بهینه سازی حمل و نقل امداد جاده ای مبتنی بر الگوریتم گرگ خاکستری در اینترنت اشیا

زهرا بوجارنژاد[۱]، میثم عبدالهی[۲]
[۱]کارشناس ارشد موسسه آموزش عالی پویش قم، zahraboujar66@gmail.com
[۲]عضو هیئت علمی، موسسه آموزش عالی پویش قم، abdollahi@pooyesh.ac.ir

چکیده –با بزرگتر شدن شهرها و افزایش جمعیت، شهرها با مشکلات متعددی روبه رو شده اند که می توان به ترافیک بالا، آلودگی هوا، افزایش تصادف های جاده ای و رشد بی رویه وسایل نقلیه شخصی اشاره کرد. سیستم حمل و نقل هوشمند، شامل تعداد زیادی از حسگرهای ترافیکی است که حجم بالایی از داده را در یک تلاش برای فراهم آوردن اطلاعات در جهت پشتیبانی و بهبود عملیات مدیریت ترافیک، جمع آوری می کند. به دلیل حجم ترافیک بالا، روش های کلاسیک کنترل ترافیک، قادر نیستند نیازمندی های مربوط به ماهیت متغیر و پویای ترافیک را ارضا نمایند. بر همین اساس، هوش مصنوعی و اینترنت اشیا این تقاضا را به صورت یک راه‌حل غیرمتمرکز، برآورده می‌سازد. در این مقاله، به ارائه روشی با استفاده از الگوریتم گرگ خاکستری جهت پیدا کردن بهترین مسیر، برای وسایل نقلیه می پردازیم. بر اساس نتایج شبیه سازی، در روش پیشنهادی میزان زمان ارائه سرویس و مسافت طی شده، کاهش پیدا کرده و سبب افزایش رضایت سرویس گیرندگان می شود.

کلید واژه- الگوریتم گرگ خاکستری، اینترنت اشیا، حمل و نقل هوشمند، مسیریابی شهری.

۱- مقدمه

با افزایش جمعیت، نیاز به یک زیرساخت هوشمند و پایدار برای مدیریت شهرها بیشتر شده است. یکی از مسایلی که در شهر هوشمند مورد توجه قرار گرفته، حمل و نقل هوشمند است. این سیستم با به‌کارگیری فناوری پیشرفته و تکنولوژی‌های ارتباطی، به هموارسازی جریان ترافیک و کاهش ازدحام جاده‌ای می‌پردازد. همچنین اطلاعات مهم ترافیکی را در اختیار رانندگان قرار می‌دهد که به بهبود ایمنی جاده و کارایی بالا کمک می‌کند. یکی از تکنولوژی‌هایی که می‌تواند به این سیستم کمک کند، اینترنت اشیا است. اینرنت اشیا می‌تواند با یکپارچگی اطلاعات، کنترل و پردازش اطلاعات حاضر، در سیستم حمل و نقل کمک کند. با استفاده از اینترنت اشیا و هوش مصنوعی، می‌توان به بهبود سیستم حمل ونقل هوشمند و در نتیجه بهبود وضعیت ترافیک، کاهش ازدحام، کاهش تاخیر سفرها و کاهش تاخیر سرویس‌های ضروری مثل آمبولانس و پلیس، کاهش مصرف سوخت و در نهایت افزایش رضایت شهروندان کمک کرد.

سیستم حمل و نقل هوشمند شامل تعداد زیادی از حسگرهای ترافیکی است که حجم بالایی از داده را در یک تلاش برای فراهم آوردن اطلاعات در جهت پشتیبانی و بهبود عملیات مدیریت ترافیک جمع‌آوری می‌کنند. به خاطر حجم ترافیک بالا، روش‌های کلاسیک کنترل ترافیک قادر نیستند نیازمندی‌های مربوط به ماهیت متغیر و پویای ترافیک را ارضا نمایند. هدف سیستم کنترل ترافیک مدیریت موثر و کارآمد بر روی منابع حمل و نقل می‌باشد به‌طوری‌که تغییرات در وضعیت ترافیکی مدیریت گردد. هوش مصنوعی این تقاضا را به صورت یک راه‌حل غیرمتمرکز با معرفی مفهوم عامل‌های هوشمند برآورده می‌سازد. با استفاده از عامل‌های هوشمند برای حس نمودن خودکار تغییرات ترافیکی و انجام عمل‌های مقتضی با رجوع به پایگاه دانش و الگوریتم‌های فراابتکاری، سیستم کنترل ترافیک می‌تواند به طور موثر مدیریت شود به‌طوری‌که تاخیر به حداقل میزان ممکن و مسافت طی‌شده توسط وسایل نقلیه برای ارائه سرویس به مشتریان به حداقل برسد.

در تحقیق پیش‌رو، با ارائه روشی مبتنی بر الگوریتم گرگ خاکستری، به بهینه‌سازی مسیر انتخاب شده توسط سرویس دهنده‌های امداد جاده‌ای می‌پردازیم. این روش در مقایسه با حالتی که سرویس دهنده‌ها، مسیر را به صورت تصادفی انتخاب می‌کنند، از لحاظ مسافت طی‌شده و مجموع زمان سرویس‌دهی، بهبود پیدا کرده و سبب افزایش رضایت سرویس‌گیرندگان شده است.

در ادامه و در بخش ۲ به بررسی کارهای گذشته می پردازیم. در بخش ۳ روش پیشنهادی را ارائه خواهیم داد و در نهایت در بخش ۴ به تحلیل نتایج شبیه سازی خواهیم پرداخت. در پایان نیز به نتایج و تحقیقات آتی اشاره خواهیم کرد.

۲- بررسی کارهای گذشته

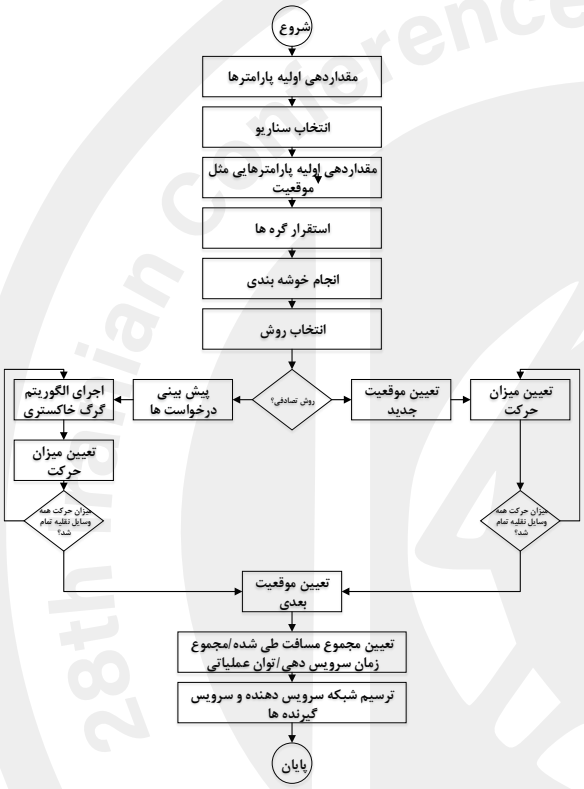
تاکنون پژوهش‌های مختلفی در مورد سیستم‌های حمل و نقل شهری انجام شده اما کمتر به سیستم‌های کمک جاده‌ای پرداخته

شده. در این بخش به توضیح چند نمونه از کارهای انجام شده می‌پردازیم.

کوپوسامی و همکارانش در [1] چارچوبی جهت کنترل ترافیک و پردازش داده ها با استفاده از اینترنت اشیا ارائه داده‌اند که زمان انتظار وسایل نقلیه، آلودگی هوا و ازدحام در تقاطع‌ها را کاهش می‌دهد. گتا و همکارش در [2] به ارائه سیستمی برای حمل و نقل عمومی می‌پردازند که با فراهم کردن اطلاعاتی مثل تعداد مسافران، زمان رسیدن اتوبوس، به ارتقای سیستم حمل و نقل عمومی کمک می‌کند. سومیا کنتی داتا و همکارش در [3] به معرفی یک چارچوب برای سیستم‌های امداد جاده ای هوشمند می‌پردازند. در این پژوهش، یک معماری داده محور به نام DataTweet معرفی می‌شود که به طراحی یک سیستم امداد جاده‌ای هوشمند در شهرهای هوشمند کمک می‌کند.در این پژوهش سعی شده چالش هایی مثل ساختار مرکزی، راه حل های ابرمحور و قابلیت همکاری یکپارچه بین نرم افزار و وسایل برطرف شود. پیکنان و همکارانش در [4] به ارائه یک سیستم کنترل ترافیک هوشمند با کمک اینترنت اشیا می‌پردازند. سیستم واحد کنار جاده‌ای، یک سری مقادیر را اندازه‌گیری و محاسبه می‌کند که در پایگاه داده ذخیره شده و از طریق ارتباط 802.11 به کاربران ارسال می‌کند. مایورش دیزای و همکارش در [5] یک سیستم نظارتی برای وسیله نقلیه ارائه می‌دهند که پارامترهای مختلفی مثل سرعت وسیله نقلیه، میزان سوخت و فاصله را در آن در نظر می‌گیرد. در واقع این سیستم با کمک نرم افزار و سخت افزار، به مسیریابی و موقعیت سنجی وسایل نقلیه و نظارت روی آنها می‌پردازد که در نهایت، صرفه جویی در هزینه‌ها را به دنبال خواهد داشت. سهیل عده در [6] با استفاده از الگوریتم ژنتیک به مدیریت چراغ های راهنمایی و رانندگی می پردازد. در این پژوهش از یک سیستم ویدئویی برای جمع آوری اطلاعات و یک سیستم تصمیم‌گیر که بر اساس الگوریتم ژنتیک است، استفاده شده. در واقع با استفاده از تصاویر ویدئویی می توان تعداد وسایل نقلیه را به دست آورد و در نهایت به بهینه سازی زمان چراغ سبز با کمک الگوریتم ژنتیک دست پیدا می کنیم. مقایسه نتایج واقعی و شبیه سازی‌شده نشان می‌دهد که۴۰درصد تاخیر چراغ‌ها کاهش پیدا کرده است. ژی لی و همکارانش در [7] با استفاده از الگوریتم ژنتیک به بهینه‌سازی سیگنال های ترافیکی در شهر هوشمند پرداخته‌اند. در این پژوهش یک چارچوب بهینه‌سازی دو سطحی ارائه می‌شود. مساله سطح بالا، کاهش زمان سفر رانندگان است و مساله سطح پایین، با استفاده از محاسباتی که در سطح بالا انجام می شود، به تعادل شبکه کمک می کند. در واقع اگر زمان‌های چراغ راهنما درست طراحی شود، سبب کاهش زمان سفر رانندگان، کنترل ترافیک و کاهش ازدحام می شود که نگرانی های زیست محیطی را هم کاهش می دهد.

۳- روش پیشنهادی

روش پیشنهادی شامل سه گام است که به ترتیب عبارتند از: ۱) بلوک‌بندی ناحیه تحت سرویس‌دهی۲) پیش بینی تعداد درخواست‌های هر بلوک۳) یافتن بهترین مسیر. مراحل روش پیشنهادی، در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل۱: فلوچارت روش پیشنهادی

۳-۱- توضیح مدل مسیریابی وسایل نقلیه در شبکه هوشمند

مدل ارائه شده شامل تعدادی وسیله نقلیه در یک یا چند مکان استقرار است که باید به مجموعه‌ای از مشتریان مراجعه نموده و خدمتی را ارایه دهند. این مشتریان هر یک دارای الگوی حرکتی معینی می باشند. در واقع قصد داریم تا با پیش بینی میزان درخواست حمل و نقل در هر بخش از شبکه هوشمند، وسایل نقلیه را به نحوی در بین این اماکن به حرکت درآوریم که مجموع مسافت طی شده، زمان کل سفر و تعداد وسایل حمل و نقل مورد نیاز حداقل گردد و در عین حال، رضایت مشتریان به حداکثر برسد. شبکه ترافیک شامل مجموعه ای از لینک ها و گره هاست [8].

۳-۲-توضیح روش پیشنهادی

در طرح پیشنهادی، ابتدا ناحیه تحت سرویس‌دهی بلوک‌بندی

می‌شود. با توجه به اینکه محیط استقرار شبکه از توزیع یکسانی از لحاظ میزان درخواست و حضور کاربران برخوردار نیست، بنابراین بلوک بندی شبکه به صورت بلوک هایی با اندازه یکسان و ثابت در طول زمان، مناسب نخواهد بود. الگوی درخواست های کاربران برای دریافت سرویس حمل و نقل در یک هفته گذشته را به عنوان مکان سرویس در یک دستگاه مختصات دوبعدی درج می‌کنیم و سعی می‌کنیم تا این نقاط را خوشه بندی کنیم. مراکز خوشه‌ها را به عنوان نقاط با درخواست سرویس‌دهی حمل و نقل بالا، درنظر گرفته و آن را نقطه پر تردد اتلاق می‌کنیم.

در فاز خوشه‌بندی، از روش خوشه‌بندی فازی FCM استفاده می‌شود [9]. این روش بر مبنای C-Means عمل می‌کند [10]. این الگوریتم می‌تواند فضای گره ها را به K خوشه برحسب فاصله بین سر خوشه و گره های دیگر تقسیم کند. این الگوریتم تابع هدف ذکر شده در رابطه زیر را که یک تابع خطای مربعی می‌باشد، حداقل می‌سازد.

(۱)

$$J = \sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{n} u_{ik}^{m} . d_{ik}^{2} = \sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{n} u_{ik}^{m} . \| x_k - v_i \|^2$$

در فرمول فوق m یک عدد حقیقی بزرگتر از ۱ است که در اکثر موراد برای m عدد ۲ انتخاب می‌شود. X_k نمونه k ام است و V_i نماینده یا مرکز خوشه i ام است. متغیر U_{ik} میزان تعلق نمونه i ام در خوشه k ام را نشان می دهد. علامت ||*|| میزان تشابه نمونه از مرکز خوشه می باشد. از روی U_{ik} می‌توان یک ماتریس U تعریف کرد که دارای c سطر و n ستون می باشد و مولفه های آن هر مقداری بین صفر تا یک را می توانند اختیار کنند.

فاز دوم طرح پیشنهادی، لحاظ کردن الگوهای رفتاری افراد جامعه برای درخواست وسایل نقلیه در تعیین مسیریابی بهینه است که این کار با استفاده از تعیین میزان درخواست در هر بلوک از شبکه هوشمند حمل و نقل است. در این روش، ترافیک به صورت انتشاری، محاسبه و کنترل می‌شود. یعنی ما از عامل های هوشمند و گره‌های شبکه خودروها برای سنجش میزان درخواست های آتی در هر بلوک استفاده می‌کنیم. برای پیش‌بینی میزان درخواست از شبکه عصبی سری زمانی استفاده خواهیم کرد [12][11].

در فاز سوم طرح پیشنهادی، قصد داریم با استفاده از بهینه سازی گرگ خاکستری، بهترین مسیر حرکت وسایل نقلیه را تعیین کنیم. به‌نحوی‌که بیشتر به مناطق پر تردد نزدیک شده باشد و بتواند در مدت زمان کمتر و با طی نمودن فاصله کمتری، تعداد کاربر بیشتری را سرویس‌دهی نماید. بنابرین تابع برازشی ارائه کرده‌ایم که در آن پارامترهای فواصل حرکت وسایل نقلیه و نرخ سرویس‌دهی یا همان چگالی تقاضای سرویس در بلوک های پیمایش شده را لحاظ کرده‌ایم. مقدار چگالی تقاضای سرویس بر اساس مقدار پیش بینی شده از شبکه عصبی سری زمانی به دست آمده است. بدین ترتیب سعی خواهد شد تا محل حرکت وسایل نقلیه طوری باشد که به بلوک‌هایی با چگالی تقاضای بیشتر کمک شود. با توجه مطالب گفته شده بالا، تابع برازش در روش پیشنهادی بصورت رابطه‌ی زیر تعریف می‌گردد که سعی داریم مقدار آن را بیشینه کنیم.

$$Fiteness(S_i) = \frac{\sum_{J \in S_i} SERV(J)^{\alpha}}{sumDis(S_i)^{\beta}} \quad (۲)$$

S_i یک راه حل بصورت دنباله‌ای از بلوک‌های ملاقات شده به عنوان مسیر حرکت وسایل نقلیه، $SERV(J)$ میزان نرخ سرویس‌دهی در بلوک j و متغیر $sumDis(S_i)$ مجموع مسافت حرکت وسایل نقلیه است. ضرایب α و β برای تعیین میزان اهمیت هر کدام از پارامترها در تعیین میزان برازش راه حل است. در طرح جاری، هر راه‌حل، نشان‌دهنده دنباله بلوک حرکت وسایل نقلیه است. به عبارت دیگر محتوای هر خانه برابر شماره بلوکی است که یکی از وسایل نقلیه موجود از آن بلوک عبور کرده است یا عبور خواهد کرد. در ادامه نحوه تعیین راه حل بهینه در روش فراابتکاری گرگ خاکستری شرح داده خواهد شد.

الگوریتم گرگ خاکستری، یک روش فراابتکاری است که از فرآیند شکار گله گرگ های خاکستری، الهام گرفته است. این روش، شامل سه نوع گرگ به اسامی گرگ‌های آلفا، بتا، دلتا و امگا می‌باشد. فرآیند شکار گرگ‌های خاکستری، شامل سه مرحله ردیابی و تعقیب شکار، احاطه کردن شکار و حمله می‌باشد. در شروع الگوریتم، گرگ‌ها اطلاعاتی در مورد موقعیت شکار ندارند. سه مکان برتر از نظر برازندگی مورد نظر را به عنوان گرگ‌های آلفا، بتا و دلتا در نظر می‌گیریم و سایر گرگ‌ها موقعیت خود را به طور تصادفی با گرایش به مکان این سه گرگ برتر بروزرسانی می‌کنند تا راه حل های جدید مساله در حکم گرگ‌ها به وجود بیاید [14][13]. پس از احاطه شکار توسط گرگ‌ها، حمله توسط گرگ آلفا شروع می‌شود. این وضعیت در الگوریتم با کاهش بردار A انجام می‌شود. در این حالت گرگ آلفا به شکار و سایر گرگ‌ها نزدیک می‌شود. بالعکس در زمان جستجو، گرگ‌ها از یکدیگر دور می‌شوند تا شکار را پیدا کنند. این مکانیزم را واگرایی در جستجو و همگرایی در حمله می‌نامند [15]. در پایان تکرارها، موقعیت گرگ alpha به عنوان نقطه بهینه معرفی می‌شود.

$$\overrightarrow{D_\alpha} = |\overrightarrow{C_1}.\overrightarrow{X_\alpha} - \vec{X}|, \overrightarrow{D_\beta} = |\overrightarrow{C_2}.\overrightarrow{X_\beta} - \vec{X}|, \overrightarrow{D_\delta} = |\overrightarrow{C_3}.\overrightarrow{X_\delta} - \vec{X}| \quad (۳)$$

مقادیر D_α و D_β و D_δ بردار جابجایی حاصل تاثیر مکان سه گرگ آلفا، بتا و دلتا بر روی راه حل جاری است و Ciها اعداد

تصادفی است تا این جابجایی به صورت تصادفی و با گرایش به مکان سه گرگ برتر انجام شود.

$$\overrightarrow{X_2} = \overrightarrow{X_\beta} - \overrightarrow{A_2}.(\overrightarrow{D_\beta})\ \overrightarrow{X_1} = \overrightarrow{X_\alpha} - \overrightarrow{A_1}.(\overrightarrow{D_\alpha}) \quad (۴)$$
$$,\ \overrightarrow{X_3} = \overrightarrow{X_\delta} - \overrightarrow{A_3}.(\overrightarrow{D_\delta})$$

در گام بعدی سه مکان جدید با استفاده از سه بردار جابجایی بالا محاسبه می‌گردد.

$$\vec{X}(t+1) = \frac{\overrightarrow{X_1}+\overrightarrow{X_2}+\overrightarrow{X_3}}{3} \quad (۵)$$

در نهایت مکان جدید گرگ بصورت میانگین این سه مکان جدید، تعیین خواهد شد.

۴- پیاده سازی و نتایج شبیه‌سازی

برای شبیه‌سازی از نرم‌افزار متلب استفاده شده است. برای سرویس‌دهی به درخواست های حمل و نقل مشتریان در شبکه هوشمند حمل و نقل، تعداد ۵۰۰ درخواست حمل و نقل از ۱۰۰ مشتری در نقاط مختلف ناحیه تحت پایش جمع‌آوری و در یک بانک اطلاعاتی وارد شده است. ناحیه مورد نظر بر اساس فراوانی محل درخواست‌های گذشته به بلوک هایی تقسیم می گردد. تعداد ۴ وسیله نقلیه را باید بین این بلوک ها به حرکت در آوریم به طوری که مجموع مسافت طی شده و مجموع زمان سفر، حداقل و تعداد سرویس ارائه شده در واحد زمان (توان عملیاتی) حداکثر گردد. پارامترهای پیاده‌سازی در جدول‌های ۱و۲ نشان داده شده است.

جدول ۱: پارامترهای شبیه سازی

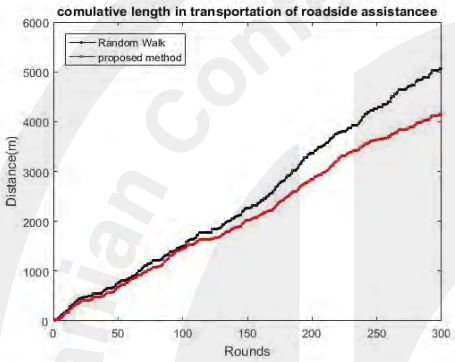
پارامترهای شبیه سازی	مقدار
تعداد دفعات اجرای شبیه سازی	۵ بار
تعداد کاربران(سرویس گیرنده)	۱۰۰
تعداد وسایل نقلیه(سرویس دهنده)	۴
ابعاد محیط	۱۰۰×۱۰۰ متر
تعداد درخواست های حمل و نقل	۱۰۰،۲۰۰،۳۰۰،۴۰۰،۵۰۰
تعداد خوشه ها	۴،۶،۸،۱۰،۱۵ خوشه
بازه زمانی صدور درخواست	۱۰۰ دقیقه

جدول ۲: پارامترهای الگوریتم فراابتکاری گرگ خاکستری

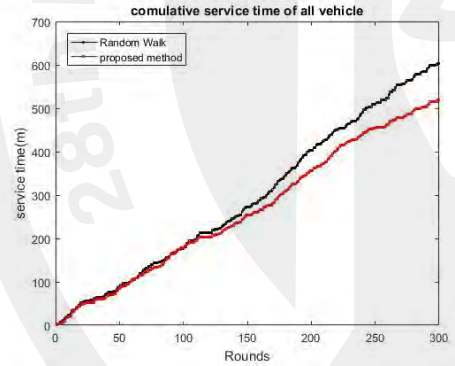
پارامترهای شبیه سازی	مقدار
حداکثر تعداد تکرار در روش گرگ خاکستری	۳۰ دور
جمعیت اولیه روش گرگ خاکستری	۳۰
اندازه یک راه حل	تعداد بلوک ها
بازه مقادیر مجاز برای یک راه حل	اولویت ملاقات بلوک ها

سناریو اول: بررسی پارامترهای ارزیابی در طول زمان شبیه سازی

برای بررسی بهینگی مسافت حرکت وسایل نقلیه در روش پیشنهادی، شبیه‌سازی را به مدت ۱۰۰ دقیقه انجام دادیم و عملکرد طرح را از نظر میزان مسافت طی شده توسط وسایل نقلیه در هر دور و مجموع زمان سرویس در راه حل پیشنهادی، با استفاده از بهینه سازی گرگ خاکستری، مقایسه نمودیم. همان‌گونه که در شکل‌های ۲و۳ مشاهده می‌کنید، میزان مسافت طی‌شده و مجموع زمان سرویس در طرح پیشنهادی کمتر از طرح پایه است. بنابراین روش پیشنهادی توانسته با انتخاب مسیر بهینه حرکت وسایل نقلیه در بلوک های حاصل از خوشه بندی نقاط پرتردد، میزان مسافت طی‌شده و در نتیجه، هزینه سرویس را کاهش دهد.

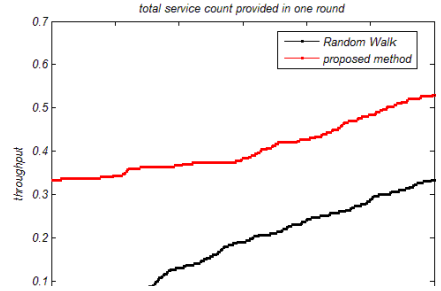


شکل۲: عملکرد طرح پیشنهادی از نظر مجموع میزان مسافت به‌صورت تجمعی



شکل۳: عملکرد طرح پیشنهادی از نظر مجموع زمان سرویس به صورت تجمعی

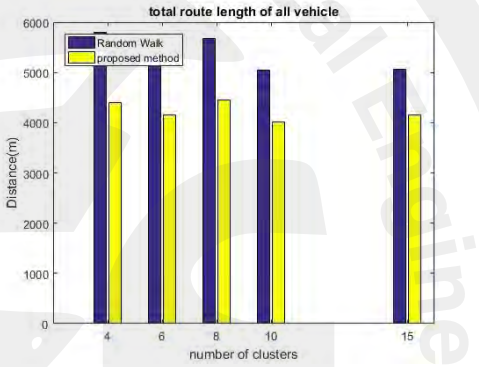
برای بررسی کارامدی طرح پیشنهادی، در گام سوم، توان عملیاتی مدل را در ارائه سرویس به مشتریان در مدت زمان اجرای شبیه سازی، مقایسه نمودیم. در شکل۴ مشاهده می کنیم که تعداد سرویس های ارائه شده در واحد زمان در طرح پیشنهادی بیشتر از طرح پایه است.



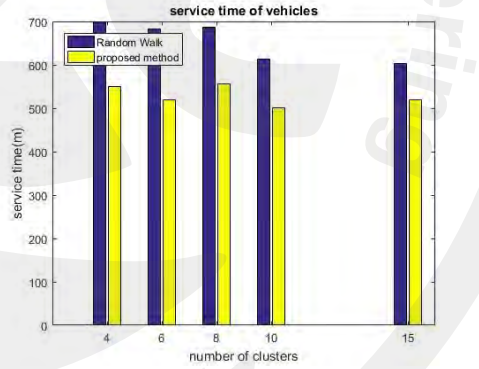
شکل۴: مقایسه توان عملیاتی مدل در ارائه سرویس به مشتریان

سناریو دوم: بررسی پارامترهای ارزیابی عملکرد با تعداد خوشه های متفاوت

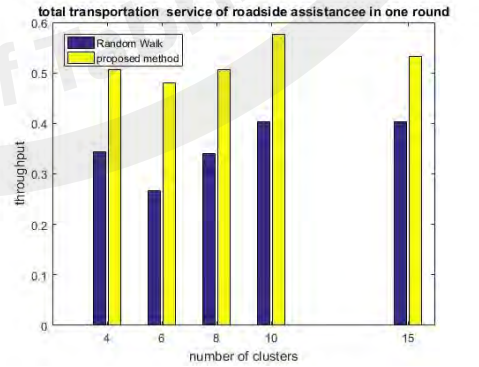
در این سناریو عملکرد طرح پیشنهادی را با تعداد خوشه‌های مختلف (۴،۶،۸،۱۰،۱۵ خوشه) بررسی می‌نماییم. در شکل های۵ و۶ مشاهده می‌کنیم که میزان مسافت طی‌شده و زمان سرویس‌دهی در طرح پیشنهادی کمتر از طرح پایه است. از شکل۷ نیز مشخص است که توان عملیاتی مدل را در ارائه سرویس به مشتریان در طرح پیشنهادی بیشتر از طرح پایه است.



شکل۵: عملکرد طرح پیشنهادی از نظر مجموع میزان مسافت طی شده



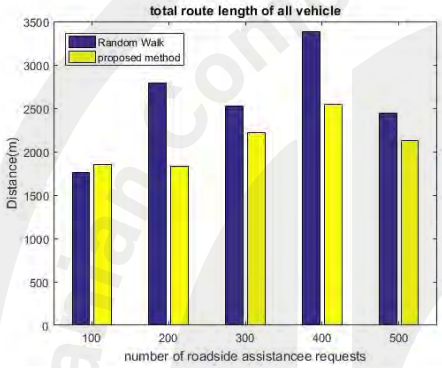
شکل ۶: عملکرد طرح پیشنهادی از نظر مجموع زمان سرویس



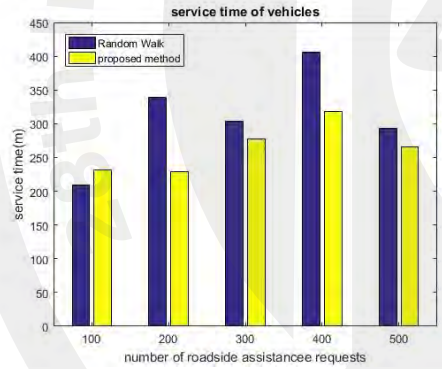
شکل۷: مقایسه توان عملیاتی مدل در ارائه سرویس به مشتریان

سناریو سوم: بررسی پارامترهای ارزیابی عملکرد با تعداد درخواست های مختلف

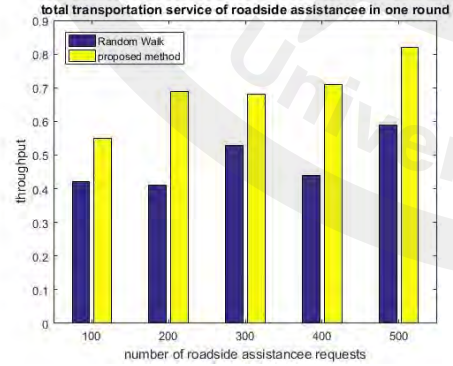
در ادامه، عملکرد سیستم حمل و نقل هوشمند را با تعداد درخواست سرویس مختلف (۱۰۰ تا ۵۰۰ درخواست) بررسی نمودیم. همان‌گونه که در شکل های ۸تا۱۰ نشان داده شده است، میزان مسافت طی‌شده و مجموع زمان سرویس با وجود تعداد درخواست‌های مختلف در طرح پیشنهادی همواره کمتر از طرح پایه است. همچنین توان عملیاتی مدل نیز بیشتر از طرح پایه است. به این معنی‌که روش استفاده شده توانسته بهره‌وری منابع را افزایش دهد و در زمان کمتری به تعداد درخواست بیشتری سرویس بدهد.



شکل۸: عملکرد طرح پیشنهادی از نظر مجموع میزان مسافت طی شده



شکل ۹: عملکرد طرح پیشنهادی از نظر مجموع زمان سرویس

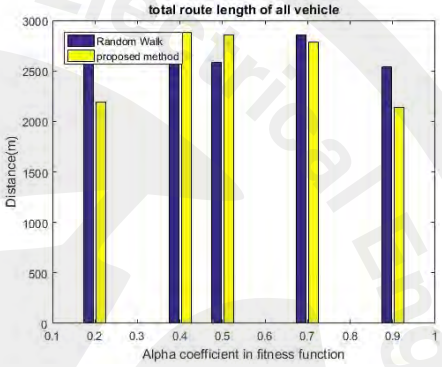


شکل۱۰: مقایسه توان عملیاتی مدل در ارائه سرویس به مشتریان

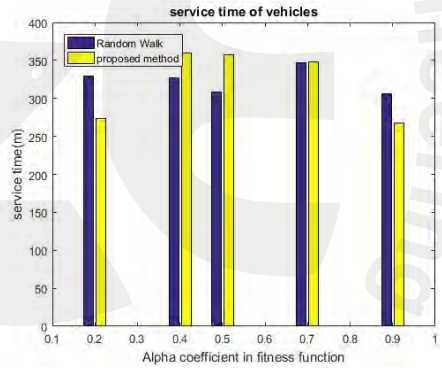
سناریو چهارم: بررسی پارامترهای ارزیابی عملکرد با مقادیر مختلف اهمیت متغیرهای تابع برازش

قبلا بیان شد که در طرح پیشنهادی، با استفاده از بهینه سازی

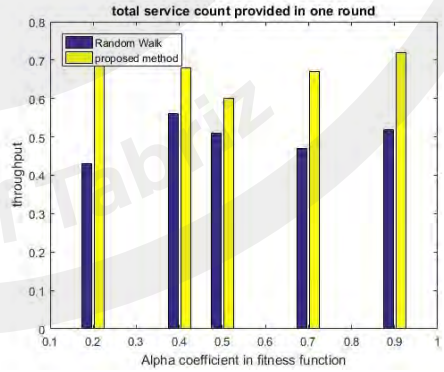
گرگ خاکستری، بهترین مسیر حرکت وسایل نقلیه تعیین می‌گردد، به نحوی‌که بتواند در مدت زمان کمتر و با طی‌نمودن فاصله کمتری، تعداد کاربر بیشتری را سرویس‌دهی نماید. برای این کار از یک تابع برازش استفاده شده که شامل دو شاخص مجموع مسافت حرکت وسایل نقلیه و چگالی تقاضای سرویس در بلوک‌های پیمایش‌شده می‌باشد. برای تعیین میزان اهمیت هر کدام از این دو پارامتر در تعیین میزان برازش راه‌حل از مقادیر α و β به صورت توان استفاده نمودیم که مجموع مقدار این دو برابر یک است.



شکل۱۱: عملکرد طرح پیشنهادی از نظر مجموع میزان مسافت طی شده



شکل ۱۲: عملکرد طرح پیشنهادی از نظر مجموع زمان سرویس



شکل۱۳: مقایسه توان عملیاتی مدل در ارائه سرویس به مشتریان

در گام آخر، ارزیابی سیستم حمل و نقل هوشمند پیشنهادی، بر اساس مقادیر مختلف توان های ضرایب بررسی نمودیم. در شکل های ۱۱ تا ۱۳ مشاهده می‌کنیم، میزان مسافت طی‌شده و مجموع زمان سرویس با وجود مقادیر مختلف اهمیت دو شاخص تاثیرگذار، در طرح پیشنهادی همواره کمتر از طرح پایه است. همچنین توان عملیاتی مدل نیز بیشتر از طرح پایه است.

۵- نتیجه‌گیری و کارهای آتی

همان‌گونه که در نتایج شبیه‌سازی دیده شد، با ارائه روش پیشنهادی خود توانسته‌ایم مجموع مسافت حرکت وسایل نقلیه برای ارائه سرویس به مشتریان، مجموع زمان سرویس و توان عملیاتی مدل را ارتقا دهیم. این شرایط هم در طول زمان و هم با استفاده از شرایط مختلف مساله (تعداد خوشه‌ها) انجام شده است که در نهایت مشاهده می‌کنیم که همواره میزان مسافت حرکت وسایل نقلیه هوشمند ما کاهش یافته است و زمان سرویس نیز کمتر از طرح پایه بوده است. از طرفی گذردهی مدل نیز افزایش یافته است.

در تحقیقات آتی قصد داریم، با استفاده از لحاظ نمودن ویژگی‌های محیطی دیگر و استفاده از روش های فراابتکاری جدید مانند بهینه ساز شیر مورچه، به یک طرح بهینه حرکت وسایل نقلیه در شهرهای هوشمند دست یابیم. به طوری که زمان همگرایی به جواب بهینه در روش فراابتکاری کاهش یابد. همچنین با اعمال یک تابع برازش جدید، تعداد وسایل نقلیه بهینه را برای سرویس دهی به درخواست های کاربران تعیین کنیم.

مراجع

[1] P. Kuppusamy, R. Kalpana, and P. V. Venkateswara Rao, “Optimized traffic control and data processing using IoT,” Cluster Comput., vol. 22, pp. 2169–2178, 2019.
[2] S. Geetha and D. Cicilia, “IoT enabled intelligent bus transportation system,” Proc. 2nd Int. Conf. Commun. Electron. Syst. ICCES 2017, vol. 2018-Janua, no. Icces, pp. 7–11, 2018.
[3] S. K. Datta and C. Bonnet, “An IoT framework for intelligent roadside assistance system,” 2017 IEEE Int. Conf. Consum. Electron. - Taiwan, ICCE-TW 2017, pp. 353–354, 2017.
[4] P. Pyykonen, J. Laitinen, J. Viitanen, P. Eloranta, and T. Korhonen, “IoT for intelligent traffic system,” Proc. - 2013 IEEE 9th Int. Conf. Intell. Comput. Commun. Process. ICCP 2013, pp. 175–179, 2013.
[5] M. Desai and A. Phadke, “Internet of Things based vehicle monitoring system,” IFIP Int. Conf. Wirel. Opt. Commun. Networks, WOCN, pp. 1–3, 2017.
[6] S. M. Odeh, “Management of An Intelligent Traffic Light System by Using Genetic Algorithm,” J. Image Graph., vol. 1, no. 2, pp. 90–93, 2013.
[7] Z. Li, M. Shahidehpour, S. Bahramirad, and A. Khodaei, “Optimizing Traffic Signal Settings in Smart Cities,” IEEE Trans. Smart Grid, vol. 8, no. 5, pp. 2382–2393, 2017.
[8] M. Elhenawy, A. A. Elbery, A. A. Hassan, and H. A. Rakha, “An Intersection Game-Theory-Based Traffic Control Algorithm in a Connected Vehicle Environment,” IEEE Conf. Intell. Transp. Syst. Proceedings, ITSC, vol. 2015-Octob, pp. 343–347, 2015.
[9] X. Wang, Y. Wang, and L. Wang, “Improving fuzzy c-means clustering based on feature-weight learning,” Pattern Recognit. Lett., vol. 25, no. 10, pp. 1123–1132, 2004.
[10] P. Arora, Deepali, and S. Varshney, “Analysis of K-Means and K-Medoids Algorithm for Big Data,” Physics Procedia, vol. 78. pp. 507–512, 2016.
[11] F. Raue, W. Byeon, T. M. Breuel, and M. Liwicki, “Parallel sequence classification using recurrent neural networks and alignment,” Proc. Int. Conf. Doc. Anal. Recognition, ICDAR, vol. 2015-Novem, pp. 581–585, 2015.

[12] M. Rocha, P. Cortez, and J. Neves, “Evolution of neural networks for classification and regression,” Neurocomputing, vol. 70, no. 16–18, pp. 2809–2816, 2007.
[13] S. Mirjalili, S. Saremi, S. M. Mirjalili, and L. D. S. Coelho, “Multi-objective grey wolf optimizer: A novel algorithm for multi-criterion optimization,” Expert Syst. Appl., vol. 47, pp. 106–119, 2016.
[14] S. Mirjalili, S. M. Mirjalili, and A. Lewis, “Grey Wolf Optimizer,” Adv. Eng. Softw., vol. 69, pp. 46–61, 2014.
[15] S. Mirjalili, “How effective is the Grey Wolf optimizer in training multi-layer perceptrons,” Appl. Intell., vol. 43, no. 1, pp. 150–161, 2015.