک جدول هش فشرده با $m = 2^q$ اسلات[۵] است، که توسط کنوت[۶] پیشنهاد شده است.

مدل سیستم: هر نوع حمله به شبکه خودرویی می‌تواند منجر به هرج‌ومرج[۷] غیرقابل پیش‌بینی شود و محیط خودرو را، به ویژه در تقاطع‌ها، مختل کند (برای مثال، برخورد یا راه‌بندان). مهاجم، خودرو را هدف قرار می‌دهد و به امنیت و سرویس‌ها صدمه می‌زند. در این فصل، برای قابلیت‌اطمینان داده‌ها، یک طرح شناسایی داده پیشنهاد می‌کنیم. از مکانیسم شناسایی برای حل دو مسئله استفاده می‌شود: (۱) آیا گره‌های غیرمجاز وارد محدوده ارتباطی چراغ راهنمایی می‌شوند یا خیر. (۲) آیا حمله‌ای در شبکه خودرو وجود دارد یا خیر[۱۰].

در این روش یک حمله معمولی را در نظر می‌گیریم، یعنی، مهاجم سعی می‌کند از طریق هویت جعلی وارد شبکه شود و یا از بیرون به شبکه حمله کند. به منظور جلوگیری از این نوع حمله، فرض می‌کنیم که سیستم دارای ویژگی‌های زیر است[۱۰]:

- چراغ‌های راهنمایی به عنوان گره‌های لبه پلتفرم‌های محاسباتی لبه عمل می‌کنند.
- شبکه دارای پهنای باند بالا و تاخیر کم است، و از ارتباطات مبتنی بر V2E و E2E پشتیبانی می‌کند.

[2] approximate member query filter
[3] bloom filter
[4] fingerprint
[5] slot
[6] Knuth
[7] chaos

- هنگامی که خودرو در محدوده ارتباطی قرار گرفت، اطلاعات درخواست را به گره لبه ارسال می‌کند. گره لبه نیز اطلاعات خودرو را جمع‌آوری می‌کند (مانند سرعت، مقصد و غیره، که به عنوان شناسه خودرو ثبت می‌شوند). هر گره لبه می‌تواند داده‌های خودرو و اطلاعات مهاجم را به سایر گره‌های لبه و ابر ارسال کند[۱۰].

مدل پیشنهادی مقاله متشکل از خودرو، گره‌های لبه و ابر است. هدف از بهینه‌سازی، به حداکثر رساندن توان محاسباتی برای تصمیم‌گیری بهتر، به حداقل‌رساندن تاخیر در تمام سطوح ارتباطی، و افزایش امنیت برای بهبود یکپارچگی[8] داده‌ها است. بنابراین، هر گره لبه دارای اطلاعات زیر برای برقراری ارتباط قابل‌اعتماد است[۱۰]:

- لیست تمام خودروهای ثبت‌شده V_i در محدوده e_j با استفاده از فیلتر کویشنت H_{ej} در QF_{ej} ذخیره می‌شوند:
$\forall V_i \in R_{ej},\ QF_{ej} \leftarrow H_{ej}(V_i \oplus e_j)$ و V_i نمی‌تواند در منطقه کنترل e_j تغییرات داشته باشد، مانند تغییر سرعت[9]، تغییر مقصد[10].

- برای بررسی داده‌های مربوط به خودروهای درحال ورود، امضای حملات ردیابی‌شده مندرج در بسته‌های داده در QF_{SA} ثبت می‌شوند.
- برای به روزرسانی پایگاه داده خودروها، کلید عمومی PU_{ej} با گره‌های ثبت‌شده به اشتراک گذاشته می‌شود. برای حفظ ارتباط V2E، کلید خصوصی Pr_{ej} در گره لبه نگهداری می‌شود.

در مدل پیشنهادی، وقتی خودرو وارد محدوده e_j شود، گره لبه e_j مراحل زیر را انجام می‌دهد[۱۰]:

- مرحله اول: ثبت[11]. ثبت خودروی ورودی به‌عنوان یک گره ثبت‌شده: با افزوده شدن گره جدید در QF_{ej}، گره لبه، جدول خود را به‌روزرسانی می‌کند.
- مرحله دوم: به‌روزرسانی. گره لبه e_j، کلید عمومی Pu_{ej} را به اشتراک می‌گذارد و پایگاه داده خودروهای قابل‌اعتماد را برای گره‌های ثبت‌شده به‌روزرسانی می‌کند. $QF_{Vn} \leftarrow QF_{ej}$

سناریوی تک تقاطع: در سناریوی تک تقاطع، فرض می‌کنیم که هر جهت از تقاطع دارای یک چراغ راهنمایی است و این تجهیزات نوری به عنوان گره‌های لبه عمل می‌کنند. یک تقاطع منفرد با n خودرو و m (m = 4) گره لبه را در نظر بگیرید. برای تضمین امنیت ارتباطات، هر گره لبه مجهز به لیست تمام شناسه‌های خودروهای ثبت‌شده است (مانند سرعت، موقعیت، جهت) [۱۰]. وقتی خودوری V_k سعی می‌کند با گره لبه ارتباط برقرار کند و درخواست عبور از تقاطع را ارسال می‌کند، گره لبه، شناسه خودرو را از QF_{ej} جستجو می‌کند، و بررسی می‌کند که آیا مهاجمی در خودروهای ثبت‌شده وجود دارد یا خیر. در نهایت، گره لبه، اطلاعات هشدار را به سایر گره‌های لبه و ابر ارسال می‌کند.

سناریو تقاطع‌های متعدد: چندین تقاطع را در نظر می‌گیریم. مشابه با سناریوی نک تقاطع، هر جهت از هر تقاطع دارای یک چراغ راهنمایی است، و هر چراغ راهنمایی نیز به عنوان یک گره لبه عمل می‌کند. با توجه به جهت حرکت خودروها، تقاطع بالا-راست به عنوان تقاطع بالادست، و تقاطع پایین-چپ به عنوان تقاطع پایین‌دست عمل می‌کنند. در سناریوی تقاطع‌های متعدد، طرح شناسایی داده به مسئله انتقال بین تقاطع بالادست و تقاطع پایین‌دست، به ویژه اطلاعات خودروی ثبت‌شده می‌پردازد[۱۰]. وقتی خودروی V_k از تقاطع بالادست به سمت تقاطع پایین‌دست حرکت می‌کند، V_k سعی می‌کند با e_j^d ارتباط برقرار کند. ابتدا اطلاعات خودرو را در فضای ابری آپلود می‌کند. سپس، e_j^d اطلاعات خودرو را دانلود کرده و با QF_{ej}^d ادغام می‌کند. در مرحله دوم، e_j^d شناسه V_k را از QF_{ej}^d پرس‌وجو می‌کند و مهاجمان را از روی بسته داده شناسایی می‌کند. در نهایت، e_j^d اطلاعات هشدار را به سایر گره‌های لبه ارسال می‌کند.

نقش الگوریتم PSO در روش پیشنهادی: با استفاده از الگوریتم PSO هر یک از ویژگی‌ها یک وزن بین ۰-۱ خواهند گرفت حال برای کاهش بعد و انتخاب ویژگی‌های موثر برای ورودی مرحله بعد یک مقدار آستانه β در نظر گرفته می‌شود. کلیه ویژگی‌های با وزن بالاتر از این مقدار آستانه به عنوان ورودی مرحله بعد قرار خواهند گرفت و در طبقه‌بندی مورد استفاده قرار خواهند گرفت و سایر ویژگی‌ها به عنوان

[8] integrity
[9] change lane
[10] change destination
[11] Registering

ویژگی‌های نامرتبط و یا ویژگی‌های نویز از مجموعه حذف می‌شوند.

تابع برازندگی: هدایت گر ذرات داخل جمعیت به سمت یک جواب بهینه با استفاده از تابع برازنگی است. در اینجا به طور معمول فرض می شود که ذره با بزرگترین مقدار برازندگی، بهترین ذره است. در روش پیشنهادی اگر فرض کنیم A و C به ترتیب مجموعه خصیصه‌های شرکت کننده در قسمت مقدم و نتیجه قانون باشند که با استفاده از دیکد کردن ذره متناظر به دست آمده اند و تابع برازندگی را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$Fitness = \alpha_1 \times \frac{Num(AUC)}{DS} + \alpha_2 \times \frac{Num(AUC)}{Num(A)} - \alpha_3 \times NA \quad (۱)$$

که در این رابطه Num(X) تابعی است که تعداد رکوردهای شامل تمامی خصیصه‌های مجموعه X را بر می گرداند، DS اندازه مجموعه داده است، NA تعداد خصیصه‌های شرکت کننده در قانون تولید شده بوده و ضرایب α به منظور کنترل تاثیر هریک از پارامترهای داخل تابع برازندگی هستند و بنابر نیاز کاربر می‌توانند به دلخواه تنظیم شوند. همانگونه که دیده می‌شود، قسمت‌های اول و دوم این تابع به ترتیب مربوط است به محاسبه‌ی مقدار پشتیبان و درجه اطمینان قانون تولید شده و در قرار گیری این دو مولفه با هم در محاسبه برازندگی قانون تولید شده ضروری به نظر می‌رسد زیرا درجه اطمینان و یا پشتیبان به تنهایی نمی‌توانند معیاری برای قضاوت روی کیفیت قانون تولید شده باشند. بدیهی است قانونی از درجه کیفیت بالایی برخوردار است که این دو فاکتور باهم در آن از مقدار بالایی برخوردار باشند. از سویی دیگر می‌دانیم که در قوانین با طول زیاد احتمال وجود خصیصه‌های زائد که باعث کاهش کیفیت جواب تولید شده می‌شوند زیاد است در نتیجه در قسمت سوم سعی می‌کنیم قوانین با طول نسبتا کوتاه و در نتیجه با قابلیت خوانایی، درک و کیفیت بالاتر که در داده‌کاوی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، تولید نماییم.

تابع شایستگی جمعیت معیار $A \cup C$ است که یک مقدار عددی در بازه‌ی [0,1] است تا قدرت تمایز طبقه‌بندی کننده‌ی دودویی را نشان دهد. بنابراین مقادیر بالای $A \cup C$ کارایی قابل توجه طبقه‌بندی کننده‌ی دودویی را نشان می‌دهد[۱۱]. برای محاسبه‌ی معیار $A \cup C$ ویژگی‌های عملگر دریافت کننده ROC لازم است. ROC یک منحنی دو بعدی برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی در مسائل دو کلاسه است[۱۲]. مقدار $A \cup C$ با گرفتن انتگرال ناحیه‌ی زیر منحنی ROC محاسبه می‌شود[۱۳]. در اصل منحنی ROC روشی برای آشکارسازی میزان کارایی یک دسته‌بندی کننده در زمینه رعایت توازن بین میزان حساسیت و تشخیص است. از این روش اولین بار در تئوری شناسایی سیگنال و برای تعیین میزان دقت یک گیرنده جهت ایجاد تمایز بین یک سیگنال واقعی از نویز استفاده شد. بدین منظور از مختصات دو بعدی که در محور افقی آن FP و در محور عمودی آن TP قرار داده شده است، استفاده می‌شود. هرچه منحنی به نقطه (0,1) تمایل بیشتری نشان دهد، میزان کارایی مدل طبقه‌بندی کننده نیز افزایش خواهد یافت[۱۴]. پس از ارزیابی ویژگی‌ها، بهترین وزن هر ویژگی محاسبه می‌شود. مقادیر ورودی به همراه وزن اختصاص یافته در این مرحله ورودی شبکه عصبی مصنوعی قرار خواهد گرفت.

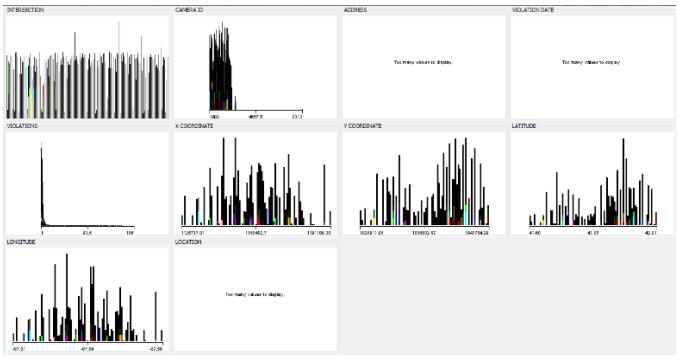
۵- نتایج و ارزیابی روش پیشنهادی

در این بخش، چندین آزمایش انجام می‌دهیم تا عملی بودن طرح ارایه شده در فصل قبل را اثبات کنیم. تمامی آزمایشات بر روی پردازنده Intel core i5-9400F با فرکانس ۲.۹۰ گیگاهرتز و ۱۶ گیگابایت رم انجام شدند. طرح مبتنی بر QF از Matlab استفاده می‌کند و داده‌های ترافیکی در بخش بعد معرفی شده است. در تمام آزمایشات، فرض می‌کنیم که برخی از خودروها به عنوان مهاجم عمل می‌کنند و اطلاعات آنها در QF_{SA} ثبت می‌شود. در این قسمت، اطلاعات مربوط به رانندگی مهاجمان مانند، شماره پلاک، موقعیت رانندگی و غیره وجود دارد.

این مجموعه داده وضعیت عملکرد سیگنال های ترافیکی در آستین، تگزاس را نشان می دهد[۱۲]. این داده ها برای مقاصد اطلاعاتی هستند و ممکن است برای اهداف قانونی، مهندسی یا نقشه برداری تهیه نشده باشند یا مناسب نباشند. این یک بررسی بر روی زمین را نشان نمی دهد و فقط مکان نسبی تقریبی علائم ترافیکی را نشان می دهد. مجموعه داده شامل رتبه‌بندی و وضعیت درخواست‌های سیگنال ترافیک و عابر پیاده در آستین، تگزاس است. این مجموعه داده جزئیات همه علائم ترافیکی از جمله آدرس و مختصات شرق / شمال را ارائه می

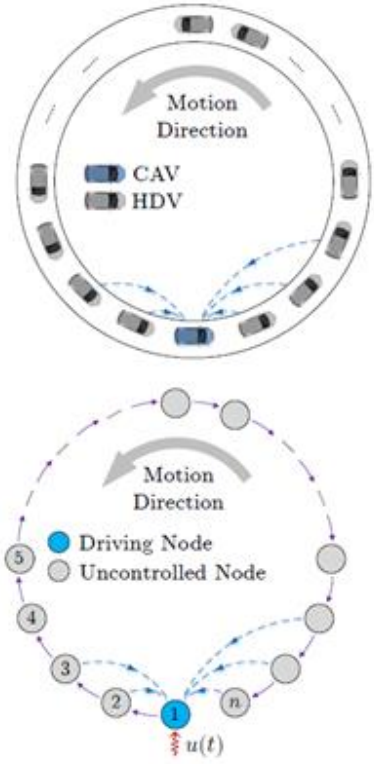
[12] https://data.world/cityofaustin/traffic-signal-status-beta

دهد. این مجموعه داده مکان، اولین تاریخ عملیاتی و رویکردهای دوربین های چراغ قرمز را نشان می دهد. این رویکرد، جهت مبدا حرکت را که توسط دوربین نور قرمز نظارت می‌شود، توصیف می‌کند.این مجموعه داده در حال توسعه فعال است و در هر زمان ممکن است تغییر کند.



شکل ۱: نمایی از داده های مجموعه داده و پراکندگی آن

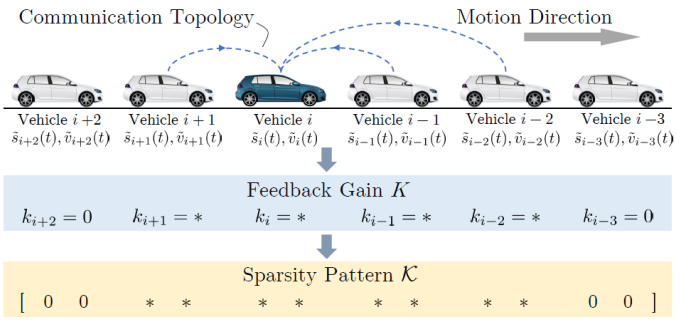
در طرح پیشنهادی، تابع هش mmh3 در QF انتخاب شد. از مقادیر هش ۳۲ بیتی نسخه mmh3 استفاده می‌شود، که رشته‌ها را به عنوان ورودی می‌گیرد و اعداد صحیح را تولید می‌کند، در نتیجه، مبادله خوب بین یکنواختی و فضا تضمین می‌شود. mmh3 آخرین نسخه از تابع MurmurHash است. به دلیل سرعت و اثر هش خوب تابع هش MurmurHash، از آن به طور گسترده در سیستم‌های توزیع استفاده می‌شود. در مقایسه با سری‌های MD/SHA و MAC، تابع MurmurHash مقدار کمتری از منابع محاسباتی را اشغال می‌کند و توزیع یکنواخت نتایج هش را تضمین می‌کند. نمایی از عملکرد فیلتر کویشنت در روش پیشنهادی در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: عملکرد فیلتر کویشنت

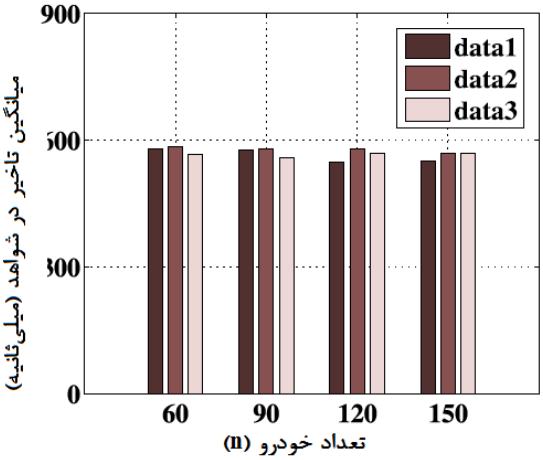
با توجه به استفاده از فیلتر کویشنت در روش پیشنهادی عملکرد شبیه‌سازی آن در شکل۲ نشان داده شده است که سه اصطلاح اسلات کانونی ، اجرا و خوشه در آن به نمایش در آمده است[۱۵, ۱۶]. پایه قوانین سیستم کنترل ترافیک به صورت زیر است. شکل ۳:

- اگر ترافیک شلوغ است و ساعت شلوغی است، مدت زمان چراغ سبز عادی است.
- اگر ترافیک شلوغ باشد و ساعت شلوغی نباشد، مدت زمان چراغ سبز طولانی است.
- اگر ترافیک عادی باشد و ساعت شلوغی باشد، مدت زمان چراغ سبز کوتاه است.
- اگر ترافیک عادی باشد و ساعت شلوغی نباشد، مدت زمان چراغ سبز عادی است.

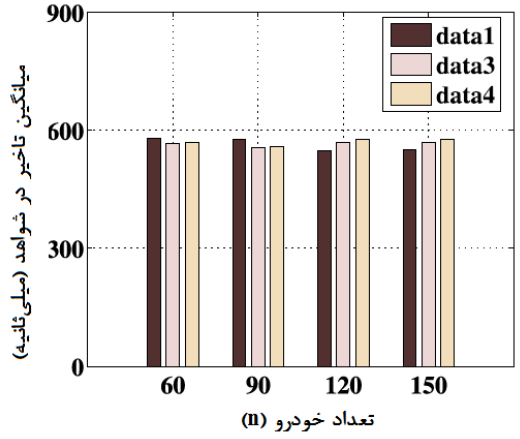


شکل ۳: عملکرد قوانین سیستم کنترل ترافیک

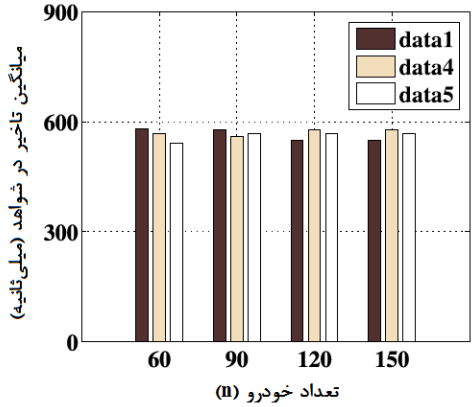
در این بخش، در ابتدا، عملکرد طرح پیشنهادی را بر اساس انواع مختلف داده‌های ورودی در سناریوهای تقاطع واحد و تقاطع‌های متعدد ارزیابی می‌کنیم. سپس تأثیر فیلترهای مختلف بر دقت[۱۳] طرح شناسایی داده را مقایسه می‌کنیم تا مزیت QF را نشان دهیم. در نهایت، عملکرد طرح پیشنهادی را بر اساس توابع هش مختلف ارزیابی می‌کنیم تا نشان دهیم که چرا تابع هش mmh3 را انتخاب کردیم.



شکل ۴: شبیه سازی داده‌های ورودی در سناریوی تقاطع واحد

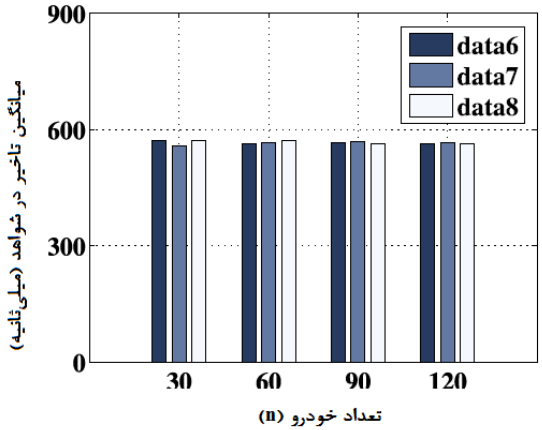


شکل ۵: نمادهای مختلف داده‌های ورودی در سناریوی تقاطع واحد



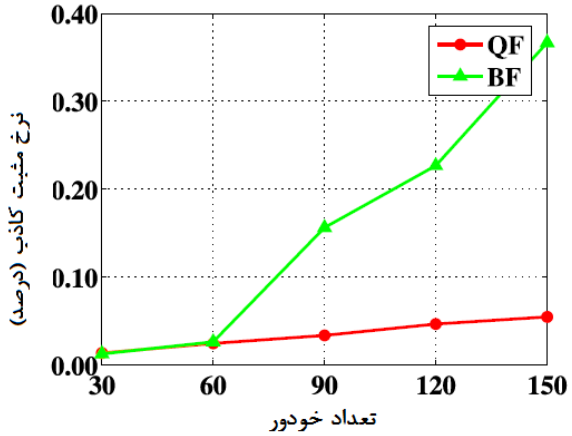
شکل ۶: بیت‌های مختلف داده ورودی در سناریوی تقاطع واحد

شکل۴ تا ۶ رابطه بین انواع مختلف داده‌های ورودی و میانگین تأخیر را در سناریوی تقاطع واحد نشان می‌دهد. شکل ۴ تاثیر داده‌های ورودی دارای حروف مختلف، شکل۵ تاثیر داده‌های ورودی دارای نمادهای مختلف، و شکل ۶ تاثیر داده‌های ورودی دارای بیت‌های مختلف بر شناسایی داده را نشان می‌دهد. در این شکل‌ها، data1 دارای ۱۶ بیت به همراه اعداد و حروف، data2 دارای ۱۶ بیت به همراه اعداد، کاراکترها و سایر حروف، data3 دارای ۱۶ بیت به همراه اعداد، حروف بزرگ و کوچک، data4 دارای ۱۶ بیت به همراه اعداد، کاراکترهای چینی و حروف، data5 دارای ۲۸ بیت از اعداد و حروف است. تعداد خودروها ۶۰ تا ۱۵۰ است. از این شکل‌ها، به راحتی می‌توان دریافت که با افزایش تعداد خودروها، تاثیر داده‌های مختلف ورودی بر میانگین تاخیر اندک خواهد بود.

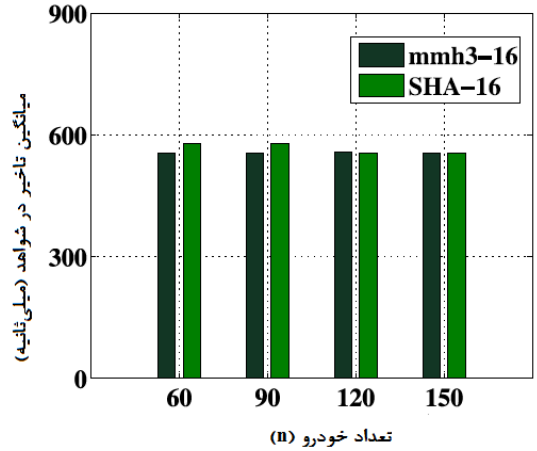


شکل ۷: انواع مختلف داده‌های ورودی در سناریوی تقاطع‌های متعدد

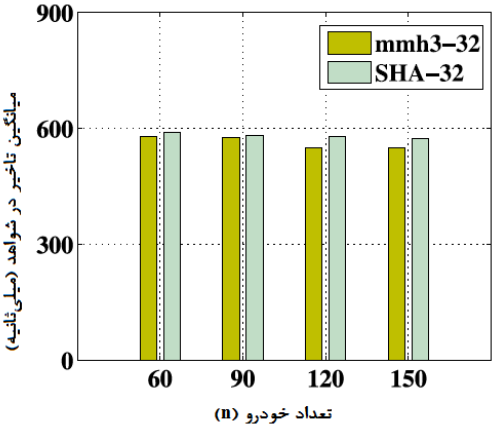
[13] accuracy



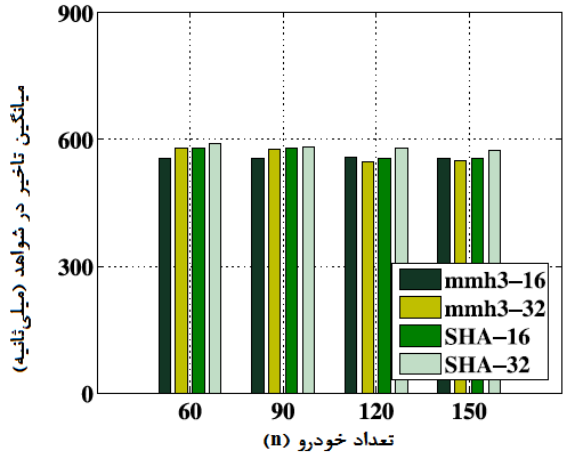
شکل ۸: مقایسه بین فیلتر کویشنت و فیلتر بلوم



شکل۹: مقایسه توابع هش مختلف ۱۶ بیتی



شکل ۱۰: مقایسه توابع هش مختلف ۳۲ بیتی



شکل ۱۱: مقایسه توابع هش مختلف با بیت‌های مختلف

شکل ۷ رابطه بین انواع مختلف داده‌های ورودی و میانگین تأخیر را در سناریوی تقاطع متعدد نشان می‌دهد. در این آزمایش، فرض می‌کنیم که e_j^d دارای ۳۰ داده خودرو (۱۶ بیت به همراه اعداد و حروف) و e_j^u دارای ۳۰ تا ۱۲۰ داده خودرو است. در شکل، data6 دارای ۱۶ بیت به همراه اعداد و حروف، data7 دارای ۱۶ بیت به همراه اعداد، کاراکترها و حروف دیگر، data8 دارای ۲۸ بیت به همراه اعداد، کاراکتر چینی و حروف است.

طبق شکل‌های ۴ تا ۶، به راحتی می‌توان فهمید که تنها با افزایش تعداد خودروها در سناریوی تک تقاطع و چند تقاطع، انواع مختلف داده‌های ورودی بر میانگین تاخیر تأثیر خواهند گذاشت. این بدان معناست که حتی اگر تعداد خودروهای بیشتر و انواع داده‌های پیچیده‌تر وجود داشته باشند، هزینه محاسباتی چراغ‌های راهنمایی خیلی سنگین نخواهد بود.

شکل ۸ اثربخشی فیلتر کویشنت QF و بلوم را در هنگام پرس‌وجو برای عناصر نشان می‌دهد. مشابه با QF، فیلتر بلوم (BF) نیز برای الگوریتم شناسایی داده‌ها، به ویژه شناسایی ذخیره‌سازی داده‌ها استفاده می‌شود. BF یک ساختار داده مبتنی بر احتمالات کارآمد در فضا است که توسط برتون هاوارد بلوم[14] در سال ۱۹۷۰ طراحی شد[۱۷, ۱۸]، و برای بررسی اینکه آیا یک عنصر عضوی از یک مجموعه است استفاده می‌شود. فیلتر بلوم با استفاده از آرایه دارای m موقعیت ساخته می‌شود که هر کدام تک بیتی هستند، و از k تابع هش استفاده

[14] Burton Howard Bloom

می‌کنند. طبق عنصر x، K تابع هش را به x اعمال می‌کنیم. مقدار بازگشتی هر تابع هش، تابعی بین ۱ و m است که به عنوان اندیس[15] آرایه m بیتی درنظر گرفته می‌شوند. سپس، اندیس k موقعیت تابع هش به ۱ تنظیم می‌شود. برای پرس‌وجوی یک عنصر (برای بررسی اینکه آیا در یک مجموعه است یا خیر)، عنصر به هر تابع هش (کل k) داده می‌شود تا موقعیت آرایه k به دست آید. اگر هر یک از این موقعیت‌ها صفر باشند، در این صورت عنصر نباید در مجموعه باشد[۱۷].

در شکل ۸ نشان داده شده است که با افزایش تعداد خودروها، QF مثبت‌های کاذب بسیار کمتری نسبت به BF دارد. این بدین خاطر است که BF فقط می‌تواند در مورد اینکه کدام عناصر نباید وجود داشته باشند مطمئن باشد، اما تعیین اینکه آیا یک عنصر واقعا وجود دارد یا خیر امکان‌پذیر نیست. از همه مهمتر، BF معمولا نمی‌تواند عناصر را حذف کند و باید تعداد عناصر را قبل از درج آنها بداند. علاوه بر این، اگر نرخ مثبت کاذب به طور خودسرانه (تصادفی) کاهش یابد، بر این اساس، تعداد توابع هش، و تأخیر در درج و پرس‌وجو نیز افزایش خواهد یافت. اگر توابع هش مستقل از یکدیگر باشند و عناصر ورودی به طور مساوی در فضا توزیع‌شده باشند، در این صورت نرخ تئوری هشدار کاذب واقعی از مقدار نظری[16] تجاوز نخواهد کرد. در غیر این صورت، به دلیل همبستگی تابع هش و تصادم مکرر هش، نرخ مثبت کاذب واقعی فیلتر بلوم بالاتر از مقدار نظری خواهد بود. از این رو، BF برای استفاده در سناریوهای پیشنهادی ما مناسب نیست.

شکل‌های ۹-۱۱ تأثیر توابع هش مختلف در میانگین تاخیر را نشان می‌دهند. در شکل ۹، توابع هش ۱۶ بیتی مختلف، در شکل ۱۰ توابع مختلف هش ۳۲ بیتی، در شکل ۱۰ تأثیر توابع هش مختلف دارای بیت‌های مختلف را نشان می‌دهد. در این شکل‌ها، mmh316 نشان‌دهنده داده‌های ۱۶ بیتی مبتنی بر mmh3، mmh3-32 نشان‌دهنده داده‌های ۳۲ بیتی مبتنی بر mmh3، SHA-16 نشان‌دهنده داده‌های ۱۶ بیتی مبتنی بر SHA، SHA-32 نشان‌دهنده داده‌های ۳۲ بیتی مبتنی بر SHA است. همانطور که از این شکل‌ها مشهود است، در داده‌های ۱۶ بیتی و ۳۲ بیتی، کارایی راهکار مبتنی بر MMH3 اندکی بهتر از کارایی راهکار مبتنی بر SHA است. SHA منابع محاسباتی بیشتری را اشغال می‌کند، و عملیات SHA پیچیده‌تر از mmh3 است. علاوه بر این، SHA نمی‌تواند یکنواختی نتیجه هش را تضمین کند. هنگام ادغام با فیلتر، می‌تواند نرخ خطای بیتی را افزایش دهد.

در محیط شبیه‌سازی با قوانین تعریف شده و در نظر گرفتن یک محیط چهاراه و اطلاعات مربوط به چراغ راهنما موارد چراغ سبز و خودروهای هر یک از گذرگاه‌های تقاطع را رصد و تصمیم‌گیری می‌کنیم. براساس نتایج حاصل از شبیه‌سازی انجام شده و اجراها مختلف نتایج در مقایسه با روش پایه در جدول ۴-۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: نتایج یک راند از شبیه سازی

روش پیشنهادی	روش پایه[۱۰]	تعداد خودرو
۵۶۵	۵۸۸	۶۰
۵۷۲	۵۹۱	۹۰
۵۷۶	۵۹۳	۱۲۰
۵۸۱	۵۹۷	۱۵۰

همانگونه که در جدول ۴-۱ نشان داده شده است براساس شبیه‌سازی انجام شده در تعداد خودرو مختلف روش پیشنهادی به نسبت روش پایه با توجه به استفاده از الگوریتم ذرات به بهبود بهتری دست یافته است و این بهبود در انجام عملیات تا ۲۰ میلی ثانیه به صورت میانگین در کلیه خودروها بهبود ایجاد نموده است.

۵- نتیجه‌گیری

قابلیت‌اطمینان و اعتبار داده‌های ترافیکی نقش مهمی در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند دارند. اکثر طرح‌های شناسایی داده سطح شبکه را هدف قرار می‌دهند، و به ندرت در مورد تاثیر شناسایی داده‌های خودرو در تقاطع‌ها بر کنترل هوشمند چراغ‌های راهنمایی رانندگی بحث می‌کنند. علاوه بر این، اکثر رویکردهای شناسایی داده در یک مرکز ابری متمرکز پردازش می‌شود، که برای تقاطع‌های پیچیده و متغیر قابل‌اجرا نیست. در این خصوص، در این رساله یک طرح شناسایی داده مبتنی بر محاسبات لبه را برای چراغ راهنمایی تقاطع‌ها پیشنهاد می‌کنیم. در طرح پیشنهادی، چراغ‌های راهنما به عنوان گره‌های لبه برای تشخیص داده‌های خودرو عمل می‌کنند. برای این منظور، سناریوی تقاطع واحد را در نظر می‌گیریم. با کمک ارتباطات V2E، داده‌های خودرو را از ایستگاه پایه جمع‌آوری می‌کنیم، و از فیلتر کویشنت برای تایید

[15] index
[16] theoretical value

قابلیت‌اطمینان و صحت داده‌ها استفاده می‌کنیم. در ادامه، سناریوی تقاطع‌های متعدد را در نظر می‌گیریم. داده‌های خودرو دو تقاطع مجاور را با هم ادغام می‌کنیم و سپس، قابلیت اطمینان داده‌ها را توسط فیلتر کویشنت تایید می‌کنیم. علاوه بر این، این طرح از توابع هش mmh3 موجود در فیلتر کویشنت QF برای کاهش فضای اشغال‌شده منابع محاسباتی گره‌های لبه و نرخ خطای بیتی استفاده می‌کند. نتایج نشان می‌دهند که استفاده از رویکرد شناسایی داده در تشخیص سریع داده‌ها حتی با وجود تعداد زیاد خودرو و داده‌های پیچیده آنها موثر است. طرح پیشنهادی قابلیت‌اطمینان و اثربخشی خودورها را با تاخیر کمتری اثبات نموده است.

اگرچه شبیه‌سازی‌های عددی در مقیاس بزرگ و آزمایش‌های مقیاس کوچک نتایج امیدوارکننده‌ای را نشان داده‌اند، یک درک نظری جامع برای روان کردن جریان ترافیک از طریق داده‌های جمع‌آوری شده وجود ندارد. در اینجا، از دیدگاه تئوری کنترل، ما نتایج تحلیلی را در مورد کنترل پذیری، پایداری، و قابلیت دسترسی یک سیستم ترافیک مختلط متشکل از داده‌ها مربوط به آن در یک جاده با تقاطع واحد و یا چندتایی ایجاد می‌کنیم. با توجه به محدودیت توانایی های ارتباطی در عمل، منابع فقط می تواند اطلاعات جزئی از سیستم ترافیک جهانی را برای بازخورد خود دریافت کند. بنابراین، در نظر گرفتن اطلاعات محلی موجود از وسایل نقلیه همسایه مهم است. این منجر به مفهوم طراحی کنترلر ساخت یافته می شود. در جریان ترافیک مختلط، جوخه های غالب چند تقاطع تنها انتخاب برای تشکیل تعاونی نیست. استراتژی‌های کنترلی در سازندهای مختلف دوباره طراحی شده و شکل‌گیری بهینه چندین منبع را با استفاده از دیدگاه بهینه‌سازی عملکرد مجموعه بررسی شده است. دو سازنده بهینه غالب، یعنی توزیع یکنواخت و تشکیل جوخه، از آزمایش‌های عددی گسترده پدیدار می‌شوند. با استفاده از ترکیب فیلتر کویشنت و الگوریتم تکاملی ازدحام ذرات که در روش پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفته است در نهایت بهبود ۲۰ میلی ثانیه در نتایج به ثبت رسیده است. به جهت بهبود و کارهای آینده پیاده سازی و ارایه روش پیشنهادی در دنیای واقعی و استفاده از فیلتر و یا الگوریتم‌های تکاملی دیگر به جهت بهبود و افزایش کارایی را می‌توان پیشنهاد داد.

۶- منابع

1. Olayode, I.O., et al., Comparative Traffic Flow Prediction of a Heuristic ANN Model and a Hybrid ANN-PSO Model in the Traffic Flow Modelling of Vehicles at a Four-Way Signalized Road Intersection. Sustainability, 2021. **13**(19): p. 10704.
2. Jiang, W. and J. Luo, Graph neural network for traffic forecasting: A survey. arXiv preprint arXiv:2101.11174, 2021.
3. Mao, T., et al., Boosted genetic algorithm using machine learning for traffic control optimization. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2021.
4. Wang, L., X. Xiao, and Y. Wei. Exploration on Simulation and Optimization of Intelligent Transportation System Based on Artificial Intelligence and Virtual Simulation. in 2023 International Conference on Evolutionary Algorithms and Soft Computing Techniques (EASCT). 2023. IEEE.
5. Zheng, Y., Intelligent Signal Optimization Algorithm Based on Artificial Intelligence in Intelligent Traffic Control Systems. Procedia Computer Science, 2024. **247**: p. 445-452.
6. Vo, H.H.-P., et al., Traffic Flow Prediction in 5G-Enabled Intelligent Transportation Systems Using Parameter Optimization and Adaptive Model Selection. Sensors, 2024. **24**(20): p. 6529.
7. Essien, A., et al., A deep-learning model for urban traffic flow prediction with traffic events mined from twitter. World Wide Web, 2021. **24**(4): p. 1345-1368.
8. Peyman, M., et al., Edge Computing and IoT Analytics for Agile Optimization in Intelligent Transportation Systems. Energies, 2021. **14**(19): p. 6309.
9. Bokaba, T., W. Doorsamy, and B.S. Paul, Comparative study of machine learning classifiers for modelling road traffic accidents. Applied Sciences, 2022. **12**(2): p. 828.
10. Wu, L., et al., An edge computing based data detection scheme for traffic light at intersections. Computer Communications, 2021. **176**: p. 91-98.
11. Kennedy, J. and R. Eberhart. Particle swarm optimization. in Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks. 1995. IEEE.
12. Tom, F., Notes and practical considerations for researchers. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004.
13. Zomorodian, M.J., et al. Improving nearest neighbor classification by elimination of noisy irrelevant features. in Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems. 2012. Springer.
14. Mahlemann, T., Classification and ratings of firms in the presence of financial and non-financial information. SSRN paper, 2004.

م. صمدی. ع.خواصی. رویکردی جدید جهت بهینه‌سازی کنترل ترافیک سیستم حمل‌ونقل هوشمند مبتنی بر داده‌کاوی و الگوریتم تکاملی ازدحام ذرات. دو فصلنامه محاسبات و سامانه‌های توزیع شده، سال ششم، شماره ۱، شماره پیاپی ۱۱، صفحه ۸۹ تا ۱۰۳، سال ۱۴۰۲

How to cite: M.Samadi, A. Khavasi, A new model to optimizing traffic control in intelligent transportation systems based on data mining and particle swarm evolutionary algorithm. , Journal of Distributed Computing and Systems (JDCS), Vol 6, Issue 1, Page 89 - 103, 2023.

A new model to optimizing traffic control in intelligent transportation systems based on data mining and particle swarm evolutionary algorithm

M.samadi[1], A. khavasi[2].
[1]Zanjan Rooz Higher Education Institute.
[2]Centria IT University Finland

Abstract

Nowadays, with the growth of urbanization and the increase in the number of cars in many developing countries, it has increased the density and the number of traffic accidents in the urban road network, which has not been designed to handle this volume and type of traffic. In fact, traffic is one of the new challenges of humanity in large and densely populated cities, and although some solutions have been devised to solve it, it seems that many of them have been unsuccessful so far. Therefore, in this research, a new approach to optimizing the traffic control of the intelligent transportation system based on data mining and evolutionary algorithms is presented. The proposed method is a data recognition scheme based on edge computing for intersection traffic lights, where the traffic lights act as edge nodes for recognizing vehicle data. In the proposed method, analytical results are generated on the controllability, stability, and accessibility of a mixed traffic system

15. Al-Hisnawi, M. and M. Ahmadi, Deep packet inspection using quotient filter. IEEE Communications Letters, 2016. **20**(11): p. 2217-2220.
16. Garg, S., et al. Edge-based content delivery for providing qoe in wireless networks using quotient filter. in 2018 IEEE International Conference on Communications (ICC). 2018. IEEE.
17. Bonelli, N., et al. A Bloom filter bank based hash table for high speed packet processing. in 2014 IEEE Intl Conf on High Performance Computing and Communications, 2014 IEEE 6th Intl Symp on Cyberspace Safety and Security, 2014 IEEE 11th Intl Conf on Embedded Software and Syst (HPCC, CSS, ICESS). 2014. IEEE.
18. Broder, A. and M. Mitzenmacher, Network applications of bloom filters: A survey. Internet mathematics, 2004. **1**(4): p. 485-509.

محمدرضا صمدی، فارغ التحصیل رشته مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی و رباتیکز دانشگاه غیر انتفاعی روزبه زنجان می باشد. او در حال بعنوان کارشناس آمار و فناوری اطلاعات در شهرداری زنجان مشغول به کار می باشد. نشانه رایانامه ایشان عبارتند از :
Fannavaribartar@gmail.com

علی ا. خواصی موفق به دریافت مدرک کارشناسی ارشد شد .مدرک مهندسی کامپیوتر -ITسیستم های چند رسانه ای از دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سال ۱۳۸۶ و دکتری .مدرک علوم کامپیوتر از دانشگاه یونسی، سئول، کره جنوبی، در سال ۲۰۱۶. وی در حال حاضر مدرس گروه علوم کامپیوتر و فناوری اطلاعات، موسسه مطالعات پیشرفته در علوم پایه، زنجان، ایران است .زمینه های تحقیقاتی او شامل کدگذاری و نظریه اطلاعات، سیستم های چند رسانه ای، شبکه های بی سیم و سیستم های ارتباطی است .

او همچنین به‌عنوان داور مجلات با تأثیر بالا، مانند IEEE Electronic Lettersو Elsevier Journal، خدمت کرده است و .به عنوان مدرس اصلی دروس کامپیوتر دانشگاه IT Centria فنلاند هستند و رایانامه ایشان:
ali@khavasi.com

consisting of data related to it on a road with a single or multiple intersections. The working method is as follows: a single intersection scenario is considered, and with the help of V2E communication, vehicle data is collected from the base station and the Quoshen filter is used to verify the reliability and accuracy of the data. Then, a multiple intersection scenario is considered, and the vehicle data of two adjacent intersections is merged, and then the reliability of the data is verified by the Quoshen filter. Another point is that this scheme uses the mmh3 hash functions available in the QF Quoshen filter to reduce the occupied space of the edge node computational resources and the bit error rate. Since the proposed scheme results in the reliability and effectiveness of vehicles with less delay, it can be said that the use of the data recognition approach is effective in quickly recognizing data even with a large number of vehicles and their complex data. By using the combination of the Quoshen filter and the particle swarm evolutionary algorithm in the proposed method, an improvement of 20 milliseconds has been recorded in the results.