بهینه سازی فرآیند انتقال داده در شبکه های بین خودرویی با استفاده از الگوریتم کنترل نرخ داده

محمد سردشتی فرد[۱]، رامین کریمی[۲]، علی سلیمانی[۳] و سید حسن نجات[۴]

۱.گروه کامپیوتر،کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملارد
۲.گروه تخصصی کامپیوتر،هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملارد
۳.گروه تخصصی کامپیوتر،هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملارد
۴.گروه تخصصی کامپیوتر،دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۶/۰۱
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۲/۰۶/۰۳

کلمات کلیدی:
شبکه های بین خودرویی ،
VANET ،
کنترل ازدحام ،
Data rate Control،
CBR

چکیده

شبکه‌های موقت خودرو یا VANET از ارتباطات وسیله نقلیه به خودرو (V2V)و خودرو به زیرساخت (v2I) پشتیبانی می‌کنند، که این امر باعث می شود تا کارایی و ایمنی سیستم‌های حمل‌ونقل جاده‌ای را افزایش کنند. VANET معمولاً از فناوری ارتباط بی‌سیم برای امر انتقال اطلاعات استفاده می‌کنند و در سناریوهایی با تراکم بالای خودرو که درخواست و تقاضای دریافت و ارسال اطلاعات مربوط به ترافیک افزایش پیدا میکند کانال ارتباطی با تراکم مواجه می‌شود که بر قابلیت اطمینان برنامه‌های ایمنی تأثیر منفی می‌گذارد. برای جلوگیری از این امر، مؤسسه استانداردهای مخابرات اروپا[۱] (ETSI) روش کنترل ازدحام غیرمتمرکز[۲] (DCC) را برای کنترل موثر بار کانال، با کنترل پارامترهای مختلف انتقال پیام مانند نرخ پیام، نرخ داده و قدرت انتقال، پیشنهاد کرده است. در حال حاضر، بیشتر کارهای تحقیقاتی بر روی توان انتقال برای کنترل تراکم داده ها تمرکز دارند، در حالی که روش‌های دیگر مانند کنترل نرخ داده و نرخ پیام کمتر رایج هستند. وسایل نقلیه تردد و ارتباط با یکدیگر و زیرساخت ها اساس آینده حمل و نقل وسایل نقلیه است. کاربردهای زیادی از ارتباطات در یک شبکه خودرویی وجود دارد. یکی از مهمترین کاربردها ایمنی است. پیام‌های ایمنی رد و بدل شده بین خودروها احتمالاً می‌تواند جان انسان را نجات دهد. با این حال، اگر چنین پیام‌هایی به‌موقع یا قابل اعتماد دریافت نشوند، اثربخشی برنامه ایمنی ممکن است آسیب ببیند. به این ترتیب، کنترل تراکم شبکه یک موضوع محبوب در شبکه های خودرویی است. روش های مختلفی برای کنترل سرعت و توان انتقال پیام تا به امروز مورد بررسی قرار گرفته است.در این تحقیق، یک الگوریتم کنترل نرخ داده برای کنترل تراکم شبکه بر اساس نسبت اشغال کانال[۳] (CBR)پیشنهاد شده است. برای شبیه سازی، سناریوهای دنیای واقعی تولید شده از طریق SUMO در نظر گرفته شده است. پس از مقایسه نتایج با سایر الگوریتم‌های کنترل نرخ داده، پیش‌بینی می‌شود که رویکرد پیشنهادی در سناریوهایی که CBR پویا و بالا است، بهتر عمل کند.

[۱] European Telecommunication Standards Institute
[۲] Decentralized Congestion Control
[۳] Channel Busy Ratio

۱- مقدمه

در یک شبکه بین خودرویی شامل بسته هایی حاوی اطلاعات حیاتی ست که توسط گره ها که همان وسایل نقلیه می باشند به سرعت در تبادل هستند. این شبکه باید توان حفظ بسته ها با کمترین حالت از دست دادن بسته ها را داشته باشد تا بتواند پیام های ایمنی را به درستی تحویل دهد. در یک دنیای کامل، هر BSM ارسال شده توسط گیرندگان مورد نظر خود (وسایل نقلیه در محدوده مشخصی از فرستنده) با زمان و اطلاعات کافی برای انجام هر کاری که توسط برنامه ایمنی مورد نیاز است، به‌درستی دریافت می‌شود. با این حال، VANET ها به دلیل موانع مختلف مانند سربار پیام، ناکارآمدی در پهنای باند و استفاده از منابع، تاخیر انتقال و سایر عوامل مرتبط با چالش های متعددی مواجه می شوند که می توانند بر عملکرد یک شبکه و برنامه های کاربردی متکی به آن تأثیر بگذارند. در VANET ها، همه وسایل نقلیه برای منابع، یعنی پهنای باند موجود برای انتقال بسته ها با هم رقابت می کنند. وسایل نقلیه به طور معمول می توانند تا ۱۰ بیکن یا BSM در ثانیه ارسال کنند.

در چنین شبکه‌هایی، وسایل نقلیه فرستنده باید دائماً رسانه پخش را برای فعالیت آزمایش کنند و فقط زمانی پیام‌های خود را ارسال می‌کنند که هیچ فعالیتی در کانال احساس نمی‌شود، یعنی کانال به‌عنوان بی‌حرکت احساس می‌شود. این می تواند باعث مقدار قابل توجهی از همپوشانی، تاخیر و برخورد بسته ها شود که منجر به از دست دادن آگاهی در شبکه و رنج برنامه های ایمنی می شود. در استانداردهای IEEE، تخصیص منابع شبکه اغلب به صورت متمرکز مدیریت می شود، اما در VANET ها این گزینه به عنوان یک شبکه غیرمتمرکز و بسیار فرار نیست. از آنجایی که BSM ها برای همه وسایل نقلیه همسایه پخش می شوند، چنین بسته هایی تایید نمی شوند (یک انفجار تایید رخ می دهد). زمانی که بار کانال VANET بالای ۴۰ درصد ظرفیت تئوری باشد، تأخیرهای انتقال MAC و از دست دادن بسته به طور تصاعدی افزایش می یابد

در شبکه های بین خودرویی (VANET) کنترل تراکم به خاطر حجم بالای ارتباط ، استفاده ناکارآمد از پهنای باند ، تاخیر بالا در تبادل پیام و عدم استفاده صحیح از منابع موجود در شبکه با چالش های مختلفی مواجه است که در آگاهی و پیام های وسایل نقلیه می تواند اثر منفی بگذارد[۱]

از آنجایی که منابع در VANET ها به صورت متمرکز مدیریت نمی شوند، باید آنها را به صورت غیرمتمرکز مدیریت کنیم. از آنجایی که بار کانال و سرعت انتقال و انتقال خود وسایل نقلیه دلیل اصلی اثرات نامطلوب بر روی انتقال است، منطقی است که مدیریت این عوامل بر مدیریت تراکم کانال تأثیر بگذارد[۳]. شبکه VANET از یک کانال ۵,۹گیگاهرتز مشترک برای همه وسایل نقلیه استفاده کرده که از بُرد ارتباطی ۳۰۰ متر با محدودیت ۳۳□□□ بهره مند است[۲] این کانال مختص کلیه پیام های ایمنی و اطلاعیه های مربوط به خدمات بوده که هر وسیله نقلیه در هر ثانیه ۱۰ چراغ یا پیام مخابره می کند که باعث ایجاد بار سنگین در شبکه می گردد و منجر به برخورد بسته ها می شود. به همین خاطر بسته ها فقط در زمانی ارسال می شوند که شبکه در وضعیت سفید باشد[۳] از خصوصیات شبکه های بین خودرویی می توان به مدیریت شبکه به صورت غیرمتمرکز اشاره کرد که باعث ازدحام کانال هنگام توزیع بسته ها در شبکه شده و آن را دچار بحران کرده است این در حالی ست که تایید بسته های ارسالی جهت کنترل بار اضافی روی شبکه صورت نمی پذیرد. باید خاطر نشان کرد که حجم کانال اگر از ۴۰درصد از ظرفیت خود بالاتر برود برخورد و تاخیر بسته ها به سرعت افزایش پیدا می کنند.[۴] در این موضوع ما با تعدادی چالش مواجه هستیم که سعی داریم در حوزه مدیریت تراکم داده و ارزش گذاری بسته ها الگوریتم کنترل تراکم داده را بهبود ببخشیم.

اپلیکیشن های VANET به برنامه های خدماتی و ایمنی طبقه بندی می شوند[۲۰]. برنامه های ایمنی شامل هشدار برخورد رو به جلو، هشدار سرعت منحنی، آگاهی قبل از تصادف، گردش به چپ برای کمک، چراغ های ترمز اضطراری، هشدار تغییر خط و غیره است. برنامه های خدماتی شامل هدایت مسیر و بهینه سازی ترافیک، برنامه های سرگرمی اطلاعاتی مانند اتصال به اینترنت، رسانه، خدمات پرداخت مانند جمع آوری عوارض الکترونیکی و غیره است. درواقع هدف شبکه های بین خودرویی افزایش ایمنی رانندگان و عابران پیاده است که این کار توسط گره ها (وسایل نقلیه) انجام می شود و به طور مداوم در حال ارسال و دریافت پیام یا بسته با سایر گره ها و زیرساخت ها در یک محیط VANET هستند. انواع پیام های ارسالی عبارتند از پیام های دوره ای، پیام های ایمنی یا رویداد محور و پیام های داده. این پیام ها از طریق کانال های اختصاص داده شده در سیستم DSRC/WAVE با واحدهای On-Board (OBU) در داخل وسایل نقلیه و واحدهای کنار جاده (RSU)ارسال می شوند[۵]. این امر از برخورد خودروها با یکدیگر و یا با عابران پیاده می تواند جلوگیری کند در نتیجه ایمنی را افزایش می یابد و خدمات ضروری برای تجربه رانندگی راحت را ارائه می شود. تراکم کانال زمانی اتفاق می‌افتد که کانال اشباع شود و گره‌ها یا همان وسایل نقلیه شروع به رقابت برای دسترسی به کانال نمایند[۶].

کنترل ازدحام یک موضوع تحقیقاتی چالش برانگیز در هر محیط خودرویی است. کانال‌هایی که پیام‌ها از طریق آن‌ها ارسال می‌شوند ممکن است به دلیل عواملی مانند تراکم بالای گره‌ها، داده‌های GPS، و غیره دچار ازدحام شوند. به دلیل برخورد بسته‌ها، این پیام‌ها به مقصد نمی‌رسند و می تواند منجر به حوادث و تلفات جانی و مالی شوند. . بنابراین، توسعه الگوریتم‌های کنترل تراکم برای کاهش ازدحام و اطمینان از تحویل مناسب پیام‌ها بسیار مهم است. [۱]

چرا وسایل نقلیه باید با یکدیگر ارتباط برقرار کنند؟ کاربردهای مختلفی برای این کار وجود دارد که بسیاری از آنها ایمنی یا پیشگیری از حوادث را شامل می شوند. با توجه به کنسرسیوم ارتباطات ایمنی خودرو (VSC) هشت کاربرد بالقوه بالا را شناسایی کرد: هشدار نقض علائم راهنمایی و رانندگی، هشدار سرعت منحنی، چراغ ترمز الکترونیکی اضطراری، تشخیص قبل از تصادف، هشدار برخورد به جلو، گردش به چپ. دستیار،

هشدار تغییر خط و دستیار حرکت علامت توقف.» با این حال، اگر تعداد زیادی پیام به طور همزمان ارسال شود، می‌تواند منجر به برخورد و از دست رفتن بسته شود به این معنی که ارسال پیام‌های ایمنی اولیه (BSM) انجام نمی‌شود. ممکن است به قیمت جان انسان ها تمام شود. [۶]

کنترل تراکم یک مشکل رایج در شبکه است. در یک شبکه بی سیم، یک تکنیک رایج، پروتکل دسترسی چندگانه با حس حامل با پروتکل جلوگیری از برخورد (CSMA/CA) است که در آن رسانه بی سیم قبل از انتقال بیکار یا مشغول است. در برخی موارد، بسته های Request to Send(RTS) و Clear to Send(CTS) برای بررسی بیکاری استفاده می شوند. با این حال، در شبکه‌های موقتی مانند VANET، هنگام برخورد با برنامه‌های ایمنی، به‌موقع بودن ورود BSM می‌تواند دنیایی از تفاوت را ایجاد کند. ممکن است زمانی برای درخواست‌ها و تأییدیه‌های ارسال طولانی وجود نداشته باشد، به‌ویژه اگر از تصادف جلوگیری شود.[۵]

ایمنی خودرو به استحکام بدنه وسیله نقلیه و آگاهی خودرو از محیط اطراف آن اشاره دارد. فناوری‌های کنونی مانند دوربین‌ها دامنه محدود، برد محدودی دارند و به دید خوبی نیاز دارند. هنگامی که خودروها شروع به برقراری ارتباط با یکدیگر می کنند، می توان از بسیاری از این محدودیت ها اجتناب کرد. ارسال پیام های ایمنی در زمان مناسب به جلوگیری از برخورد و حوادث اضطراری کمک می کند. از دهه ۱۹۲۰ از ارتباطات رادیویی برای بهبود ایمنی وسایل نقلیه استفاده شده است[۳۸]. برنامه های کاربردی توسعه یافته باید قادر به انتقال پیام های ایمنی به روش های مختلف با توجه به زمینه رانندگی وسیله نقلیه باشند[۳۶].

در VANET، پیام های ایمنی دو نوع هستند: پیام های دوره ای و پیام های رویداد محور[۹]. چراغ‌ها که پیام‌های ایمنی پایه (BSM)نیز نامیده می‌شوند، به صورت دوره‌ای برای اعلام وضعیت خودرو ارسال می‌شوند. هنگامی که رویدادهای خاصی مانند ترافیک یا خطرات جاده شناسایی می شوند، پیام های رویداد محور وارد عمل می شوند. BSM از دو بخش تشکیل شده است. قسمت ۱ دارای وضعیت اجباری وسیله نقلیه است، به عنوان مثال، زمان، حرکت، موقعیت، اندازه خودرو. بخش ۲ شامل پسوند ایمنی اختیاری است، به عنوان مثال، تاریخچه مسیر، رویدادها.

اندازه متوسط BSM بین ۳۲۰ تا ۳۵۰ بایت است. BSM ها ده بار در ثانیه ارسال می شوند[۱۲].

کاربردهای ایمنی در VANET پتانسیل زیادی برای جلوگیری از تلفات دارند. همانطور که در چدول۲-۱ نشان داده شده است، تنها در سال ۱۴۰۰ در ایران، ۲۷۶هزار و ۷۷۱نفر تصادف منجر به مرگ وسایل نقلیه موتوری و یا تصادف منجر به جراحت رخ داده است ("آمار متوفیات و مصدومین ناشی از حوادث رانندگی ارجاعی به مراکز پزشکی قانونی کشور طی سال ۱۴۰۰ وبسایت پزشکی قانونی کشور تیرماه ۱۴۰۰") در VANET که از برنامه‌های ایمنی برای جلوگیری از برخورد یا سایر ویژگی‌های ایمنی استفاده می‌کند، یک BSM دیرهنگام یا تحویل‌نشده می‌تواند تفاوت بین دریافت هشدار برخورد و هیچ‌کدام باشد. سپس می تواند به معنای تفاوت بین تجربه یا عدم برخورد باشد. بنابراین، ضروری است تا حد امکان از BSMهای گمشده و دیرهنگام در شبکه جلوگیری شود. قدرت انتقال بالا همراه با ارسال های مکرر و یک شبکه متراکم دستور العملی برای تراکم است. وسایل نقلیه بیشتر که مکرراً با قدرت بالا ارسال می کنند تقریباً همپوشانی بیش از حد را تضمین می کند. یک شبکه شلوغ نرخ اشغال کانال بالاتر، نرخ خطای بیکن بالاتر، نرخ تحویل بیکن کمتر و تاخیر بین بسته‌ای بالاتر خواهد داشت.

۲- چالش های موجود در شبکه های VANET

جدای از مزایای VANET، چالش‌های زیادی وجود دارد که فناوری باید با آنها روبرو شود. این چالش‌ها را می‌توان به‌عنوان مسیرهای تحقیقاتی آینده در نظر گرفت که در آن پیشرفت‌ها هنوز مورد نیاز است. برخی از چالش ها به شرح زیر است.

• **تحرک:** به طور کلی، یک شبکه ad-hoc شامل دستگاه هایی است که ماهیت کمتری متحرک دارند. در VANET، گره ها (وسایل نقلیه) بسیار متحرک هستند. خودروها ممکن است در چند ثانیه بیایند و ارتباط خود را از دست بدهند. از این رو انتقال اطلاعات در مدت زمان کم دشوار می شود. بنابراین، یک مدل توپولوژی با سطح بالایی از تعامل بین فرستنده و گیرنده برای توسعه این موضوع مورد نیاز است[۱۵].

• **ذخیره سازی و مدیریت داده ها:** در VANET محدودیتی در تعداد خودروها وجود ندارد. بنابراین تعداد گره‌ها (وسایل نقلیه) در VANET می‌تواند به میلیون‌ها نفر افزایش یابد و حجم عظیمی از داده را تولید کند. ذخیره، نظارت و مدیریت مقادیر زیادی از داده ها یک موضوع تحقیقاتی چالش برانگیز است. فناوری های جدید مانند Big Data می توانند این مسائل را حل کنند[۴۳].

• **امنیت و حریم خصوصی:** در VANET، شبکه باز است و هر گرهی می تواند به شبکه بپیوندد. هیچ مکانیزمی برای اطمینان از قابل اعتماد بودن گره ها وجود ندارد. از این رو، امنیت یک نگرانی قابل توجه است زیرا ارتباط از طریق یک رسانه بی سیم اتفاق می افتد و هر گره می تواند داده های مخرب را ارسال کند که باعث آسیب به گره های دیگر شود. شناسایی وسایل نقلیه مخرب نیز به دلیل حجم بالای گره ها مشکل است. این می تواند یک تهدید جدی برای حریم خصوصی رانندگان باشد[۳۹].

• **ارائه خدمات با کیفیت:** در VANET، گره ها بسیار متحرک و بسیار پویا هستند. عواملی مانند توپولوژی، موقعیت گره، فاصله گره، اتصال و غیره دائماً متفاوت هستند و پروتکل های مسیریابی را قادر به ارائه یک سرویس خوب نمی کنند. بنابراین، طراحی، مدل‌سازی و توسعه مکانیسم‌هایی برای اطمینان از کیفیت خوب خدمات بسیار مهم است[۳۹].

• **استانداردسازی:** VANET از گره های بسیار ناهمگن مانند اتومبیل، کامیون، اتوبوس، چراغ راهنمایی و سایر واحدهای کنار جاده تشکیل شده است. این گره ها راه های مختلفی برای برقراری ارتباط دارند و مکانیسم های ارتباطی خود را دارند. برای مقابله با چنین گره های بسیار متفاوتی،

استانداردسازی پروتکل ها مورد نیاز است. استانداردسازی باید شامل استانداردهای دولت و صنعت باشد[۳۹].

• **پروتکل های مسیریابی:** پروتکل های سنتی برای VANET مناسب نخواهند بود زیرا گره ها بسیار متحرک هستند و توپولوژی شبکه هر ثانیه تغییر می کند. توسعه پروتکل های مسیریابی قوی برای انتشار اطلاعات برای ارائه خدمات بهتر، نسبت تحویل بسته بالا (PDR)و توان عملیاتی بالاتر مورد نیاز است[۳۹].

• **کنترل ازدحام:** پیام های ایمنی پخش شده در VANET پهنای باند قابل توجهی از کانال کنترل را مصرف می کند و باعث ازدحام می شود. این منجر به از دست رفتن بسته ها و تاخیر در تحویل پیام های ایمنی می شود. فرآیندی که بار کانال را زیر سطح آستانه بالا نگه می دارد و از تراکم کانال جلوگیری می کند، کنترل تراکم نامیده می شود. کنترل ازدحام در کاهش تأخیر بسته ها و گم شدن بسته ها برای اطمینان از ایمنی جاده مهم است. برای رسیدن به این هدف، دو نوع انتقال پیام صورت می گیرد.

۱) بیکن هایی که اطلاعات وضعیت را مبادله می کنند و ۲) پیام های رویداد محور. از آنجایی که هر دو این پیام ها از یک کانال کنترل استفاده می کنند، بار کانال نیز هر زمان که ترافیک افزایش یابد افزایش می یابد. این می تواند باعث تاخیر در تبادل بیکن ها شود و پیام های رویداد محور به هیچ وجه به کانال دسترسی نخواهند داشت و ایمنی ایجاد نمی کند. استراتژی‌های توسعه‌یافته باید تضمین کنند که ازدحام کانال در طول تراکم‌های مختلف ترافیک کنترل می‌شود. بخش های آینده به رویکردهای کنترل تراکم می پردازد.

۳- سیستم های حمل و نقل هوشمند (ITS)

خدمات مربوط به مدیریت ترافیک را ارائه می دهد و شبکه های حمل و نقل را ایمن تر، هماهنگ و هوشمندتر می کند. سیستم های حمل و نقل هوشمند برنامه هایی هستند که خدماتی را به منظور «هوشمند کردن» سیستم های حمل و نقل ارائه می دهند. طیف وسیعی از کاربردهای بالقوه برای ITS وجود دارد، از کاربردهای حیاتی ایمنی مانند هشدارهای برخورد گرفته تا به حداقل رساندن تراکم ترافیک و خدمات پارکینگ و دریافت عوارض. به عنوان مثال، در ویندزور، انتاریو، Transit Windsor یک سرویس ITS را پیاده سازی کرده است که به سواران اتوبوس اجازه می دهد مکان اتوبوس خود را در زمان واقعی ردیابی کنند و پیش بینی های دقیق تری از زمان رسیدن ارائه می دهد. VANET ها نمونه دیگری از سرویس ITS هستند. برخی از برنامه‌ها شامل تماس خدمات اضطراری پس از تصادف، دوربین‌هایی که قوانین راهنمایی و رانندگی و محدودیت‌های سرعت را اعمال می‌کنند و غیره می‌شوند[۱۱].

در سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، هر وسیله نقلیه نقش فرستنده، گیرنده و مسیریاب را بر عهده می‌گیرد تا اطلاعات را به شبکه خودرو یا آژانس حمل‌ونقل ارسال کند، که سپس از اطلاعات برای اطمینان از جریان آزاد و ایمن ترافیک استفاده می‌کند. برای برقراری ارتباط بین وسایل نقلیه و واحدهای RoadSide (RSU)، وسایل نقلیه باید به نوعی رابط رادیویی یا OnBoard Unit (OBU) مجهز باشند که امکان تشکیل شبکه‌های موقت بی‌سیم با برد کوتاه را فراهم می‌کند. وسایل نقلیه همچنین باید دارای سخت افزاری باشند که اطلاعات دقیق موقعیت مانند سیستم موقعیت یابی جهانی (GPS) یا گیرنده سیستم موقعیت یاب جهانی متفاوت (DGPS) را فراهم کند. RSU های ثابت، که به شبکه ستون فقرات متصل هستند، باید برای تسهیل ارتباطات در محل قرار گیرند. تعداد و توزیع واحدهای کنار جاده بستگی به پروتکل ارتباطی مورد استفاده دارد. به عنوان مثال، برخی از پروتکل‌ها نیازمند توزیع یکنواخت واحدهای کنار جاده‌ای در سراسر شبکه جاده‌ای هستند، برخی از پروتکل‌ها تنها در تقاطع‌ها به واحدهای کنار جاده‌ای نیاز دارند، در حالی که برخی دیگر نیاز به واحدهای کنار جاده‌ای فقط در مرزهای منطقه دارند. اگرچه می توان فرض کرد که زیرساخت ها تا حدی وجود دارد و وسایل نقلیه به طور متناوب به آن دسترسی دارند، غیرواقعی است که وسایل نقلیه همیشه به واحدهای کنار جاده دسترسی بی سیم داشته باشند. (شکل های ۲-۵ ، ۲-۶ ، ۲-۷)تنظیمات ارتباطی ممکن را در سیستم های حمل و نقل هوشمند نشان می دهند. اینها شامل ارتباطات بین وسیله نقلیه، وسایل نقلیه در کنار جاده، و ارتباطات مبتنی بر مسیر است. ارتباطات بین خودرویی، وسیله نقلیه به کنار جاده و مسیریابی مبتنی بر اطلاعات بسیار دقیق و به روز در مورد محیط اطراف است که به نوبه خود نیازمند استفاده از سیستم های موقعیت یابی دقیق و پروتکل های ارتباطی هوشمند برای تبادل اطلاعات است. . در یک محیط شبکه ای که در آن رسانه ارتباطی مشترک، بسیار نامطمئن و با پهنای باند محدود است، پروتکل های ارتباطی هوشمند باید تحویل سریع و قابل اعتماد اطلاعات را به تمام وسایل نقلیه در مجاورت تضمین کنند. شایان ذکر است که ارتباطات درون خودرو از فناوری هایی مانند IEEE ۸۰۲,۱۵,۱ (بلوتوث)، IEEE 802.15.3 (باند فوق عریض) و IEEE ۸۰۲,۱۵,۴ (زیگبی) استفاده می کند که می تواند برای پشتیبانی از ارتباطات بی سیم داخل خودرو استفاده شود.

۴- زمان انتقال BSM

مدت زمانی که طول می کشد تا یک بسته با اندازه معین ارسال شود به میزان بیت مورد استفاده برای انتقال بستگی دارد. استفاده از بیت ریت بالاتر زمان انتقال را کاهش می دهد اما مسافتی که سیگنال می تواند طی کند را نیز کاهش می دهد. ما یک انتقال BSM را با پارامترهای زیر در نظر می گیریم:

• L: اندازه کل بسته بر حسب بایت. این شامل هدرهای BSM و تمام داده های مرتبط است.

• BR: میزان بیت بر حسب (bps)مورد استفاده برای انتقال BSM

• T_{tr} : زمان (در ثانیه) مورد نیاز برای انتقال .BSMاین شامل تاخیر انتشار نمی شود.

سپس زمان انتقال برای BSM به صورت زیر داده می شود:

$$T_{tr} = \frac{۸. L}{BR}$$

با استفاده از eqn 3.*، یک BSM 512 بایتی که با نرخ بیت ۶ مگابیت بر ثانیه ارسال می شود، به زمان ارسال نیاز دارد.

$$T_{tr}=\frac{۸.۵۱۲}{۶*۱۰^{۶}} \longrightarrow =۶۸۲*۱۰^{۶}sec=.۶۸۲$$

همان بسته ای که با نرخ بیت ۹ مگابیت بر ثانیه ارسال می شود به زمان ارسال نیاز دارد

$$T_{tr}=\frac{۸.۵۱۲}{۹*۱۰^{۶}} \longrightarrow =۴۵۵*۱۰^{۶}sec=.۴۵۵$$

بنابراین، تغییر نرخ بیت از ۶ مگابیت بر ثانیه به ۹ مگابیت در ثانیه، زمان اشغال کانال را بیش از ۳۰ درصد کاهش می دهد. پروتکل DSRC/WAVE که در فصل ۲ مورد بحث قرار گرفت، فرض می کند که هر وسیله نقلیه ۱۰ BSM در هر ثانیه ارسال می کند. این بدان معنی است که با کمتر از ۱۵۰ وسیله نقلیه، کانال کاملاً پر می شود، در صورت استفاده از بیت ریت ۶ مگابیت بر ثانیه. اگر بخواهیم اجازه انتقال BSM بیشتری را بدهیم، باید نرخ بیت را افزایش دهیم. با استفاده از بیت ریت ۹ مگابیت در ثانیه، کانال با حدود ۲۲۰ وسیله نقلیه پر خواهد شد. توجه داریم که این مقادیر برای تعداد وسایل نقلیه حد بالایی هستند. معمولاً برخورد بسته و از دست دادن بسته قبل از رسیدن به ۱۰۰٪ ظرفیت کانال شروع می شود.

۵- الگوریتم پیشنهادی

الگوریتم کنترل نرخ داده (DRCA)نشان داده شده در الگوریتم ۱ برای تعیین میزان بیتی که برای انتقال هر BSM استفاده می شود استفاده می شود. هر وسیله نقلیه هر بار که برای ارسال BSM بعدی آماده می شود، این الگوریتم را اجرا می کند. میزان بیت مورد استفاده برای انتقال BSM بعدی بر اساس مقدار مشاهده شده فعلی نسبت اشغال کانال (CBR)تعیین می شود. مراحل محاسبه CBR در الگوریتم ۲ نشان داده شده است و این مقدار محاسبه شده به عنوان ورودی برای طرح DRCA پیشنهادی استفاده می شود.

الگوریتم ۱ الگوریتم کنترل نرخ داده

Input: *List of bitrate values (B), index indicating which bitrate in B is currently being used (level), high (cbrhigh) and low (cbrlow) CBR threshold values, and current CBR (cbr)*

Output: *Updated bitrate values and newlevel*

```
۱: if cbr < cbrlow then
۲:     newlevel = level
۳:     bitrate = B[newlevel]
۴:     for i 2 (0; level) do
۵:         if cbr _ (B[level]=B[i]) < 0:95 _ cbrhigh then
۶:             newlevel = i
۷:             bitrate = B[i]
۸:             break
۹:         end if
۱۰:    end for
۱۱: end if
۱۲: if cbr > cbrhigh then
۱۳:    newlevel = maxlevel
۱۴:    bitrate = B[newlevel]
۱۵:    for i 2 (level + 1; maxlevel) do
۱۶:        if cbr * (B[level]=B[i]) < 0:95 _ cbrhigh then
۱۷:            newlevel = i
۱۸:            bitrate = B[i]
۱۹:            break
۲۰:        end if
۲۱:    end for
۲۲: end if
۲۳: if cbrlow _ cbr _ cbrhigh then
۲۴:    newlevel = level
۲۵:    bitrate = B[level]
۲۶: end if
```

علاوه بر مقدار CBR فعلی، الگوریتم سطوح آستانه پایین تر (cbrlow) و بالا (cbrhigh)را برای محدوده مورد نظر مقادیر cbr نیز به عنوان ورودی دریافت می کند. هدف الگوریتم حفظ CBR اندازه گیری شده در این محدوده مشخص است. الگوریتم همچنین فهرستی (Bاز نرخ بیت مجاز بر حسب مگابیت در ثانیه و همچنین میزان بیت مورد استفاده وسیله نقلیه در انتقال BSM قبلی را به عنوان ورودی دریافت می کند. بر اساس استانداردهای فعلی، بیت ریت های موجود قابل استفاده عبارتند از: Mbps۳، Mbps۶، Mbps۹، Mbps۱۲، Mbps۱۸ و Mbps[20]. ۲۴

بنابراین، ما از [۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴]= B استفاده می کنیم. نرخ بیت قبلی با استفاده از سطح پارامتر، که به عنوان شاخصی برای لیست B برای تعیین نرخ بیت مورد استفاده استفاده می شود، مشخص می شود. به عنوان مثال، اگر سطح = ۱ باشد، نرخ بیت مربوطه B[1] = 6Mbps است. در نهایت، پارامتر maxlevel با بالاترین مقدار شاخص ممکن برای لیست B مطابقت دارد و با maxlevel = len(B) - 1 داده می شود.

مراحل ۲ تا ۱۱ زمانی اجرا می شوند که CBR فعلی (cbr)به زیر آستانه CBR پایین (cbrlow)برود. مرحله ۱ بررسی می کند که آیا CBR فعلی (cbr)زیر آستانه (cbrlow)است یا خیر. اگر شرط برآورده شود، مراحل ۲-۱۱ برای تعیین اینکه آیا می توان از نرخ بیت پایین تر استفاده کرد استفاده می شود. مراحل ۲ و ۳ برای تعیین میزان بیت بیت قبلی BSM به عنوان مقدار جدید استفاده می شود. این فقط در صورتی استفاده می شود که نرخ بیت پایین تری پیدا نشود. مراحل ۴-۱۰ برای تکرار در هر مقدار بیت بالقوه از میزان بیت از B[0]تاB[level] استفاده می شود تا ببینیم آیا می توان از آن استفاده کرد، یعنی شرط مرحله ۵ برآورده شده است. مرحله ۵ بررسی می کند که آیا CBR مورد انتظار در هنگام استفاده از نرخ بیت جدید B[i]به زیر ۹۵٪ آستانه CBR بالا (highcbr)می رسد یا خیر. اگر چنین است، مقدار متناظر i برای تعیین میزان بیت مورد استفاده استفاده می‌شود (مرحله ۷)، حلقه خاتمه می‌یابد (مرحله ۸) و این مقادیر به‌روز شده سطوح جدید و نرخ بیت (مرحله ۶ و ۷) برگردانده می‌شوند. این بدان معنی است که کمترین میزان بیت ممکن

که شرایط موجود در مرحله ۵ را برآورده می کند، به عنوان نرخ بیت جدید انتخاب می شود.

مراحل ۱۳ تا ۲۲ زمانی اجرا می شوند که CBR فعلی (cbr)بالاتر از آستانه (cbrhigh)باشد. این به این معنی است که کانال در حال شلوغ شدن است و باید از نرخ بیت بالاتری استفاده شود. مرحله ۱۲ بررسی می کند که آیا CBR فعلی (cbr)زیر آستانه (cbrhigh)است یا خیر. اگر شرط برآورده شود، مراحل ۱۳ ۲۲ برای تعیین اینکه آیا نرخ بیت بالاتر مناسبی برای انتقال BSM است یا خیر، استفاده می شود. مراحل ۱۳ و ۱۴ برای تخصیص بالاترین میزان بیت ممکن به عنوان مقدار جدید استفاده می شود. این فقط در صورتی استفاده می‌شود که حتی بالاترین میزان بیت شرط موجود در مرحله ۱۶ را برآورده نکند. مراحل ۱۵-۲۱ برای تکرار در هر مقدار بیت‌تریت بالقوه از میزان بیت از بالاترین میزان بیت بعدی B[Level+1] تا بالاترین میزان بیت B[maxlevel]برای دیدن اینکه آیا می توان از آن استفاده کرد، یعنی شرط مرحله ۱۶ برآورده شده است. مرحله ۱۶ مشابه مرحله ۵ است و بررسی می کند که آیا CBR مورد انتظار در هنگام استفاده از بیت ریت جدید B[i]به زیر ۹۵٪ آستانه CBR بالا (highcbr)می رسد یا خیر. اگر چنین است، مقدار متناظر i برای تعیین میزان بیت مورد استفاده استفاده می‌شود (مرحله ۱۸)، حلقه خاتمه می‌یابد (مرحله ۱۹) و این مقادیر به‌روزشده سطوح جدید و نرخ بیت (مرحله ۱۷ و ۱۸) برگردانده می‌شوند. این بدان معنی است که کمترین میزان بیت ممکن که شرایط موجود در مرحله ۱۶ را برآورده می کند، به عنوان نرخ بیت جدید انتخاب می شود.

مراحل ۲۴ تا ۲۶ زمانی اجرا می شوند که CBR (cbr)بین آستانه بالا (cbrhigh)و پایین CBR (cbrlow)قرار می گیرد، یعنی شرط مرحله ۲۳ برآورده شده است. این بدان معناست که CBR در محدوده مناسب قرار دارد و از آنجایی که بار کانال از قبل متعادل است، نیازی به تغییر نرخ بیت نیست. بنابراین، سطحی که قبلاً در حال استفاده است، در مرحله ۲۴ به عنوان سطح جدید اختصاص داده می شود. مرحله ۲۵ سطح جدید را به عنوان نرخ بیت بعدی برای انتقال بسته اختصاص می دهد.

۶- الگوریتم اندازه گیری CBR

در این بخش، الگوریتم اندازه گیری CBR (CMA)را که در الگوریتم ۲ نشان داده شده است، مورد بحث قرار می دهیم که برای اندازه گیری CBR شبکه برای هر ثانیه استفاده می شود. این الگوریتم در طول شبیه سازی اجرا می شود و برای محاسبه مقدار CBR فعلی استفاده می شود که به عنوان ورودی به الگوریتم ۱ داده می شود تا نرخ بیت را برای انتقال بسته تغییر دهد.

الگوریتم ۲ الگوریتم اندازه گیری CBR

Input: *Total busy time of the vehicle (tbt), last total busy time of the vehicle (ltbt), last time (lt) and the current simulation time (curSimTime)*

Output: *Current CBR (cbr)*

۱: if ltbt ! = tbt then

۲: cbr = (tbt -ltbt)=(curSimTime -lt)

۳: return cbr

۴: else

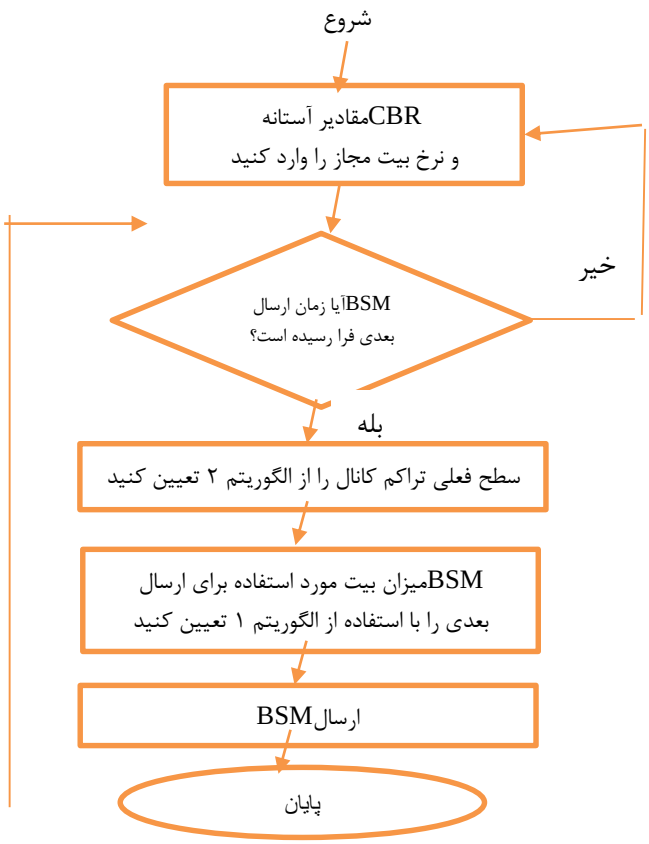
۵: return -۱

۶: end if

الگوریتم کل زمان مشغول بودن وسایل نقلیه (tbt)را به عنوان ورودی دریافت می کند که مقدار زمانی است که در شبیه سازی یک وسیله نقلیه با یک کانال شلوغ مواجه می شود، آخرین زمان کل مشغول بودن وسایل نقلیه (ltbt)که زمان کل اشغال قبلی است (tbt)، و آخرین باری که در آن CBR در شبیه سازی محاسبه شد .(lt)الگوریتم همچنین زمان شبیه سازی فعلی (curSimTime)را دریافت می کند. همه این مقادیر از لایه MAC شبکه با کمک چارچوب شبیه سازی OMNET++ به دست می آیند.

مراحل ۱ تا ۶ در طول شبیه سازی برای نظارت بر کانال CBR در هر ثانیه اجرا می شود زیرا هر زمان که وسیله نقلیه بسته ها را ارسال و دریافت کرد، CBR باید چک شود. مرحله ۱ بررسی می کند که آیا کل زمان اشغال قبلی و کل زمان اشغال فعلی اندازه گیری شده برابر هستند یا خیر. این مرحله انجام می شود تا زمانی که محاسبات در مرحله ۲ انجام می شود، ۰ به عنوان کانال CBR (cbr)دریافت نمی کنیم. اگر CBR 0 (cbr) باشد، به این معنی است که هیچ پیامی توسط وسایل نقلیه ارسال و دریافت نمی شود.بعد از محاسبه CBR، مرحله ۳ مقدار CBR (cbr)محاسبه شده را برمی گرداند. اگر شرط مرحله ۱ درست نباشد، در مرحله ۵ یک مقدار منفی با اشاره به CBR نامعتبر برگردانده می شود.

فلوچارت روش پیشنهادی



۷- شبیه سازی

آزمایش اثربخشی الگوریتم‌های DCC در شرایط واقعی به دلیل هزینه‌های متحمل شده، تجهیزات مورد نیاز، منابع و نگرانی‌های ایمنی، می تواند بسیار دشوار شود و اجرای آن نیازمند مجوز از سازمان های دولتی و... را به همراه داشته باشد. بنابراین از طریق نرم افزارهای شبیه سازی جهت پیاده سازی آزمایشات بهره مند می شویم تا بتوانیم تاحد بسیاز زیادی آن را به واقعیت نزدیک کنیم چراکه این یکی از راههای ارزان تر و ایمن تر برای آزمایش الگوریتم ها و تجزیه و تحلیل نتایج خواهد بود. برای دریافت نتیجه و شبیه سازی از سه چارچوب شبیه سازی نرم افزاری استفاده شده است که شامل یک شبیه ساز شبکه، شبیه ساز ترافیک و نرم افزار ارتباطی برای تعامل بین این دو می باشد. نرم افزارشبیه‌سازی تحرک شهری یا SUMO شبیه‌ساز ترافیک مورد استفاده خواهد بود. این نرم افزار یک شبیه سازی رایگان و متن باز است که از کتابخانه های C++و API برای شبیه سازی عابران پیاده، وسایل نقلیه و حمل و نقل عمومی استفاده می کند. شبیه ساز شبکه مورد استفاده، بستر آزمایشی شبکه مدولار هدف (OMNET++)بود[۲۰]. این یک کتابخانه و چارچوب شبیه سازی C++ است. Vehicles in Network Simulation (VEINS)یک بسته نرم افزاری است که دو شبیه ساز دیگر را پیوند می دهد [۲۰]. ارتباط بین SUMO و OMNET++را با استفاده از رابط کنترل Trac (TraCI)مدیریت می کند. شکل نشان می دهد که چگونه هر سه نرم افزار شبیه سازی با هم کار می کنند.

۸- راه اندازی شبیه سازی

در مجموع، از سه سناریو مختلف ترافیک برای تحلیل عملکرد الگوریتم پیشنهادی استفاده می‌شود.بزرگراه چهار بانده متشکل از دو خط در هر جهت، با محدودیت سرعت ۵۰ کیلومتر در ساعت. این شبیه سازی به مدت ۱۲۰ ثانیه اجرا شد و یک محیط سرعت معمولی در نظر گرفته شد.یک بزرگراه چهار بانده متشکل از دو خط در هر جهت، با محدودیت سرعت ۰ کیلومتر در ساعت. این شبیه سازی به مدت ۱۲۰ ثانیه اجرا شد و خودروها با در نظر گرفتن یک محیط سرعت ثابت اجازه حرکت نداشتند.یک بزرگراه چهار خطه متشکل از دو خط در هر دو جهت، با محدودیت سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت. این شبیه سازی به مدت ۱۲۰ ثانیه اجرا شد و محیطی با سرعت بالا در نظر گرفته شد.جاده در هر سناریو شامل یک جاده افقی به طول ۱۰۰۰ متر بود. ترافیک یک طرفه بود. در هر سناریوی ترافیک، پارامترهای زیر ثابت ماندند:

جدول ۴-۱: پیکربندی پارامترها

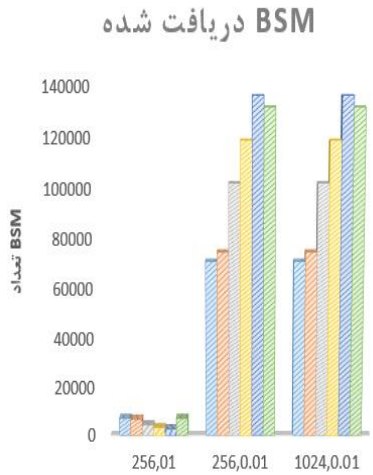
پارمترها	۴خط (عادی)	۴خط (ثابت)	۴خط (سریع)
زمان شبیه سازی	۱۲۰ثانیه	۱۲۰ثانیه	۱۲۰ثانیه
نرخ تولید BSM	۱۰□□	۱۰□□	۱۰□□
اندازه BSM (بایت)	۲۵۶,۵۱۲,۱۰۲ ۴	۲۵۶,۵۱۲,۱۰۲ ۴	۲۵۶,۵۱۲,۱۰۲ ۴
فاصله فانوس دریایی	۰.۱,۰.۰۱	۰.۱,۰.۰۱	۰.۱,۰.۰۱
طول وسیله نقلیه	۲متر	۲متر	۲متر
سرعت خودرو (حداکثر)	۵۰کیلومتر در ساعت	صفرکیلومتر در ساعت	۱۰۰کیلومتر در ساعت
وسایل نقلیه تولید شده	۸۰	۸۰	۸۰

۹- مقایسه با انتقال بیت ثابت

در این بخش از بحث نتایج، ما عملکرد نرخ بیت ثابت را با رویکرد DRCA پیشنهادی مقایسه می‌کنیم. هر محیط ترافیک با ۳Mbps، ۶Mbps، ۱۲Mbps، ۱۸Mbps و ۲۴Mbps به عنوان نرخ بیت ثابت شبیه سازی شده است. هر الگوریتم دارای اندازه های مختلف BSM مانند ۲۵۶، ۵۱۲ و ۱۰۲۴ بایت بود. نرخ تولید BSM نیز با تخصیص ۰,۱ و ۰,۰۱ به عنوان فواصل بیکن متفاوت بود. عملکرد بر اساس تعداد کل BSM های دریافتی و میانگین CBR شبکه تحلیل می شود.

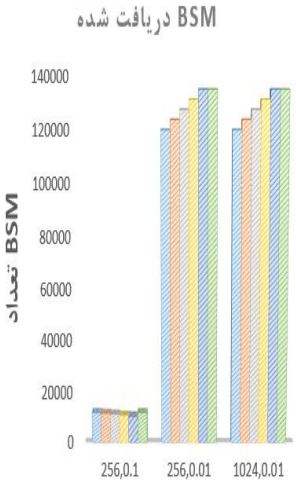
۱۰- مقایسه BSM های دریافتی

ما می توانیم یک ایده کلی در مورد آگاهی از الگوریتم ها بر اساس تعداد کل بسته های دریافت شده بدست آوریم. شکل‌های ۴,۲، ۴,۳، و ۴,۴ مجموع بسته‌های دریافتی را هنگام شبیه‌سازی هر محیط trac با نرخ بیت متفاوت (یعنی نرخ بیت ثابت) و رویکرد DRCA نشان می‌دهند. از نمودارها، می توان متوجه شد که روش پیشنهادی ما عملکرد بهتری داشت یا مشابه با بهترین نرخ بیت دیگر (۲۴ مگابیت بر ثانیه) که بیشترین مقدار BSM را در طول شبیه سازی با موفقیت دریافت کرده بودند، عمل کرد. همچنین می توان مشاهده کرد که ۳ مگابیت در ثانیه در سناریوهای تراکم کم (۱۰ بسته در ثانیه) و ۲۴ مگابیت در ثانیه در سناریوهای ازدحام بالا (۱۰۰ بسته در ثانیه) از نظر مقدار کل بسته های دریافتی بهتر عمل می کند. بنابراین بهتر است نرخ بیت را با توجه به ازدحام رخ داده در شبکه تطبیق دهیم. می توان استنباط کرد که در رویکرد پیشنهادی ما برخوردهای کمتری اتفاق می افتاد و بسته های کمتری از دست می رفت.



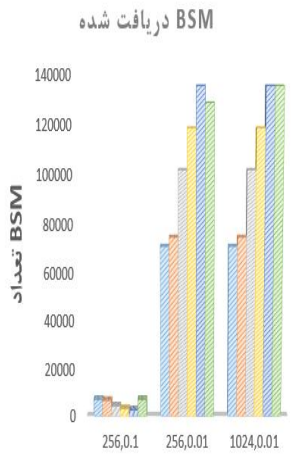
	256,01	256,0.01	1024,0.01
3mbps	7108	71077	71077
6mbps	6734	74807	74807
12mbps	4388	102117	102117
18mbps	3229	118837	118837
24mbps	2686	136147	136147
DRCA	7108	131750	131761

شکل ۴-۲ : دریافت BSM در محیط ترافیک عادی



	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
3mbps	11810	119958	119958
6mbps	11517	123688	123688
12mbps	11144	127418	127418
18mbps	10771	131148	131148
24mbps	10398	134878	134878
DRCA	11810	134878	134878

شکل ۴-۳: دریافت BSM در محیط ترافیک ثابت

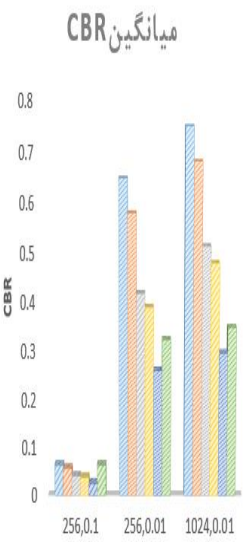


	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
3mbps	6935	70904	70904
6mbps	6562	74634	74634
12mbps	4215	101944	101944
18mbps	3056	118664	118664
24mbps	2487	135384	135384
DRCA	6935	128661	135373

شکل ۴-۴: دریافت BSM در محیط ترافیک سریع

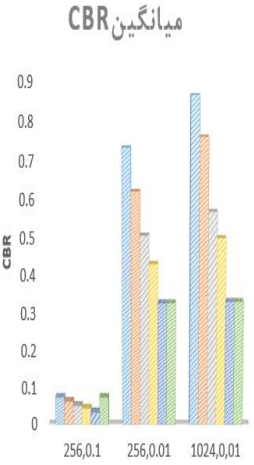
۱۱- ۴ مقایسه مقادیر CBR

در این بخش، میانگین CBR شبکه را در هنگام شبیه‌سازی با نرخ بیت ثابت و رویکرد DRCA مقایسه می‌کنیم. شکل های ۴,۵، ۴,۶ و ۴,۷ میانگین CBR هر محیط ترافیکی را نشان می دهند. می توان متوجه شد که رویکرد DRCA در حفظ میانگین CBR تا حداقل مقدار ممکن در مقایسه با نرخ بیت ثابت موفق بود. می توان استنباط کرد که این به رویکرد DRCA در دستیابی به نرخ بالای دریافت بسته همانطور که در بخش قبل بحث شد کمک کرد زیرا شبکه از موقعیت های تراکم بالا جلوگیری می کرد.



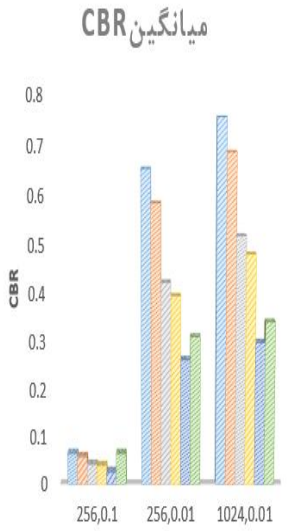
	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
3mbps	0.064	0.647	0.749
6mbps	0.057	0.578	0.68
12mbps	0.041	0.417	0.512
18mbps	0.038	0.389	0.478
24mbps	0.0259	0.2598	0.2959
DRCA	0.064	0.3233	0.3479

شکل ۴-۵ : میانگین CBR در محیط ترافیک عادی



	256,0.1	256,0.01	1024,0,01
3mbps	0.0731	0.7315	0.865
6mbps	0.0618	0.6185	0.759
12mbps	0.0504	0.5045	0.5665
18mbps	0.0429	0.4295	0.4979
24mbps	0.033	0.3267	0.3304
DRCA	0.0731	0.3267	0.3304

شکل ۴-۶: میانگین CBR در محیط ترافیک ثابت



	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
bps	0.0651	0.6516	0.754
bps	0.05826	0.5829	0.6849
nbps	0.04216	0.4219	0.5169
nbps	0.03936	0.3939	0.4794
nbps	0.0262	0.2624	0.2983
CA	0.0651	0.3097	0.3405

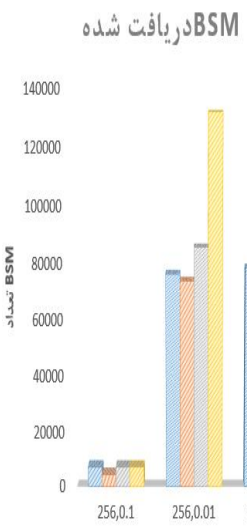
شکل ۴-۷: میانگین CBR در محیط ترافیک سریع

۱۲- مقایسه با تکنیک های کنترل تراکم موجود

در قسمت قبل، عملکرد نرخ بیت ثابت و رویکرد DRCA را مشاهده کردیم. بهتر است رویکردی داشته باشیم که بتواند نرخ بیت را با توجه به ازدحام رخ داده در شبکه تطبیق دهد. در این بخش از بحث نتیجه، ما رویکرد DRCA پیشنهادی را با سایر روش‌های کنترل نرخ داده موجود در [۲۵] و [۲۸] مقایسه می‌کنیم. رویکرد DRCA پیشنهادی با دو آستانه متفاوت بالا (cbrhigh)و پایین (cbrlow)اجرا شد. برای DRCA1، cbrhigh 0.5 و cbrlow 0.3 بود. از سوی دیگر، DRCA2 به ترتیب دارای ۰,۴ و ۰,۲ به عنوان cbrhigh و cbrlow بود.

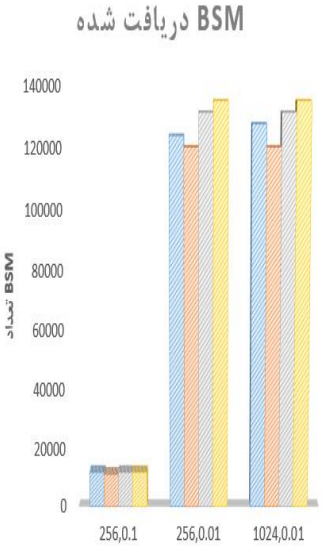
۴-۴-۱ مقایسه BSM های دریافتی

شکل های ۴,۸، ۴,۹، و ۴,۱۰، مقدار کل BSM های دریافتی در هر محیط ترافیک را هنگام شبیه سازی با رویکردهای مختلف کنترل نرخ داده و رویکرد DRCA پیشنهادی، نشان می دهد. می توان متوجه شد که هر دو رویکرد DRCA در مقایسه با رویکردهای موجود، از نظر دریافت بسته نسبتاً بهتر عمل کردند. می توان استنباط کرد که رویکرد پیشنهادی DRCA نسبت به رویکردهای موجود در مقایسه با شبکه بیشتر آگاه بود.



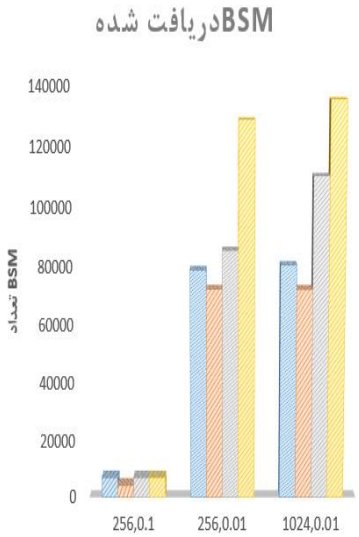
	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
DR-DCC[25]	7108	76067	78289
TDRC[28]	4389	73573	72311
DRCA1	7108	85358	110342
DRCA2	7108	131750	131761

شکل ۴-۸: مقایسه BSMها در محیط ترافیک عادی دریافت شده



	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
DR-DCC[25]	11810	123688	127418
TDRC[28]	11144	119958	119958
DRCA1	11810	131148	131148
DRCA2	11810	134878	134878

شکل ۴-۹: مقایسه BSMها در محیط ترافیک ثابت دریافت شده

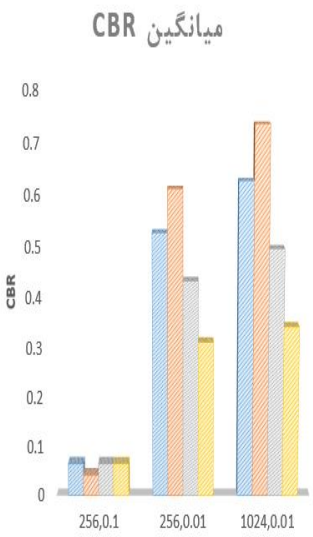


	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
DCC[25]	6935	78633	80313
[28]	4215	72138	72051
A1	6935	85186	110169
A2	6935	128661	135373

شکل ۴-۱۰: مقایسه BSM ها در محیط ترافیک سریع دریافت شده

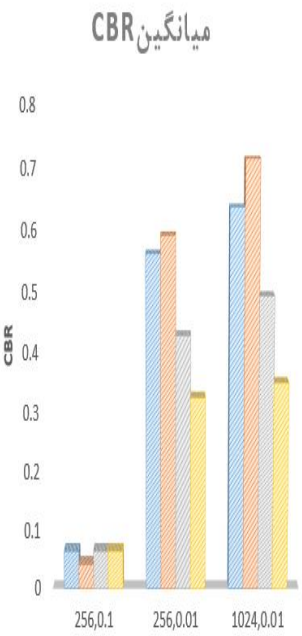
۴-۴-۲ مقایسه مقادیر CBR

شکل های ۴,۱۱، ۴,۱۲ و ۴,۱۳ میانگین CBR را در هر محیط ترافیک نشان می دهد. می توان متوجه شد که هر دو رویکرد DRCA در حفظ CBR pf شبکه تا حداقل سطح ممکن نسبتاً بهتر عمل کردند. این کاهش در CBR کلی به رویکرد DRCA در دستیابی به دریافت بسته بهتر در مقایسه با سایر رویکردهای DRCA که در بخش بالا بحث شد کمک کرد.



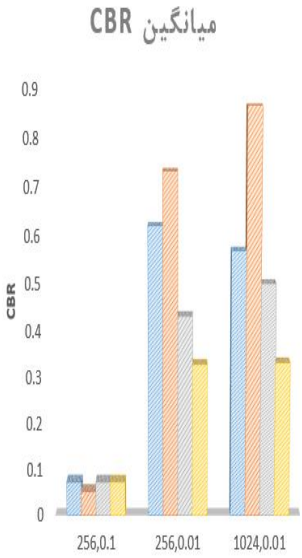
	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
DR-DCC[25]	0.0651	0.5251	0.6254
TDRC[28]	0.0421	0.6101	0.7345
DRCA1	0.0651	0.4309	0.4939
DRCA2	0.0651	0.3097	0.3405

شکل ۴-۱۳: مقایسه میانگین CBR در محیط ترافیک سریع



	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
DR-DCC[25]	0.064	0.5597	0.6351
TDRC[28]	0.0417	0.5895	0.7126
DRCA1	0.064	0.426	0.491
DRCA2	0.064	0.3233	0.3479

شکل ۴-۱۱: مقایسه میانگین CBR در محیط ترافیک عادی



	256,0.1	256,0.01	1024,0.01
DR-DCC[25]	0.0731	0.6185	0.5665
TDRC[28]	0.0524	0.7315	0.865
DRCA1	0.0731	0.4295	0.4979
DRCA2	0.0731	0.3267	0.3304

شکل ۴-۱۲: مقایسه میانگین CBR در محیط ترافیک ثابت

۱۳- نتیجه گیری:

در این مقاله، ما یک رویکرد جدید برای تطبیق نرخ بیت مورد استفاده برای انتقال BSM، بر اساس سطح ازدحام رخ داده در شبکه، پیشنهاد و تحلیل کردیم. از نتایج، می‌توان نتیجه گرفت که DRCA در مقایسه با نرخ بیت ثابت و رویکردهای کنترل نرخ داده موجود، بهبود قابل‌توجهی را نشان داد. CBR پارامتر مهمی است که باید برای دستیابی به حداکثر دریافت بسته و تحویل به موقع BSMها در نظر گرفته شود. سناریوهای مختلف ترافیک سطوح مختلفی از ازدحام دارند که در آنها اتفاق می‌افتد، یعنی تعداد بیشتری از برخوردها در یک شبکه متراکم نسبت به یک شبکه پراکنده. کنترل ازدحام شبکه بسته به CBR ممکن است برای تقریباً همه موقعیت‌های ترافیکی مناسب باشد. ما همچنین متوجه شدیم که وقتی CBR متعادل است، به دریافت بسته‌های موفق‌تر کمک می‌کند.

پشنهادات آتی

تعدادی از عوامل مانند انتقال بسته‌های غیر BSM مبتنی بر رویداد و شبکه‌های جاده‌ای پیچیده‌تر و سناریوهای ترافیکی وجود دارد که در شبیه‌سازی‌ها در نظر گرفته نشده‌اند. شبیه‌سازی‌های اضافی که تأثیر این عوامل را بر تراکم کانال در نظر می‌گیرند می‌توانند انجام شوند. همچنین دیدن اینکه چگونه کنترل توان انتقالی می‌تواند بر رویکرد پیشنهادی تأثیر بگذارد و عملکرد چگونه با سایر روش‌های تطبیق قدرت مقایسه شود، هیجان‌انگیز خواهد بود. همچنین دیدن عملکرد DRCA در ترکیب با تطبیق برق نیز جالب خواهد بود. دقت تابع CBR مورد استفاده در روش پیشنهادی نیز می تواند بهبود یابد.

منابع:

[1] OLUWASEYI MOROUNFOLUWA AKINLADE. Adaptive transmission power with vehicle density for congestion control. 2018.

[2] Roberto Baldessari, D Scanferla, L Le, W Zhang, and A Festag. Joining forces for vanets: A combined transmit power and rate control algorithm. In 6th international workshop on intelligent transportation (WIT), 2010.

[3] Gaurav Bansal and John B Kenney. Achieving weighted-fairnessin message ratebased
congestion control for dsrc systems. In 2013 IEEE 5th International Symposium on Wireless Vehicular Communications (WiVeC), pages 1{5. IEEE, 2013.

[4] Gaurav Bansal, John B Kenney, and Charles E Rohrs. Limeric: A linear adaptive message rate algorithm for dsrc congestion control. IEEE Transactions on Vehicular Technology, ۶۲(۹):۴۱۸۲{۴۱۹۷, ۲۰۱۳.

[5] Gaurav Bansal, Hongsheng Lu, John B Kenney, and Christian Poellabauer. Embarc: Error model based adaptive rate control for vehicle-to-vehicle communications. In Proceeding of the tenth ACM international workshop on Vehicular inter-networking, systems, and applications, pages 41{50, ۲۰۱۳.

[6] Andreas Buchenscheit, Florian Schaub, Frank Kargl, and Michael Weber. A vanet-based emergency vehicle warning system. In 2009 IEEE Vehicular Networking Conference (VNC), pages 1{8. IEEE, ۲۰۰۹.

[7] Jordi Calabuig, Jose F Monserrat, David Gozalvez, and Oliver Klemp. Safety on the roads: Lte alternatives for sending its messages. IEEE Vehicular Technology Magazine, 9(4):61{70, 2014.

[8] Nader Chaabouni, Abdelhakim Ha_d, and Pratap Kumar Sahu. A collision-based beacon rate adaptation scheme (cba) for vanets. In 2013 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems (ANTS), pages 1{6. IEEE, 2013.

[9] DSRC Committee et al. Sae j2735 dedicated short range communications (dsrc) message set dictionary. SAE Std, pages 2735{201, 2015.

[10] Riccardo Coppola and Maurizio Morisio. Connected car: technologies, issues, future trends. ACM Computing Surveys (CSUR), 49(3):1{36, 2016.

[11] Caitlin Facchina. Adaptive Transmission Power Level with Vehicle Speed Ap- proximation of Density for VANET Congestion Control. PhD thesis, University of Windsor (Canada), 2020.

[12] Bruno Fernandes, Jo~ao Ru_no, Muhammad Alam, and Joaquim Ferreira. Implementation and analysis of ieee and etsi security standards for vehicular communications. Mobile Networks and Applications, 23(3):469{478, 2018.

[۱۳] Xu Guan, Raja Sengupta, Hariharan Krishnan, and Fan Bai. A feedback-based power control algorithm design for vanet. In 2007 Mobile Networking for Vehic- ular Environments, pages ۶۷{۷۲. IEEE, 2007.

[14] Hannes Hartenstein and Kenneth Laberteaux. VANET: vehicular applications and inter-networking technologies, volume 1. Wiley Online Library, 2010.
[15] Jakub Jakubiak and Yevgeni Koucheryavy. State of the art and research challenges for vanets. In 2008 5th IEEE Consumer Communications and Networking Conference, pages 912{916. IEEE, 2008.

[16] Muhammad A Javed and Jamil Y Khan. Performance analysis of an adaptive rate-range control algorithm for vanet safety applications. In 2014 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC), pages 418{423. IEEE, ۲۰۱۴.

[17] John B Kenney. Dedicated short-range communications (dsrc) standards in the united states. Proceedings of the IEEE, 99(7):1162{1182, 2011.

[۱۸] Gwanghyeon Kim, Sungwon Lee, Hyeongcheol Park, and Dongkyun Kim. A request based adaptive beacon rate control scheme for vehicular ad-hoc networks. In 2016 Eighth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), pages ۶۷{۶۹. IEEE, 2016.