

بررسی الگوریتم های شناسایی گره های خودخواه و بدرفتار در شبکه های VDTN

احمد قلیچی^{۱*}، فریدون قارئی اینچه برون^۲، کمیل شهواری^۳

۱ - گروه کامپیوتر، فناوری اطلاعات دانشگاه پیام نور، تهران، ایران،

Ahmad.ghelichi@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری، مهندسی کامپیوتر، نرم افزار، دانشگاه آزاد گرگان، ایران،

Ghareei@gmail.com

۳ - گروه کامپیوتر، فناوری اطلاعات دانشگاه پیام نور، تهران، ایران،

K.shahvary@gmail.com

چکیده

شبکه های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر (VDTN) یک استاندارد ارتباطات است که بطور گسترده در شبکه های ادهاک بین خودرویی (VANET) برای سناریوهایی که هیچ مسیری برای ارسال پیام بین گره ها در دسترس نیست استفاده می شود. داده ها از یک گره به گره دیگر با استفاده از پروتکل های مسیریابی شبکه های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر ارسال می شود. این پروتکل های مسیریابی از معیار های مختلف تصمیم استفاده می کنند. بر اساس این معیارها، مشخص می شود که آیا داده ها را به گره متصل ارسال کنید یا یک گزینه مناسب دیگری وجود دارد. در این مقاله، پس از تعریف و بررسی ساختار شبکه های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر، چهار الگوریتم بر پایه اعتماد و شناسایی گره های خودخواه معرفی و شرح داده شده است. در پایان این مقاله، با بررسی و مقایسه این الگوریتم ها، یک نتیجه گیری برای کارهای آینده برای ارائه روش ترکیبی از الگوریتم های بحث شده پیشنهاد شده است.

کلمات کلیدی: پروتکل های مسیریابی، سیستم حمل و نقل هوشمند، شبکه های ادهاک بین خودرویی، شبکه های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر، گره های خودخواه.

۱-مقدمه

تا سال ۲۰۲۰، بیش از صد میلیون وسیله نقلیه متصل در جاده، امکان خدمات جدید در خودرو و رانندگی خودکار را خواهند داشت. علاوه بر این، حدود یک پنجم وسیله نقلیه جاده ها در سراسر جهان، یکی از شبکه های بی سیم را استفاده خواهند کرد. از این رو، سیستم حمل و نقل هوشمند (ITS) در حال حاضر یک واقعیت است. [1]

¹ Intelligent Traffic System (ITS)

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

ITS تکنولوژی بروز را با پیشرفت های سیستم های اطلاعاتی، ارتباطات، حسگرها، کنترل کننده ها و روش های پیشرفته ریاضی را با سیستم های حمل و نقل ترکیب می کند و شکلی از شبکه با نام شبکه های ادهاک بین خودرویی (VANET)² که بخش مهمی از ITS و یک شبکه حمل و نقل هوشمند می باشد را شکل می دهد که در آن وسایل نقلیه و برخی از زیرساخت ها برای تبادل پیام هایی در مورد ترافیک، حوادث و غیره همکاری می کنند.[2]

شبکه های ad hoc وسیله نقلیه در حمل و نقل هوشمند برای اهداف انتقال داده نقش مهمی دارند. همانطور که پروتکل های آن ها در محیط های شهری به گونه ای کار می کنند که گره ها متراکم هستند، با این حال وقتی که به گره های کم تراکم می رسد، یک روش بهتر به نام شبکه (VDTN)³ استفاده می شود[3].

VANET یک نمونه شبکه سیار است که برای برقراری ارتباط بین وسایل نقلیه مجاور و همچنین با تجهیزات ثابت مجاور که معمولاً تجهیزات کنار جاده ای هستند ایجاد شده است. هدف اصلی VANET فراهم آوری امنیت و راحتی برای مسافران است. برای دستیابی به این هدف یک دستگاه خاص الکترونیکی در هر وسیله نقلیه جاسازی می شود که امکان برقراری ارتباط adhoc بین مسافران را برقرار می کند. چنین شبکه ای باید بدون محدودیت های ساختارهای ارتباطی شبکه ای کلاینت - سرور پیاده سازی شود. هر وسیله نقلیه ای که به یک دستگاه VANET مجهز شده باشد همانند یک گره در شبکه adhoc است و قادر به دریافت و ارسال پیام های دیگران از طریق شبکه بی سیم خواهد بود[4].

در شبکه های بین خودرویی باتوجه به وجود دستگاه های تعبیه شده در خودروهای جدید و همچنین زیرساخت های کنارجاده ای، خودروها حکم گره های شبکه را دارند. شبکه های VANET مستعد تکه تکه شدن مکرر و اغلب فاقد اتصال پیوسته ای انتها به انتها می باشد که این مسائل، انتشار اطلاعات و مسیریابی را در این شبکه ها به یک چالش تبدیل کرده است. باتوجه به توپولوژی به شدت دینامیک و ارتباطات گذرا در شبکه های خودرویی، انتقال و مسیریابی داده ها مستعد تاخیر و گم شدن داده ها است. به همین دلیل برای جلوگیری از گم شدن بسته ها یا از بین رفتن بسته، شبکه هایی پیشنهاد شد که تاخیرهای بیش از معمول را متحمل شود. این نوع شبکه ها معروف به شبکه های مقاوم به تاخیر هستند.

قبل از اینکه شبکه های خودرویی در حد وسیعی به کار گرفته شوند به منظور بهره برداری از مزایای این شبکه ها باید تعدادی از چالش های فنی برطرف شود. تعدادی از این چالش ها در شبکه های خودرویی با دیگر شبکه های بی سیم مشترک هستند در حالی که تعدادی دیگر ناشی از خواص منحصر بفرد شبکه های خودرویی است. پژوهشگران مختلفی دریافته اند که مشکلات ارتباطی دشوار در شبکه های VANET به دلیل توپولوژی بسیار پویا و مدت زمان های کوتاه اتصال به وجود می آید که این دو دلیل نیز ناشی از تحرک و سرعت بسیار بالای خودروها هستند. حوزه انتقال محدود، موانع رادیویی ناشی از عوامل فیزیکی (مثل ساختمان ها، تونل ها، اراضی و پوشش گیاهی) و تداخل (به عنوان مثال کانال های با ازدحام بالا که از تراکم بالای گره ها ناشی می شود) می تواند باعث اختلال، اتصال های دارای قطعی و بالا رفتن نرخ گم شدن بسته ها شوند. علاوه بر این، شبکه های خودرویی ممکن است در شرایط مختلف زمانی و مکانی در تراکم گره ها دارای تغییرات زیادی باشند (به عنوان مثال تراکم در یک راه بندان، پراکندگی ترافیک در حومه های شهر و همچنین پراکندگی زیاد ترافیک در مناطق روستایی). این عوامل، شبکه های خودرویی را مستعد تکه تکه شدن مکرر و اغلب فاقد اتصال پیوسته ای انتها به انتها می سازد که این مسائل، انتشار اطلاعات و مسیریابی را در این شبکه ها به یک چالش تبدیل کرده است. مفهوم شبکه های مقاوم در برابر تاخیر ممکن است یک راه حل کلی به این مسائل ارائه دهد [5].

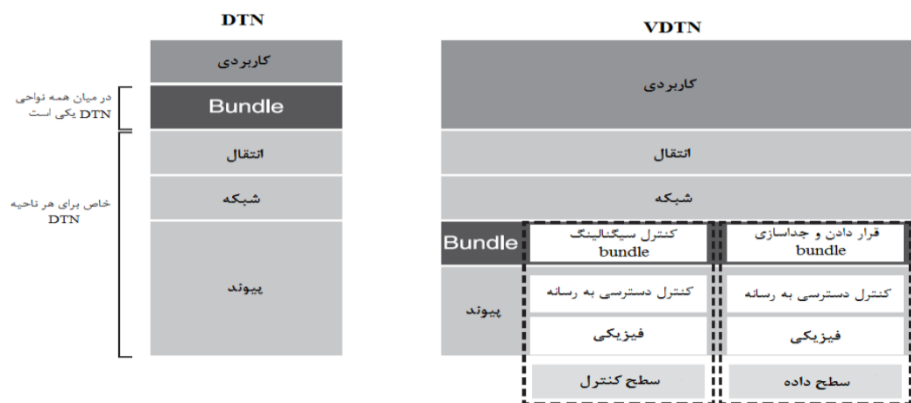
۲- شبکه های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر (VDTN)

² Vehicular Ad hoc NETWORK (VANET)

³ Vehicular Delay Tolerant Networks (VDTN)

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

مفهوم شبکه‌های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر (VDTN) یک راه‌حل کلی برای حل مشکلات VANET می باشد. شبکه‌های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر برای ارائه‌ی سرویس در مناطقی است که به علت پراکندگی گره‌ها و تکه تکه شدن شبکه، قابلیت تعریف مسیر انتها به انتها بین گره‌ی مبدا و مقصد وجود ندارد. معماری شبکه‌های مقاوم در برابر تاخیر راه حلی برای بهبود کارایی مسیریابی و انتشار داده‌ها در شبکه‌های پراکنده یا تقسیم شده خودرویی ارائه می دهد. این معماری از مدل اینترنت گرفته شده است که بوسیله استفاده انتها به انتهای پروتکل اینترنت (IP) تعریف شده است. علاوه بر این می توان مشاهده نمود که خود IP روش تحویل بسته‌ی ناهمزمانی را ارائه می دهد و در صورتی که برنامه‌های کاربردی بتوانند تاخیرهای زیاد و ارتباطات ناهمزمان را تحمل کنند تحویل بسته IP نیز می تواند دچار تاخیر شود. با در نظر گرفتن این مفاهیم، یک معماری شبکه‌ای برای ارتباطات خودرویی در محیط‌های شبکه‌ای پراکنده و تکه تکه ارائه شده است که معماری لایه‌ای شبکه خودرویی مقاوم در برابر تاخیر نامیده می شود. معماری VDTN از الگوی حمل-ذخیره ارسال (SCF) پیروی می کند که برای DTN ارائه شده است؛ ولی در مقابل معماری DTN که یک لایه به نام bundle بر روی لایه‌ی انتقال معرفی می کند تا اجازه‌ی اتصال به شبکه‌های بسیار ناهمگن را دهد، معماری VDTN، لایه‌ی bundle را زیر لایه شبکه قرار می دهد و یک رویکرد IP بر روی VDTN ارائه می دهد. مقایسه بین لایه‌های DTN و VDTN در شکل ۱ نشان داده شده است.



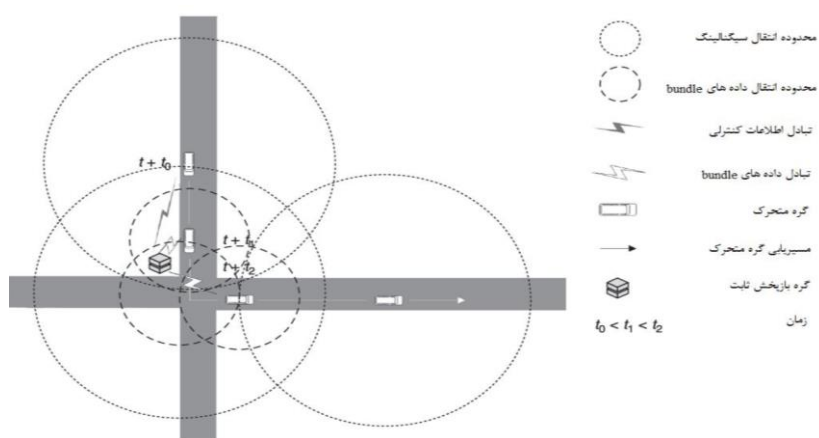
شکل 1: مقایسه معماری DTN و VDTN ([6])

ویژگی متمایز دیگر معماری VDTN این است که سیگنالینگ خارج از باندی را با جدا کردن سطوح کنترلی و داده ارائه می دهد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، لایه bundle در VDTN به دو لایه تقسیم می شود: لایه کنترل سیگنالینگ bundle (BSC) و لایه‌ی قرار دادن و جداسازی bundle (BAD). لایه BSC وظایف سطح کنترلی را انجام می دهد که شامل سیگنالینگ، مسیریابی، تعیین مکان گره، رزرو منابع) در سطح داده و دیگر پروتکل‌های شبکه که برای برقراری، نگهداری و خاتمه اتصال‌های سطح داده استفاده می شوند. لایه BAD وظایف سطح داده را انجام می دهد. سطح داده مسئول انتقال بسته‌های IP ورودی است که بر روی داده‌های bundle از یک گره مبدا به یک یا چند گره مقصد قرار گرفته اند. از این رو وظایف اجرا شده در این سطح شامل مدیریت بافر (صف بندی)، زمان بندی، دسته بندی و تفکیک ترافیک، قرار دادن بسته‌های IP بر روی bundle، جداسازی بسته‌های IP از بسته‌های bundle و هدایت داده‌ها می باشد. ایده‌ی اصلی، سوار کردن بسته‌های IP بر روی داده‌های bundle با طول متغیر و مسیریابی ناهمگام آنها از شبکه با استفاده از سطح داده است. اتصال سطح داده با استفاده از اطلاعات سیگنالینگ خارج از باندی برقرار می شود که قبلاً از طریق یک اتصال سطح کنترلی مجزایی ارسال شده است، به این ترتیب برای سطح کنترل این امکان فراهم می شود تا از طریق یک پیوند جدا، اختصاصی، کم مصرف، با پهنای باند کم و دور برد که همیشه فعال است به شناسایی گره‌ها بپردازد. از طرف دیگر، سطح داده ممکن است از یک پیوند با مصرف بالا، پهنای باند بالا و برد کوتاه به تبادل داده

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

های bundle پردازد که این پیوند فقط در صورتی فعال است که بین دو گرهی شبکه داده های bundle برای تبادل وجود داشته باشد و آنگاه نیز تنها در طول مدت زمان اتصال فعال است. استفاده از عملیات سیگنالینگ خارج از باند، بهینه سازی منابع سطح داده (به عنوان مثال ذخیره سازی و پهنای باند) را تضمین می کند و همچنین اجازه ی ذخیره توان را می دهد که برای گره های شبکه با توان محدود از قبیل گره های باز پخش ثابت و بی حرکت بسیار اهمیت دارد.

مفهوم سیگنالینگ خارج از باند و فعال سازی و غیرفعال کردن پیوند سطح داده در شکل ۲ نشان داده شده است. در زمان $t_0 + t_1$ ، یک گره ی متحرک (به عنوان مثال یک خودرو) و یک گرهی بازپخش ثابت یکدیگر را پیدا می کنند و تبادل پیام های سیگنالینگ را از طریق پیوند اتصالی سطح کنترل آغاز می کنند. با استفاده از این اطلاعات، اتصال سطح داده پیکربندی شده و در زمان $t_0 + t_1$ هر دو گره فعال می شود. سپس، داده های bundle تا زمان $t_0 + t_2$ رد و بدل می شوند. پس از این زمان، اتصال پیوند سطح داده غیرفعال می شود زیرا گره ها دیگر در محدوده ی پیوند سطح داده یکدیگر نیستند.



شکل ۲: تبادل اطلاعات کنترلی و داده های نرم افزاری بین گره های شبکه ی VDTN ([6])

معماری VDTN بر روی IP، کلاسی از برنامه های کاربردی شبکه های خودرویی را پشتیبانی می کند که به وسیله داده های ترافیک ناهمگام و مقاوم در برابر تأخیر مشخص می شود. چنین برنامه های کاربردی می تواند حتی در برابر گم شدن تعدادی از بسته ها نیز مقاومت کنند.

لایه ی bundle در VDTN همچنین bundle را به عنوان واحد دادهای پروتکل خود معرفی می کند. به هر حال در مورد معماری VDTN، یک bundle در واقع مجموع بسته های IP و ویژگیهای مشترک است (به عنوان مثال آدرس مقصد و کیفیت سرویس).

جدا کردن سطوح کنترل و داده با سیگنالینگ خارج از باند به معرفی قابلیت برای موقعیت یابی گره در سطح کنترلی منجر شد. این قابلیت می تواند برای پیش بینی مدت زمان تماس و بیشینه ی تعداد بایت هایی می تواند در مدت تماس ارسال شود، استفاده شود. بنابراین از انتقال ناقص bundle و اتلاف ظرفیت پیوند داده جلوگیری می شود. همچنین اطلاع از مدت زمان تماس این امکان را فراهم می آورد که مقطع زمانی که در حین آن باید پیوند سطح داده فعال شود مشخص می شود که این امر برای طول عمر باتری گره هایی که حساس به توان هستند مانند گره های باز پخش ثابت می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در مورد مسیریابی در شبکه VDTN، یک پروتکل مسیریابی جغرافیایی به نام GeoSpray ارائه شده است. GeoSpray بر اساس اصول زیر طراحی شده است: (i) پشتیبانی از الگوی شبکه ای فرصت طلبانه و تحویل داده bundle ها بر اساس الگوی حمل - ذخیره-ارسال؛ (ii) استفاده از اطلاعات موقعیت جغرافیایی که توسط وسایل موقعیت یابی به دست آمده است در تصمیم گیری های مسیریابی؛ (iii) با استفاده از یک روش مسیریابی کپی چندگانه، با کران بالای محدود

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

برای تعداد کمی های هر bundle، ترکیب شده با یک استراتژی مسیریابی مبتنی بر هدایت، بهبود تحویل به موقع bundleها در مسیریابی هایی که از چندین گام تشکیل شده است؛ iv) پاکسازی bundle هایی که قبلا به مقصد تحویل داده شده است؛ v) بهینه سازی منابعی که در شبکه مورد استفاده قرار می گیرند از قبیل منابع ذخیره سازی، پهنای باند و انرژی؛ vi) پیشینه نمودن احتمال تحویل bundle در حالی که سربار تحویل و تاخیر در تحویل را کمینه می کند. نتایج حاصل از مطالعات در مورد ارزیابی عملکرد این پروتکل در مقایسه با پروتکل های شناخته شده برای شبکه های مبتنی بر DTN نشان می دهد که پروتکل GeoSpray احتمال تحویل را به شکل قابل ملاحظه ای بهبود داده، تاخیر در تحویل را کاهش و بهره برداری از منابع ذخیره سازی و پهنای باند رانیز کارا تر نموده است [6].

روش های مسیریابی بر پایه ی این فرض استوار هستند که گره های شبکه تمایل به همکاری در سرویس های حمل - ذخیره ارسال را دارند. با این حال نمی توان رفتار کاملا همکاری مداری را در نظر گرفت. به عنوان مثال، تعدادی از گره های شبکه ممکن است تمایلی به دریافت بی قید و شرط bundle هایی که توسط دیگران ارسال شده است را نداشته باشند تا بدین وسیله منابع بافر خود را برای داده های خود ذخیره کنند. تاثیر همکاری گره ها بر کارایی شبکه VDTN در برخی از پژوهش های مورد بررسی قرار گرفته اند که در قسمت بعدی مورد بررسی قرار می گیرند. مطالعات صورت گرفته بر روی تاثیر همکاری گره ها در سطح داده بوده است. با تحلیل این نتایج، آنچه مشخص است، رفتار غیر همکاری ی برخی گره ها تاثیر زیادی در احتمال تحویل و تاخیر در تحویل دارد. مطالعاتی نیز برای ترغیب و یا مجازات گره هایی که در شبکه های VDTN همکاری نمی کنند صورت گرفته است که در قسمت بعد مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۳- بررسی چند پروتکل و الگوریتم طراحی شده برای رفتار غیر همکاری در شبکه های VDTN

شبکه های خودروبی مقاوم در برابر تاخیر برای اجرای عملیاتش به همکاری بین گره های شبکه تکیه می کند که منجر به افزایش اتصال در شبکه و بهبود کارایی کلی شبکه می شود. برای انجام چنین کاری ممکن است از گره ها خواسته شود تا منابع ذخیره سازی، پهنای باند و انرژی را با یکدیگر به اشتراک بگذارند. به هر حال گره ها ممکن است به دلیل ذخیره ی منابع خود یا رفتارهای خودخواهانه تمایلی برای همکاری نداشته باشند. این نوع از گره ها به شدت عملکرد شبکه را تحت تاثیر قرار می دهند [6].

از طرف دیگر VANET در معرض خطر انواع حملات مختلف از قبیل حمله ی منع سرویس (DoS)، تغییر پیام، ارسال پیام اشتباه و غیره قرار دارد. یکی از مباحث اصلی در VANET برای افزایش ایمنی مسافران، تبادل پیام های ایمنی بین گره ها است. امنیت در VANET به دلیل فقدان تمرکز در توپولوژی پویا بسیار اهمیت دارد. به همین دلیل، شناسایی گره ها و خودروهای مخرب، بدرفتار و معیوب در شبکه دشوار است. اغلب مدل های اعتماد بر اساس تایید خودروها و ارائه ی یک ارزش اعتماد مناسب برای تمام وسایل نقلیه طراحی شده است و بدین ترتیب می توان گره های قابل اعتماد، امن و قابل اطمینان را بر اساس ارزش اعتماد آنها برای برقراری ارتباط تشخیص داد [7].

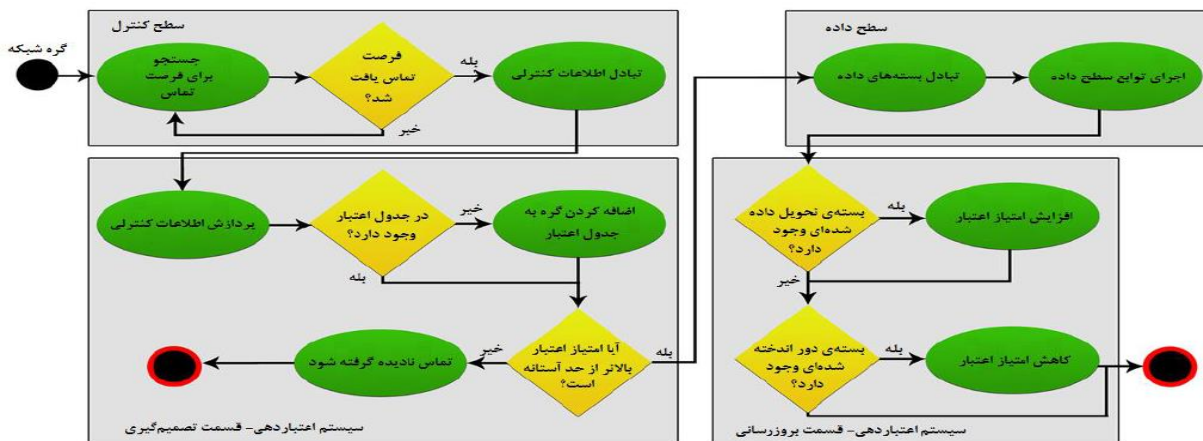
بنا به دلایل گفته شده، گره هایی که تمایل به همکاری دارند نیز با توجه به این خطرات احتمالی ممکن است از همکاری منصرف شوند و به این ترتیب کارایی شبکه به شدت کاهش یابد. تاکنون مدل های اعتماد ارائه شده اکثرا برای شبکه های VANET بوده است.

۳-۱- الگوریتم CRS^۴

⁴ Cooperative Reputation System

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

Dias و همکارانش در [8] برای تشخیص، شناسایی و جلوگیری از ارتباط با گره‌های خودخواه، یک سیستم اعتبار در شبکه های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر ارائه داده اند که با چهار روش اعتبار متفاوت عمل می کند و تاثیر هر یک را بر روی کارایی شبکه مطالعه نموده اند. این سیستم اعتبار بر روی سه پروتکل مسیریابی متفاوت (تماس اول، - Spray and Wait – GeoSpray) اعمال شده است. برای بالا رفتن کارایی کلی شبکه گره های خود خواه توسط این سیستم اعتبار به شدت مجازات می شوند. عملیات سیستم اعتبار بدین صورت است که در ابتدای کار هر گره ی شبکه دارای یک جدول اعتبار و یک امتیاز اعتبار است. جدول اعتبار اطلاعاتی از قبیل نام دیگر گره ها و امتیاز اعتبار آنها را ذخیره می کند. سپس هر بار که فرصت یک تماس به وجود می آید اطلاعات جدول اعتبار در آخر هر تماس بر اساس اینکه چه تعداد از بسته ها توسط این گره به مقصد رسیده و چه تعداد دور ریخته شده اند و کارایی گره در طول تماس به روز می شود و بدین ترتیب امتیاز اعتبار جدید برای گره در جدول اعتبار ثبت می شود. در فرصت های تماس بعدی، گره برای برقراری ارتباط به جدول اعتبارش مراجعه می کند و اگر گره ای که قصد برقراری تماس با وی را دارد امتیاز اعتبارش در جدول از حد آستانه ای بیشتر بود با وی تماس برقرار می کند. چارچوب کاری سیستم اعتباردهی CRS در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳: چارچوب سیستم اعتباردهی در پروتکل CRS

برای پیاده سازی قسمت مسیریابی این الگوریتم چهار پروتکل GeOpps، تماس اول، پخش و انتظار و GeoSpray استفاده شده است. قسمت بروز رسانی سیستم، چهار روش را برای اجرای وظیفه ی امتیازدهی که عبارتند از افزایش و کاهش ساده (SISD)، افزایش دوبرابر و کاهش ساده (DISD)، افزایش ساده و کاهش دو برابر (SIDD) و افزایش ساده کاهش تعداد گام (SIMHD) را در نظر می گیرد. برای ارزیابی نیز عملکرد این چهار روش با یکدیگر از نظر معیارهایی نظیر احتمال تحویل بسته، متوسط تاخیر تحویل و درصد دور ریخته شدن بسته مقایسه شده است که در همه ی موارد روش SISD عملکرد بهتری از خود نشان داده است [8].

۳-۲- الگوریتم COTS^۵

Tang و همکارانش در [9] روشی کنترلی برای انتقال بر اساس همکاری در شبکه های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر و با استفاده از دو الگوریتم همکاری توزیع پیام و همکاری زمان بندی وظیفه ارائه داده اند. در این روش الگوریتم همکاری توزیع پیام برای ظرفیت های تحویل استفاده می شود تا با استفاده از آن جهت انتقال و ترافیک محاسبه شود. در کنار آن،

⁵ Cooperative Transmission Control Scheme

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

الگوریتم همکاری زمان بندی با استفاده از پارامتر جامعی، نوبت ارسال را برای هر دو طرف تعیین می کند تا بدین وسیله در همکاری بین گره ها نظم ایجاد شده و در کار آن سرعت بخشیده شود که در نهایت منجر به افزایش کارایی شبکه خواهد شد. برای پیاده سازی این پروتکل همه گره های شبکه مجهز به حسگر در نظر گرفته شده اند که انتقال خودرو به خودرو (با استفاده از استاندارد IEEE 802. 11) را ممکن می سازد. الگوریتم همکاری توزیع پیام با استفاده از تعریف برداری از پارامترها محاسبه می شود، تعریف بردار پارامتر بسته به پیکربندی محیط و نیازهای کیفی متفاوت خواهد بود بدین صورت که در شبکه های مبتنی بر GPS بردار پارامتر حاوی موقعیت این خودرو، موقعیت مقصد داده، احتمال و انتظار زمان باقیمانده برای این خودرو تا زمان ملاقات است. در شبکه های پشتیبانی از پیش بینی حرکت، بردار پارامتر حاوی پیش بینی جهت حرکت و سرعت است. در شبکه های مبتنی بر خوشه، بردار پارامتر شامل وضعیت این گره (آیا این گره یک سرخوشه یا یک گره معمولی است)، تعداد اعضای این خوشه و غیره است. تابع جامعی برای محاسبه ی ظرفیت تحویل بر اساس پارامترهای موجود در بردار پارامتر تعریف می شود. از آنجایی که ممکن است در شبکه های مختلف، پارامترهای مختلفی تعریف شود به همین دلیل در ابتدا بردار نرمالایز می شود. خروجی تابع جامع در واقع وزن هایی است که به هر یک از بلوک های داده می شود تا در اولویت بندی ارسال آنها استفاده شود. الگوریتم زمان بندی وظیفه ی همکاری در پروتکل COTS ترتیب ارسال پیام هایی که توسط دو گرهی در تماس را تعیین می کند. برای این الگوریتم نیز از تعریف تابع ریاضی استفاده شده است. استراتژی انتخاب رفتار انتقال برای کاهش سربار ارتباطی تعریف شده است و به بررسی این که تمام بلوکهای یک پیام در بافر خودرویی یافت می شود و یا خیر می پردازد. برای ارزیابی پروتکل COTS از معیارهایی نظیر متوسط تعداد گام بسته ها، متوسط نرخ تحویل بسته و نرخ سربار انتقال با دو پروتکل CORE و ProbRep مقایسه شده است که در اکثر موارد از این پروتکل ها عملکرد بهتری از خود نشان داده است [9].

۳-۳-۳ الگوریتم CWS^۶

در مرجع [10] یک روش دیگر، سیستم نظارت بر همکاری برای تشخیص و اقدام علیه گره های بد رفتار در شبکه های خودرویی مقاوم در برابر تاخیر می باشد تا بدین وسیله تاثیر این گره ها بر کارایی کلی شبکه را کاهش دهد. در این سیستم هر گره ی شبکه یک امتیاز اعتبار دارد که به عنوان درصدی از منابعی استفاده می شود که گره ممکن است با دیگران به اشتراک بگذارد (به عنوان مثال فضای بافری که برای ذخیره کردن بسته های دیگران صرف می کند یا زمان تماس صرف شده برای هدایت بسته های دیگران). در ابتدا این امتیاز برابر ۵۰ است و می تواند با گذشت زمان بین صفر تا صد تغییر کند. برای بروزرسانی و انتساب این امتیاز، سیستم نظارت بر همکاری مورد نظر از مرحله ی سیگنالینگ خارج از باند در VDTN استفاده می کند. در هر تماس، گره های فرصت یافته به تبادل اطلاعات (در سطح کنترل) درباره ی کارایی خود از طریق شبکه می پردازند (به عنوان مثال تعداد بسته های بازپخش شده، دور ریخته شده و تحویل داده شده)، که به آنها اجازه ی ارزیابی یکدیگر را می دهد. همچنین این اطلاعات توسط سیستم نظارتی همکاری نیز جمع آوری می شود تا کارایی هر گره از شبکه را نگهداری کند. سپس، در هر فرصت تماس، سیستم نظارت بر همکاری، بر اساس معیارهایی امتیاز اعتبار هر گره را بروزرسانی می کند. پس از محاسبه، گره ها از امتیاز اعتبار جدید اطلاع می یابند. در هر محاسبه اگر امتیاز اعتبار گره ای از ۲۰ کمتر باشد این گره به عنوان یک گره ی خودخواه علامت گذاری می شود و یک هشدار به گره های همسایه ارسال خواهد شد تا در سطح شبکه پخش شود. گره های خودخواه به لیست سیاه هر گره افزوده می شود [10].

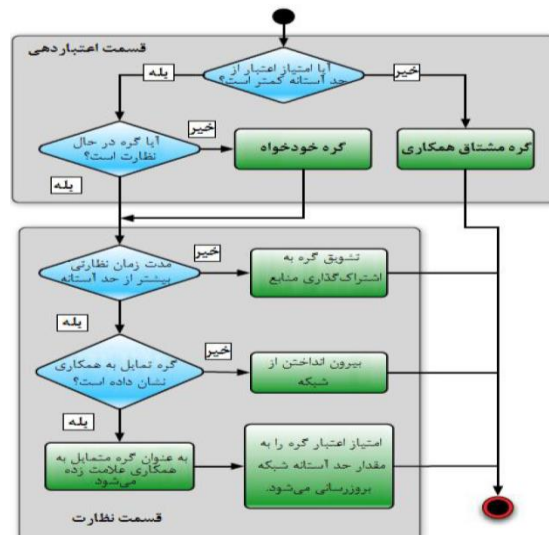
۳-۴-۳ الگوریتم HSSC^۷

⁶ Cooperative Watchdog System

⁷ Hybrid System to Stimulate Selfish Nodes to Cooperate

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

Dias و همکارانش در [11] روشی ترکیبی برای تحریک گره های خودخواه به همکاری در شبکه های خودروبی مقاوم در برابر تاخیر ارائه کرده اند. در این سیستم، روش اعتباری ارائه شده در [10] را با سیستم نظارت دیگری ترکیب نموده اند تا گره های خودخواه را به جای اینکه بلافاصله از شبکه طرد کنند، به همکاری تشویق نمایند. وقتی سیستم گره یی را به عنوان یک گره خودخواه علامت گذاری کند، جوایزی را به این گره ها در قبال همکاری پیشنهاد می دهد. با در نظر گرفتن این رویکرد و پس از ارائه ی پیشنهاد، سیستم مدت زمانی را به نظارت به گره خودخواه می پردازد، اگر در طول این مدت زمان نیز گره به رفتار خودخواهانه خود ادامه دهد برای همیشه از شبکه طرد می شود و در غیر این صورت فرصت دوباره یی به وی داده می شود. جریان کاری سیستم HSSSC همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است از دو قسمت اعتباردهی و نظارت تشکیل شده است. قسمت اعتباردهی در هر گره یک جدول اعتبار ایجاد می کند که شامل اطلاعات مهمی از قبیل ID گره یا امتیاز اعتبار تمامی گره هایی که با این گره در تماس بوده اند. با استفاده از مرحله ی سیگنالینگ خارج از باند در VDTN، هر زمان که فرصت تماس موجود بود، امتیاز اعتبار گره ای که تماس با وی حاصل شده است بروزرسانی می شود. امتیاز اعتبار گره ها برای مقایسه با یک حد آستانه شبکه ای (α) استفاده می شود که برای تمام گره های شبکه یکی است. عمل مقایسه، باعث می شود که سیستم HSSSC گره ها را به دو دسته ی گره های خودخواه و مشتاق همکاری تقسیم کند. اگر امتیاز اعتبار گره ها از حد آستانه بالاتر بود آنگاه به عنوان گره های مشتاق همکاری علامت زده می شوند و در غیر این صورت آنها به عنوان گره های خودخواه در نظر گرفته شده و به جدول نظارتی اضافه خواهند شد. قسمت نظارت که مبتنی بر رویکرد تشویقی است که سعی می کند گره ها را به وسیله پیشنهاد جوایزی تحریک به همکاری کند. با در نظر گرفتن این رویکرد وقتی که قسمت اعتباردهی گره یی را به عنوان گره خودخواه علامت زد، آنگاه قسمت نظارت شروع به نظارت آن می کند. معیارهای که برای ارزیابی پروتکل HSSSC در نظر گرفته شده اند شامل تعداد بسته های تحویل داده شده، متوسط تاخیر تحویل و درصد بسته های دور ریخته شده است. عملکرد پروتکل با هیچ پروتکل مشابه دیگری مقایسه نشده است و تنها دو رویکرد ارائه شده توسط خود این پروتکل که یکی رویکرد حجم بایت های انتقال یافته و دیگری رویکرد زمان سپری شده برای همکاری با یکدیگر مقایسه شده اند که رویکرد دوم نتایج بهتری را از خود نشان داده است [11].



شکل ۴: نمایش جریان کاری در سیستم HSSSC

۴- مقایسه الگوریتم ها و تحلیل آنها

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

مقایسه الگوریتم و پروتکل ها در جدول ۱ آورده شده است. در این جدول، هدف الگوریتم و روش کار پروتکل ها بصورت خلاصه بیان شده است. همچنین در این جدول، پارامترهای ارزیابی که در مقاله های الگوریتم ها استفاده شده آمده است. مقایسه الگوریتم ها با دیگر روش ها و نتایج این الگوریتم ها هم در جدول ۱ بصورت خلاصه شرح داده شده است.

جدول ۱: مقایسه و تحلیل الگوریتم های طراحی شده برای رفتار غیرهمکارانه در شبکه های VDTN

نام پروتکل	هدف	روش	پارامترهای ارزیابی	مقایسه	نتایج
CRS ۲۰۱۴، توسط Dias و همکارانش	شناسایی و جلوگیری از ارتباط با گره های خودخواه	تعریف یک سیستم اعتباردهی به گره ها بر اساس پیشینه ی همکاری آنها	- احتمال تحویل bundle - متوسط تاخیر تحویل bundle - درصد دور ریخته شدن bundle	-افزایش و کاهش ساده (SISD) -افزایش دوبرابر و کاهش ساده (DISD) -افزایش ساده و کاهش دو برابر (SIDD) -افزایش ساده کاهش تعداد گام (SIMHD)	روش SISD در همه ی موارد عملکرد بهتری داشته است.
COTS ۲۰۱۴، توسط Tang و همکارانش	بهبود کارایی انتقال	استفاده از دو الگوریتم توزیع و زمانبندی و یک استراتژی انتخاب رفتار انتقال	- متوسط نرخ تحویل -نرخ سربار انتقال - متوسط تعداد گام بسته	- پروتکل CORE - پروتکل ProbRep	بهبود در همه ی موارد
HSSSC ۲۰۱۵، توسط Dias و همکارانش	تحریک گره های خودخواه جهت همکاری در هدایت بسته ها و مسیریابی	ترکیب دو سیستم اعتباردهی و نظارتی به گره ها بر اساس پیشینه ی همکاری آنها	-تعداد بسته های تحویل داده شده -میانگین تاخیر تحویل -درصد بسته های دور ریخته شده	- رویکرد حجم بایت های انتقال یافته - رویکرد زمان سپری شده برای همکاری (هر دور رویکرد از روش های ابتکاری مطرح شده در خود این پروتکل هستند)	رویکرد دوم عملکرد بهتری داشته است.

سومین همایش ملی مهندسی کامپیوتر، داده کاوی و داده های حجیم

کاهش گره های خودخواهانه بر روی سیستم افزایش تعداد بسته های تحویل شده و کاهش میانگین زمان لازم برای انتقال از منبع به گره مقصد.	نمره اعتبار گره ها و در سه ماژول (طبقه بندی، ارزیابی همسایه و تصمیم گیری) برای تشخیص و حذف گره های خودخواه از شبکه پروتکل مسیریابی Spray-and-Wait	-امتیاز اعتبار گره -زمان تماس صرف شده -تعداد بسته های بازپخش شده	استفاده از یک سیستم نظارت بر همکاری برای تشخیص گره های بدرفتار	تشخیص و اقدام علیه گره های بدرفتار در شبکه	CWS ۲۰۱۵، توسط Dias و همکارانش
--	---	--	--	--	---

۵- نتیجه گیری

با توجه به بررسی های انجام شده در این مقاله، برای کارهای آینده نیاز است تا مسیریابی مبتنی بر اعتمادی را برای شبکه های مقاوم در برابر تاخیر بررسی شود تا گره های خودخواهی که قصد همکاری در مسیریابی را ندارند یا گره های بدرفتاری که قصد ایجاد اختلال در شبکه را دارند با استفاده از بهترین روش شناسایی شده و به گره های سالم و خوش رفتار، هشدارهای لازم در ارتباط با آنها داده شود.

۶- مراجع

- [1]. Abassi R. VANET security and forensics: Challenges and opportunities. WIREs Forensic Sci. 2019;e1324. Volume1, Issue2, March/April 2019.
- [2]. Lin, Y. , Wang, P., & Ma, M. (2017). Intelligent transportation system (ITS): Concept, challenge and opportunity. Paper presented at the 3rd International Conference, on Big Data Security on Cloud, 2017.
- [3]. Adnan Ali, Muhammad Shakil, Hamaad Rafique, Sehrish Munawar Cheema, Connection Time Estimation between Nodes in VDTN, (IJACSA) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 10, No. 1, 2019
- [4]. S. Al-Sultan, M. M. Al-Doori, A. H. Al-Bayatti and H. Zedan, "A comprehensive survey on vehicular Ad Hoc network (VANET)", in *Journal of Network and Computer Applications*, Volume 37, Pages 380-392, 2014.
- [5]. V.N.G.J. Soares and J.J.P.C. Rodrigues, "4-Vehicular delay-tolerant networks (VDTNs)", in *Advances in Delay-Tolerant Networks (DTNs)*, Pages 61-80, 2015.
- [6]. J. Dias, J. Rodrigues, N. Kumar and K. Saleem, "Cooperation Strategies for Vehicular Delay Tolerant Networks", in *IEEE Communications Magazine*, Volume 53, Pages 88-94, 2015.
- [7]. N. J. Patel and R. H. Jhaveri, "Trust based approaches for secure routing in VANET: A Survey", in *Procedia Computer Science*, Volume 45, Pages 592-601, 2015.
- [8]. J. Dias, J. Rodrigues, L. Shu and S. Ullah, "Performance Evaluation of a Cooperative Reputation System for Vehicular Delay-Tolerant Networks", in *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2014:88, 2014.

- [9]. X. Tang, J. Pu, K. Ma and Z. Xiong, "Cooperative Transmission Control Scheme using Erasure Coding for Vehicular Delay-Tolerant Networks", in *Journal of Supercomputing*, Volume 68, Pages 1462-1468, 2014.
- [10]. J. A. F. F. Dias, J. J. P. C. Rodrigues, F. Xia and C. Mavromoustakis, "A Cooperative Watchdog System to Detect Misbehavior Nodes in Vehicular Delay-Tolerant Networks", in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Volume 62, Pages 7929-7937, 2015.
- [11]. J. A. F. F. Dias, J. J. P. C. Rodrigues, N. Kumar and C. Mavromoustakis, "A Hybrid System to Stimulate Selfish Nodes to Cooperate in Vehicular Delay-Tolerant Networks", in *IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Pages 7929-7937, 2015.