دوفصلنامه محاسبات و سامانه های توزیع شده
سال هشتم، شماره۲، شماره پیاپی۱۶، صفحه ۱۵۱ تا ۱۷۳، سال ۱۴۰۴

ارائه رویکردی جهت مسیریابی مقیاس‌پذیر مبتنی بر خوشه‌بندی K-means و الگوریتم گرگ خاکستری برای شبکه‌های بین خودرویی

زینب شیخی پوریان[1]، زهرا طیبی قصبه[2]* و فرشید وظیفه دوست[3]

[1] فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی یادگار امام، تهران، ایران.
[2] مدرس دانشگاه پیام‌نور مهندسی نرم افزار کامپیوتر، گیلان، رشت.
[3] دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور مرکز بین الملل.

چکیده

شبکه‌های بین خودرویی شبکه‌هایی هستند که با ترکیب وسایل نقلیه در حال حرکت و زیرساخت‌های مربوطه ایجاد شده و دارای چالش‌هایی بوده که از مهمترین‌های آنها می‌توان به مسیریابی و کاهش توان به دلیل پویا بودن این شبکه اشاره کرد که افزایش تعداد گره‌ها از دلایل اصلی آن است. در این پژوهش، برای بهبود مسیریابی در این شبکه‌هااز روش‌های خوشه‌بندی مانند K-Means و الگوریتم تکاملی استفاده می‌شود. در واقع الگوریتم K-Means منجر شبکه را به بخش‌های کوچکتری تجزیه کرده (چند خوشه کوچکتر) و سر خوشه در هر کدام از خوشه‌های تولید شده که به منظور انتقال اطلاعات بین وسایل نقلیه داخل و خارج یک خوشه مورد استفاده قرار می‌گیرند که انتخاب یک سرخوشه مناسب و قابل اطمینان اهمیت بسیار بالایی دارد. از این رو الگوریتم گرگ خاکستری، برای انتخاب بهترین و مناسبترین سرخوشه برای هر کدام از خوشه‌ها استفاده می‌شود. در شبیه‌سازی روش پیشنهادی آزمایش‌های مختلفی جهت بررسی تأثیر تعداد خوشه‌های انتقال داده، بررسی نرخ تحویل بسته، بررسی تاخیر ارسال پیام و بررسی تعداد پیام ها بر عملکرد ارسال انجام شد و نتایج نشان داد که با افزایش تعداد خودرو در روش پیشنهادی تعداد خوشه‌های کمتری مورد نیاز است، مسیر هر کدام از پیام‌ها و مدت زمان توقف در هر گام ذخیره شده و روش پیشنهادی نسبت به روش پایه عملکرد بهتری داشته است.

واژه‌های کلیدی: مسیریابی، مقیاس‌پذیری، خوشه‌بندی K-means ، الگوریتم گرگ خاکستری و شبکه‌های بین خودرویی.

تاریخچه مقاله:
تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۹/۲۵
تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۴/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۱/۲۵

ایمیل نویسنده مسئول:
Tayyebi.shiva@gmail.com

۱ - مقدمه و بیان مسئله

امروزه شبکه‌های ادهاک خودرویی به خاطر تنوع کاربردهایی که در حوزه‌ی سامانه‌های حمل و نقل هوشمند دارند، به یک فناوری نوظهور مبدل گردیده‌اند. با ایجاد یک شبکه‌ی خودرویی، هر وسیله‌ی ترابری متحرک (که در شبکه‌های ادهاک از آن به عنوان خودرو یاد می‌شود) می‌تواند به مبادله‌ی اطلاعات با سایر خودروها پرداخته تا بتواند رانندگان سایر خودروها را در خصوص وضعیت فعلی جریان ترافیک و شرایط خطرناک آگاه سازد. هدف از پیدایش شبکه‌های بین خودرویی، برقراری ارتباط در بین خودروها و آن‌هم با استفاده از دستگاه‌های ادهاک می‌باشد. امروزه، این شبکه‌ها به یک فناوری نوظهور مبدل گردیده‌اند و کاربردهای گسترده‌ای در حوزه‌ی سامانه‌ی حمل و نقل هوشمند دارند. با ایجاد یک شبکه‌ی خودرویی، هر خودرو می‌تواند به مبادله‌ی اطلاعات با سایر رانندگان پرداخته و اطلاعاتی اعم از وضعیت فعلی جریان ترافیکی و وجود شرایط خطرناک را به اطلاع آن‌ها برساند. از این شبکه‌ها می‌توان برای بهبود شرایط مدیریت ترافیکی، اعم از بهینه‌سازی مسیر، کنترل ازدحام جریان و دسترسی به تسهیلات آنلاین، مانند دسترسی به اینترنت استفاده نمود. با توجه به اینکه اپلیکیشن های ایمن در این نوع شبکه‌ها، خواهان کیفیت خدماتی قوی و دقیق هستند، نیاز است تا از یک پروتکل کنترل دسترسی رسانه‌ی کارآمد برای ارائه‌ی خدماتی فراگیر و آن‌هم با تأخیرِ دسترسی محدود و حداقل تصادم در ارسال داده‌ها استفاده نمود[۱].

شبکه ادهاک بین‌خودرویی از گره‌های موبایل یا متحرک (خودروهای تعبیه شده با حسگرها)، زیرساخت ثابت

(نقطه دسترسی به کنار جاده) و اتصال بی سیم تشکیل می شود که به آنها اجازه گفتگو با یکدیگر را می دهند. مهمترین خدمات و سرویس عرضه شده توسط این شبکه ها، ایمنی رانندگی است. تقریباً ۱.۳ میلیون نفر در تصادفات جاده ای جان خود را از دست داده و ۵۰-۲۰ میلیون نفر در سرتاسر جهان مجروح می شوند. تصادفات ناشی از ترافیک جاده ای در رتبه نهم علت اصلی مرگ و میر جای دارد. برخی بررسی ها نشان می دهند که اگر راننده حتی نیم ثانیه قبل از تصادف اخطار را دریافت نماید، می‌توان از ۶۰ درصد از تصادفات جلوگیری نمود. شبکه‌های بین خودرویی زیرمجموعه ای از شبکه ادهاک است که در حوزه خودرویی کار می‌کند شبکه‌های بین خودرویی به صورت یک راه حل ظهور کرد و به جزء کلیدی سیستم حمل و نقل هوشمند تبدیل گردید. هدف اصلی سیستم حمل و نقل هوشمند ، بهبود کارایی ترافیک و فراهم نمودن امنیت بهتر جاده است. شبکه‌های بین خودرویی با به اشتراک گذاشتن اطلاعات ایمنی، اطلاعات مربوط به تحلیل ترافیک، داده های نرمال (فایل ها، سمعی، ویدیو و غیره) با استفاده از اتصال یکپارچه و بدون وقفه اینترنت، این کار را انجام می‌دهد[۲]. یک شبکه خودرویی ادهاک در واقع یک شبکه متحرک است که در آن خودروها به عنوان گره‌های متحرکی عمل می‌کنند که از طریق یک شبکه ادهاک بی‌سیم با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. در واقع شبکه های بین خودرویی به جزء اصلی سیستم‌های حمل و نقل هوشمند تبدیل شده است، سیستم‌هایی که سعی دارند تا ایمنی و بهره‌وری جاده‌ها را بهبود دهند. این هدف تنها وقتی قابل دستیابی است که روش ارتباطی استفاده شده در یک شبکه‌های بین خودرویی پایدار باشد. تغییرات مکرر در توپولوژی شبکه و قطعی‌های مکرر در ارتباطات باعث به وجود آمدن مسائل چالش‌برانگیزی در طراحی پروتکل‌های ارتباطی برای چنین شبکه‌هایی می‌شود. در حال حاضر، الگوریتم‌های خوشه‌بندی به عنوان روش‌های کنترلی برای کاهش تغییرات در توپولوژی‌های شبکه‌های بین خودرویی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، طراحی یک الگوریتم خوشه‌بندی نیز یک وظیفه‌ی دشوار در شبکه‌های بین خودرویی است، زیرا قطعه‌ها و تقاطع‌های جاده‌ای زیادی وجود دارند[۳].

الگوریتم‌های خوشه‌بندی هوشمند می‌توانند نقش مهمی را برای شبکه‌های بین خودرویی با مدیریت بهتر، مقیاس‌پذیرتر، بهینه‌تر و متعادل تر در بار ایفا کنند. در واقع خوشه بندی به معنای گروه بندی یا جمع‌آوری گره‌ها است و یکی از گره‌ها به عنوان سرخوشه یا گره خوشه ای تعیین می-شود. خوشه بندی شبکه به معنای گروه‌بندی گره‌ها با استفاده از شباهت‌های آنهاست. شباهت بین گره‌ها را می‌توان با فاصله بین گره‌ها و در دسترس بودن پهنای باند، سرعت و جهت گره-های وسیله نقلیه اندازه‌گیری کرد. الگوریتم‌های مختلف خوشه-بندی بر اساس برخی قوانین گروه‌بندی با یکدیگر متفاوت هستند. اندازه خوشه در شبکه‌های بین خودرویی به محدوده انتقال گره خودرو بستگی دارد. خوشه‌ای که از وسایل نقلیه تشکیل شده است مستقیماً با حد ارتباطی آن گره‌ها ارتباط خواهد داشت. ایجاد خوشه‌ها با در نظر گرفتن پارامترهای مهم مانند محدوده انتقال، اندازه شبکه و تعداد گره ها، سرعت و جهت گره ها نیز بسیار مهم است زیرا طول عمر این خوشه‌ها به طور مستقیم افزایش یافته و عملکرد کلی کل شبکه می‌تواند به صورت غیر مستقیم افزایش و بهینه شود[۴].

حرکت گره در شبکه‌های بین خودرویی در مقایسه با شبکه‌های موردی بیشتر است و به دلیل تحرک سریع و تصادفی گره در شبکه‌های بین خودرویی، شبکه از مشکلات مختلفی مانند در دسترس بودن شبکه، مقیاس پذیری و ناپایداری کلی ساختاری شبکه رنج می برد. همچنین کیفیت خدمات شبکه را کاهش می دهد و به همین دلیل، اختلالات ارتباطی مکرر رخ می دهد. دلیل دیگری برای حل چالش‌های مذکور پروتکل‌های زیادی معرفی شده اند که پروتکل‌های خوشه بندی هوشمند از جمله آنهاست. خوشه‌بندی یک شبکه فرآیندی برای تقسیم آن به گروه‌های منطقی کوچک است. این فرآیند بر اساس پارامترهای مختلف، به عنوان مثال، فاصله بین گره و ظرفیت پیوند ارتباطی، برای بهینه سازی عملکرد کلی شبکه است. گروه-های کوچک را می‌توان به طور مؤثرتری مدیریت کرد. در واقع تکنیک‌های مختلف برای خوشه‌بندی وجود دارد که مکانیسم های آن نیز به دلیل معیارهای مختلف شکل گیری با یکدیگر متفاوت هستند. این معیارها می‌توانند با توجه به عملکرد و دامنه کاربرد آن متفاوت باشند . با این حال، در وسایل نقلیه شبکه خوشه، گره‌ها می توانند به عنوان اعضای خوشه یا به عنوان سر خوشه انتخاب شوند. گره‌های "اعضای خوشه" گره‌های معمولی هستند، در حالی که گره‌های "سر خوشه" مسئول ارسال اطلاعات بین خوشه‌ای و درون خوشه‌ای در شبکه‌های بین خودرویی هستند و سر خوشه‌ها بر اساس عملکرد بهبود یافته

برای بهینه‌سازی عملکرد شبکه انتخاب می‌شوند. بنابراین، انتخاب سرخوشه برای دستیابی به ارتباط قابل اعتماد ضروری است و انتخاب سرخوشه مناسب یک بخش چالش برانگیز برای شبکه‌های بین خودرویی می‌باشد و بسیاری از الگوریتم‌های کلاسیک در حوزه مشابهی پیشنهاد شده‌اند اما نتوانستند یک راه‌حل خوشه‌بندی ایده‌آل به دست آورند[۵]. یکی از پارامترهای حائز اهمیت در ساخت خوشه‌های بهینه، انتخاب سرخوشه مناسب است جهت انتخاب سرخوشه مناسب برای رسیدن به بهینگی و نتایج مطلوب پیشنهاد، استفاده از الگوریتم های تکاملی است. انتخاب الگوریتم مناسب برای خوشه‌بندی میتواند درکارآیی شبکه تاثیر قابل ملاحظه-ای خواهد داشت. از این رو در این پژوهش به این سوال پاسخ داده می‌شود که: ارائه رویکردی جهت مسیریابی مقیاس‌پذیر مبتنی بر خوشه‌بندی K-means و الگوریتم گرگ خاکستری برای شبکه های بین خودرویی امکان‌پذیر است؟

۲ - کارهای مرتبط

یک الگوریتم بهینه‌سازی خوشه هوشمند بر اساس الگوریتم بهینه‌سازی نهنگ برای شبکه‌های بین خودرویی ارائه شد. نویسندگان معتقدند که شبکه‌های بین خودرویی یک مقوله مهم در شبکه است که بر برنامه‌های کاربردی زیادی مانند سیستم‌های ایمنی و مدیریت ترافیک هوشمند تمرکز دارد. تحرک بالای گره و توزیع پراکنده وسیله نقلیه (در جاده) مقیاس پذیری شبکه‌های بین خودرویی و توپولوژی سریع را به خطر می اندازد، از این رو چالش های عمده‌ای مانند شکل گیری طرح فیزیکی شبکه، پیوندهای ناپایدار برای فعال کردن ارتباطات خودرویی قوی، قابل اعتماد و مقیاس پذیر، به ویژه در یک شبکه ترافیک متراکم ایجاد می‌کند. این مطالعه یک رویکرد بهینه‌سازی جدید را با در نظر گرفتن محدوده انتقال، چگالی گره، سرعت، جهت و اندازه شبکه در طول خوشه‌بندی مورد بحث قرار می‌دهد. الگوریتم بهینه‌سازی نهنگ برای خوشه‌بندی در شبکه‌های ویژه وسایل نقلیه برای انتخاب سر خوشه بهینه معرفی شد و بر اساس هوش و قابلیت محاسبه و ارزیابی شد . در ابتدا شبیه‌سازی‌ها انجام شد، سپس آزمایش‌های دقیقی بر روی این مدل انجام شد. این مدل با روش‌های دیگر که به خوبی تثبیت شده‌اند، مانند بهینه‌سازی گرگ خاکستری و بهینه‌سازی شیر مورچه با استفاده از معیارهای عملکرد مختلف، مقایسه و ارزیابی شد. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد روش توسعه‌یافته در مقایسه با روش‌های دیگر در شبکه‌های بین خودرویی از نظر سر خوشه، محدوده‌های مختلف انتقال، اندازه شبکه و گره‌ها بسیار جلوتر است. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد روش توسعه‌یافته در مقایسه با روش‌های دیگر در شبکه‌های بین خودرویی از نظر سر خوشه، محدوده‌های مختلف انتقال، اندازه شبکه و گره‌ها بسیار جلوتر است. روش توسعه‌یافته منجر به دستیابی ۴۶٪ افزایش کلی در بهینه‌سازی خوشه و مقدار F ۳۲.۶۴ در مقایسه با سایر روش‌های ایجاد شده (۱۱.۹۵ و ۲۲.۵۰) و نتایج یعنی رسیدن افزایش طول عمر خوشه[۴].

یک مدل برای خوشه‌بندی بهینه گره در شبکه‌های بین خودرویی با استفاده از الگوریتم های فراابتکاری ارائه شد. نویسندگان اظهار دارند که در یک شبکه بین خودرویی، وسایل نقلیه گره‌ها هستند و این گره‌ها با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. در جاده، وسایل نقلیه به طور مداوم در حرکت هستند و باعث تغییر پویا در توپولوژی شبکه می شود. زمانی که تراکم گره بالاتری وجود داشته باشد، چالش برانگیزتر است. این شرایط مشکلات زیادی را برای مقیاس پذیری شبکه و مسیریابی بهینه در شبکه‌های بین خودرویی ایجاد می کند. پروتکل‌های خوشه بندی اغلب برای حل چنین مشکلاتی مورد استفاده قرار می گیرند. در این مقاله، از الگوریتم خوشه‌بندی گره مبتنی بر بهینه‌سازی ملخ را برای شبکه‌های بین خودرویی برای انتخاب سر خوشه بهینه پیشنهاد شد. الگوریتم پیشنهادی سربار شبکه را در سناریوهای چگالی گره غیرقابل پیش بینی کاهش داد. برای انجام این کار، آزمایش‌های مختلفی برای تحلیل مقایسه‌ای الگوریتم بهینه‌سازی ملخ با سایر تکنیک‌های پیشرفته مانند الگوریتم سنجاقک، بهینه‌ساز گرگ خاکستری و بهینه‌سازی کلونی مورچه‌ها انجام شد. پارامترهای فراوانی مانند تعداد خوشه‌ها، مساحت شبکه، چگالی گره و محدوده انتقال در آزمایش‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفت. نتیجه این نتایج نشان داد که الگوریتم بهینه‌سازی ملخ از روش‌های موجود بهتر عمل می‌کند. در نهایت، کاربرد الگوریتم بهینه‌سازی ملخ در حوزه شبکه ادهاک پرواز نیز برای شبکه‌های نسل بعدی پیشنهاد شد[۵].

یک رویکرد تکاملی برای خوشه بندی بهینه شبکه‌های بین خودرویی ارائه شد. نویسندگان معتقدند که شبکه‌های ادهاک وسایل نقلیه هسته سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند هستند که هدف آن ارائه ایمنی و سرگرمی به کاربران جاده‌ای

است. خوشه‌بندی وسایل نقلیه در شبکه‌های بین خودرویی امکان استفاده بهتر از منابع شبکه، مسیریابی مطمئن‌تر و امنیت افزایش یافته در مقابله با تهدیدات را فراهم می‌کند. مانند همه پروتکل‌های شبکه‌های بین خودرویی، بهینه‌سازی الگوریتم خوشه‌بندی برای دستیابی به بهترین عملکرد ضروری است. در این مقاله، مسئله بهینه‌سازی الگوریتم خوشه‌بندی به عنوان یک مسئله بهینه‌سازی چندهدفه فرموله شده و سپس، رویکردی برای بهینه‌سازی پارامترهای پیکربندی الگوریتم خوشه‌بندی پیشنهاد شد. فراابتکاری چندهدفه بهبودیافته[1] به عنوان ابزار بهینه‌سازی در این رویکرد استفاده شد. رویکرد پیشنهادی با بهینه‌سازی الگوریتم خوشه‌بندی دو سر و مقایسه عملکرد آن با و بدون الگوریتم بهینه‌سازی، به‌صورت تجربی ارزیابی می‌شود. نتایج تجربی نشان می دهد که پیکربندی بهینه طول عمر خوشه را تا ۱۳۴٪ افزایش می‌دهد و سربار بسته خوشه‌بندی را تا ۳۰٪ کاهش می‌دهد[۶].

یک تکنیک خوشه‌بندی وسایل نقلیه مبتنی بر الگوریتم تکاملی برای شبکه‌های بین خودرویی ارائه شد. نویسندگان معتقدند که جان‌های گرانبهای بسیاری در سرتاسر جهان به دلیل تصادفات جاده ای از دست می رود. برای مقابله با این موضوع، راه‌حل نهایی شبکه‌های ادهاک وسایل نقلیه است. با توجه به تحرک بالای وسایل نقلیه و توپولوژی شبکه های مختلف در شبکه‌های بین خودرویی، ارتباط کارآمد بین گره های خودرو از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است .برای افزایش مهارت ارتباطی در شبکه‌های بین خودرویی، خوشه بندی یک روش مشهور است. در این مقاله، یک الگوریتم خوشه‌بندی مبتنی بر بهینه‌سازی شعله پروانه، پیش‌بینی می‌شود که می‌تواند به طور موثر در سناریوی گره‌های تحرک بالا شبکه‌های بین خودرویی کار کند. این مدل بر اساس روش الهام گرفته از بیو است و خوشه های بهینه سازی شده برای ارتباطات قابل اعتماد و کارآمد ایجاد می کند. این الگوریتم به صورت تجربی با روش‌های معروفی مانند بهینه‌سازی کلونی مورچه‌ها، بهینه‌سازی ازدحام ذرات یادگیری جامع و بهینه‌سازی ازدحام ذرات چند هدفه ارزیابی شد. چندین آزمایش برای اندازه گیری کارایی نسبی این روش‌ها انجام شده است. میانگین نتایج تجمعی برای همه اندازه‌های شبکه ۲۷.۱٪ برای مدل پیشنهادی این مقاله در حالی که ۳۶.۳٪ برای الگوریتم مورچه، ۵۴.۹٪ برای بهینه‌سازی ازدحام ذرات با یادگیری جامع[2] و ۵۸.۷٪ برای بهینه‌سازی ازدحام ذرات چند هدفه[3] است. نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی نتایج تقریبا ایده‌آل تولید می‌کند، کل شبکه را پوشش می‌دهد و کمترین تعداد خوشه را تولید می‌کند. این یک تکنیک کارآمد برای انجام خوشه بندی وسایل نقلیه با هدف بهبود عملکرد کلی شبکه و در نتیجه کاهش هزینه مسیریابی شبکه وسایل نقلیه است[۷].

یک رویکرد مسیریابی مقیاس‌پذیر مبتنی بر خوشه همپوشانی برای شبکه‌های بین خودرویی ارائه شد. نویسندگان معتقدند که شبکه‌های ادهاک و شبکه‌های بین خودرویی به دلیل کاربردهایشان، کلاس برجسته ای از شبکه های موردی تلفن همراه هستند. با این حال، مدیریت تحرک و مقیاس‌پذیری شبکه هنوز مشکلات قابل رسیدگی در شبکه‌های بین خودرویی هستند. در مقاله حاضر، یک رویکرد سلسله مراتبی برای مدیریت شبکه‌های بین خودرویی بزرگ با ارائه مدیریت تحرک بهتر طراحی شده است. تشکیل خوشه‌های همپوشانی متعدد از شبکه‌های بین خودرویی بزرگ با استفاده از الگوریتم k-means از ویژگی های اصلی این رویکرد است. علاوه بر این، یک معماری آدرس دهی با استفاده از دو ثبات داده، معرفی شده است. الگوریتم مشتق شده اجازه می‌دهد تا یک مسیر مناسب بین وسایل نقلیه مبدا و مقصد آماده شود. صحت و عملکرد رویکرد مورد بحث قرار گرفته است[۸].

یک تکنیک خوشه‌بندی متعادل بار پیشرفته برای شبکه‌های بین خودرویی با استفاده از الگوریتم ژنتیک آگاه از موقعیت مکانی ارائه شد. نویسندگان معتقدند که شبکه ادهاک وسایل نقلیه دارای ویژگی‌های منحصر به فردی از تغییرات توپولوژی مکرر، حرکت گره مبتنی بر قوانین ترافیک و الگوی سفر گمانه‌زنی است. منجر به طبیعت ناپایدار تصادفی در تشکیل خوشه ها می شود. فرآیند مسیریابی قابل اعتماد و تعادل بار برای بهبود طول عمر شبکه ضروری است. از تشکیل خوشه برای تقسیم توپولوژی شبکه به ساختارهای کوچک استفاده می شود. اندازه شبکه کاهش یافته منجر به جمع آوری سریع اطلاعات توپولوژی می شود. به دلیل عدم وجود مدیریت متمرکز، در مدیریت توپولوژی شبکه و تخصیص بهینه منابع،

[1] NSGA-III
[2] Comprehensive Learning Particle Swarm Optimization (CLPSO)
[3] Multi Objective Particle Swarm Optimization (MOPSO)

تله وجود دارد و در نتیجه مسیریابی ناکارآمد است. از این رو، توسعه یک الگوریتم خوشه بندی موثر برای شبکه‌های بین خودرویی ضروری است. در این مقاله الگوریتم ژنتیک و برنامه‌ریزی پویا در طراحی خوشه های متعادل بار استفاده می-شود. منطقه پیشنهادی "الگوریتم ژنتیک مبتنی بر نخبه‌گرایی تقویت‌شده با ناحیه زاویه‌ای[1]" از مهاجران مبتنی بر نخبه گرایی الگوریتم ژنتیک برای مقابله با جمعیت و برنامه‌ریزی پویا برای ذخیره نتایج محیط های قدیمی استفاده کرد . این مدل خوشه بندی گره‌های متعادل بار را تضمین می‌کند که طول عمر شبکه را طولانی کند. نتایج تجربی نشان می‌دهد که این مدل در کلاس منابع همگن شبکه‌های بین خودرویی به خوبی کار می‌کند.نتایج شبیه‌سازی ثابت می‌کند که این مدل عملکرد بهتری در تحویل بسته، طول عمر شبکه، متوسط تاخیر، مسیریابی و سربار خوشه‌بندی دارد[۹].

۳ - تحلیل روش پیشنهادی

شبکه‌های بین خودرویی نوعی شبکه هستند که با ادغام وسایل نقلیه در حال حرکت با سایر گره‌های زیرساختی مانند RSUها شکل می‌گیرند. مشکلات روش‌های مسیریابی سنتی در شبکه‌های بین خودرویی بزرگ از چالش‌های اصلی در ارتباطات وسیله نقلیه است. مطالعات نشان می‌دهند که هنگام استفاده از مسیریابی سنتی، توان عملیاتی هر شبکه‌های بین خودرویی با افزایش تعداد گره‌ها به‌طور قابل توجهی کاهش می-یابد. بنابراین، روش‌های مسیریابی مسطح و سنتی مورد استفاده در شبکه‌های بین خودرویی مقیاس‌پذیری پایینی دارند. مقیاس‌پذیری و کارایی مکانیسم مسیریابی نقش بسیار مهمی در شبکه‌های بین خودرویی دارد.

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که سالانه میلیون‌ها نفر در تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند. علاوه بر این، تندراه‌ها و بزرگراه‌های طولانی با مشکلات اینترنت و شبکه تلفن همراه مواجه هستند. در چنین شرایطی، شبکه‌های بین خودرویی برای رسیدگی به موارد اضطراری بسیار مفید خواهند بود. علاوه بر این، شبکه‌های بین خودرویی در طراحی و پیاده-سازی سیستم حمل و نقل هوشمند[2] بسیار موثر واقع می‌شوند. هدف ITS این است که با استفاده از چارچوب ارتباطی بی‌سیم و با ارائه چند ویژگی به‌عنوان مثال، ایمنی حمل و نقل، کارایی ترافیک، رانندگی راحت و عبور اطلاعات به سهولت مدیریت ترافیک کمک کند. برای رسیدن به این اهداف، شبکه‌های بین خودرویی از داده‌های مبادله شده بین وسایل نقلیه استفاده می‌کنند. بنابراین، طرح‌های مدیریت اعتماد مؤثر باید برای مدیریت تهدیدات امنیتی نهادها در دسترس باشند.

با معرفی فناوری‌های ارتباطی اخیر در توسعه بخش‌های خودرو، وسایل نقلیه می‌توانند به‌طور موثر با سایر وسایل نقلیه یا گره‌های زیرساخت ارتباط برقرار کنند. شبکه‌های بین خودرویی به دلیل چند ویژگی منحصر به فرد با شبکه‌های چند گام[3] تفاوت دارند. در شبکه‌های بین خودرویی بزرگ، تحرک زیاد گره‌ها و عدم مدیریت متمرکز باعث پارتیشن‌بندی مکرر شبکه و اتصال ضعیف بین وسایل نقلیه می‌شود. بنابراین، حفظ توپولوژی یک شبکه کامل دشوار است و طرح‌های مسیریابی مسطح برای وسایل نقلیه چندان موثر نیستند. به منظور رسیدگی به چالش‌های مقیاس‌پذیری، چند تکنیک سلسله مراتبی پیشنهاد شده‌است که به‌عنوان طرح‌های خوشه-بندی نیز شناخته می‌شوند. اصل مجازی‌سازی از پارادایم ابری برای ایجاد فضای ذخیره‌سازی عظیم و محاسبات موازی پشتیبانی می‌کند. به همین ترتیب، با توجه به بعضی ویژگی‌های مشترک، وسایل نقلیه گروه‌بندی مجازی خواهند شد که توسط سرخوشه نظارت می‌شود. سرخوشه متعلق به همان خوشه است و به‌عنوان یک مرجع کنترل کننده برای خوشه انتخاب می‌شود. با پیروی از مدل سلسله مراتبی می‌توان از دو سطح مسیریابی به نام‌های ارتباط درون خوشه‌ای و ارتباط بین خوشه‌ای استفاده کرد[۸].

k-means نوعی الگوریتم یادگیری بدون نظارت برای خوشه‌بندی است. این الگوریتم یکی از ساده‌ترین راه‌ها برای تقسیم یک شبکه بزرگ به خوشه‌هایی با تعداد از پیش تعریف شده‌است. برای خوشه‌بندی، ابتدا k گره مرکزی با در نظر گرفتن فاصله بین آنها انتخاب می‌شوند. سپس، سایر گره‌های باقی‌مانده به نزدیک‌ترین گره مرکزی می‌پیوندند و k تعداد خوشه را تشکیل می‌دهند. گاهی، فرآیند انتخاب گره‌های مرکزی و اتصال سایر گره‌ها چند بار تکرار می‌شود تا مرکزهای پایدارتری ایجاد شود. به منظور بهبود انتخاب سرخوشه و در نتیجه آن بهبود خوشه‌بندی، از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری[4] استفاده

[1] Angular Zone Augmented Elitism- Based GA (AZEIGA)
[2] Intelligent Transportation System(ITS)
[3] MultiHop Network
[4] Grey Wolf Optimization(GWO)

شده است. این الگوریتم از مکانیزم شکار گرگ خاکستری و نقش رهبری استفاده می‌کند. این الگوریتم با تقسیم‌بندی جمعیت به چهار سطح مجزا به نام‌های آلفا، بتا، دلتا و امگا، خوشه‌بندی خود را انجام می‌دهند پیش از توضیح خوشه‌بندی، ابتدا به توضیح ۴ سطح معرفی شده در این الگوریتم پرداخته می‌شود. آلفاها به رهبرانی گفته می‌شود که درباره نحوه شکار، زندگی و جابه‌جایی از یک مکانی به مکان دیگر تصمیم‌گیری می‌کنند. گروه بتا به گروه آلفا کمک می‌کنند. دلتا نیز گروه امگا را کنترل می‌کند. امگا نیز باید از رهبر، که منظور همان آلفا است پیروی کند.

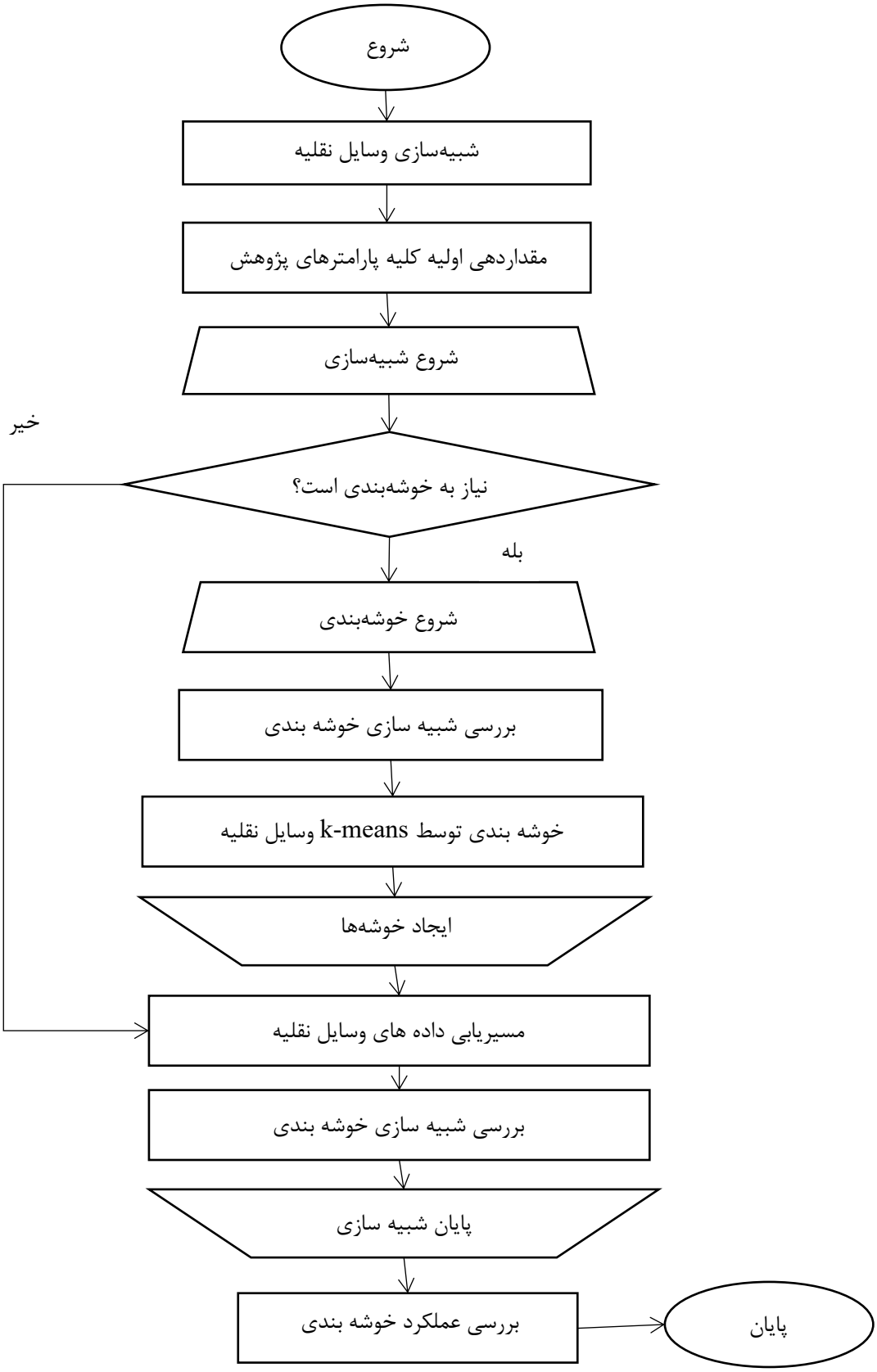
برای سناریوهای شبکه‌های بین خودرویی، وقتی شبکه توسط یک مرجع مرکزی[1] کنترل می‌شود، مناسب‌تر است. علاوه بر این، بعضی از گره‌های ثابت مانند واحدهای کنارجاده ای و کنترل کننده ترافیک[2] می‌توانند به‌عنوان گره‌های ناظر برای خوشه‌ها عمل کنند. در چنین مواردی، وقتی یک نهاد در حال رسیدگی به چند وسیله نقلیه در حال حرکت در یک منطقه بزرگ است، برقراری ارتباط بین آن وسایل نقلیه از طریق گره مرجع بسیار دشوار خواهد بود. برای حل این مشکل، مرجع مرکزیمی‌تواند از بعضی از روش‌های مسیریابی برای تسهیل ارتباط وسایل نقلیه استفاده کند و سپس، آن وسایل نقلیه می‌توانند به‌طور مستقل بدون دخالت بیشتر مرجع مرکزیبا یکدیگر ارتباط برقرار کنند. در چنین سناریوهایی، مرجع مرکزیقادر به کنترل یک شبکه کاملاً بزرگ با وسایل نقلیه در حال حرکت است و در مورد تعداد خوشه‌ها و گره‌های ناظر در شبکه تصمیم گیری می‌کند. از آنجایی که تعداد فرضیه‌هایی که با روش‌های مسیریابی در ارتباط هستند، معدود است (مانند فرضیه شناسایی سر خوشه‌ها)، نحوه پیاده‌سازی سیستم نقش بسیار مهمی در عملکرد مسیریابی ایفا می‌کند. طرح خوشه‌بندی و طرح آدرس‌دهی برای ارائه مقیاس‌پذیری و مدیریت تحرک در شبکه‌های بین خودرویی پیشنهاد شده‌است و ایجاد یک مسیر را برای هر جفت مبدأ-مقصد در شبکه‌های بین خودرویی تضمین می‌کند[۸].

در این پژوهش به منظور بهبود انتخاب سرخوشه از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری استفاده می‌شود. تا عملکرد الگوریتم k-means بهبود پیدا کند. و در نهایت، با کمک آن، مسیریابی در شبکه‌های بین خودرویی نیز بهبود یابد. به منظور غلبه بر مشکلاتی مانند مقیاس‌پذیری و تحرک بالایی که در شبکه‌های بین خودرویی وجود دارد، از الگوریتم خوشه‌بندی k-means استفاده می‌شود. این الگوریتم، شبکه را تجزیه کرده و آن را به چند خوشه تبدیل می‌کند. هر کدام از خوشه‌های تشکیل شده توسط سرخوشه‌های خود، نظارت می‌شوند. به همین منظور انتخاب سرخوشه، اهمیت زیادی دارد.

در روش پیشنهادی، برای انتخاب سرخوشه، از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری استفاده شده‌است. با استفاده از این الگوریتم، در الگوریتم k-means می‌توان اطمینان داد که سرخوشه‌های موجود در هر خوشه با دقت بالاتری انتخاب شوند. این روند منجر به این می‌شود تا نظارت بر روی خوشه‌ها بهبود پیدا کرده و در نهایت منجر به بهبود مسیریابی در شبکه شود. روند پژوهش پیشنهادی در فلوچارت زیر به طور کامل شرح داده شده‌است. برای یک مسیریابی قابل اعتماد در شبکه‌های بین خودرویی، هر کدام از گره‌هایی(وسایل نقلیه‌ای) که در شبکه وجود دارند باید از به روزرسانی سایر وسایل نقلیه موجود در شبکه اطلاع داشته باشند. علاوه بر این، انتقال داده-هایی که توسط گره‌ها در شبکه انجام می‌شود باید ردیابی گردند. انجام این مهم در شبکه‌های کوچک‌تر به راحتی قابل انجام است. اما در شبکه‌هایی که اندازه‌های بزرگتری دارند با چالش-هایی همراه بوده اما قابل انجام است. این مهم با کاهش اندازه شبکه‌های بزرگ میسر می‌شود. به همین منظور، گام اول در این روش، تجزیه یک شبکه بزرگ به ابعاد کوچکتر می‌باشد که شبکه را به چند خوشه متصلی که دارای همپوشانی بوده و حاوی سرخوشه است تبدیل می‌کند. سرخوشه به‌عنوان یک مرجع برای کنترل هر خوشه انتخاب می‌گردد. سرخوشه یا گره ناظر[3]، مسئولیت نگه‌داری و نظارت خوشه خود را دارد.

در مرحله اول، از یک استراتژی مسیریابی سلسله مراتبی پیروی کرده که برای حل مشکل مربوط به مسیریابی در شبکه‌های بین خودرویی نقش مهمی را ایفا کرده است در این روش، از الگوریتم K-Means استفاده شده‌است. این الگوریتم در ابتدا کار خود را با انتخاب دلخواه k که نشان‌دهنده تعداد خوشه‌هایی است که در شبکه باید تشکیل شوند شروع کرده است.

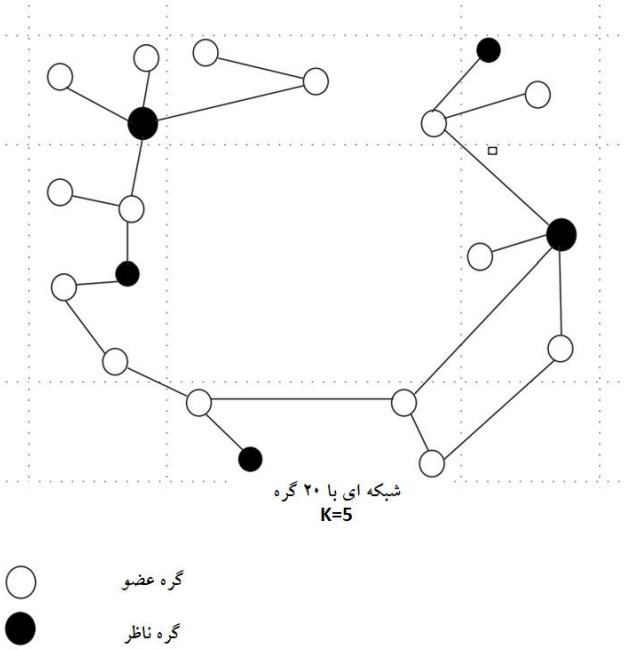
[1] Central Authority(CA)
[2] Traffic Controller
[3] Supervisor Node (SN)



شکل۱: نمایی از روش پیشنهادی

انتخاب سرخوشه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری انجام می‌شود. گره‌های موجود در شبکه به ۴ سطح آلفا، بتا، دلتا و امگا تقسیم می‌شوند که از میان آنها سطح آلفا بیشترین رتبه را در میان سطوح دیگر داشته و باقی گره‌ها تابع او هستند. الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری دارای چهار مرحله است شکار، جست‌وجو، محاصره و در نهایت حمله به طعمه. عملیات جست‌وجو در این الگوریتم با دنبال کردن محل استقرار آلفا و بتا و دلتا انجام می‌شود.

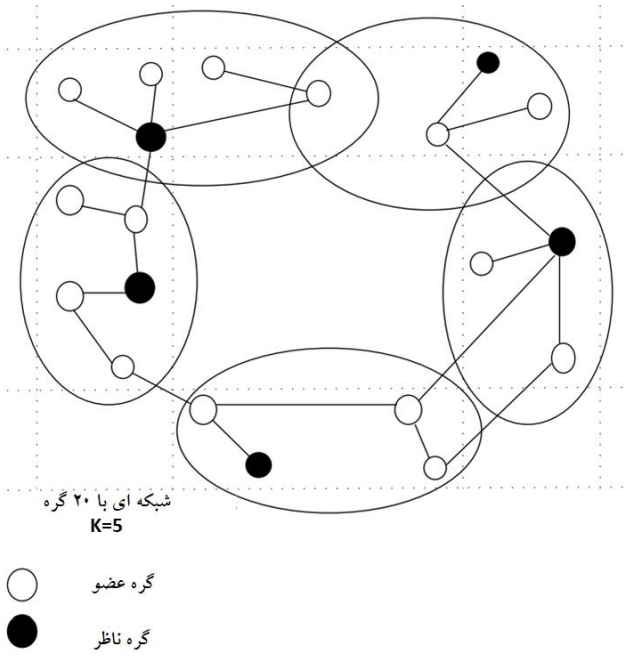
در ادامه، سایر وسایل نقلیه به خوشه اختصاص داده می‌شوند. آنها طرح شبکه را دنبال کرده و با توجه به آن می‌توانند تصادفی یا سیستماتیک باشند که با توجه به شبکه، خوشه‌هایی که طراحی شده‌اند می‌توانند با یکدیگر همپوشانی داشته باشند. در هر حال، هر گره باید این توانایی را داشته باشد تا به طور مستقیم با سایر گره‌هایی که در درون خوشه قراردارند ارتباط برقرار کند. با استفاده از الگوریتم K-Means می‌توان چند خوشه را با تعداد منطقی‌ای از وسایل نقلیه ایجاد کرد. در ابتدا تعداد k وسیله نقلیه از میان N وسایل نقلیه‌ای که در شبکه وجود دارند. با پیروی از شکل ۲ انتخاب می‌شوند.



شکل۲: انتخاب دلخواه گره‌ها[۸].

همانند شکل۲، می‌توان برای هر کدام از خوشه‌ها یک وسیله نقلیه انتخاب کرد. سپس، سایر گره‌های باقی‌مانده (N-K) موجود در شبکه، بر اساس فاصله‌ای که با وسیله نقلیه مرکزی دارند انتخاب می‌شوند و به خوشه مربوطه اختصاص داده می‌شوند. در هر کدام از خوشه‌ها فاصله‌ای که برای هر کدام از وسایل نقلیه از مرکز آن خوشه محاسبه می‌شود باید حاوی مقداری کمتر از محدوده ارتباطی[1] باشد.

اگر یکی از گره‌های موجود برای یک خوشه با نزدیک‌ترین مرکز آن مناسب نباشد، گره مربوطه به یک خوشه دیگر منتقل می‌گردد. به علاوه، وسیله نقلیه‌ای که جابه‌جا شده‌است، مرکز خوشه را به روزرسانی می‌کند سپس، به عنوان یک گره جدید به خوشه‌ها اضافه می‌شود این فرآیند در شکل ۳ نشان داده شده‌است[۸].



شکل۳: تشکیل خوشه با گره‌های انتخابی [۸].

در پایان فرآیند خوشه‌بندی، ممکن است برخی از خوشه‌ها شامل تعداد کمتری از گره‌های مشترک با سایر خوشه‌های موجود باشند. از ویژگی‌های مهم و اساسی در این روش، انتخاب تعداد گره‌های ناظر یا سرخوشه در شبکه‌های بزرگ وسیله نقلیه است. که باید قبل از آنکه تجزیه شبکه انجام گردد مشخص شوند. تمام k وسایل نقلیه موجود در شبکه به عنوان سرخوشه برای خوشه‌های تشکیل شده در نظر گرفته می‌شوند. تعداد سرخوشه‌ها به عوامل مختلفی بستگی دارد که از جمله آنها می‌توان به تعداد کل گره‌ها در یک شبکه، طرح شبکه و محدوده ارتباطی اشاره کرد.

[1] Communication Range (CR)

الگوریتم K-means: به منظور خوشه‌بندی در شبکه شبکه‌های بین خودرویی، چند پارامتر در نظر گرفته می‌شود. از مهمترین پارامترهای در نظر گرفته شده برای خوشه‌بندی در این نوع از شبکه‌ها، می‌توان به سرعت، الگوی حرکتی و موقعیت آنها اشاره کرد. می‌توان با استفاده از این پارامترها یک سرخوشه‌ای را از میان وسایل نقلیه موجود در یک خوشه انتخاب کرد. روش‌های خوشه‌بندی قدیمی‌تر، برای چنین شبکه‌هایی مناسب نمی‌باشند چرا که این شبکه‌ها دارای توپولوژی پویا هستند. منظور از توپولوژی پویا، حرکت وسایل نقلیه در این توپولوژی می‌باشد که منجر به این می‌شود که نوع شبکه دائما در حال تغییر باشد. که این مهم، خوشه‌بندی را با چالش‌های متعددی روبرو کرده است. به همین منظور از روش‌های خوشه-بندی‌ای مانند K-means برای خوشه‌بندی این نوع از شبکه‌ها استفاده می‌شود.

با انتخاب تصادفی وسایل نقلیه‌ای که در مرکز هر کدام از خوشه‌ها قرار دارند آنها را به عنوان یک گره سرپرست یا سرخوشه در نظر می‌گیرند. تعداد این سرخوشه‌ها در شبکه به طرح شبکه مربوطه بستگی دارد زیرا طرح این شبکه‌ها با توجه به محیط شبکه می‌تواند متفاوت باشد منظور از محیط شبکه می‌توان به محیط‌های شهری، نیمه شهری، روستایی و بزرگراه‌ها اشاره کرد.

با دنبال کردن محدوده ارتباطی بین وسایل نقلیه، می-توان بر روی اندازه خوشه نیز تأثیر گذاشت و به همین منظور اندازه خوشه با توجه به آن متفاوت خواهد بود. باید این را هم در نظر داشت که سرخوشه می‌تواند یک واحد کنارجاده هم باشد، و به همین منظور سرخوشه برای خوشه مورد نظر تغییر نکرده و ثابت فرض می‌شود به همین منظور ترجیح داده می‌شود تا در شبکه از چند گره ثابت به عنوان سرخوشه استفاده گردد. این روش حاوی مزیت‌هایی است که از جمله آنها آن است که تا زمانی که گره مورد نظر خاموش نشود به عنوان یک سرخوشه در شبکه باقی می‌ماند و شبکه را ترک نخواهد کرد.

علاوه بر این موارد، کمترین محدوده ارتباطی موجودی که بین وسایل نقلیه وجود دارد برای خوشه‌بندی در نظر گرفته می‌شود. با توجه به اینکه در این خوشه‌بندی، گره‌های ناظری به نام k وجود دارند که با کاهش دادن مقدار موجود در تابع تناسب که با استفاده از فرمول ۱ به دست می‌آید در شبکه‌های بین خودرویی که دارای N وسیله نقلیه هستند انتخاب می-شوند[۸].

$$FF = \sum_{i=1,j=1}^{i=N,j=k} \|Vi - Cj\|^2 \qquad (۱)$$

با استفاده از این فرمول، وسیله نقلیه مرکزی که به صورت "Cj" نشان داده شده‌است j امین خوشه را نشان داده و Vi نیز سایر وسایل نقلیه را نشان داده است. فاصله‌ای که بین وسیله نقلیه مرکزی و سایر وسایل نقلیه وجود دارد با استفاده از $\|Vi - Cj\|^2$ نشان داده می‌شود[۸].

با استفاده از فرمول مطرح شده، وسیله نقلیه مرکزی که به صورت "Cj" نشان داده شده‌است jامین خوشه را نشان داده‌است و مقدار Vi نیز سایر وسایل تقلیه را نشان داده است.

بعد از نهایی شدن مقدار k، k سرخوشه‌های تصادفی ایجاد می‌شود که در فاصله دوبرابری از محدوده ارتباط بین وسایل نقلیه انتخاب می‌شوند. به همین منظور، کوتاه‌ترین فاصله‌ای که بین دو سرخوشه وجود دارد و دسترسی مستقیم وسایل نقلیه با سایر وسایل نقلیه موجود در همان خوشه اطمینان حاصل می‌گردد. در حال حاضر حداقل محدوده ارتباطی‌ای که بین وسایل نقلیه در نظر گرفته شده است پشتیانی شده‌است. با در نظر گرفتن این مهم، باید فاصله اقلیدسی بین دو وسیله نقلیه مرکزی به دست آید که این مهم با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌گردد. و نتیجه آن باید حاوی مقداری به دست بیاید که کمتر از مقدار $2 \times CR$ باشد.

$$\text{Euclidean Distance d (C, C2)} = \sqrt{(x1 - x2)2 + (y1 - y2)2} \leq (\times CR) \qquad (۲)$$

در فرمول آورده شده، مقادیر مربوط به C1 و C2 به وسایل نقلیه مرکزی انتخاب شده مرتبط هستند که مختصات مربوط به آنها در محورهای x و y به صورت (x1, y1) و (x2, y2) به دست می‌آیند[۸].

الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری: با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری که به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین الگوریتم‌های بهینه‌سازی شناخته می‌شوند. بر اساس ماهیت شکارچی و شکار طراحی شده‌اند. این الگوریتم براساس یک گروه بسیار سازمان‌دهی تشکیل شده‌است. درحال حاضر، یک الگوریتم فرااکتشافی جدیدی طراحی شده‌است که بر اساس فعالیت‌های مربوط به گرگ خاکستری طراحی شده است. این فعالیت‌های گرگ خاکستری هنگام حمله، بررسی محیط و محاصره طعمه می‌باشد. و باید این را هم در نظر داشت

که این گرگ‌ها معمولا در گروه‌های ۵ تا ۱۲ نفره قرار می‌گیرند. سلسله مراتب رهبری گرگ‌های خاکستری شامل ۴ سطح است ۱- آلفا (α)؛ ۲- بتا (β)؛ ۳- دلتا (δ)؛ ۴- امگا(ω).

تعریف مربوط به این ۴ سطح گرگ‌های خاکستری به اینصورت است که سطح آلفا، شامل گرگ‌های ماده و نری است که رهبر گروه هستند گرگ‌های موجود در این سطح، تصمیم-گیری درباره مسائل مختلفی همانند شکار، زمان خوابیدن و بیدار شدن را برعهده دارند. گرگ‌های موجود در سطح بتا، مسئولیت پیشنهاد، مشاوره و کمک به گرگ‌های آلفا را به عهده دارند. گرگ‌های موجود در سطح دلتا به عنوان نگهبان، شکارچی و راهنما عمل می‌کنند. گرگ‌های موجود در این سطح، از گرگ‌های موجود در سطوح دیگر آلفا و بتا گروه امگا را کنترل می‌کنند. و در نهایت، گرگ‌های موجود در سطح امگا هستند که از سایر سطوح پیروی می‌کنند.

سه سطح آلفا(α)، بتا (β) و دلتا(δ) در الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری، به ترتیب به عنوان اولین، دومین و سومین بهترین راه‌حل در نظر گرفته شده‌است. راه‌حل‌های برجسته پیدا شده برای کاندیدها را امگا می‌گویند. این گرگ‌ها در حین فرآیند شکار، طعمه خود را محاصره می‌کنند. که فرمول مربوط به آن، به صورت زیر نشان داده شده‌است.

$$\vec{D} = \left|\vec{C} \cdot \vec{X}_P - \vec{X}_{(t)}\right| \quad (۳)$$

$$\vec{X}_{(t+1)} = \left|\vec{X}_{P(t)} - \vec{A}.\vec{D}\right| \quad (۴)$$

در فرمول آورده شده، مقادیر $\vec{X}_P$ و $\vec{X}_{(t)}$، موقعیت مربوط به گرگ خاکستری و طعمه را در تکرار (t) نشان می‌دهد. فرمول (۵) نشان دهنده چگونگی محاسبه بردار ضریب $\vec{A}$ و $\vec{C}$ است که به صورت زیر نشان داده می‌شود.

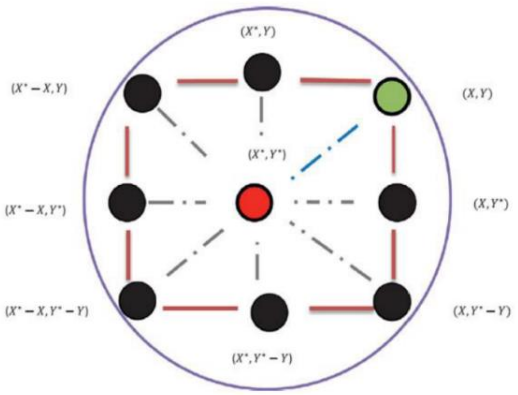
$$\vec{A} = |2\vec{a} \cdot \overrightarrow{\text{rand } 1} - \vec{a}| \quad (۵)$$

$$\vec{C} = 2\vec{a} \cdot \overrightarrow{\text{rand } 2} \quad (۶)$$

در فرمول بالا مقادیر $\overrightarrow{\text{rand } 1}$ و $\overrightarrow{\text{rand } 2}$ به عنوان یک بردار تصادفی در محدوده بین [0,1] می‌باشند. مقدار $\vec{a}$ با هر بار تکرار، به صورت خطی از ۲ به ۰ کاهش پیدا می‌کند همانطور که در فرمول زیر آورده شده‌است.

$$a = 2 - 1 * \frac{2}{iterations} \quad (۷)$$

پارامتر تکرار، نشان دهنده بیشترین تعداد تکرارها را نشان می‌دهد. محل گرگ خاکستری که به صورت (x, y) نشان داده می‌شوند بسته به موقعیت طعمه که به صورت (X*,Y*) نشان داده می‌شود تغییر می‌کند. موقعیت مربوط به گرگ خاکستری با راه‌حل بهینه می‌تواند به اصلاح بردارهای $\vec{A}$ و $\vec{C}$ پرداخته و تغییر کند. در شکل ۴ موقعیت احتمالی بعدی گرگ خاکستری را با یک بردار دو بعدی موقعیت نشان می‌دهد.



شکل۴: موقعیت بعدی احتمالی بردار موقعیت دو بعدی[۱۰].

با تقلید از نحوه شکار گرگ‌های خاکستری با ۳ سطح آلفا (α)، بتا(β) ، دلتا(δ) می‌توان این نتیجه را دریافت کرد که همگی آنها مسئول هستند تا شکار را در یک موقعیت مشخص قراردهند و سپس بهترین راه‌حل‌های اول، دوم و سوم توسط سه سطح آلفا، بتا و دلتا ارائه شده و سپس سایر گرگ‌ها موقعیت خودشان را با توجه به این راه‌حل‌های به دست آمده یعنی $(\vec{X}_1, \vec{X}_2, \vec{X}_3)$ خود را تغییر می‌دهند. که فرمول مربوط به آنها به صورت زیر بیان می‌شود.

$$\vec{X}_{(t+1)} = \frac{\left(\vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3\right)}{3} \quad (۸)$$

$$\vec{X}_1 = \vec{X}_\alpha - \vec{A}_1 \cdot \left(\vec{D}_\alpha\right) \quad (۹)$$

$$\vec{X}_2 = \vec{X}_\beta - \vec{A}_2 \cdot \left(\vec{D}_\beta\right) \quad (۱۰)$$

$$\vec{X}_3 = \vec{X}_\delta - \vec{A}_3 \cdot \left(\vec{D}_\delta\right) \quad (۱۱)$$

جایی که،

$$\vec{D}_\alpha = \left|\vec{C}_1 \cdot \vec{X}_\alpha - \vec{X}\right| \quad (۱۲)$$

$$\vec{D}_\beta = \left|\vec{C}_2 \cdot \vec{X}_\beta - \vec{X}\right| \quad (۱۳)$$

$$\vec{D}_3 = \left|\vec{C}_3 \cdot \vec{X}_\delta - \vec{X}\right| \quad (۱۴)$$

گرگ‌ها این توانایی را دارند تا هنگام حمله، موقعیت خود را مابین موقعیت که در حال حاضر در آن قرار دارند و موقعیت شکار به روزرسانی می‌کنند تا زمانی که شرط زیر برقرار شود $|A| < 1$. سه سطح گرگ‌های آلفا (α)، بتا(β) ، دلتا (δ)بعد از آنکه شکار خود را پیدا کردند به یکدیگر پیوسته و سپس به طعمه مورد نظر خود حمله می‌کنند. مقدار $\vec{A}_1$ به

صورت تصادفی با مقدار ۱ یا ۱- مقدار دهی می‌گردد تا گرگ‌ها را از طعمه خود منحرف کند[۱۰].

۴- نتایج و ارزیابی روش پیشنهادی

سیستم‌های حمل و نقل هوشمند روشی برای مدیریت حمل و نقل بزرگراه‌ها ایجاد می‌کند. تأثیر این نوع سیستم‌ها، کاهش تراکم ترافیک برای مدیریت حمل و نقل عمومی و فراهم کردن ایمنی و راحتی برای رانندگان و مسافران در جاده‌ها و محیط‌های شهری می‌باشد. برای رسیدن به این اهداف هر خودرو باید با وسایل خاصی تجهیز شده باشد که بتواند پیام‌ها و اخطارهای موردنیاز را دریافت و در زمان مناسب عکس‌العمل نشان دهد. ارتباطات بین خودرویی به‌منظور مبادله اطلاعات و پیام‌ها به دو صورت انجام می‌شود[۱۱].

برای بهبود مسیریابی در شبکه‌های پویا مانند شبکه‌های بین خودرویی، به دلیل آنکه وسایل نقلیه دائما در حال حرکت می‌باشند یک امر چالش بر انگیز است. به همین منظور استفاده از روش‌هایی که بتوانند مسیریابی را در این شبکه‌ها بهبود بخشند مورد نیاز هستند. در این پژوهش، از الگوریتم K-means به همراه الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری برای خوشه‌بندی در این شبکه‌ها استفاده شده‌است. در ادامه این فصل، نتایج مربوط به شبیه سازی این روش آورده شده‌است.

روند پژوهش: در این پژوهش به منظور بهبود مسیریابی در شبکه‌های بین خودرویی خوشه‌بندی انجام می‌شود و در هر کدام از خوشه‌های تشکیل شده، انتخاب سرخوشه بسیار اهمیت دارد زیرا سرخوشه در هر کدام از خوشه‌ها مسئول ارتباط گره-هایی است که در داخل و بیرون خوشه قرار دارند. در این پژوهش، به منظور بهبود انتخاب سرخوشه‌ها از الگوریتم بهینه-سازی گرگ خاکستری استفاده شده‌است. این روند در فلوچارت زیر توضیح داده شده‌است. توضیحات مربوط به عملکرد این فلوچارت در ادامه آورده شده‌است.

در هر کدام از خوشه‌هایی که تشکیل می‌شود باید یک سرخوشه وجود داشته باشد زیرا سرخوشه وظیفه مدیریت کردن گره‌های داخل خوشه و برقراری ارتباط بین گره‌های داخل و خارج از خوشه را برعهده دارد، به همین منظور انتخاب کردن یک سرخوشه مناسب اهمیت زیادی دارد. برای انتخاب سرخوشه از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری استفاده می‌شود.

الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری و نحوه عملکرد آن همانطور که از نام آن مشخص است، یک الگوریتم فراابتکاری الهام گرفته از طبیعت است که بر اساس رفتار دسته‌ی گرگ‌ها طراحی شده‌است. این الگوریتم نیز مانند سایر الگوریتم‌های فرا ابتکاری الهام گرفته از طبیعت، فضای جستجو را به امید پیدا کردن یک راه حل بهینه بررسی می‌کند. به طور خلاصه، این یک روش تکراری است که برای مسائل بهینه سازی استفاده می‌شود. این الگوریتم از رفتار گرگ‌های خاکستری الهام می‌گیرد که طعمه‌های بزرگ را به صورت گروهی شکار می‌کنند. این رفتار دو جنبه جالب توجه دارد:

- سلسله مراتب اجتماعی؛
- مکانیسم شکار.

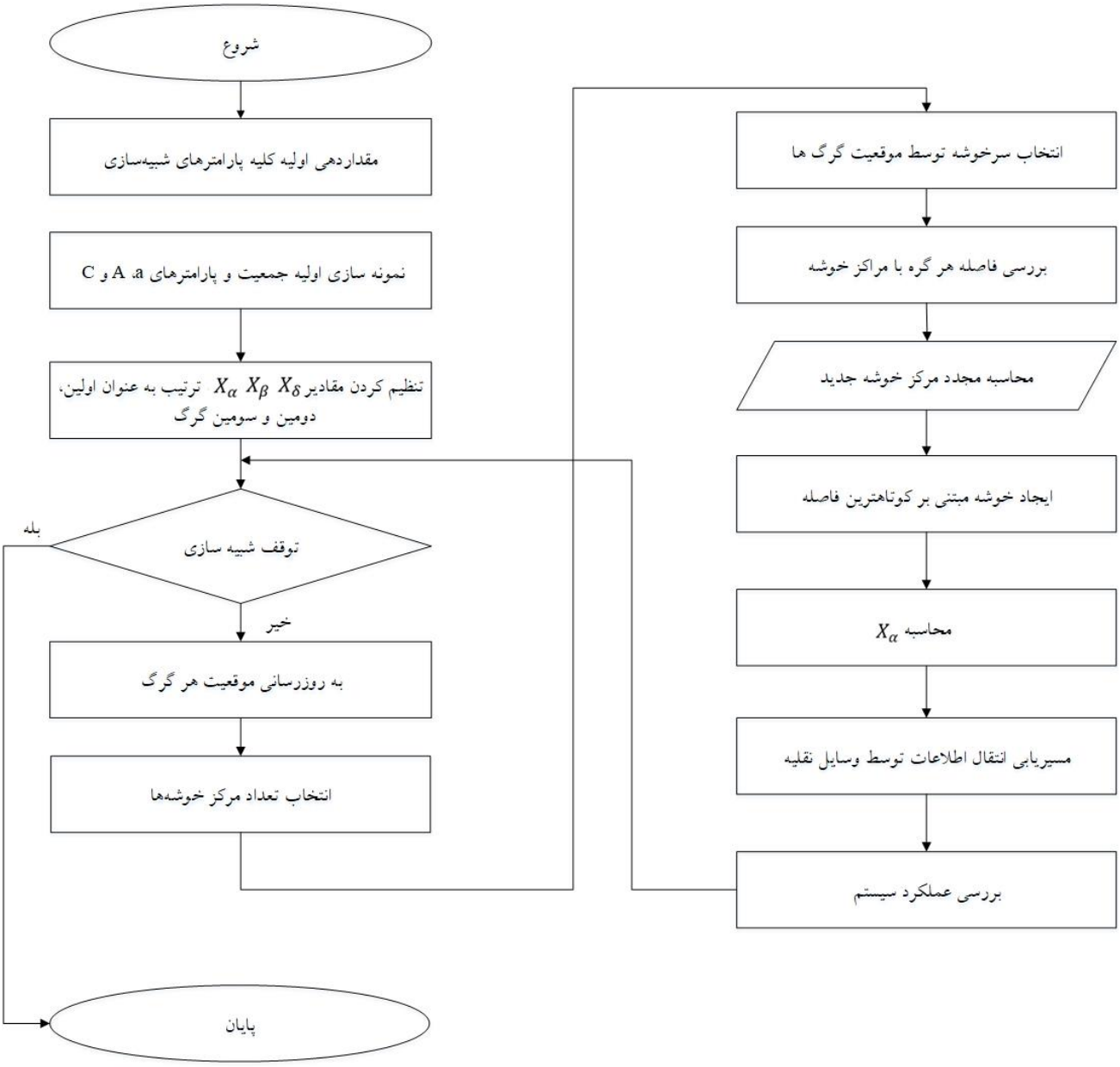
گرگ خاکستری یک حیوان بسیار اجتماعی و دارای سلسله مراتب اجتماعی پیچیده است. به این سیستم سلسله مراتبی که گرگ‌ها در آن بر اساس قدرت رتبه‌بندی می‌شوند، «سلسله مراتب سلطه» گفته می‌شود. بنابراین گرگ‌ها به دسته‌های آلفا، بتا، دلتا و امگا تقسیم می‌شوند.

- گرگ‌های نر و ماده آلفا در بالای این سلسله مراتب قرار دارند و مسئول هدایت گروه هستند. تمام اعضای گروه دارای یک رتبه بندی خاص هستند. سیستم سلسله مراتبی گرگ فقط در مورد سلطه و خشونت نیست. این سیستم همچنین به اعضای آسیب پذیر گروه که نمی-توانند خودشان شکار کنند کمک می‌کند؛
- در رتبه دوم گرگ بتا قرار دارد که از تصمیمات گرگ آلفا حمایت کرده و به حفظ نظم و انضباط در گروه کمک می‌کند؛
- گرگ دلتا از نظر رتبه پایین‌تر از گرگ بتا است. آنها اغلب قوی هستند اما فاقد مهارت‌های رهبری یا اعتماد به نفس برای به عهده گرفتن مسئولیت‌های هدایت گروه هستند؛
- در آخر امگا که اصلاً قدرتی ندارد و سایر گرگ‌ها به-سرعت او را تعقیب می‌کنند. گرگ امگا همچنین مسئول مراقبت از گرگ‌های جوان است.

علاوه بر سلسله مراتب اجتماعی، گرگ های خاکستری روش و استراتژی منحصر به فردی برای شکار دارند. آن‌ها به صورت دسته‌ای و گروهی با هم کار می‌کنند تا طعمه را از گله جدا کنند، سپس یکی از گرگ‌ها شکار را تعقیب کرده و به آن حمله می‌کند، در حالی که سایر گرگ‌ها سایر اعضای گله را دور می‌کنند. استراتژی شکار دسته گرگ به صورت زیر تعریف شده-است:

- نزدیک شدن و تعقیب طعمه؛
- ادامه تعقیب، خسته کردن و محاصره طعمه؛
- حمله به طعمه وقتی که خسته شده است.

الگوریتم K-means یک الگوریتم خوشه‌بندی مبتنی بر مرکز[1] است که در آن فاصله بین هر نقطه داده از یک مرکز محاسبه شده و به یک خوشه اختصاص داده می‌شود. هدف در اینجا شناسایی K تعداد گروه در مجموعه داده است. خوشه‌بندی K-means یک روش کمّی‌سازی برداری از پردازش سیگنال است که هدف آن تقسیم n مشاهده به K خوشه می‌باشد. هر مشاهده در این تقسیم بندی به خوشه‌ای با نزدیک‌ترین میانگین تعلق دارد و به عنوان پروتوتایپ خوشه عمل می‌کند. این یک فرآیند تکراری برای تخصیص نقاط داده به گروه‌ها است و نقاط داده را بر اساس ویژگی‌های مشابه، خوشه‌بندی می‌کند. هدف، به حداقل رساندن مجموع فواصل بین نقاط داده و مرکز خوشه است تا گروهی که هر نقطه داده باید به آن تعلق داشته باشد به درستی شناسایی شود.



شکل۵: فلوچارت روند پژوهش.

[1] Centroid-Based Clustering

در اینجا، یک فضای داده به K خوشه تقسیم شده و یک مقدار متوسط به هر کدام اختصاص داده می‌شود. نقاط داده در خوشه‌هایی قرار می‌گیرند که نزدیک‌ترین مقدار را به مقدار میانگین آن خوشه دارند. چند معیار فاصله وجود دارد که می‌توان از آنها برای محاسبه فاصله استفاده کرد. عملکرد الگوریتم K-means را می توان به پنج مرحله تقسیم کرد:

- انتخاب تعداد خوشه‌ها: اولین قدم این است که K تعداد خوشه تعریف شود و داده‌ها در این خوشه‌ها گروه‌بندی شوند؛
- مقداردهی اولیه مراکز: از آنجایی که در ابتدا مرکز دقیق نقاط داده در یک خوشه ناشناخته است، بنابراین، چند نقطه داده به‌صورت تصادفی انتخاب و به‌عنوان مرکز هر خوشه تعریف می‌شود. سه مرکز در مجموعه داده مقداردهی اولیه می‌شود؛
- اختصاص نقاط داده به نزدیکترین خوشه: اکنون که مقدار مراکز مشخص شده‌است، در گام بعدی نقاط داده X_n به نزدیکترین مرکز خوشه C_k اختصاص داده می‌شود. در این مرحله ابتدا فاصله بین نقطه داده X و مرکز C با استفاده از معیار فاصله اقلیدسی محاسبه می‌شود و سپس خوشه‌ای برای نقاط داده انتخاب خواهد شد که فاصله بین نقطه داده و مرکز آن کمترین مقدار ممکن را دارد؛

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - y_i)^2} \qquad (۱۵)$$

- مقدار دهی مجدد مراکز: در مرحله بعد، با محاسبه میانگین تمام نقاط داده یک خوشه، مرکزها دوباره مقداردهی می‌شوند؛

$$Ci = \frac{1}{|Ni|} \sum xi \qquad (۱۶)$$

- تکرار مراحل ۳ و ۴: تکرار مراحل ۳ و ۴ تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که یک مرکز بهینه ایجاد شود و عضویت نقاط داده به خوشه‌های درست دیگر تغییر نکند.

برای K-means، مرحله انتظار جایی است که هر نقطه داده به محتمل‌ترین خوشه اختصاص داده می‌شود و مرحله حداکثرسازی وقتی انجام می‌شود که مرکزها با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی حداقل مربعات، مجدداً محاسبه می‌شوند. الگوریتم K-means این توانایی را دارد تا یک شبکه بزرگ را به شبکه‌های کوچکتری تقسیم‌بندی کرده و انتقال اطلاعات و مسیریابی را در این شبکه‌ها آسانتر کند. این الگوریتم، شبکه را به خوشه‌هایی حاوی تعدادی وسایل نقلیه که حاوی پارامترهای مشابه یکدیگر هستند خوشه‌بندی می‌کند. با استفاده از این الگوریتم، می‌توان اطمینان داد که یک شبکه بزرگ بین‌خودرویی به چند شبکه کوچکتر تقسیم شده‌است.

با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری به منظور انتخاب سرخوشه در الگوریتم K-means می‌توان اطمینان داد که نظارت بر روی خوشه‌ها بهبود پیدا کرده و در نتیجه مسیریابی در شبکه‌های بین خودرویی بهبود پیدا کرده است. معماری آدرس دهی شبکه: مهمترین جنبه هر شبکه، طرح آدرس دهی است که برای هر گره شرکت کننده در شبکه استفاده می شود. تکنیک های آدرس دهی موثر به گره ها این امکان را خواهد داد که با گره های دیگر در شبکه ارتباط برقرار کنند. پارتیشن بندی منطقی شبکه ها نقش کلیدی در مدیریت تحرک دارند. از این رو، یک طرح آدرس دهی جدید در روش پیشنهادی معرفی شده است که برای ارتباط آدرس های منطقی از فرمت مشخص آدرس‌های مک استفاده می‌کند. با پیروی از الگوریتم ۱ استفاده از این دو آدرس برای آدرس وسیله نقلیه توصیه می‌شود: آدرس خوشه‌ای که شناسه[1] گره‌های ناظر[2] مربوطه است و همچنین آدرس میزبانی که شناسه گره آن وسیله نقلیه است. فرمت این آدرس ها شبیه به شبکه IP است و می توانند به عنوان آدرس IP خصوصی در شبکه مشاهده شوند.

Algorithm 2: Address assignment
Input: Vehicle V
1. Fetch node-id of vehicle V and set to id (V)
2. Fetch SN[V] of vehicle V
3. Fetch node-id of SN[V] and set to id (SN[V])
4. Address (V) = id (SN[V]) | id(V)

الگوریتم ۱: تحصیص آدرس

وقتی یک شبکه کامل به چند خوشه تقسیم می شود، هر وسیله نقلیه باید از آدرس جدید و از فرمت آدرس جدید ارائه شده در معادله (۱۷) استفاده کند:

$$\forall X \in G \mid \text{Address}(X) = \text{Concat}(\text{NodeID}[\text{SN}(X)], \text{NodeID}[X] \qquad (۱۷)$$

در معادله فوق، آدرس (X) نشان‌دهنده آدرس گره X است، NodeID [SN (X)] شناسه منحصربه‌فرد گره‌های ناظر را برای خوشه‌ای با گره X نشان می‌دهد و NodeID [X] شناسه منحصربه‌فرد گره X است.

[1] Identifier

[2] Supervisor Node (SN)

با پیروی از این روش، کل شبکه به زیرشبکه‌های منطقی متعدد تقسیم می شود و هر زیرشبکه یک گره‌های ناظر اولیه خواهد داشت. در صورت خرابی گره‌های ناظر اولیه، یک گره‌های ناظر جدید انتخاب می شود. در شبکه‌های بین خودرویی، هر وسیله نقلیه را می توان با شماره منحصر به فردی که یک Node-ID است، شناسایی کرد. این ID از آدرس فیزیکی سخت افزاری، یعنی آدرس‌های مک مشتق شده است. آدرس کامل هر وسیله نقلیه ترکیبی از دو آدرس مختلف است: Node-ID گره های ناظر و Node-ID میزبان، یعنی <Supervisor Node-Id> و <Host Node-Id> (شکل۶). از شناسه گره‌های ناظر برای شناسایی زیرشبکه منطقی و از شناسه گره میزبان برای مسیریابی محلی استفاده می شود.

Supervisor node-Id	Host node-Id
Y	X

شکل۶: فرمت آدرس هر گره در شبکه.

مدل مسیریابی: سربار مسیریابی[1] با اعمال روش خوشه بندی در شبکه‌های بین خودرویی های بزرگ کاهش یافته است. پس از آماده‌سازی خوشه‌ها و تخصیص آدرس‌های جدید به هر وسیله نقلیه شرکت‌کننده در شبکه، یک مدل مسیریابی برای مشخص کردن مسیر بسته از مبدا به مقصد به طور قابل اعتماد پیشنهاد شده است.

Input: S, D vehicles
1. s node interprets address of D
2. Parse NodeID [D] and NodeID [SN (D)].
3. if NodeID [D] and NodeID [SN ()]
4. $\mathbf{R = S \cup v1 \cup v2 \ldots \ldots \cup D, where\ v1, v2 \in Cluster\ of\ S}$
5. Else
6. S sends packet to SN(S), with route R1 from S to SN (S).
7. End if
8. SN (S) finds route R2 from SN(S) to SN (D)
9. SN (D) derives further route R3 from SN(D) to D
10. $\mathbf{R = S \cup R1 \cup R2 \cup R3 \cup D}$

الگوریتم ۲: مسیریابی

الگوریتم ۲ در مورد این روش مسیریابی توضیح داده است. در مدل مسیریابی پیشنهادی از مسیریابی دو سطحی استفاده شده است. سطح اول، مسیریابی محلی است که برای برقراری ارتباط درون یک خوشه استفاده می شود و سطح دوم، مسیریابی بین خوشه‌ای است که از وسایل نقلیه در خوشه‌های مختلف برای ارتباط استفاده می‌کند.

برای مسیریابی محلی، هر گره از جمله گره ناظر در خوشه باید اطلاعات مسیریابی خوشه کامل را در جدولی به نام رجیستر میزبان[2] حفظ کند. از آنجایی که اطلاعات مسیریابی درون خوشه نگهداری می شود، استفاده از یک روش مسیریابی پیشگیرانه برای ارتباطات درون خوشه ای مناسب خواهد بود. شکل۷ یک رجیستر میزبان را برای ذخیره اطلاعات مسیریابی وسایل نقلیه در یک خوشه مشخص کرده است.

لیست گره ها (داخل خوشه)	گره بعدی که باید بازبینی شود	متریک ها
X	Y	Z

شکل۷: فرمت رجیستر میزبان که توسط گره های یک خوشه حفظ می‌شود.

برای رسیدن به مقصد در همان خوشه، وسیله نقلیه مبدا، مقصد را در لیست گره‌های نگهداری شده در رجیستر میزبان بررسی کرده و گره بعدی و مقدار متریک آن را مشخص می‌کند. مقدار متریک نشان می دهد که چند گره برای رسیدن به مقصد طی می شود. به طور مشابه، گره بعدی نیز دوباره رجیستر میزبانرا بررسی می کند، تا زمانی که پیام به وسیله نقلیه مقصد برسد. به این ترتیب، رجیستر میزبانبه پیدا کردن بهترین مسیر به سمت گره های یک خوشه به صورت یکی در میان کمک می‌کند.

علاوه بر رجیستر میزبان، گره ناظر جدول دیگری را نگهداری می‌کند که به آن رجیستر تحرک[3] می‌گویند. رجیستر تحرک اطلاعات مسیریابی تمام گره‌های ناظر دیگر را در شبکه ها نگه می دارد. همچنین، وسایل نقلیه در حال خروج از خوشه فعلی را ردیابی می کند. شکل۸ فرمت مورد استفاده برای ذخیره اطلاعات مسیریابی در رجیستر تحرکرا نشان می‌دهد. برای مسیریابی بین خوشه‌ای، گره‌های ناظر وسیله نقلیه مبدأ، رجیستر تحرکمربوطه را بررسی می‌کند و گره بعدی که به سمت گره‌های ناظروسیله نقلیه مقصد هدایت می‌شود را پیدا می‌کند. به‌طور مشابه، گره بعدی، رجیستر تحرک مربوطه را تا رسیدن پیام به خوشه مقصد بررسی می‌کند. به محض دریافت پیام توسط گره ناظر وسیله نقلیه مقصد، پیام با استفاده از مسیریابی رجیستر میزبانبه مقصد ارسال می شود.

[1] Routing Overhead
[2] Home Register(HR)
[3] Mobility Register(MR)

لیست تمام گره های ناظر	گره بعدی که باید بازبینی شود	متریک ها
X	Y	Z

شکل۸: فرمت رجیستر تحرک که توسط گره ناظر خوشه حفظ می‌شود.

به منظور طراحی یک چارچوب ارتباطی قابل اعتماد، استفاده از مسیریابی دو لایه[1] برای استخراج یک مسیر موثر بین وسیله نقلیه مبدا و مقصد پیشنهاد شده است. ابتدا، وسیله نقلیه مبدا با استفاده از اطلاعات مسیریابی محلی ذخیره شده در رجیستر میزبانبه دنبال مقصدی در همان خوشه می گردد. اگر وسیله نقلیه مقصد در رجیستر میزباندر دسترس نباشد، وسیله نقلیه مبدأ آدرس مقصد را به گره‌های ناظر تعیین شده در آن خوشه می فرستد. سپس، گره‌های ناظر یک مسیریابی بین خوشه‌ای را اجرا می‌کند و اطلاعات شناسه خوشه را از آدرس کامل وسیله نقلیه مقصد تجزیه می‌کند.

علاوه بر این، گره ناظر رجیستر تحرک برای پیدا کردن اینکه آیا شناسه ای برای خوشه تجزیه شده وجود دارد یا خیر بررسی می‌کند. اگر گره‌های ناظر بتواند شناسه خوشه مقصد را در جدول پیدا کند، بسته را به گره بعدی ارسال می کند. متعاقباً، گره‌های ناظر خوشه مقصد، وسیله نقلیه مقصد را در خوشه خود با استفاده از اطلاعات مسیریابی محلی که در رجیستر میزبان نگهداری می شود، پیدا می کند. مجموعه ای از تمام وسایل نقلیه طی شده باید برای آماده سازی مسیر نهایی تا وسیله نقلیه مقصد ضمیمه شود. ترکیبی از هر دو استراتژی مسیریابی ارتباط موثر و کارآمد بین هر دو وسیله نقلیه در شبکه‌های بین خودرویی را تضمین خواهد کرد. علاوه بر این، می‌توان بر اساس ویژگی‌های شبکه و ساختار، الگوریتم‌های مسیریابی مناسبی را از میان تمام پروتکل‌های موجود در شبکه-های بین خودرویی برای پیاده‌سازی هر دو مدل مسیریابی انتخاب کرد.

مدیریت تحرک: با استفاده از یک تکنیک مدیریت تحرک موثر میتوان ارتباط بین وسایل نقلیه متحرک را بدون هیچ گونه کنترل متمرکزی در شبکه‌های بین خودرویی تضمین کرد. اگر آدرس شبکه همچنان از آدرس‌دهی سلسله مراتبی استفاده می‌کند، باید از مدیریت تحرک مناسب برای مدیریت مسیریابی شبکه‌های بین خودرویی بزرگ استفاده شود.

شکل۱۳در مورد تکنیک مدیریت تحرک که در روش فعلی استفاده می‌شود، توضیح می‌دهد. هر خوشه یک گره ناظر دارد که به عنوان مدیر مکان در نظر گرفته می‌شود. گره ناظر بر تمام گره‌ها در خوشه نظارت می‌کند و در پیدا کردن گره هایی که از خوشه خارج شده اند نیز نقش دارد. مدیریت تحرک با استفاده از یک مجموعه داده سلسله مراتبی دوسطحی طراحی شده‌است. سطح اول، رجیستر میزبان است که توسط تمام گره-ها در شبکه‌ها نگهداری می‌شود و دیگری، رجیستر تحرک است که توسط گره‌های ناظر در هر خوشه نگهداری می‌شود. رجیستر میزبان وسایل نقلیه، سایر وسایل نقلیه ثبت شده را در همان خوشه نگه می‌دارد. اما، رجیستر تحرک گره‌های ناظر اطلاعات مسیر خودروهایی که به خوشه گره ناظر منتقل شده‌اند یا از آن خوشه خارج شده‌اند را ثبت می‌کند.

ایده اصلی پشت مدیریت تحرک این است که آدرس وسایل نقلیه باید حتی پس از انتقال به خوشه یا خارج شدن از خوشه بدون تغییر باقی بماند. هنگامی که یک وسیله نقلیه در یک خوشه حرکت می کند، وسیله نقلیه متحرک تغییرات توپولوژی را به سایر وسایل نقلیه داخل همان خوشه برای به روز رسانی اطلاعات موجود در رجیستر میزبان ارسال می کند.

برای کاهش سربار مسیریابی و اجتناب از مشکل طوفان توزیع، پیام‌ها فقط در داخل خوشه منتشر می‌شوند. این توزیع با تطبیق شناسه خودرو گره‌های ناظر از آدرس وسایل نقلیه شرکت کننده در پخش امکان پذیر است. سپس، رجیسترهای میزبان نگهداری شده توسط سایر وسایل نقلیه در خوشه نیز به روزرسانی می‌شوند تا حرکت خودرو در داخل خوشه اصلاح شود. اطلاعات مسیریابی ذخیره شده در هر گره در خوشه ممکن است در بعضی موارد باعث افزایش سربار شود. با اینحال، آن دسته از اطلاعات مسیریابی که توسط گره‌های ناظر نگهداری می‌شوند، به دلیل تغییرات نادر در گره‌های ناظر ، اغلب تغییری نمی‌کنند. بنابراین، سربار مسیریابی در مقایسه با سایر روش‌های مشابه خوشه‌بندی افزایش چندانی نخواهد داشت.

تحرک وسایل نقلیه فراتر از خوشه توسط پایگاه داده رجیستر تحرک مدیریت می‌شود. از این رو، حرکت وسایل نقلیه از یک خوشه به خوشه دیگر باعث به‌روزرسانی رجیستر تحرک دو گره‌های ناظر متعلق به خوشه‌های مختلف می‌شود. گره‌های

[1] Two-Tier Routing

ناظر خوشه جدید و خوشه قبلی هر دو رجیستر تحرک خود را به روزرسانی می‌کنند تا تغییرات اطلاعات بین خوشه‌های خود را اصلاح کنند. متعاقباً، این به‌روزرسانی در گره‌های دیگر نیز انجام می‌شود تا رجیستر میزبان آنها نیز به‌روزرسانی شود. رجیستر تحرک هر دو گره‌های ناظر اصلاح خواهد شد. هر دو پایگاه داده نقش کلیدی برای مدیریت حرکت ایفا می‌کنند. در صورت اضافه شدن وسایل نقلیه جدید به شبکه، این وسایل نقلیه به نزدیکترین خوشه تخصیص داده می‌شوند. آدرس این وسایل نقلیه مطابق با آدرس وسیله نقلیه گره‌های ناظر انتخاب خواهد شد. به محض اینکه یک وسیله نقلیه جدید به خوشه ملحق می‌شود، اطلاعات مسیریابی خود را فقط برای سایر وسایل نقلیه داخل آن خوشه ارسال می‌کند. از طرف دیگر، روش رسیدگی به خروج وسیله نقلیه از خوشه مشابه با رسیدگی به حرکت بین خوشه‌ای وسایل نقلیه است. بنابراین، گره‌های ناظر مربوطه مسیریابی را به سمت خودروهایی که دیگر در شبکه وجود ندارد، انجام خواهد داد.

جدول۱: پارامترهای شبیه‌سازی.

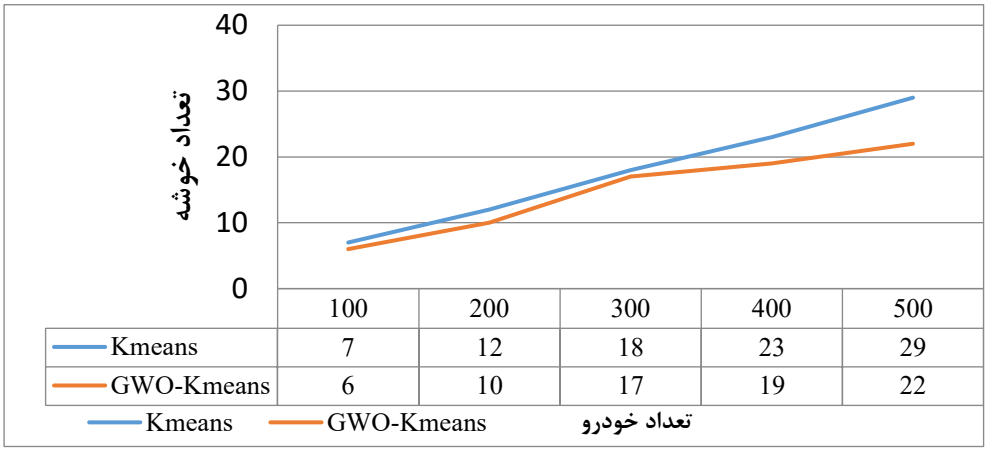
پارامترها	مقادیر
تعداد وسایل نقلیه	100, 200, 500, 1000, 1500
زمان توقف	10s, 50s, 100 s, 150 s, and 250 s
تعداد بسته ها	100, 200, 300, 400, 500
اندازه نقشه	1000 m × 1000 m
محدوده ارتباطی	250 m
سرعت وسیله نقلیه	10 m/s
اندازه بسته	512 bytes
MAC	IEEE 802.11
زمان شبیه سازی	با ۶۰۰ جریان 100 s
نوع ترافیک	CBR/UDP
مدل انتشار	Two-ray ground
مدل تحرک	Random way point
نرخ داده	2 Mbps

نتایج پژوهش: در این بخش، نتایج مربوط به روند پژوهش که توسط شبیه‌ساز متلب به دست آمده است آورده شده است. در ادامه، نمودارهای مربوطه آورده شده‌اند. ابتدا پارامترهای شبیه‌سازی در جدول ۱ آورده شده‌است.

آزمایش اول: بررسی تأثیر تعداد خوشه های انتقال داده: در این آزمایش تعداد خودرو ها از ۱۰۰ عدد الی ۵۰۰ عدد تغییر می یابد. مدت زمان آزمایش این بخش ۱۰ دقیقه درنظر گرفته شده است و تعداد خوشه مورد نیاز برای انتقال داده ها مورد بررسی قرار گرفت. در این بخش اعداد به دست آمده بصورت میانگین محاسبه شده و در نهایت جهت بررسی بهتر اعداد آن رند شده است.

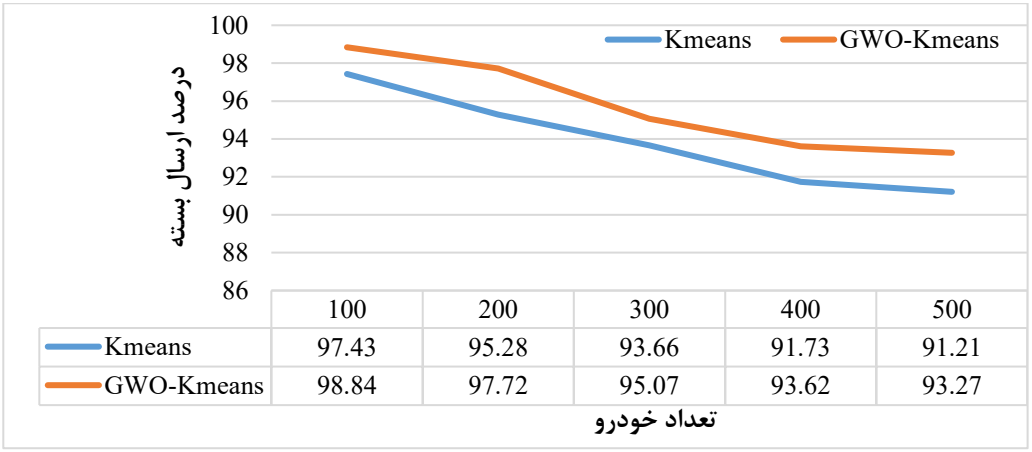
نمودار شکل ۹ نتایج این بخش نشان میدهد که با افزایش تعداد خودرو در خیابان ها تعداد خوشه های مورد نظر برای انتقال هرچه سریعتر داده ها در شبکه ایجاد گردد. در این بخش که از معیار سیلوهیته برای تعیین کیفیت تعداد خوشه ها استفاده شده است نشان میدهد که استفاده از الگوریتم گرگ خاکستری با توجه به پیمایش اطلاعات و درنظر گرفتن پیشینه اطلاعاتی می تواند تعداد خوشه های کمتری ایجاد نماید. در نتیجه تعداد سرخوشه ها کمتر شده و میزان انرژی مصرف شده کاهش و کنترل بر شبکه افزایش خواهد یافت. نتایج نشان میده در ۵۰۰ خودرو روش پیشنهادی به میزان ۱.۳ برابر خوشه های کمتری تشکیل داده است. همچنین با افزایش تعداد خودرو از ۱۰۰ عدد به ۵۰۰ عدد میزان تعداد خوشه ها در روش پایه ۴.۱۴ برابر و در روش حاضر به میزان ۳.۶۶ برابر افزایش خواهد یافت. بنابراین در صورت افزایش تعداد خودرو نیز روش حاضر تعداد خوشه های کمتری مورد نیاز دارد.

آزمایش دوم: بررسی نرخ تحویل بسته: در این آزمایش تعداد خودرو ها از ۱۰۰ الی ۵۰۰ عدد درنظر گرفته شده است. هر کدام از خودروها دارای پیام هایی برای ارسال می باشند. برای هر خودرو تعداد ۱۰۰ پیام درنظر گرفته شده است. مدت زمان آزمایش این بخش ۱۰ دقیقه درنظر گرفته شده است.



شکل ۹: بررسی تأثیر تعداد خودرو بر تعداد خوشه‌ها

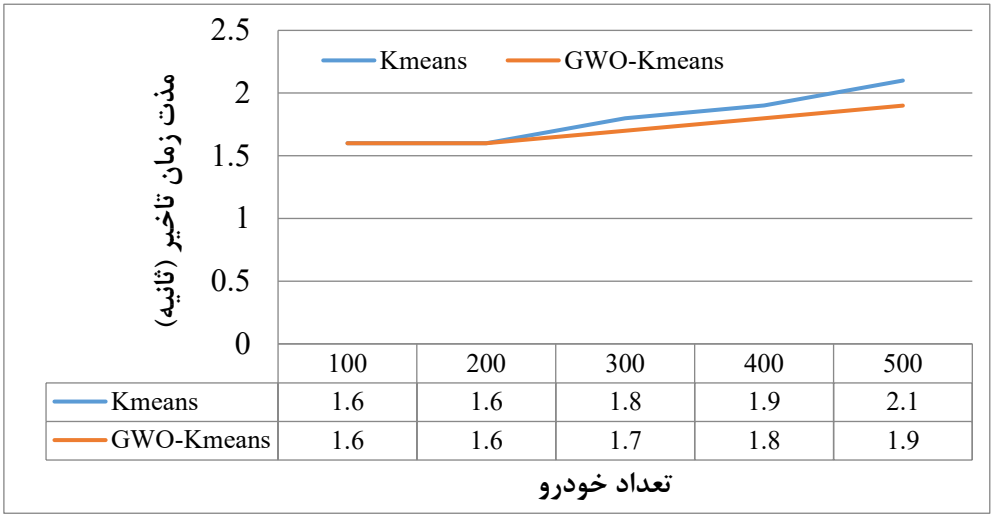
نمودار شکل ۱۰ نتایج این بخش نشان میدهد که با افزایش تعداد خودرو در خیابان ها تعداد بسته های دریافتی نیز کاهش می یابد. نتایج نشان میدهد افزایش تعداد خودروها و در نتیجه افزایش تعداد پیام های ارسالی سبب شده تا نرخ انتقال داده و به مقصد رسیده کاهش یابد. در تعداد ۵۰۰ خودرو درصد پیام های رسیده به مقصد در بازه زمانی آزمایش نسبت به روش پایه به میزان ۲.۲۵ درصد عملکرد بهتری از خود نشان داده است. همچنین با افزایش تعداد خودروها از ۱۰۰ به ۵۰۰ خودرو و در نتیجه افزایش ۵ برابری پیام های ارسالی در روش پایه درصد پیام های رسیده به مقصد به میزان ۶.۳۸ درصد و در روش حاضر به میزان ۵.۶۳ درصد کاهش یافته است. بنابراین نتایج نشان میدهد روش پژوهش حاضر نسبت به روش پایه عملکرد بهتری در این آزمایش داشته است.



شکل ۱۰: بررسی تأثیر تعداد خودرو در برابر درصد ارسال بست

آزمایش سوم: بررسی تاخیر ارسال پیام: در این آزمایش تعداد خودرو ها از ۱۰۰ الی ۵۰۰ عدد درنظر گرفته شده است. هر کدام از خودروها دارای پیام هایی برای ارسال می باشند. برای هر خودرو تعداد ۱۰۰ پیام درنظر گرفته شده است. مدت زمان آزمایش این بخش ۱۰ دقیقه درنظر گرفته شده است. مسیر هر کدام از پیام ها و مدت زمان توقف در هر گام ذخیره شده و در نتیجه بصورت میانگین در نمودار زیر ارائه شده است.

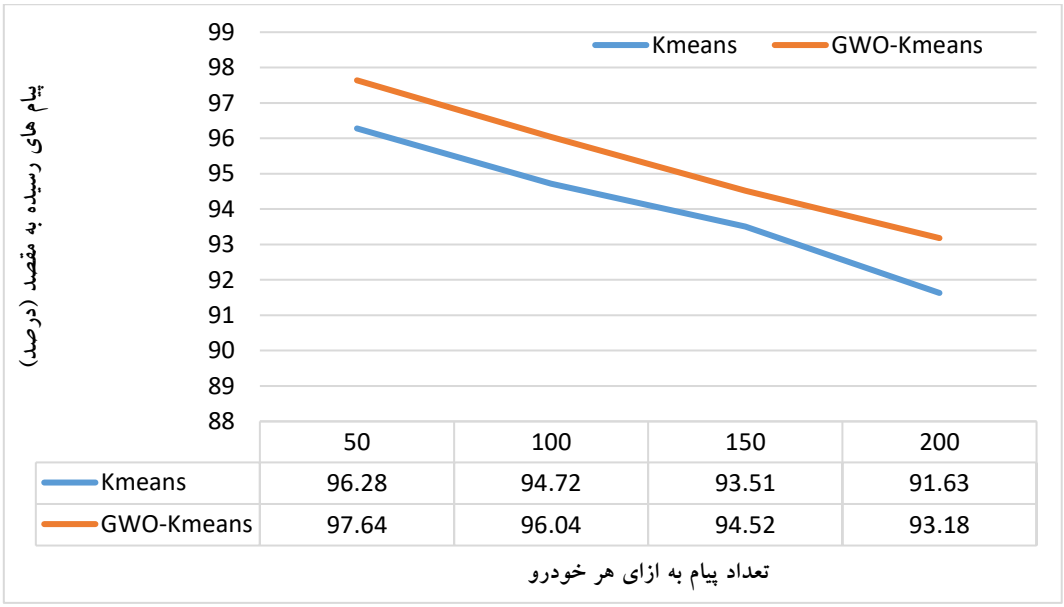
نمودار شکل ۱۱ نتایج این بخش نشان میدهد که با افزایش تعداد خودرو در خیابان ها و افزایش تعداد بسته های ارسالی مدت زمان رسیدن پیام به مقصد نیز افزایش یافته است. نتایج نشان میدهد با افزایش ۵ برابری تعداد خودرو مدت زمان رسیدن پیام به مقصد به میزان ۱.۳ برابر و در روش حاضر به میزان ۱.۱ برابر شده است. در تعداد ۵۰۰ خودرو روش حاضر نسبت به روش پایه به میزان ۹.۵۲ درصد عملکرد بهتری از خود نشان داده است.



	100	200	300	400	500
Kmeans	1.6	1.6	1.8	1.9	2.1
GWO-Kmeans	1.6	1.6	1.7	1.8	1.9

شکل ۱۱: بررسی تأثیر تعداد خودرو در برابر مدت زمان تأخیر

آزمایش چهارم: بررسی تعداد پیام ها بر عملکرد ارسال: در این آزمایش تعداد خودرو ها از ۵۰۰ عدد درنظر گرفته شده است. هر کدام از خودروها دارای پیام هایی برای ارسال می باشند. برای هر خودرو تعداد ۵۰ الی ۲۰۰ پیام درنظر گرفته شده است. مدت زمان آزمایش این بخش ۱۰ دقیقه درنظر گرفته شده است. درصد پیام های رسیده به مقصد در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفته است. شکل ۱۲ نمودار نتایج این بخش نشان میدهد که با افزایش تعداد پیام های خودرهای در خیابان ها درصد پیام رسیده به مقصد کاهش یافته است. افزایش تعداد پیام ها در شبکه و در نتیجه افزایش بار ترافیک در آن سبب شده تا با افزایش ۴ برابری تعداد پیام درصد پیام های رسیده به مقصد به میزان ۴.۸۲ با درنظر گرفتن روش پایه و به میزان ۴.۵۶ درصد با درنظر گرفتن روش حاضر کاهش یابد. در تعداد ۲۰۰ پیام روش پژوهش حاضر به میزان ۱.۶۹ درصد عملکرد بهتری از خود نشان داده است.

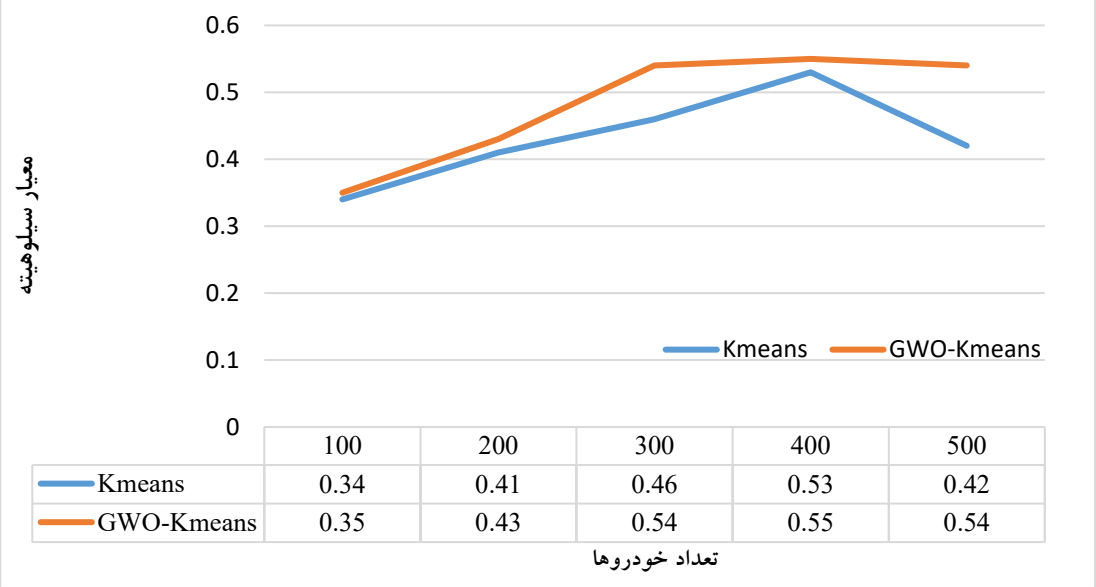


	50	100	150	200
Kmeans	96.28	94.72	93.51	91.63
GWO-Kmeans	97.64	96.04	94.52	93.18

شکل ۱۲: بررسی تأثیر تعداد پیام هر خودرو در برابر تعداد پیام های رسیده به مقصد.

آزمایش پنجم: بررسی کیفیت خوشه بندی(مقایسه روش پیشنهادی و مقاله پایه): در این آزمایش تعداد خودرو ها ۱۰۰ الی ۵۰۰ عدد درنظر گرفته شده است. هر کدام از خودروها دارای پیام هایی برای ارسال می باشند. برای هر خودرو تعداد ۱۰۰ پیام درنظر گرفته شده است. مدت زمان آزمایش این بخش ۱۰ دقیقه درنظر گرفته شده است. هدف از این آزمایش بررسی کیفیت خوشه بندی درصورت استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری می‌باشد. جهت بررسی این خصوصیت از

سیلوهیته استفاده شده است. نمودار شکل ۱۳ نتایج این بخش نشان میدهد که با افزایش تعداد خودرها در خیابان ها کیفیت خوشه بندی نیز افزایش یافته است. تعداد خودروها و نحوه قرارگیری آنها در خیابان سبب شده تا نظم در خوشه بندی نیز افزایش یابد. در این صورت معیار سیلوهیته نیز کیفیت بالاتری را اعلام نموده است. کیفیت خوشه بندی در روش پیشنهادی نسبت به مقاله پایه به در زمانیکه تعداد خودرو ۳۰۰۰ عدد باشد به میزان ۱۷.۳۹ درصد بهتر بوده است. همچنین با افزایش ۵ برابری تعداد خودروها میزان کیفیت خوشه بندی در روش پیشنهادی به میزان ۵۴.۲۸ درصد افزایش داشته است.



	100	200	300	400	500
Kmeans	0.34	0.41	0.46	0.53	0.42
GWO-Kmeans	0.35	0.43	0.54	0.55	0.54

شکل ۱۳: بررسی تأثیر تعداد خودرو بر کیفیت خوشه بندی.

در این بخش قبل، به مقایسه نتایج سه مقاله مشابه با روش پیشنهادی پرداخته شده‌است. توضیحات مربوط به این مقالات در جدول ۲ آورده شده و مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

بحث و نتایج نهایی پژوهش: در آزمایش اول که نتایج آن در شکل ۹ نشان داده شده‌است به صورت زیر به دست آمده است. با افزایش تعداد خودرو در خیابان‌ها، تعداد خوشه‌های مورد نظر جهت هر چه سریع‌تر داده‌ها در شبکه ایجاد شده‌است با استفاده از معیار سیلوهیته برای تعیین کیفیت تعداد خوشه ها، نشان داده شده‌است که استفاده از الگوریتم گرگ خاکستری با توجه به پیمایش اطلاعات و درنظر گرفتن پیشینه اطلاعاتی می تواند تعداد خوشه های کمتری ایجاد کند. در نتیجه تعداد سرخوشه ها کمتر شده و میزان انرژی مصرف شده کاهش و کنترل بر شبکه افزایش خواهد یافته است. نتایج نشان داده است که روش پیشنهاد شده، در ۵۰۰ خودرو به میزان ۱.۳ برابر خوشه های کمتری تشکیل داده است. همچنین با افزایش تعداد خودرو از ۱۰۰ عدد به ۵۰۰ عدد میزان تعداد خوشه ها در روش پایه ۴.۱۴ برابر و در روش حاضر به میزان ۳.۶۶ برابر افزایش یافته است. بنابراین در صورت افزایش تعداد خودرو نیز روش حاضر تعداد خوشه های کمتری را نیاز داشته است.

در **آزمایش دوم** که نتایج آن در شکل ۱۰ نشان داده شده‌است به صورت زیر به دست آمده است. افزایش تعداد خودرو در خیابان ها تعداد بسته های دریافتی نیز کاهش یافته است. نتایج نشان داده است که با افزایش تعداد خودروها و در نتیجه افزایش تعداد پیام های ارسالی، نرخ انتقال داده و به مقصد رسیده کاهش یافته است. در تعداد ۵۰۰ خودرو درصد پیام های رسیده به مقصد در بازه زمانی آزمایش نسبت به روش پایه به میزان ۲.۲۵ درصد عملکرد بهتری از خود نشان داده است. همچنین با افزایش تعداد خودروها از ۱۰۰ به ۵۰۰ خودرو و در نتیجه افزایش ۵ برابری پیام های ارسالی در روش پایه درصد پیام های رسیده به مقصد به میزان ۶.۳۸ درصد و در روش حاضر به میزان ۵.۶۳ درصد کاهش یافته است. بنابراین نتایج نشان داده است که روش پژوهش حاضر نسبت به روش پایه، عملکرد بهتری در این آزمایش داشته است.

جدول ۲: نتیجه مقایسه روش پیشنهادی با روش های همسان

روش	نتایج
روش پیشنهادی	در این پژوهش، به منظور بهبود مسیریابی برای انتقال پیام بین گره‌های شبکه‌های بین‌خودرویی، ابتدا باید بتوان شبکه‌های بین‌خودرویی را که یک شبکه با مقیاس بزرگ است را به بخش‌های کوچکتری تقسیم کرد. به همین منظور، از روش خوشه‌بندی K-Means استفاده می‌شود. ولیکن برای برقراری یک ارتباط خوب بین گره‌های داخل و خارج یک خوشه، یک سرخوشه مناسب برای هر خوشه مورد نیاز است. برای رسیدن به این منظور در این پژوهش، از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری استفاده می‌شود. استفاده از این روش می‌تواند با انتخاب یک سرخوشه مناسب، انتقال داده بین خوشه‌ها و همچنین نرخ تحویل بسته را بهبود دهد و همچنین تأخیر ارسال پیام را تا حد زیادی کاهش دهد. همانطور که در نتایج به دست آمده در این فصل مشخص است، استفاده از روش پیشنهادی توانسته است تا حد زیادی عملکرد شبکه‌های بین‌خودرویی را بهبود دهد.
[۸]	یک رویکرد خوشه‌بندی جدید برای شبکه‌های بین‌خودرویی بزرگ در [۸] معرفی گردیده که حاوی مدیریت تحرک گروهی و فردی است. به منظور فراهم کردن مقیاس‌پذیری، کل شبکه به چند خوشه مختلف تقسیم شده و هر کدام از خوشه‌ها به وسیله یک گره ناظر (سرخوشه) نظارت می‌شوند. هر وسیله نقلیه در یک شبکه نیازمند نگه‌داری دو سطح از سلسله مراتب مسیربابی است. یک معماری سفارشی‌سازی شده آدرس‌دهی در روش [۸] جاگذاری شده‌است تا قابلیت اعتماد ارتباطات وسایل نقلیه را بیشتر کند. به علاوه، دو سطح از مجموعه داده‌ها پیشنهاد شده‌اند تا قابلیت نگه‌داری در شبکه را به منظور یک مدیریت تحرک موثر حفظ کند. همچنین مدیریت تحرک بهتر در شبکه‌های بین‌خودرویی بزرگ، مقیاس‌پذیری این رویکرد را اثبات می‌کند. صحت‌سنجی رویکرد توضیح داده شده، با انجام آزمایشات مختلف بر روی آن نشان داده شده‌است. روش پیشنهادی نسبت به این روش به دلیل استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری انعطاف‌پذیری بیشتری داشته و خوشه‌های بهتری را تشکیل می‌دهد.
[۱۲]	در [۳] یک معماری مبتنی بر ناحیه حرکت جدید و یک پروتکل مسیریابی مرتبط برای انتشار پیام، معرفی شده‌است که از آن برای انتقال پیام‌ها در شبکه بین‌خودرویی استفاده می‌شود. که تنها برای ارتباط وسیله نقلیه به وسیله نقلیه(بدون استفاده از ارتباطات وسیله نقلیه به زیر ساخت) استفاده می‌شود. در [۴] برای اولین بار از تکنیک‌های مربوط به اشیا در حال حرکت در شبکه‌های مربوط به وسایل نقلیه استفاده می‌شود. مدل‌سازی اشیا متحرک و شاخص‌سازی، در کارهای مختلفی از جمله ساخت و نگه‌داری منطقه و همچنین انتشار اطلاعات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. رویکرد [۱۲] توانسته است تا حد زیادی سربار ارتباطات را کاهش دهد و نرخ تحویل پیام را در مقایسه با سایر روش‌های مشابه بهبود دهد. به دلیل خوشه‌بندی منعطف در این پژوهش انتقال داده نسبت به [۱۲] با سرعت و دقت بیشتری انجام خواهد شد.
[۱۳]	یک چارچوب جدید برای خوشه‌بندی و انتقال داده در مقاله [۱۳] معرفی شده‌است که شامل دو الگوریتم است. اول، یک الگوریتم خوشه‌بندی ترکیبی معرفی شده‌است. خوشه‌بندی ترکیبی رویکردهای جغرافیایی و خوشه‌بندی‌های مبتنی بر متن را با یکدیگر ترکیب می‌کند، که برای کاهش کنترل بر روی سربار و ترافیک شبکه طراحی شده‌است. دوم، پروتکل مسیریابی آگاه به مقصد برای مسیریابی بین خوشه‌ای پیشنهاد شده‌است که کل نرخ تحویل بسته را بهبود داده و تأخیر نظیر به نظیر را کاهش می‌دهد. بسیاری از تکنیک‌های مسیریابی مبتنی بر خوشه مانند "بیت‌ریت ثابت[1]"، "ادهاک-وسایل نقلیه مبتنی بر سازگاری[2]" از موقعیت فعلی گره و گره‌های همسایه آن به منظور تشخیص گره ارسال کننده بعدی استفاده می‌کند. انتخاب گره ارسال کننده بعدی ممکن است بهینه نباشد زیرا در حال حاضر ممکن است گره، نزدیکتر و با زاویه کمتری از موقعیت فعلی قرار داشته باشد، اما ممکن است با تغییر مسیر و دور شدن از موقعیت هدف در آینده مواجه شود. بنابراین باید بتوان با دریافت مسیر حرکت گره و همچنین مقصد گره، گره ارسال کننده بعدی را انتخاب کرد. این مهم، با افزایش نرخ دریافت و کاهش تأخیر کلی برای مسیریابی پیام، از گره مبدأ به گره مقصد استفاده می‌شود. با توجه به در نظر گرفتن تاریخچه تغییرات خودروها روش پیشنهادی جای روش [۱۳] راه‌حل مطرح کرده است.

[1] Constant Bitrate
[2] CV-AODV: Compatibility Based Vehicular Ad-hoc

در **آزمایش سوم** که نتایج آن در شکل ۱۱ نشان داده شده‌است به صورت زیر به دست آمده است. افزایش تعداد خودرو در خیابان ها و افزایش تعداد بسته های ارسالی، مدت زمان رسیدن پیام به مقصد نیز افزایش یافته است. نتایج نشان داده است که با افزایش ۵ برابری تعداد خودرو مدت زمان رسیدن پیام به مقصد به میزان ۱.۳ برابر و در روش حاضر به میزان ۱.۱ برابر شده است. در تعداد ۵۰۰ خودرو روش حاضر نسبت به روش پایه به میزان ۹.۵۲ درصد عملکرد بهتری از خود نشان داده است.

در **آزمایش چهارم** که نتایج آن در شکل ۱۲ نشان داده شده‌است به صورت زیر به دست آمده است. افزایش تعداد پیام های خودرها در خیابان‌ها درصد پیام رسیده به مقصد کاهش یافته است. افزایش تعداد پیام ها در شبکه و در نتیجه افزایش بار ترافیک در آن سبب شده تا با افزایش ۴ برابری تعداد پیام درصد پیام های رسیده به مقصد به میزان ۴.۸۲ با درنظر گرفتن روش پایه و به میزان ۴.۵۶ درصد با درنظر گرفتن روش حاضر کاهش یابد. در تعداد ۲۰۰ پیام روش پژوهش حاضر به میزان ۱.۶۹ درصد عملکرد بهتری از خود نشان داده است. مقایسه نتایج روش پیشنهادی با مقالات مرتبط:

۷- نتیجه‌گیری

شبکه‌های شبکه‌های بین خودرویی نوعی از شبکه‌ها هستند که با ترکیب وسایل نقلیه در حال حرکت و زیرساخت-های مربوطه ایجاد شده‌اند. این شبکه‌ها دارای چالش‌هایی هستند که از جمله آنها می‌توان به مسیریابی اشاره کرد. از دیگر چالش‌ها در این شبکه، می‌توان به کاهش توان عملیاتی هر شبکه‌های بین خودرویی اشاره کرد که افزایش تعداد گره‌ها از دلایل اصلی آن است. به همین منظور، استفاده از الگوریتم‌های مسیریابی مسطح و سنتی برای این شبکه‌ها مناسب نمی‌باشد. با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته سالانه تعداد زیادی از مردم بر اثر تصادفات جاده‌ای جان خود را از دست می‌دهند. و باید این مهم را نیز در نظر داشت که جاده‌ها و بزرگراه‌ها با مشکلات مربوط به اینترنت شبکه تلفن همراه روبرو هستند. به همین منظور، استفاده از این شبکه‌ها به منظور رسیدگی به این موارد اضطراری بسیار مفید بوده و می‌توانند کمک کننده باشند. چالش‌هایی که بر سر راه شبکه‌های بین خودرویی وجود دارند به دلیل پویا بودن این شبکه به وجود می‌آیند. که همین مهم منجر به این می‌شود که حفظ توپولوژی یک شبکه کامل، چالش‌برانگیز باشد. برای رسیدن به این مهم چند تکنیک سلسله مراتبی معرفی شده‌است که از جمله آنها می‌توان به طرح‌های خوشه‌بندی اشاره کرد. به همین منظور، با توجه به برخی ویژگی‌های مشترک، وسایل نقلیه گروه‌بندی خواهند شد که توسط سرخوشه نظارت می‌شوند. سرخوشه، یک گره‌ای است که متعلق به همان خوشه بوده و توانایی کنترل کردن گره‌های موجود در یک خوشه را دارا است.

در این پژوهش، به منظور بهبود مسیریابی در شبکه-های بین خودرویی، از روش‌های خوشه‌بندی مانند K-Means و **بهینه‌سازی گرگ خاکستری** استفاده می‌شود. استفاده از الگوریتم K-Means منجر به این می‌شود تا شبکه به بخش‌های کوچکتری تجزیه شده و به چند خوشه کوچکتر تبدیل شوند و با توجه به این که سر خوشه در هر کدام از خوشه‌های تولید شده به منظور انتقال اطلاعات بین وسایل نقلیه داخل و خارج یک خوشه مورد استفاده قرار می‌گیرند به همین منظور انتخاب یک سرخوشه مناسب و قابل اطمینان اهمیت زیادی دارد. الگوریتم **بهینه‌سازی گرگ خاکستری**، برای انتخاب بهترین و مناسبترین سرخوشه برای هر کدام از خوشه‌ها، با استفاده از مکانیزم شکار گرگ خاکستری، بهترین سرخوشه را برای هر کدام از خوشه‌ها انتخاب کرده است.

پیشنهادات:

- بهبود امنیت انتقال اطلاعات بین گره‌ها در شبکه‌های بین خودرویی با استفاده از روش احراز هویت PUF
- بهبود خوشه‌بندی در شبکه‌های شبکه‌های بین خودرویی با استفاده از دو الگوریتم خوشه‌بندی KNN و بهینه‌سازی گرگ خاکستری.

۷- منابع

1. M. Hadded, P.M., A. Laouiti and L. A. Saidane,, TDMA-Aware Routing Protocol for Multi-Hop Communications in Vehicular Ad Hoc Networks. 2017 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/WCNC.2017.7925601.
, 2017.
2. R. Mishra, A.S.a.R.K., VANET security: Issues, challenges and solutions. 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT), 2016, pp. 1050-1055, doi: 10.1109/ICEEOT.2016.7754846., 2016.

3. Hadded, M., et al., A novel angle-based clustering algorithm for vehicular ad hoc networks, in Vehicular Ad-Hoc Networks for Smart Cities. 2017, Springer. p. 27-38.
4. Husnain, G. and S. Anwar, An intelligent cluster optimization algorithm based on Whale Optimization Algorithm for VANETs (WOACNET). Plos one, 2021. 16(4): p. e0250271.
5. Ahsan, W., et al., Optimized node clustering in VANETs by using meta-heuristic algorithms. Electronics, 2020. 9(3): p. 394.
6. Alsuhli, G.H., A. Khattab, and Y.A. Fahmy. An evolutionary approach for optimized VANET clustering. in 2019 31st International Conference on Microelectronics (ICM). 2019. IEEE.
7. Shah, Y.A., et al., An Evolutionary Algorithm-Based Vehicular Clustering Technique for VANETs. IEEE Access, 2022. 10: p. 14368-14385.
8. Pandey, P.K., V. Kansal, and A. Swaroop, OCSR: Overlapped Cluster-Based Scalable Routing Approach for Vehicular Ad Hoc Networks (VANETs). Wireless Communications and Mobile Computing, 2022. 2022.
9. Madasamy, B. and P. Balasubramaniam, Enhanced Load Balanced Clustering Technique for VANET Using Location Aware Genetic Algorithm. Promet-Traffic&Transportation, 2022. 34(1): p. 39-52.
10.El-Hasnony, I.M., et al., Improved feature selection model for big data analytics. IEEE Access, 2020. 8: p. 66989-67004.
11.Jalalundi Q, n.G.L., Soleimani., A presenting a new cluster-based routing method in inter-vehicle networks, . the 15th annual computer conference of the Iranian Computer Association, Tehran., 2008.
12.Lin, D., et al., MoZo: A moving zone based routing protocol using pure V2V communication in VANETs. Ieee transactions on mobile computing, 2016. 16(5): p. 1357-1370.
13.Aravindhan, K. and C. Dhas, Destination-aware context-based routing protocol with hybrid soft computing cluster algorithm for VANET. Soft Computing, 2019. 23(8): p. 2499-2507.

زینب شیخی پوریان: فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، گرایش نرم افزار واحد یادگار امام است و نشانی رایانامه ایشان:
zeinabSheikhipourian@gmail.com

زهرا طیبی قصبه: مدرس دانشگاه پیام نور رشت، گیلان، در رشته‌های تخصصی کامپیوتر، ریاضیات و آمار و... . زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه: رایانش‌ابری، شبکه‌های حسگر، داده کاوی و امنیت داده‌های همگن، امنیت و مجازی‌سازی، الگوریتم‌های بهینه‌سازی، امنیت ، هوش مصنوعی، تشخیص نفوذ شبکه. نشانه رایانامه عبارتند از :
Tayyebi.shiva@gmail.com

فرشید وظیفه دوست: دانش-آموخته مقطع دکتری، مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی و رباتیکز از دانشگاه پیام نور مرکز بین الملل می‌باشد و نشانی رایانامه ایشان عبارتند از:
Vazifehdoostfarshid@gmail.com

روش ارجاع: ز.شیخی پوریان، ز. طیبی قصبه و ف. وظیفه دوست. ارائه رویکردی جهت مسیریابی مقیاس‌پذیر مبتنی بر خوشه‌بندی **K-means** و الگوریتم گرگ خاکستری برای شبکه‌های بین خودرویی. دو فصلنامه محاسبات و سامانه های توزیع شده، سال هشتم، شماره۲، شماره پیاپی۱۶، صفحه ۱۵۱ تا ۱۷۳، سال ۱۴۰۴.

How to cite: Z.Sheikhi pourian, Z.tayyebi qasabeh and F.Vazifehdoost, Presenting an approach for scalable routing based on K-means clustering and the Gray Wolf algorithm for vehicular Ad-hoc network, Journal of Distributed Computing and Systems (JDCS), Vol 8, Issue 2, Page 151-173, 2026.

Presenting an approach for scalable routing based on K-means clustering and the Gray Wolf algorithm for vehicular Ad-hoc network

Z.Sheikhi pourian[1] , Z.tayyebi qasabeh[2] and F.Vazifehdoost[3]

[1] Azad University, Yadegar Emam Branch
[2]Payam e Noor, Guilan, rasht.
[3]Payam e Noor University, International Center.

Abstract

Vehicular Ad-hoc Networks are networks that are created by combining moving vehicles and related infrastructures and have challenges, the most important of which are routing and power reduction due to the dynamic nature of this network, which is due to the increase in the number of nodes. In this research, clustering methods such as K-Means and evolutionary algorithms are used to improve routing in these networks. In fact, the K-Means algorithm divides the network into smaller parts (several smaller clusters) and a cluster head is generated in each of the clusters, which is used to transfer information between vehicles inside and outside a cluster, and choosing a suitable and reliable cluster head is of great importance. Therefore, the Gray Wolf algorithm is used to choose the best and most suitable cluster head for each of the clusters. In the simulation of the proposed method, various experiments were conducted to investigate the effect of the number of data transmission clusters, packet delivery rate, message sending delay, and message number on the transmission performance. The results showed that by increasing the number of vehicles in the proposed method, fewer clusters are required, the path of each message and the stopping time at each step are stored, and the proposed method has better performance than the basic method.

Keywords: Routing, Scalability, K-means Clustering, Gray Wolf Algorithm, and Vehicular Ad-hoc Network