فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
| JOURNAL OF TRAFFIC ENGINEERING |

کاهش زمان سفر با استفاده از شبکه‌های بین خودرویی در محیط‌های شهری

سهند خداپرس[۱]، محمود فتحی[۲]، رضا برنگی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کامپیوتر دانشگاه علم و صنعت ایران

۲ - استاد، دانشکده کامپیوتر دانشگاه علم و صنعت ایران

۳- دانشیار، دانشکده کامپیوتر دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده

امروزه شبکه‌های بین خودرویی موسوم به VANET[1] که نوع خاصی از شبکه‌های MANET[2] به شمار می‌روند به زندگی روزمره نزدیک‌تر شده و نقش آفرینان مختلفی از جمله محققان, تولیدکنندگان خودرو تا سازمان‌های دولتی و بدنه‌ی استانداردسازی را به خود جذب کرده است. با استفاده از این شبکه‌ها سعی شده ایمنی و امنیت سرنشینان افزایش یابد و آسودگی برای کاربران فراهم گردد. اما کاربردهای شبکه‌های بین خودرویی بسیار فراتر از این بوده و می‌توان از امکانات آن برای حل معضل‌های اقتصادی و زیست محیطی ناشی از ترافیک از جمله آلودگی هوا و هدر رفت سوخت نیز استفاده کرد.

به منظور مدیریت ترافیک و حل مشکلات ناشی از آن با بهره‌گیری از شبکه‌های بین خودرویی در این مقاله بر روی نقشه سه شهر لندن، پاریس و نیویورک مسئله زمان سفر بررسی گردیده و با پیاده‌سازی سناریوهای متفاوت و ارائه راهکارهای مختلف کارآیی هر یک از روش‌های پیشنهادی بررسی شده است. در گام اول، روش کوتاهترین مسیر با بهره‌گیری از الگوریتم دایجسترا پیاده‌سازی شده تا به عنوان معیاری برای ارزیابی کارایی روش پیشنهادی مورد استفاده قرار بگیرد، سپس با شناسایی عوامل موثر در زمان سفر و مشخص نمودن درجه اهمیت هر یک از این عوامل، آنالیز اطلاعات فراهم شده توسط شبکه‌های بین خودرویی صورت گرفته و با استخراج اطلاعات مربوط به عوامل تاثیر گزار بر زمان سفر، الگوریتم A* مورد استفاده قرار گرفته تا مسیر مطلوب با کوتاه‌ترین زمان سفر ممکن را مبداء تا مقصد بیابد. که نتایج شبیه سازی نیز حاکی از تاثیر به سزای رویکرد مورد نظر در کاهش زمان سفر دارد.

واژگان کلیدی: شبکه‌های بین خودرویی، کاهش زمان سفر ، مسیر بهینه

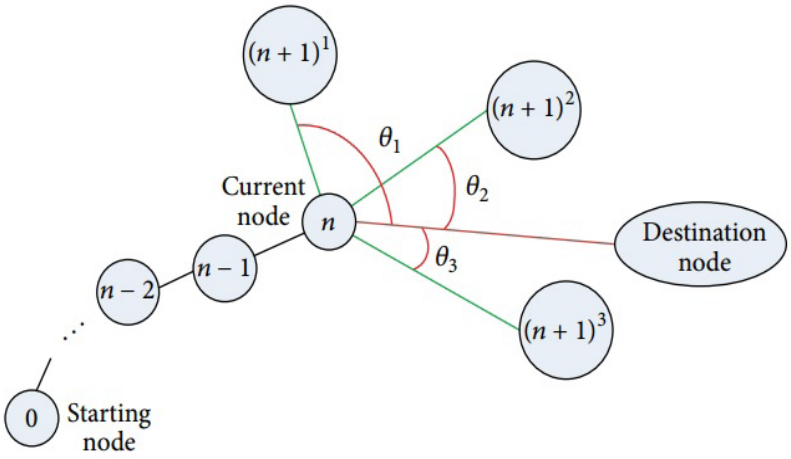
۱- مقدمه

در [۴] گزارشی از وضعیت ترافیک مناطق شهری آمریکا تهیه شده است، بر اساس این گزارش هزینه کلی ترافیک مناطق شهری در سال ۲۰۱۰ بالغ بر ۱۰۰,۹ ملیارد دلار بوده است یا به عبارتی دیگر ۷۱۳ دلار به ازای هر خودرو, با توجه به این هدر رفت سوخت و اتلاف زمان ناشی از ازدحام ترافیکی، یافتن راهکاری برای برطرف نمودن یا لااقل کم رنگ کردن این معضل امری ضروری می‌نماید. در میان روش‌های جدید که سعی در برطرف کردن مشکلات ناشی از ازدحام ترافیکی دارند، سیستم‌های هوشمند حمل و نقل[3] بسیار موفق بوده و مورد استقبال محققان قرار گرفته است. سیستم‌های هوشمند حمل و نقل با در اختیار گذاشتن اطلاعات لازم در اختیار راننده و توزیع مناسب خودروها در جاده‌ها سعی در جلوگیری یا برطرف نمودن تراکم ترافیکی می‌کنند.

شبکه‌های بین خودرویی با فراهم نمودن زیرساخت مورد نیاز، امکان ارتباط خودروها با یکدیگر و RSU را فراهم می‌آورند. ارتباطی که امکان مبادله اطلاعات و فراهم کردن اطلاعات لحظه‌ای وضعیت جاده‌ها را به ما می‌دهد. اطلاعاتی که در هیچ سیستم مشابهی با چنین دقت و صحتی قابل دسترس نیست.

ادامه این مقاله به این شرح است ابتدا مروری خواهیم داشت

1 Vehicular Ad-hoc Networks
2 Mobile Ad-hoc Networks
3 ITS



شکل (۱) نحوه محاسبه تابع تخمین در [۷]

بر کارهای گذشته، سپس در فصل ۳ مفروضات شبیه سازی را شرح خواهیم داد، در فصل ۴ روش کوتاهترین مسیر توضیح داده خواهد شد و در فصل ۵ روش پیشنهادی برای کاهش زمان سفر ارائه می‌گردد و در نهایت در فصل شش نتایج شبیه سازی ارائه شده و نتایج حاصله ارائه مورد تحلیل قرار خواهد گرفت.

۲– مروری بر کارهای پیشین

در این بخش به مطالعه و طبقه‌بندی پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه مدیریت ترافیک و کاهش زمان سفر می‌پردازیم و روش‌های مورد استفاده آن‌ها را بررسی و نتایج حاصل از آن‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.

در [۶] در هر تقاطع یک RSU فرض گردیده و با ارسال پیام‌هایی به خودروها تراکم خیابان‌ها محاسبه شده. سپس اطلاعات مربوط به تراکم خیابان‌ها به مرکز داده‌ای فرستاده شده و بر اساس تراکم و طول هر خیابان وزنی به آن اختصاص داده می‌شود . سپس این وزن‌های محاسبه شده به RSU برگردانده می‌شوند تا در صورت درخواست خودروها برای مسیر بهینه با توجه به وزن جاده‌ها با اجرای الگوریتم دایجسترا[1] مسیر بهینه محاسبه و به خودرو پیشنهاد گردد.

در [۶] همان‌طور که اشاره شد برای وزن‌دهی به یال‌ها فقط از تراکم و طول خیابان استفاده می‌شود و عوامل دیگر هم چون سرعت مجاز، تعداد لاین و ظرفیت خیابان نادیده گرفته شده است و در نتیجه با توجه به در نظر نگرفتن بسیاری از عوامل مهم، یال پیشنهاد شده توسط این روش لزوما به منزله مناسب‌ترین یال برای انتخاب نیست. ولی شاید مهمترین ایراد وارد بر این پژوهش واقعی نبودن مفروضات و محیط شبیه‌سازی آن است. در شبیه سازی انجام گرفته در این تحقیق نقشه‌های واقعی مورد استفاده قرار نگرفته و به جای آن از نقشه‌ای با فقط ۲۵ خیابان که به صورت بلوکی رسم گردیده‌اند استفاده شده که بسیار متفاوت از محیط واقعی است.

در [۷] برای یافتن مسیر بهینه تا مقصد از الگوریتم A* استفاده می‌گردد که نسبت به الگوریتم دایجسترا دارای مرتبه زمانی بهتری است. همچنین تغییراتی به منظور حصول نتایج بهتر در الگوریتم A* اعمال شده و دو نسخه از این الگوریتم ارائه گردیده. عمده تغییرات اعمال شده مربوط به تابع هیروستیک[2] یا همان تابع تخمین می‌باشد که به جای محاسبه فاصله منهتن (به فاصله مستقیم از گره همسایه تا مقصد بدون در نظر گرفتن موانع و عوارض طبیعی گفته می‌شود) زاویه بین خط مستقیم از گره فعلی تا مقصد را با یالی که به نود همسایه منتهی می‌شود را یافته و هر چه این زاویه کمتر باشد به گره همسایه اولویت بیشتری اختصاص داده می‌شود . همچنین در نسخه دوم از الگوریتم A*، متوسط سرعت خودروها نیز در وزن‌دهی گره‌ها اعمال شده است.

همان طور که توضیح داده شد در [۷] از روش جدیدی برای محاسبه تابع تخمین استفاده شده اما در عمل این روش جدید تاثیری در نتیجه آن نخواهد داشت زیرا گره با فاصله منهتن کمتر، به طور قطع دارای θ کمتری نیز هست اما بر عکس آن همیشه صادق نیست. همچنین در نسخه دوم از الگوریتم A*با در نظر گرفتن سرعت متوسط خودروها به عنوان پارامتری در محاسبات، طبق انتظار نتایج به دست آمده بهبود یافته است اما لازم به توضیح است که سرعت رانندگی به عوامل متعددی از جمله وضعیت روحی، سن راننده و ... بستگی دارد

1 Dijekstra

2 Hiuristic

و لزوما حرکت خودرویی با سرعت کم به معنی وجود ازدحام در آن خیابان نمی‌باشد. همچنین عوامل متعدد بسیاری وجود دارد که بر وضعیت ترافیک تاثیرگذار است و در این مقاله مد نظر نگرفته شده است.

در [۸] با ترکیب شبکه‌های بین‌خودرویی با سیستم ناوبری مبتنی بر GPS راهکار نوینی برای مسئله کوتاه کردن زمان سفر پیشنهاد می‌شود . از پژوهش‌های دیگر که به مسئله زمان سفر می‌پردازند [۹] است که از جدولی در بردارنده اطلاعات گذشته ترافیک برای تخمین تراکم استفاده می‌کند و اطلاعات این جدول را توسط سیستم‌های هوشمند حمل و نقل به روز می‌کند. در [۱۰] از الگوریتم مسیریابی کلنی مورچگان[1] برای یافتن مسیر بهینه استفاده شده است و در [۱۱] تاثیر زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی را بر وضعیت ترافیک منطقه‌ای در اسپانیا مورد بررسی قرار گرفته است.

۳– مفروضات شبیه‌سازی

قبل از پرداختن به روش‌های پیشنهادی خود لازم است توضیحاتی را درباره مفروضات و نحوه ی انجام شبیه‌سازی سناریوهای خود بیان کنیم.

تمام روش‌های پیشنهادی در این مقاله بر روی سه نقشه متفاوت اجرا شده و در هر نقشه تحت تراکم‌های متفاوت مورد ارزیابی قرار گرفته است. ترافیک توسط شبیه ساز SUMO به صورت تصادفی ایجاد شده است. در هر نقشه، مناطق تحت پوشش RSU می‌باشند و در تقاطع‌هایی که RSU وجود ندارد خودرویی از میان خودروها به عنوان super peer انتخاب می‌شود و این superpeer نقش RSU را در آن تقاطع بازی می‌کند. فرض شده است RSUها به ابر متصل هستند و پس از جمع آوری اطلاعات، اطلاعات مفید را از آن استخراج کرده و به روی ابر می‌فرستند. همچنین هنگامی که خودرویی مسیر بهینه را از RSU درخواست می‌کند، RSU این درخواست را به ابر می‌فرستد و پردازش‌ها بر روی ابر انجام گرفته و مسیر بهینه پیشنهادی به RSU برگردانده می‌شود و RSU اطلاعات مربوط به مسیر بهینه را به خودرو ارسال می‌کند. حال که کلیات شبیه‌سازی توضیح داده شد نوبت به توضیح در مورد روش‌های پیشنهادی است.

۴– روش کوتاهترین مسیر

در اجراهای متوالی شبیه سازی متوجه می‌شویم یکی از دلایل زیاد بودن زمان سفر خودروها، پیمودن مسیری طولانی‌تر از کوتاهترین مسیر ممکن است. برای یافتن پاسخ این سؤال که آیا با انتخاب کوتاهترین مسیر از مبداء به مقصد می‌توان زمان سفر را کاهش داد الگوریتم دایجسترا برای یافتن کوتاه ترین مسیر پیاده شده است.

در این مقاله با توجه به اینکه الگوریتم دایجسترا بر روی گراف کار می‌کند نقشه را به صورت یک گراف فرض کرده‌ایم که در آن تقاطع‌ها به عنوان گره و خیابان‌ها به عنوان یال فرض شده اند. دو تقاطع همسایه با توجه به اینکه خیابانی که آنها را به هم متصل می‌کند یک طرفه یا دو طرفه است توسط یک یال یا دو یال در گراف به یکدیگر متصل شده اند.

الگوریتم دایجسترا الگوریتمی برای یافتن کم وزن‌ترین مسیر در گراف‌های وزن دار است. در نتیجه با توجه به هدف ما که استفاده از الگوریتم دایجسترا برای یافتن کوتاهترین مسیر از مبداء به مقصد است، وزن‌دهی به یال‌ها در گراف ایجاد شده، باید بر اساس طول یال‌ها باشد.

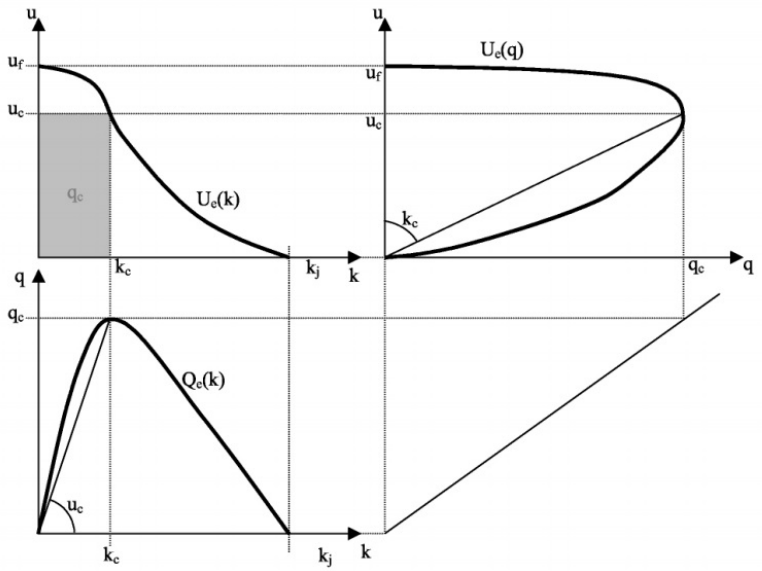
۵– روش زمان سفر

در روش قبل از طول مسیر به عنوان وزن یال و از الگوریتم دایجسترا برای یافتن کوتاهترین مسیر از مبداء تا مقصد استفاده کردیم اما آیا پیمودن کوتاه ترین مسیر همیشه به معنی کمینه کردن زمان سفر است؟ آیا الگوریتم دایجسترا قابلیت استفاده در مقیاس واقعی را دارد؟ متاسفانه پاسخ سوالات بالا در اغلب شرایط خیر است.پس باید برای حل این چالش‌ها رویکردهای متفاوتی اتخاذ کرد. برای مثال یکی از این چالش‌ها مرتبه زمانی دایجسترا می‌باشد که در بدترین حالت در گرافی با V راس و E یال از مرتبه $O(|E| + |V| \log |V|)$ است که به هیچ وجه قابل قبول نیست و باید دنبال جایگزینی برای آن بود. یکی از این الگوریتم‌ها که می‌تواند جایگزین دایجسترا شود A* است. این الگوریتم با استفاده از تابع تخمین، در مقایسه با دایجسترا زمان پردازش کمتری دارد. .A* با استفاده از کمترین منابع سخت افزاری از روش جستجوی اولین بهترین[2] برای یافتن کم وزن ترین مسیر از مبداء تا مقصد استفاده می‌کند و مرتبه زمانی آن در بدترین حالت $O(|E|)$ می‌باشد.

اما با وجود بهینه بودن A* از نظر محاسباتی، برای یافتن مسیر بهینه باید نحوه وزن گذاری یال‌ها را نیز تغییر دهیم. اولین گام در انتخاب معیاری مناسب جهت وزن‌دهی به یال‌ها تعیین فاکتورهای تاثیر گذار در ترافیک است.

1 Ant colony routing

2 Best First Search



شکل (۲) دیاگرام‌های اساسی نظریه ترافیک [۳۵]

۱-۵- عوامل تاثیرگذار بر ترافیک

در بررسی ترافیک می‌توان دو رویکرد میکروسکوپیک و ماکروسکوپیک را دنبال کرد. در رویکرد میکروسکوپیک هر خودرو به صورت جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد اما در رویکرد ماکروسکوپیک که معیارهای مد نظر ما نیز جزء همین رویکرد است. ما به خودروها به عنوان موجودیت‌های مستقل نگاه نمی‌کنیم و به توصیف پویای وضعیت ترافیک می‌پردازیم. در ادامه چندی از متغیرهای ماکروسکوپیک را به صورت مختصر شرح می‌دهیم.

بازه اندازه گیری: بازه اندازه گیری (S) به مکانی درفضا-زمان اتلاق می‌شود. متغیرهای ماکروسکوپیک که بعدا تعریف خواهند شد برای بازه اندازه گیری مشخص تعیین می‌شوند. در زیر چند بازه اندازه گیری توضیح داده می‌شود.

S_1: این بازه اندازه گیری به قسمتی از جاده با طول x در طول بازه زمانی بسیار کوچک dt اشاره دارد. که این مقدار تقریبا برابر است با وضعیت جاده در بازه مکانی ΔX در زمان بخصوص t_1.

S_2: این بازه اندازه گیری بیانگر قسمت بسیار کوچکی از جاده با طول dx در طول بازه زمانی ΔT است که مقدار آن تقریبا برابر با وضعیت جاده در بازه زمانی ΔT در مکان x_2 است

تراکم: تراکم[1] که یکی از مهمترین معیارهای علم ترافیک است به صورت تعداد خودروها در هر کیلومتر از جاده بیان می‌کند.

نرخ جریان: نرخ جریان[2] (q) به صورت تعداد خودروهایی که در واحد زمان از قسمت خاصی از جاده عبور می‌کنند تعریف می‌شود. نرخ جریان برای بازه زمانی ΔT در هر مکانی مثل x_2 همانند بازه اندازی‌گیری S_2 به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$q(x2,t2,s2)=\frac{m}{\Delta T} \qquad (۱)$$

که m بیانگر تعداد خودروهایی است که در بازه زمانی ΔT از مکان x۲ عبور می‌کنند. شدت جریان به صورت خودرو بر ساعت بیان می‌گردد و حداکثر شدت جریان ممکن به ازای هر خیابان را ظرفیت آن خیابان می‌نامیم.

متوسط سرعت: ما سرعت متوسط[3] را که با u نشان داده می‌شود به صورت نسبت شدت جریان به تراکم تعریف می‌کنیم. متوسط سرعت نیز تابعی از زمان، مکان و بازه اندازه گیری است.

$$u(x2,t2,s2)=\frac{q(x2,t2,s2)}{K(x2,t2,s2)} \qquad (۲)$$

فرم دیگری از تعریف سرعت متوسط به صورت زیر است که رابطه اساسی در تئوری جریان ترافیک[4] نامیده می‌شود.

$$q=k.u \qquad (۳)$$

این رابطه شدت جریان، تراکم و متوسط سرعت را به هم پیوند داده و با استفاده از این رابطه در صورتی که مقدار دو تا از این متغیرها شناخته شده باشد مقدار متغیر سوم را به راحتی می‌توان به دست آورد.

اما از میان متغیرهای اشاره شده مسئله‌ای که برای ما مهم است محاسبه تراکم لحظه‌ای و حداکثر تراکم یک جاده است. ولی قبل از پرداختن به این مسائل لازم است توضیحاتی را

1 density
2 Flow Rate
3 Mean Speed
4 Fundamental relation of traffic flow theory

درباره نمودارهای بنیادین[1] بدهیم.

۲-۵- دیاگرام‌های اساسی

وضعیت ترافیکی در هر لحظه در حالت خاصی است که مشخصات آن را می‌توان با استفاده از نرخ جریان، تراکم و سرعت متوسط بیان کرد. با ترکیب همه حالت‌های ممکن ترافیک یک تابع توازن بین سه مشخصه ترافیک ایجاد می‌شود که می‌توان آن را با سه نمودار توصیف کرد که این نمودارها به نمودارهای بنیادین شهرت یافته‌اند. هر کدام از این نمودارها رابطه بین دو تا از سه متغیر ماکروسکوپیک را نشان می‌دهد و متغیر سوم را همیشه می‌توان از رابطه $q = k.u$ به دست آورد. نمودارهای بنیادین در مورد جاده‌های خاص قابل اعمال هستند و بر پایه مشاهده ترسیم شده اند. در نتیجه وضعیت‌های ترافیکی خاص وجود دارد که نیازمند توجه ویژه است از جمله:

- **ترافیک با جریان کاملا آزاد:** وقتی خودروهای دیگر مانعی برای خودرو نباشند، خودرو با حداکثر سرعت u_f (سرعت آزاد) حرکت می‌کند.
- **ترافیک اشباع شده:** در خیابان‌های اشباع شده نرخ جریان و سرعت مقادیری نزدیک به صفر دارند، خودروها در صف به سر می‌برند و تراکم مقدار حداکثر خود یعنی k_j را دارا است.
- **ترافیک مطابق با ظرفیت:** ظرفیت یک جاده برابر است با مقدار حداکثر نرخ جریان (q_c) است. مقدار حداکثر نرخ جریان مقادیر متناسب سرعت در حداکثر ظرفیت (u_c) و تراکم در حداکثر ظرفیت (k_c) را نیز دارا است.

این متغیرهای شرایط مرزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و منظور از متغیرهای شرایط مرزی، تراکم راهبندان، سرعت جریان آزاد و حداکثر جریان است. دلیل اهمیت این متغیرهای مرزی این است که برای مدل کردن هر جریان ترافیکی به این متغیرها بخصوص سرعت آزاد و تراکم راهبندان نیاز داریم، اما برای به دست آوردن این متغیرها باید مطالعات میدانی انجام داد و هرچند به دست آوردن مقادیر دقیق این متغیرها بسیار دشواز است اما می‌توان مقدار تقریبی آن‌ها را بدست آورد.

اما دلیل این مشکلات در تعیین مقدار این متغیرهای مرزی و نبود فرمول مشخصی برای محاسبه مقدار این متغیرها، وجود عوامل تاثیرگذار متعددی بر مقدار این متغیرها می‌باشد. اما شاید مهمترین عامل تاثیرگذار بر این نامشخص بودن مقادیر متغیرهای شرایط مرزی رفتار راننده‌ها است. عاملی که از هر فرد به فرد دیگر و حتی از کشوری به کشور دیگر متفاوت است برای مثال در غرب در اتوبان‌ها جریان‌های ترافیک سریع از آهسته جداست ولی در بسیاری از کشورهای جهان سوم یا در حال توسعه ترافیک کمتر رفتار نظام‌مندی از خود نشان می‌دهد و این تفاوت رفتار باعث ایجاد تفاوت در میانگین سرعت، ظرفیت می‌شود.

حال پس از ارائه این توضیحات در مورد عوامل تاثیرگذار بر ترافیک نحوه وزن دهی به یال‌ها با در نظر گرفتن این عوامل در روش پیشنهادی شرح داده خواهد شد.

۳-۵- نحوه محاسبه وزن

با توجه به توضیحات ارئه شده، در این مقاله از تراکم برای وزن دهی به یال‌ها استفاده شده است. اما برای محاسبات دقیق‌تر ما به تراکم راهبندان و تراکم ظرفیت نیز نیاز داریم که برای به دست آوردن مقادیر این متغیرها نیاز به مطالعات میدانی است. که چنین مطالعاتی با توجه به هزینه بالا و پیچیدگی‌هایش قابلیت پیاده‌سازی در مقیاس وسیع را ندارد. در نتیجه در این پژوهش از فضای اشغال شده[2] نسبی برای محاسبه تراکم ظرفیت استفاده شده است. در صورت مطلع بودن از فضای اشغال شده نسبی در شرایط تراکم ظرفیت و یکسان فرض شدن طول خودروها، از فرمول $K = b / L$ مقدار تراکم ظرفیت قابل محاسبه است. که در آن L طول خودرو و K تراکم است.

فضای اشغال شده در عمل بر اساس میزان زمانی که فضای تشخیص[3] آشکارساز[4]، توسط خودرویی اشغال می‌شود محاسبه می‌گردد و فضای اشغال شده نسبی به نسبت طول خودرو به فضای اشغال شده توسط خودرو اطلاق می‌شود . برای مثال در صورتی که تراکم یک خیابان ۲۰ vehicles /km باشد فضای اشغال شده به ازای هر خودرو ۵۰ متر است، در صورتی که طول خودوها ۴ متر فرض شود ۸٪ فضای اشغال شده. توسط خودرو را طول خودرو تشکیل می‌دهد. به عبارت دیگر فضای اشغال شده نسبی ۸٪ است.

حال برای محاسبه فضای اشغال شده، از نظریه گرین شیلد[5] استفاده می‌کنیم. گرین شیلد ارائه دهنده نظریه ترافیک در فرمول‌های ارائه داده، سرعت ظرفیت (u_c) را نصف حداکثر سرعت (u_f) و تراکم ظرفیت (k_c) را نصف حداکثر تراکم (k_j) فرض کرده بود. فرضی که یک ساده‌سازی رفتار مشاهده شده ترافیک بود اما به خاطر سادگی به صورت وسیع از آن استفاده می‌شود .

1 The fundamental diagram

2 Occupancy
3 Detection zone
4 Detector
5 Green Shield

در نتیجه برای محاسبه فضای اشغال شده در شرایط تراکم ظرفیت فاصله ایمنی خودروها را در صورت حرکت با نصف حداکثر سرعت مجاز آن خیابان محاسبه می‌کنیم. فاصله ایمنی در بیشتر کشورهای دنیا بر اساس قانون دو ثانیه تعریف می‌شود. اما در بعضی از کشورها مانند سوئیس علاوه بر قانون دو ثانیه از قانون نصف سرعت نیز برای تعریف فاصله ایمنی استفاده می‌شود. در این مقاله برای شفافیت بیشتر در محاسبات از قانون نصف سرعت برای محاسبه فاصله ایمنی استفاده شده است. بر اساس قانون نصف سرعت فاصله ایمنی بر حسب متر باید نصف سرعت بر حسب km/h باشد. همچنین بر اساس تحقیق بر روی دهها خودرو سواری، متوسط طول خودروها ۱۷۷,۲ اینچ در نظر گرفته شده است یعنی حدود ۴ متر و ۵۰ سانتی متر.

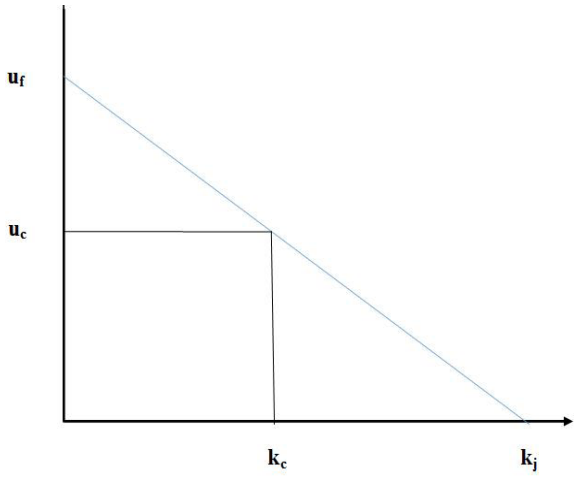
پس از محاسبه فضای اشغال شده نسبی به راحتی می‌توان تراکم را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$k = \frac{b}{L} . \qquad (۴)$$

در این مقاله برای وزن‌دهی به یال‌ها تراکم ظرفیت آن یال محاسبه شده و بر اساس تراکم لحظه‌ای آن یال و مقایسه آن با تراکم ظرفیت، وزن مناسب به آن یال اختصاص داده می‌شود . در شرایطی که تراکم فعلی خیابان از تراکم ظرفیت کمتر باشد برای محاسبه سرعت از فرمول زیر استفاده می‌شود :

EstimatedSpeed = MaxSpeed + [(HalfSpeed - MaxSpeed) / DensityOfOccupancy] * CurrentDensity

برای توضیح در مورد دلیل استفاده از این فرمول ابتدا لازم است مروری داشته باشیم بر نظریه GreenShield. بر اساس نظریه وی نمودار تراکم سرعت یک نمودار خطی به شکل زیر است:



شکل (۳) دیاگرام اساسی بر اساس نظریه Green shield

شیب نمودار بالا از طریق رابطه ۵ قابل محاسبه است :

$$M = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} = \frac{u_c - u_f}{k_c - 0} \qquad (۵)$$

حال که شیب خط را بدست آوردیم، می‌توانیم مختصات هر نقطه روی این خط را نیز بدست آوریم:

$$y = m(x - x_0) + y_0 \qquad (۶)$$

به دست می‌آید:$(x_0,y_0) = (0,u_f)$حال با فرض

$$y = m(x) + uf \qquad (۷)$$

بر اساس نظریه Geenshield، رابطه سرعت و تراکم بصورت یک معادله درجه اول در نظر گرفته شده است که حتی در صورت بیشتر شدن تراکم از تراکم ظرفیت، سرعت به صورت خطی کاهش پیدا می‌کند. بنابراین ما برای تشویق خودروها به انتخاب نکردن مسیرهایی با تراکم فعلی بالاتر از تراکم ظرفیتشان مقدار محاسبه شده برای سرعت را در این شرایط ضرب در ۱/۲ می‌کنیم. در نهایت بعد از محاسبه سرعت حرکت خودروها در جاده مورد نظر، تابع هزینه را به صورت زمان لازم برای طی کردن آن جاده تعریف می‌کنیم:

(۸) سرعت تردد خودروها در آن خیابان / طول خیابان = تابع هزینه

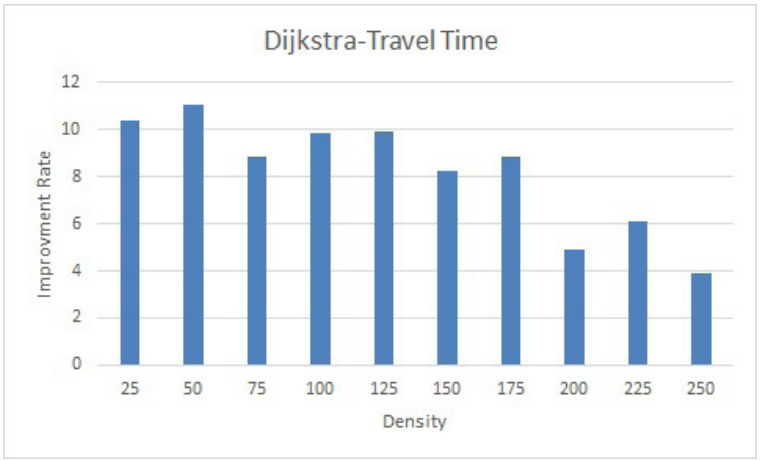
۶– نتایج

در این قسمت نتایج شبیه‌سازی حاصل از پیاده سازی روش پیشنهادی با استفاده از ابزارهای OMNET++، Veins و SUMO در شرایط تراکمی متفاوت بر روی نقشه سه شهر لندن، نیویورک، پاریس ارائه می‌گردد. نقشه این سه شهر از سایت openstreetmap.org دانلود شده است. این سایت متعلق به سازمانی است که در سال ۲۰۰۶ شروع به کار کرده و هدف آن فراهم کردن نقشه‌های دقیق و رایگان برای عموم مردم است.

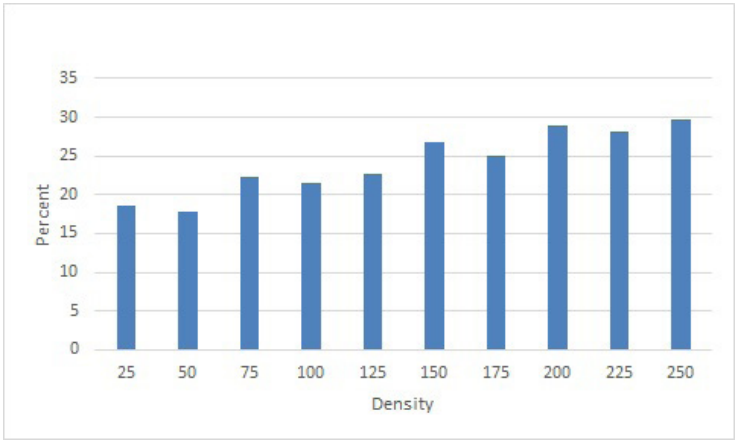
۱–۶– نتایج مربوط به روش کوتاهترین مسیر

این الگوریتم با انتساب وزن به یال‌های گراف سعی در یافتن مسیر بهینه دارد. مسیر بهینه ارائه شده توسط این الگوریتم در واقع کوتاهترین مسیر ممکن از مبدا به مقصد می‌باشد. میزان کاهش زمان سفر با استفاده از این الگوریتم در شکل زیر نشان داده شده است.

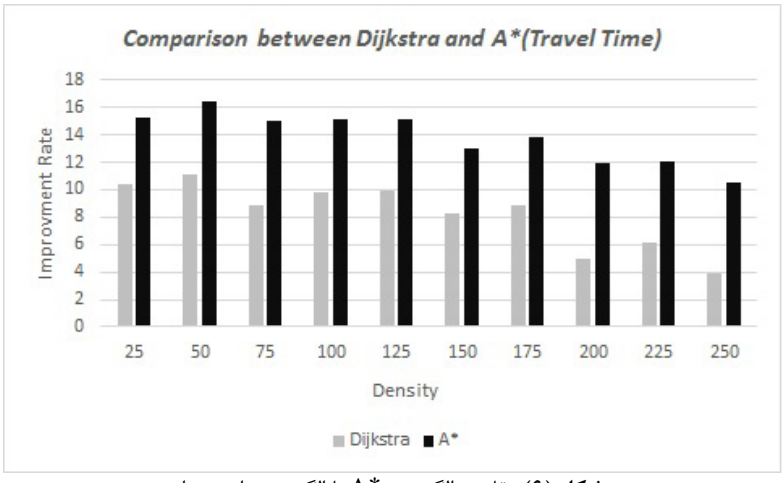
همان‌گونه که قابل مشاهده است با وجود تاثیر مثبت این روش در تراکم‌های پایین، میزان این تاثیر مثبت، با افزایش تراکم کاهش می‌یابد. همچنین این الگوریتم بر زمان سفر بعضی از خودروها تاثیر معکوس داشته. دلیل این پدیده می‌تواند منتهی شدن کوتاهترین مسیر به خیابان‌های پرترافیک باشد.



شکل (۴) بهبود زمان سفر توسط الگوریتم دایجسترا



شکل (۵) درصد خودرهایی که الگوریتم دایجسترا بر روی آن‌ها تاثیر معکوس داشته است



شکل (۶) مقایسه الگوریتم A* با الگوریتم دایجسترا

با توجه به نمودار در تراکم‌های بالا حدود ۳۰٪ خودروهایی که کوتاهترین مسیر را تا مقصد انتخاب کرده‌اند زمان سفر بیشتری را نسبت به حالت عادی تجربه کرده‌اند و پیش‌بینی می‌شود با افزایش تراکم به مقادیر بالاتر این درصد نیز افزایش یابد. در نتیجه واضح است که روش کوتاهترین مسیر قادر به انتخاب مسیر بهینه به ویژه در تراکم‌های بالا نیست. به همین دلیل استفاده از روش دیگری که قادر به محاسبه مسیر بهینه و کمینه کردن زمان سفر خودروها، حتی در تراکم‌های بالا باشد ضروری به نظر می‌رسد.

۲-۶- نتایج مربوط به روش زمان سفر

الگوریتم زمان سفر، با توجه به تراکم لحظه‌ای و زمان لازم برای عبور از یک خیابان، مسیر بهینه را پیشنهاد می‌کند. مقایسه این روش با الگوریتم کوتاهترین مسیر در نمودار زیر قابل مشاهده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود روش زمان سفر در همه تراکم‌ها عملکرد بهتری ارائه می‌دهد. و با افزایش تراکم تفاوت بین این دو روش بیشتر نمایان می‌شود . هرچند *A(زمان سفر) در مقایسه با خودش در تراکم‌های پایینتر عملکرد بهتری ارائه می‌دهد. دلیل این پدیده این است که با افزایش تراکم, اکثر مسیرها به حالت اشباع نزدیک شده و هزینه تردد از آن‌ها بالا می‌رود.

نتایج به دست آمده حاکی از آن است که روش زمان سفر با توجه به در نظر گرفتن شرایط لحظه‌ای جاده قادر به تطبیق خود با شرایط مختلف است و در نتیجه در هر شرایط تراکمی قادر می‌باشد بهترین مسیر ممکن را پیشنهاد کند. هرچند در کارهای آتی می‌توان با تلفیق روش پیشنهادی با مدیریت چراغ‌های راهنمایی از اتلاف بیجای زمان رانندگان در پشت چراغ‌های قرمز جلوگیری کرده و منجر به کاهش هرجه بیشتر زمان سفر با استفاده از روش پیشنهادی شد.

۷- مراجع

1- Gabriel, Richard A. The Great Armies of Antiquity. Greenwood Publishing Group, 2002.

2- Michael Grant, History of Rome (New York: Charles Scribner, 1978), 264

3- Abraham, Ittai, et al. “Highway dimension, shortest paths, and provably efficient algorithms.” Proceedings of the twenty-first annual ACM-SIAM symposium on Discrete Algorithms. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2010.

4- Schrank D, Lomax T, Eisele B. TTI’s 2011 Urban mobility report powered by Inrix traffic data. Texas Transportation Institute Research Report, The Texas A&M University System, 2011.

5- M. Whaiduzzaman, M. Sookhak, A. Gani, and R. Buyya, “A survey on vehicular cloud computing,” J. Netw. Comput. Appl., vol. 40, pp. 325–344, Apr. 2014.

6- Saleh, Yousefi, Abbasi Tofigh, and Anvari Zahra. “Transportation Routing in Urban Environments Using Updated Traffic Information Provided through Vehicular Communications.” Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology 14.5 (2014): 23-36.

7- Y. Pi. Huang, C. S. Tsai, and J. Chang, The study of better route planning based on improved A∗algorithm [M.S. thesis], Department of Computer Science and Engineering, Tatung University, Taipei, Taiwan, 2009.

8- Chang, Ing-Chau, et al. “A VANET-based route planning algorithm for travelling time-and energy-efficient gps navigation app.” International Journal of Distributed Sensor Networks 2013 (2013).

9- Chen P Y, Guo Y M, Chen W T.Fuel-saving navigation system in vehicular Ad-hoc networks. IEEE 72nd Vehicular Technology Conference (VTC 2010-Fall) Proceedings, 2010: 1-5.

10- F. Terroso-Saenz, M. Valdes-Vela, C. Sotomayor-Martinez, R. Toledo-Moreo, A.F.Gómez-Skarmeta, A cooperative approach to traffic congestion detection with complex event processing and VANET, IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 13 (2012)914–929.

11- J. García-Nieto, E. Alba, A.C. Olivera, Swarm intelligence for traffic light scheduling: application to real urban areas, Eng. Appl. Artif. Intell. 25 (2012)274–283.

Scalable Travel Time reduction using Vehicular Communication in Urban Area

Sahand Khodapors, Mahmood Fathy , Reza Berangi
1-Master's Degree Student, School of Computer Engineering IUST
2-Professor, School of Computer Engineering IUST
2-Associate Professor, School of Computer Engineering IUST

Abstract
The car's VANET networks which is a certain type of MANET networks is getting closer to everyday life, and actors such as car manufacturers, government organizations and academics are attracted to it. Mainly this area provides various application programs. And by providing connectivity to vehicles and the road side units (RSU) has affected many social and economic expectations. there's been attempts to increase passenger safety and comfort for the users Using this Networks. But the implications go far beyond the networks between the car and its features can be used to solve the environmental and socio-economic disaster caused by traffic, such as traffic and air pollution and wasted citizens time and amount of fuel used.
in this thesis, we investigate the trip time in three city`s map, london,paris and NY, in order to manage trafic problems and its arising problems .then we simulate different scenarios and analyse their performance by offering various solutions.
In the first step, the Dijkstra's algorithm is used for implementations as a measure to compare and evaluate the performance of the search algorithms, then the identification of factors affecting the travel time, and to determine the degree of importance of each of these factors, the analysis of data the car has been provided by networks and by extracting information about the factors that impact on travel time, A * algorithm is used to find the optimal path with shortest travel time possible. The simulation results also show a significant effect in reducing travel time is the preferred approach.

Keywords: VANET, Travel Time reduction, optimal path