دوفصلنامه محاسبات و سامانه های توزیع شده
سال هفتم، شماره۱، شماره پیاپی۱۳، صفحه ۱ تا ۱۱، سال ۱۴۰۳

مسیریابی شبکه های ادهاک پویا با استفاده ازالگوریتم بهینه سازی گرگ خاکستری باهدف بهبودگذردهی شبکه

آرش خسروی (نویسنده مسئول)[۱]، اعظم حاجی وند[۲]، شیوا دوه لی[۳]
[۱] گروه مهندسی کامپیوتر،دانشکده مهندسی ، مرکز آموزش عالی محلات ، محلات
[۲] دانشکده مهندسی ، دانشگاه شهاب دانش، قم
[۳] دانشکده مهندسی ، مرکز آموزش عالی پویش، قم

چکیده

در سال‌های اخیر شبکه های بی‌سیم MANET کاربردهای مختلفی در ساختارهای متفاوت داشته اند. قطع شدن شبکه به دلیل مشکل کاهش انرژی در این شبکه ها بیشتر است زیرا ارتباط بین گره ها بدون مدیریت متمرکز انجام می شود. از این رو این پژوهش بر حل مشکل محدودیت انرژی در مسیریابی MANET از طریق بهینه‌سازی انرژی و همچنین اجرای مسیریابی چند مسیری برای بهبود عملکرد انتقال داده تاکید می‌کند. برای دستیابی به این هدف، رویکرد مبتنی بر بهینه سازی گرگ خاکستری پیشنهاد شده است که از انرژی، تاخیر، طول عمر و کیفیت پیوند به عنوان پارامترهای هدف استفاده می کند. مقادیر تابع هدف برای هر مسیر موجود محاسبه می شود و به بهترین ترتیب مانند سلسله مراتب گرگ GWO مرتب می شوند. استفاده از معیار مسیریابی مانند تعداد دفعات مورد انتظار (ETX)، می توان عملکرد شبکه بالاتری را به دست آورد. با این حال، با ETX، سربار مسیریابی متریک افزایش می‌یابد و آن را برای شبکه‌هایی با تعداد زیادی گره موبایل غیرقابل استفاده می‌کند. بنابراین، معیار مسیریابی مبتنی بر ETX را به نام (L-ETX)، به کار گرفته شده است که سربار را کاهش داده و عملکرد شبکه را بهبود می بخشد. نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی، مسیری بهتری را نسبت به سایر مدل‌ها از نظر مصرف انرژی کمتر، تأخیر، نسبت تحویل بسته (PDR) و طول عمر شبکه ارائه می‌کند.

کلمات کلیدی: شبکه موردی موبایل، الگوریتم گرگ خاکستری ، مسیریابی بهینه، بهبود انرژی مصرفی

تاریخچه مقاله:
تاریخ ارسال ۱۴۰۳/۰۱/۱۵
اصلاح ۱۴۰۳/۰۳/۲۰
پذیرش ۱۴۰۳/۰۵/۱۵
چاپ ۱۴۰۳/۰۶/۲۳
ایمیل نویسنده مسئول: Khosravi.280@gmail.com

۱ – مقدمه

شبکه‌های ادهاک[۱]، شبکه‌های بی‌سیمی [۲] توزیع شده هستند که ارتباط بین آن‌ها از طریق گره‌های شبکه، صورت مستقیم و یا با واسطه انجام می‌گردد. در صورتی که گره گیرنده در ناحیه پوشش‌دهی آن‌ها قرار داشته باشد، ارتباط به صورت مستقیم برقرار می‌شود. اما در اکثر موارد که فاصله فرستنده و گیرنده کم نیست، گره‌های میانی در نقش هاپ میانی برای انتقال داده‌ها عمل می‌کنند. در این شبکه‌ها هیچ واحد کنترل کننده مرکزی یا ساختاری ثابت برای کنترل و مدیریت شبکه وجود ندارد[۱]. شبکه‌های ادهاک با گره‌های ثابت را شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌نامند. از طرفی دو نوع شبکه ادهاک دیگر نیز وجود دارد که گره‌های آن‌ها متحرک می‌باشند. این دو شبکه، شبکه‌های MANE [۳] و VANET نامیده می‌شوند[۲]. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این شبکه‌ها، توپولوژی پویا آن‌ها در اثر تحرک گره‌های شبکه است. این امر موجب می‌گردد، گره‌ها به طور پیوسته موقعیت خود را تغییر دهند و توپولوژی شبکه تغییر کند. این موضوع باعث شده است در شبکه‌های موردی سیار مسأله کشف و نگهداری مسیر دارای اهمیت بالایی باشد و یافتن رویکردی جهت جلوگیری از خرابی مسیر و بهبود پهنای باند و گذردهی شبکه بسیار ضروری است[۳].

یکی از مقالات تحقیقاتی جالبی که استفاده از پروتکل AODV را در انواع مختلف MANET تجزیه و تحلیل می کند در [۴] آورده شده است. AODV اولویت[۳] (P-AODV) [۵] ایجاد شده برای MANET ها یک مکانیسم نگهداری مسیر جدید را ارائه می دهد، که یک مسیر را با انتخاب یک همسایه بر اساس ترافیکی که توسط آن اداره می شود، تعمیر می کند. پروتکل تابع تناسب اندام موقت بردار فاصله چند مسیره بر حسب تقاضا [۴] (FF-AOMDV) [۶] به

1 Ad-hoc Networks
2 Wireless Networks
3 Priority AODV

4 Fitness Function Ad hoc On demand Multipath Distance Vector

طور ویژه برای کاهش مصرف انرژی در MANET طراحی شده است.

نتایج تحقیقات بیشتر نشان می دهد که پروتکل AODV همچنین می تواند در شبکه های بی سیم مختلف مانند شبکه های حسگر بی سیم (WSN) استفاده شود. برای مناسب ساختن پروتکل AODV برای شبکه های حسگر بی سیم، یک پروتکل ZigBee AODV (Z-AODV) پیشنهاد شده است. Z-AODV بهبود یافته است تا از طریق پروتکل‌های دروازه مرتبط ZigBee (ZAG)[۵] [۷] و الگوریتم پخش جهت دار در مسیریابی کشف[۶] (DBRD) [۸] کارآمدتر باشد.زمانی و سلطان آقایی [۹] روشی را ارائه کردند به نام M-AODV که یک نوع پروتکل پشتیبان استراق سمع منطبق بر AODV است. نتایج شبیه سازی پروتکل، بهبود در نرخ تحویل بسته‌ها را بهمراه کاهش سربار و تأخیر نشان می‌دهد.علاوه بر آن به جهت ارزیابی امنیت پروتکل ارائه شده، شبیه سازی M-AODV و AODV را تحت حملات سیاه چاله و کرم چاله بدون راهکار امنیتی شبیه‌سازی کرده است و در انتها نتایج شبیه‌سازی مشخص کرده است که بهبود در نرخ تحویل بسته را در M-AODV شاهد هستیم و همچنین تأخیر به خوبی کاهش یافته است اما میزان سربار شبکه افزایش یافته است.

مجموعه ای از معیارهای مسیریابی که با معرفی پارامتری که به توان سیگنال دریافتی[۷] بستگی دارد، تغییرات پیوند پویا[۸] را دنبال می کند در [۱۰] معرفی شده است. این معیارها به نام powerETX، powerWCETT و powerMIC در مقایسه با ETX برای شبکه‌های مش در سناریوی داخلی، توان عملیاتی بهتر و تاخیر E2E کمتری را نشان داده‌اند. مسیریابی مبتنی بر منبع[۹] (SBR) [۱۱] از یک متریک مسیریابی جدید به عنوان ترکیبی از تلفات بسته (پارامتر مبتنی بر ETX)، تداخل درون جریان و بین جریان، و بار در دروازه‌ها برای بهبود عملکرد شبکه‌های مش بی‌سیم استفاده می‌کند. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که SBR توان عملیاتی، تاخیر E2E و نسبت تلفات را در مقایسه با متریک ETX بهبود می بخشد.

در مقاله[۱۲]. ، یک تکنیک خوشه‌بندی را برای سیستم‌های ارتباطی IoT مبتنی بر MIMO برای دستیابی به بهره‌وری انرژی مطالعه می‌کنیم. به طور خاص، یک پروتکل جدید خوشه‌بندی ترکیبی نابرابر با کارآمدی انرژی مبتنی بر (MIMO-HC) MIMO برای برنامه‌های کاربردی در اینترنت اشیا در محیط G۵ و فراتر از آن پیشنهاد شده است. تجزیه و تحلیل تجربی برای ارزیابی اثربخشی پروتکل MIMO-HC پیشنهادی و مقایسه با تحقیقات پیشرفته موجود انجام شده است. طرح پیشنهادی MIMO-HC به مصرف انرژی کمتر و طول عمر شبکه بهتر در مقایسه با تکنیک‌های موجود دست می‌یابد.در مقاله[۱۳]. یک طرح مسیریابی هوشمند مبتنی بر یادگیری تقویتی عمیق (DRL) برای WSN های فعال شده با اینترنت اشیا پیشنهاد شده است که به طور قابل توجهی تاخیر را کاهش می دهد و طول عمر شبکه را افزایش می دهد. الگوریتم پیشنهادی، کل شبکه را به خوشه‌های نابرابر متفاوتی بسته به بار داده‌های فعلی موجود در گره حسگر تقسیم می‌کند که به طور قابل‌توجهی از مرگ نابالغ شبکه جلوگیری می‌کند. نتایج تجربی با الگوریتم‌های پیشرفته مقایسه شده است تا کارایی طرح پیشنهادی را از نظر تعداد گره‌های زنده، تحویل بسته، کارایی انرژی و تاخیر ارتباطی در شبکه نشان دهند.

برای بهبود چالش‌های این حوزه در ابن پژوهش به دنبال یافتن مسیریابی مقرون به صرفه، که توانایی سازگاری با این تغییرات را داشته باشد، هستیم. در اینجا به دنبال رویکردی هستیم که بتواند تأخیر را کاهش دهد. همچنین با غلبه بر محدودیت‌های ظرفیتی و متغیر بودن لینک‌ها، گذردهی شبکه را بهبود بخشد و بتواند بهتر از روند ذخیره سازی و ارسال مجدد گره‌های میانی این شبکه‌ها، که با محدودیت‌هایی همچون طول عمر باتری، ناهمگونی گره‌ها و قطعی-های مکرر، مواجه هستند، استفاده نماید.

یکی از متریک‌های پیش فرض در مسیریابی شبکه‌های ادهاک، استفاده از شمارش هاپ است که اغلب مسیر بهینه بین نود مبدأ و مقصد را انتخاب نمی‌کند. در این راستا، معیار شمارش انتقال مورد انتظار (ETX) [۱۰]، به منظور غلبه بر کاستی‌های شمارش هاپ، به خصوص در نسبت خروجی و تحویل بسته (PDR)، پیشنهاد شده است[۱۴].

الگوریتم بهینه سازی GWO با استفاده از معیار بهبود یافته ETX برای بهبود عملکرد سیستم و افزایش انتخاب مسیر به کار گرفته می‌شود. این ساختار از مقادیر متریک شمارش انتقال پیش بینی شده

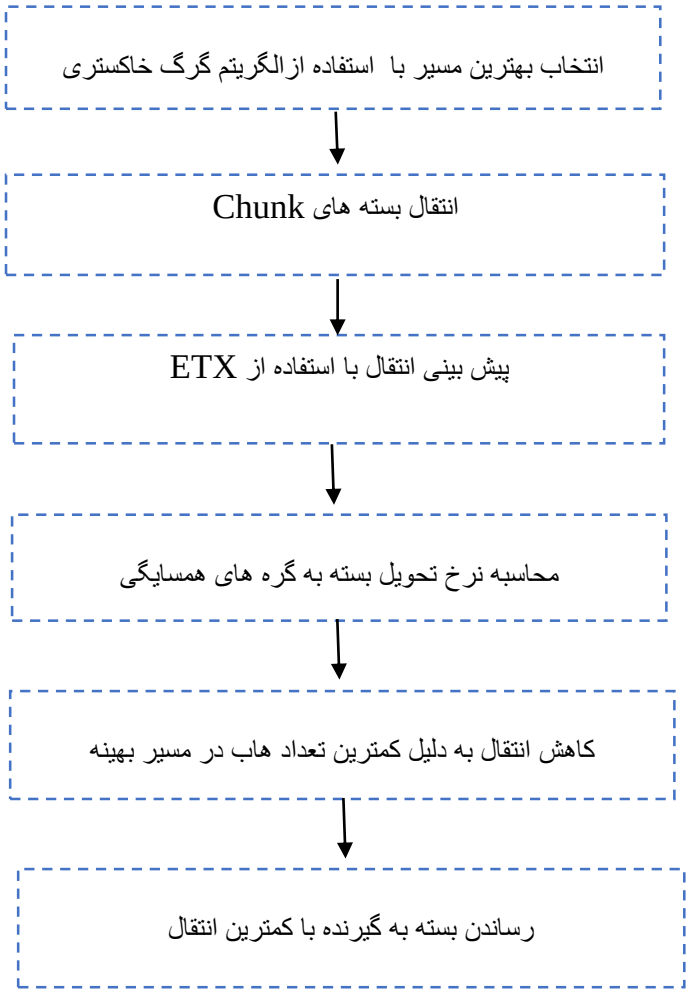
[5] ZigBee Associated Gateways
[6] Directional Broadcasting algorithm in Routing Discovery
[7] received signal power
[8] dynamic link changes
[9] Source-Based Routing
[10] Expected Transmission Count

برای کاهش انتقال‌ها استفاده می‌کند که منجر به تحویل کارامد بسته‌ها به مقصد می‌شود.در این رویکرد میزان تحویل بسته‌ها در مسیر بهینه تخمین زده می‌شود. همچنین با استفاده از نرخ تحویل بسته، تعداد کل انتقال و همچنین انتقال مجدد در پیوند مسیر بهینه مشخص می‌گردد.اگر مسیر بهینه انتخابی از تعداد زیاد hop رنج ببرد، معیار ETX مسیر طولانی تر با حداقل hop را جایگزین می‌کند. با به حداقل رساندن ارتباطات ، می‌توان انرژی سیستم را افزایش داد.

یکی از مشکلاتی که در این شبکه‌ها وجود دارد، نیاز به ارسال مجدد بسته‌ها به دلیل از بین رفتن بسته‌ها در طول مسیر است. بسته‌های ارسالی از فرستنده به سرعت به سمت گیرنده، در مواردی نیاز به ارسال مجدد تعدادی از بسته‌ها می‌باشد. بنابراین روش مبتنی بر GWO از مقادیر متریک شمارش انتقال پیش بینی شده (ETX) استفاده می‌کند تا تعداد انتقالاتی را که برای تحویل بسته‌ها به مقادیر انتخاب شده استفاده می‌شود، کاهش دهد. GWO الگوریتمی فرابتکاری است که نرخ تحویل بسته‌ها رادر جهت مسیر بهینه ، محاسبه و بهینه سازی می کند. اگر مسیر بهینه، مسیری باشد که نیاز به استفاده از تعداد زیاد شمارش هاب باشد، در این حالت، ETX ممکن است مسیر طولانی‌تر با حداقل هاب را به عنوان مسیر بهینه انتخاب کند. با توجه به مطالب ذکر شده هدف از پژوهش حاضر مسیریابی بهینه شبکه ادهاک با استفاده از الگوریتم بهینه سازی GWO با استفاده از معیار بهبود یافته ETX برای بهبود عملکرد سیستم و استفاده از الگوریتم گرگ خاکستری برای کاهش انتقال بسته‌ها و افزایش نرخ تحویل بهینه بسته‌ها با هدف افزایش گذردهی شبکه می باشد.

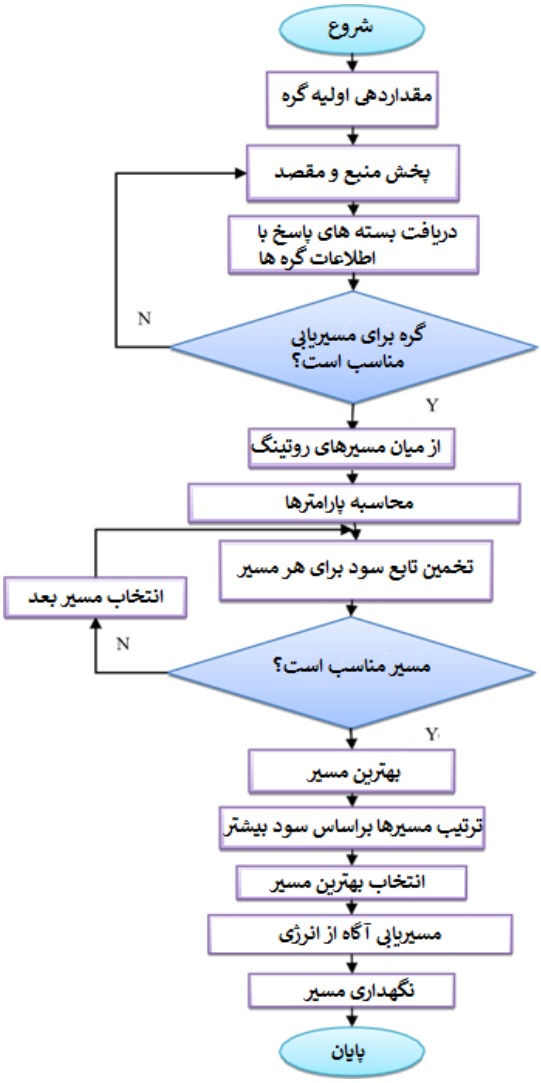
۲ – روش پیشنهادی

روش مبتنی بر گرگ خاکستری به عنوان الگوریتمی برای بهبود عملکرد سیستم از مقادیر متریک شمارش انتقال پیش بینی شده (ETX) استفاده می کند. این روش به دنبال کاهش تعداد انتقالاتی برای تحویل بسته ها به گیرنده است. سپس بر اساس مسیری که انتخاب می‌شود و رویکردی که به کار گرفته می‌شود، نرخ تحویل بسته ها، محاسبه می‌شود. در حالتی که روش مسیریابی، برای انتخاب مسیر بهینه، نیاز به استفاده از تعداد زیاد شمارش هاب باشد، در این حالت، ETX ممکن است مسیر طولانی تر با حداقل هاب را انتخاب نماید.



شکل ۱:فلوچارت روش پیشنهادی

همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده است، روش پیشنهادی شامل انتخاب بهترین مسیر از میان مسیرهای موجود، انتقال بسته‌ها، پیش‌بینی انتقال، محاسبه نرخ تحویل بسته به گره‌های همسایه، کاهش انتقال با استفاده از تعداد هاپ کمتر و در پایان رساندن بهینه بسته‌ها به گیرنده است. در این روند به دنبال بهبود طول عمر و توان عملیاتی شبکه و کاهش تاخیر شبکه هستیم.



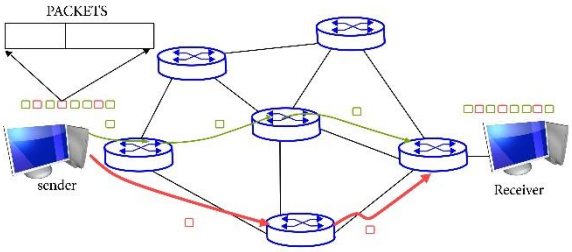
شکل۲:فلوچارت الگوریتم گرگ خاکستری برای انتخاب مسیر بهینه [12]

بهترین انتخاب مسیریابی چندگانه با استفاده از پارامترهای بهینه به دست می آید. در مسیریابی بهترین مقادیر آلفا، بتا، دلتا را محاسبه می کند تا تعداد بسته ها را به طور موثر در شبکه داده شده با استفاده از آرشیو و استراتژی انتخاب رهبر انتقال دهد. مزیت اصلی این مدل امکان انتخاب سه مجموعه مسیر برای مسیریابی چند مسیره است که باید به طور جداگانه در سایر الگوریتم های چند هدفه تنظیم شوند. مسیرهای چندگانه به عنوان مسیرهای آلفا، بتا، دلتا و امگا طبقه بندی می شوند که برای انتقال همزمان داده ها برای متعادل کردن بار کلی شبکه استفاده می شود. هر دسته مسئولیتی را بر عهده می گیرد. مسیرهای امگا اغلب بدترین مسیرها در نظر گرفته می شوند و به عنوان مسیرهای ذخیره نگهداری می شوند. این به این دلیل است که این مسیرهای امگا بدترین مسیرها نیستند، اما نسبت به مسیرهای α، β، δ که غالب تر از مسیرهای امگا هستند، تناسب کمی دارند. اما پس از تکرارهای مشخصی از انتقال داده ها، انرژی و طول عمر مسیرهای غالب تغییر خواهد کرد که در این صورت مسیرهای امگا مقادیر تناسب بهتری نسبت به α، β، δ خواهند داشت. اکنون نقش ها با مسیرهای امگا جایگزین مسیرهای α، β یا δ بر اساس تناسب فعلی می شوند، در حالی که مسئولیت های آنها نیز معکوس خواهد شد. تخمین تعداد انتقال (شمارش انتقال مجدد) مورد نیاز برای انتقال دادن بسته از طریق پیوند، توسط ETX انجام می‌شود. کاهش ارتباطات‌های شبکه منجر به بهبود گذردهی کل و در نتیجه بهبود انرژی مصرفی در شبکه می شود. در واقع با استفاده از ETX تعداد کل انتقال مورد نیاز بسته های داده کاهش می‌یابد.

همچنین ETX تعدادی از انتقال‌ها را که انتظار می رود یک بسته unicast ارسال کند، را با محاسبه نرخ تحویل بسته های سیگنال بین هاب های همسایه، اندازه گیری می کند. با استفاده از معیارهای ETX تعداد هاب لازم برای ارسال بسته ها از گره‌ها فرستنده به گیرنده کاهش می‌یابد.

هرچه نرخ تحویل بسته ها در گره مقصد بیشتر باشد در واقع گذردهی شبکه بیشتر است. با زمان کاهش یافته[11] ETX بسته ها را به نزدیکترین گره همسایه منتقل می کند. این کار بدون انتقال مجدد انجام می‌گردد. در صورتی که مسیر با گذردهی بالا، دارای سه هاب یا کمتر باشد ، ETX گذردهی آن مسیرها توسط کل دامنه انتقال تعیین می کند. در این حالت همه هاب ها با یکدیگر تداخل می کنند. در حالتی که مسیر بهینه بیش از سه هاب باشد، ETX می تواند مسیری کندتر با تعداد هاب کمتر برای افزایش گذردهی شبکه انتخاب کند. انتقال اضافی در حالتی که تعداد هاب زیاد است گذردهی شبکه را کاهش خواهد داد. تعداد انتقال مجدد را که انتظار می رود بسته های unicast را منتقل کند، توسط تخمین میزان از دست رفتن بسته های ارسالی بین مجموعه گره های همسایه، بدست می-آید.

[11] reduced seconds



شکل ۳: انتقال بسته ها در رویکرد پیشنهادی

مسیری توسط پروتکل مسیریابی انتخاب می‌شود که می تواند از کل تعداد مورد انتظار انتقال مجدد، بکاهد. تناوب بسته ها می تواند منجر به تأثیر مقیاس قابل توجه بسته های پروب در زمان انتقال همزمان شود.

تحویل بسته به جلو (df) نشان دهنده تخمین بسته اطلاعات است که به درستی به گیرنده می رسد. تحویل درست هر بسته در سمت گیرنده با ارسال تاییدیه همراه است. برای اینکه بسته‌ای مجدد ارسال نشود لازم است بسته و تاییدیه آن به درستی دریافت گردند. dr نسبت تحویل معکوس بسته ها به فرستنده است. در واقع dr نشان دهنده بسته‌های ACK است. دریافت صحیح بسته و عدم نیاز به ارسال مجدد برابر با df × dr است.

گره منبع بسته‌هایی که ارسال شده اند و تاییدیه نگرفته است را به عنوان ارسال ناموفق در نظر گرفته و مجدد ارسال می‌کند. با توجه به اینکه هر تلاش برای ارسال یک بسته اغلب به عنوان یک آزمایش برنولی مشاهده می شود ، مدت تقریبی تعداد منتقل شده از انتقال که متعلق به یک لینک است از رابطه زیر بدست خواهد آمد.

$$ETX = \frac{1}{df \times dr} \qquad (1)$$

df و dr مربوط به نرخ تحویل با استفاده از پروب اتصال بسته ها اندازه گیری شده است. هر گره ، در یک آزمایش ثابت با پروب‌های لینک، به مقدار استاندارد ارتباط برقرار می کند(۱ ثانیه از فرآیند). برای لحاظ کردن یک فاصله استراتژیک[12] از همگام سازی تصادفی[13]، به ازای هر پروب ۱۰ ± در نظر گرفته شده است[14].

با توجه به اینکه پروب‌ها در حال تعامل هستند، هرگز امکان انتقال مجدد یا گرفتن تأییدیه وجود ندارد. هر گره، پروب‌هایی را که در طول w ثانیه (۱۰ ثانیه در اجرا) بدست آورده است، دوباره جمع‌آوری می-کند، تا نسبت تحویل کاربر را در زمان t تعیین کند.

$$d(t) = \frac{\text{count}(t-w,t)}{w/\tau} \qquad (2)$$

$count(t-w,t)$ در رابطه بالا به معنی تعداد پروب‌های داخل پنجره است. در حالیکه w/τ نشان دهنده تعداد پروب‌هایی که باید بدست آیند.

برای هر پروب منتقل شده با پشتیبانی از گره X شامل تعداد بسته های پروب، مربوط به X از نزدیکترین گره های آن، در میان آخرین w ثانیه است. این موضوع به هر همسایه اجازه می دهد تا در هر نقطه از X یک بررسی (پروب) از X را تعیین کند. مسیر ETX R به این دلیل مشاهده می شود که اضافه شدن معیارهای پیوند که متعلق به هر پیوند است، برابر می‌باشد با:

$$ETX(R) = \sum_{l \in R} \text{ETX}(l) \quad (3)$$

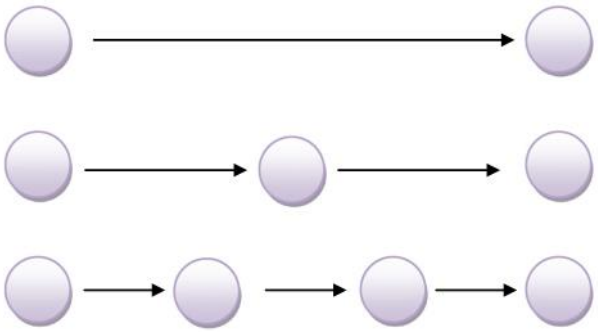
$$\text{ETX}(l) = \frac{1}{{d^1}_f \times {d_r}^l}$$

$$ETX(R) = \sum_{l \in R} \frac{1}{{d^1}_f \times {d_r}^l}$$

در این رابطه d_r^l و d_f^lشان دهنده ارسال و دریافت شدن برای هر پیوند l از طریق مسیر R می باشد.

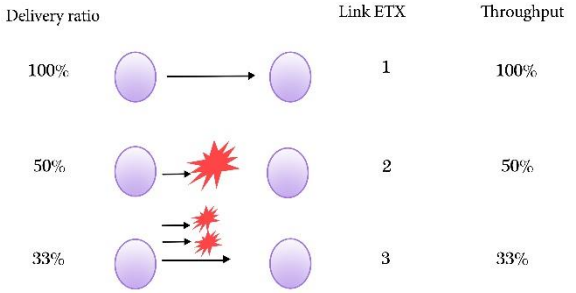
برای یک هاب کارایی برابر با یک هست و برای دو هاب کارایی برابر با یک دوم است و برای سه هاب برابر با یک سوم است. هاب اول و سوم در طول این روند نمی توانند انتقال دهند، زیرا در هاب دوم تصادف اتفاق می افتد. همان طور که در شکل(۴).نشان داده شده است.

[12] strategic distance
[13] coincidental synchronization
[14] jittered

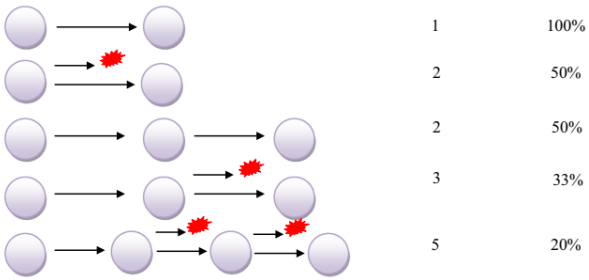


شکل۴:گذردهی شبکه براساس شمارش هاب [10]

تاثیر روند بیان شده باعث می شود در حالت بیشتر از سه هاب با مشکل مواجه شوند. در زمان از دست دادن بسته ها، بعد از مدتی، در حالتی که معیار ETX به کار گرفته نشود عملکرد سیستم کاهش پیدا می کند همان‌طور که در شکل نشان داده شده است.



شکل ۵:ویژگی های ETX



شکل۶:برآورد نسبت تحویل پیام بر اساس شمارش هاب

$$Linkthroughput \approx \frac{1}{LinkETX} \quad (4)$$

$$P(TXsuccess) = P(Datasuccess) \times P(ACKsuccess)$$

$$LinkETX = 1/P(TXsuccess)$$

$$= \frac{1}{P(Datasuccess) \times P(ACKsuccess)}$$

$$P(Datasuccess) \approx measuredforwarddelieryratior_{fwd}$$

$$P(ACKSuccess) \approx measuredreversedelieryratior_{rev}$$

با جایگذاری در روابط خواهیم داشت:

$$LinkETX \approx 1/(r_{fwd} \times r_{rev})$$

$$RouteETX = SumoflinkETXs$$

$$r_{rev} \approx \frac{packetsreceived}{packetsent}$$

رابطه بالا نرخ تحویل در حالت برعکس[15] را نشان می‌دهد.

معیار L-ETX طراحی شده تا اندازه میدان ETX در بسته‌های مسیریابی را کاهش دهد. معیار ETX می تواند مقادیری از ۱ (هنگامی که هر دو پارامتر مخرج برابر ۱ هستند) تا بینهایت (حداقل یکی از پارامترها برابر صفر باشد) داشته باشد، با یک توزیع به شدت غیریکپارچه از مقادیر که در آن مقادیر اطراف یک خیلی فشرده هستند و مقادیر بزرگ نایاب هستند.

$$L - ETX_l = [60.\log(ETX_l)]$$

معیار L-ETX برای یک لینک l به صورت رابطه (۲) تعریف می شود.

در این رابطه تابع لگاریتمی برای افزایش اختلاف مقادیر نزدیک در اطراف ETXl = 1 استفاده می شود.

مقادیر L-ETXl می تواند از ۰ تا ۲۵۵ متغیر است. مقدار ۰ برای بهترین لینک ها و مقدار ۲۵۵ برای بدترین لینک ها رزرو شده است.

کاهش طول میدان ETX به ۱ بایت بسیار مهم است، زیرا در انتشار بسته می توان از بیت های رزرو شده در سرآیند بسته استفاده نمود.

ضریب ۶۰ بر اساس یک سری شبیه سازی برای دستیابی به بهترین عملکرد شبکه انتخاب شده است. مقادیر پایین تر این ضریب باعث افزایش اثر تقویت (برای مقادیر اندک ETXl) می شود که با عملکرد تصاعدی معرفی شده و بنابراین عملکرد معیار L-ETX را تضعیف

[15] Reverse delivery ratio

می کند. مقادیر بزرگتر این ضریب ممکن است باعث ایجاد مشکلات اشباع در لینک های چندوجهی با کیفیت پایین شود.

۳ - یافته ها

شبیه سازی با حدود ۱۰۰ گره، که به طور تصادفی در منطقه ۱۰۰۰ متر × ۱۰۰۰ متر قرار گرفته‌اند، انجام می شوند. اندازه بسته‌های ارسالی ۵۱۲ بایت با نرخ بیت ثابت 500kbps در نظر گرفته شده است. اطلاعات مربوط به پارامترهای شبیه سازی در جدول (۱) نمایش داده شده است. گره فرستنده می تواند بسته را با استفاده از بهترین گزینه که توسط الگوریتم گرگ خاکستری انتخاب شده است به گره مقصد مورد نظر منتقل کند.

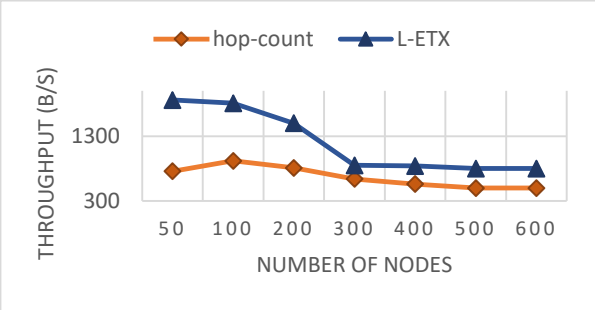
پارامتر ها	مقادیر
تعداد گره ها	100
پروتکل بی سیم	MAC/802.11
ناحیه	1000 m × 1000 m
زمان شبیه سازی	200 s
اندازه بسته	512
رنج انتقال	50 m
نرخ بیت ثابت	500 kbps
منبع ترافیک	CBR
سرعت گره ها	25 m/s
نرخ	500 kb

جدول ۱:پارامترهای شبیه سازی

معیار ETX برای یک لینک به این دلیل مطرح می شود که مقدار مورد انتظار انتقال اطلاعات که برای انتقال یک بسته جدید ضروری است، با اضافه کردن انتقال مجدد بسته‌ها لحاظ می‌گردد. در ادامه به بیان معیارهای ارزیابی روش پیشنهادی پرداخته می‌شود.

در ابتدا N گره راه اندازی می‌گردد. سپس مکان‌های اولیه گره‌ها کش[16] می‌شود و سرعت هر گره تنظیم می‌شود. برای انتقال اطلاعات در شبکه گره مبدا و مقصد تعیین می‌گردد. در این مرحله فرآیند کشف مسیر انجام می‌گردد. مجموعه راه حل های غیر غالب راه اندازی می‌گردد. در مرحله بعد، بهینه سازی مسیر با استفاده از روش پیشنهادی آغاز می‌شود. جمعیت گرگ خاکستری Xi راه اندازی می-شود (i = 1, 2, ..., n) و مقادیر مورد نظر مقدار دهی اولیه می‌گردند. سپس مقادیر هدف برای هر عامل جستجو محاسبه شده و انرژی، تاخیر، طول عمر و کیفیت پیوند ارزیابی می‌گردد. و رابطه بهینه سازی برای هر مسیر با استفاده از رابطه بهینه سازی تخمین زده می‌شود. راه حل های ممکن محاسبه شده و آرشیو مقداردهی اولیه می‌گردد (انتخاب رهبر (بایگانی)). برای جلوگیری از انتخاب مجدد آلفا، به طور موقت از بایگانی حذف می‌گردد تا از انتخاب همان رهبر جلوگیری گردد (انتخاب Co-Leader (بایگانی)). برای جلوگیری از انتخاب همان رهبر، نسخه بتا به طور موقت از بایگانی حذف می‌گردد (انتخاب Elder (بایگانی)). در این مرحله آلفا و بتا به آرشیو اضافه می‌گردد. تا زمان رسیدن به حداکثر تکرار مشخص شده، برای هر عامل جستجو، مکان عامل جستجوی فعلی را با معادله ذکر شده به‌روزرسانی می‌گردد. مقادیر مجددا به روز رسانی شده و مقادیر هدف برای هر یک از عوامل جستجو محاسبه می‌گردد. چند مورد از کوتاه ترین مسیر برای مسیریابی مشخص می‌گردد. آرشیو با توجه به راه‌حل‌های جدید به‌روزرسانی می‌گردد و راه حل جدید به آرشیو اضافه می‌شود. مقدار احتمال انرژی محاسبه می‌شود و بهترین مسیرها براساس انرژی ذخیره می‌گردد. سپس برای افزودن مسیرهای راه حل جدید به بایگانی، فرآیندهای مختلف انجام می‌شود رهبر Co-Leader و Elder محاسبه و بایگانی می‌گردد و دوباره آلفا و بتا به آرشیو اضافه کنید. مجددا چندین مسیر برای مسیریابی برگردانده می‌شود و پارامترهای هدف پس از هر تکرار به روز می‌شود و مجموعه راه حل ها را دوباره مرتب شده و مسیرهای α، β، δ همراه با مسیرهای امگا انتخاب می‌گردند. پس از انتخاب مسیر بهینه با استفاده از روش پیشنهادی، پارامترهای مورد نظر برای ارزیابی عملکرد این روش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

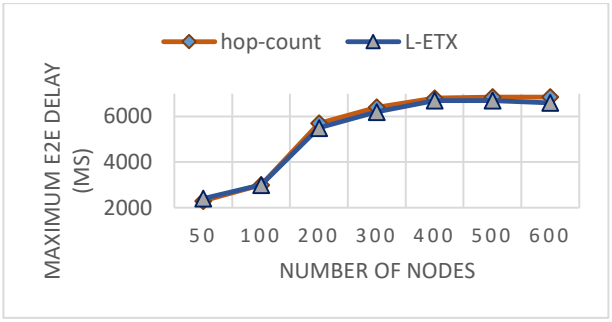
در ادامه ابتدا به بررسی معیار L-ETX پرداخته می‌شود و نتایج به ازای متغیرهای مهم شبکه با حالت hop-count مقایسه می‌شود. شکل (۷)به بررسی گذردهی شبکه به ازای این دو معیار می‌پردازد.



شکل ۷:گذردهی شبکه به ازای معیار شماری پرش و L-ETX

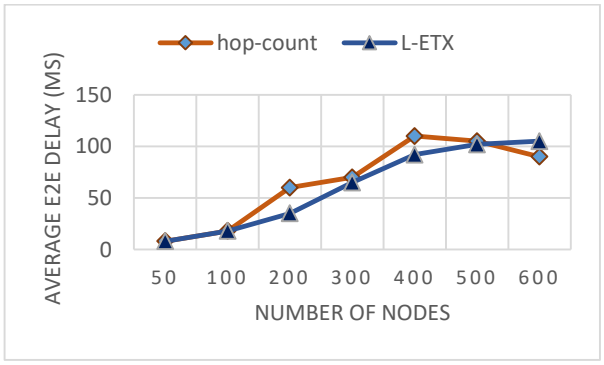
[16] Cache

پس از مقایسه گذردهی به ازای معیارهای پیشنهادی L-ETX می توان دریافت که نتایج هم به ازای تعداد گره‌های کم و هم با افزایش تعداد گره‌های شبکه بهتر است. معیار L-ETX منجر به یافتن مسیرهای با کیفیت بالاتر می شود و این امر به طور قابل توجهی گذردهی و نرخ تحویل صحیح بسته در شبکه را افزایش می دهد. هرچه گذردهی شبکه بیشتر شود، یعنی تعداد بسته‌های بیشتری از طریق شبکه به گیرنده به درستی تحویل داده می‌شود. روش پیشنهادی به ازای تمامی تعداد گره‌ها که در شبکه پراکنده و په در شبکه متراکم عملکرد بهتری داشته است.یکی دیگر از متغیرهای مورد بررسی تاخیر در شبکه است که در بسیاری از موارد کاهش آن بسیار مهم است.



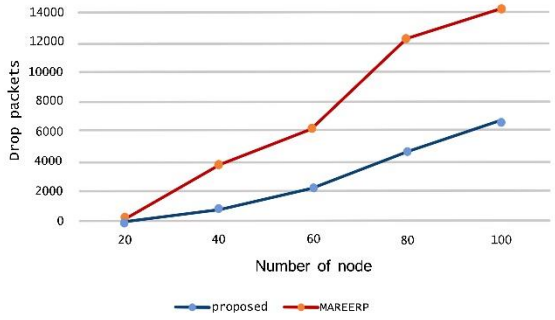
شکل ۸:ماکزیمم برای تاخیر انتها به انتها

شکل (۷)و (۸) به بررسی تاخیر در شبکه می‌پردازد. شکل (۷) ماکزیمم تاخیر انتها به انتها و شکل (۸) میانگین آن را نشان می‌دهد. نتایج به ازای هر دو نمودار برای L-ETX نسبت به روش hop-count بهتر است. هرچه تاخیر شبکه کاهش پیدا کند، یعنی عملکرد بهتری سیستم نمایش داده است. این امر در خصوص داده‌های حساس به تاخیر ضروری‌تر به شمار می‌رود. با افزایش تعداد گره‌های شبکه و افزایش تعداد ارسال‌ها و افزایش ازدحام و درخواست‌های ارسال و ... حداکثر تاخیر در شبکه نیز افزایش پیدا کرد.



شکل ۹:میانگین برای تاخیر انتها به انتها

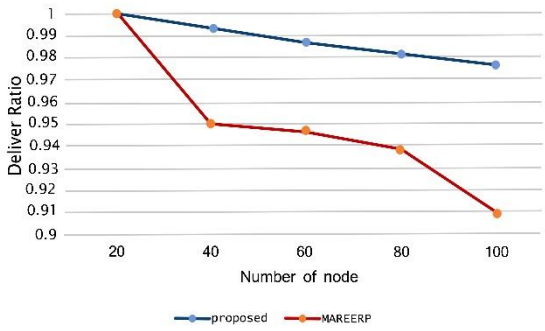
همان‌طور که در شکل (۹) نشان داده شده است، عملکرد روش پیشنهادی به ازای میانگین تاخیر انتها به انتها نیز مناسب است. در نتیجه علاوه بر گذردهی در شبکه که بسیار دارای اهمیت است، روش پیشنهادی از نظر تاخیر در شبکه نیز عملکردی مناسب را به همراه داشته است.پس از بررسی معیار L-ETX به بررسی نتایج شبکه به ازای تعداد بسته های از دست رفته و بسته‌های تحویلی صحیح و همچنین تاخیر در شبکه می‌پردازیم. با توجه به اینکه در سناریوی مورد بررسی ۱۰۰ گره در نظر گرفته شده است، نتایج به ازای افزایش تعداد گره‌های شبکه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



شکل ۱۰:تعداد بسته‌های از دست رفته در شبکه

همان‌طور که در شکل (۱۰) نشان داده شده است ، در طول انتقال، بسته ها ممکن است با افزایش تعداد گره های درون شبکه حذف شوند. انتخاب بهینه مسیر توسط گره‌ها، بسته‌های بیشتری به گیرنده تحویل داده می‌شود که منجر به کاهش بسته‌های از بین رفته در شبکه می‌گردد.

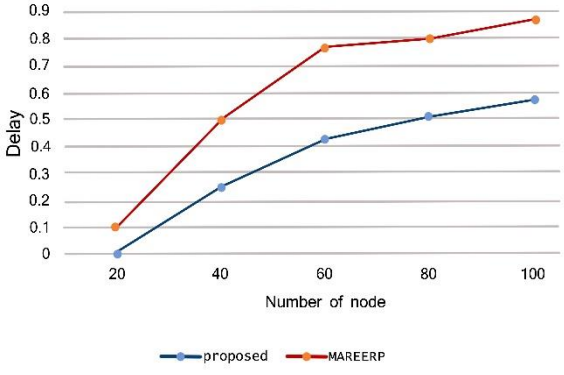
شکل (۱۱)به بررسی نرخ تحویل بسته در شبکه با استفاده از رویکرد پیشنهادی در مقایسه با کارهای پیشین است. نسبت تحویل به عنوان نسبت بین تعداد بسته هایی است که در زمان شبیه سازی مربوطه به درسته و به موقع تحویل داده می شود. با افزایش تعداد گره‌ها، نرخ تحویل کاهش می‌یابد. نرخ تحویل شبکه با استفاده از روش پیشنهادی در مقایسه با کار پیشین، به ۸۴ درصد بهبود عملکرد منجر شده است.



شکل۱۱: نرخ تحویل بسته در شبکه

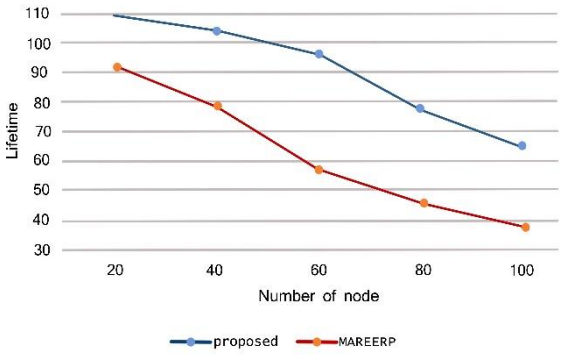
شکل (۱۱) عملکرد مناسب روش پیشنهادی را به ازای افزایش تعداد گره‌های شبکه در خصوص نرخ تحویل درست بسته در شبکه نشان می‌دهد. البته با توجه به نمودار (۱۰) انتظار می‌رفت با توجه به عملکرد بهتر روش پیشنهادی در زمینه تعداد بسته‌های از دست رفته، این بهبود عملکرد در زمینه نرخ تحویل صحیح بسته نیز وجود داشته باشد.روش پیشنهادی باعث شده است، تا تعداد بسته‌های بیشتری به ازای تعداد گره‌های مختلف در شبکه، چه در حالت پراکنده و چه در حالت متراکم، به گیرنده به درستی تحویل داده شود. این روند با افزایش تعداد گره‌ها در شبکه، ملموس‌تر نیز می‌شود. زیرا هر چه گره‌های شبکه افزایش می‌یابد احتمال بروز مشکل، ازدحام، تاخیر و ... افزایش می‌یابد که روش بهینه‌تر می‌تواند عملکرد بهتری در چنین شرایط از خود نشان دهد.

یکی دیگر از معیارهای مهم ارزیابی تاخیر در شبکه است. شکل (۱۲) به بررسی تاخیر در شبکه می‌پردازد. زمانی‌که تعداد گره‌ها در شبکه افزایش می یابد، تأخیر بسته شبکه افزایش می‌یابد، اما ریکرد پیشنهادی باعث شده است تا این افزایش تاخیر کمتر باشد.



شکل۱۲:تأخیر بسته به ازای تعداد گره

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌گردد استفاده از روش پیشنهادی موجب شده است تا تاخیر به ازای ۱۰۰ گره به اندازه تاخیر به اندازه ۵۰ گره در حالتی باشد که از روش پیشنهادی استفاده نشده است. این امر می‌تواند تاثیر بسیار در کاهش تاخیر، کاهش بسته‌های از دست رفته و استفاده بهینه‌تر از پهنای باند شبکه گردد.بهبود عملکرد سیستم، باعث می‌شود تا تعداد ارسال مجدد و ازدحام در شبکه نیز کاهش پیدا کند که این امر می‌تواند به کاهش انرژی مصرفی در شبکه و در نتیجه افزایش طول عمر شبکه منجر گردد.



شکل۱۳:طول عمر شبکه با افزایش گره ها

همان‌طور که در شکل (۱۳) مشاهده می‌گردد، عملکرد روش پیشنهادی در بهبود طول عمر شبکه تاثیر مناسبی داشته است. در این حالت نیز عملکرد رویکرد پیشنهادی به ازای ۱۰۰ گره تقریبا مشابه عملکرد روش دیگر به ازای ۶۰ گره است، که نشان دهنده عملکرد مناسب روش پیشنهادی به ازای متغیرهای، نرخ تحویل بسته، کاهش تعداد بسته‌های از دست رفته در شبکه، افزایش طول عمر و انرژی شبکه و ... است.

۴- نتیجه گیری

در اغلب پروتکل‌های مسیریابی بی سیم، خود گره‌ها نقش مسیریاب را ایفا می‌کنند. به دلیل تحرک این گره‌ها در شبکه بی سیم، یافتن مسیر مناسب برای انتقال اطلاعات با چالش‌های بزرگ‌تری مواجه است. این امر موجب می‌گردد، گره‌ها به طور پیوسته موقعیت خود را تغییر دهند و توپولوژی شبکه تغییر کند و در نتیجه مسأله کشف و نگهداری مسیر ازاهمیت بالایی برخوردار است. در نتیجه یافتن

رویکردی برای مسیریابی مناسب برای افزایش کارایی شبکه ادهاک بسیار مهم است.

در روش پژوهش هدف افزایش استفاده از پهنای باند شبکه، کاهش انرژی مصرفی و کاهش تاخیر درشبکه ادهاک هستیم. مسئله بهینه سازی با هدف بهبود این پارامترها ارائه شده و از الگوریتم بهینه سازی برای حل آن استفاده شده است. در این خصوص از معیار L-ETX استفاده شده است. این معیار به منظور غلبه بر کاستی‌های شمارش هاپ، به خصوص در نسبت خروجی و تحویل بسته (PDR)، پیشنهاد شده است.

در ساختار پیشنهادی، یک رویکرد بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم گرگ خاکستری پیشنهاد می‌شود. مسیریابی با استفاده از معیارهای شمارش انتقال مورد انتظار (ETX) برای شبکه‌های ادهاک به کار گرفته می‌شود. همچنین برای تقویت کارایی الگوریتم انتخاب مسیر، رویکرد GWO با ترکیب معیارهای ETX معرفی می‌شود. در ساختار پیشنهادی الگوریتم مبتنی بر گرگ خاکستری با استفاده از مقادیر اندازه گیری تعداد انتقال مورد انتظار (ETX) ، مسیر کارآمد را انتخاب می کند. یکی از مشکلاتی که در این شبکه‌ها وجود دارد، نیاز به ارسال مجدد بسته‌ها به دلیل از بین رفتن بسته‌ها در طول مسیر است.

بسته های ارسالی از فرستنده به سرعت به سمت گیرنده، در مواردی نیاز به ارسال مجدد تعدادی از بسته‌ها می‌باشد. بنابراین روش مبتنی بر GWO از مقادیر متریک شمارش انتقال پیش بینی شده (ETX) استفاده می کند تا تعداد انتقالاتی را که برای تحویل بسته ها به مقادیر انتخاب شده استفاده می شود، کاهش دهد. نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی عملکرد مناسبی از نظر گذردهی شبکه، تاخیر انتها به انتها، تعداد بسته‌های از دست رفته و طول عمر شبکه به همراه داشته است

پیشنهاد می شود یکی از کارهایی که می‌تواند به بهبود عملکرد سیستم در شبکه با تعداد گره زیاد منجر شود، استفاده از خوشه‌بندی و انتخاب سرخوشه بهینه برای انتقال اطلاعات مربوط به گره‌های درون هر خوشه است. انتخاب بهینه سرخوشه نیز چالشی مفید برای بهبود عملکرد سیستم به شمار می‌رود.

۶- منابع

[1] Tilwari, V., Maheswar, R., Jayarajan, P., Sundararajan, T.V.P., Hindia, M.N., Dimyati, K., Ojukwu, H. and Amiri, I.S., 2020. MCLMR: A multicriteria based multipath routing in the mobile ad hoc networks. Wireless Personal Communications, 112(4), pp.2461-2483

[2] Khanh, Q.V., 2021. An Energy-Efficient Routing Protocol for MANET in Internet of Things Environment. iJOE, 17(07), p.89.

[3] Sarhan, S. and Sarhan, S., 2021. Elephant herding optimization Ad Hoc on-demand multipath distance vector routing protocol for MANET. IEEE Access, 9, pp.39489-39499

[4] Ismail, Z. and Hassan, R., 2011, October. A performance study of various mobility speed on AODV routing protocol in homogeneous and heterogeneous MANET. In The 17th Asia Pacific Conference on Communications (pp. 637-642). IEEE.

[5] Sharma, D.K., Patra, A.N. and Kumar, C., 2017. P-AODV: A priority based route maintenance process in mobile ad hoc networks. Wireless Personal Communications, 95(4), pp.4381-4402.

[6] Taha, A., Alsaqour, R., Uddin, M., Abdelhaq, M. and Saba, T., 2017. Energy efficient multipath routing protocol for mobile ad-hoc network using the fitness function. IEEE access, 5, pp.10369-10381.

[7] Mu, J., 2017. An improved AODV routing for the zigbee heterogeneous networks in 5G environment. Ad Hoc Networks, 58, pp.13-24.

[8] Mu, J., 2014. A directional broadcasting algorithm for routing discovery in ZigBee networks. EURASIP journal on wireless communications and networking, 2014(1), pp.1-9.

[9] Anand, M. and Sasikala, T., 2019. Efficient energy optimization in mobile ad hoc network (MANET) using better-quality AODV protocol. Cluster Computing, 22(5), pp.12681-12687.

[10] Jevtić, N.J. and Malnar, M.Z., 2018. Implementation of ETX Metric within the AODV Protocol in the NS-3 Simulator. Telfor Journal, 10(1), pp.20-25.

[11] Boushaba, M., Hafid, A. and Gendreau, M., 2014. Source-based routing in wireless mesh networks. IEEE systems Journal, 10(1), pp.262-27۰.

[12] Baniata, M., Reda, H.T., Chilamkurti, N. and Abuadbba, A., 2021. Energy-Efficient Hybrid Routing Protocol for IoT Communication Systems in 5G and Beyond. Sensors, 21(2), p.537.

[13] Kaur, G., Chanak, P. and Bhattacharya, M., 2021. Energy efficient intelligent routing scheme for IoT-enabled WSNs. IEEE Internet of Things Journal.

[14] De Couto, D.S., Aguayo, D., Bicket, J. and Morris, R., 2003, September. A high-throughput path metric for multi-hop wireless routing. In Proceedings of the 9th annual international conference on Mobile computing and networking (pp. 134-146).

[15] Wang, Z., Jin, Z., Yang, Z., Zhao, W., & Trik, M. (2023). Increasing efficiency for routing in internet of things using binary gray wolf optimization and fuzzy logic. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, 35(9), 101732.

روش ارجاع: آ.خسروی، ا. حاجی وند، ش. دوه لی، مسیریابی شبکه های ادهاک پویا با استفاده ازالگوریتم بهینه سازی گرگ خاکستری باهدف بهبودگذردهی شبکه ، دوفصلنامه محاسبات و سامانه‌های توزیع شده، سال هفتم، شماره۱، شماره پیاپی۱۳، صفحه ۱ تا ۱۱، سال۱۴۰۳

How to cite: A. Khosravi, A. Hajivand, S. Davahli, Routing of Dynamic Adhoc Network Algoritgray Wolf Optimization with the Aim of Improving Network Passivity, Journal of Distributed Computing and Systems (JDCS), Vol 7, Issue 1, Page 1-11, 2024.

Optimizing the Routing of Dynamic Ad Hoc Networks with Wolf Optimization Algorithm to Enhance Network Performance

A. Khosravi [1] A. Hajivand [2], S. Davahli [3]
[1] Faculty of Engineering,Mahallat Institute of Higher Education,Mahallat, Iran
[2]Shahabdanesh University, Qom
[3]Pooyesh University, Qom

Abstract

In recent years, MANET wireless networks have found diverse applications in various structures. Network outages primarily stem from energy depletion issues in these networks, as node communication lacks centralized management. This study focuses on addressing the energy constraints in MANET routing through energy optimization and integrating multi-path routing to enhance data transmission efficiency. To realize this objective, a strategy leveraging gray wolf optimization is suggested, utilizing energy, delay, lifetime, and link quality as key parameters. Objective function values are computed for each feasible path and organized following the GWO wolf hierarchy. By employing a routing metric like Expected Times (ETX), enhanced network performance can be attained. Nevertheless, using ETX leads to increased routing overhead, rendering it impractical for networks with numerous mobile nodes. Hence, an ETX-based routing criterion, labeled (L-ETX), is introduced to diminish overhead and enhance network performance. The outcomes demonstrate that the proposed approach yields superior routing compared to alternative models, showcasing reduced energy consumption, delay, packet delivery ratio (PDR), and network longevity.

[16] Navin Dhinnesh, A. D. C., & Sabapathi, T. (2024). Multi-objective Grey Wolf Optimization based self configuring wireless sensor network. Wireless Networks, 1-12.

اعظم حاجی وند مدرک کاردانی خود در رشته ی مدارک پزشکی در دانشگاه علوم پزشکی سمنان در سال1387 دریافت کرده و در سال1399 مدرک کارشناسی خود را در دانشکده پویش و در رشته ی نرم افزار کامپیوتر دریافت کرده است و در حال حاضر مشغول تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد رشته ی نرم افزار کامپیوتر در دانشگاه شهاب دانش می باشد و زمینه پژوهش و علایق مسیریابی شبکه های ادهاک پویا با استفاده ازالگوریتم بهینه سازی را دارا می باشد.
نشانه رایانامه ایشان عبارتند از:
azamhajivand@yahoo.com

آرش خسروی مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی نرم‌افزار در سال ۱۳۸۲ از دانشگاه صنعتی اصفهان، مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی فناوری اطلاعات در سال ۹۲ و مدرک دکتری خود را در رشته مهندسی فناوری اطلاعات، گرایش دستگاه‌های اطلاعاتی در سال ۹۶ از دانشگاه صنعتی مالزی اخذ کرده است. ایشان در حال حاضر به‌عنوان هیات علمی مرکز آموزش عالی محلات مشغول به کار هستند. زمینه‌های پژوهشی موردعلاقه ایشان عبارت‌اند از: هوش تجاری، سیستم های پیشنهاددهنده، مدیریت دانش مشتری، داده‌کاوی، متن‌کاوی و فناوری اطلاعات در پزشکی.
نشانه رایانامه ایشان عبارتند از:
Khosravi.280@gmail.com