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

بررسی و تحلیل طول عمر شبکه‌های حسگر بی‌سیم

رضا رجائی[۱]، سها سوادی[۲]، اکبر کاظمی[۳] مجتبی اسلام نژاد نمین[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی مقدس اردبیلی، اردبیل، ایران

alirezairan045@gmail.com

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

sohasavadi4855@gmail.com

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی مقدس اردبیلی، اردبیل، ایران

Akbar.kazemi1364@gmail.com

[۴] عضو هیئت علمی گروه مهندسی کامپیوتر، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی مقدس اردبیلی، اردبیل، ایران

M.eslamnezhad@ihemardabili.ac.ir

چکیده

با افزایش پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه تکنولوژی‌های بی‌سیم و وسایل محاسباتی کوچک، می‌توان از شبکه‌های حسگر بی‌سیم به عنوان یک تکنولوژی برتر در بسیاری از کاربردها نام برد. برای انجام وظایف در یک شبکه حسگر باید گذر زمان و میزان انرژی مصرفی را در نظر داشته باشیم تا هم موعد کارها از بین نرود و هم طول عمر این شبکه‌ها کاهش چشمگیر نداشته باشد. به بیان دیگر از بین محدودیت‌های پیش روی این شبکه‌ها، افزایش طول عمر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حالت ایده آل در شبکه‌های حسگر به گونه‌ای است که پیاده سازی، طراحی و برنامه ریزی منظم شبکه دارای بیشترین طول عمر ممکن باشد. بنابراین، دغدغه‌ی اصلی پیش روی ما چگونگی افزایش طول عمر و با در نظر گرفتن تمامی معیارهای ممکن در طراحی شبکه است تا به این وسیله عمر شبکه نیز به زمان منطقی افزایش یابد. در این مقاله ابتدا شبکه‌های حسگر به صورت جامع معرفی و مرور می‌شوند. سپس مطالعه و ارزیابی تکنیک‌های افزایش طول عمر شبکه حسگر بی‌سیم را با در نظر گرفتن مسائل مطرح شده بصورت تفضیلی مورد بررسی قرار می‌دهیم.

واژه‌های کلیدی

شبکه‌های حسگر بی‌سیم، طول عمر، انرژی کارآمد، مسیریابی.

۱. مقدمه

امروزه با پیشرفت تکنولوژی در عرصه ارتباطات بی‌سیم و طراحی‌های کم مصرف، همچنین روی آوردن به استفاده محصولات کم قیمت با کارایی مناسب و بالا باعث پیدایش یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین شبکه‌ها تحت عنوان شبکه‌های حسگر بی‌سیم[1] شده است. می‌توان گفت که WSNها یکی از مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده اینترنت اشیاء[2]می‌باشند. بنابراین طراحی یک پروتکل مناسب که بتواند به خوبی در مصرف انرژی صرفه جویی کند و از طرفی در طولانی شدن طول عمر شبکه کمک کند، ضروری است.

در اکثر کاربردهای شبکه‌های هوشمند مجهز به حسگرهای بی‌سیم، امکان شارژ کردن باتری گره‌ها به صورت مداوم وجود ندارد و در شرایطی غیر ممکن می‌باشد. در WSNها گره‌های حسگر معمولا تنها با باتری طراحی می‌شوند، اما انتظار می‌رود که برای مدت طولانی کار کنند، بنابراین بهره وری انرژی همیشه نگرانی اصلی در WSN ها است. در واقع، مطالعات قبلی ثابت می‌کند که مصرف انرژی در انتقال داده‌ها مهم است و عملکرد انتقال به طور عمده بر استراتژی مسیریابی بستگی دارد. بنابراین چون راه دور مستقر می‌شود و عملاً امکان تعویض/شارژ مجدد باتری وجود ندارد لذا توسعه یک استراتژی برای بهینه سازی اتلاف انرژی در WSN باید مورد توجه قرار گیرد. در این مقاله به بررسی و تحلیل کارهای پیشین در زمینه افزایش طول عمر شبکه به صورت مختصر می‌پردازیم.

۲. بررسی روش‌های مطالعه شده در زمینه افزایش طول عمرWSN

اخیراً روش‌ها و تکنیک‌های بهینه‌سازی زیادی برای حفظ انرژی گره حسگر و افزایش طول عمر شبکه حسگر پیشنهاد شده است. بهینه‌سازی‌هایی مانند مسیریابی، کنترل قدرت فرستنده گیرنده، انتخاب پرش، مبتنی بر خوشه و غیره ارائه شده است که در این قسمت بررسی می‌کنیم.

۱،۲. پروتکل LEACH پیشرفته برای افزایش طول عمر WSNs

در WSNها که دارای مقدار زیادی سنسور محدود انرژی است، تقسیم سنسورها به خوشه‌ها، کاهش مصرف انرژی و مقیاس پذیری برای ایجاد طول عمر شبکه طولانی‌تر و به حداقل رساندن تاخیر شبکه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

Leach یک پروتکل مسیریابی سلسله مراتبی است که در شبکه‌های حسگر بی‌سیم استفاده می‌شود تا طول عمر شبکه را گسترش دهد. در این پروتکل، سنسورها خود را در یک خوشه ترتیب می‌دهند و این گره‌ها یک سر خوشه را انجام می‌دهند.

فقط سر یک خوشه مجاز به ارسال داده‌ها به ایستگاه پایه است؛ سر خوشه جمع آوری داده‌ها از تمام گره‌ها پس از آن جمع می‌شود و فشرده می‌شود آن‌ها به ایستگاه پایه ارسال می‌شود. LEACH قادر به سازگاری، خود سازماندهی و پروتکل خوشه بندی است. LEACH دارای فرضیه با توجه به ویژگی‌های سنسورها و ایستگاه پایه است[5]. کاهش قدرت، علاقه عمده به توسعه کاربرد شبکه‌های حسگر بی‌سیم است. در نتیجه، بسیاری از استراتژی‌ها برای اندازه گیری اختلال قدرت یک برنامه خاص مورد بحث قرار گرفته است. این استراتژی‌ها در پیش بینی طول عمر WSNمفید است، ارائه توصیه‌ها به توسعه دهندگان نرم‌افزار و ممکن است انطباق انرژی را با برنامه‌های کاربردی در WSN بهبود بخشد. LEACH با تشکیل یک الگوریتم توزیع خوشه‌ها را انجام می‌دهد، اما گره‌ها تصمیمات مستقل را از هر کنترل متمرکز دور می‌کنند. LEACH گره‌ها را در شبکه به وسیله خوشه‌ها مرتب می‌کند و یکی از آن‌ها را به عنوان یک CH تنظیم می‌کند. دنباله عملیات LEACH شامل دوران است. بنابراین، هر دور با یک مرحله راه اندازی شروع می‌شود. پروتکل های بسیاری برای شبکه های حسگر بی سیم وجود دارد. در [1] با استفاده از پروتکل LEACH، گره یک CHرا انتخاب می‌کند که نزدیک به آن است، بدون در نظر گرفتن فاصله CH به ایستگاه پایه. گره یک فاصله پایین را انتخاب می‌کند که از یک گره به هر CH به ایستگاه پایه محاسبه می‌شود. بنابراین، زمانی که تعداد زیادی از گره‌ها وجود دارد، مصرف برق به حداقل می‌رسد، زیرا یک گره معمولی

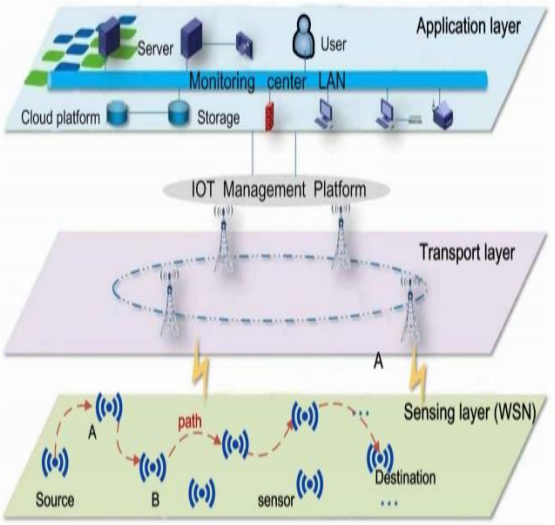
---

[1]Wireless Sensor Networks
[2] Internet Of Things

باید یک سر خوشه را با فاصله کوچکی انتخاب کند تا انتقال اضافی رخ ندهد و یک سر خوشه‌ای بین یک گره معمولی به یک ایستگاه پایه‌ای قرار گیرد؛ بنابراین، کاهش قدرت برای سر خوشه‌ها مصرف می‌شود و باعث پیشرفت می‌شود، زیرا الگوریتم افزایش یافته، یک سر خوشه را بر اساس فاصله‌ها می‌گذارد و انتخاب گره یک سر خوشه‌ای دور از طریق آن به ایستگاه پایه، کاهش می‌یابد، که در آن شبکه پراکندگی انرژی مینی اندازه می‌شود؛ بنابراین، طول عمر شبکه افزایش خواهد یافت.

۲,۲. یک پروتکل مسیریابی منبع با انرژی کارآمد برای حداکثرسازی طول عمر WSN

مطالعات اخیر ثابت می‌کند که مصرف انرژی در انتقال داده‌ها مهم است و عملکرد انتقال به طور عمده بر استراتژی مسیریابی بستگی دارد[6]. بنابراین، لازم است که یک پروتکل مسیریابی انرژی کارآمد را طراحی شود تا انرژی را تا حد زیادی صرفه جویی کنیم و عمر شبکه را گسترش یابد.



شکل۱. سناریوی ساده شده یک شبکه حسگر بی‌سیم در IOT[2]

لای و همکاران[7] پیشنهاد یک راهبرد مسیریابی انرژی با استفاده از انرژی مسیریابی را برای انتخاب مسیریابی، که متریک مسیریابی را با توجه به کیفیت لینک، انرژی باقی مانده، فاصله ها و تاخیر طراحی می‌کند، پیشنهاد می‌کند. در [8]تکنیک کنترل قدرت را برای رسیدگی به الزامات تاخیر و قابلیت اطمینان، که می‌تواند نرخ انتقال بسته بهتر و تاخیر کوچکتر را به دست آورد، و بهبود عملکرد را از لحاظ مصرف برق به دست آورد. با این حال، در روش‌های موجود، توجه به مشکل مسیر تنها از دست رفته است، و انعطاف پذیری مسیر به اندازه کافی قوی نیست. هنگامی که شکست مسیر اتفاق می‌افتد، پروتکل RPL[3] نیاز به ایجاد مجدد گراف شبکه را از طریق ارسال پیام کنترل، که ناکارآمد است و ممکن است مقدار زیادی از سربار سیگنالینگ را ایجاد کند.

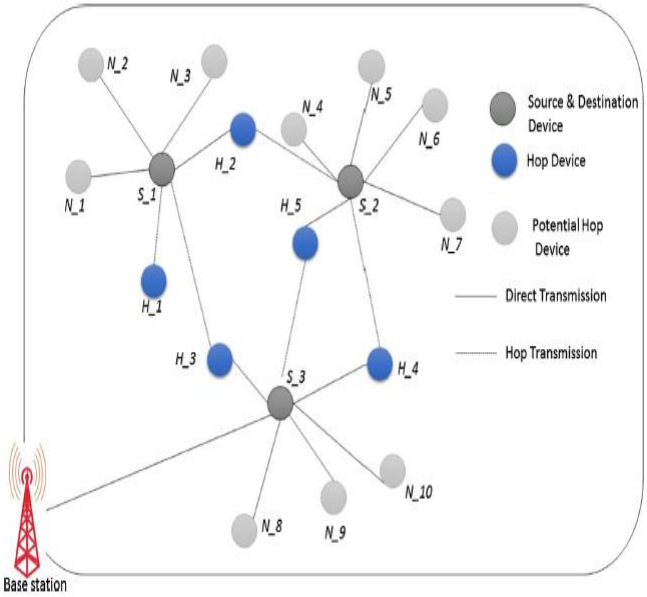
[3] Routing Protocol Low-power

روش خوشه بندی سنسور در طول عمر شبکه حسگر بی سیم موثر بوده است. ایده اصلی روش خوشه بندی سنسور، طبقه بندی سنسورها را به مجموعه ای از خوشه ها طبقه بندی می‌کند و در هر پوشش خوشه‌ای، سنسورها داده‌های جمع آوری شده را به سر خوشه‌های خود انتقال می‌دهند .(CHS) هر CH بسته‌های داده را جمع می‌کند و آن‌ها را به طور مستقیم یا از طریق انتقال از طریق دیگر CHS به طور مستقیم یا از طریق انتقال آن به گره غرق می‌کند [43]. هینزلمن و همکاران[9] یک پروتکل مسیریابی مبتنی بر خوشه‌ای، به نام Leach ایجاد کردند. درLEACH ، آن‌ها یک اتصال Ch-to-Swink را به صورت یکپارچه می‌پذیرند و چرخش تصادفی CHS را برای اطمینان از مصرف انرژی متعادل می‌پذیرند. اما چنین مفروضات ممکن است اتصال شبکه را تضمین نکنند. بنابراین، محققان مجموعه ای از پروتکل های بهبود یافته بر اساLEACH ، به عنوان مثال، الگوریتم خوشه بندی مبتنی بر منطق فازی، خوشه بندی انطباق انرژی کم انرژی را [10] و الگوریتم مسیریابی بر اساس چند هپ ارائه می‌دهد Mittal و همکاران [11] یک پروتکل خوشه ای کارآمد پایدار را پیشنهاد می‌کند که بار را در میان گره‌ها با استفاده از اکتشافات انرژی قابل تحمل قرار می‌دهد و دوره پایداری بیشتری را تضمین می‌کند. یونیس و همکاران[12] یک پروتکل مسیریابی خوشه ای ترکیبی از انرژی ترکیبی را پیشنهاد می‌کند که CHSبر اساس پارامترهای اولیه و دوم انتخاب شده است. پارامتر اولیه بستگی به انرژی باقی مانده گره دارد که گره را با انرژی بالا فراهم می‌کند، احتمال بیشتری برای انتخاب به عنوان یک سر خوشه‌ای انتخاب می‌شود. پارامتر ثانویه بستگی به هزینه ارتباطات در خوشه دارد، که به سنسور اجازه می‌دهد تا به خوشه‌ای با کمترین هزینه ارتباطات بپیوندد. توجه به توزیع یکنواخت از سر خوشه‌ها و طول عمر شبکه‌های حرفه‌ای به دست می‌آید. برای ادامه طول عمر شبکه، Bozorgiو همکاران [13] پیشنهاد یک پروتکل خوشه بندی کارآمد انرژی نابرابر هیبریدی (HEEC) برای شبکه‌های حسگر بی‌سیم با توجه به توزیع گره‌ها در شبکه،HEEC دسته‌ای از اندازه ناهموار را تشکیل می‌دهند به طوری که گره‌ها به ایستگاه پایه نزدیک‌تر می‌شوند (BS) انرژی بیشتری برای دریافت و رله داده‌ها دارند که طول عمر WSN را افزایش می‌دهد. شارما و همکاران [14] یک پروتکل مسیریابی پایدار مبتنی بر شبکه مبتنی بر حالت (MSGR) را برای WSNها معرفی کردندکه منطقه شبکه را به چند شبکه از اندازه مجازی تقسیم می‌کند و یک گره را در هر شبکه انتخاب می‌کند، به عنوان یک شبکه مسیر شبکه برای ایجاد مسیریابی که در این روش، تمام سران شبکه در همان زمان در روند مسیریابی شرکت نمی‌کنند، که موجب صرفه جویی در انرژی شبکه و بهبود طول عمر شبکه نمی‌شود. بر خلاف بسیاری از کارهای خوشه‌ای قبلی که از یک سلسله مراتب دو لایه استفاده می‌کند، بر اساس سه لایهLee و همکاران [15] با در نظر گرفتن ترکیبی از شبکه‌های ترکیبی Hierar- Chy ، سلسله مراتبی (HHCA) با توجه به ترکیبی از شبکه‌های متمرکز برای انتخاب سر در سطوح بالا و توزیع توزیع برای انتخاب سر در سطوح پایین تر، که گره‌ها را با انرژی باقی مانده بالاتر برای جمع آوری انتخاب می‌کند علاوه بر این، در [16] و [17]، Elو همکاران رویکرد منطق فازی (CFFL) را برای بهبود طول عمر WSNs پیشنهاد می‌کند که از منطق فازی برای انتخاب CHS انتخاب و فرآیندهای تشکیل خوشه‌ها با استفاده از انرژی باقی مانده و نزدیکی به سینک به عنوان ورودی‌های فازی از نظر انتخاب CH و انرژی باقی مانده CH استفاده می‌کند در [18]، El و همکاران یک رویکرد پیشرفته سلسله مراتب (ECH) را پیشنهاد می‌دهد که یک مکانیسم خواب بیدار شدن را برای گره‌های همپوشانی و همسایه برای به حداقل رساندن افزونگی داده‌ها و به حداکثر رساندن طول عمر شبکه معرفی می‌کند. با این حال، هنوز هم یک مشکل رایج در الگوریتم‌های مسیریابی خوشه بندی وجود دارد، شبکه‌ها بیش از حد وابسته به سر خوشه هستند، که ممکن است باعث شود که سر خوشه‌ای بیش از حد تحت فشار قرار گیرد و جایگزین شود، که منجر به آشفتگی‌های شبکه و سربار محاسباتی بالا می‌شود.

۳,۲. بهینه سازی انتخاب هاپ کارآمد انرژی برای به حداکثر رساندن طول عمر شبکه حسگر بی‌سیم

ارتباطات مبتنی بر مشارکت به دلیل مزایای کارآمد انرژی که ارائه می‌دهد، مورد توجه گسترده‌ای قرار گرفته است. عامل اصلی انتقال مشارکتی انتخاب دستگاه هاپ است. بسیاری از انتقال مشارکتی مبتنی بر خوشه با رویکردهای مختلف اتخاذ می‌شود. این تکنیک‌ها در افزایش طول عمر شبکه حسگر کارآمد نیستند زیرا آن‌ها صرفاً به حداقل رساندن مصرف انرژی در هر بیت فکر می‌کنند. انتقال هاپ

مبتنی بر مشارکت توسط محققان مختلف پیشنهاد شده است که به بهبود بهره‌وری انرژی دستگاه حسگر کمک می‌کند. انتقال مشارکتی بازده انرژی انتقال داده را بهبود می‌بخشد و مصرف انرژی را در میان دستگاه‌های حسگر متعادل می‌کند. در اینجا، نویسندگان یک پروتکل انتقال مشارکتی مبتنی بر کانال را ارائه کردند، اما برای شبکه حسگر گرسنگی انرژی مناسب نیست. اخیراً استفاده از انتقال مبتنی بر مشارکت برای شبکه‌های حسگر خوشه‌ای [19,20] افزایش یافته است که در آن دستگاه‌های hop درون یک عضو خوشه برای انتقال بسته به خوشه مجاور انتخاب می‌شوند. در [20] نویسندگان یک راه حل بهینه برای بهبود طول عمر شبکه حسگر ارائه کردند. مدل احتمال آن‌ها تحت تأثیر محو شدن و اثرات کانال قرار می‌گیرد. در [21] نویسندگان تعدادی از دستگاه‌های تعاونی و مدل مصرف انرژی فاصله پرش را برای محیط multihop ارائه کردند و در [22] نویسندگان یک استراتژی تجمیع داده را برای به حداقل رساندن مصرف انرژی انتها به انتها ارائه کردند. بیت اکثر این تکنیک‌ها برای شبکه ثابت طراحی شده‌اند و ماهیت توزیع شده دستگاه حسگر در شبکه را در نظر نگرفته اند. پروتکل‌های مختلف موجود، به حداقل رساندن مصرف انرژی در هر بیت بر اساس اطلاعات وضعیت کانال [23,24] و به حداکثر رساندن طول عمر شبکه حسگر در نظر گرفته نشده‌اند، یعنی مرگ گره منجر به از دست دادن اتصال می‌شود. بنابراین حفظ طول عمر شبکه حیاتی‌ترین و مهم‌ترین بخش در طراحی یک شبکه حسگر کارآمد است.



شکل۲. معماری مدل انتخاب هاپ کارآمد انرژی برای شبکه حسگر[3]

برای پرداختن به این موضوع، در این مطالعه یک تکنیک بهینه سازی برای انتخاب دستگاه هاپ برای افزایش طول عمر WSN ها ارائه گردیده. این مدل طراحی MAC توزیع شده (کنترل دسترسی متوسط) و بهینه سازی فرستنده و گیرنده را برای انتخاب هاپ در نظر می‌گیرد. مدل پیشنهادی مصرف انرژی در هر بیت را به حداقل می‌رساند و طول عمر شبکه حسگر را به حداکثر می‌رساند. معماری مدل انتخاب هاپ پیشنهادی در شکل ۲ نشان داده شده است.

در [23] نویسندگان یک استراتژی انتخاب دستگاه هاپ مبتنی بر متمرکز ارائه کردند. اطلاعات وضعیت کانال برای انتخاب دستگاه هاپ استفاده می‌شود. آن‌ها یک رویکرد متمرکز را اتخاذ کردند که در آن دستگاه مرکزی با استفاده از آمار کانال و استراتژی تصمیم گیری، تعداد دستگاه‌های هاپ مورد نیاز برای پشتیبانی از نرخ خطای بیت پایان به انتها را انتخاب می‌کند. استراتژی تصمیم گیری برای انتخاب تعداد دستگاه هاپ با در نظر گرفتن کانال متقارن باینری، کران بالایی دارد. به طور مشابه، در [24] نویسندگان یک مدل به حداقل

رساندن انرژی از منبع انتقال ارائه کردند. مدل اطلاعات وضعیت کانال را فشرده در نظر می‌گیرد و تنها زیر مجموعه بیت‌ها به دستگاه هاپ منتقل می‌شود که به عنوان بیت‌های خوب در نظر گرفته می‌شود. آن‌ها یک رویکرد متمرکز را برای انتخاب دستگاه اتخاذ کردند که نرخ خطای بیت و نسبت تحویل بسته را برای انتخاب آستانه برآورده می‌کند.

در [۲۱] نویسندگان یک استراتژی بهینه سازی کنترل توان را برای به حداکثر رساندن طول عمر شبکه حسگر ارائه کردند. قدرت فرستنده و گیرنده با در نظر گرفتن هر دو تایید و بسته داده بهینه شده است. انتخاب گره با قدرت بالا شکست لرزش دست را به حداقل می‌رساند. با این حال، حداکثر کردن طول عمر شبکه را تضمین نمی‌کند.

در [25] نویسندگان یک استراتژی مسیریابی کارآمد انرژی را برای شبکه حسگر با اتخاذ تکنیک خوشه بندی به نام E2R2 ارائه کردند. آن‌ها یک پروتکل خوشه بندی مبتنی بر سلسله مراتب را اتخاذ کردند. مدل آن‌ها اتلاف انرژی را به حداقل رساند و زمان خوشه بندی توان عملیاتی دستگاه حسگر به عنوان پارامتر مسیریابی استفاده می‌شود. بر اساس سطح توان انتقال بسته با استفاده از روش multihop یا مستقیم انجام می‌شود.

در [26] نویسندگان یک مدل کارآمد انرژی را با اتخاذ تکنیک خوشه بندی برای افزایش طول عمر شبکه حسگر ارائه کردند. آن‌ها مدل پیش‌بینی انرژی استراتژی کنترل درخت خوشه‌بندی به نام CTEF را برای حفظ انرژی و تعادل شبکه ارائه کردند. مدل آن‌ها انرژی، نرخ شکست بسته و کیفیت پیوند را برای تعریف تابع هزینه افزایش طول عمر در نظر گرفت. مدل آن‌ها از انتقال مبتنی بر چند هاپ استفاده کرده است.

در [27] نویسندگان یک تکنیک بهینه سازی MAC را برای شبکه حسگر بی‌سیم آکوستیک ارائه کردند. آن‌ها تاکید کردند که بیشتر بهینه سازی MAC موجود با توجه به استفاده از کانال انجام می‌شود و پهنای باند نادیده گرفته می‌شود. برای پرداختن به این موضوع، نویسندگان در [28] تکنیک بهینه سازی پهنای باند و MAC را برای شبکه چند هاپ خطی یک بعدی ارائه کردند. در اینجا حداکثر تعداد پرش مورد نیاز برای انتقال بهینه شده و یک استراتژی زمان بندی برای تخصیص پهنای باند با در نظر گرفتن ظرفیت کانال و ترافیک دستگاه شبکه ارائه می‌شود. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که تکنیک بهینه‌سازی آن‌ها به بهبود بهره‌وری انرژی شبکه کمک می‌کند.

بررسی کلی نشان می‌دهد که بسیاری از رویکردهای موجود که برای به حداقل رساندن انرژی دستگاه حسگر در هر بیت انتقال توسعه داده شده‌اند. کار بسیار محدودی تاکنون در بهبود طول عمر شبکه حسگر انجام شده است.

در بیشتر موارد دیگر، افزایش طول عمر به معنای حفظ باتری یک گره حسگر است. این بررسی نشان می‌دهد که انتقال مبتنی بر هاپ بازده انرژی شبکه را کنترل توان MAC و فرستنده گیرنده خروجی در بهبود طول عمر شبکه کارآمد نیست. بنابراین نیاز به توسعه یک پروتکل کارآمد انرژی وجود دارد که طول عمر را افزایش دهد.

۴،۲. تحلیل زمان عمر شبکه از WSNs با استفاده از بهینه‌سازی ازدحام ذرات

این بخش بررسی در جهت انتخاب بالای سر خوشه در WSNs را شرح می‌دهد. دو مشکل اصلی این شبکه‌ها که سرعت انتقال داده گره‌ها را کاهش می‌دهد مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است که مسیریابی و خوشه‌بندی هستند. در[4] یک الگوریتم براساس تکنیک بهینه‌سازی ازدحام ذرات[۴] برای بهبود زمان عمر شبکه پیشنهاد می‌دهد. این کار به تشکیل خوشه و نیز انتخاب خوشه (CH) کمک می‌کند. در الگوریتم مسیریابی, تعادل بین فاصله انتقال اندازه‌گیری می‌شود و در الگوریتم خوشه‌بندی, تعادل بین مصرف انرژی در میان

[4] Particle Swarm Optimizatin

گره‌ها در نظر گرفته می‌شود. الگوریتم PSO با یک تابع تناسب که عمدتاً انرژی باقیمانده در فاصله متوسط بین گره‌ها و ایستگاه مبنا (BS) است و به بهبود خوشه‌بندی گره‌ها در WSNs کمک می‌کند.

PSO یک الگوریتم جستجوی فراابتکاری است که نقش مهمی در افزایش طول عمر شبکه‌های حسگر بی‌سیم دارد. این الگوریتم در مقایسه با سایر روش‌ها نتایج سریعتر و ارزان‌تری به دست می‌آورد. مطالعات و الگوریتم‌های مختلفی با استفاده از آن توسعه یافته است.

مختلفی با استفاده از آن توسعه یافته است.

در [29] دو مشکل اصلی WSN ها که نرخ انتقال داده گره‌ها را کاهش می‌دهند، یعنی مسیریابی و خوشه بندی مورد بررسی قرار گرفته است. دو تابع تناسب اندام جداگانه تعریف شده است که بر اساس PSO هستند. در الگوریتم مسیریابی، مبادله بین فاصله انتقال اندازه‌گیری شده و در الگوریتم خوشه‌بندی، تعادل مصرف انرژی بین گره‌ها در نظر گرفته شده است. در [30] الگوریتم PSO را با یک تابع تناسب تغییر می‌دهد که عمدتاً انرژی باقیمانده بر اساس فاصله متوسط بین گره‌ها و ایستگاه پایه (BS) است و به بهبود خوشه بندی گره‌ها در WSN ها کمک می‌کند و سپس الگوریتم با الگوریتم‌های محبوبی مانند LEACH و LEACH-C بررسی می‌شود. خوشه بندی فازی در [31] انجام می‌شود. در ابتدا خوشه بندی فازی در طول تشکیل خوشه‌های گره انجام می‌شود و پس از آن تابع تناسب با استفاده از الگوریتم PSO تولید می‌شود. در خوشه بندی فازی، تمام گره‌های موجود در یک خوشه به عنوان یکی در نظر گرفته می‌شوند که به این معنی است که داده‌ها را می‌توان به هر گره در یک خوشه ارسال کرد. این کار بر اساس مصرف انرژی و فاکتورهای فاصله شبکه های حسگر بی‌سیم انجام می‌شود. الگوریتم جستجوی هارمونی (HSA) [32] مشابه الگوریتم PSO است و راه حل بهینه مشابه PSO را به حداقل یا حداکثر می رساند. ترکیبی از HSA و [33] PSO برای افزایش کارایی شبکه‌های حسگر بی‌سیم و انتقال کارآمد داده استفاده می‌شود.

یک ساختار دو لایه [34] ساخته شده است و برای انتخاب سر خوشه و مشکل روتر استفاده می‌شود. این یک فرآیند دو مرحله ای است. مورد اول در انتخاب سر خوشه‌ها (CH) و دومی به تشکیل درخت مسیریابی کمک می‌کند که به گره‌های یک خوشه کمک می‌کند تا با ایستگاه پایه (BS) ارتباط برقرار کنند. الگوریتم ساختار خوشه انرژی فاصله-انرژی [35] (DESCA) بر اساس الگوریتم خوشه بندی معروف LEACH است. فاصله و انرژی باقیمانده گره‌ها را در نظر می‌گیرد و همچنین انتخاب Cluster Head (CH) و همچنین انتقال داده از طریق شبکه را بهبود می‌بخشد.

خوشه بندی رفتار دسته جمعی پرندگان [36] (BFBC) یک الگوریتم خوشه بندی کارآمد انرژی است. این الگوریتم بر اساس رفتار جمعی گله پرندگان است. در WSN ها، گله‌های پرندگان به عنوان گره‌های خوشه در نظر گرفته می‌شوند. این الگوریتم از نشانگر قدرت سیگنال دریافتی (RSSI) استفاده می‌کند. این الگوریتم نتایج بهتری از نظر مصرف انرژی و انرژی باقیمانده ارائه می‌دهد. الگوریتم‌های مبتنی بر الگوریتم ژنتیک [37] (GA) نیز در این زمینه استفاده شده است.

الگوریتم طول عمر CH را متعادل می‌کند و مصرف انرژی عمومی گره‌های عنصر حسگر را کاهش می‌دهد. قاعده الگوریتم با نمایش کروموزوم مناسب نشان داده شده است و بنابراین عملکرد تناسب با عملیات اصلی مبتنی بر GA ضروری است. OEERPپیشرفته در [38] پیشنهاد شده است و این الگوریتم بر اساس PSO و GSA برای تشکیل خوشه و الگوریتم های مسیریابی است. در این الگوریتم، یک دستیار Cluster Head برای کاهش بار CH اضافه بار انتخاب شده است. سپس الگوریتم OEERP پیشرفته با همه الگوریتم‌های دیگر مانندLEACH ، OEERPو غیره مقایسه می‌شود. EPSO-CEO[39] را پیشنهاد می‌کند که بهینه سازی انرژی خوشه‌ای مبتنی بر PSO پیشرفته است که در آن خوشه بندی و انتخاب CH با به حداقل رساندن انرژی کل و مصرف توان گره‌های حسگر در WSNها انجام می‌شود. عملکرد WSN ها از طریق این الگوریتم از نظر توان عملیاتی، انرژی باقیمانده، تعداد گره‌های فعال و غیره بهبود یافته است.

بهینه سازی فورج باکتریایی (RBFO) و هیبریدی BFO-BSO [40] دو الگوریتم بر اساس انتخاب سر خوشه برای شبکه‌های بی‌سیم هستند. این الگوریتم‌ها برای اندازه گیری تعداد خوشه‌های تشکیل شده، نسبت بسته‌ها، طول عمر حسگرهای گره و غیره استفاده می‌شوند. این الگوریتم‌ها به صورت گرافیکی و تجربی با KBFO و LEACH مقایسه می‌شوند. از تکنیک ترکیبی برای کاهش هزینه‌های محاسباتی استفاده می‌شود. فاصله متوسط خوشه برای به حداکثر رساندن طول عمر CH ها در نظر گرفته شده است. گره‌ها در حین انتقال داده می‌میرند و از این رو، گره‌ها در نزدیکی سر خوشه‌های خود قرار می‌گیرند. PSOچند هدفه - (MOPSO) تکامل دیفرانسیل (MOPSO) [41] (DE) یک تکنیک خوشه بندی بهینه است. انتخاب CH از طریق مجموعه ای از توابع تناسب اندام به روشی تحلیلی انجام می‌شود. محدودیت‌های مختلف انرژی نیز مانند محدودیت انرژی (EC) و همچنین انرژی باقیمانده گرفته می‌شود DE.بهینه سازی پروتکل را بهتر از هر الگوریتم دیگری همراه با سرعت همگرایی انجام می‌دهد. الگوریتم خوشه بندی کارآمد انرژی مبتنی بر PSO (PEECA) [42] برای بهره وری انرژی استفاده می‌شود و تمرکز اصلی آن بر انتخاب CH است. انتخاب CH بر اساس انرژی باقیمانده گره ها و میانگین انرژی آن‌ها است.

جدول۱. بررسی و مقایسه الگوریم‌های موجود

ردیف	الگوریتم	مزایا	معایب
۱	LEACH	این الگوریتم کاملا توزیع شده است و نیاز به داشتن اطلاعات سراسری از کل سیستم ندارد	در این پروتکل ممکن است خوشه‌هایی با تنها یک عضو ایجاد شوند که در این صورت به دلیل ارسال مستقیم اطلاعات به ایستگاه اصلی انرژی این نودها به سرعت تمام خواهد شد که این خوشه‌ها می‌توانند با ادغام باخوشه های مجاور از بین بروند
۲	RPL	به بهینه سازی فرایند کشف مسیر کمک می‌کند	هنگامی که یک شکست مسیر اتفاق می‌افتد، پروتکل مسیریابی نیاز به ایجاد مجدد گراف شبکه شبکه برای هر گره، که ناکارآمد است و منجر به از دست دادن انرژی جدی می‌شود

۳	MAC	مقاوم و آگاه بودن به خطاهایی که در کانال انتقال به وجود می‌آید و همچنین بازده انرژی شبکه را بهبود می‌بخشد	چون تکنیک بهینه سازی با توجه به استفاده کانال انجام می‌شود، پهنای باند نادیده گرفته می‌شود
۴	PSO	انعطاف پذیری و سرعت همگرایی بالا	کاهش تنوع و گرفتار شدن در بهینه محلی

۳. نتیجه گیری

بررسی نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که موضوع کاهش مصرف انرژِی در WSNها یک موضوع چالش براانگیز بوده به دلیل اهمیت گسترش طول عمر WSN. زمانی که گره‌های معمولی، سرهای خوشه‌ای مناسب را انتخاب می‌کنند که دارای حداقل فاصله تا ایستگاه پایه هستند و مصرف انرژی باتری را تحت تاثیر قرار داده و کاهش می‌دهند، بنابراین طول عمر شبکه را ادامه می‌دهند. مطالعات نشان می‌دهد که الگوریتم LEACH-PSO الگوریتم موثرتر و کارآمدتری است. ادغام الگوریتم PSO در LEACH عملکرد الگوریتم LEACHرا به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد. همچنین مشاهده می‌شود که عملکرد الگوریتم از نظر گره‌های زنده در طول هر تکرار و بسته ارسال شده به BS افزایش می‌یابد بنابراین مصرف انرژی به حداقل می‌رسد، و از این رو، طول عمر یک شبکه افزایش خواهد یافت.

منابع

[1] AmerO. Abu Salem1 & Noor(2019)Shudifat1Department of Computer Science, Zarqa University, Zarqa, Jordan
[2] CHUAN XU 1, ZHENGYING XIONG 1, GUOFENG ZHAO 1,AND SHUI YU 2, (Senior Member, IEEE)1School of Communication and Information Engineering,Chongqing University of Posts andTelecommunications, Chongqing 400065, China, 2School of Software, University of Technology Sydney, Ultimo, NSW, Australia
[3] ArunL.Kakhandki*,ShivarajHublikar,PriyatamkumarDept. of E&C, B.V. Bhoomaraddi College of Engineering & Technology, Hubli, India
[4] Amita Yadav1, Suresh Kumar2, 3 Singh Vijendra 1MSIT Janakpuri, New Delhi-58, India 2MRIU, Faridabad, India, 3The NorthCap University, Gurugram
[5] Dhawan H, Waraich S (2014) A comparative study on LEACH routing protocol and its variants in wireless sensor networks: a survey. Int J Comput Appl 95(8):975–8887
[6] J. Yan, M. Zhou, and Z. Ding, ‘‘Recent advances in energy-efficient routingprotocols for wireless sensor networks: A review,’’ IEEE Access, vol. 4,pp. 5673–5686, 2016.
[7] X. Lai, X. Ji, X. Zhou, and L. Chen, ‘‘Energy efficient link-delay awarerouting in wireless sensor networks,’’ IEEE Sensors J., vol. 18, no. 2,pp. 837–848, Jan. 2017.
[8] T. G. Harshavardhana, B. S. Vineeth, S. V. R. Anand, and M. Hegde,‘‘Power control and cross-layer design of RPL objective function for lowpower and lossy networks,’’ in Proc. 10th Int. Conf. Commun. Syst. Netw.(COMSNETS), Bengaluru, India, Jan. 2018, pp. 214–219.

[9] W. R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, ‘‘Energyefficient communication protocol for wireless microsensor networks,’’ inProc. 33rd Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci., Jan. 2002, p.
[10] A. Bendjeddou, H. Laoufi, and S. Boudjit, ‘‘LEACH-S: Low energy adaptive clustering hierarchy for sensor network,’’ in Proc. Int. Symp. Netw.,Comput. Commun. (ISNCC), Jun. 2018, pp. 1–6
[11] N. Mittal, U. Singh, and B. S. Sohi, ‘‘A stable energy efficient clusteringprotocol for wireless sensor networks,’’ Wireless Netw., vol. 23, no. 6,pp. 1809–1821, Aug. 2017
[12] O. Younis and S. Fahmy, ‘‘HEED: A hybrid, energy-efficient, distributedclustering approach for ad hoc sensor networks,’’ IEEE Trans. MobileComput., vol. 4, no. 4, pp. 366–379, Oct./Dec. 2004.
[13] S. M. Bozorgi and A. M. Bidgoli, ‘‘HEEC: A hybrid unequal energyefficient clustering for wireless sensor networks,’’ in Wireless Networks,2018, pp. 1–22
[14] S. Sharma, D. Puthal, S. Tazeen, M. Prasad, and A. Y. Zomaya, ‘‘MSGR:A mode-switched grid-based sustainable routing protocol for wirelesssensor networks,’’ IEEE Access, vol. 5, pp. 19864–19875, 2017.
[15] J.-S. Lee and T.-Y. Kao, ‘‘An improved three-layer low-energy adaptiveclustering hierarchy for wireless sensor networks,’’ IEEE Internet ThingsJ., vol. 3, no. 6, pp. 951–958, Dec. 2016.
[16] H. El Alami and A. Najid, ‘‘CFFL: Cluster formation using fuzzy logicfor wireless sensor networks,’’ in Proc. IEEE/ACS 12th Int. Conf. Comput.Syst. Appl. (AICCSA), Nov. 2015, pp. 1–6.
[17] H. E. Alami and A. Najid, ‘‘Fuzzy logic based clustering algorithmfor wireless sensor networks,’’ Int. J. Fuzzy Syst. Appl., vol. 6, no. 4,pp. 63–82, 2017.
[18] H. E. Alami and A. Najid, ‘‘ECH: An enhanced clustering hierarchyapproach to maximize lifetime of wireless sensor networks,’’ IEEE Access,vol. 7, pp. 107142–107153, 2019
[19] Bin Li et al, Performance analysis and optimization for energyefficient cooperative transmission in random wireless sensor network, IEEE Trans. Wireless Commun. 12 (9) (2013) 4647–4657
[20] Dan Wu et al, A cooperative communication scheme based oncoalition formation game in clustered wireless sensor networks,IEEE Trans. Wireless Commun. 11 (3) (2012) 11901200
[21] Jun Zhang et al, Energy-efficient multihop cooperative MISOtransmission with optimal hop distance in wireless ad hocnetworks, IEEE Trans. Wireless Commun. 10 (10) (2011) 3426–3435
[22] Qiang Gao et al, Improving energy efficiency in a wireless sensornetwork by combining cooperativeMIMO with dataaggregation, IEEE Trans. Veh. Technol. 59 (8) (2010) 3956–3965
[23] Javad Haghighat, Mohsen Eslami, Walaa Hamouda, Relay preselection for reducing CSI transmission in wireless sensornetworks, IEEE Commun. Lett. 20 (9) (2016) 1828–1831
[24] Javad Haghighat, Walaa Hamouda, A power-efficient schemefor wireless sensor networks based on transmission of good bitsand threshold optimization, IEEE Trans. Commun.
[25] Hiren Kumar Deva Sarma, Rajib Mall, Avijit Kar, E2R2:energy-efficient and reliable routing for mobile wireless sensornetworks, IEEE Syst. J. 10 (2) (2016) 604–616
[26] Zhen Hong, Rui Wang, Xile Li, A clustering-tree topologycontrol based on the energy forecast for heterogeneous wirelesssensor networks, IEEE/CAA J. Automatica Sinica 3 (1) (2016)68–77
[27] Zilong Liao, Deshi Li, Jian Chen, Joint bandwidth optimizationand media access control for multihop underwater acousticsensor networks, IEEE Sens. J. 15 (8) (2015) 4292–4304
[28] Parastoo Sadeghi et al, Finite-state markov modeling of fadingchannels-a survey of principles and applications, IEEE SignalProcess. Mag. 25 (5) (2008) 57–80

[29] PratyayKuila and Prasanta K. Jana, April 2014, "Energy efficient clustering and routing algorithms for wireless sensor networks: Particleswarm optimization approach ", in Engineering Applications of Artificial Intelligence,(164): 127–140
[30] R.K. Yadav, Varun Kumar, and Rahul Kumar, "A Discrete Particle Swarm Optimization Base clustering Algorithm for Wireless SensorNetworks"(3) : 137-144.
[31] Qingjian Ni, Qianqian Pan, Huimin Du, Cen Cao and YuqingZhai,2017 "A Novel Cluster Head Selection Algorithm Based On FuzzyClustering and Particle Swarm Optimization", IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics,(10): 76-84
[32] https://en.wikipedia.org/wiki/Harmony_search
[33] T.Shankar ,S.Shanmugavel , A.Rajesh,March 2016 "Hybrid HSA and PSO algorithm for energy efficient cluster head selection in wirelesssensor networks ", in Swarm and Evolutionary Computation,(12):1-10.
[34] Riham S.Y. Elhabyan, and Mustapha C.E. Yagoub, Febryary 2015" Two-tier particle swarm optimization protocol for clustering and routingin wireless sensor network ", in Journal of Network and Computer Applications, (37): 116-128
[35] Zhu Yong and Qing Peia, 2012 "A Energy-Efficient Clustering Routing Algorithm Based on Distance and Residual Energy for WirelessSensor Networks", in International Workshop on Information and Electronics Engineering,(61): 1882-1888.
[36] Soon-Gyo Jung, SanggilYeon, Min Han Shyon, Dongsoo Stephen Kim and HyunseungChoo,2015 "Clustering Wireless Sensor NetworksBased on Bird Flocking Behaviour", ICCSA,128-137.
[37] Suneet K. Gupta and Prasanta K. Jana, April 2015 "Energy Efficient Clustering and Routing Algorithms for Wireless Sensor Networks: GABased Approach",(23): 2403-2423.
[38] J. RejinaParvin and C. Vasanthanayaki,August 2015 "Particle Swarm Optimization- Clustering by Preventing Residual Nodes in WirelessSensor Networks", IEEESensors Journal, Vol. 15, no. 8,(33) : 4264-4274.
[39] C. Vimalarani, R. Subramanian, and S. N. Sivanandam,2016, "An Enhanced PSO Based Clustering Energy Optimization Algorithm forWireless Sensor Networks", in The Scientific World Journal(19): 1-12.
[40] A. Rajagopal, S. Somasundaram and B. Sowmya, January 2018 "Performance Analysis for Efficient Cluster Head Selection in WirelessSensor Networks using RBFO and Hybrid BFO-BSO ", inInternational Journal of Wireless Communications and Mobile Computing, ISSN:2330-1015, Vol. 6, No. 1, 1-9.
[41] D. Rajendra Prasad, P. V. Naganjaneyulu and K. Satya Prasad, " Energy Efficient Clustering in Multi-hop Wireless Sensor Networks UsingDifferential Evolutionary MOPSO".Brazilian Archives of Biology and Technology 59(1), no. SPE2 (2016)
[42] Santar Pal Singh and SubhashChander Sharma, " PEECA: PSO-Based Energy Efficient ClusteringAlgorithm for Wireless Sensor Networks", in I. J. Computer Network and Information Security, 2017, 31-37.
[43] X. Zhou, W. Min, and X. Jianbo, ‘‘BPEC: An energy-aware distributedclustering algorithm in WSNs,’’ J. Comput. Res. Develop., vol. 46, no. 5,pp. 723–730, 2009