VMRCD: الگوریتمی برای مسیریابی اتکاپذیر با استفاده از خوشه‌بندی مجدد در شبکه‌های خودرویی با ارتباط V2V

آرش قربان‌نیادلاور[۱،*]، زهرا جورمند[۲] و لیلا ترکاشوند رحمتی[۳]

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی
دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۲۸
بازنگری مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۰۱
پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۴/۲۵

واژگان کلیدی:
اتکاپذیری،
الگوریتم K-means،
خوشه‌بندی مجدد،
طول عمر سرخوشه،
وزن‌دهی،
VANET،
VMRCD.

چکیده

کنترل ازدحام ترافیک وسایل‌نقلیه نقش مهمی در مدیریت زمان دارد و با مطالعه موردی در شبکه‌های VANET مبتنی بر خوشه‌بندی، الگوریتمی برای مسیریابی اتکاپذیر با استفاده از خوشه‌بندی مجدد در شبکه‌های خودرویی با ارتباط V2V ارائه داده‌ایم. تجمع وسایل‌نقلیه نقش مستقیمی در کنترل ازدحام ترافیک دارد. در الگوریتم VMRCD با در نظر گرفتن پارامترهای شاخص، تابع هدفی ارائه داده‌ایم که با ادغام نمودن پارامترهایی همچون وزن و فاصله، طول مسیر را نسبت به روش‌های پیشین بهینه کرده‌ایم و با خوشه‌بندی مجدد، تعداد برخورد وسایل‌نقلیه را با استفاده از اصل همسایگی کاهش داده‌ایم. در این حالت با در نظر گرفتن فاصله اقلیدسی می‌توان از تجمع وسایل‌نقلیه با استفاده از مینیمم فاصله جلوگیری کرده تا مسیری بهینه‌ای ایجاد نماییم. با کمک تابع هدف به یک مسیر اتکاپذیر دست‌یافته‌ایم تا تحویل بسته و تأخیر END-TO-END را بهینه کنیم. درنهایت با استفاده از الگوریتم پیشنهادی با دسته‌بندی ورودی‌ها و زمان اجرای واقعی نسبت به الگوریتم SCRS مسیریابی اتکاپذیر را افزایش داده‌ایم و همچنین مصرف سوخت را کاهش داده‌ایم.

۱-مقدمه

در دهه ۲۰ میلادی مسیریابی اتکاپذیری به‌عنوان یکی از دغدغه‌های مهم محققین علمی می‌باشد که در ارتباط با وسایل‌نقلیه و نحوهٔ ارتباط با یکدیگر ایجاد می‌شود.

اخیراً، شبکه‌های حسگر بی‌سیم[۲] به‌طور گسترده مورد توجه قرارگرفته‌اند. این شبکه‌ها شامل برخی از گره‌ها هستند که داده‌های محیطی را دریافت می‌کنند و سپس آن‌ها را به یک ایستگاه پایه ارسال می‌کنند. به‌طورکلی، در این نوع شبکه‌ها، گره‌ها دارای انرژی محدود هستند که طول عمر شبکه را تضمین می‌کنند[۱]. شبکهAD HOC یک سیستم مستقل از گره‌های بی‌سیم است. هر گره در شبکه AD HOC مسئول اطلاعات مسیریابی در میان همسایگان خود را دارد. زمانی که گره‌ها آزاد هستند تصادفی حرکت می‌کنند و خودسرانه خود را سازمان‌دهی می‌کنند که به‌عنوان MANET[۳] معرفی می‌شوند.

MANET مجموعه‌ای از وسایل‌نقلیه‌ای است که به‌صورت بی‌سیم متصل شده‌اند و شبکه پویا را تشکیل می‌دهند و نیازی به زیرساخت شبکه ندارند [۲].

در VANET[۴] وسایل‌نقلیه می‌توانند بدون نیاز به زیرساخت، شبکه را سازمان‌دهی کنند، در آن هر وسیله

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: a_ghorbannia@pnu.ac.ir
۱. عضو هیات علمی ، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات ، دانشگاه پیام نور، ص. پ. ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران
۲. گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات ، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲. گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات ، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

[2] Wireless Sensor Networks
[3] Mobile Ad hoc NETwork
[4] Vehicular Ad hoc NETwork

DOI: 10.22075/jme.2022.24828.2158

نقلیه به‌عنوان یک گره متحرک در نظر گرفته می‌شود که به جمع‌آوری و ارسال اطلاعات مربوطه کمک می‌کند. با گذشت زمان، تعداد وسایل‌نقلیه در جاده‌ها افزایش می‌یابد که منجر به مشکلاتی مانند ترافیک و تصادف می‌شود [۳]. امروزه وسایل‌نقلیه مجهز به سنسورهای onboard هستند که آن‌ها را تا حد معینی از آنچه در محیط اطراف خود در حال رخ دادن است، آگاه می‌سازند. فن‌آوری ارتباطات با وسایل‌نقلیه بی‌سیم توانایی این را دارند تا دامنه آگاهی وسایل‌نقلیه را تا حد زیادی افزایش دهند و ارتباطات دو جهتی بین خودروها و هر نهاد دیگری که مجهز به یک ماژول ارتباطی مناسب است را فراهم کنند. مفهوم ارتباطات وسیله نقلیه به همه چیز (V2X)[۱] به طور کلی برای اشاره به روش‌هایی برای عبور جریان اطلاعات در کاربردهای مختلف سیستم‌های حمل و نقل هوشمند(ITS) [۲]مربوط به ایمنی ترافیکی و بهره‌وری، مورداستفاده واقع شده است.

V2Xشامل ارتباطات وسیله‌نقلیه به وسیله‌نقلیه[۳]، وسیله نقلیه به شبکه[۴]، وسیله نقلیه به پیاده[۵] و وسیله نقلیه به زیرساخت[۶] است[۴]. در انتشار داده V2V ارتباط بین وسایل‌نقلیه به‌طور کامل بر اساس شبکه‌های AD HOC است و نیازی به پشتیبانی زیرساخت ندارد. در انتشار داده V2I برای انجام ارتباط بین وسایل‌نقلیه و زیرساخت‌ها، پشتیبانی از زیرساخت ضروری است [۳]. در V2Vگره‌های موبایل مستقیماً با یکدیگر ارتباط برقرارمی‌کنند. در چنین ارتباطاتی ، انواع ارسال بسته شامل unicast ، multicast و broadcast بین وسایل‌نقلیه بدون دخالت یا پشتیبانی از هر اجزای شبکهٔ دیگر رخ می‌دهد. در V2I از طریق تعاملات بی‌سیم بین OBU[۷] و RSU[۸] اجرا می‌شوند. اطلاعات ترافیک و به‌روزرسانی‌های آب‌وهوایی را ممکن می‌سازند. V2I همچنین پشتیبانی برای ارتباطات پراکنده و مسافت‌های طولانی فراهم می‌کند[۵]. مسیریابی وسایل‌نقلیه یکی از مسائل مهمی در بهینه‌سازی ترکیباتی است [۶]. مسیریابی در VANET محدودیت‌های متفاوتی به علت توپولوژی پویا و مقیاس‌پذیری شبکه دارد. مسیریابی قابل‌اعتماد در بین وسیله‌نقلیه برای ارسال بسته‌های اطلاعاتی به‌عنوان یک چالش باقی‌مانده است. اکثر پروتکل‌های مسیریابی مبتنی-برموقعیت موجود، رویکرد حریصانه ساده را برای ارسال بسته‌های داده‌ای با استفاده از مختصات جغرافیایی وسایل نقلیه اتخاذ می‌کنند [۷]. مسأله مسیریابی نقش مهمی در شبکه حمل‌ونقل به‌خصوص در لجستیک شهری ایفاء می-کند که دو علت در این امر مؤثر است: اولاً وجود پایگاه‌های نزدیک شهرها سبب کاهش چشمگیر هزینه‌های ارسال نسبت به ارسال مستقیم از پایگاه مرکزی می‌شود. دوماً مسئولان شهری علاقه‌مند هستند که ترافیک درون‌شهری را کاهش دهند و به همین سبب برای آن‌ها مطلوب است که وسایل‌نقلیه کمتری در سطح شهر تردد نمایند [۸].

به‌منظور حل مشکلات عملکرد و افزایش نرخ سربار، تأخیر دسترسی و تلفات بسته، طراحی یک پروتکل برای انطباق شرایط با وسایل نقلیه پویا ضروری است. پروتکل انتشار انطباقی تکنیک‌های پخش کارآمد در اطراف محدوده را ارائه می‌دهد، با در نظر گرفتن چگالی جریان و توپولوژی شبکه وسایل‌نقلیه که برای بهبود کارایی فرآیند انتشار پیام هشدار و کاهش مسئله انتشار طوفان مفید است. برای حل تحریک‌پذیری بالا و توزیع پراکنده در جاده، محققین خوشه‌بندی را پیشنهاد کرده‌اند [۹].

هدف در همه الگوریتم‌های خوشه‌بندی، بهینه کردن فاصله درون خوشه و بیشینه نمودن فاصله بین خوشه‌ای است. عملکرد خوب یک الگوریتم خوشه‌بندی زمانی مشخص می‌شود که خوشه‌ها را تا حد امکان از هم دور کند. الگوریتم خوشه‌بندی که در پیش رو داریم k_میانگین[۹] و برای مشخص کردن شباهت داده‌ها از معیار و راه‌های مختلفی استفاده کرده‌ایم که یکی از آن فاصله اقلیدسی[۱۰] می‌باشد. از طرفی می‌دانیم که در محیط بدون مانع، کوتاه‌ترین مسیر بین دونقطه یک خط راست است که شعاع آن بینهایت بوده و به عبارتی انحنای صفر است [۱۰].

با مطالعهٔ مقدمه روش‌هایی که در مسیر اتکاپذیر انجام شده را مورد بررسی قرار خواهیم داد تا از این روش‌ها در جهت دقت مطالعه و کارایی الگوریتمی که می‌خواهیم ارائه دهیم استفاده کنیم. به‌بیان دیگر، عمل مقایسه بر روی روش‌هایی که تا به حال صورت گرفته و مطالعه موردی انجام دهیم.

[1] Vehicle TO everything
[2] Intelligent Transportation Systems
[3] Vehicle TO Vehicle
[4] Vehicle TO Network
[5] Vehicle TO Pedestrian
[6] Vehicle TO Infrastructure
[7] On Board Units
[8] Road Side Units
[9] k_means
[10] euclidean distance

در ادامه، مطالب به‌صورت زیر سازمان‌دهی شده است:
در بخش ۲ مروری بر پیشینه‌ی تحقیق، در بخش ۳ الگوریتم پیشنهادی، در بخش ۴ پارامترهای شبیه‌سازی و آنالیز مقایسه‌ای نتایج و در بخش ۵ خلاصه و نتیجه‌گیری ارائه‌شده است.

۲-سابقه و کار مرتبط

الگوریتم DCTT[1] عملکرد ردیابی وسایل‌نقلیه تحت سناریوهای مختلف و عملکرد الگوریتم توزیع‌شده با الگوریتم جستجوی مقصد مبتنی بر خوشهٔ متمرکز را بررسی می‌کند. در مسیریابی مبتنی بر موقعیت، معیار انتخاب وسیله‌نقلیه حداقل فاصله تا مقصد بسته تعیین شده است. در DCTT فرض شده که وسایل‌نقلیه دارای دوربین جلو و عقب باشند و برای کمک به ساخت یک خوشه، هر سرخوشهٔ آن مسئول تمام اطلاعات از مکان وسایل‌نقلیه است که می‌تواند مقصد را تشخیص دهد. هر وسیله‌نقلیه باید احتمال شکست خود را ردیابی و برای تصمیمات آینده به وسیله‌نقلیه دیگری ارسال کند. بنابراین، هر وسیله‌نقلیه بر اساس اطلاعات قبلی خود تصمیم‌گیری می‌کند. در DCTT، همه اطلاعات از مکان وسیله‌نقلیه را به سرخوشه ارسال می‌کند و مکان تقریبی مقصد را قبل از ارسال اطلاعات به مرکز کنترل تخمین می‌زند [۱۱].

در الگوریتم DCTT، لینک‌هایی که مورد استفاده است بسیار ناپایدار هستند که باعث اتلاف اطلاعات در بین وسایل‌نقلیه می‌شود. هر وسیله‌نقلیه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد بر اساس اطلاعات قبلی که دارد تصمیم‌گیری می‌کند که چه عملی را انجام دهد. این عمل، نقطه ضعف برای این الگوریتم می‌باشد زیرا در یک بازه زمانی اگر وسیله‌نقلیه تغییر مکان دهد تمام اطلاعاتش از بین می‌رود و دیگر در خوشه‌بندی جایی ندارد. در این الگوریتم سیل اطلاعات به یک وسیله نقلیه مرکزی که مسئول تعیین صحت مکان مقصد است فرستاده می‌شود که منجر به دریافت اطلاعات نادرستی از ردیابی مقصد در مرکز کنترل می‌شود که باعث عملکرد نادرست می‌شود.

روش CBL[2] یک خوشه‌بندی مسیریابی AD HOC که واکنش پیشگیرانه یا جغرافیایی یکپارچه برای بهینه‌سازی پیام‌ها و ساده‌سازی عملیات مسیریابی را انجام می‌دهد. امکان ایجاد و حفظ backbone پایدار را در زمان معینی فراهم می‌کند. عملکرد CBL برای تفکیک برنامه خاص باید ارزیابی شود که در حقیقت کاربرد آن برای ترافیک برنامه‌ریزی‌شده است و اجازه می‌دهد ترافیک را فقط در upstream و downstream بررسی کند [۱۲].

الگوریتم OFCDS الگوریتمی است که عملکرد ارزیابی یک پروتکل جمع‌آوری‌شده برای مجموعه داده‌های دوره‌ای را بررسی می‌کند. بهینه‌سازی مقدار داده و مقدار دوره جمع‌آوری‌شده برای عملکرد گره خودکار برای هماهنگی آن، از اهداف این الگوریتم است. از دیدگاه سیستم، راه‌حل باید به توسعه طولانی‌مدت شبکه دسترسی به MANET و اختصاصی ارتباط کوتاه برد مبتنی بر شبکه Ad Hoc وسایل‌نقلیه باشد [۱۳].

پروتکل مدل اتوماتای سلولی(CA)[3]یکی از پروتکل‌های مسیریابی برایVANETمبتنی بر اتصال شبکه دینامیکی ترافیک شهری در گذرگاه‌های جاده‌ای یا تقاطع که این مدل اتصال شبکه پویا برای VANETمبتنی بر مفهوم پردازش موازی است. برای طراحی این پروتکل مسیریابی کارآمد،VANETدر تقاطع جاده استفاده می‌شود. عملکرد این پروتکل با طرح‌های رقابتی ازنظر فاصله بین وسایل‌نقلیه ،تعداد وسایل‌نقلیه در یک جاده و مسافت از تقاطع در برابر تراکم گره را مورد مقایسه قرار می‌دهد [۱۴].

MPECS روش خوشه‌بندی مؤثر مبتنی بر پیش‌بینی حرکت برای وسایل‌نقلیه است که مبنای کار، تقسیم کل منطقه به مناطق متمایزی که هر وسیله‌نقلیه می‌تواند طول عمر و هزینه آن را به عنوان سرخوشه در منطقه خود پیش‌بینی کند. MPECS یک معیار ترکیبی به نام ارزش عمر وسیله‌نقلیه را معرفی می‌کند تا تأثیر وسیله‌نقلیه بر پایداری و هزینه خوشه‌بندی را مشخص کند [۱۵] .

روش SCRS یک شبکه موقت مبتنی برBus که راه‌حلی برای کنار آمدن با ساختار پویا و متناقض شبکه وسایل‌نقلیه است. طرح مسیریابی برای رسیدگی به مسئله انتخاب مسیر بهینه و رله باس می‌باشد که یک مسیریابی چند مسیری با احتمال سازگاری را بیان می‌کنند. این مسیر نسبت تحویل بسته و تأخیر END-TO-END را بهبود می‌بخشد. برای افزایش حمل‌ونقل، یک مکانیسم جدید توسط خوشه‌بندی مبتنی بر بهینه‌سازی کلونی مورچه معرفی می‌کند. هدف رله باس، انتقال بسته‌ها به رله بعدی می‌باشد. نتایج نشان

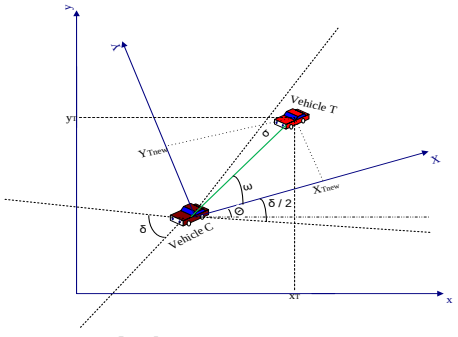
[1] Distributed Cluster-based Algorithm for Target Tracking
[2] Chain-Branch-Leaf
[3] Cellular Automata (CA)

می‌دهد که خوشه‌بندی در الگوریتم ACO فرآیند انتخاب رله باس را با کاهش هزینه محاسباتی، تأخیر END-TO-END و پیام‌های غیرضروری همراه می‌سازد [۱۶].

در SCRS از آنجایی که وسایل‌نقلیه میانی در حرکت هستند، پیوندهای چند هاپ باید امکان قطع اتصال را داشته باشند. عملکرد ACO از نظر پیچیدگی زمان در صورت تعداد زیاد سناریو تنزل می‌کند. در SCRS رویکردی نسبت به شهرهای هوشمند مبتنی بر IOE است و در شهرهایی که از این تکنولوژی هوشمندی برخوردار نباشد نمی‌توان از این روش استفاده کرد. در روش شبکه اجتماعی وسایل نقلیه (VSN) که هدف آن رسیدگی به تراکم ترافیک و مشکلات امنیتی در شهرهای هوشمند است. اتصال شبکه مبتنی بر IP نمی‌تواند به طور موثر مشکلات توپولوژی با تحرک بالا و تغییر پویا را حل کند ، که منجر به تأخیر طولانی مسیریابی می‌شود. اتصال شبکه در VSN با تمرکز بر روی محتوا به جای آدرس های IP که در مرحله اول، ساختار جدول مسیریابی شبکه اطلاعات محور به منظور ارائه مبنای مسیریابی برای بسته ها و داده گسترش یافته است. ثانیا، اطلاعات اجتماعی وسیله نقلیه به طور کامل از نقاط رابطه مورد بررسی قرار گرفته تا پایه داده های قابل اعتمادی را برای شناسایی و ارسال بسته ارائه دهد. ثالثاً، وسایل نقیله پویا بر اساس الگوریتم انتشار همپوشانی بهبود یافته شده‌اند. با نظارت بر محتوا و توزیع حافظه پنهان در این طرح ذخیره سازی سازگار با وسیله نقلیه را پیشنهاد می کند که تنوع حافظه پنهان را تضمین می کند[۱۶].

ما در الگوریتم پیشنهادی خود برای انتخاب درست از مکان وسیله‌نقلیه آسیب‌دیده از فرضیات مقاله [۱۱] استفاده کرده‌ایم، که در ادامه به توضیح آن می‌پردازیم:

همان‌طور که در شکل (۱) نمایش داده شده است:



شکل ۱- محاسبه فاصله مقصد [۱۱]

وسیله نقلیه C در موقعیت (x_c, y_c) و مقصد T در موقعیت (X_T, Y_T) قرار دارد. در محیط شبیه‌سازی، ما فقط به اطلاعات موقعیت هر وسیله‌نقلیه دسترسی داریم. تابع اجرایی برای همه مدل‌های حرکتی کاربرد دارد. فرض می‌شود که وسیله‌نقلیه C با یک زاویه θ در راستای محور X حرکت می‌کند. پروتکل‌های خوشه‌بندی این مقاله از یک دایره با یک زاویه δ تعریف شده است که در شکل (۱) نشان داده شده است. فرض می‌کنیم که وسیله‌نقلیه C مرکز یک سیستم محور جدید است. بنابراین، محور x و yباید تغییر داده شوند و به یک مکان جدید تبدیل شوند. سپس مختصات مقصد در سیستم محور جدید محاسبه می‌شود که (X_{Tnew}, Y_{Tnew}) خواهد بود. به‌منظور یافتن مختصات مقصد در سیستم محور جدید ما باید ابتدا مسیر حرکت وسیله‌نقلیه C را در سیستم محور فعلی داشته باشیم که به صورتθ در رابطه (۱) محاسبه می‌شود. رابطه‌های (۲) و (۳) برای پیدا کردن مکان مقصد در سیستم محور جدید استفاده می‌شوند. پس از آن، ما یک خط متصل به C فرض می‌کنیم که T مقصد قرار می‌دهیم. این خط به‌صورت خط سبز با طول σ در شکل (۱) نشان داده شده است. مقدار σ نشان‌دهنده فاصله بین وسیله-نقلیه C و مقصد T است. رابطه (۴) نشان می‌دهد که چگونه فاصله بین وسیله C و مقصد T محاسبه می‌شود. زاویه بین این خط و محور X جدید به‌صورت ω می‌باشد. فرمول (۵) محاسبه ω را بر اساس مکان مقصد در سیستم محور جدید نشان می‌دهد. فرض برای محاسبه فاصله مقصد در جدول (۱) نشان داده شده است [۱۱].

$$\theta = tan^{-1}[(Y_{c1} - Y_{c0})/(X_{c1} - X_{c0})] \quad (۱)$$

$$X_{new} = \big((X_T - X_{c1}) * cos\,\theta\big) + \big((Y_T - Y_{c1}) * sin\,\theta\big) \quad (۲)$$

$$Y_{new} = \big((Y_T - Y_{c1}) * cos\,\theta\big) + \big((X_T - X_{c1}) * sin\,\theta\big) \quad (۳)$$

$$\omega = |tan^{-1}\, Y_{Tnew}/X_{Tnew}| \quad (۴)$$

$$\sigma = \sqrt{(Y_{c1} - Y_T)^2 + (X_{c1} - X_T)^2} \quad (۵)$$

جدول۱-فرض اولیه برای محاسبه فاصله

مکان وسیله نقلیه C در زمان t_0	$(\mathbf{X_{c0}, Y_{c0}})$
مکان وسیله نقلیه C در زمان t_1	$(\mathbf{X_{c1}, Y_{c1}})$
مکان وسیله نقلیه T در زمان t_1	$(\mathbf{X_T, Y_T})$

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت در این مقاله نگرش ما نسبت به شبکه‌های خودرویی AD HOC در رابطه با خوشه‌بندی و مسیریابی و ارتباط V2V و همچنین ارتباط با زیرساخت مناسب برای ارسال و دریافت اطلاعات است که نیاز به مطالعه موردی هر یک از آن‌ها می‌باشد تا بتوانیم روش‌های به‌دست‌آمده را مورد بررسی قرار دهیم و همچنین نقاط ضعفی از جمله زمان اجرا واقعی در طول انجام مسیریابی و برخورد در مقابل حادثه برای وسیله‌نقلیه و خوشه‌بندی مجدد و کنترل ازدحام ترافیک که در روش‌های مورد مطالعه صورت نگرفته در الگوریتم پیشنهادی انجام شده است. درنهایت تمام نتایج به‌دست‌آمده را موردبررسی و آزمایش قرار می‌دهیم که این کار باعث بهینه شدن مسئله مدنظر ما می‌شود.

۳- الگوریتم VMRCD

با مطالعه موردی در جهت مسیریابی اتکاپذیری بدون در نظر گرفتن زمان واقعی و زمانی که حادثه‌ای برای وسیله-نقلیه صورت می‌گیرد، می‌توان از روش‌های پیشین در شرایط بیان‌شده به مسیر خود ادامه داد. اما اگر بخواهیم به‌صورت واقعی روش خود را در نظر بگیریم، در صورت تصادف برای وسیله‌نقلیه، ما به خوشه‌بندی مجدد نیاز داریم. در مطالعه موردی که صورت گرفته است، این مسئله مورد توجه قرار نگرفته است. با ادغام نمودن پارامترهایی که در الگوریتم پیشنهادی خود در نظر گرفته‌ایم، علاوه بر روش‌های قبلی، عیب و نقص‌های آن روش‌ها را کاهش می‌دهیم و در شبکه‌های خودرویی با ارتباط V2V، کارایی و بهره‌وری طرح خود را افزایش می‌دهیم. مسئله‌ای که در الگوریتم پیشنهادی ما حائز اهمیت است زمان اجرای‌واقعی در طول مسیر به کل فرایند انجام شده، که به‌عنوان مسئله کلیدی مطرح می‌شود و در آن پارامترها به‌صورت مستقل عمل می‌کنند. درنهایت با ادغام نمودن پارامترهایی همچون فاصله، زمان و وزن می‌توانیم این مسئله را نسبت به روش-های قبلی بهینه کنیم و نتیجه مطلوبی به دست آوریم.

ما شبکه‌های VANET را در نظر می‌گیریم که مبتنی بر ساختار V2V می‌باشد و فرض بر این است که وسایل‌نقلیه در یک بزرگراه در حال حرکت می‌باشد. تشکیل خوشه به این صورت عمل می‌کند که یک وسیله‌نقلیه به محض ورود به بزرگراه اقدام به جستجوی خوشه مناسب برای خود می‌کند و تشکیل خوشه می‌دهد. وسایل‌نقلیه در یک مسیر مشترک حرکت کرده و در همسایگی یکدیگر قرار می‌گیرند و عضو یک خوشه هستند. یک خوشه در سرتاسر بزرگراه گسترش می‌یابد. در شبکه‌های AD HOC، طول خوشه بسیار اهمیت دارد و حتماً بزرگ‌تر از پهنای خطوط جاده می‌باشد زیرا اگر کوچک‌تر باشد وسایل‌نقلیه در خوشه جایگاهی ندارد. در اینجا طرح مبتنی بر خوشه‌بندی وسایل-نقلیه در شرایطی می‌باشد که حادثه‌ای رخ می‌دهد که علاوه بر فاصله وسایل‌نقلیه، وزن و زمان نیز برای ما اهمیت پیدا می‌کند.

در این بخش الگوریتم VMRCD را در VANET شرح می‌دهیم. رویکرد خوشه‌بندی ارائه شده در این مقاله بر اساس در دسترس بودن اطلاعات موقعیت وسیله‌نقلیه از طریق نمودار مختصات می‌باشد.

۳-۱-انواع مدل وسایل‌نقلیه در الگوریتم پیشنهادی

در الگوریتم خوشه‌بندی VMRCD وسایل‌نقلیه به گره‌های متفاوتی تقسیم‌بندی می‌شوند و هرکدام وظایف خاص خود را دارند. در یک خوشه وسایل‌نقلیه می‌توانند نقش‌های متفاوتی مانند "سرخوشه[1] ،دروازه‌خوشه[2] ، اعضای معمولی خوشه[3] (عادی)" را بر عهده داشته باشند که هرکدام را توضیح می‌دهیم.

وسیله‌نقلیه‌ای که به‌عنوان سرخوشه عمل می‌کند: هماهنگ‌کننده برای خوشه و وظایفی مانند ارسال‌کننده و انتقال‌دهنده بین اعضای خوشه را بر عهده دارد. برای حفظ پایداری یک خوشه، سرخوشه باید همواره از اعضایش نگهداری و تغییراتی که در خوشه رخ می‌دهد به اعضای خود اطلاع‌رسانی کند.

وسیله‌نقلیه‌ای که به‌عنوان دروازه خوشه عمل می‌کند : ارتباط‌دهنده بین دو خوشه می‌باشد. سرخوشه و دروازه خوشه به‌عنوان backbone برای مسیریابی می‌باشند.

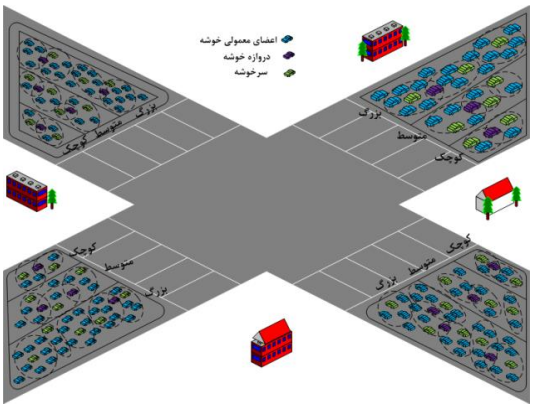
وسیله‌نقلیه‌ای که به‌عنوان اعضای معمولی خوشه عمل می‌کند: وسایل‌نقلیه‌ای که در ابتدای ورود به بزرگراه به هیچ خوشه‌ای تعلق ندارد را شامل می‌شود. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت وسایل‌نقلیه در خوشه به سه نوع مختلف دسته‌بندی می‌شوند: CH که مسئول ایجاد و سازمان‌دهی خوشه می‌باشد، CM که متعلق به خوشه می‌باشد و CG که در حقیقت یکی از اعضای خوشه می‌باشد

[1] Cluster Head
[2] Cluster Geteway
[3] Cluster Member

که توسط سرخوشه برای مدیریت ارتباط با خوشه مجاور انتخاب شده است. یک خوشه فقط یک سرخوشه دارد. CM ممکن است CG باشد یا نباشد. CH و CG عناصر حیاتی در مسیریابی هستند.

۳-۲-تشکیل خوشه و خوشه‌بندی مجدد در الگوریتم پیشنهادی

پس از تشکیل خوشه و انتخاب سرخوشه، زنجیره‌ای بین خوشهٔ پیشنهادی ما تشکیل می‌شود و در طول بزرگراه همراه با وسایل‌نقلیه دیگر جابجا می‌شوند. در زمان حادثه به این صورت عمل می‌کند. در ابتدا وسیله‌نقلیه‌ای که حادثه برایش پیش‌آمده با ارسال پیام، وسایل‌نقلیه اطراف خود را از وضعیتش باخبر می‌کند که خوشه از بین رفته و فرآیند تشکیل خوشه‌بندی مجدد آغاز شود. لازم به ذکر است بر اساس الگوریتم VMRCD تشکیل خوشه‌بندی مجدد این‌گونه می‌باشد که سرخوشه مربوط به خوشهٔ جدید می‌باشد. وسیله‌نقلیه‌ای که دچار حادثه شده، پیامی دریافت می‌کند که خوشه‌ای اعضایش دچار حادثه شده و از بین رفته است. بنابراین سرخوشه جدید پیامی برای تشکیل مجدد خوشه‌بندی دریافت می‌کند. سرخوشه با دریافت پیام، آن را در اختیار اعضای دیگر خوشه خود قرار می‌دهد و بقیه وسایل‌نقلیه را مطلع می‌کند. علاوه بر آن، سرخوشه باید پیام جداگانه‌ای که حاوی اطلاعات اضافی مانند وزن و فاصله اعضای خوشه می‌باشد را به CG ارسال کند. همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است، وسیله نقلیه CG نیز پیام را در اختیار CH و CM دیگر قرار می‌دهد. سرخوشه‌های دیگر نیز به همین ترتیب با پیام جداگانه‌ای به CMها خود و همچنین وسیله نقلیه CG مشترک می‌دهد و همهٔ اعضای خود را مطلع و به‌روزرسانی می‌کند.



شکل۲- مشخص کردن وسیله نقلیه دروازه خوشه

برای نگهداری خوشه‌های ایجادشده از خوشه‌بندی مجدد وسیله‌نقلیهٔ که سرخوشه انتخاب می‌شود به بازه زمانی T_{k^+} نیاز دارد که از رابطه (۶) بدست می‌آید:

$$T_{k^+} = T_{(m_n)} - (T_R + T_{ACK}) \qquad (۶)$$

پارامترها در رابطه (۶) ازجمله $T_{(m_n)}$ زمان اجرای n وسیله-نقلیه که m_n تعداد وسایل‌نقلیه می‌باشد و $T_R + T_{ACK}$ زمان رفت و برگشت وسایل‌نقلیه را نشان می‌دهد.

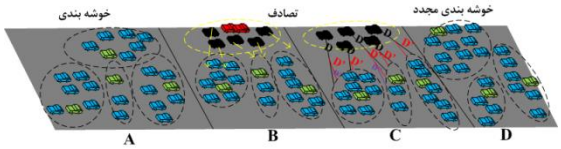
به‌طور مداوم اطلاعاتی همچون سرعت، فاصله و زمان رفت و برگشت در خوشه‌ها بین وسایل‌نقلیه در حال تبادل می باشد. وسایل‌نقلیه‌ای که عضو یک خوشه باشند با دریافت این اطلاعات از سرخوشهٔ خود مطلع می‌شوند. وسایل‌نقلیه CM و CG نیز اطلاعی از وضعیت خود به دیگر اعضای خوشه می‌دهند و نقش خود را بیان می‌کنند. اگر اعضای یک خوشه بعد از ارسال داده و پس از گذشت زمان، تأییدیه نگرفت نتیجه می‌گیرند که سرخوشه و خوشه ازبین‌رفته‌است و دیگر وسایل‌نقلیه که در آن خوشه بودند از طریق رابطه میانگین‌گیری فاصله با اعضای دیگر خوشه‌ها تشکیل خوشه‌بندی مجدد می‌دهند.همان‌طور که قبلاً هم اشاره‌کرده‌ایم خوشه‌بندی فرآیندی است که در آن گروهی از خوشه‌ها بر اساس معیار شباهت ایجاد می‌شوند. بنابراین معیارهای شباهت نقش مهمی را در خوشه‌بندی ایفا می‌کنند که یکی از این روش‌های رایج برای ارزیابی شباهت بین وسایل‌نقلیه، استفاده از فاصله است. یکی از معیارهای فاصله در الگوریتم‌های مختلف فاصله اقلیدسی است که فاصله بین دو وسیله‌نقلیه را به روش زیر محاسبه می‌نمایند:

$$D = \sqrt{(x_{ki} - x_i)^2 + (y_{ki} - y_i)^2} \qquad (۷)$$

x_{ki} و y_{ki} در رابطه (۷) بیانگر kامین از مکان مختصاتی x_i و y_i متعلق به وسیله‌نقلیه iامین می‌باشد که دچار حادثه شده است. مکانی که وسیله‌نقلیه دچار حادثه شده تا نزدیک‌ترین خوشه‌ای که قرار دارد با رابطه میانگین‌گیری تا خوشه موردنظر به دست می‌آید و خوشه‌بندی مجدد را تشکیل می‌دهد که از رابطه (۸) به دست می‌آید. این رابطه تا زمانی ادامه دارد که وسایل‌نقلیه درون خوشه از بین رفته و خوشه‌بندی مجدد تشکیل شود.

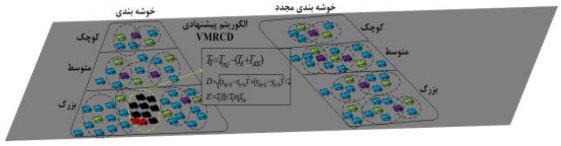
$$D' = \sqrt{\left(x_{k(i-1)} - x_{(i-1)}\right)^2 + \left(y_{k(i-1)} - y_{(i-1)}\right)^2/2} \qquad (۸)$$

همان‌طور که در شکل (۳) مراحل تشکیل خوشه‌بندی مجدد را نشان می‌دهد.



شکل۳- مراحل تشکیل خوشه‌بندی مجدد:A)خوشه‌بندی، B) ایجاد حادثه، C)فاصله اقلیدسی و رابطه میانگین‌گیری، D)خوشه‌بندی مجدد.

ابتدا تعدادی وسایل‌نقلیه در بزرگراه در حال حرکت هستند که به وسیلهٔ الگوریتم K-means آن‌ها را خوشه‌بندی می‌کنیم. سپس، بر اثر یک سانحه که در یک خوشه رخ می‌دهد، خوشه از بین می‌رود و وسایل‌نقلیه آن خوشهٔ آسیب‌دیده از اصل همسایگی خوشهٔ مناسب را پیدا می کنند. بر اساس فاصله اقلیدسی و رابطه میانگین‌گیری، خوشه‌ای نزدیک را برای وسایل‌نقلیه‌ای که در خوشهٔ آسیب‌دیده هستند، تعیین می‌کنیم و این رابطه میانگین گیری را تا زمانی که به خوشهٔ مناسب برسد ادامه می‌دهیم و درون خوشهٔ جدید قرار می‌دهیم. درنهایت با خوشه‌بندی مجددی طبق الگوریتم VMRCD وسایل‌نقلیه را در کنار یکدیگر قرار می‌دهیم تا از ازدحام ترافیک و تصادف جلوگیری کنیم.



شکل۴- تصادم یا برخورد وسایل‌نقلیه

مسئله مهمی که در شکل(۴) بیان‌شده تصادم یا برخورد وسایل‌نقلیه‌ای است که در ورودی سطوح کوچک، متوسط و بزرگ مورد استفاده قرار گرفته است. نکته‌ای که در حالت‌های کوچک و متوسط صورت می‌گیرد این است که نیاز به خوشه‌بندی مجدد کمتری نسبت به ورودی بزرگ دارد. هرگاه بتوانیم ورودی بزرگ را به دسته‌های کوچک و متوسط تبدیل کنیم زمان اجرای واقعی را نیز کاهش می دهیم. حال این موضوع به عنوان الگوریتم کارآمد نسبت به الگوریتم SCRS مورد مطالعه قرارگرفته است. وسایل-نقلیه‌ای که توسط گره‌های وزن دهی انتخاب شده در فاصله‌ای مناسب قرار می‌گیرند و خوشه‌بندی مجدد ایجاد می‌شود که همان دسته‌بندی تجمع گره‌ها را در بردارد. معمولاً در ورودی با ادغام نمودن دسته‌های خوشه برخوردی ایجاد می‌شود که برای کاهش آن می‌توانیم از الگوریتم VMRCD استفاده کنیم که باوجود آستانه پس از برخورد بتوان خوشه‌بندی ایجاد و سپس خوشه‌بندی مجدد در تابع صلاحیت قرارگرفته و زمان اجرای فرایند ما کاهش می‌یابد و حق انتخاب نسبت به روش‌های موردمطالعه قرارگرفته بهینه می‌شود.

نکته کارآمد الگوریتم پیشنهادی ما در شکل (۴) نسبت به روش‌های مورد مطالعه قرار گرفته شده، تعداد خوشه‌های زیاد می‌باشد. با توجه به این می‌توان به‌صورت خوشه‌بندی مجدد از روش‌های متناسب‌سازی و همسان‌سازی نسبت به روش خود بازگشتی که در دسته‌های کل به دسته‌های جز و بالعکس می‌باشد برسیم که این کار زمان اجرا نسبت به روش‌های مورد مطالعه را کاهش می‌دهد.

هر وسیله‌نقلیه به همسایهٔ مجاور خود همواره در حال ارسال اطلاعاتی می‌باشد که چنین اطلاعاتی حاوی گروه وزنی می‌باشد که توسط یک رابطه تعمیم‌یافته تعیین می‌شود. وسیله‌نقلیه با کوچک‌ترین وزن به‌عنوان سرخوشه انتخاب می‌شود. وزن یک وسیله‌نقلیه به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$W_{vi} = w_1 I(v_i) + w_2 D''(v_i) + w_3 S(v_i) + w_4 F(v_i) \quad (۹)$$

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1 \quad (۱۰)$$

جدول۲-فاکتورهای وزنی W_{vi}

W_1	0.7
W_2	0.2
W_3	0.06
W_4	0.04

w_4 و w_3 و w_2 و w_1 فاکتورهای وزنی مربوط به پارامترهای سیستم که در زیر معرفی می‌کنیم:

پارامترهایی که در رابطه (۹) آورده شده است بیانگر $I(v_i)$ شناسه هر وسیله‌نقلیه در خوشه و$D''(v_i)$ جمع فواصل وسایل‌نقلیه اطراف وسیله‌نقلیه آسیب‌دیده تا نزدیک‌ترین خوشه $S(v_i)$ سرعت وسیله‌نقلیه $F(v_i)$ سوخت وسیله‌نقلیه را نشان می‌دهد.

سوخت وسیله¬نقلیه را می‌توان در محدودهٔ انتقال مورداستفاده قرارداد. CH بیشتر از وسیله¬نقلیه معمولی سوخت مصرف می‌کند، زیرا برای برقراری ارتباط با دیگر وسایل¬نقلیه برای اطلاع رسانی مسافت بیشتری را طی می¬کند درنتیجه سوخت بیشتری لازم دارد. ما فرض کرده‌ایم که در ابتدا تمام وسایل‌نقلیه سوخت یکسانی در

اختیار دارند. همچنین باید به این نکته توجه داشته باشیم که سوخت برای وسیله‌نقلیه که به عنوان CH عمل می‌کند بیشتر می‌باشد و به طور کلی یک معیار دقیق برای طول عمر موجود در وسیله‌نقلیه می‌باشد.

این فاکتورهای وزنی باید طوری انتخاب شوند که مجموع آن‌ها برابر یک باشد. توانایی انتخاب این ضرایب به ما این امکان را می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی را در شبکه‌هایی با شرایط مختلف اعمال کنیم و نتیجه قابل قبولی دریافت کنیم.

این نوع خوشه‌بندی مبتنی بر تابع هدف می‌باشد که به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$E' = {}^{T_{k^+}(1)}\big/_{T_k m_n T_{(n)}} \qquad (۱۱)$$

پارامترهای رابطه (۱۱) بیانگر $T_{k^+}(1)$ اولین زمان اجرا برای تشکیل خوشه‌بندی و m_n تعداد وسیله‌نقلیه می‌باشد.

۳-۳-معرفی الگوریتم VMRCD و فلوچارت

گردش الگوریتم پیشنهادی ما در الگوریتم (۱) را نشان می‌دهد. در زیر توضیحات این الگوریتم آمده است.

فرض بر این است که هر وسیله‌نقلیه اطلاعاتی از همسایه‌های خود در محدودهٔ انتقال دارد؛ بنابراین وسیله-نقلیهٔ x که مورد آسیب قرار گرفته در ابتدا با سایر وسایل-نقلیه در محدوده ارتباطی خود ارتباط برقرار می‌کند. اگر یک پیام پیوستن از خوشهٔ c دریافت کند به این معنی است که خوشه‌ای در مجاورت، آسیب‌دیده و در نتیجه وسایل-نقلیه در خوشه آسیب‌دیده به خوشه جدید نقل مکان می کند. اگر وسیله‌نقلیهٔ آسیب‌دیده x_i پیام خوشه جدید c را دریافت نکند مجدد نیاز به جست‌وجوی یک خوشه مناسب و انتخاب سرخوشه می‌باشد.

هر وسیله‌نقلیه اطلاعاتی در مورد مکان خود، از جمله موقعیت، سرعت و میزان مصرف سوخت را به سایر وسایل-نقلیه مجاور خود می‌دهد تا کمترین مقدار وزن وسیله‌نقلیه را به‌عنوان CH برای خوشه جدید اعلام کند. در غیر این صورت در زمان انتظار T_{k^+} منتظر می‌ماند تا مجدد اطلاعات جدیدی به دست آورد و شروع به تشکیل خوشه کند.

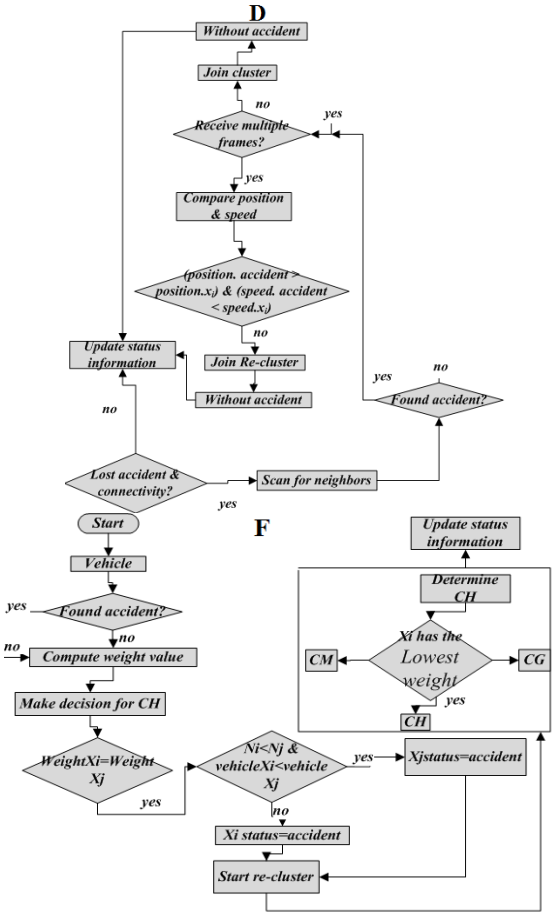
m_n تعداد کل وسایل‌نقلیه در محدوده انتقال می‌باشد. اگر زمانی که وسیله‌نقلیه در زمان T_{k^+} برای تشکیل خوشه اقدام کند، تصادفی رخ دهد، باعث می‌شود خوشه‌بندی انجام نشود. در این حالت، وسایل‌نقلیه تا زمان انتظار برای دریافت اطلاعات مناسب منتظر می‌ماند و کمترین وزن را انتخاب می‌کند. پس از آن، وسیله‌نقلیه انتخاب شده به‌عنوان سرخوشه جدید برای خوشه جدید معرفی می‌شود. در مرحله بعد سرخوشه جدید اعضای خوشه جدید را مشخص می‌کند و اگر وسیله نقلیه‌ای در بین دو خوشه مشترک قرار می‌گیرد به‌عنوان CG معرفی کرده که این وسیله نقلیه ارتباط‌دهنده بین دو خوشه است درحالی‌که مابقی وسیله نقلیه به‌عنوان اعضای خوشه می‌مانند.

Algorithm 1: Algorithm VMRCD

...

61.Inputs : Number of neighbouring vehicles, position, speed, Fuel, accident
62.output : Re-clustering
63.Broadcast m_n
64. If xi receives C
65. If multiple backbone data received
66. If (position. accident > position.xi) & (speed. accident < speed.xi)
67. Join Cluster
68.xi = CM
69. Else
70. Join Re-Cluster
71. End If
72. End If
73. End If
74. If xi : xL
75. $T_{k^+} = T_{(m_n)} - \left(T_R + T_{ACK}\right)$
76. Appropriate xi ()
77. xi Broadcast data
78.$T_k{}^+$. xi : xi.$T_k{}^+$ ()
79.While $T_k{}^+$. xi> 0 do
80. If new cluster is received
81.Stop Competition ()
82.Process start Re-Cluster
83. Else
84. Waiting time decrement $T_k{}^+$. xi
85. End If
86.weight value == $W_{vi} = w_1 I(v_i) + w_2 D"(v_i) + w_3 S(v_i) + w_4 F(v_i)$
87. If weight value xi == weight value xj
88. If (Ni<Nj) & (node.xi>node.xj)
89.xj.status ➔ accident
90.xj.new ➔ CH new
91. Else
92.xi.status ➔ accident
93.x.vehicle ➔ CG
94. End If
95. End If
96. End while
97.Send start Re-Cluster
98. End If
99. End

فلوچارت الگوریتم VMRCD در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل ۵- نمودار گردش الگوریتم پیشنهادی:F: قسمت اول خوشه‌بندی مجدد D: قسمت دوم خوشه‌بندی مجدد

در الگوریتم VMRCD روش‌های خوشه‌بندی مجدد، اصل همسایگی و رابطه میانگین‌گیری بیان کرده‌ایم که در الگوریتم SCRS مطرح نشده است. این عمل باعث دسته‌بندی کردن بهینه در بین وسایل‌نقلیه می‌شود که کنترل ازدحام و جلوگیری تصادف را کاهش داده است و مسیر اتکاپذیر بهینه‌ای را ایجاد می‌کند.

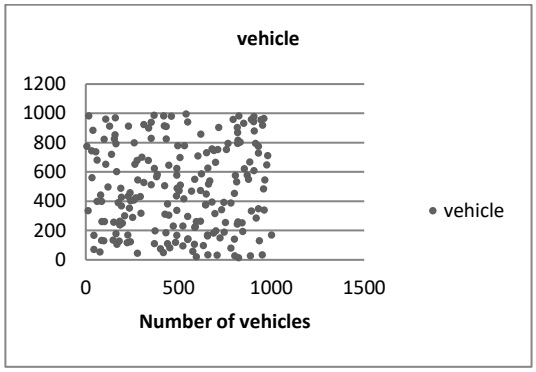
جدول ۳- پارامترهای شبیه‌سازی

پارامتر	مقدار
محیط شبیه‌سازی	بزرگراه
طول محیط شبیه‌سازی	۱۰ کیلومتر
زمان شبیه‌سازی	۶۰۰ ثانیه
تعداد وسایل‌نقلیه	۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰
فرکانس بسته داده	۰/۵ هرتز
کنترل فرکانس بسته‌ها	۱ هرتز
نرخ انتقال	۱ مگابیت بر ثانیه
محدوده ارتباط	۱۰۰۰ متر
سرعت وسیله نقلیه	۲۵-۳۰ متر بر ثانیه
سوخت وسیله نقلیه	۱۰-۳۰ لیتر
تعداد ایستگاه‌های پایه	۲-۱۰۰

۴-نتیجه شبیه‌سازی

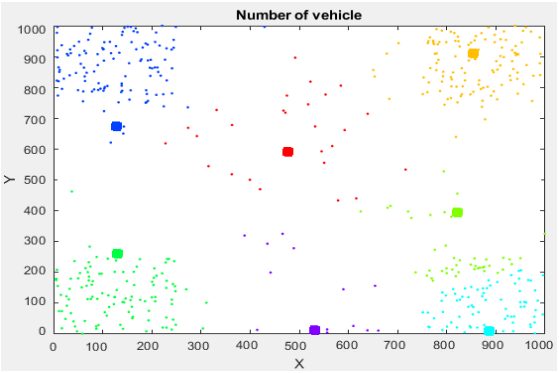
عملکرد مسیریابی اتکاپذیری از طریق شبیه‌سازی و خوشه‌بندی مجدد برای کاهش کنترل ازدحام ارزیابی می‌شود. سپس موقعیت مکانی وسایل‌نقلیه توسط فرضیات اولیه ایجاد می‌کنیم. شبکهٔ VANET موردنظر ما با تعداد ۵۰-۲۰۰ وسیله‌نقلیه شبیه‌سازی‌شده است.

در ابتدا وسایل‌نقلیه را بدون خوشه در نظر می‌گیریم:

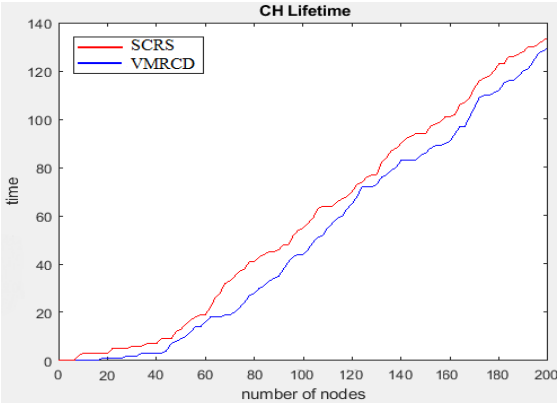


شکل ۶- وسایل‌نقلیه در محدوده انتقال

سپس وسایل‌نقلیه را خوشه‌بندی و سرخوشه را مشخص می‌کنیم:



شکل۷- خوشه‌بندی وسیله‌نقلیه



شکل۸- طول عمر سرخوشه

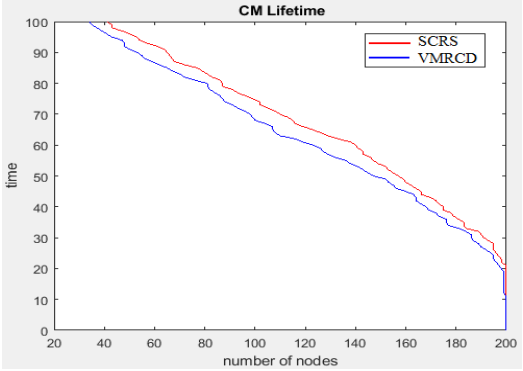
طول عمر وسیله‌نقلیه سرخوشه: این معیار طول عمر یک سرخوشه یعنی فاصله زمانی که یک وسیله‌نقلیه

معمولی به یک سرخوشه تبدیل می‌شود.

شکل (۸) تعداد وسایل‌نقلیه در طول عمر سرخوشه را نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی ما پایداری طول عمر سرخوشه مناسب و پایداری خوشه را بیان می‌کند.

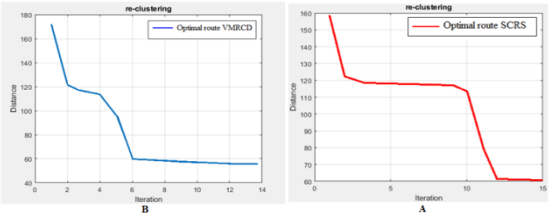
طول عمر وسیله‌نقلیه معمولی: این معیار طول عمر وسیله‌نقلیه معمولی یعنی فاصله زمانی که یک وسیله‌نقلیه معمولی باشد بدون درنظرگرفتن تبدیل آن به سرخوشه و دروازه خوشه شود.

شکل (۹) تعداد وسایل‌نقلیه در طول عمر وسیله‌نقلیه معمولی را نشان می‌دهد که به دلیل تغییر حالت وسایل نقلیه به دروازه خوشه یا سرخوشه طول عمر وسیله‌نقلیه معمولی کاهش یافته است و وضعیت بهینه‌ای را به خود می‌گیرد.



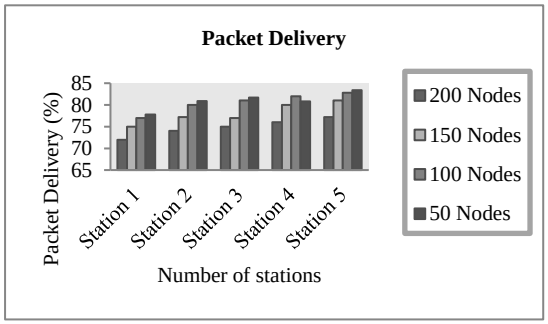
شکل۹- طول عمر وسیله نقلیه معمولی

در خوشه‌ای که وسیله‌نقلیه دچار سانحه شده از الگوریتم VMRCD استفاده می‌کنیم تا خوشه‌بندی مجدد صورت گیرد و تعداد تکراری که این عمل انجام می‌شود را در شکل (۱۰) آمده است که در آن مسیر بهینه اتکاپذیر برای وسایل نقلیه را مشخص می‌کند. الگوریتم SCRS فاصله بهینه برای وسایل‌نقلیه ۶۴.۱۵ متر و زمانی که برای تعیین مسیر اتکاپذیر ۲۶.۴۶ ثانیه می‌باشد و الگوریتم VMRCD فاصله بهینه برای وسایل‌نقلیه ۲۱.۷۶ متر و زمانی که برای تعیین مسیر اتکاپذیر ۳.۳۵ ثانیه می‌باشد . در الگوریتم پیشنهادی همان‌طور که مشاهده می‌کنیم نتیجه بهینه‌ای داریم .

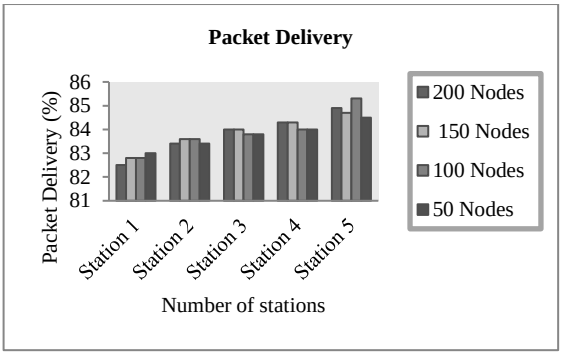


شکل۱۰- مسیر بهینه در خوشه‌بندی مجدد: A)مسیر بهینه الگوریتم SCRS، B)مسیر بهینه الگوریتم VMRCD

Packet Delivery : تأثیر تعداد ایستگاه‌ها و تعداد وسایل نقلیه به نسبت تحویل بسته در شکل‌های (۱۱) و (۱۲) نشان داده شده است. در شکل (۱۱) تعدادی ایستگاه و وسیله‌نقلیه که برای ارسال اطلاعات در محدوده ارتباطی قرار گرفته بررسی می‌کنیم. در اینجا، CH اطلاعات مکانی مقصد را دریافت کرده و جمع‌آوری می‌کند. این اطلاعات تا زمانی که به محدوده ارتباطی یک ایستگاه نباشد، اطلاعات را ارسال نمی‌کند. زمانی که تعداد ایستگاه‌ها پایین، تراکم شبکه بالا می‌باشد. CH همه پیام‌های دریافتی را ذخیره می‌کند تا زمانی که وارد محدوده ارتباطی یک ایستگاه شود. سپس آن را ارسال می‌کند. در شکل (۱۲) اطلاعات به نزدیک‌ترین ایستگاه قرار گیرد آن را دریافت می‌کند. اطلاعات از طریق CH به وسایل‌نقلیه مجاور بدون اینکه اطلاع از مکان CH داشته باشد داده می‌شود، این روش ممکن است نسبت تحویل را کاهش دهد.



شکل۱۱- تحویل بسته نسبت به تعداد ایستگاه و تعداد وسایل نقلیه

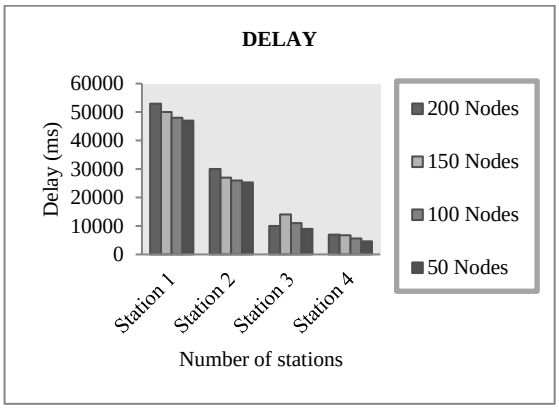


شکل۱۲- تحویل بسته نسبت به تعداد ایستگاه و تعداد وسایل نقلیه در محدوده نباشد

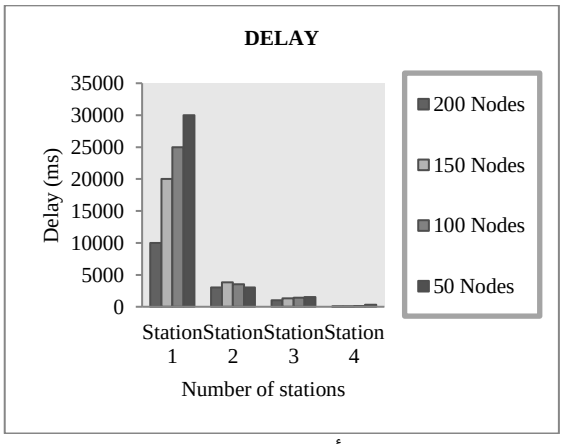
DELAY: بسته اطلاعاتی از یک وسیله‌نقلیه منبع به وسیله‌نقلیه مقصد ارسال کند. این زمان از تولید بسته در فرستنده به پذیرش آن در گیرنده است و در عرض چند ثانیه اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین شامل تمام تأخیرها در شبکه مانند زمان انتقال و تأخیر ناشی از فعالیت‌های

مسیریابی می‌باشد.

شکل‌های (۱۳) و (۱۴) تأخیر END-TO-END را نشان می‌دهد. شکل (۱۳) هنگامی‌که تعداد وسایل‌نقلیه در خوشه افزایش یابد به دلیل انتقال بسته اطلاعاتی از وسیله نقلیه سرخو شه به‌طور میانگین تأخیر END-TO-END افزایش می‌یابد. همچنین CH بسته اطلاعاتی را جمع‌آوری می‌کند و منتظر رسیدن به محدوده ارتباطی یک ایستگاه برای ارسال اطلاعات است. یک بسته اطلاعات نیاز به زمان بیشتری برای انتقال از CH به ایستگاه دارد. بنابراین، میانگین تأخیر END-TO-END به‌طور متوسط افزایش می یابد. شکل (۱۴) هنگامی که اطلاعات به نزدیک‌ترین ایستگاه قرار گیرد آن را دریافت می‌کند و تأخیر END-TO-END را محاسبه می‌کند. نتایج نشان می‌دهد زمانی که تعداد ایستگاه‌ها پایین باشد، تأخیر در کاهش تعداد وسایل‌نقلیه افزایش می‌یابد.



شکل۱۳- تأخیر END-TO-END در محدوده نباشد



شکل۱۴- تأخیر END-TO-END

در جدول ۴ همان‌طور که نشان می‌دهد زمان واقعی و سرعت و تأخیر و همچنین تحویل بسته نسبت به الگوریتم پیشنهادی و الگوریتم SCRS را بیان می‌کند.

جدول۴- مقایسه الگوریتم‌ها

پارامتر	مسیر بهینه اتکاپذیر	زمان بهینه	سرعت بهینه	تأخیر بهینه	تحویل بسته بهینه
الگوریتم VMRCD	۲۱.۷۶ متر	۳.۳۵ ثانیه	۲۷ متربرثانیه	٪۷.۹۹	٪۸.۸۷
الگوریتم SCRS	۶۴.۱۵ متر	۲۶.۴۶ ثانیه	۴۷.۵ متربرثانیه	٪۱۵	٪۱۷
الگوریتم ACO	۶۶.۳۵ متر	۳۰.۵۲ ثانیه	۳۵.۵۵ متربرثانیه	٪۴۵	٪۲۹
الگوریتم CBS	۷۴.۱۵ متر	۲۸.۶۹ ثانیه	۴۸.۵ متربرثانیه	٪۱۹	٪۴۸

۵-نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک الگوریتم مسیریابی اتکاپذیری با استفاده از خوشه‌بندی مجدد در شبکه‌های خودرویی با ارتباط‌های V2V را ارائه کرده‌ایم که طول عمر CH، طول عمر CM، درصد Packet Delivery، تأخیر END-TO-END را در سناریوهای مختلف مورد آزمایش قرار داده‌ایم. همان‌طور که در بخش‌های قبلی مطرح کرده‌ایم حوادث جاده‌ای برای وسایل‌نقلیه با فراهم کردن اطلاعات مناسب در زمان مناسب قابل جلوگیری و حل می‌باشد. VANET می‌تواند ارتباطات خودرویی لازم را فراهم کند. در این مقاله الگوریتم پیشنهادی که مطرح کرده‌ایم در روش‌های پیشین که مورد بررسی قرارگرفته است هیچ‌گونه تمهیداتی در مقابل حادثه برای وسیله نقلیه و خوشه‌بندی مجدد و کنترل ازدحام ترافیک بیان نشده است. الگوریتم ما از خوشه‌بندی مجدد در شبکه‌های خودرویی AD HOC استفاده کرده است. الگوریتم پیشنهادی با ادغام نمودن پارامترهایی مانند وزن و فاصله برای به دست آوردن خوشه‌بندی مجدد برای مسیریابی اتکاپذیر استفاده کرده‌ایم. با در نظر گرفتن در خوشه‌ای که سانحه یا تصادف رخ داده برای وسایل نقلیه این امکان را می‌دهد که با اصل همسایگی و فاصله اقلیدسی و الگوریتمK-means تشکیل خوشه‌بندی مجدد دهند. همچنین ما برای تعیین مسیر اتکاپذیر برای این مسئله، الگوریتم پیشنهادی به نام VMRCD را ارائه کرده‌ایم.

درنهایت، به‌منظور ارزیابی الگوریتم پیشنهادی، ازنظر معیاری همچون تحویل بسته، تأخیرEND-TO-END بر تأثیر تعداد ایستگاه‌های مختلف و تعداد وسایل نقلیه، میزان

درصد تحویل بسته و تأخیر را با الگوریتم SCRS مقایسه کرده‌ایم. به‌علاوه، ارزیابی طول عمر CH و CM طرح پیشنهادی با الگوریتم SCRS مورد ارزیابی و مقایسه قرار داده‌ایم. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد طرح پیشنهادی ما برای تحویل بسته را تا ۸.۸۷٪ نسبت به روش قبلی کاهش داده است و بر تأخیر END-TO-END تأثیر داشته و تا ۷.۹۹٪ نسبت به روش قبلی کاهش‌یافته است و پیچیدگی الگوریتم VMRCD $(n\log n)$ مورد محاسبه قرار گرفته است. پیشنهاد می‌شود که از شبکه‌های بی‌سیم سنسور سیار و روش‌های دوبعدی و سه‌بعدی برای مسیریابی اتکاپذیری در شبکه‌های خودرویی موردبررسی و استفاده قرار گیرد.

مراجع:

[1] A.G. Delavar, and A.A. Baradaran," CRCWSN: Presenting a routing algorithm by using re-clustering to reduce energy consumption in WSN". International Journal of Computers Communications & Control, Vol.8, No.1, November 2012, pp. 61-69.

[2] T.K. Saini, and S.C. Sharma, "Prominent unicast routing protocols for Mobile Ad hoc Networks: Criterion, classification, and key attributes". Ad Hoc Networks, Vol.89, June 2019, pp. 58-77.

[3] S. Latif, S. Mahfooz, B. Jan, N. Ahmad, Y. Cao, and M. Asif, "A comparative study of scenario-driven multi-hop broadcast protocols for VANETs". Vehicular Communications, Vol.12, April 2018, pp. 88-109.

[4] V. Vukadinovic, K. Bakowski, P. Marsch, I.D. Garcia, H. Xu, M. Sybis, P. Sroka, K. Wesolowski, D. Lister, and I. Thibault, " 3GPP C-V2X and IEEE 802.11 p for Vehicle-to-Vehicle communications in highway platooning scenarios". Ad Hoc Networks, Vol.74, May 2018, pp. 17-29.

[5] K.F. Hasan, C. Wang, Y. Feng, and Y.C. Tian, "Time synchronization in vehicular ad-hoc networks: A survey on theory and practice". Vehicular communications, Vol.14, October 2018, pp. 39-51.

[6] B. Yi, X. Wang, and M. Huang, " Content delivery enhancement in Vehicular Social Network with better routing and caching mechanism". Journal of Network and Computer Applications, Vol.177, March 2021, pp. 102952.

[7] N.D. Kumari, and B. Shylaja, "AMGRP: AHP-based multimetric geographical routing protocol for urban environment of VANETs". Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, Vol.31, January 2019, pp. 72-81.

[8] Z. Khan, S. Fang, A. Koubaa, P. Fan, F.Abbas, and H. Farman, "Street-centric routing scheme using ant colony optimization-based clustering for bus-based vehicular ad-hoc network". Computers and Electrical Engineering, Vol.86, September 2020, pp. 106736.

[9] R. Ghebleh , "A comparative classification of information dissemination approaches in vehicular ad hoc networks from distinctive viewpoints: A survey". Computer Networks, Vol.131, February 2018, pp. 72-81.

[10] I.T. Abdel-Halim, H.M.A. Fahmy, and A.M. Bahaa-El Din, "Mobility prediction-based efficient clustering scheme for connected and automated vehicles in VANETs". Computer Networks, Vol.150, February 2019, pp. 217-233.

[11] S. Khakpour, R.W. Pazzi, and K. El-Khatib, "Using clustering for target tracking in vehicular ad hoc networks". Vehicular Communications, Vol.9, July 2017, pp. 83-96.

[12] L. Rivoirard, M. Wahl, P. Sondi, M. Berbineau, and D. Gruyer, "Chain-Branch-Leaf: A clustering scheme for vehicular networks using only V2V communications". Ad Hoc Networks, Vol.68, January 2018, pp. 70-84.

[13] I. Turcanu, F. Klingler, C. Sommer, A. Baiocchi, and F. Dressler, "Duplicate suppression for efficient floating car data collection in heterogeneous LTE-DSRC vehicular networks". Computer Communications, Vol.123, June 2018, pp. 54-64.

[14] D. Das, and R. Misra, "Improvised dynamic network connectivity model for vehicular ad-hoc networks (VANETs)". Journal of Network and Computer Applications, Vol.122, November 2018, pp. 107-114.

[۱۵] داود جنت و الیپس مسیحی، " مسیریابی روبات های ماشین واره یدک کش با روش پیشروی سریع (FMM)" . نشریه مدل سازی در مهندسی، دوره ۱۱، شماره ۳۴، پاییز ۱۳۹۲، صفحه ۴۷-۳۱.

[۱۶] سید مهدی حسینی مطلق ،محمدرضا قطره سامانی و عباس جوکار. "ارائه یک مدل ریاضی و روش حل ابتکاری برای مسئله مکان‌یابی-مسیریابی دوسطحی با در نظر گرفتن شرایط گذاشت و برداشت در حالت عدم قطعیت" . نشریه مدل سازی در مهندسی، دوره ۱۶، شماره ۵۳، تابستان۱۳۹۷، صفحه ۳۶۱-۳۳۹.

[۱۷] مجید یوسفی‌خوشبخت ،اعظم دولت نژاد ثمرین و اسماعیل خرم."یک الگوریتم ترکیبی اصلاحی مورچگان برای حل مساله مسیریابی وسیله نقلیه باز ظرفیت‌دار" .نشریه مدل سازی در مهندسی، دوره ۱۵، شماره ۵۰، پاییز۱۳۹۶، صفحه ۴۷-۳۱.