دومین کنفرانس ملی توسعه پژوهش های نوین در مهندسی برق و کامپیوتر
۸ و ۹ اسفند ۹۷
موسسه آموزش عالی وحدت، تربت جام، ایران
2nd National Conference of Innovative Research Developmentsin
Electrical and Computer Engineering
27 & 28 February 2019
Vahdat Higher Education Institute, Torbat-e Jam, Iran

مروری بر تکنیکهای کلیدی جهت بهرهوری انرژی و افزایش طول عمر شبکههای حسگر بیسیم

زهرا بیات*[۱]

[۱]فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار دانشگاه آزاد واحد زنجان *Email:Zb_ec@yahoo.com*

چکیده

با توجه به اهمیت بالای شبکه حسگر در زندگی امروزه بررسی چالشهای مهم این شبکه بسیار ضروری می باشد و چالش اساسی این شبکهها،کوتاهی طول عمر گرههای بوده که منجر به کوتاه شدن طول عمر شده و در نهایت مختل شده شبکه میشوند. دلیل اصلی کوتاه بودن طول عمر این شبکه ها محدودیت انرژی منبع تغذیه آنها می باشد. از این رو در طراحی و ساخت سخت افزار گرهها در این شبکه باید بسیار هوشمندانه عمل کرد زیرا طراحی یک الگوریتم مناسب که قادر به صرفه جویی مناسب در مصرف انرژی در این شبکهها باشد تا در طولانی شدن عمر شبکه کمک کند، بسیار حائز اهمیت است. در این مقاله مروی ابتدا به معرفی شبکههای حسگر و سپس در بخش اصلی مقاله تکنیکهای کلیدی جهت بالا بردن قابلیت شبکه های حسگر (بهینه کردن مصرف انرژی و افزایش طول عمر شبکه) معرفی و بررسی شده است.

کلمات کلیدی:شبکه حسگربیسیم، طول عمر شبکه و بهروهوری انرژی.

۱ -مقدمه ای بر شبکههای حسگر بیسیم

شبکههای حسگر بیسیم یکی از مهمترین اجزای تشکیلدهنده اینترنت اشیاء میباشند. لذا طراحی یک پروتکل مناسب که قادر باشد به خوبی در مصرف انرژی صرفهجویی کند و از این طریق در طولانی شدن عمر شبکه کمک کند، ضروری است. این طراحی مناسب، بر روی لایه کنترل دسترسی متوسط [۱] مؤثر است [۱]. یک شبکه حسگر از تعداد زیادی گره حسگر تشکیل شده که بصورت متراکم در اطراف پدیده فیزیکی موردنظر پخش شدهاند. یکی از مهمترین محدودیتهای شبکههای حسگر بیسیم، کمبود منابع انرژی آنهاست. گرههای حسگر معمولاً حاوی منابع انرژی محدود و غیرقابل تعویض میباشند؛ برایراین برخلاف شبکههای قدیمی که هدف اصلی، دسترسی به کیفیت سرویس میباشد، در پروتکلها ی شبکههای حسگر تکیه اصلی بر نگهداری منابع انرژی است. در این شبکهها بایستی از مکانیزمهای تعادلی استفاده کرد که به کاربر نهایی امکان افزایش طول عمر شبکه را از طریق پهنایباند کمتر یا افزایش تاخیر ارسال را داد [۲].این مقاله، مروری کلی تکنیکهای کلیدی جهت بهرهوری انرژی و افزایش طول عمر شبکههای حسگر بیسیم میباشد.

۲ -ساختار کلی از شبکه های حسگر بی سیم

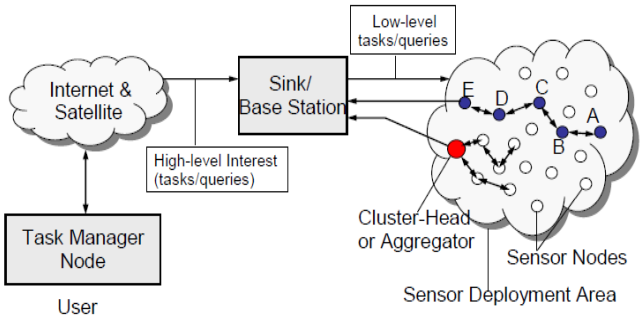
شبکههای حسگر متشکل از گرههای حسگر و کار انداز یا حسگر است که حالت کلی شبکههای مورد بحث میباشد. به عبارت دیگر شبکه حسگر شبکه ای است با تعداد زیادی گره که هر گره می تواند در حالت کلی دارای تعدادی حسگر(وسیله ای که وجود شیئ رخداد یک وضعیت یا مقدار یک کمیت فیزیکی را تشخیص داده و به سیگنال الکتریکی تبدیل می کند. حسگر انواع مختلف دارد مانند حسگرهای دما،فشار، رطوبت،نور، شتاب سنج، مغناطیس سنج و...) و تعدادی کار انداز (با تحریک الکتریکی یک عمل خاصی مانند باز و بسته کردن یک شیر یا قطع و وصل یک کلید را انجام می دهد) باشد. در حالت خاص یک گره ممکن است فقط حسگر(به گره ای گفته می شود که فقط شامل یک یا چند حسگر باشد.) یا فقط کارانداز(به گره ای گفته می شود که فقط شامل یک یا چند کارانداز باشد.) باشد. گره ها در ناحیه ای که میدان حسگر [۲](ناحیه کاری که گره های شبکه حسگر در آن توزیع میشوند.) نامیده می شود با چگالی زیاد پراکنده می شوند. یک چاهک (گرهی که جمع آوری دادهها

[۱] Medium Access Control (MAC) Layer

[۲] sensor field

Archive of SID
www.SID.ir

را به عهده دارد. و ارتباط بین گره های حسگر و گره مدیر وظیفه[۳]را برقرار می کند.) پایش [۴] کل شبکه را بر عهده دارد. اطلاعات بوسیله چاهک جمع آوری می شود و فرامین از طریق چاهک[۵] منتشر می شود. مدیریت وظایف (گرهی که یک شخصی بعنوانکاربر یا مدیر شبکه از طریق آن با شبکه ارتباط برقرار میکند. فرامین کنترلی و پرس و جو ها از این گره به شبکه ارسال شده و داده های جمع آوری شده به آن بر میگردد) میتواند متمرکز یا توزیع شده باشد. بسته به اینکه تصمیم گیری برای انجام واکنش در چه سطحی انجام شود دو ساختار مختلف خودکار(حسگر هایی که یک رخداد یا پدیده را تشخیص می دهند داده های دریافتی را به گره های کارانداز جهت پردازش و انجام واکنش مناسب ارسال می کنند.) و نیمه خودکار(داده ها توسط گره ها به سمت چاهک هدایت شده و فرمان از طریق چاهک به گره های کار انداز صادر شود.) وجود دارد. که ترکیب آن نیز قابل استفاده است [۳]. در شکل ۱ ساختار کلی از شبکه های حسگر بی سیم را نشان می دهد.



شکل۱: ساختار کلی از شبکه های حسگر بی سیم

۲ ۱-حفظ انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

شبکه‌ی حسگر از محدودیت‌های شدید منابع نیز رنج می‌برد که دلیل آن ناشی از ذخیرهسازی داده‌ها و انرژی می‌باشد. این‌ها موانع عمده‌ای برای پیادهسازی تکنیک‌های امنیت کامپیوتری می‌باشند. چالش‌های اصلی که وجود دارد، بیشینهسازی قابلیت‌های پردازشی و کاهش مصرف انرژیگره‌های حسگر و ایمن سازی آن‌ها نسبت به یک حمله می‌باشد[۴،۵].

۱-۱-۲ افت انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

چالش‌های زیادی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم وجود داشته که بسیاری از آن‌ها منجر به افت و از دست رفتن انرژی می‌شود. در این بخش، بعضی از دلایل افت انرژی در گره‌های حسگر بی‌سیم مطرح شده است [۶،۷]:

- **شنود بیکار:** یعنی در زمانی که گره‌های حسگر از خواب بیدار شده و اقدام به شنود بسته‌های ورودیای که فاقد دادهای برای ارسال می‌باشند، می‌کند. این امر باعث کاهش طول عمر شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌شود.
- **تصادم:** در زمانی که دو ایستگاه اصلی قصد انتقال بسته - ای را در زمان یکسان داشته باشند. در صورت بروز این رخداد، تصادم رخ داده و بسته‌ها دور ریخته شده و مجدد ارسال می‌شوند که این امر باعث از دست رفتن انرژی می‌شود.
- **شنود مازاد:** در یک ارتباط غیر مستقیم که یک عامل اقدام به دریافت داده‌هایی می‌کند که فاقد آدرس می‌باشند. این امر منجر به ایجاد ترافیک غیر ضروری و از این رو از دست رفتن انرژی می‌شود.
- **سربار بسته‌ی کنترل:** بسته‌ی کنترل اقدام به مصرف انرژی بیشتری نسبت به بسته‌های معمول و آن‌هم در زمان ارسال، شنود و دریافت می‌کندو بنابراین ضروری است تا از تعداد کمتری از بسته‌های کنترلی برای انتقال داده‌ها استفاده شده تا بتوان سربار را کاهش داد.

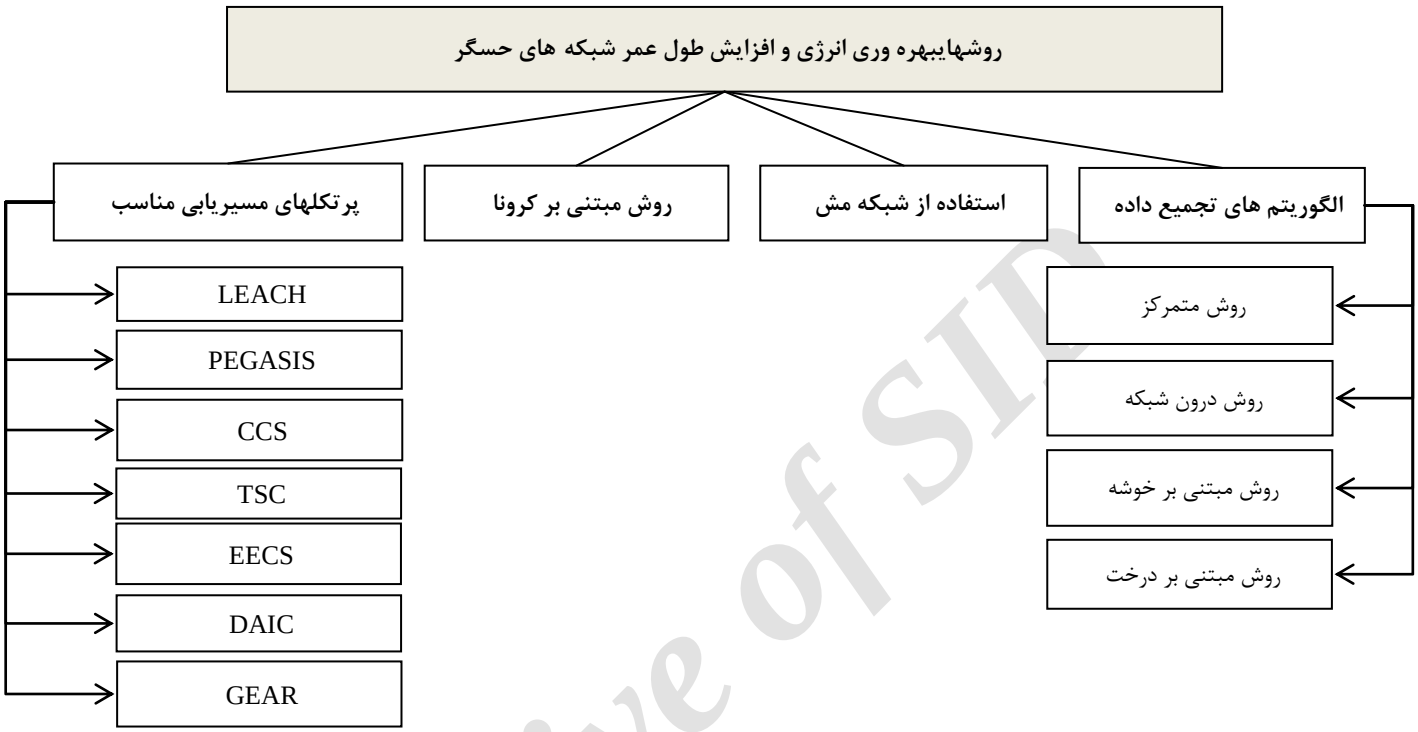
۳ مروری بر تکنیک‌های کلیدی جهت صرفه جویی در انرژی و افزایش عمر شبکه‌ی حسگر

یک شبکه‌ی حسگر بی‌سیم متشکل از حسگرهای بی‌سیم بسیاری بوده که می‌تواند داده‌هایی ماند دما، روشنایی، رطوبت، لرزه و سایر شرایط محیطی فیزیکی را جمع‌آوری نماید. اطلاعات این حسگرها پردازش شده و برای گره ی اصلی یا سینک ارسال می‌شود. هر گره دارای یک باتری با ظرفیتی محدود بوده که شارژ مجدد و تغییر آن به دلیلمحیطی که این حسگرها در آن مستقر شده‌اند امری مشکل است [۸]. تکنیک‌های مختلفی برای افزایش عمر شبکه‌ی حسگر بی‌سیم وجود دارد. در طول فعالیت‌های شبکه، از انرژی کارآمد به منظور کاهش مصرف انرژی و به حداقل رساندن آن استفاده می‌شود. حجم زیادی از انرژی از سوی

[۳] Task Manager Node
[۴] Monitoring
[۵] sink

Archive of SID
www.SID.ir

مؤلفه‌های دیگری مانند پردازنده و رادیو و آن‌هم در وضعیتی که بیکار هستند مصرف می‌شود. از این رو از شماهای مدیریت انرژی برای خاموشکردن مؤلفه‌هایی که استفاده نمی‌شوند، استفاده می‌شود[۸].در شکل ۲نمایی از نمودار درختی روشهای مربوط به بهره وری انرژی جهت افزایش طول عمر شبکه های حسگر نمایش داده شده‌است.



شکل ۲: نمایی از نمودار درختی روش های مربوط به بهره وری انرژی و افزایش طول عمر شبکه‌های حسگر

۳ ۱الگوریتمهای تجمیع داده روشی برای بهرهوری انرژی و افزایش طول عمر شبکههای حسگر

توسعه الگوریتمهای تجمیع داده با انرژی کارآمد برای افزایش عمر شبکه بسیار حیاتی میباشد و فاکتورهای متعددی همچون معماری شبکه، مکانیزمهای تجمیع داده و پروتکلهای مسیریابی در تعیین بهرهوری انرژی در شبکههای حسگر بیسیم مطرح هستند [۹].

یکیازمسائلمهمدرشبکه-
هایحسگربیسیمحداکثرطولعمرشبکهاست.
باتوجهبهمحدودیتمنابعدراینوعشبکهها،ارسالمستقیمداده-
هایحسشدهتوسطسایرگروه-
هابهایستگاهمرکزینیازبهانرژیبسیاردارد،ازاین-
رولازماستبهمنظورکاهشترافیکداده-
هاوهمچنینکاهشمصرفانرژی،میزانداده-
ایکهلازماستبرایایستگاهمرکزیارسالشودتاجاییکهامکانداردکاهشیاب
د. دادههای حس شده از حسگرهای نزدیک به هم و همسایه ، اغلب باعث افزونگی دادهها میشود که هدف الگوریتمهای تجمیع داده کاهش انتقال دادههای افزونه به ایستگاه مرکزی میباشد. در واقع هدف اصلی از الگوریتمهای تجمیع داده گرد آوردی دادهها به شیوه کار آمد جهت بهرهوری انرژی و افزایش طول عمر شبکه میباشد. مطالعه کارهای تحقیقاتی انجام شده در زمینه استفاده از سه راهکار اساسی برای انجام عملیات تجمیع دادهها را نشان میدهد [۱۰]. که این سه راهکار شامل: تجمیع درون شبکهای، تجمیع مبتنی بر درخت و تجمیع مبتنی بر خوشه بندی میباشند

۱-۱-۳ روش متمرکز

یک روش آدرس محور است که در آن هر گره از طریق کوتاه ترین مسیر ممکن دادههای خود را به یک گره مرکزی از طریق چند گامی ارسال می کند. گره های حسگر به سادگی بسته های اطلاعاتی خود را از طریق گره های میانی و گره های فرزند به یک گره مرکزی که قدرتمند تر است ارسال می کنند[۱۱].

۱-۳-۲ روش درون شبکه

Archive of SID
www.SID.ir

با توجه به سطح کاربردهای برنامه، محدودیتهای منابع شبکه و این واقعیت که محاسبات محلی اغلب مصرف انرژی کمتری را به دنبال دارند تجمیع داده درون شبکهای و مدیریت دادهها در قلب شبکه حسگر مورد پژوهش قرار گرفت. در ابتدا تکنیک تجمیع درون شبکهای شامل راههای متفاوتی برای مسیریابی بستهها، ترکیب دادههای رسیده از سایر حسگرها و هدایت آنها به سمت مقصد بوده است. در این نوع سناریوهای شبکههای حسگر معمولا دادهها توسط سایر حسگرها از بعضی نقاط جمعآوری میشوند و برای پردازش، آنالیز و برخی برنامه های کاربردی به ایستگاه مرکزی ارسال می گردند که در بسیاری از موارد دادههای تولید شده توسط حسگرهای مختلف می تواند به طور مشترک پردازش شود و به سمت ایستگاه مرکزی ارسال گردد. تجمیع داده درون شبکه ای یک فرآیند سراسری جمع آوری و مسیریابی اطلاعات درون یک شبکه چندگامی است که پردازش داده ها در گره های میانی با هدف کاهش مصرف منابع و در نتیجه افزایش طول عمر شبکه همراه است. در این روش جمع آوری داده ها به تدریج از داده های گره های حسگر انجام می شود و به سوی ایستگاه مرکزی ارسال می گردد. تجمیع داده درون شبکهای میتواند اندازه بستهها، تعداد بستههای انتقالی و همچنین تعداد گرههای درگیر در جمعآوری داده را در شبکه حسگر کاهش دهد[۱۰،۹].برای تجمیع داده درون شبکهای دو راه وجود دارد :

- **تجمیع داده درون شبکهای با کاهش اندازه:** در این نوع از تجمیع داده درون شبکهای، فرآینده ترکیب و فشردهسازی بستههای داده دریافت شده از نودهای همسایه و نزدیک به هم که به منظور کاهش طول بستههای ارسالی، میباشد [۱۰،۹].
- **تجمیع داده درون شبکهای بدون کاهش اندازه :** همچنین در این نوع از تجمیع داده درون شبکه، فرآیند ادغام بسته های دریافتی از همسایه های مختلف درون یک بسته داده مستقل میباشد [۹،۱۰].

سه دلیل برای تجمیع داده درون شبکهای وجود دارد، اول اینکه انرژی مصرف شده در ارتباطات از انرژی لازم جهت محاسبات بیشتر است که برای افزایش طول عمر شبکه لازم است بین این دو موازنه برقرار گردد. مورد دوم این است که کاهش افزونگی دادهها که در نتیجه آن ترافیک کمتر و صرفه جویی در مصرف انرژی حاصل میگردد. در نهایت سوم اینکه در تجمیع داده درون شبکهای میتوان محل و زمان اطلاعات خاصی را استخراج کرد[۱۰،۹].

۱-۳-۳ روش مبتنی بر خوشه

تجمیع داده سلسه مراتبی با مفهوم خوشهبندی شامل ترکیب دادهها از گرههای خاص است. تجمیع دادهها بر اساس خوشه توسط بسیاری از محققان مورد پژوهش قرار گرفته است زیرا خوشه یکی از راهحل های کلیدی برای رسیدن به بهره وری انرژی در شبکه حسگر است. با توجه به محدودیت انرژی گره - های حسگر، در شبکههای بزرگ انتقال مستقیم به سمت ایستگاه مرکزی باعث ناکارآمدی شبکه میگردد. در چنین سناریوهایی کل شبکه به چندین خوشه تقسیم میشود، هر خوشه دارای سرخوشه است که این سرخوشه از بین اعضای خوشه انتخاب میشود و سایر اعضای خوشه با آن در ارتباط هستند. حسگرها در هر خوشه دادههای خود را به یک جمع کننده محلی یا همان سرخوشه ارسال میکنند، سپس سر خوشه که نقش جمع کننده را دارد دادههای دریافت شده از سایر گرههای درون خوشه خود رابه صورت محلی پردازش و تجمیع میکند و نتایج را به گونهای مختصر و مناسب برای ایستگاه مرکزی ارسال میکند [۱۲].

هر سنجش رویداد توسط گره معمولی بطور مستقیم به سوی سرخوشه ارسال میگردد، سرخوشه نیز می تواند بصورت مستقیم یا چندگامی از طریق سرخوشههای دیگر به عنوان گره- های میانی با ایستگاه مرکزی ارتباط برقرار کند. بطور کلی روش خوشهبندی با حفاظت از ماهیت دادهها و گره بندی آنها بر اساس خصوصیاتشان باعث به حداقل رساندن انتقال دادهها میشود که در نتیجه به میزان قابل توجهی موجب صرفهجویی در مصرف انرژی محدود حسگرها میگردد. تجمیع داده به کمک روش خوشه بندی به دو صورت انجام می پذیرد[۱۲،۱۳]:

- **تجمیع داده از طریق خوشهبندی استاتیک:** از یک سرخوشه از قبل انتخاب شده برای تجمیع داده استفاده میکند، بنابراین دادههای حس شده توسط هر گره می - توانند سریع و راحت به ایستگاه مرکزی ارسال گردد و سربار نسبتا کمی داشته باشد. مشکل این نوع خوشهبندی این است که بیش از یک خوشه ممکن است یک هدف را

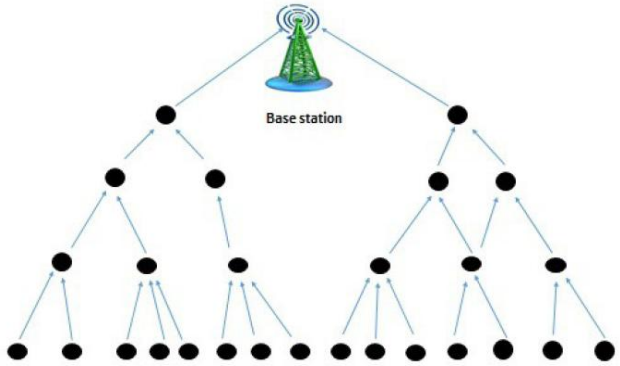
Archive of SID
www.SID.ir

در یک زمان حس کند که این باعث کاهش کارایی می گردد. البته این مشکل خوشهبندی استاتیک به کمک چندگامی به این صورت حل میشود که تعداد کل خوشه کاهش مییابد و در عوض باعث افزایش اندازه هر خوشه میشود، در نتیجه متوسط تعداد خوشههایی که هدف را حس میکنند کاهش مییابد [۱۳].

- **تجمیع داده از طریق خوشهبندی پویا:** یک گره خاص (معمولا گرهای با توان و باطری بیشتر) که هدف ویژهای را حس میکند، به عنوان سرخوشه انتخاب میشود. سایر گره های خوشه نیز دادههای حس شده خود را برای این سرخوشه ارسال میکنند. تمام دادههای جمعآوری شده توسط سرخوشه تجمیع میشوند در نهایت برای ایستگاه مرکزی ارسال می گردند. مزیت این نوع تکنیک خوشهبندی این است که تنها دادههای لازم در تجمیع داده شرکت میکنند و انرژی قابل ملاحظهای حفظ میشود. در روش تجمیع داده به کمک خوشهبندی استاتیک، سرخوشه انتخاب شده یه بسته کنترلی در کل شبکه بخش همگانی میکند که این بسته کنترلی سربار بالایی را بر شبکه تحمیل میکند اما در تجمیع داده به کمک خوشه بندی پویا این سربار کنترلی کم میشود بنابراین میزان تجمیع داده در خوشه بندی پویا زیاد است. با این حال تجمیع داده بر اساس خوشهبندی پویا مشکلات جدی هم در پی دارد. خوشهبندی و انتخاب سرخوشه پس از حس کردن یک رویداد انجام میگیرد، بنابراین یک تاخیر اضافی برای انتخاب سرخوشه قبل از انتقال داده رخ میدهد. در واقع دادهها زمانی میتوانند تجمیع شوند که فاز انتخاب سرخوشه کامل انجام شدهباشد[۱۳].

۱-۳-۴ روش مبتنی بر درخت

در این رویکرد تجمیع داده از طریق ساخت درخت تجمیع داده که میتواند یک درخت پوشای مینیمم باشد، صورت میپذیرد. درخت تجمیع یک درخت (T) است که در آن گره ایستگاه مرکزی به عنوان ریشه درخت در نظر گرفته میشود. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده سایر گره های منبع به عنوان گره برگ هستند و هر گره دارای یک گره والد است که دادههای حس شده خود را برای آن ارسال می کند. جریان داده از گره برگ تا ایستگاه مرکزی (ریشه) ادامه دارد و در حین آن تجمیع داده از طریق گره های والد (گره های میانی) انجام میپذیرد [۱۲].



شکل ۳: نمایی از تجمیع داده به روش مبتنی بر درخت

درخت تجمیع معمولا به عنوان یک پردازنده در تجمیع داده عمل میکند. توپولوژی درخت اغلب برای شبکه های حسگر بیسیم به کار برده میشود، نه تنها به این دلیل که این ساختار برای شبکههایی با یک یا چند ایستگاه مرکزی مناسب است بلکه به این دلیل که برای منابع محدود موجود در شبکه حسگر نیز ساده است.تحقیقات نشان میدهد که یافتن درخت تجمیع بهینه که تعداد انتقالات را به حداقل وطول عمر شبکه را به حداکثر برساند جزء مسائل NP-Hard است و الگوریتم های تقریبی برای ساخت درخت ارائه شده است[۱۴].در بخش زیر انواع درختهای تجمیع داده شرح داده شده است.

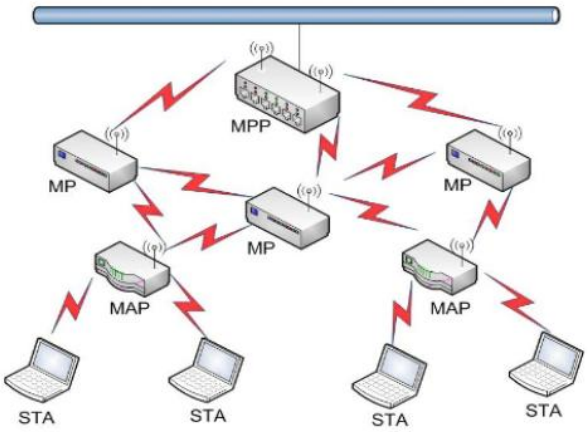
- **CNS (مرکز در نزدیکترین منبع):** در این تجمیع داده همه منابع دادههای خود را به منبعی که به ایستگاه مرکزی نزدیک تر است ارسال میکند.
- **SPT (درخت کوتاه ترین مسیر):** در درخت کوتاه ترین مسیر هر منبع اطلاعات خود را در طول مسیر کوتاهی برای ایستگاه مرکزی ارسال میکند که همپوشانی مسیرها از ترکیب درخت تجمیع حاصل می شود.
- **SIT(درخت افزایشی حریصانه):** یک روش ترکیبی است که در مرحله اول درخت تجمیع داده تنها متشکل از کوتاهترین مسیر بین ایستگاه مرکزی و نزدیک ترین

Archive of SID
www.SID.ir

منبع است. در مرحله دوم گره منبع بعدی که نزدیک است به درخت اضافه میگردد.

۳ ۲ معرفی شبکه مش روشی برای بهره وری انرژی و افزایش طول عمر شبکههای حسگر

شبکه مش به دلیل برخورداری از ساختار ساده و خواص توپولوژی منحصر به فرد در بسیاری از شبکهها از جمله شبکه سنتی و شبکههای میان ارتباطی به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است.همان طور که در شکل ۴ نشان داده شده است برای ایجاد یک شبکه حسگر بیسیم با استفاده از ساختار Mesh به جای هر گره در شبکه Mesh یک حسگر قرار دارد و فاصله هر دو گره مجاور (یا اندازه یال ها در شبکه Mesh) را طوری تقسیم میشود که در هر محدوده قدرت ارسال سیگنال بیسیم حسگرها باشد. البته باید در نظر داشت که فاصله تمام یالها در شبکه Mesh با یکدیگر برابر میباشد و نحوه ارسال اطلاعات در این شبکه همانند شبکه Mesh سنتی میباشد و هر گره حسگر فقط میتواند به گرههای همسایه خود در شبکه سنتی Mesh اطلاعات ارسال کند[۱۵].



شکل ۴: شبکه مش روشی در شبکه‌های حسگر

۳ ۳ معرفی چند پرتکلهای مسیریابی روشی برای بهرهوری انرژی و افزایش طول عمر شبکههای حسگر

برایکاهشاتلافانرژیوافزایشطولعمرشبکهپروتکلهایمختل
فمسیریابیپیشنهادشدهاند،کهازاینمیانبایدازپروتکل-
هاییکهخوشهبندیدرآنهاصورتمیپذیرد،بهعنوانپروتکل -
هاییبابهترینعملکرددرزمینهصرفه-
جوییدرمصرفانرژینسبتبهپروتکلهایمسطحیادکرد.

دراینقسمتبهمعرفیچندینپروتکلمسیریابیسلسلهمراتبیپرداخته شده استکهدرآنپژوهشگرانبرایدستیافتنبهصرفه -
جوییدرمصرفانرژیگرههایبیسیمتلاشفراوانیکردهاند.
برخیازپروتکلهایمعرفیشدهگاماموثریدرجهتجلو -
گیریازاتلافانرژیوافزایشطولعمرشبکهبرداشته-
اند،ولیهنوزهمتلاش-
هاییبهمنظورکاهشانتقالدادهسربارهویاجریانمعکوسدادهازسمتای ستگاهمرکزیمیتواندمثمرثمرعملکند. در این بخش تعدادی از این الگوریتمها معرفی شده است.

- **روش:LEACH**گرههایحسگرخودرادرخوشه-بندیمحلیقرارمی-
دهند،کهدرآنیکگرهبهعنوانسرخوشهبهفعالیتمیپردازد .
LEACEازتعویضتصادفیگرهسرخوشهبهعنوانعاملیجهتپخشیک نواختانرژیمابینگرههایمختلفشبکهبهرهمیگیرد [۱۷].
- **روشTL-LEACE**
:اینپروتکلتوسعهیافتهالگوریتمLEACHمیباشد . TL-LEACHازدوسطحازسرخوشهها (اولیهوثانویه) بهعلاوهسایرگرههایسادهبهرهمیجوید .
دراینالگوریتمدرهرخوشه،سرخوشهیاولیهباسرخوشه-هایثانویهارتباطبرقرارمیکندوسرخوشه -
هایثانویههرکدامباگرههایمربوطهدرزیرخوشههای-
شانارتباطبرقرارمیکنند [۱۷].
- **روشLEACH- EHE**:اینروشبرایافزایشطولعمرشبکه-هایحسگرپیشنهادشدهاست
دراینطرحیکآستانهثابتبرپایهفاصلهبرایتقسیمگره-
هابهدودستهتعریفمیگردد . گره-
هاییکهدرنزدیکیایستگاهمرکزیقراردارند،بهصورتمستقیمباایست گاهمرکزیدرارتباطخواهندبودوگره-
هاییکهدرفاصلهدورترینسبتبهایستگاهمرکزیقرارگرفتهاند،می-بایستازارتباطاتبرپایهتشکیلخوشهاستفادهکنند[۱۸].
- **روشPEGASIS**:اینالگوریتمیکساختارزنجیره-ایمشتملبرتمامیگرهارا تشکیلمی -
دهدوتجمیعاطلاعاتبهصورتپیوستهدرطولاینزنجیرهصورتمی-پذیرد. اینالگوریتمبهمعرفیاینایدهمیپردازد،کهاگرگره -
هازنجیره-

Archive of SID

www.SID.ir

ایبینمبداومقصداطلاعاتتشکیلدهند،تنهایکگرهدرهرزمانارسالف
ریم،بهارسالاطلاعاتبهایستگاهمرکزیمیپردازد [۱۶].

- **روشCCS :** دراینالگوریتمکلشبکهبههحلقه-
هایهممرکزتقسیممیشودوهرکدامازاینحلقه -
هامعرفیکخوشهخواهدبود. بههرکدامازاینحلقه-
هاسطحخاصینسبتدادهمیشود (مثلاسطح ۱
نزدیکترینحلقهنسبتبهایستگاهمرکزیو .....).
درهرکدامازاینحلقههاگرهبهتشکیلزنجیره-
هاییدرستهمانندآنچهدرPEGASISگذشترویمی-
آورندویکیازگرههابهعنوانسرگرهانتخابمیشود .
بعدازانتقالاطلاعاتدریکحلقهورساندناینااطلاعاتبهسرگره،اینکهز
مانآناستکهسرگرههاییکهدرحلقههایمجاورواقعشده-
اند،درجهترساندناطلاعاتبهایستگاهمرکزیبههمکاریبپردازند.
بهعنوانمثالسرگرهدرسطح n-
۱اطلاعاترابهسرگرهواقعدرسطحnارسالکندواینراهکارتازمانیادام
ه می -
یابدکههفرایندوصولاطلاعاتبهایستگاهمرکزیباموفقیتگذراندهشو
د[۱۶].
- **روش TSC:** الگوریتم TSCازحلقههاوقطاع-
هاییبرایتشکیلخوشههااستفادهمیکند . پسخوشهناحیه-
ایبهشکلیکنوارخمیدهمی-
باشدکهازتقاطعیکحلقهویکقطاعمثلثیبوجودمی-
آیدودرپیآندرهرخوشهیکسرگرهانتخابمیشود [۲۳].
- **روشEECS:**دراینالگوریتمکاندیدهایسرخوشهشدنبرای
سرخوشهشدندریکدورهخاصبهرقابتمیپردازند .
اینرقابتبهاینشکلصورتمیپذیردکههرکدامازگروه -
هایکاندیدمیزانانرژیباقیماندهخودرابهسایرگره-
هایهمسایهکهقصدشرکتدراینرقابترادارنداعلاممیدارند .
هرگرهایکهانرژیباقیماندهاشنسبتبهسایرگرههابیشترباشد،
بهعنوانسرخوشهانتخابمیگردد [۱۹].
- **روشGSTEB:**دراینروشهردوره،ایستگاهمرکزییکگرهراب
هعنوانگرهریشهمنصوبمی-
کندوIDوهمچنینمختصاتآنرابهتمامگرههایحسگرارسالمیکند .
پسازآنمسیرهایشبکهیاتوسطارسالاطلاعاتدرختبههریکازگره-
هاتوسطایستگاهمرکزییاتوسطخودگرهمشخصمیشوند
کههردوصورتنتیجهیکسانخواهدبود.
GSTEBقابلیتتغییرریشهوتشکیلدرختمسیر-
یابیجدیدراباتاخیرکمومصرفکمانرژی،داراست[۲۲].
- **روشDAIC:**دراینروششبکهبههچندینردیفتقسیمشدهو
درهرردیفیکسرخوشهانتخابمیشودودرتمامیردیف -
هابهجزدورترینردیفنسبتبهایستگاهمرکزییکسرخوشه
gatewayنیزانتخابمیگردد .
دراینطرحبرایاستفادهبهینهازانرژیگره-
ها،قدرتانتقالاطلاعاتخودراباتوجهبهفاصلهتنظیممی-
کنندوهمچنینتعدادسرخوشههادرشبکهبهصورتپویاانتخابمی-
شوند[۲۰].
- **روش GEAR:**دراینروشپسازجای-
گیریگره،هرگرهاطلاعاتیدرزمینهمکانوسطحانرژیخودرابهصورت
مستقیمبهایستگاهمرکزیارسالمیکند .
اجرایاینعملیاتکهازنظرانرژیبهصرفهنیست،درتمامیدورههالازمن
خواهدبود. پسازآنکهایستگاهمرکزیازموقعیتتمامیگره-
هاآگاهشدمیتواندبهترینمسیر -
هابرایارسالاطلاعاتراباحلمسئلهکوتاهترینمسیرمشخصکند
هرچندکهطولمسیردراینروشفاصلهاقلیدسینمی-
باشدووزنیوابستهبهانرژیباقیماندههرگرهوهزینهارسالاطلاعاتاز
گرهمبدابهگرهمقصدمیباشد [۱۶].

۳ ۴ روش مبتنی بر کرونا جهت افزایش طول عمر شبکه-های حسگر

قبل از شرح کلی روش مبتنی بر کرونا به عنوان روشی برای افزایش طول عمر شبکه، لازم است که مبحث چاهک در شبکه های حسگر معرفی شود.

چاهکهاماشینهایتوانمندبامنابعزیادواغلبنامحدودهستنددر واقعحسگرهامنابعآنمحسوبمیشوند.

حسگرهاداده‌هایخودرابرایتحلیلوپردازشبهیکیاچندچاهکانتقالمی دهند.

جمعآوریدادههاازنودهایحسگربهمنظورتحلیلوپردازشیکیازوظایفا صلیدرشبکه‌هایحسگر بیسیماست .

تحقیقاتنشانمیدهدحسگرهایناحیهایکچاهکبهدلیلسربارزیادرلهکرد نپیام‌هانسبتبه دیگرحسگرهازودترتخلیهٔانرژیمی‌شوند .

اینمصرفانرژیغیریکسانسببکاهشکارایی‌شبکهکوتاه شدنطولعمرشبکهمی‌شود،بههمیندلیلاخیرابهمنظورکاهشومتعاد ل‌سازیمصرفانرژیحسگرهااز چاهکمتحرکاستفادهشدهاست .

Archive of SID
www.SID.ir

سودمندیواثربخشیآن،همبوسیلۀتحلیلهایتئوریوهممطالعهعملی بهاثباترسیدهاست.

شبکههایحسگرباچاهکمتحرکازنظرمصرفانرژیوطولعمرشبکهکارآ مدترهستند. چاهکمی تواندثابت(ایستا)یامتحرکباشد. چاهک می تواننددرمکانهایمختلفدرشبکهحسگرقرارگیرد. دریک شبکهحسگرباچاهکثابت،حسگرهایندیکچاهکخیلیزودترازدیگر حسگرهاتخلیهانرژیمی شوند.

دلیلاینپدیدهایناستکهحسگرهایندیکچاهکدرمسیرهایحسگربه چاهکبیشتریمشترکهستند،

پسبارگیریلهکردنپیامدرآنهابیشتراستوانرژیبیشتریمصرفمی کن ند. اینمصرفانرژیغیریکسان سببکاهشکارایییوکوتاهشدنطولعمرشبکهحسگرمی شود.

اگرحسگرهایاطرافیکچاهکهمگی تخلیهانرژیشوند،چاهکازشبکهایزوله (جدا)،می شود. اگرهمۀچاهکهاایزولهشوندیکپارچگیو تمامیتشبکهازبینمی رود . ازآنجاکهتعویضیاشارژمجددباتریحسگرهااغلبغیرممکناستکمینهو متعادلکردنمصرفانرژیمیانحسگرهاامریمطلوباست.

بههمیندلیلاخیرابهمنظورکاهشومتعادلسازیمصرفانرژیمیانحسگ رهاچاهکمتحرکبهکارگرفتهشدهاست. سودمندیواثربخشیآنهم بوسیلۀتحلیلهایتئوریوهممطالعۀعملیبهاثباترسیدهاست.

در شبکه حسگر بیسیم مبتنی بر کرونا گرههای سنسوری صورت دوایری با شعاع R قرار میگیرند. گره چاهک ثابت در مرکز تمام کروناها قرار میگیرد. تعداد کل کروناها به رنج و تعداد گرههای حسگر بستگی دارد. در این مدل، چگالی گرههای سنسور در کرونای اول نزدیک به گره چاهک بسیار بیشتر از کروناهای دیگر است [۲۱]. در واقع استراتژیهای مبتنی بر کرونا تکنیکی برای افزایش طول عمر شبکه است و در واقع با یافتن بهترین کروناها میتواند طول عمر یک شبکه حسگر بیسیم را افزایش داد که در روش پیشنهادی به طور کامل این مبحث شرح داده خواهد شد. در واقع می توان گفت سناریوی شبکه حسگر بیسیم مبتنی بر کرونا [۶] و سازماندهی یک شبکه حسگر بیسیم در حلقهها و مرکز کرونا تکنیکی ساده برای ذخیرهسازی مصرف انرژی شبکه میباشد[۱].

۴ نتیجه گیری

امروزه شبکههای حسگر بیسیم بسیار مورد توجه قرار گرفتهاندزیرا از این تکنولوژی در زمینههای مختلفی از جمله درمانهای پزشکی، کمک به سیلزدگان، تشخیص نظامی و غیره استفاده میشود. از طرفی شبکه حسگر بیسیم از تعداد زیادی گره تشکیل یافته که اطلاعات را از گرهها جمعآوری کرده و ارسال میکند. این گرهها در منطقه به طور تصادفی توزیع شدهاند. این گرهها بر تغییرات پارامترهای کلید نظارت کرده و اطلاعات را در این محیط گسترش میدهند و طول عمر این گرهها یکی از چالش های اساسی در شبکههای حسگر بیسیم است تا شبکه مختل نشود از این رو این مقاله مروری در بخش اول به معرفی شبکههای حسگر و در بخش اصلی مقاله تکنیکهای کلیدی جهت افزایش بهره وری شبکه یعنی بهینه کردن مصرف انرژی و افزایش طول عمر شبکه معرفی و بررسی شدهاست.

منابع

[1] Lin.Y, Chou.Z, Yu.C, Jan.R, (**2015**), "*Optimal and Maximized Configurable Power Saving Protocols for Corona-Based Wireless Sensor Networks*", IEEE Transactions On Mobile Computing, Vol. **14**, No. **12**, pp: **2544-2559** .

[2] Pughat, Vidushi Sharma.(**2014**). "*A Survey on Dynamic Power Management Approach in Wireless Sensor Networks*", Power India International Conference (PIICON), **2014** .

[3] Yoneki E and Bacon J.(**2005**)." *A survey of Wireless Sensor Network technologies: research trends and middleware's role*". Technical reports published by the University of Cambridge Computer Laboratory are freely available via the Internet: http://www.cl.cam.ac.uk/TechReports.

[4]Alkhatib A and BaicherG.(**2012**)." Wireless Sensor Network Architecture". **2012** International Conference on Computer Networks and Communication Systems (CNCS **2012**) IPCSIT vol.**35** (**2012**) © (**2012**) IACSIT Press, Singapore

[5] Kamaldeep K, Parneet K and Sharanjit S.(**2014**)." Wireless Sensor Network: Architecture, Design Issues and Applications" International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER) www.ijser.in ISSN (Online): **2347-3878** .

[6] k. Amirthavalli, p. Sivakumar.(**2014**)." Power Conservation and Security in Wireless Sensor Networks - A Survey ". **2014** International

[۶] Corona-Based Wireless Sensor Network (corona-based WSN)

Archive of SID
www.SID.ir

[۱۵]MAMECHAOUI S , DIDI F and PUJOLLE G.(**2013**).“*A SURVEY ON ENERGY EFFICIENCY FOR WIRELESS MESH NETWORK”*. International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.**5**, No.**2**, March .

[۱۶]Harmanpreet Singh, Damanpreet Singh.(**2016**).” Taxonomy of Routing Protocols in Wireless Sensor Networks: A Survey”. **2016 2**nd InternationalConference on ContemporaryComputing and Informatics (ic**3**i

[۱۷]Loscri V. , Morabito G., and Marano S.,” A Two-Level Hierarchy for Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy (TL-LEACH)”in Proc. **62**nd IEEE Conf. on Vehicular Technology Conference ,vol.**3**, pp. **1809-1813** , **2005**

[۱۸]Tyagi S, Kumar Gupta S.(**2013**). “EHE-LEACH: Enhanced heterogeneous LEACH protocol for lifetime enhancement of wireless SNs”, in Proc. Int. Conf. on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)**.**

[۱۹]Ye M., Li C., Chen G., and Wu J.(**2005**). “EECS: An Energy Efficient Clustering Scheme in Wireless Sensor Networks”, in Proc. **24**th IEEE International Conf. on Performance, Computing and Communication, pp.**535-540** , **2005** .

[**20**]Gautam N, Pyun.(**2010**). “Distance Aware Intelligent Clustering Protocol for Wireless Sensor Networks”, Journal of Communication and Networks,vol.**12**, no.**2**, pp. **122-129** ,Apr. **2010 .**

[۲۱]Rahman.A, Alharby.A, Hasbullah.H, Almuzaini.K, (**2016**), “*Corona based deployment strategies in wireless sensor network: A survey*”, Journal of Network and Computer Applications **64**, pp: **176** –**193** .

[**22**]Han Z, Wu Jie, Z Jie, Liu L, Tian K.(**2014**). “ A General Self-Organized Tree-Based Energy-Balance Routing Protocol for Wireless Sensor Network”, IEEE Transactions on Nuclear Sciences, vol. **61**, no.**2**, pp. **732-740** , Apr.**2014**

[۲۳]Gautam N, Lee Won-Il, Pyun.(**2009**). “Track-Sector Clustering for Energy Efficient Routing in Wireless Sensor Networks”, **9**th IEEE Int. Conf. on Computer and Information Technology,vol.**2**, pp.**116-121** , **2009 .**

Conference on Electronics and Communication Systems (lCECS **-2014**), Feb.**13 -14** , **2014** .

[**7**] Bulbenkiene, V., Jakovlev, S., Mumgaudis, and G., Pridotkas, G., "Energy loss model in Wireless Sensor Networks", IEEE Digital Information Processing and Communication (ICDIPC), **2012** Second International Conference, PP.**36-38** , **10-12** July **2012** .

[**8**] k. Amirthavalli, p. Sivakumar.(**2014**)." Power Conservation and Security in Wireless Sensor Networks - A Survey ". **2014** International Conference on Electronics and Communication Systems (lCECS **-2014**), Feb.**13 -14** , **2014** .

[۹] [**23**] Ashwini V. Sisal and Simran Khiani.(**2014**).” Data Aggregation Techniques in Wireless Sensor Network: Survey”. nternational Conference on Advances in Science and Technology (ICAST-**2014**)

[**10**]VIPAN ARORA, T.P SHARMA.(**2016**).” IN NETWORK AGGREGATION TECHNIQUES AND DATA MANAGEMENT IN WIRELESS SENSOR NETWORKS: A SURVEY”. International Journal of Advanced Computational Engineering and Networking, ISSN: **2320-2106**

[۱۱]Sandeep Kaur and R.C. Gangwar**.(2016**).” A Study of Tree Based Data Aggregation Techniques for WSNs”. International Journal of Database Theory and Application (**2016**), pp.**109-118** http://dx.doi.org/**10.14257** /ijdta.**2016.9.1.1**

[۱۲]Talele A, Patil S and Hopade N.(**2015**).” *A Survey on Data Routing and Aggregation Techniques for Wireless Sensor Networks*” International Conference on Pervasive Computing (ICPC), **1-4799-6272-3/15 /$31.00** (c)**2015** IEEE

[۱۳]Prashant Krishan.(**2013**).” *A Study on Dynamic and Static Clustering Based Routing Schemes for Wireless Sensor Networks*” International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) www.ijmer.com Vol.**3**, Issue.**2**, March-April. **2013** pp-**1100-1104** ISSN: **2249-6645**

[۱۴] [۲۸]Bhaskar Krishnamachari, Deborah Estrin, Stephen Wicker**.(2002**).” Modelling Data-Centric Routing in Wireless Sensor Networks”. IEEE INFOCOM **2002** .

Archive of SID

www.SID.ir