مدل هوشمند کنترل و پایش وسایل نقلیه

مقاله علمی- پژوهشی

محمد برادران، دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران
*محمدعلی افشار کاظمی، دانشیار، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران
عباس طلوعی اشلقی، استاد، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
محمدرضا معتدل، استادیار، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: dr.mafshar@gmail.com

دریافت: ۱٤۰۰/۰۲/۰۵- پذیرش: ۱٤۰۰/۰۸/۲۰
صفحه ۲۳۲-۲۲۱

چکیده

حمل و نقل هوشمند به عنوان یک ضرورت و راه حل انکارناپذیر در شهرهای پر ترافیک امروزی مطرح می‌باشد. در این پژوهش، شش سناریو مبتنی بر حمل و نقل هوشمند طراحی و پیاده سازی گردید. در سناریو اول؛ فرآیند پایش وکنترل سرعت خودرو تحلیل و پیاده سازی گردید. در سناریو دوم و سوم؛ فرآیندهای پایش خودروها در ورود و تردد در محدوده های طرح ترافیک و زوج و فرد تحلیل و پیاده سازی گردید. در سناریو چهارم؛ فرآیند پایش خودروها در هنگام نقص فنی خودرو و اطلاع رسانی هوشمند سیستم امداد خودرو طراحی و پیاده سازی شد. در سناریو پنجم؛ سیستم امداد رسانی در حوادث و تصادفات و اطلاع رسانی هوشمند به مرکز اورژانس طراحی و پیاده سازی گردید و در سناریو ششم؛ سیستم هوشمند پایش خودرو و اطلاع رسانی و ارسال پیام به مالک و نیروی انتظامی، در حین و پس از سرقت خودرو در جهت پیشگیری و مکان‌یابی خودرو مسروقه طراحی و پیاده سازی شد. فرآیند ارسال پیام به صورت پوشش کامل در محدوده شهر هوشمند به نحوی پیاده‌سازی گردیده که در صورت لزوم علاوه بر مرکز، کلیه خودروهای موجود در فرآیند حمل‌ونقل هوشمند پیام را دریافت نمایند. جهت انجام فرآیند پیاده‌سازی از یک نقطه دسترسی که وظیفه‌اش ارسال پیام است استفاده می‌گردد. اولین چالش این پژوهش، انتخاب گره‌های ثابت هدف است که با استفاده از الگوریتم برنامه‌ریزی آرمانی رتبه‌بندی شده فازی، طراحی و پیاده‌سازی گردید. پس از حل چالش اول، با توجه به مشکل برد ارتباطی در شبکه خودرویی چالش مسیریابی پیام از نقطه دسترسی به گره ثابت هدف مطرح گردید که با استفاده از روش الگوریتم Dijkstra استفاده گردید. پس از شبیه سازی، نتایج به دست آمده با الگوریتم eTGMD ازنظر پارامترهای نرخ تحویل پیام، تأخیر تحویل، تعداد مخابره‌های بسته مصرفی و تعداد گره‌های هدف ثابت مقایسه گردید. نتایج الگوریتم پیشنهادی، بهبود مناسب و بهینه‌ای را نسبت به الگوریتم eTGMD نشان داد.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل هوشمند، شبکه خودرویی، اینترنت، الگوریتم برنامه‌ریزی آرمانی، شبکه عصبی

۱- مقدمه

شبکه‌های بین خودرویی زیر مجموعه‌ای از شبکه‌های سیار موردی هستند که در آن گره‌ها، عمدتاً خودروها می‌باشند. به این ترتیب این نوع از شبکه‌ها با گره‌های بسیار زیادی که دائماً در حال حرکت هستند و در جاده‌ها و مناطق شهری مختلف پراکنده شده اند سروکار دارند. شبکه های موردی بین خودرویی با استفاده از امواج رادیویی انواع ارتباط های خودرو به خودرو و خودرو به زیرساخت را ایجاد می‌کند. خودروها به‌صورت کاملا خود مختار با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و یک شبکه غیر ساختارمند بی‌سیم ایجاد می‌کنند. با توجه به اینکه سیستم اطلاعات ترافیکی از بخش‌های کلیدی و مهم شبکه خودرویی می‌باشد، یکی از چالشهای قابل حل در شهر هوشمند مدیریت ترافیک می‌باشد. قطعاً بدون اینکه از سیستم اطلاعات ترافیکی شهر با خبر باشیم نمیتوانیم این چالش را حل کنیم. همچنین ارایه سیستم های امدادی از

جمله امداد خودرو و اورژانس نیز می تواند موثر واقع گردد. یکی دیگر از موارد مهم ردیابی و پیدا کردن خودرو به سرقت رفته است که این چالش نیز در این پژوهش پیاده سازی می‌گردد.

۲- روش تحقیق

سامانه هوشمند کنترل و پایش وسایل نقلیه یکی از روش‌های ردیابی مدرن با امنیت بالاست که با بهره‌گیری از یک سامانه نرم افزاری، مودم GSM و گیرنده‌ی GPS جهت تعیین موقعیت بر روی نقشه و ابزارهای پوششی دیگر نظیر SMS و ... که در قالب یک ماژول سخت افزاری و بصورت درون خوردرویی بکارگرفته می شود، می تواند مکان یابی بر خط و نظارت مستمر را برای ناظران ناوگان حمل و نقل بوجود آورد. این سامانه از سه جزء اصلی تشکیل گردیده است :

ماژول میکروکنترولر درون خودرویی شامل :

الف) تک هوشمند دارای امکانات نظیر مودم GSM و گیرنده ـ فرستنده GPS با قابلیت نصب سیمکارت بوده که عموماً بصورت غیرقابل تشخیص در درون خودرو نصب می‌گردد. وظیفه اصلی آن دریافت اطلاعات حرکتی و جغرافیایی خودرو از طریق سیستم GPS موجود در آن و همچنین دریافت اطلاعات فنی خودرو از کامپیوتر خودرو (ECU) نظیر: سرعت، وضعیت سلامتی اجزا خودرو، امنیت و .. می‌باشد.

ب) رابطه کاربری برای راننده خودرو که می‌تواند هم در قالب اپلیکشن موبایل و هم در قالب رابط کاربری (صفحه نمایش) در اختیار راننده قرار گیرد.

۱) تجهیزات دریافت و ارسال داده از خودرو به مرکز کنترل که عموماً از دکل‌های BTS مخابرات و تلفن‌های همراه استفاده می‌نماید و در حالت عادی که بستر اینترنت فراهم باشد از طریق مودم GSM از اینترنت و در صورت فقدان اینترنت از سامانه‌ی USSD برای ارسال موقعیت و سایر اطلاعات در قالب Coding بهره می‌برد.

۲) سامانه‌ی نرم‌افزاری هوشمند که وظیفه‌ی تحلیل داده‌های ارسالی از خودرو و در نهایت اخذ تصمیم را برعهده دارد. این سامانه با بهره‌گیری از هوش مصنوعی و با توجه به پیش‌فرض‌های اولیه، داده‌های ارسالی را تحلیل نموده و علاوه بر تعیین موقعیت جغرافیایی خودرو، اطلاعاتی نظیر وضعیت فنی خوردو و ... را در سامانه مشخص نموده و در صورت لزوم علایم هشدار دهنده و یا بازدارنده را برای راننده ارسال می‌نماید. با توجه به اینکه در دو بخش اول و دوم یعنی ماژول سخت‌افزاری درون خودرویی (تگ هوشمند) و نیز تجهیزات ارسال و دریافت داده‌ها نمونه‌های زیادی ساخته و بکارگرفته شده است، تمرکز این پایان‌نامه بر روی سامانه‌ی نرم‌افزاری هوشمند می‌باشد.

سامانه نرم‌افزاری شامل بخش‌های : کدینگ، بانک اطلاعاتی و پردازشگر است. داده‌ها از ماژول نصب شده در خودور از طریق بستر GSM و دکل‌های BTS به مرکز پردازش داده‌ها منتقل شده و در فرمت ۱۳ رقمی کدگذاری می‌شوند که این کد به عنوان کد یکتا و شناسه‌ی هر خودرو در سیستم ثبت و تمامی فرآیندهای پایش، کنترل، اطلاع‌رسانی و ثبت جرائم رانندگی بر اساس آن اعمال می‌گردد.

این سامانه‌ی هوشمند از یک الگوریتم شبکه عصبی بهره می‌گیرد که در آن تصمیمات بر اساس اولویت‌های تعیین شده و ضرورت‌های موجود اخذ می‌شوند. بعنوان مثال با توجه به اینکه سامانه از نقشه‌ی گوگل (Google Map) از طریق یک دسترسی API بهره می‌گیرد و نیز تمامی مناطق تردد طرح دائمی زوج و فرد، محدودیتهای ترافیکی و... از پیش در این سامانه برنامه‌نویسی شده و در نقشه گوگل پیاده‌سازی گردیده‌اند. راننده با نزدیک شدن به محدوده طرح ترافیکی یا طرح زوج و فرد یا هر نوع محدودیت تردد با علایم اخطاردهنده (چه از طریق برنامه موبایل و چه از طریق رابطه کاری نصب شده در خودرو) مواجه خواهد گردید. چنانچه به هشدارها توجه ننماید و موارد محدودیت قانونی را رعایت ننماید بطور اتوماتیک اعمال قانون شده و نتیجه به آگاهی راننده می‌رسد.

نحوه‌ی انجام این فرآیند در سامانه به شرح زیر است:

داده‌های جغرافیایی (مختصات) خودرو دائماً از طریق ماژول و رابط انتقال در قالب کد یکتا در حال ارسال به سامانه بوده و این مختصات بطور اتوماتیک با نقشه‌ی موجود در سامانه می‌گردد. با توجه به اینکه تمامی محدودیت‌ها و ضوابط قانونی ترافیکی در نقشه مشخص و پیاده‌سازی شده‌اند با ورود خودرو به مناطق مشخص شده و یا انجام هر نوع نقض قوانین نظیر سرعت غیرمجاز، سبقت غیرمجاز، حرکت دنده عقب در بزرگراهها، ورود ممنوع، توقف ممنوع و ... بصورت بر خط داده‌ها در بانک داده‌ی مرکز ثبت و به راننده اطلاع داده می شود که چنانچه در کوتاهترین زمان از محدوده تخلف خارج نشود یا مصداق تخلف را (نظیر سرعت غیرمجاز) رعایت نکند جریمه خواهد شد. (البته برخی تخلفات به محض ثبت شدن اعمال قانون می‌شوند و نیاز به اخطار ندارند).

۳- مدل شبکه

در سناریو اول تا پنجم مدل شبکه مطابق با جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱. جدول پارامترهای شبیه سازی

۳۶۰، ۳۶۰۰ ثانیه	زمان شبیه‌سازی	
۲۰۰۰۰ x۲۰۰۰۰ متر مربع	منطقه شبیه‌سازی	مدل شبکه
۱۲	تعداد تقاطع‌ها	
۴۰	تعداد مسیرها (RSUها)	
۲۰۰ متر	برد ارتباطی	
۵۰-۲۰۰ با پیش‌فرض ۱۰۰	تعداد خودروها	مدل تحرک
۱۰-۵۰ با پیش فرض ۲۵	تعداد اعضا هر RSU	
۲۰-۶۰ کیلومتر بر ساعت با پیش فرض ۳۰ کیلومتر بر ساعت	متوسط سرعت خودرو	

جدول ۱ محیط و پارامترهای شبیه‌سازی اخذ شده را نشان می دهد. تمامی آزمایش‌ها در این پژوهش با استفاده از OMNET++ با شماره نسخه ۴,۳ تنظیم شده‌اند که محیط را در زمینه‌های مدل شبکه، مدل تحرک و مدل ترافیک، مدل‌سازی می کند.

۱) مدل شبکه: برای شبیه‌سازی شرایط ترافیک واقعی در سناریوهای شهری، ما از یک نقشه به ابعاد ۲۰۰۰۰ در ۲۰۰۰۰ متر مربع بوده، ۱۲ تقاطع پیاده‌سازی‌شده و شامل ۳۲ مسیر است. پارامتر MAC از ویژگی IEEE 802.11p پیروی کرده و برد ارتباطی هر خودرو ۲۰۰ متر است. هر دور سناریو برای ۳۶۰ ثانیه شبیه‌سازی ادامه داشته و نتایج ۱۵ دور به‌صورت متوسط دارند.

۲) مدل تحرک خودرو: در این مدل، هر خودرو به‌صورت تصادفی در ابتدا درون شبکه مسیر توزیع می‌گردد. هر خودرو آنگاه به‌شکل تصادفی یک تقاطع را به‌عنوان مقصد برگزیده و به سمت این تقاطع با متوسط سرعت ۳۰ تا ۸۰ کیلومتر بر ساعت حرکت می کند. دقت کنید که سرعت حرکت هر خودرو را در زمان‌های مختلف به کمک در نظر گرفتن چندین عامل ترافیکی مانند توپولوژی مسیر، علائم ترافیکی و تقاطع تنظیم می‌کند. در حین شبیه‌سازی، خودروها می‌توانند خط سیرهای خودشان را در طول حرکت اخذ کنند و هر RSU می‌تواند خط سیر هر کدام از اعضای گروه را بگیرد. چند پیش فرض در سناریو ششم در اینجا داریم که شامل موارد زیر است:

-یک گره ثابت (همان واحد کنار جاده‌ای (RSU)) با عنوان SN_j در هر تقاطع با عنوان I_j نصب می‌گردد، که می‌تواند بسته‌ها را بازپخش و میانگیری کند. دقت داشته باشید که این پیش‌فرض تنها برای سهولت تشریح مسئله است. تحقیق ما احتیاجی به راه‌اندازی SN در هر تقاطع مسیر ندارد و قادر است حتی وقتی که SNها به شکل پراکنده پخش شده‌اند، بطور عادی به کار خود ادامه دهد. اگر چه، جاگذاری SN تأثیر به‌سزایی روی عملکرد شبکه‌سازی دارد که مسئله بسیار مهمی است. در اینجا، روشی پیشنهادی از قبل برای جاگذاری SN می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد تا چینش راه‌اندازی مناسب SN برای قرارداد ما حاصل گردد.

-یک خودرو که مجهز به یک واحد مجتمع (OBU) است قادر است با SNها یا دیگر خودروها ارتباط برقرار کند.

-VANET مفروض با یک نقطه دسترسی (AP) راه‌اندازی شده که در واقع یک SN است که به اتصال اضافی اینترنت مجهز شده است. با دریافت پیامی برای ارسال، سرور آن را از طریق ستون فقرات به AP می‌فرستند، سپس AP پیام را به کمک ارتباطات خود، داخل VANET تزریق می‌نماید.

-سامانه مسیریابی GPS در هر خودرو که متشکل است از یک دریافت‌کننده GPS، نقشه دیجیتال و اطلاعات آماری تاریخچه‌ای در رابطه با شبکه مسیر، به راننده مسیر پیشنهادی به سوی مقصد را ارایه می‌دهد.

۴- نتایج شبیه سازی

نتایج شبیه سازی شش سناریو به شرح زیر است.

۴-۱- نتایج شبیه سازی سناریو اول

جدول ۲ نتایج شبیه سازی سناریو اول بر اساس پارامترهای جدول ۱ را نمایش می‌دهد. پس از اعمال شبیه سازی بر روی سناریو اول، به علت کنترل سرعت در هر منطقه از شهر، میزان تخلف سرعت نسبت به میانگین راهنمایی و رانندگی که در سالهای ۹۶ و ۹۷ محاسبه شده و در جدول ۳ نشان داده می شود کاهش دارد.

جدول۲. نتایج سناریو اول

۳۶۰۰ ثانیه	۳۶۰ ثانیه	زمان شبیه‌سازی
۱۰۰ عدد	۱۰۰عدد	تعداد خودروها
۱۸	۲	میانگین تعداد تخلف در ۲۴ مرتبه اجرا
۰,۱۸	۰,۰۲	متوسط تخلف در زمان اجرا

جدول.٣ نتایج پلیس راهور تخلف سرعت در سال‌های ١٣٩٦ و ١٣٩٧ در شهر تهران

	سال ٩٦	متوسط تخلف روزانه به ازای یک خودرو در سال ٩٦	سال ٩٧	متوسط تخلف روزانه به ازای یک خودرو در سال ٩٧
تخلف سرعت غیر مجاز	٩,٢٧٦,٦٤١	٢,٤١	١٠,٠٤٩,١٧٧	٢,٤٥
تعداد خودروهای تهران	٣,٨٥٠,٠٠٠		٤,١٠٠,٠٠٠	

طبق نتایج بدست آمده در جدول٢ و مقایسه آن با آمار راهنمایی و رانندگی در اثر اجرای سناریو اول کاهش حاصل شده است و دلیل این برتری اطلاع از وضعیت و موقعیت جغرافیایی لحظه به لحظه خودرو ها و معابر است که نقش بازدارنده در تخلفات دارد.

٤-٢- نتایج شبیه سازی سناریو دوم

جدول ٤ نتایج شبیه سازی سناریو دوم بر اساس پارامترهای جدول ١ را نمایش می‌دهد.

پس از اعمال شبیه سازی بر روی سناریو دوم در هر منطقه از شهر میزان تخلف سرعت نسبت به میانگین راهنمایی و رانندگی که در سالهای ٩٦ و ٩٧ محاسبه شده و در جدول ٥ نشـــان داده می شود کاهش دارد.

طبق نتایج بدست آمده در جدول ٤ و مقایسه آن با آمار راهنمایی و رانندگی در اثر اجرای سناریو دوم کاهش حاصل شده است. که دلیل این برتری اطلاع از وضعیت و موقعیت جغرافیایی لحظه به لحظه خودرو ها و معابر می باشد که نقش بازدارنده در تخلفات را ایفا می نماید.

جدول ٤. نتایج سناریو دوم

٣٦٠٠ ثانیه	**٣٦٠ ثانیه**	**زمان شبیه‌سازی**
١٠٠ عدد	١٠٠عدد	تعداد خودروها
٤٥	٥	میانگین تعداد تخلف طرح ترافیک در ٢٤ مرتبه اجرا
٠,٤٥	٠,٠٥	متوسط تخلف در زمان اجرا

جدول٥. نتایج پلیس راهور ورود به طرح ترافیک در سال های ١٣٩٦ و ١٣٩٧ در شهر تهران

	سال ٩٦	**متوسط تخلف روزانه به ازای یک خودرو در سال ٩٦**	**سال ٩٧**	**متوسط تخلف روزانه به ازای یک خودرو در سال ٩٧**
تخلف ورود به طرح	٥,٨٣٩,٤٧٩	١,٥٢	٣,٦٧٢,٧٨٧	٠,٩٠
تعداد خودروهای تهران	٣,٨٥٠,٠٠٠		٤,١٠٠,٠٠٠	

٤-٣- نتایج شبیه سازی سناریو سوم

جدول ٦ نتایج شبیه سازی سناریو سوم بر اساس پارامترهای جدول ١ را نمایش می دهد. پس از اعمال شبیه سازی بر روی سناریو سوم در هر منطقه از شهر میزان تخلف سرعت نسبت به میانگین راهنمایی و رانندگی که در سالهای ٩٦ و ٩٧ محاسبه شده و در جدول ٧ نشـــان داده می‌شود کاهش دارد.

طبق نتایج بدست آمده در جدول ٦ و مقایسه آن با آمار راهنمایی و رانندگی در اثر اجرای سناریو سوم کاهش حاصل شده است. که دلیل این برتری، اطلاع از وضعیت و موقعیت جغرافیایی لحظه به لحظه خودروها و معابر می باشد که نقش بازدارنده در تخلفات را ایفا می‌نماید.

جدول ٦. نتایج سناریو سوم

٣٦٠٠ ثانیه	٣٦٠ ثانیه	زمان شبیه‌سازی
١٠٠ عدد	١٠٠عدد	تعداد خودروها
٧٠	١٢	میانگین تعداد تخلف طرح زوج و فرد در ٢٤ مرتبه اجرا
٠,٧	٠,١٢	متوسط تخلف در زمان اجرا

جدول ٧. نتایج پلیس راهور ورود به طرح زوج و فرد در سال های ١٣٩٦ و ١٣٩٧ در شهر تهران

	سال ٩٦	متوسط تخلف روزانه به ازای یک خودرو در سال ٩٦	سال ٩٧	متوسط تخلف روزانه به ازای یک خودرو در سال ٩٧
تخلف ورود به زوج و فرد	١٣,٩٩٦,٨٤٢	٣,٦٤	٧,٣١١,٣٠١	١,٧٨
تعداد خودروهای تهران	٣,٨٥٠,٠٠٠		٤,١٠٠,٠٠٠	

٤-٤- نتایج شبیه سازی سناریو چهارم

جدول ٨ متوسط استفاده از سناریو چهارم را نشان می‌دهد.

جدول ٨ متوسط استفاده از سناریو چهارم

٣٦٠٠ ثانیه	٣٦٠ ثانیه	زمان شبیه‌سازی
١٠٠ عدد	١٠٠عدد	تعداد خودروها
١٦	٣	استفاده از امداد خودررو
٠,١٦	٠,٣	متوسط استفاده در زمان اجرا

جدول ٩. متوسط استفاده از سناریو چهارم

	درصد استفاده از امداد خودررو در سال ٩٦	درصد استفاده از امداد خودررو در سال ٩٧	درصد استفاده از امداد خودررو
متوسط استفاده از امداد خودرو	١٢	١١	١٦

همانطور که در جدول ٨ مشاهده می‌گردد متوسط استفاده از امداد خودرو با استفاده از سامانه تشخیص خودرو آسیب دیده افزایش یافته است.

٤-٥- نتایج شبیه سازی سناریو پنجم

جدول ١٠ متوسط استفاده از سناریو پنجم را نشان می‌دهد.

جدول ١٠. متوسط استفاده از سناریو پنجم

٣٦٠٠ ثانیه	٣٦٠ ثانیه	زمان شبیه‌سازی
١٢ دقیقه	١٣ دقیقه	متوسط زمان رسیدن اورژانس به صحنه حادثه

همچنین در جدول ١١ متوسط استفاده از سناریو پنجم نمایش داده شده است.

جدول ١١. متوسط استفاده از سناریو پنجم

متوسط زمان رسیدن به اورژانس در سال ٩٦	متوسط زمان رسیدن به اورژانس در سال ٩٧	متوسط زمان رسیدن به اورژانس در سناریو پنجم
١٥ دقیقه	**١٦دقیقه**	**١٢ دقیقه**

بر حسب نتایج جداول ١١ و ١٠ زمان رسیدن اورژانس به صحنه حادثه با کمک مسیریابی جغرافیایی کاهش می یابد.

٤-٦- نتایج شبیه سازی سناریو ششم

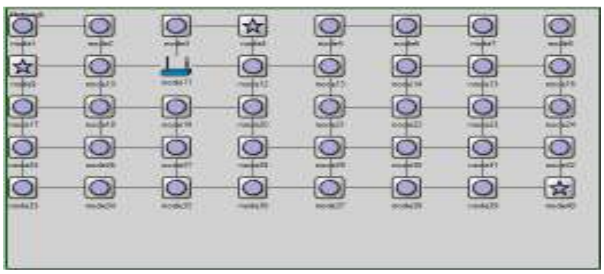
الگوریتم پیشنهادی ازنظر پارامترهای زیر مقایسه می‌گردد.

- ✓ نرخ تحویل پیام
- ✓ تأخیر تحویل
- ✓ تعداد مخابره‌های بسته مصرفی

پارامترهای موردنظر را براساس معیارهای بالا بررسی می شود:

- ✓ تعداد اعضا هر RSU: تعداد خودروهای عضو هر RSU (در گروه‌های تحت مشاهده) بین ١٠ تا ٥٠ عدد است (مقدار پیش‌فرض ٢٥ است).
- ✓ تعداد خودروها: تعداد خودروها در شبکه بین ٥٠ تا ٢٠٠ عدد است (مقدار پیش‌فرض ١٠٠ است).

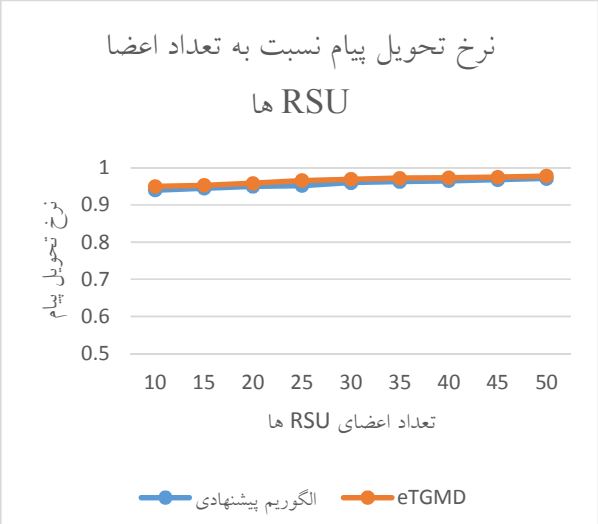
در شکل ١، RSU های شماره ٤ و٩ و٤٠ به عنوان نقاط ثابت هدف و سایر RSU ها به عنوان نقاط ثابت انتخاب شده‌اند.



شکل ١. اجرای سناریو ششم و انتخاب گره‌های ٤ و٩ و٤٠ به عنوان گره ثابت هدف

نرخ تحویل پیام نسبت به تعداد اعضا RSUها

در شکل ٢ نرخ تحویل پیام نسبت به تعداد اعضای RSU با مقادیر ١٠، ١٥، ٢٠، ٢٥، ٣٠، ٣٥، ٤٠، ٤٥ و ٥٠ را نمایش می‌دهد. در این شکل الگوریتم پیشنهادی با eTGMD مقایسه می‌شود. همان‌طور که در شکل ٢ مشخص است با افزایش تعداد اعضای RSU نرخ تحویل پیام نیز افزایش می‌یابد.

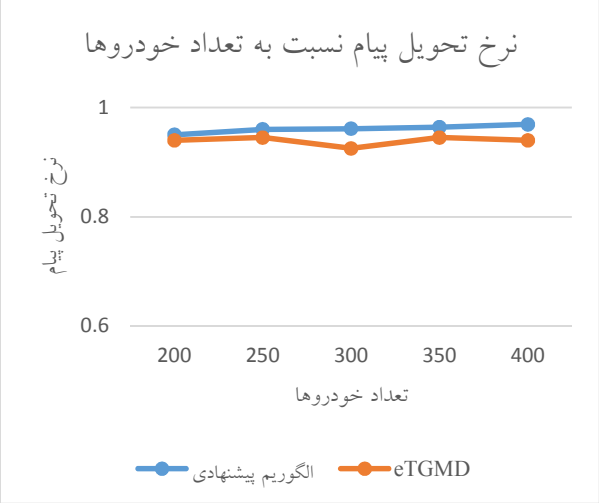


شکل ٢. نرخ تحویل پیام نسبت به تعداد اعضای RSU

در شکل با افزایش تعداد اعضای RSUها نرخ تحویل بسته با افزایش تعداد خودروهای عضو، به اندازه ناچیزی افزایش می یابد. از علائم کارائی الگوریتم پیشنهادی میزان بالای نرخ تحویل بسته نسبت به تعداد اعضای RSU ها می‌باشد. در واقع الگوریتم پیشنهادی با تعداد اعضای کم RSU نیز به خوبی عمل می‌نماید.

نرخ تحویل پیام نسبت به تعداد خودروها

در شکل ۳ نرخ تحویل پیام نسبت به تعداد خودروها با تعداد ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ خودرو را نمایش می‌دهد. در این شکل الگوریتم پیشنهادی با *eTGMD* مقایسه می‌شود. الگوریتم پیشنهادی ازنظر نرخ تحویل پیام با افزایش تعداد خودرو تغییر زیادی نمی‌کند. در واقع مسیریابی بهینه و مناسب پیام با استفاده از الگوریتم *Dijkstra* مبتنی بر ارتباط *V2I* به همراه وزن‌دهی مناسب در زمان شبیه‌سازی عامل این ثبات در نتایج نرخ تحویل پیام شده است.

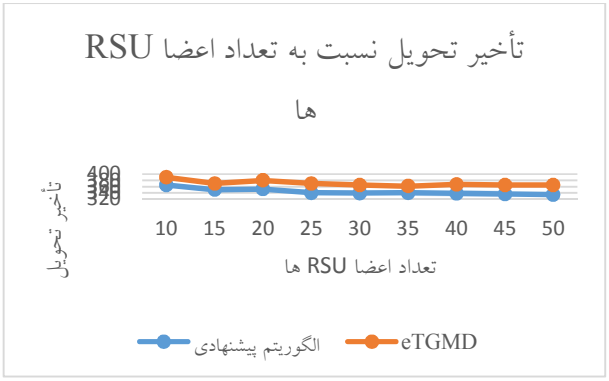


شکل۳. نرخ تحویل پیام نسبت به تعداد خودروها

در شکل۳ با افزایش تعداد اعضای خودرو نرخ تحویل بسته به اندازه ناچیزی افزایش می‌یابد. از علائم کارائی الگوریتم پیشنهادی میزان بالای نرخ تحویل بسته نسبت به تعداد خودروها می‌باشد. در واقع الگوریتم پیشنهادی با تعداد خودرو کم نیز به خوبی عمل می‌نماید.

تأخیر تحویل نسبت به تعداد اعضا RSUها

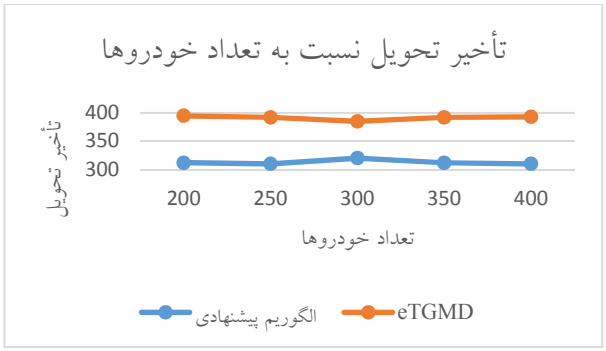
در شکل ٤ تأخیر تحویل نسبت به تعداد اعضای *RSU* با مقادیر ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و۵۰ را بررسی نموده است. هراندازه تعداد اعضای هر *RSU* بیشتر شود به ازای یک پیام همه پخشی ارسال شده تعداد بیشتری خودرو آن را دریافت می‌کنند. لذا، به همین دلیل تأخیر کمتری با افزایش تعداد اعضای *RSU* ها کاهش می‌یابد.



شکل ٤. تأخیر تحویل نسبت به تعداد اعضای RSU

تأخیر تحویل نسبت به تعداد خودروها

در شکل ۵ تأخیر تحویل نسبت به تعداد خودروها با تعداد ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ خودرو را نمایش می‌دهد. الگوریتم پیشنهادی نسبت به الگوریتم *eTGMD* مقایسه می شود.

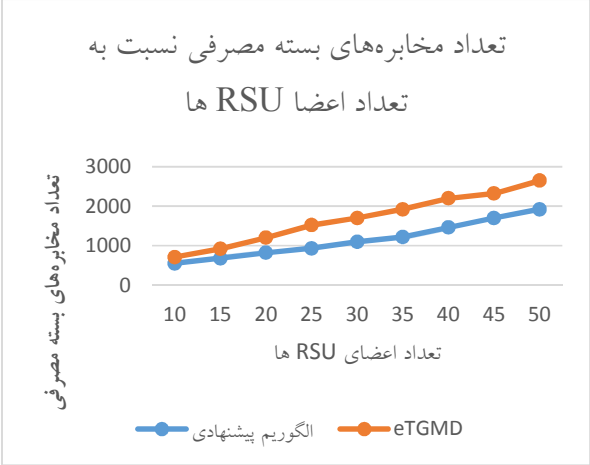


شکل ۵. تأخیر تحویل نسبت به تعداد خودروها

الگوریتم پیشنهادی ازنظر تأخیر تحویل نسبت به تعداد خودروها نسبت به الگوریتم *eTGMD* شرایط بهتری را داراست. دلیل برتری الگوریتم پیشنهادی استفاده بهینه از الگوریتم *Dijkstra* و وزن‌دهی مناسب است.

تعداد مخابره‌های بسته مصرفی نسبت به تعداد اعضاRSUها

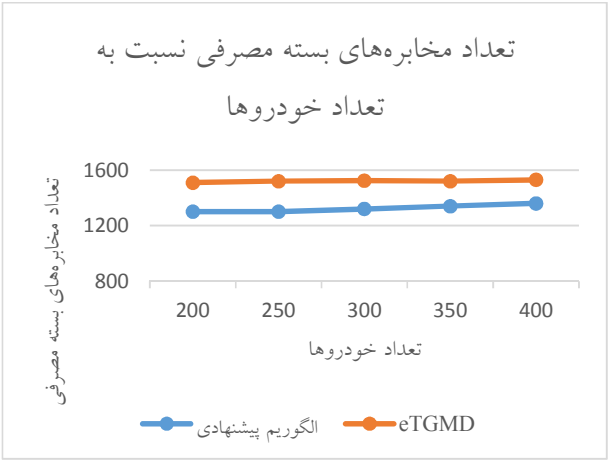
در شکل ٦ تعداد مخابره‌های بسته مصرفی را نسبت به تعداد اعضا نمایش می‌دهد. در این شکل الگوریتم پیشنهادی با *eTGMD* مقایسه می شود. همان‌طور که در شکل٦ مشخص است با افزایش تعداد اعضای *RSU* تعداد مخابره‌های بسته مصرفی نیز افزایش می‌یابد. قطعاً افزایش تعداد اعضای *RSU* بستر تبادل پیام را شلوغ‌تر و تعداد مخابره‌ها را افزایش می‌دهد.



شکل۶. تعداد مخابره‌های بسته مصرفی را نسبت به تعداد اعضاRSU

تعداد مخابره‌های بسته مصرفی نسبت به تعداد خودروها

در شکل ۷ تعداد مخابره‌های بسته مصرفی را نسبت به تعداد خودروها را نمایش می‌دهد. در این شکل الگوریتم پیشنهادی با *eTGMD* مقایسه می‌شود. همان‌طور که در شکل۷ مشخص است با افزایش تعداد گره‌های تعداد مخابره‌های بسته مصرفی نیز افزایش می‌یابد. به‌صورت نظری، با افزایش تراکم خودروها، یافتن یک «ارسال‌کننده بی‌سیم» یا «حمل‌کننده خودرویی» هنگام فرایند تحویل پیام آسان‌تر خواهد شد. درنتیجه، شکل۷ تعداد پیام‌های ارسالی را نشان می‌دهد.

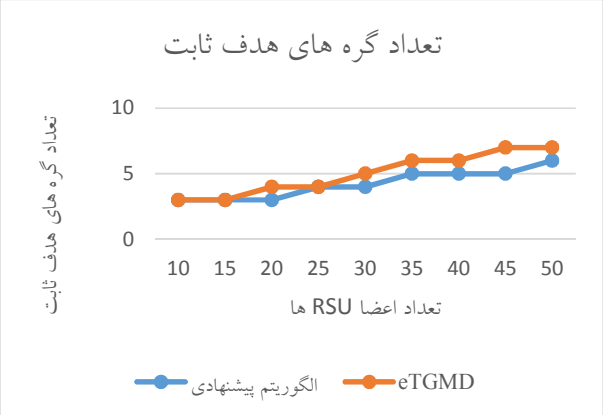


شکل۷. تعداد مخابره‌های بسته مصرفی را نسبت به تعداد خودروها

تعداد گره‌های هدف ثابت نسبت به تعداد RSUها

در زمان ارسال پیام در الگوریتم پیشنهادی همه پخشی پیام تعدادی از *RSU* ها وظیفه ارسال پیام را بر عهده دارند. لذا به شکل میانگین و بعد از ۱۰۰ بار اجرای الگوریتم پیشنهادی تعداد گره‌های هدف ثابت را بر اساس تعداد ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ و ۵۰ عضو در هر *RSU* محاسبه و در شکل۸ نشان داده شده است.

در واقع هدف از الگوریتم پیشنهادی نیز کاهش همین تعداد گره‌های هدف ثابت نسبت به سایر الگوریتم‌ها ازجمله *eTGMD* می‌باشد.



شکل۸ تعداد گره‌های هدف ثابت نسبت به تعداد RSUها

تعیین نقاط ثابت هدف

در مناطق شهری نقاطی هستند که معمولا تعداد زیادی خودرو از آنها عبور می‌کنند. در یک سیستم پوشش کامل، باید نقاط ثابت هدف را به گونه‌ای انتخاب کنیم که کلیه خودروها حداقل از یکی از این نقاط عبور کنند. جهت تعیین این نقاط گام های زیر را پیاده سازی می‌شوند.

گام اول: دنبال خودروهایی می‌گردیم که فقط از یک گره عبور کرده باشند. این گره‌ها به عنوان گره ثابت هدف انتخاب می‌شوند.

گام دوم: تعداد خودروهای عبور شده از همه گره‌های ثابت باقی مانده را محاسبه می کنیم.

گام سوم: فاصله کلیه گره‌های ثابت را با AP محاسبه می کنیم.

گام چهارم: میزان نرخ تعداد خودرو بر فاصله را برای هر گره ثابت باقیمانده را از فرمول (۱) محاسبه می‌شود.

(۱)

$$\propto [i] = \frac{NumberCar[i]}{Distance[i]}$$

گام پنجم: میزان نرخ سرعت انتقال داده بر پهنای باند را برای هر گره ثابت باقی مانده به عنوان ضریب β طبق فرمول ۲ محاسبه می‌شود.

(۲)

$$\boldsymbol{\beta[i]} = \frac{\boldsymbol{Bitrate[i]}}{\boldsymbol{BandWidth[i]}}$$

کلیه گره‌ها را بر اساس ضریب $\propto$ و ضریب β رتبه بندی می‌نماییم. به این شکل که گره‌ای که ضریب $\propto$ و ضریب β بیشتری دارد رتبه ۱ فرآیند رتبه بندی بر اساس الگوریتم برنامه‌ریزی آرمانی فازی انجام می‌شود. فرآیند رتبه‌بندی بر اساس الگوریتم برنامه‌ریزی آرمانی فازی با فرمول (۳) است.

(۳)

$$\mathrm{Max}(\propto) = \max(\propto [\mathrm{i}])$$
$$\mathrm{Max}(\beta) = \max(\beta[\mathrm{i}])$$

$$\mathrm{if}\ \left(\mathrm{Current}(\propto) == \mathrm{Max}(\propto)\right)\ \ \mathrm{Weight}(\propto) = 1$$
$$\mathrm{else}\ \ \mathrm{Weight}(\propto) = \frac{\mathrm{Current}(\propto)}{\mathrm{Max}(\propto)}$$
$$\mathrm{if}\ \left(\mathrm{Current}(\beta) == \mathrm{Max}(\beta)\right)\ \ \mathrm{Weight}(\beta) = 1$$
$$\mathrm{else}\ \ \mathrm{Weight}(\beta) = \frac{\mathrm{Current}(\beta)}{\mathrm{Max}(\beta)}$$
$$\mathrm{Weight} = \mathrm{Weight}(\propto) + \mathrm{Weight}(\beta)$$
$$\mathrm{Max\ Z} = \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{Number}} \propto [\mathrm{i}]$$
$$\mathrm{Max\ Z} = \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{Number}} \beta[\mathrm{i}]$$

گام ششم: گره‌هایی که رتبه بالاتری به گره های ثابت هدف انتخاب می‌شوند.

گام هفتم: میزان نرخ تعداد خودروهایی که عضو یکی از گرهای ثابت هدف هستند را نسبت به کل خودروها به عنوان ضریب ∂ محاسبه طبق فرمول (٤) محاسبه می‌شود.

(٤)

$$\partial = \frac{Number_car_Join}{Number_car}$$

اگر ضریب ∂ کوچک‌تر از ۰,۹ بود گام اول تا هفتم مجدداً تکرار می‌شود. اگر ضریب ∂ بزرگ‌تر یا مساوی ۰,۹ و کوچک‌تر از ۱ بود، گام هشتم اجرا می‌شود.

گام هشتم: خودروهایی که عضو هیچکدام از گره‌های ثابت هدف انتخابی نیستند را در یک لیست قرار می‌دهیم. برای هر خودرو بررسی می‌کنیم که از کدام گره ثابت عبور می کند. آن گره را به عنوان گره ثابت هدف انتخاب می‌نماییم. این کار را آنقدر ادامه می‌دهیم که ضریب برابر ۱ شود.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در این پایان نامه ٦ سناریو زیر پیاده سازی گردید:

-اعلام تجاوز از سرعت مطمئن خودرو

-اعلام ورود به محدوده طرح ترافیک

-اعلام ورود به محدوده زوج و فرد

-اعلام خرابی و نقص فنی خودرو

-اعلام حادثه برای خودرو

-اعلام سرقت خودرو و ارسال پیام همه پخشی با حداقل هزینه از طریق RSU

در سناریو اول که مربوط به اعلام تجاوز از سرعت مطمئن خودرو می باشد، اطلاعات خودرو متجاوز از سرعت مجاز به مراکز اعمال قانون راهنمایی رانندگی ارسال می‌گردد. اما مزیت این سناریو نسبت به سیستم پیشین در این است که در سیستم پیشنهادی در هر لحظه،

حرکت رفتارهای راننده و خودرو پایش گردیده و تخلفات انجام شده ثبت می‌گردد، اما در سیستم‌های جاری رفتار ترافیکی راننده فقط در محدوده دوربین‌های کنترل سرعت فرآیند کنترل و ثبت می‌گردد. در این سناریو کلیه تخلفات به سرور مرکزی ارسال و ذخیره می‌شود. در سناریو دوم که مربوط به اعلام ورود به محدوده طرح ترافیک می‌باشد اطلاعات خودرو متخلف به مراکز اعمال قانون راهنمایی رانندگی ارسال می‌گردد. در این سناریو هنگام ورود خودرو به محدوده طرح ترافیک تا لحظه خروجش اطلاعات خودرو به همراه زمان آن ذخیره می‌گردد. اما در سیستم‌های فعلی، اطلاعات فقط از زمان و مکان ورود خودرو در سیستم ثبت می گردد. در واقع مزیت این سناریو در ردیابی و پایش کامل خودروهای وارد شده به محدوده طرح است. در سناریو سوم که مربوط به اعلام ورود به محدوده طرح زوج و فرد می باشد، اطلاعات خودرو متخلف به مراکز اعمال قانون راهنمایی رانندگی ارسال می‌گردد. در سناریو سوم در زمان ورود خودرو به طرح زوج و فرد تا لحظه خروجش اطلاعات خودرو به همراه زمان آن ذخیره می‌گردد. اما در سیستم های فعلی، اطلاعات فقط از زمان و مکان ورود خودرو در سیستم ثبت می‌گردد. در واقع مزیت این سناریو در ردیابی کامل خودرو های وارد شده به محدوده طرح است. در سناریو چهارم اعلام خرابی و نقص فنی خودرو می‌باشد،

بر اساس این سناریو اطلاعات خودروهای دارای نقص فنی به مراکز امداد خودرو ارسال می گردد. مزیت سیستم پیشنهادی ردیابی لحظه به لحظه خودرو دارای نقص فنی و همچنین اطلاع سیستم مرکزی از کلیه خودروهای امداد دهنده و امداد گیرنده است. اما در سیستم های فعلی، فقط درخواست و موقعیت جغرافیایی مشتری به شکل تلفنی اطلاع داده می شود. در واقع ارایه یک سیستم جامع برای مراکز امداد خودرو، عامل افزایش کیفیت خدمات ارایه شده می گردد.

در سناریو پنجم اعلام حادثه برای خودرو می‌باشد که طی آن اطلاعات خودرو حادثه دیده به نزدیک‌ترین مرکز اورژانس ارسال می‌گردد. مزیت سیستم پیشنهادی، رد یابی لحظه به لحظه صدمه دیدگان خودرو تصادف کرده و همچنین اطلاع سیستم مرکزی از کلیه خودروهای امداد گیرنده و امداد دهنده نظیر اورژانس است. اما در سیستم‌های فعلی، فقط درخواست و موقعیت جغرافیایی صدمه دیده به شکل تلفنی اطلاع داده می‌شود. در سناریو ششم، سیستم اعلام سرقت خودرو و ارسال پیام همه پخشی با حداقل هزینه از طریق *RSU* پیاده سازی گردید. مزیت این سناریو در این است که در هر لحظه اطلاعات و موقعیت جغرافیایی خودرو مسروقه رصد می‌گردد. اما در سیستم‌های فعلی از موقعیت جغرافیایی خودرو مسروقه اطلاعاتی وجود ندارد. در سناریو ششم، مسئله تحویل پیام گروهی *I2V* مبتنی بر خط سیر مورد تحقیق قرار گرفت. این مسئله فرمول‌سازی گردید و بر همین مبنا اثبات شد که مسئله از نوع *NP-Hard* است. یکی از روش‌های بسیار مناسب جهت حل مسئله *NP-Hard* استفاده از روش‌های *Dynamic Programing* می‌باشد. استفاده از روش الگوریتم برنامه‌ریزی آرمانی جهت کاهش تعداد گره‌های ثابت هدف می‌شود که کاهش این عامل باعث کاهش تعداد پیام‌های ارسالی می‌گردد.

۶-مراجع

-ضمامی، م. عبداللهی، ح. و عندلیب، ا.، (۱۳۹۶)، "سیستم‌های حمل و نقل هوشمند در اینترنت اشیا"، دومین کنفرانس.

-Al Nuaimi, E., Al Neyadi, H., Mohamed, N. and Al-Jaroodi, J., (2015), "Applications of big data to smart cities", Journal of Internet Services and Applications, 6(1), pp.25.

-Anwer, M.S. and Guy, C., (2014), "A survey of VANET technologies", Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, 5(9), pp.661-671.

-Al-Sultan, S., Al-Doori, M.M., Al-Bayatti, A.H. and Zedan, H., (2014), "A comprehensive survey on vehicular ad hoc network", Journal of network and computer applications, 37, pp.380-392.

-Chen, C., et al., (2001), "Freeway Performance Measurement system: Mining loop detector data", pp. 96-102.

-Curry, E., Dustdar, S., Sheng, Q. Z. and Sheth, A., (2016), "Smart cities–enabling services and applications".

-Crainic, T.G., M. Gendreau and J.Y. Potvin, (2009), "Intelligent freight-transportation systems: Assessment and the contribution of operations research", Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 17(6), pp.541-557.

-Faezipour, M., Nourani, M., Saeed, A. and Addepalli, S., (2012), "Progress and challenges in intelligent vehicle area networks", Communications of the ACM, 55(2), pp.90-100.

-Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, M., (2013), "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions", Future generation computer systems, 29(7), pp.1645-1660.

-R. Jalali, K. El-khatib and C. McGregor, (2015), "Smart city architecture for community level services through the internet of things," 2015 18th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks, Paris, pp. 108-113.

Design an Intelligent Model for Controlling and Monitoring Vehicles

Mohammad Baradaran, Ph.D., Student, Faculty of Management, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

Mohammad Ali Afshar Kazemi, Associate Professor, Faculty of Management, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

Abbas Tolouei Ashlaghi, Professor, Faculty of Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Mohammad Reza Motadel, Assistant Professor, Faculty of Management, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

E-mail: dr.mafshar@gmail.com

Received: August 2021-Accepted: November 2021

ABSTRACT

Smart transport is an indispensable necessity in today's smart cities. In this thesis, six scenarios were implemented based on intelligent transportation. In the first scenario, the speed control process was implemented. In the second and third scenarios, the process of traffic planning was even and odd. In the fourth scenario, the vehicle relief system was implemented. In the fifth scenario, an emergency relief system was implemented. In the sixth scenario, the message was executed at the time of the car theft. The message delivery process has been fully implemented in the smart city area so that all vehicles in the smart transport process receive the message. An access point is called an access point whose task is to send a message. Given that the number of messages sent to the network decreases, there are two advantages to the low cost of sending messages as well as full coverage. So instead of sending the message directly to each car individually, the messages are sent to the roadside equipment and then sent to the vehicles passing the road through the roadside equipment. This roadside equipment is called fixed nodes. Certainly, sending messages to all these fixed nodes is not optimal and has two major drawbacks. The first disadvantage is that a car may cross several fixed target nodes and receive all of these fixed target nodes of the message. Also the second problem is that the number of messages received creates terrible statistics and imposes a computational overhead. So the solution to this problem is to select some of these fixed nodes as the target constant node. Only send the message to fixed target nodes and send it to the cars passing by. The first challenge of this thesis is the selection of these target constant nodes, which is implemented using the fuzzy ranked idealized programming algorithm. After solving the first challenge due to the communication board problem in the car network, the challenge of routing the message from the access point to the fixed node is raised. The solution to this challenge is computed using the Dijkstra algorithm and compared with the eTGMD algorithm in terms of message delivery rate, delivery delay, number of packets used, and number of fixed target nodes. The results of the proposed algorithm show a good and optimal improvement over the eTGMD algorithm.

Keywords:Intelligent Transportation System, VANET, Message Sending, ITS