یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

افزایش طول عمر شبکه های حسگر بی‌سیم با استفاده از خوشه بندی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک

شایسته طباطبائی (نویسنده مسئول)[1]،

[1] گروه مهندسی کامپیوتر، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران

shtabatabaey@yahoo.com

چکیده

اخیراً، شبکه حسگر بی‌سیم با توجه به برنامه‌های کاربردی متنوعی که دارد به یکی از مهم‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی برای محققان تبدیل شده است. با توجه به محدودیت‌ها و ویژگی‌های خاص این نوع از شبکه‌ها نظیرتغییر توپولوژی، پهنای باند محدود، تأخیر زیاد انتشار داده و انرژی محدود، پیدا کردن مسیری کارآمد بین منبع و مقصدامری مهم است تا بتواند با مصرف انرژی پایین، تعداد بسته بیشتری را به سینک برساند. بر این اساس در این مقاله، یک مکانیسم خوشه بندی انرژی کارآمد جدید، بر اساس الگوریتم ژنتیک ، برای طولانی کردن طول عمر شبکه ارائه شده است. هدف اصلی این طرح کاهش فاصله‌های انتقال داده‌ها از گره‌های حسگر با استفاده از مفاهیم ساختار خوشه‌ای یکپارچه می‌باشد. نتایج شبیه سازی با opnet نشان می‌دهد که طرح پیشنهادی دارای عملکرد بهتری نسبت به پروتکل IEEE 802.15.4 از نظر مصرف انرژی و طول عمر شبکه برای شبکه‌های حسگر بی سیم می-باشد.

واژه‌های کلیدی

خوشه بندی، مصرف انرژی، شبکه‌های حسگر بی‌سیم، الگوریتم ژنتیک، پروتکل.IEEE802.15.4

۱. متن مقاله

امروزه شبکه‌های حسگر بی سیم توجه بسیار زیادی را برای استفاده از آنها در نظارت بر محیط، نظارت امنیتی، بهداشت و معادن زیرزمینی به دست آورده اند. یکی از گروهبندی‌های شبکه حسگر بی‌سیم، شبکه حسگر بی‌سیم زیر آب است که بر محیط اقیانوس‌ها نظارت دارد. با این حال، محدودیت اصلی شبکه حسگر بی‌سیم زیر آب این است که گره‌های حسگر در منابع قدرت محدود اداره می شود علاوه بر این، در برنامه‌های مختلف از جمله در در کف اقیانوسها به دلیل ماهیت محیط به راحتی در دسترس نباشند و در نتیجه آنها نمی‌توانند مجدداً شارژ شوند. بنابراین حفاظت از انرژی در گره‌های حسگر، طول عمر شبکه را به حداکثر می‌رساند که یکی از مسائل چالش برانگیز در شبکه‌های حسگر بی سیم زیر آب است. یکی از تکنیک های صرفه جویی در مصرف انرژی، خوشه بندی گره های حسگر می‌باشد. در فرآیند خوشه بندی، گره های سنسور به گروههای متمایز به نام خوشه ها سازمان دهی می‌شوند و هر خوشه دارای یک هماهنگ کننده است که به عنوان سر خوشه (CH) معرفی می‌گردد و باقی مانده گره‌ها به عنوان اعضای خوشه (CMها) شناخته می-شوند. هر گره سنسور باید به یک خوشه تعلق داشته باشد. گره های سنسور اطلاعات حس شده را به CHهای مربوط به خود ارسال می-کنند سپس CHها اطلاعات را جمع آوری کرده و آن ها را به یک ایستگاه پایه به نام سینک با استفاده از یک ارتباط یک و یا چند گام ارسال می‌کند. در بسیاری از تکنیک‌های مسیریابی ، خوشه بندی مجدد برای متعادل کردن مصرف انرژی CHها انجام می‌شود. با این حال، در چنین تکنیک‌هایی مسیریابی، تمام CHهای همسایه موجود در مسیر ممکن است بسته‌های داده خود را به یک CH تک بدهند که باعث می‌شود انرژی خود را به سرعت تخلیه کند. در نتیجه، کل شبکه ممکن است در مراحل اولیه تقسیم شود. علاوه بر این، الگوریتم خوشه بندی با توجه به انتخاب CH ناکارآمد، توزیع ناهموار CH و شکل گیری خوشه های بی اثر، بر عملکرد الگوریتم مسیریابی تأثیر گذار می‌باشد. بنابراین اگر خوشه بندی نیز به صورت کارآمد انجام نشود ممکن است انرژی سرخوشه‌ها کم شده و توپولوژی شبکه بهم بریزد. برا این اساس در این مقاله سعی شده یک الگوریتم مسیریابی جدید آگاه از انرژی برای شبکه‌های حسگر بی سیم مبتنی بر خوشه بندی ارائه شود. در رویکرد پیشنهادی، تمام گره‌های حسگر به خوشه‌های مجزا سازماندهی شده است. برای انتخاب سرخوشه‌ها، هر گره با توجه به انرژی و حجم کاری انجام داده‌اش و با استفاده از الگوریتم ژنتیک جهت تبدیل شدن به یک سرخوشه با یک تأخیر زمانی شروع می‌کند. برای تشکیل خوشه‌ها، گره ها به سرخوشه با در نظر گرفتن فاصله آنها تا سرخوشه می‌پیوندند و ستون فقرات مجازی هدایت شده (DVB[1]) از سرخوشه‌ها ریشه در سینک دارد که با استفاده از تمام سرخوشه‌ها به منظور تسهیل مسیریابی ساخته شده است. در مسیریابی داده‌ها، هر سرخوشه بسته‌های داده را به گام بعدی سرخوشه هدایت می‌کند و این کار باعث می‌شود مصرف انرژی آنها متعادل شود.

۲. کارهای مرتبط

با توجه به اینکه بهبود مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر یک مسئله مهمی است که باید به آن پرداخته شود لذا در این زمینه در سالهای اخیر تحقیقات زیادی روی این گونه از شبکه‌ها انجام یافته است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

در مقاله [۱] با توجه به این مسئله که هدف پروتکل‌های مسیریابی، انتخاب بهترین مسیر برای ارسال اطلاعات به مقصد است نویسندگان پروتکل‌های مسیریابی مبتنی بر تحرک گره را به چهار دسته مبتنی بر بردار، مبتنی برعمق، مبتنی بر خوشه‌بندی و مبتنی بر مسیر دسته بندی می‌کنند. در این طبقه‌بندی تمرکز اصلی بر استقرار، تحرک گره، ارسال داده‌ها، کشف مسیر و تعمیر مسیر است. این مقاله همچنین بر مشکلات موجود در پروتکل‌های مسیریابی مبتنی بر تحرک تمرکز می‌کند. آنها دو روش تحلیل را معرفی کردند که یک روش تحلیلی است و دیگری روش‌های شبیه‌سازی عددی است. آنها در روش تحلیلی پروتکل‌های مسیریابی پیشنهادی را از طریق پارامترهای معماری و پارامترهای عملکرد مقایسه نمدند. در تجزیه و تحلیل شبیه‌سازی عددی شبیه‌سازی پروتکل‌های مسیریابی پیشنهادی را از طریق نسبت تحویل بسته‌ها نسبت به به پروتکل مسیریابی مبتنی بر عمق مقایسه نمودند. ایده‌های اصلی این مقاله این است که محققان را به تحقیقات بیشتر در زمینه پروتکل‌های مسیریابی شبکه حسگر براساس قابلیت تحرک گره هدایت می‌کند. در [۲] نویسندگان سنسورهای

[1] Directed Virtual Backbone

ناهمگن را برای مسیریابی در شبکه حسگر معرفی می‌کنند و یک چارچوب ردیابی مستقل از سنسور را پیشنهاد می‌کند. روش پیشنهادی آنها اجازه می‌دهد تا حسگر های ناهمگن به طور منحصر به فرد رفتار کنند. چارچوب پیشنهادی با شبیه سازی مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج نشان می‌دهد که این روش برآورد موقعیت مکانی بهتر بر روی یک رویکرد شبکه مشبک معمولی را به ارمغان می‌آورد. آنها روی مکانیسم تخمین وضعیت پویا در مساله ردیابی هدف تمرکز نمودند. به منظور ساده سازی مشکل، فرض کردند مکان‌های سنسورها با استفاده از مکانیسم دیگری تعیین می‌شوند. مشاهدات حسگر نیز بسته به زمان و محل هماهنگ شده است. از مدل‌هایی برای تفسیر مشاهدات سنسورها استفاده شده است. برای مشکل گستردگی حسگرها از الگوریتم تجمیع استفاده شده است. در [۳] مصرف انرژی گرههای حسگر را به عنوان یک مسئله چالش برانگیز در شبکه‌های حسگر مطرح و برای رسیدن به این هدف یک پروتکل مسیریابی جغرافیایی چند منظوره مقرون به صرفه پیشنهاد شد. ر وش پیشنهادی از درخت چندگانه بهره می‌گیرد که به وسیله مجموعه‌ای از مقصدها و گره منبع براساس معیار انرژی از پیش ساخته شده است، تا تحویل پیام‌های چندرسانه‌ای را هدایت کند و بطور انطباقی نزدیکترین گره به محل رله انرژی مطلوب را به عنوان حمل و نقل آینده برای حفظ انرژی انتخاب کند. نتایج تحلیلی و شبیه سازی نشان می‌دهد که پروتکل پیشنهادی عملکرد بهتری از لحاظ مصرف انرژی، سربار، پیچیدگی محاسباتی و نسبت بالای تحویل بسته در مقایسه با پروتکل‌های دارد. در [۴] نویسندگان یک جستجوی فاخته بهبود یافته مبتنی بر الگوریتم گزینشی سر خوشه‌ها برای شبکه‌های حسگر بی‌سیم پیشنهاد نمودند. این الگوریتم مجموعه‌ای از سرخوشه‌ها را از میان گره‌های حسگر مستقر برمی‌گزینند به گونه‌ای که تمامی سرخوشه‌ها گره با انرژی بالا هستند که بطور یکسانی توزیع شده‌اند و هیچ گرهی در شبکه باقی نمانده باشد. تابع هدف به کار گرفته شد، در جستجوی فاخته پیشنهادی آنها مبتنی بر الگوریتم بهینه سازی، چهار پارامتر انرژی باقی مانده گره، درجه گره، فاصله بین خوشه‌ای و نسبت پوشش را در نظر می گیرد. علاوه بر آن، جستجوی هارمونی بهبود یافته مبتنی بر الگوریتم مسیریابی برای مسیریابی بسته داده‌ای از سرخوشه ها به سمت سینک پیشنهاد دادند که قادر است مصرف انرژی را بهبود بخشد. در [۵] نویسندگان یک پروتکل خوشه‌بندی با به کارگیری یک الگوریتم بهینه سازی واکنش شیمیایی جدید (Ncro) پیشنهاد کردند. الگوریتم بهینه سازی واکنش شیمیایی جدید از پارامترهای مختلفی مانند فاصله میان سرخوشه و سینک، انرژی باقی مانده و فاصله میان خوشه‌ای در طراحی و تابع تناسب بهره می‌برد. که این پروتکل توزیع یکسان سرخوشه‌ها را تضمین نمی‌کند که به مسئله حفره انرژی می‌انجامد. در [۶] نویسندگان بهینه‌سازی ازدحام ذرات (pso) کارآمد انرژی مبتنی بر پروتکل انتخاب سر خوشه (pso-echs) پیشنهاد دادند. بهینه‌سازی ازدحام ذرات کارآمد انرژی مبتنی بر پروتکل انتخاب سرخوشه از پارامترهایی مانند فاصله بین خوشه‌ای، انرژی باقی مانده و فاصله تا سینک تمامی سرخوشه‌ها در تابع تناسب بهره می‌برد. این پروتکل تمامی گره ها برای انتخاب سرخوشه ها را در نظر نمی‌گیرد. با این وجود، به صورت تصادفی مجموعه‌ای از گره‌ها را تحت عنوان سرخوشه‌های داوطلب برمی‌گزینند سپس بهینه سازی ازدحام ذرات فرا ابتکاری را برای گزینش سرخوشه اعمال می‌کند. با توجه به اینکه پارامتری مانند فاصله میان سرخوشه و سینک، سرخوشه‌های منتخب به طور یکسانی کل منطقه را تحت پوشش قرار نمی دهد، این به مصرف نامتعادل انرژی در شبکه می‌انجامد. در [۷] نویسندگان یک پروتکل خوشه ای بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO) به نام E-OEERP پیشنهاد کردند. پروتکل خوشه‌ای بهینه‌سازی ازدحام ذرات از الگوریتم جستجوی گرانشی برای مسیریابی میان سرخوشه و ایستگاه پایه بهره می‌برد. در پروتکل خوشه‌ای بهینه سازی ازدحام ذرات، فاصله میان سرخوشه‌ها و ایستگاه پایه را به عنوان پارامتری برای گزینش سرخوشه ها درنظر گرفته که به گزینش تمامی سرخوشه‌های نزدیک به ایستگاه پایه می‌انجامد. به همین علت، این پروتکل به مسئله توزیع غیر یکسان سرخوشه ها دچار می‌شود که به مصرف انرژی نامتعادل می‌انجامد. در [۸] نویسندگان یک الگوریتم خوشه ای جستجوی فاخته پیشنهاد داد که شامل دو نوع مختلف گره های حسگر بودند. این پروتکل بر این فرض است که ۲۰ درصد گره ها میزان انرژی بالاتری از هشتاد درصد باقی مانده دارند. این رویکرد همیشه سرخوشه هایی را با میزان انرژی راه اندازی بالاتر در میان ۲۰ درصد گره ها بر می‌گزینند. این مورد به مسئله توزیع غیریکسان سرخوشه دچار شده که به مصرف انرژی نامتعادل در شبکه می‌انجامد.

۳. روش پیشنهادی

در این بخش به توضیح روش پیشنهادی می‌پردازیم. الگوریتم پیشنهادی شامل دو فاز است :

الف) فاز تشکیل خوشه‌ها

در روش پیشنهادی عملیات تعیین سرخوشه‌ها در درون سینک انجام می‌گیرد. پس از دریافت اطلاعات انرژی و همچنین موقعیت گرههای شبکه، آنها را در خوشه‌های متوازن از نظر مصرف انرژی کل و حجم کار انجام شده بر حسب الگوریتم ژنتیک دسته‌بندی کند. هدف کلی روش اینست که ساختار بوجود آمده از گرهها و تعدادی سرخوشه، طوری در سطح شبکه توزیع شده باشند که مصرف انرژی کل شبکه مینیمم شود.

ب)فاز حالت دائمی

پس از تشکیل خوشه‌ها، گرهها سرخوشه‌های خود را می‌شناسند و داده خود را طبق برنامه زمانبندی TDMA[2] که سرخوشه‌ها آنرا تعیین و برای گره‌ها ارسال کرده‌اند، به سرخوشه مربوطه ارسال می‌کنند به هر بار اجرای فاز تشکیل خوشه و حالت دائمی یک دوره[3] گویند. در پایان هر دوره عملیات خوشه بندی مجدداً انجام می‌شود و گره‌های جدیدی برای نقش سرخوشه بودن انتخاب می شود. در ادامه به بیان جزئیات الگوریتم پیشنهادی می‌پردازیم.

در ایستگاه پایه تعداد سرخوشه‌های لازم از قبل به برنامه داده می‌شود؛ که این تعداد طول کروموزم را مشخص می‌نماید. هر کدام از ژنهای این کروموزم، شناسه تعدادی از گرههای شبکه است که انرژی آنها از میانگین انرژی شبکه بیشتر است و همچنین فاصله نزدیکتری به سینک دارد. لازم بذکر است که ایستگاه پایه از انرژی تک تک گرههای شبکه با خبر است و می‌تواند میانگین انرژی شبکه و فاصله تا سینک را محاسبه کند. ساختار کروموزم را به صورت رابطه (۱) تعریف می‌کنیم:

$$chrom = \{gi \mid i = 1,2,...,L\} \qquad (۱)$$

که در آن L طول کروموزم و gi ، ژن i ام از کروموزم می‌باشد.

در این تحقیق برای هر کروموزم از کدینگ حقیقی و پیوسته استفاده می‌شود بنابراین فضای ژنها را می‌توان بصورت رابطه (۲) تعریف نمود:

$$Gi = RE.D.ID \quad , \quad ID = 1,2,\ldots 30 \qquad (۲)$$

بطوریکه ID بیانگر شناسه گره حسگر و RE بیانگر انرژی باقیمانده گره و D بیانگر فاصله تا سینک است. مراحل اجرای الگوریتم بصورت زیر است:

تولید تصادفی جمعیت اولیه: جمعیتی تصادفی متشکل از N کروموزوم را که به تعداد سرخوشه‌ها داری ژن است، بصورت تصادفی تولید می کند. با توجه به اینکه ما می‌خواهیم پنج سرخوشه داشته باشیم لذا پنج گره از بین گرهها بصورت تصادفی در کروموزوم بعنوان ژن انتخاب می‌شود.

تعیین مقدار برازندگی: برای تعیین مقدار برازندگی ژنها یا سرخوشه‌ها از دو معیار میزان انرژی باقی‌مانده گره و فاصله تا سینک استفاده می‌کنیم. که توسط رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

$$Fit = \sum_{i=1}^{5} \left(RE_i + \frac{1}{(D_i)^2}\right) \qquad (۳)$$

بطوریکه RE انرژی باقی مانده گره حسگرiام و D فاصله گره حسگر iام تا سینک است. ب

---

[2] Time Division Multiple Access
[3] Rounds

انتخاب والدها بر حسب کیفیت آنها: یک جمعیت جدید را بر حسب انتخاب ۵۰ درصد از کروموزمها با بالاترین برازندگی (برازندگی یک کرموزوم برابر میانگین برازندگی ژنهای موجود در کروموزوم است) ایجاد می‌کند و گامهای زیر را تا کامل شدن جمعیت جدید انجام می‌دهد.

انجام عمل برش: یک عدد تصادفی در محدوده طول کروموزوم(۰ الی ۵) تولید و جفت کروموزم والد را از نقطه تولید شده بصورت ضربدری برش می‌زند بطوریکه قسمت اول از والد اول و قسمت دوم از نقطه برش را از والد دوم انتخاب می‌کند و فرزندان را بدین ترتیب ایجاد می‌کند.

انجام عمل جهش: با احتمال ۰,۷ عمل جهش انجام می‌شود بدین ترتیب که ابتدا یک عدد تصادفی در بازه [۰-۱] را تولید اگر عدد تولید شده بزرگتر یا مساوی ۰,۷ باشد عمل جهش انجام می‌شود در غیر این صورت جهش انجام نمی‌شود برای انجام عمل جهش نیز دو عدد تصادفی در محدوده طول کروموزوم(۰ الی ۵) تولید و بعنوان اندیس آرایه به کروموزوم در نظر می‌گیرد جای دو خانه که مقادیر دو عدد تصادفی تولید شده به آنها اشاره دارد را تعویض می‌نماید.

جایگزینی نسل جدید بجای نسل قدیم: اولاد جدید را در یک جمعیت جدید قرار می‌دهد.

بررسی شرط خاتمه الگوریتم: اگر شرط نهایی برآورده شود، یعنی اگر دور صدم از اجرا باشیم (شرط خاتمه صد دور اجرای الگوریتم در نظر گرفته شده است) الگوریتم متوقف می شود و بهترین راه حل که در جمعیت جاری است، برگردانده می‌شود. در صورتیکه شرط خاتمه برآورد نشود به مرحله محاسبه کیفیت پاسخها با استفاده از تابع برازندگی می‌رود و دوباره مراحل فوق را تکرار می‌کند.

پس از تعیین سرخوشه‌ها، سرخوشه‌ها یک پیام advertisement را در رنج خود ارسال می‌کنند، هرکدام از گره‌های عادی که این پیام را دریافت کردند، باتوجه به فاصله‌شان نزدیکترین سرخوشه را انتخاب می‌کنند و پیام join را به همراه انرژی باقیماندشان برای سرخوشه‌ی خود ارسال می‌کنند. بدین ترتیب اعضاء خوشه‌ها نیز تعیین شده و خوشه‌ها شکل می‌گیرد.

۴. محیط شبیه سازی

در این مقاله برای شبیه سازی روش پیشنهادی و مقایسه آن با پروتکل IEEE 802.15.4 از نرم افزار شبیه سازی OpnetModeler[4] نسخه ۱۱,۵ استفاده شده است.

پارامترهای شبیه سازی در جدول (۱) نشان داده شده است.

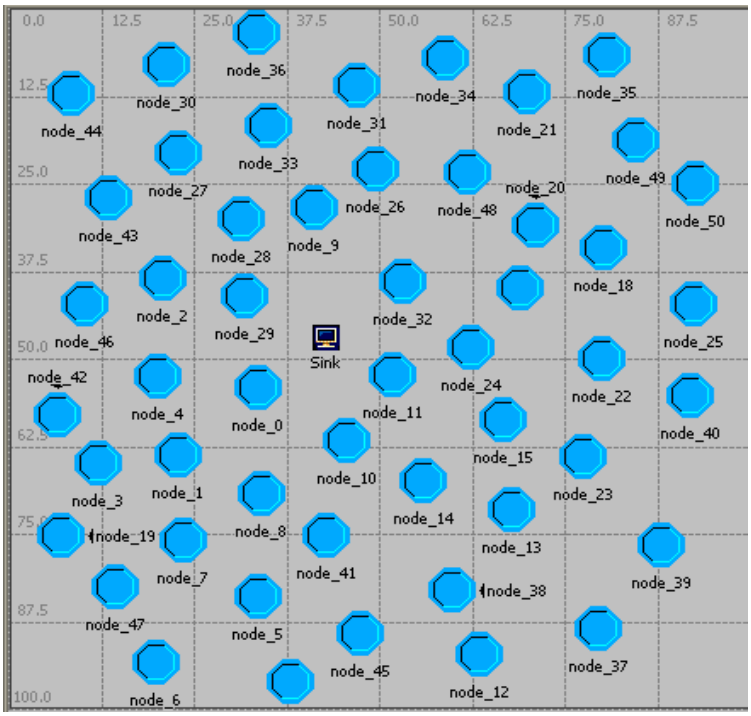
با توجه به شکل (۲) در روش پیشنهادی ما همبندی شبکه را ۵۰ گره در نظر گرفته‌ایم که دو سناریو، که سناریو اول گره‌های حسگر بصورت تصادفی بر اساس پروتکل IEEE 802.15.4 که در شبکه‌های حسگر بی‌سیم که یک پروتکل استاندارد با نرخ داده کم و انرژی مصرفی کم و هزینه ساخت پایین و کاملاً انعطاف پذیر است و برای کاربردهای بلادرنگ مناسب می‌باشد در محیط پراکنده شده‌اند و در سناریو دوم گرهها بصورت تصادفی در محیط پخش شده‌اند که با روش پیشنهادی (الگوریتم ژنتیک) خوشه‌بندی می‌شوند. برای هر دو سناریو همبندی یکسانی را فرض کرده‌ایم در ادامه به نتایج شبیه‌سازی پروتکل پیشنهادی بر اساس سناریوها می‌پردازیم.

جدول (۱). پارامترهای شبیه سازی

پارامتر	مقدار
تعداد گره‌ها	۵۰

[4] Optimized Network Engineering Tool

محیط شبیه سازي	۱۰۰m × ۱۰۰m
برد انتقال راديويي	۲۵۰m
اندازه بسته	۱۰۲٤bit
نوع ارسال	Constant
زمان شبیه سازي	۱۰۰ Sec
لایه mac	IEEE802.15.4
مقدار اوليه انرژي	۲۰۰-٤۵۰Jul

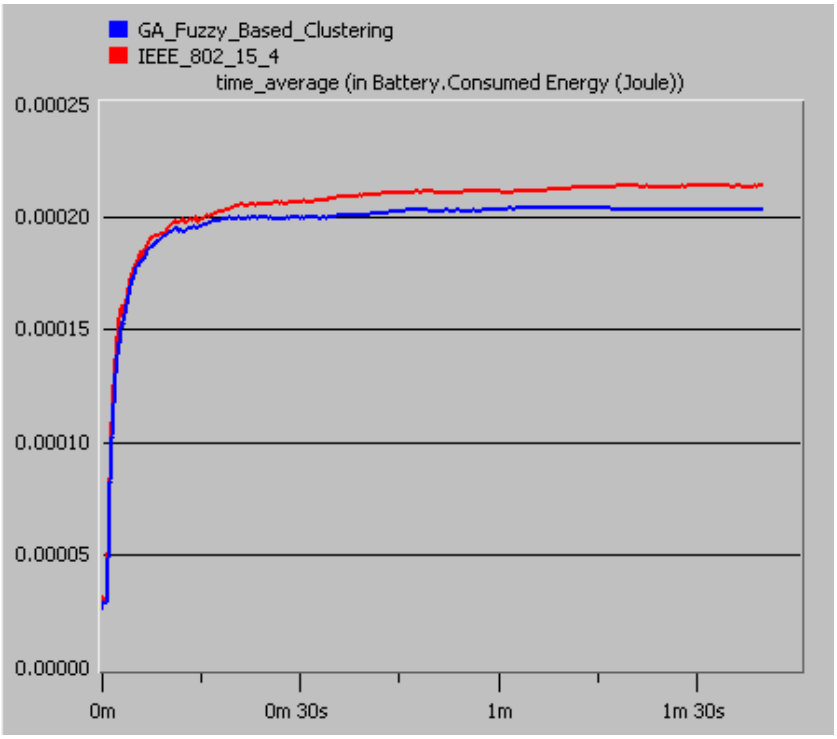


شکل(۲). نمایی از ویرایشگر شبکه مدل شبیه سازی شده

۵. نتایج شبیه سازی

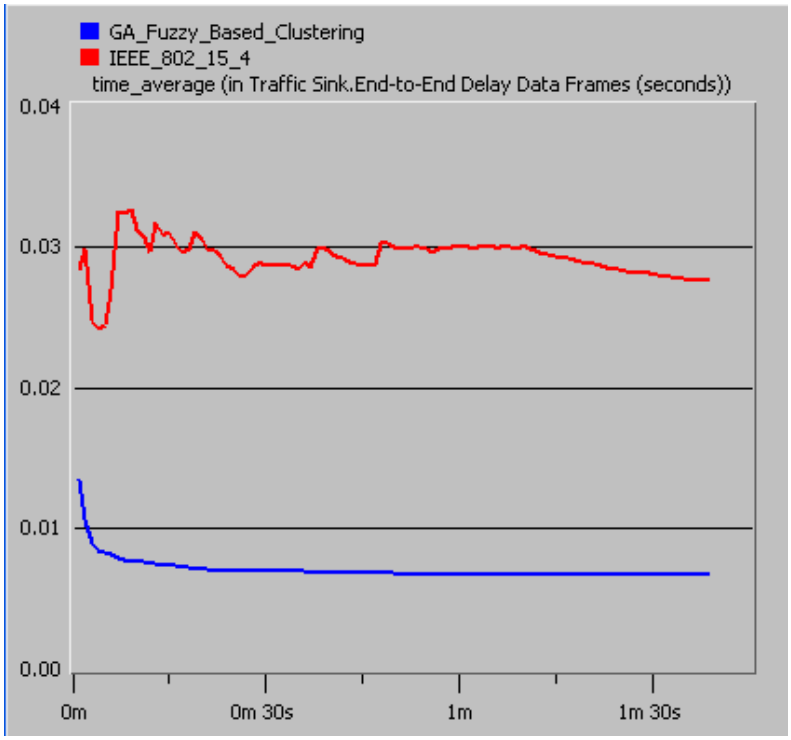
نمودار (۱) به مقایسه میانگین انرژی مصرفی شبکه برای سناریو الگوریتم پیشنهادی و سناریوی پروتکل IEEE 802.15.4 می‌پردازد. محور عمودی انرژی مصرفی و محور افقی زمان شبیه‌سازی است. چنانکه انتظار می‌رود پروتکل IEEE 802.15.4 دارای بالاترین مصرف انرژی می‌باشد. زیرگرههای شبکه آگاهانه عمل نمی‌کنند و بدون توجه به میزان انرژی گره اطلاعات داده جمع آوری شده را مستقیماً به گره سینگ ارسال می‌کنند در صورتیکه در روش پیشنهادی با استفاده از خوشه‌بندی توسط الگوریتم ژنتیک از گره‌هایی برای ارسال و

انتقال داده استفاده می‌شود انرژی بیشتر و حجم کاری کمتری را انجام داده باشند و از طرفی با توجه به اینکه گرههای عضو نیز با توجه به فاصله‌شان به گره سرخوشه می‌پیوندند لذا برای ارسال داده از گره عضو به سرخوشه نیز نیازی نیست انرژی مصرفی زیادی صرف شود.



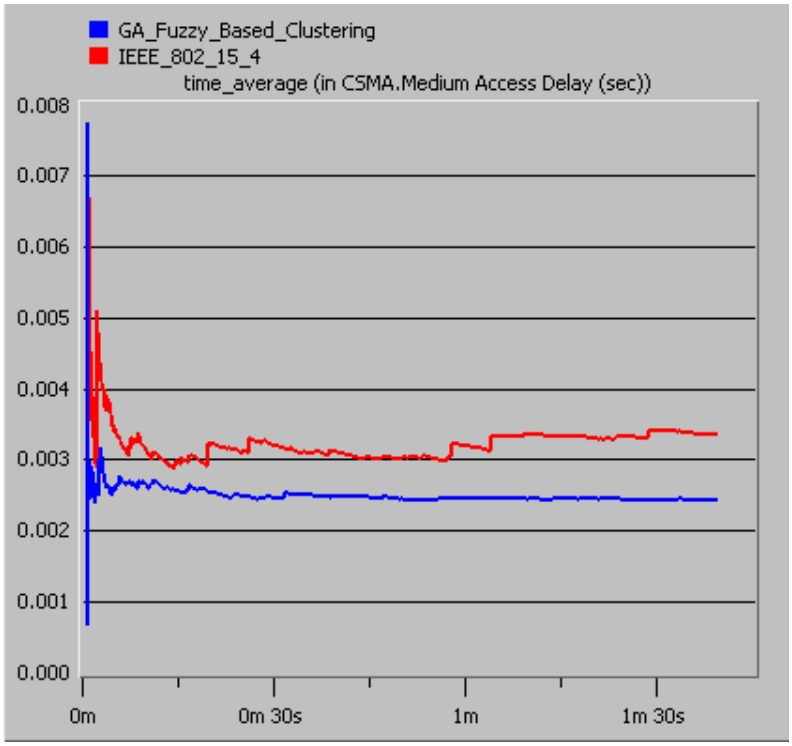
نمودار (۱). میانگین انرژی مصرفی شبکه

نمودار (۲) به مقایسه تأخیر انتها به انتها برای سناریوهای الگوریتم پیشنهادی و سناریوی پروتکل IEEE 802.15.4 می‌پردازد. محور عمودی تأخیر انتها به انتها و محور افقی زمان شبیه سازی است. چنانکه مشاهده می‌شود در سناریو پروتکل IEEE 802.15.4 تأخیر افزایش می‌یابد زیرا برخی از گره‌های شبکه ممکن است بخشی از داده را ارسال نمایند و برای ادامه ارسال انرژی کمی داشته باشند و نتوانند عمل انتقال اطلاعات را تکمیل کنند اما در پروتکل پیشنهادی چون در خوشه‌بندی سرخوشه‌ها از بین گرهها با انرژی بیشتر انتخاب می‌شوند و اعضاء خوشه نیز بر حسب فاصله به سرخوشه می‌پیوندند، لذا تأخیر انتها به انتها کاهش یافته است.



نمودار (۲). تأخیر انتها به انتها

نمودار (۳) به مقایسه تأخیر دسترسی به رسانه برای سناریوهای الگوریتم پیشنهادی و سناریوی پروتکل IEEE 802.15.4 می‌پردازد. محور عمودی تأخیر دسترسی به رسانه و محور افقی زمان شبیه سازی است. چنانکه مشاهده می‌شود در سناریو پروتکل IEEE 802.15.4 تأخیر فایلهای چند رسانه‌ای افزایش می‌یابد زیرا در انتقال ویدیو به دلیل نرخ تولید داده خیلی بالا و همچنین خاصیت انفجاری، وقوع ازدحام افزایش می‌یابد اما در پروتکل پیشنهادی چون در خوشه‌بندی سرخوشه‌ها از بین گرهها با انرژی بیشتر انتخاب می‌شوند لذا تأخیر انتها به انتها کاهش یافته است.



نمودار (۳). تأخیر دسترسی به رسانه

۶. نتیجه گیری

در این تحقیق روش جدیدی برای خوشه‌بندی شبکه حسگر، با استفاده از الگوریتم ژنتیک پیشنهاد شد و جزئیات آن برای شبکه‌های حسگری بی‌سیم به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار گرفت و معیارهای مهم کیفیت ارائه خدمات مانند مصرف توان، تأخیر دسترسی به رسانه و تاخیر انتها به انتها با استفاده از نرم‌افزار OPNET شبیه‌سازی شده و مورد ارزیابی قرار گرفت. همانطور که ملاحظه شد استفاده از الگوریتم ژنتیک برای خوشه‌بندی و انتخاب سرخوشه‌های مناسب می‌تواند سبب افزایش طول عمر شبکه حسگر شود. به طور کلی مشاهده شد که پروتکل پیشنهادی، رفتار بهتری نسبت به IEEE 802.15.4 نشان می‌دهد. پروتکل مسیریابی پیشنهادی به دلیل انتخاب مسیرهای پایدارتر با انرژی بالا، کارآیی کلی شبکه را بهبود بخشیده و قابلیت اطمینان تحویل بسته و نرخ گذردهی شبکه را نسبت به پروتکل IEEE 802.15.4 افزایش داده است.

منابع

[1] Ahmed, M., Salleh, M., & Channa, M. I. (2017). Routing protocols based on node mobility for underwater wireless sensor network (UWSN): a survey. Journal of Network and Computer Applications, 78, 242-252.
[2] Sleep, S. R., Dadej, A., & Lee, I. (2017). Representing arbitrary sensor observations for target tracking in wireless sensor networks. Computers & Electrical Engineering, 64, 354-364.
[3] Huang, H., Zhang, J., Zhang, X., Yi, B., Fan, Q., & Li, F. (2017). EMGR: Energy-efficient multicast geographic routing in wireless sensor networks. Computer Networks, 129, 51-63.

[4] Gupta, G. P., & Jha, S. (2018). Integrated clustering and routing protocol for wireless sensor networks using Cuckoo and Harmony Search based metaheuristic techniques. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 68, 101-109.

[5] Rao, P. S., & Banka, H. (2017). Energy efficient clustering algorithms for wireless sensor networks: novel chemical reaction optimization approach. Wireless Networks, 23(2), 433-452.

[6] Rao, P. S., Jana, P. K., & Banka, H. (2017). A particle swarm optimization based energy efficient cluster head selection algorithm for wireless sensor networks. Wireless Networks,23(7), 2005-2020.

[7] RejinaParvin, J., & Vasanthanayaki, C. (2015). Particle swarm optimization-based clustering by preventing residual nodes in wireless sensor networks. IEEE sensors journal, 15(8), 4264-4274.

[8] Abidi, B., Jilbab, A., & Haziti, M. E. (2017). Wireless Sensor Networks in Biomedical: Wireless Body Area Networks. In Europe and MENA Cooperation Advances in Information and Communication Technologies (pp. 321-329). Springer International Publishing.