طرح نوین تخمین اطلاعات ترافیکی جاده ها با استفاده از شبکه های اقتضایی خودرویی

سامان کمالی*، کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، دانشگاه گیلان
حمیدرضا ارکیان، کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، دانشگاه گیلان
غلامحسین اکباتانی فرد، استادیار دانشکده مهندسی، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد لاهیجان
تاریخ ارسال مقاله: فروردین ۹۳ تاریخ پذیرش: مرداد ۹۳
saman.kamali@gmail.com

چکیده
شبکه های اقتضایی خودرویی(VANET) به عنوان یکی از فناوری های نوظهور، از اجزای کلیدی سیستم های حمل و نقل هوشمند محسوب می شود که بستر مناسبی را جهت مدیریت ترافیک، اطلاع رسانی شرایط جاده ها و همچنین انتشار پیام های ایمنی فراهم می کند. اما توسعه و گسترش این کاربردها در گرو نفوذ مناسب این فناوری در میان خودروها است. در این مقاله، یک رهیافت جدید جهت تخمین تراکم ترافیک جاده ها بر اساس حجم خودروهای دارای تجهیزاتVANET، ارائه شده است. طرح پیشنهادی با بهره گیری از ارتباطات موجود در شبکه هایVANET و تشکیل یک زنجیره ای خودرویی مبتنی بر خوشه بندی پویا، یک سیستم اطلاعات ترافیکی مشارکتی را ایجاد کرده و با جمع آوری اطلاعات ترافیکی و انتقال آن به زیرساخت کنار جاده ای، امکان تخمین ترافیک را فراهم می کند. علاوه بر این با بکارگیری یک تکنیک یادگیری ماشین، تعمیم اطلاعات ترافیکی را امکان پذیر می سازد. کارایی طرح پیشنهادی با بکارگیری شبیه سازی و استفاده از نقشه حقیقی شهر تهران و بخشی از بزرگراه همت، به عنوان جاده هدف، مورد ارزیابی قرار گرفته و کیفیت تخمین نسبت به داده های واقعی نشان داده می شود.

کلید واژه: سیستم های اطلاعات ترافیکی، شبکه های اقتضایی خودرویی، خوشه بندی.

۱- مقدمه

امروزه با توجه به افزایش تعداد خودروها، مدیریت بهینه ترافیک به یکی از چالش های اصلی حمل و نقل شهری تبدیل شده است. جریان های ترافیکی طولانی و پرازدحام، باعث اتلاف زمان رانندگان و مصرف بالای سوخت می شود که این عوامل آثار منفی بر اقتصاد، سلامتی و محیط زیست خواهند داشت. بسیاری از این مشکلات با فراهم آوردن اطلاعات ترافیکی مفید در زمان مناسب از طریق سیستم های اطلاعات ترافیکی TIS [1] حل خواهد شد[۱]. از وظایف اصلیTIS میتوان به جمع آوری، ارزیابی و انتشار اطلاعات ترافیکی اشاره کرد. فناوری های مرسوم TIS مانند TMC [2] و RDS [3] از لحاظ مصرف پهنای باند محدود بوده و در نتیجه اطلاعات ترافیکی را با جزئیات کم ارائه می کنند. این مشکلات با سیستم های اطلاعات ترافیکی مشارکتی CTIS [4] قابل حل است، در این سیستم ها، اطلاعات مربوط به ترافیک توسط هر خودروبه صورت مجزا جمع آوری شده و سپس توسط رسانه انتقال بیسیم بین خودروها رد و بدل شده و به اشتراک گذاشته می شود[۲].

با ظهور شبکه های خودرویی اقتضایی VANET [1] بسیاری از خدمات و سرویس ها برای خودروها در طول جاده فراهم شد. به طورکلی VANET ها برای فراهم کردن اطلاعات مربوط به ایمنی، مدیریت ترافیک، اطلاع رسانی و همچنین سرگرمی در نظر گرفته شده اند. ارتباطات در این شبکه ها ارتباط های خودرو به خودرو (V2V) و خودرو با زیر ساخت (V2I) را شامل می شود[۳]. این نوع ارتباطات نیازمندی های CTIS را بصورت بهینه فراهم می کنند. سیستم هایCTIS به دو نوع مبتنی بر زیرساخت و بدون زیرساخت تقسیم بندی می شوند[۲]. سیستم‌های اطلاعات ترافیکی مشارکتی بدون زیرساخت برای استفاده بهینه از پهنای باند محدود و همچنین حفظ مقیاس پذیری، از تکنیک های تجمیع داده استفاده

1. Traffic Information Systems
2. Traffic Management Center
3. Road Data Services
4. Cooperative Traffic Information Systems

1. Vehicular Ad hoc Network

می کنند. در این نوع سیستم ها فقط ارتباطات خودرو به خودرو فراهم کننده اطلاعات برای خودروها است. مشکل اصلی این دسته از سیستم ها بحث هم پوشانی در تجمیع اطلاعات است که مقایسه و تشخیص اطلاعات را سخت می کند[۲]. بنابراین، کیفیت روش های مبتنی بر ارتباطات خودرو به خودرو بطور عمده به کارآمدی تکنیک تجمیع استفاده شده، وابسته است[۴].

سیستم های CTIS مبتنی بر زیرساخت در مقایسه با نوع دیگر به نرخ نفوذ در بازار کمتری احتیاج دارند[۵]. روش مبتنی بر زیرساخت علاوه بر ارتباطات خودرو به خودرو از ارتباطات خودرو با زیرساخت نیز بهره می برد. مشکل اصلی این روش، هزینه بالایی است که برای سرویس دهی تحمیل می شود؛ اما انتظار می رود در آینده ای نزدیک دسترسی به این روش ها، با هزینه کم، امکان پذیر شود [۶].

از طرفی، در بیشتر مقالاتی که در مورد مدیریت ترافیک ارائه شده، فرض شده است که همه ی خودروهای موجود در شبکه و یا در جاده، مجهز به سیستم ارتباطی بوده و از شبکه بین خودرویی مانند VANET بهره می برند. اما از معیارهای مهم و تاثیرگذار در کاربردهایی که توسط شبکه VANET ارائه می شود، نرخ نفوذ در بازار است. نرخ نفوذ در بازارنشان دهنده ی تعداد خودروهایی است که به سیستم ارتباطی مجهز می باشند. پیش بینی می شود که به مدت زمان زیادی جهت تجهیز شدن تمام خودروها به استانداردهای ارتباطی مانند DSRC نیاز باشد (به عنوان مثال: در کشور آمریکا ده سال طول می کشد تا نرخ نفوذ در بازار یک فناوری جدید، به حدود۱۰۰٪رسیده و به طور کامل اجرایی شود[۷]. بنابراین مطالعه بر روی مدیریت ترافیک بدون در نظر گرفتن نرخ نفوذ فناوری های ارتباطی، نتایج غیر واقعی را به همراه خواهد داشت.

هدف اصلی در این مقاله ارائه یک رهیافت بهینه جهت تخمین تراکم ترافیک جاده ها و همچنین فراهم کردن اطلاعات ترافیکی برای خودروها می باشد. در این طرح با هدف بهره بردن از مزایای هر دو روش CITS ، یک مکانیزم زنجیره ای مبتنی بر خوشه بندی خودروها ارائه می شود که اطلاعات ترافیکی را از سطح جاده جمع آوری کرده و در اختیار زیرساخت های کنارجاده ای قرار می دهد؛ سپس با استفاده از تعمیم اطلاعات ترافیکی جمع آوری شده از خودروهای مجهز به امکانات ارتباطی و همچنین بکارگیری تکنیک یادگیری ماشین[1] ، تراکم تمامی خودروها در بخش های مختلف جاده تخمین زده می شود.

در ادامه این مقاله، پیشینه ای از کارهای انجام شده در این زمینه، بیان می شود. بخش سوم شامل تشریح طرح پیشنهادی بوده و در بخش چهارم با استفاده شبیه سازی به ارزیابی طرح می پردازیم. در بخش پایانی نیز نتیجه گیری مسائل مطرح شده بیان می شود.

1. Machine Learning

۲- پیشینه تحقیق

در زمینه مدیریت اطلاعات ترافیکی تحقیقات مختلفی انجام شده که در این بخش به چند مورد از آن ها اشاره می کنیم. یک سیستم اطلاعات ترافیکی خود سازماندهی شده (SOTIS[1]) در مرجع ۸ ارائه شده است[۸]. این سیستم در شعاع ۵۰ تا ۱۰۰ کیلومتری هر کاربر به صورت مجزا کار می کند.

نحوه کارکرد سیستم به این صورت است که هر خودرو در زمان دریافت اطلاعات برای افزایش تازگی و صحت اطلاعات پس از بررسی پایگاه دانش خود، فقط اطلاعاتی را که ندارد، دریافت میکند. نویسندگان در مرجع ۹ طرحی به نام Traffic view پیشنهاد داده اند که هدف اصلی آن جمع آوری و انتشار اطلاعاتی مانند موقعیت و سرعت خودروها است[۹]. ایده اصلی این طرح نحوه تجمیع اطلاعات در آن می باشد. در این طرح اطلاعاتی که منتشر می شود، فقط محدود به اطلاعات خودروهایی است که در جلوی خودروی دریافت کننده قرار گرفته اند.

طرح دیگری به نام سیستم اطلاعات ترافیکی بدون زیرساخت (IFTIS[2]) در مرجع ۱۰پیشنهاد شده است[۱۰]. در این طرح بحث اصلی انتشار اطلاعات در بین گروهی از خودروها است که از نظر موقعیتی در مجاورت یکدیگر قرار دارند. نویسندگان در این طرح مفهومی به نام گروه مبتنی بر موقعیت را بیان کرده اند که در آن فقط رهبر گروه مسئولیت پخش همگانی اطلاعات را به عهده دارد. طرح سیستم ترافیکی خیابان هوشمند[3] نیز در مرجع ۱۱ معرفی شده است[۱۱]؛ که در آن تجمیع اطلاعات با استفاده از خوشه بندی توزیع شده با مدل انتشار فراگیر پیشنهاد شده است. این سیستم به ارتباطات ثابت یا دائمی احتیاجی ندارد و هر خودرو بصورت مجزا سرعتش را ذخیره کرده و نقشه ترافیکی را ایجاد می کند. خودروها زمانی که به یکدیگر نزدیک می شوند اطلاعاتشان را رد و بدل می کنند.

سیستم سرویس گیرنده - سرویس دهنده ای با نام CoCar در مرجع ۱۲ پیشنهاد شده که در آن از کاربردهای سیستم ارتباطات سیار جهانی(UMTS)[4] در CTIS استفاده شده است[۱۲]. در این سیستم پیشنهادی، خودروهای مجهز، اطلاعات ترافیکی را از طریق زیرساخت UMTS به مرکز اطلاعات گزارش می دهند. اطلاعات ارسال شده در مرکز جمع آوری و تجمیع شده و پس از آن اطلاعات پردازش شده برای خودروهای گزارش کننده ارسال می شود.

1. Self-Organizing Traffic Information System
2. Infrastructure-Free Traffic Information System
3. StreetSmart
4. Universal Mobile Telecommunications System

۳- رهیافت پیشنهادی

۳-۱- مدل شبکه

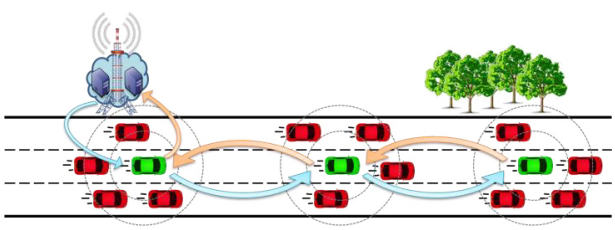
ما در این مقاله شبکه ی VANET را در نظر می گیریم که مبتنی بر معماری خودرو به خودرو (V2V) و خودرو به زیرساخت(V2I) بوده و خودروها در یک سناریوی بزرگراه در حال حرکت هستند. بر اساس آنچه در مرجع ۱۳ بیان شده، در این مقاله خودروها به دو نوع مجهز و عادی تقسیم بندی می شوند[۱۳]. خودروهای مجهز به GPS و یک فرستنده/گیرنده VANET تجهیز شده و خودروهای عادی دارای چنین تجهیزاتی نمی باشند.

رهیافت پیشنهادی مبتنی بر خوشه های پویا بوده و از گروه های مختلف تشکیل شده است. خودروها در مسیر مشترک حرکت کرده و در همسایگی یکدیگر (به فاصلهٔ حدود یک کیلومتر) عضو یک خوشه می شوند. یک خوشه در سرتاسر جاده (بسته به نوع جاده) گسترش می یابد. مزیت مهم داشتن خوشه های پویا این است که با وجود تحرک خودروها، سرخوشه و خود خوشه همراه خودروهای دیگر در خوشه حرکت می کنند. این مسئله تضمین می کند که با وجود سرعت بالای خودروها، به خاطر معماری خوشه های پویا، یک توپولوژی پایدار برقرار شده و خودروهای مجاور، عضویک خوشه باقی خواهد ماند.

۳-۲- تشکیل خوشه

سناریوی تشکیل خوشه ی پویا به این صورت در نظر گرفته می شود که یک خودرو به محض ورود به بخش جدیدی از بزرگراه با پخش همگانی پیام درخواست عضویت، اقدام به جستجوی خوشه می کند.اگر در مدت زمان پیش بینی شده هیچ پیام پذیرشی دریافت نکند، خودروی مذکور فرآیند تشکیل خوشه را با پخش همگانی یک پیام HELLO در همسایگی خود آغاز می کند. سپس خودروهای همسایه این خودرو به انتشار اطلاعات ترافیکی مربوط به خود می پردازند، این اطلاعات شامل سرعت نسبی، درجه همسایگی و موقعیت نسبی می باشد. نکته قابل ذکر این است جهت استفاده بهینه از پهنای باند، در این مرحله می توان از تکنیک های مختلف تجمیع اطلاعات مانند تکنیکی که در مرجع ۱۴ ارائه شده، استفاده کرد[۱۴]. علاوه براین باید در نظر داشت، فقط خودروهایی همسایه محسوب می شوند که اختلاف سرعت آن ها کمتر از حد آستانه (ΔS_{thr}) باشد. در ادامه، تحت فرآیند رأی گیری بین این مجموعه از خودروها، خودروی با بالاترین مقدار معیار مناسب بودن که مبتنی بر اطلاعات تحرک به دست می آید، به عنوان سرخوشه ی خوشه فعلی انتخاب می شود. لازم به ذکر است که معیار مناسب بودن خودرو برای افزایش ثبات ساختار خوشه و افزایش طول عمر خوشه تعریف می شود.

جهت محاسبه این معیار روش های مختلفی در مقالات معرفی شده است که از بهترین آن ها می توان به تکنیک پیشنهادی در اشاره کرد[۱۵]. به این ترتیب، سرخوشه ی انتخاب شده انتظار می رود برای طولانی ترین مدت زمان با اعضای خود متصل باقی بماند. همانطور که بیان شد ما در این رهیافت از هر دو روش معرفی شده برای CTIS استفاده می کنیم؛ لذا داده های ترافیکی خودروها ابتدا توسط سرخوشه ها جمع آوری شده و سپس با برقراری ارتباط بین سرخوشه ها و واحد کنارجاده ای (RSU)[1] این اطلاعات به زیرساخت کنارجاده ای انتقال یافته و از آن طریق در اختیار مراجع ذیصلاح قرار می گیرد. لازم به ذکر است که این یک مسیر دوطرفه می باشد؛ به این معنا که دستورالعمل های ترافیکی نیز مسیر معکوس را طی کرده و از طرف مراجع ذیصلاح در اختیار خودروها قرار می گیرد. ما در طرح پیشنهادی جهت ارتباطات سرخوشه ها با RSU از ابر کنار جاده ای بهره می بریم. یک ابر کنارجاده ای از دو قسمت اصلی تشکیل شده است: سرورهای محلی اختصاصی و RSU ها سرورهای محلی اختصاصی منابع فیزیکی را مجازی سازی کرده و نقش یک پایگاه ابر بالقوه را ایفا می کنند [۱۶]. RSU ها نیز واسط های رادیویی لازم برای دسترسی به ابر را برای خودروها فراهم می کنند. یک ابر کنار جاده ای فقط برای خودروهای همسایه (خودروهایی که در برد رادیویی RSU قرار دارند) دردسترس است. این مساله به ما کمک می کند تا از مفهوم ابر کوچک استفاده کنیم. یک ابر کوچک در حقیقت یک کامپیوتر قدرتمند یا خوشه ای از کامپیوترهای متصل به اینترنت می باشد که جهت استفاده ی دستگاه های متحرک در محدوده ی خود، دردسترس است [۱۷] به این ترتیب، یک "ابر کوچک"[1] کنارجاده ای به یک ابر کنار جاده ای با مقیاس کوچک اشاره می کند که به خودروهای در حال گذر، سرویس های ابری ارائه می دهد. دلیل استفاده از ابرهای کنار جاده ای در رهیافت پیشنهادی، بهره گیری از قدرت محاسبات ابری جهت سرویس دهی به شبکه و تخمین حجم ترافیک می باشد.



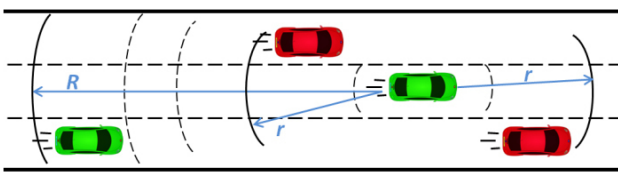
شکل ۱- نمای کلی طرح پیشنهادی

1. Road Side Unite

1. Cloudlet

پس از تشکیل خوشه های پویا و بکارگیری ابرهای کنار جاده ای جهت تخمین ترافیک، نوبت به انتقال اطلاعات خوشه ها به ابرهای کنارجاده ای می رسد. مساله اصلی این نوع ارتباط، محدودیت محدوده ی تحت پوششRSU ها است که موجب می شود سرخوشه های پویا فقط برای مدت کوتاهی (در حین گذشتن از محدوده انتقال RSU) با زیرساخت کنارجاده ای در ارتباط باشند. ما در طرح پیشنهادی جهت رفع این مشکل یک سناریوی تشکیل زنجیره ی بین خوشه ای جهت انتقال اطلاعات خوشه هایی که از محدوده انتقال RSU ها خارج شده اند، ارائه می دهیم.

ارتباطات بین خودرویی در باند فرکانس ۵/۹ GHz جهت پشتیبانی از کاربرد های ایمنی و غیر ایمنی استفاده می شود. DSRC، ۷۵ MHz پهنای باند را استفاده می کند که به هفت کانال تقسیم می گردد. یکی از کانال ها، کانال کنترل است و بقیه آن ها کانال های سرویس نام گذاری می شوند[۱۸]. فرض می شود خودرو ها از کانال کنترل جهت مبادله پیام های دوره ی و جمع آوری اطلاعات مربوط به همسایه ها استفاده کرده و همچنین یک کانال سرویس را برای تعریف شعاع خوشه و انجام وظایف ارتباطی درون خوشه ی، به کار می گیریم. با توجه به توصیف DSRC در[۱۸]. لایه لینک داده می تواند برد انتقال را تا ۱۰۰۰ متر، تامین کند. کاربرد های VANET می توانند برد طولانی تر (R) را برای کانال کنترل به کار گیرند، به این ترتیب سرخوشه می تواند با سرخوشه های همسایه برای انتشار پیام ها ارتباط برقرار کند و برد کوتاه تر (r) را به عنوان کانال سرویس جهت مدیریت درون خوشه ای بکار گیرد. تشریح این موضوع در شکل (۲) قابل مشاهده است.

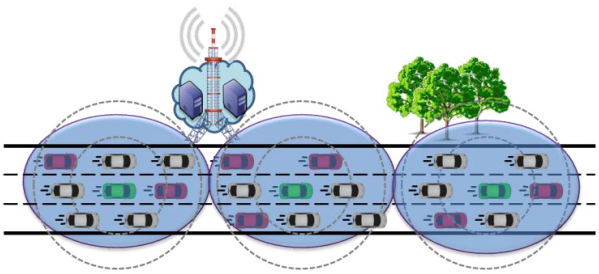


شکل ۲- محدوده ارسال و دریافت گره

با استفاده از کانال کنترل، خوشه ها می توانند اطلاعات مربوط به وضعیت جاده را از طریق خوشه های همسایه جمع آوری کرده و سپس یک تصویر کامل از جاده که حتی می تواند فراتر از مرز های خوشه خودشان باشد، ایجاد کرده و در اختیار ابر کنارجاده ای قرار دهند. در ابرکنارجاده ای نیز همانطور که در بخش بعد تشریح می شود، تخمین اطلاعات ترافیکی بزرگراه انجام می شود.

۳-۳- تعمیم تراکم ترافیک

از آنجایی که داده های ترافیکی خوشه ها توسط ابرهای کنار جاده ای جمع آوری شده و تنها خودروهای مجهز می توانند به خوشه های پویا بپیوندند، لذا فقط حجم ترافیکی خودروهای مجهز در دسترس می باشد. در این قسمت، ما نحوه تخمین مجموع حجم ترافیک بزرگراه را که شامل خودروهای مجهز و خودروهای عادی می شود، شرح می دهیم. در این طرح فرض می شود که در هر قسمت از جاده که تحت پوشش خوشه ها است، ۲۰٪ خودروها مجهز به تجهیزات VANET هستند و بر این اساس ۸۰٪ باقیمانده خودروهای عادی می باشند که تجهیزات ارتباطی ندارند. بنابراین، همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده، می توان فرض کرد که بر روی خوشه های واقعی و در محدوده آنها، خوشه های مجازی وجود دارد که خودروهای عادی اعضای این خوشه ها هستند. در نتیجه ما می توانیم حجم کل ترافیک را در موقعیت هر خوشه واقعی پیش بینی کنیم. به این ترتیب، در ادامه برای پیش بینی حجم ترافیک از یادگیری ماشین در ابر کنار جاده ای استفاده می کنیم.



شکل ۳- خوشه های مجازی خودروهای عادی

ایده ی مورد استفاده به این صورت است که Ψ را مجموعه ای از خوشه های واقعی در نظر می گیریم که شامل خودروهای مجهز می باشند و فرض می شود خوشه مجازی i ، خوشه ای است که دارای هیچ خودروی مجهزی نیست. هدف ما پیش بینی حجم ترافیک خوشه i بر اساس اطلاعات ترافیکی همه ی خوشه های واقعی (Ψ) است. از این طریق، ما حجم ترافیکی خوشه مجازی i را به وسیله ی میانگین وزنی حجمی که برای خوشه های واقعی در نظر گرفته شده پیش بینی می کنیم. در اینجا وزن، شباهت بین خوشه مجازی i و خوشه واقعی j در مجموعه Ψ تعریف می شود. ما میزان شباهت بین خوشه i و j را با سه معیار بیان می کنیم:

معیار ۱ : $d(i,j)،m1(i,j) = \frac{1}{d(i,j)}$

فاصله ی بین خوشه مجازی i و خوشه واقعی j.

معیار ۲ : $s(i,j)،m2(i,j) = \frac{1}{s(i,j)}$

اختلاف سرعت میانگین بین خوشه مجازی i و خوشه واقعی j.

معیار ۳:

$$n(i,j)\ ،\ m3(i,j) = \frac{1}{n(i,j)}$$

اختلاف تعداد اعضای خوشه ی واقعی محدوده ی خوشه مجازی i و خوشه واقعی j.

باید به این نکته توجه داشت که میانگین سرعت و موقعیت خوشه مجازی i برابر است با خوشه واقعی که در همان موقعیت وجود دارد. همچنین این خوشه واقعی در پیش بینی با مقدار ۱ به ازای هر سه معیار شرکت می کند.

بر اساس آنچه در مرجع ۱۹ بیان شده، ما معیار شباهت تجمیع شده را با استفاده از این سه معیار تعریف می کنیم [۱۹] برای زوج خوشه i و j ، معیار شباهت تجمیع شده بدین صورت بیان می شود:

$$T(i;j) = m_1(i,j)^{u1} \times m_2(i,j)^{u2} \times m_3(i,j)^{u3}(1)$$ **(رابطه ۱)**

در اینجا u_k شاخصی است برای معیارهای m که مشخص می کند هر معیار در محاسبه شباهت تجمیع شده، در نظر گرفته می شود یا خیر(با قرار دادن مقدار صفر برای u_k آن معیار بی تاثیر می شود):

$$u_k = \begin{cases} 1 & \text{اگر معیار } m_k \text{ باید در نظر گرفته شود} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$ **(رابطه ۲)**

ما حجم ترافیک خوشه i را بر اساس میانگین وزنی که برای هر خوشه واقعی عضو مجموعه Ψ محاسبه شده تخمین می زنیم. برای پیش بینی حجم خوشه مجازی i ، وزنی که به خوشه واقعی j نسبت داده می شود بدین صورت محاسبه می شود:

$$w_i(j) = \frac{T(i,j)}{\sum_{\forall k \varepsilon \Psi} T(i,k)}\ ,\ \exists j \varepsilon \Psi$$ **(رابطه ۳)**

حجم ترافیکی پیش بینی شده برای i برابر است با $\Theta(i)$ که از میانگین وزنی همه ی خوشه های واقعی محاسبه می شود.

$$\Theta(i) = \sum_{\forall j \varepsilon \Psi} w_i(j) \times \vartheta(j)$$ **(رابطه ۴)**

در اینجا $\vartheta(j)$ تعداد اعضای (خودروهای مجهز) خوشه می باشد. به این ترتیب ما می توانیم تراکم ترافیکی هر یک از خوشه های مجازی را تخمین زده و با تعمیم مجموع اطلاعات ترافیکی جمع آوری شده از خوشه های واقعی و مجازی، در طول بخش فعلی بزرگراه، حجم ترافیک را تخمین بزنیم.

۴- شبیه سازی طرح پیشنهادی

در این بخش ما به ارائه ی نتایج ارزیابی های انجام شده بر روی طرح پیشنهادی خود، با استفاده از شبیه سازی می پردازیم. ما از یک بستر شبیه سازی استفاده کرده ایم که در آن از ترکیب دو ابزار OMNet ++ به عنوان شبیه ساز شبکه و همچنین ابزار SUMO به عنوان شبیه ساز ترافیک بهره می بریم[۲۱،۲۲]؛ این دو از طریق بستر VEINS با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند[۲۲]. به این ترتیب، با استفاده از OMNet++ ارتباطات بیسیم بین خودروها و همچنین ارسال و دریافت بسته ها بین خودروها، مدل شده و با استفاده از SUMO مدل حرکتی خودروها، چینش آنها در شبکه و همچنین تراکم آن ها، شبیه سازی گردید. ما در شبیه سازی خود از نقشه حقیقی شهر تهران استفاده کرده و بخشی از بزرگراه همت را به عنوان جاده ی هدف، شبیه سازی کردیم (شکل (۴)).

پارامترها	مقادیر	پارامترها	مقادیر
زمان شبیه‌سازی	۱۸۰s	محدوده انتقال	۳۰۰m
طول بخش بزرگراه	۳۰۰۰m	نرخ انتقال	٦Mbps
سرعت خودروها	٦۰-۱۲۰km/h	اندازه پیام	۱۰۰ Bytes

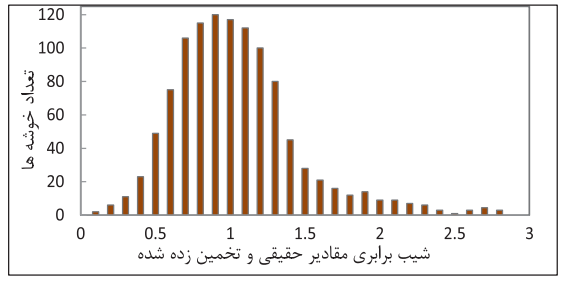
جدول۱- پارامترهای شبیه سازی

شکل۴-شبیه سازی بخشی از بزرگراه همت

تراکم خودروها در سناریوی شبیه سازی بخش مشخص شده ی بزرگراه، در سه نوع کم، متوسط و پر تراکم پیش بینی شده است که بر اساس آنچه در مرجع ۲۳ آورده شده، به ترتیب سه نوع توزیع پوآسون، نمایی و یکنواخت برای نرخ عبور آنها در نظر گرفته ایم[۲۳].

سرعت متوسط خودروها نیز از توزیع نرمال با میانگین μ و انحراف معیار σ، پیروی می کند. جهت شبیه سازی مدل ترافیکی ما از مدل نرخ بیت ثابت برای انتقال تعداد معینی از بسته های با سایز ثابت استفاده می کنیم. استاندارد DSRC نرخ داده در محدوده ۶-۷۲ Mbps را پشتیبانی میکند؛ بنابراین ما تصمیم گرفتیم از حداقل نرخ یعنی۶ Mbps استفاده کنیم. دیگر پارامترهای مورد استفاده در شبیه سازی در جدول (۱) آورده شده است.

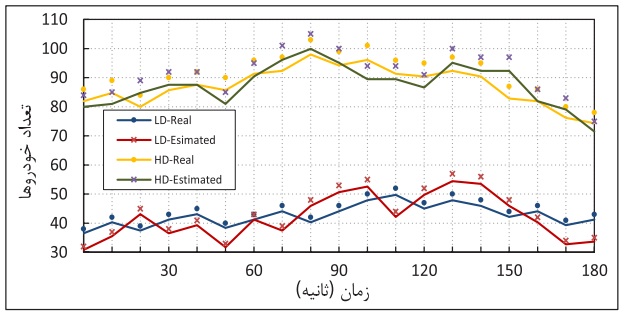
در ابتدا، ما به ارزیابی کارایی طرح تعمیم اطلاعات ترافیکی می پردازیم. در این ارزیابی ۱۰۰۰ خوشه واقعی(مجموعه Ψ) به عنوان مجموعه مورد سنجش در نظر می گیریم. ما بر روی هر خوشه واقعی از مجموعه Ψ، یک خوشه مجازی (i) در نظر گرفته و به عنوان گزینه مورد سنجش از آن استفاده می کنیم. سپس، حجم ترافیک هر خوشه مجازی را بر اساس طرح تعمیم تراکم ترافیک تخمین می زنیم. در انتها مقادیر تخمین زده شده را با تراکم خودرو تعریف شده در شبیه سازی مقایسه می کنیم.



شکل ۵- کیفیت تعمیم تراکم ترافیک

در شکل (۵) کیفیت تخمین صورت گرفته جهت تعمیم تراکم ترافیک به ازای ۱۰۰۰ خوشه آورده شده است. همانطور که مشخص است، بیشتر خوشه ها در بازه ۰/۸تا ۱/۲ قرار دارند. بنابراین شیب خطا در تخمین، تقریباً ۲۰٪ است. به این ترتیب می توان گفت تخمین مناسبی از مقادیر واقعی صورت گرفته است.

ارزیابی دیگری که بر روی طرح پیشنهادی انجام شده است، شامل بررسی اختلافات بین حجم ترافیک تخمین زده شده و حقیقی، در بازه ی زمانی شبیه سازی (۱۸۰ثانیه)، می باشد. همانطور که در شکل (۶) مشخص است، این مقایسه برای دو حالت کم تراکم (LD) و پرتراکم (HD) انجام شده است.



شکل ۶- تراکم تخمین زده شده در برابر تراکم واقعی

شکل (۶) تغییرات تعداد حقیقی خودروها و مقادیر تخمین زده شده ی آنها را در بازه های زمانی مختلف نشان می دهد. نکته قابل ذکر این که اختلاف های بین این دو مقدار در حالت کم تراکم بیشتر از حالت پرتراکم است؛ که دلیل اصلی آن محدودیت محدوده ی انتقال خودروها می باشد که در شرایط تراکم پایین، تاثیرگذارتر خواهد بود.

۵- نتیجه گیری

ما در این مقاله، با بهره گیری از خوشه بندی پویا و تشکیل زنجیره ی خودرویی جهت انتقال اطلاعات ترافیکی به ابرهای کنارجاده ای، یک سیستم اطلاعات ترافیکی مشارکتی ارائه دادیم که تخمین مناسبی از ترافیک جاده در شرایط نفوذ کم خودروهای مجهز، ارائه می دهد. علاوه بر این، دقت و صحت تخمین انجام شده را با استفاده از شبیه سازی نشان دادیم. در ادامه این کار تحقیقاتی ما علاقمند به ارائه یک راهکار جهت شناسایی ازدحام های ترافیکی و همچنین تغییر محیط طرح پیشنهادی از سناریوی بزرگراه به یک محیط شهری هستیم.

۶- مراجع

1. Seredynski, M., & Bouvry, P. A survey of vehicular based cooperative traffic information systems.14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2011.

2. C. Lochert, J. Rybicki, B. Scheuermann, and M. Mauve. Scalable data dissemination for inter-vehicle-communication: Aggregation versus peer -to-peer. Information Technology, 2008.

3. Al-Sultan, S., Al-Doori, M. M., Al-Bayatti, A.H., & Zedan, H. . A comprehensive survey on vehicular Ad Hoc network. Journal of Network and Computer Applications, 2013.

4. C. Lochert, B. Scheuermann, and M. Mauve,. A probabilistic method for cooperative hierarchical aggregation of data in VANETs. Ad Hoc Networks, 2010.

5. J. Rybicki, B. Pesch, M. Mauve, and B. Scheuermann . Supporting cooperative traffic information systems through street-graph-based peer-to-peer networks.17th GI/ITG Conference on Com -munication in Distributed Systems (KiVS 2011), 2011.

6 M. Mauve and B. Scheuermann. VANET convenience and efficiency applications. VANET Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies. Wiley, 2010.

7 P. Santi. Mobility Models for Next Generation Wireless Networks. Wiley, 2012. ISBN 9781119992011.

8. L. Wischof, A. Ebner, H. Rohling, M. Lott, and R. Halfmann,. SOTIS - a self-organizing traffic information system.The 57th IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference (VTC2003- Spring), 2003.

9. T. Nadeem, S. Dashtinezhad, C. Liao, and L. Iftode. TrafficView: Traffic data dissemination using car-to-car communication ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review , 2004.

10. M. Jerbi, S.-M. Senouci, T. Rasheed, and Y. Ghamri-Doudane. An infrastructure-free traffic information system for vehicular networks. IEEE 66th Vehicular Technology Conference (VTC-2007 Fall), 2007.

11. S. Dornbush and A. Joshi. StreetSmart Traffic: Discovering and disseminating automobile congestion using VANETs.IEEE 65th Vehicular Technology Conference (VTC2007), 2007.

12. C. Sommer, A. Schmidt, Y. Chen, R. German, W. Koch, and F. Dressler . On the feasibility of UMTS-based traffic information systems. Ad Hoc Networks, 2010.

13. Arbabi, H. and Weigle, M.C. Monitoring free flow traffic using vehicular networks. Consumer Communications and Networking IEEE Conference (CCNC), 2011.

14. Kumar, R., & Dave, M. A Framework For Handling Local Broadcast Storm Using Probabilistic Data Aggregation In VANET. Wireless Personal Communications, 2013

15. Venkataraman H, Delcelier R, Muntean GM. A moving cluster architecture and an intelligent resource reuse protocol for vehicular networks. Wireless Networks, 2013.

16. Yu, R., Zhang, Y., Gjessing, S., Xia, W., & Yang, K. Toward Cloud-Based Vehicular Networks with Efficient Resource Management. pp. 48–2013 ,55.

17. M. Satyanarayanan et al. The Case for VM-based Cloudlets in Mobile Computing.IEEE Pervasive Computing, 2009.

18. ASTM2213-03. Standard specification for telecommunications and information exchange between roadside and vehicle systems–5 GH band dedicated short range communications (DSRC) medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications. 2003.

19. Javed A. Aslam, Sejoon Lim, Xinghao Pan, Daniela Rus. City-Scale Traffic Estimation from a Roving Sensor Network.Proceedings of the 10th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems(SenSys), 2012 . pp. 141–154.

21. Michael Behrisch, Laura Bieker, Jakob Erdmann, Daniel Krajzewicz. SUMO - Simulation of Urban MObility: An Overview.SIMUL 2011, The Third International Conference on Advances in System Simulation, 2011. pp. 63-68.

22. Sommer, C. Vehicles in Network Simulation (VEINS) Project.Website: http://veins.car2x.org., 2012.

23 . G. Yan, S. Olariu, M. C. Weigle, "Cross-Layer Location Verification Enhancement in Vehicular Networks," In Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium. San Diego, June 2010.