



بهبود مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی سیم با استفاده ترکیبی از الگوریتم‌های مسیریابی *EAR* و *PGR*

علی علی‌اکبری^{1*}، اسدالله وکیلی²

1. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

2. عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

* Email: ali.aliakbari@yahoo.com

چکیده:

یک رویکرد برای طولانی کردن عمر شبکه‌های حسگر بی‌سیم، بهبود روش‌های مسیریابی است که با بهره‌گیری از توابع احتمال، هوشمندانه از تمامی عناصر شبکه در انتقال داده‌ها استفاده نموده و موجب تقسیم بار انتقال داده در شبکه، بر روی همه گره‌ها و جلوگیری از اتمام انرژی گره‌های پرکاربرد و به طبع آن اتمام عمر شبکه می‌گردد. در این تحقیق یک پروتکل مسیریابی جدید با رویکرد استفاده مشترک از مزایای الگوریتم‌های مسیریابی داده محور و الگوریتم‌های مسیریابی بر پایه موقعیت ارائه می‌شود و در این الگوریتم جدید از تابع تعیین هزینه و تابع احتمال انتخاب مسیر الگوریتم *EAR* به همراه تابع انتخاب زاویه الگوریتم *PGR* مشترکاً استفاده شده و در نهایت تابع احتمال انتخاب مسیر جدیدی برای آن پیشنهاد شده است که هدف آن انتخاب مسیری با کمترین هزینه و بیشترین احتمال در افزایش طول عمر شبکه است. این تابع احتمال با در نظر گرفتن میزان انرژی لازم جهت ارسال داده از یک مسیر و بررسی میزان انرژی باقیمانده در همان مسیر، بعد از ارسال داده برای ارسال‌های بعدی به هر مسیر احتمالی را نسبت داده که بعد از آن مسیری که در موقعیت جغرافیایی انتخاب شده بین گره فرستنده و چاهک قرار دارد و بیشترین عدد احتمال به آن اختصاص داده شده را برای ارسال انتخاب می‌نماید. کارایی برتر این پروتکل از لحاظ افزایش طول عمر مفید شبکه و حفظ بهتر پوشش شبکه‌ای در مقایسه با پروتکل‌های اولیه *EAR* و *PGR* با انجام شبیه‌سازی به اثبات رسیده است. با نتایج بدست آمده، انرژی باقیمانده در شبکه پس از اتمام شبیه‌سازی در مسیریابی با پروتکل جدید حدود 12٪ بیشتر از مسیریابی با پروتکل *PGR* و حدود 8٪ بیشتر از مسیریابی با پروتکل *EAR* است و اگر طول عمر شبکه را زمان خاموش شدن اولین گره در شبکه در نظر بگیریم در پروتکل جدید اولین گره 7 ثانیه دیرتر از پروتکل *PGR* و 14 ثانیه دیرتر از پروتکل *EAR* خاموش می‌شود و بطور میانگین می‌توان گفت که حدود 10٪ طول عمر شبکه با پروتکل جدید افزایش یافته است.

کلمات کلیدی: شبکه‌های حسگر بی‌سیم، مسیریابی در شبکه حسگر بی‌سیم، کاهش مصرف انرژی، افزایش طول عمر شبکه‌های حسگر بی‌سیم، پروتکل‌های مسیریابی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم.

1) مقدمه

یکی از مهمترین ابزار کسب اطلاعات و درک محیط که تحقیقات گسترده‌ای را به خود معطوف نموده، شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌باشد. همچنین از مهمترین مسائل قابل بحث در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، چگونگی انتقال اطلاعات از گره‌های داخل شبکه به چاهک و انتخاب بهترین مسیر ممکن برای انتقال این اطلاعات می‌باشد. انتخاب بهترین مسیر می‌تواند بر اساس فاکتورهای مختلفی مانند انرژی مصرفی، سرعت در پاسخگویی، دقت در انتقال داده و ... تحت تاثیر قرار



بگیرد. هدف این مقاله انتخاب بهترین مسیر از لحاظ مصرف انرژی در شبکه های حسگر بی سیم می باشد. با وجود پیشرفت های صورت گرفته در این نوع شبکه ها، گره های حسگر به دلیل تعداد زیاد، اندازه کوچک و روش قرارگیری اقتضایی، هنوز هم برای تامین انرژی خود، متکی به باتری هایی با توان اندک می باشند. معمولاً به دلیل به کارگیری این نوع شبکه ها در محیط های خشن و غیرقابل دسترس، امکان شارژ مجدد یا تعویض گره های حسگر وجود ندارد. بنابراین یکی از مهمترین مسایل در شبکه های حسگر بی سیم، مسأله محدودیت شدید انرژی است. همچنین کارایی شبکه های حسگر به شدت به طول عمر شبکه و پوشش شبکه ای آن وابسته است، بنابراین لحاظ نمودن الگوریتم های ذخیره انرژی در طراحی شبکه های حسگر با عمر طولانی، امری حیاتی است. امروزه روش های مدیریت پویای توان که به کاهش مصرف انرژی شبکه های حسگر بعد از طراحی و قرارگیری آن ها می پردازند، از بالاترین اهمیت برخوردار می باشند. پروتکل های مسیریابی EAR^1 و PGR^2 دو نمونه از موثرترین پروتکل های آگاه از انرژی در شبکه های حسگر بی سیم هستند. در این مقاله، یک پروتکل جدید با استفاده ترکیبی از این دو الگوریتم ارائه می شود. و این پروتکل جدید با استفاده از مزایای روش های ارسال و دریافت اطلاعات که الگوریتم های EAR و PGR از آنها در شبکه های حسگر بی سیم استفاده می کنند یک تابع احتمال جدید جهت مسیریابی بین گره های شبکه های حسگر بی سیم ارائه خواهد داد. و این تابع احتمال جدید در انتخاب گره های مسیر تا چاهک، بهینه تر از هر دوی این الگوریتم ها عمل نموده و معایب آنها را پوشش می دهد و باعث بالا رفتن طول عمر شبکه و کاهش مصرف انرژی خواهد شد.

2) پروتکل های مسیریابی

در پروتکل EAR از یک سری مسیرهای زیر بهینه جهت افزایش طول عمر شبکه استفاده می شود. این مسیرها به واسطه ی یک تابع احتمال، که به مصرف انرژی در آن مسیرها بستگی دارد، انتخاب می شوند. مهمترین پارامتری که در طراحی این پروتکل مدنظر گرفته شده است بقای شبکه می باشد. نظر به اینکه استفاده ی دائمی از مسیری که کمترین انرژی در آن تلف می شود باعث تخلیه ی انرژی حسگرهای موجود در آن مسیر می شود، در این روش به جای استفاده از مسیر بهینه، چند مسیر زیر بهینه در نظر گرفته می شوند که با استفاده از یک تابع احتمال فقط یکی از آنها انتخاب شده و برای مدتی از آن مسیر استفاده می شود. این پروتکل از سه فاز تشکیل شده است (22):

فاز راه اندازی: در این فاز هر گره ای با ارسال یک پیام سیل آسا³، همسایه اش را پیدا می کند و جدول مسیریابی اش را می سازد. این فاز برای ساختن جدول مسیریابی تابع هزینه را محاسبه می کند، هزینه استفاده از یک کانال ارتباطی را بوسیله معادلات زیر محاسبه می کنند:

$$linkcost(i,j) = e_s(i) + e_r(j) \quad (1)$$

$$e_s(i) = \epsilon_1 d_{ij}^2 + \epsilon_2 \quad (2)$$

$$e_r(j) = \epsilon_3 \quad (3)$$

در این معادلات $linkcost(i,j)$ به عنوان میزان انرژی مصرف شده برای ارسال یک واحد داده از گره i به گره j تعریف شده است. $e_s(i)$ انرژی مصرف شده توسط گره i فرستنده برای ارسال یک واحد داده به گره j گیرنده می باشد. این مقدار متناسب با مربع فاصله بین گره فرستنده i و گره گیرنده j است. $e_r(j)$ انرژی مصرف شده توسط گره j به

¹Energy Aware Routing

² Probabilistic Geographic Routing

³ Flooding



منظور دریافت یک واحد داده است. شایان ذکر است که این مصرف انرژی ثابت است. $E1, E2$ و $E3$ پارامترهای ثابتی هستند که مشخصه مدار ارسال و دریافت گره حسگر می‌باشند. با استفاده از مسیری که در آن جمع هزینه‌های همه لینک‌ها حداقل است، کل مصرف برق شبکه حسگر بی‌سیم را می‌توان به حداقل رساند. تعریفی که از $linkcost(i,j)$ مطرح شده با موفقیت انرژی کل شبکه را کاهش می‌دهد. این در حالی است که رفتار $linkcost(i,j)$ باعث مصرف سریع انرژی برخی از گره‌ها می‌شود. الگوریتم دیگری نیز جهت محاسبه $linkcost(i,j)$ وجود دارد که بصورت زیر می‌باشد:

$$linkcost(i,j)_{new} = linkcost(i,j) / E_j^n \quad (4)$$

از طریق انرژی باقیمانده گره فرستنده در مخرج کسر، امکان انتخاب شدن آن به عنوان گره رله با توجه به انرژی باقیمانده‌اش انجام می‌شود. به این دلیل که انرژی گره‌های خاصی به سرعت به پایان نرسد. بنابراین مصرف انرژی بین گره‌ها به طور یکنواخت توزیع می‌شود، در عین حال که مصرف انرژی کل شبکه به حداقل می‌رسد (22). با استفاده از تابع $linkcost$ مسیرهایی که هزینه بسیار بالای داشته باشند در نظر گرفته نمی‌شود. در این روش انتخاب حسگرها بر مبنای نزدیکی آنها به مقصد می‌باشد، هر حسگر به هر یک از همسایه‌های خود که در جدول ارسال آن وجود دارد، یک احتمال نسبت می‌دهد این احتمال که با معکوس هزینه رابطه مستقیم دارد به صورت زیر بدست می‌آید:

$$P_{i,j} = \frac{\frac{1}{linkcost(i,j)}}{\sum_{k \in FT} \frac{1}{linkcost(i,j)}} \quad (5)$$

فاز ارسال داده‌ها : در این فاز هر گره بسته‌هایی را که دریافت کرده بر اساس جدول مسیریابی و با توجه به احتمال اختصاص داده شده به آن همسایه می‌فرستد.
فاز نگهداری مسیر : لازم است مسیرهایش را مرتب چک کند و دائماً آنها را زنده نگه دارد که مسیرها از کار نیفتند.

پروتکل PGR با استفاده از اطلاعات موقعیتی و انرژی گره‌ها، مسیری مناسب به سمت مقصد ایجاد می‌کند. در PGR فرض می‌شود هر گره، موقعیت مقصد را می‌شناسد. در ابتدا گره‌های همسایه، اطلاعات خود را با یکدیگر ردوبدل می‌کنند که از این طریق هر گره لیستی از همسایگان، موقعیت آنها و نیز قدرت ارتباطی با آنها را بدست می‌آورد. برای ارسال اطلاعات به مقصد، گره مبداء لیست همسایگانی را که در زاویه θ نسبت به خود و مقصد قرار می‌گیرند تعیین می‌کند. بعنوان مثال در شکل 1 گره S بعنوان منبع و گره D بعنوان مقصد فرض شده است و گره‌های 1 تا 8 نیز در همسایگی S قرار دارند. وقتی که S بخواهد یک بسته داده را به سمت D ارسال نماید باید در وحله اول بسته را به یکی از 8 گره همسایه، که در جدول مسیریابی خود دارد ارسال نماید. برای اینکار ابتدا S یک زاویه θ نسبت به خود و مقصد در نظر می‌گیرد. این زاویه باید به گونه‌ای باشد که حداقل دو همسایه S در آن قرار داشته باشند و اگر دو همسایه در آن نبودند باید مقدار θ را آنقدر زیاد کنیم که حداقل دو همسایه در آن بگنجد و این زیاد کردن زاویه نباید از 180 درجه تجاوز کند چون اگر θ بیشتر از 180 درجه در نظر گرفته شود احتمال دارد بسته به جای اینکه به طرف مقصد هدایت گردد در مسیر عقب ارسال شده و از مقصد دور گردد. حال ما فرض می‌کنیم که S قادر به پیدا کردن حداقل دو همسایه در زاویه θ باشد و در شکل 1 مشاهده می‌کنید که گره‌های 1 تا 4 در این زاویه قرار دارند. این چهار گره نامزد دریافت بسته از S می‌باشند. پس از مشخص شدن این همسایگان بر اساس میزان انرژی و قابلیت اطمینان گره‌ها، به هر یک از گره‌ها احتمالی نسبت داده می‌شود. سپس گره مبداء بر اساس احتمالات منتسب شده یک گره را برای ارسال بسته داده انتخاب می‌کند. گره

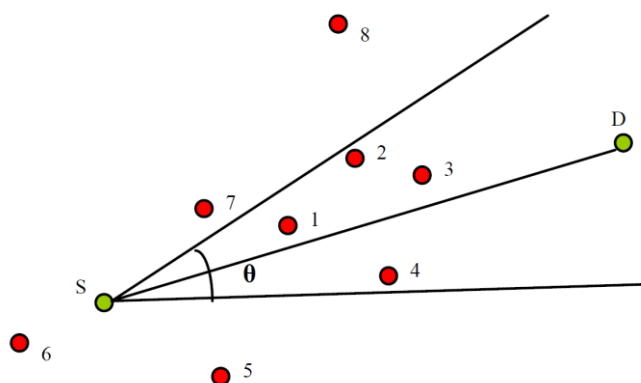


انتخاب شده نیز بر همین اساس، همسایه بعدی را برمی‌گزیند، این فرآیند تا زمانی که بسته به مقصد نهایی خود برسد ادامه پیدا می‌کند (23).

تابع احتمال الگوریتم PGR بصورت رابطه زیر می‌باشد:

$$P(j) = E_{res}(j) / R(j) \quad (6-3)$$

در رابطه بالا $E_{res}(j)$ انرژی باقیمانده گره j است و $R(j)$ تعداد ارسال داده‌های دیگر می‌باشد که در مسیر ارسال آنها به چاهک از گره j استفاده شده است. تابع احتمال برای هر یک از گره‌هایی که در زاویه θ قرار دارند محاسبه می‌گردد و داده به گره‌ای که بیشترین احتمال را دارا باشد ارسال می‌شود و در مرحله بعد مجدداً برای گره‌ای که داده به آن ارسال شده زاویه θ در نظر گرفته می‌شود و باز مجدداً برای گره‌هایی که در این زاویه قرار دارند تابع احتمال عمل نموده و به همین گونه فرآیند ادامه می‌یابد تا داده به چاهک برسد (23).



شکل 1 پروتکل PGR

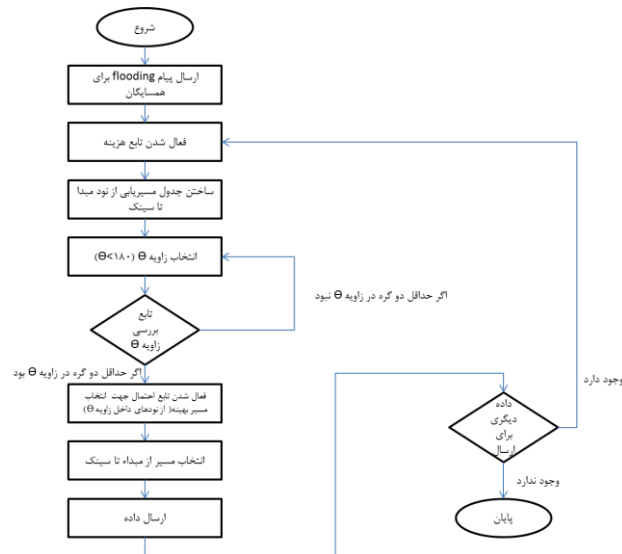
3) پروتکل پیشنهادی

منطق کلی پروتکل پیشنهادی به این صورت خواهد بود که با استفاده از تابع احتمال EAR ابتدا مسیر کلی بین گره مبدا و گره چاهک را مشخص کنیم و در ادامه با استفاده از پروتکل PGR قدرت انتخاب به گره‌های مسیر EAR می‌دهیم. به این صورت که اگر گره‌ای در مسیر EAR دچار مشکل شد از گره‌های همسایه آن جهت ارسال بسته استفاده خواهد کرد و دوباره بعد از چند گره سعی می‌شود که بسته به مسیر EAR برگردد یا بسته نزدیک به آن مسیر حرکت کند بطور خلاصه می‌توان گفت که بجای استفاده از چند گره مشخص در یک مسیر با استفاده از پروتکل EAR از همسایه‌های نزدیک به این گره‌ها نیز در انتقال بهینه بسته استفاده می‌شود و اینطور تصور کنید که مسیر بجای اینکه یک خط از گره مبدا و گره‌های میانی مسیر تا چاهک باشد بصورت یک باند است که مجموعه‌ای از گره‌های همسایه گره‌های مسیر EAR نیز در آن باند وجود دارد.

پروتکل جدید پیشنهادی از مزایایی هر دو الگوریتم مسیریابی EAR و PGR استفاده نموده و روش مسیریابی جدیدی با کارایی بالاتر در جهت افزایش طول عمر شبکه‌های حسگر بی‌سیم ارائه می‌نماید این پروتکل جدید به نوعی به واسطه استفاده از تابع احتمال الگوریتم EAR در انتخاب مسیر کلی از گره مبدا به چاهک، جزء الگوریتم‌های داده محور محسوب شده و به نوعی دیگر به واسطه استفاده از تابع انتخاب زاویه θ و انتخاب گره‌های میانی مسیر جزء الگوریتم‌های مبتنی بر موقعیت محسوب می‌گردد.



فلوچارت این الگوریتم جدید در شکل 2 نمایش داده شده است و روش عملکردی این الگوریتم به این صورت بوده که در ابتدای کار گره مبداء با ارسال پیام سیل آسا برای همسایگان خود و فعال کردن تابع هزینه جدول مسیریابی خود اقدام نموده و مسیرهای مختلف تا چاهک و هزینه آنها مشخص می گردد در ادامه تابع انتخاب زاویه θ بین گره فرستنده و چاهک فعال شده و یک زاویه مناسب که حداقل دو گره همسایه گره فرستنده در آن قرار دارند انتخاب می شود. بعد از انتخاب زاویه مناسب نوبت به فعال شدن تابع احتمال اصلی الگوریتم مسیریابی می رسد و تابع احتمال مذکور از بین مسیرهایی که گام اول آنها از گره هایی است که داخل زاویه θ قرار دارند مسیری که کمترین هزینه ارسال تا چاهک و از احتمال بالاتری برخوردار بوده را انتخاب نموده و داده را از آن مسیر به سمت چاهک ارسال می کند.



شکل 2 فلوچارت الگوریتم پیشنهادی

4) نتایج شبیه سازی

پارامترهای اولیه این شبیه سازی مطابق با جدول زیر است که در انتها توضیحات مختصری نیز در خصوص سایر پارامترهای موجود ذکر گردیده است .

جدول 1 پارامترهای شبیه سازی

ردیف	شرح پارامتر	پارامتر انتخابی
1	نوع کانال	WirelessChannel
2	تاخیر انتشار	TwoRayGround
3	لایه فیزیکی	WirelessPhy
4	پروتکل گره ها	Mac/802-11
5	صف	Droptail/PriQueue
6	لینک	LL
7	آنتن	OmniAntenna
8	اندازه بافر هر گره	50

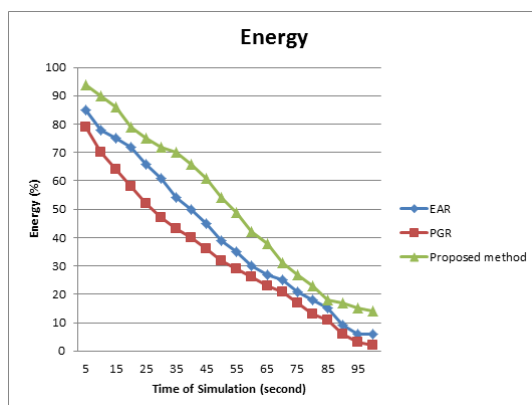


20	تعداد گره	9
AODV	پروتکل مسیریابی اولیه	10
1000m*1000m	فضای شبیه سازی	11
100s	زمان شبیه سازی	12
3 ژول	انرژی اولیه کل شبکه	13

هر گره برای فرستادن هر نوع بسته ای در شبکه 660 میلی ژول ($0.660 J$) انرژی، و برای دریافت هر نوع بسته ای 395 میلی ژول ($0.395 J$) انرژی مصرف می کند تا شبیه سازی به محیط واقعی نزدیک باشد. ضمناً انرژی مصرفی هر گره در زمان خواب گره که هیچ بسته ای برای ارسال و دریافت وجود ندارد نیز 1 میلی ژول ($0.001 J$) می باشد. و اندازه هر بسته ارسالی در شبکه را نیز 1000 بیت در نظر می گیریم و با این پارامترها شبیه سازی را انجام و نتایج زیر بدست آمده است.

4-1- بررسی انرژی کل شبکه

با توجه به نتایج شبیه سازی انجام شده جهت هر سه الگوریتم *EAR* و *PGR* و الگوریتم پیشنهادی که در نمودارها به عنوان *Proposed method* مشخص شده است، درصد کاهش انرژی کل شبکه در الگوریتم پیشنهادی از هر دو الگوریتم *EAR* و *PGR* کمتر است. و طبق نتایج بدست آمده در بازه زمانی معین، شبکه حسگر با استفاده از مسیریابی طبق الگوریتم پیشنهادی حدود 86٪ از انرژی خود را از دست داده در حالی که این درصد در الگوریتم *PGR* حدود 98٪ و در الگوریتم *EAR* حدود 94٪ است و این نتایج در شکل 3 نمایش داده شده است. می توان نتیجه گرفت که الگوریتم مسیریابی پیشنهادی از هر دو الگوریتم تشکیل دهنده اولیه در مدیریت مصرف انرژی در شبکه بهتر عمل نموده و به طبع آن طول عمر شبکه را افزایش داده است.



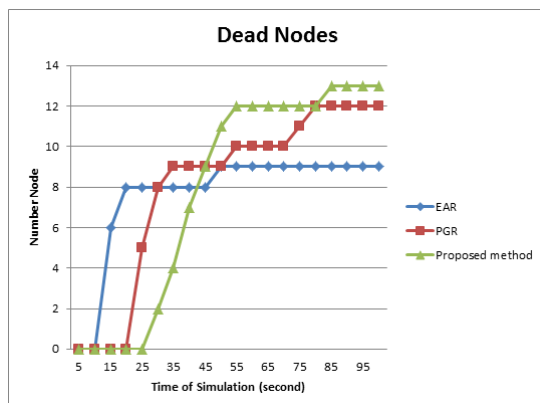
شکل 3 انرژی کل شبکه

4-2- بررسی انرژی گره ها

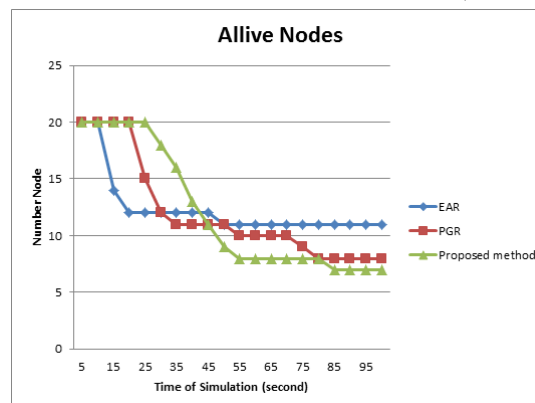
پارامتر بررسی انرژی مصرفی در شبکه حسگر بی سیم و مقایسه طول عمر شبکه در مقالات و پایان نامه های مختلف با یکدیگر متفاوت است. برخی از محققان طول عمر شبکه را تا زمان خاموش شدن اولین نود در شبکه در نظر می گیرند و برخی دیگر نیز طول عمر شبکه را تا زمانی که انرژی کل شبکه به اتمام برسد و یا دیگر امکان انتقال اطلاعات بعثت خاموش شدن تعداد زیادی از گره ها وجود نداشته باشد در نظر می گیرند. ما در این مقاله به نوعی هر دو روش را مورد بررسی قرار دادیم و در شکل 4 و شکل 5 زمان خاموش شدن اولین گره را در هر پروتکل مورد بررسی قرار می دهیم.



طبق نتایج بدست آمده در شبیه سازی زمان خاموش شدن اولین گره در الگوریتم *EAR* در ثانیه 14 و در الگوریتم *PGR* در ثانیه 21 و در الگوریتم پیشنهادی در ثانیه 28 می باشد که بطور میانگین حدود 10٪ طول عمر شبکه در الگوریتم پیشنهادی افزایش یافته است.



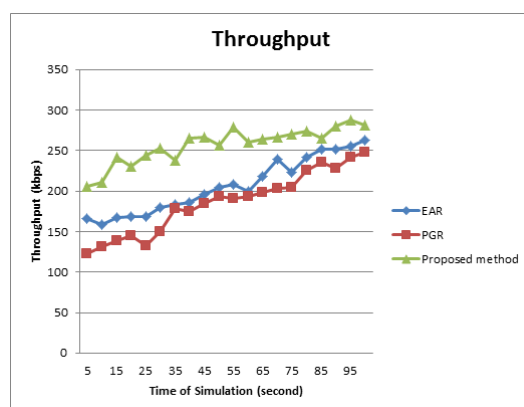
شکل 4 تعداد گره های مرده



شکل 5 تعداد گره های زنده

4-3- بررسی توان عملیاتی شبکه

تعداد بسته های داده دریافت شده توسط مقصد در طول عمر شبکه می تواند معیار خوبی برای میزان طول عمر شبکه باشد. هرچه بسته های داده بیشتری دریافت شده باشد نشان دهنده طولانی تر بودن عمر شبکه می باشد. شکل 6 تعداد بسته های داده دریافت شده توسط گره مقصد برای پروتکل های *EAR* و *PGR* و پروتکل پیشنهادی را نمایش می دهد. همانطور که مشخص است پروتکل پیشنهادی از دو پروتکل دیگر بسته بیشتری را به مقصد رسانده است و عملکرد بهتری داشته است. البته در پروتکل *EAR*، مقصد داده های بیشتری را در مقایسه با پروتکل *PGR* دریافت می کند که این به علت استفاده پروتکل *EAR* از تمامی مسیرهای ممکن بین منبع و مقصد می باشد، در حالی که در پروتکل *PGR* تنها مسیرهای نزدیکتر به مقصد مورد استفاده قرار می گیرد.



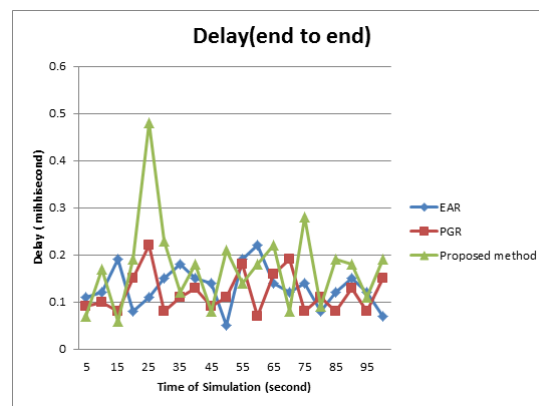
شکل 6 توان عملیاتی شبکه

4-4- بررسی تاخیر شبکه

مقدار زمانی که بطور متوسط طول می کشد تا یک بسته از یک نقطه شبکه به نقطه دیگر آن برود، تاخیر بسته را



مشخص می کند، که اصطلاحاً تاخیر انتها به انتهای بسته نامیده می شود. با بررسی خروجی های بدست آمده از کد *awk* و انجام چندین مرتبه شبیه سازی در هر مرحله زمانی و میانگین گیری از نتایج بدست آمده، تاخیر انتها به انتهای شبکه در هر کدام از پروتکل های مسیریابی مورد بحث در این مقاله بصورت شکل 7 بدست آمده است. با نگاه به نتایج بدست آمده مشخص است که میانگین تاخیر پروتکل پیشنهادی از دو پروتکل *EAR* و *PGR* بیشتر است و این افزایش تاخیر بعلت استفاده از یک تابع احتمال بیشتر در انتخاب مسیر بهینه نسبت به دو پروتکل *EAR* و *PGR* می باشد.



شکل 7 تاخیر انتها به انتهای شبکه

5) نتیجه گیری

در این تحقیق، یک پروتکل مسیریابی جدید از ترکیب مزایایی پروتکل های داده محور و پروتکل های مبتنی بر مکان ارائه شده است. این پروتکل مسیریابی در ابتدا با در نظر گرفتن سطح انرژی گره های بین گره فرستنده و چاهک و در نظر گرفتن تعادل مصرف انرژی در سطح شبکه یک مسیر را انتخاب نموده و سپس در طی مسیر با علم از سطح انرژی گره های مسیر از خود آن گره ها یا همسایگان آنها جهت انتقال داده به سمت چاهک استفاده می کند.

نتایج حاصل از شبیه سازی الگوریتم پیشنهادی و مقایسه آن با الگوریتم های *EAR* و *PGR* در محیط نرم افزار شبیه ساز *NS2* نشان داد که الگوریتم پیشنهادی در موارد زیر نسبت به الگوریتم های *EAR* و *PGR* برتری دارد.

1) افزایش طول عمر شبکه (بر اساس زمان خاموش شدن اولین گره در شبکه) حدود 14 درصد نسبت به الگوریتم

EAR و حدود 7 درصد نسبت به الگوریتم *PGR*.

2) کاهش انرژی مصرفی در کل شبکه (در بازه زمانی معین) حدود 8 درصد نسبت به الگوریتم *EAR* و حدود 12

درصد نسبت به الگوریتم *PGR*.

3) افزایش توان عملیاتی شبکه در انتقال بسته های داده به چاهک، حدود 7 درصد نسبت به الگوریتم *EAR* و حدود

13 درصد نسبت به الگوریتم *PGR*.

منابع فارسی

1) ابوالحسنی سیدمحمد و دیگران، " یک پروتکل مسیریابی آگاه از انرژی مبتنی بر اتوماتاهای یادگیر برای شبکه های حسگر "، سومین کنفرانس فناوری اطلاعات و دانش، آذرماه 1386

2) انعامی ندا، " کاهش مصرف انرژی در شبکه های حسگر بی سیم با استفاده از شبکه های عصبی *SOM* "، پایان نامه کارشناسی

ارشد، شهریور 1389



- (3) رضایی نژاد مهدی، "مسیریابی انرژی آگاه در شبکه های حسگر بی سیم با استفاده از الگوریتم جست و جوی هارمونی"، نشریه علمی - ترویجی محاسبات نرم، بهار و تابستان 1391، شماره اول، صفحه 2-15
- (4) قره جانلو مسعود، "ارئه یک روش فازی جهت کاهش مصرف انرژی در پروتکل های مسیریابی شبکه های حسگر بی سیم"، پانزدهمین کنفرانس بین المللی سالانه انجمن کامپیوتر ایران، 1388
- (5) نجوی محمد جواد، "بررسی روش های مسیریابی با قابلیت اطمینان در شبکه های حسگر بی سیم"، پروژه دوره کارشناسی، شهریور 1391
- (6) سجادی نیا مهدی، "مطالعه الگوریتم های خوشه بندی شبکه های حسگر بی سیم"، پایان نامه کارشناسی، تیر 1391
- (7) رادی مرجان، "بهبود کیفیت خدمات در شبکه های بی سیم با استفاده از مسیریابی چندگانه"، فصل نامه علمی - پژوهشی مهندسی برق مجلسی، زمستان 1387
- (8) رزاقی پور حامد، "بررسی سیستماتیک روش ها و کاربردهای مسیریابی در حوزه شبکه های حسگر بی سیم (WSN)"، شرکت داده پردازی ایران - واحد طراحی شبکه، مرداد 1393

منابع لاتین

- 9) Abdulla, A. E. A. A., et al. (2012). "Extending the lifetime of wireless sensor networks: A hybrid routing algorithm." *Computer Communications* 35(9): 1056-1063.
- 10) Ahmad, A., et al. (2014). "Hop Adjusted Multi-chain Routing for Energy Efficiency in Wireless Sensor Networks." *Procedia Computer Science* 37(0): 236-243.
- 11) Akyildiz I. F., W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci., "Wireless sensornetworks: a survey", *Journal of Computer Networks*, Vol. 38, March 2002, pp.393-422
- 12) Amgoth, T. and P. K. Jana "Energy-aware routing algorithm for wireless sensor networks." *Computers & Electrical Engineering*(0).
- 13) Anastasi G, Conti M, Passarella A. (2009) 'Energy Conservation in Wireless Sensor Networks: a survey', In: *Ad Hoc Networks*, volume 7, Issue 3, Elsevier; pp.537-568.
- 14) Das, S., et al. (2012). "Energy Efficient Routing in Wireless Sensor Network." *Procedia Technology* 6(0): 731-738.
- 15) Ghaffari, A. (2014). "An Energy Efficient Routing Protocol for Wireless Sensor Networks using A-star Algorithm." *Journal of Applied Research and Technology* 12(4): 815-822.
- 16) Heinzelman W, Chandrakasan A, Balakrishnan H. (2000) 'Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks', In: *Proc. 33rd Hawaii Int'l. Conf. Sys. Sci*, 2000
- 17) Heinzelman W, Chandrakasan A, Balakrishnan H. (2002) 'Application-specific protocol architecture for wireless microsensor networks', In: *IEEE Transactions on Wireless Communications*, pp. 660 - 670.
- 18) Hosseingholizadeh A and Abhari A. (2009) 'A neural network approach for Wireless sensor network power management'
- 19) Khalil, E. A. and B. a. A. Attea (2011). "Energy-aware evolutionary routing protocol for dynamic clustering of wireless sensor networks." *Swarm and Evolutionary Computation* 1(4): 195-203.
- 20) Mohammad El-Basioni, B. M., et al. (2011). "An Optimized Energy-aware Routing Protocol for Wireless Sensor Network." *Egyptian Informatics Journal* 12(2): 61-72.
- 21) Mohanty, P. and M. R. Kabat (2014). "A Hierarchical Energy Efficient Reliable Transport Protocol for Wireless Sensor Networks." *Ain Shams Engineering Journal* 5(4): 1141-1155.
- 22) R. Shah, J. Rabaey, "Energy aware routing for low energy ad hoc sensor networks", in: *Proceedings of the IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, Orlando, FL, March 2002.
- 23) T. Roosta, "Probabilistic geographic routing protocol for ad hoc and sensor networks", *Proceeding of Wireless Networks and Emerging Technologies*, 2005.



Energy consumption improvement in Wireless Sensor Networks combining EAR and PGR routing algorithms

Ali Aliakbari^{1*}, Asadollah Vakili²

1*. Islamic Azad University computer engineering graduate student

2. A faculty member at the Islamic Azad

[*ali.aliakbari@yahoo.com](mailto:ali.aliakbari@yahoo.com)

Abstract:

An approach to extending Wireless Sensor Networks life time is Improved routing methods that utilizing probability functions, intelligently uses all network elements in the data transmission and causes the network load imparting on all nodes and prevent the over use of widely used nodes energy and extends network lifetime. In this study, a new routing protocol with common use of Data-Driven routing algorithms and location based routine algorithms will be presented. This new algorithm will use cost determination and the probability functions of route selection in EAR algorithm with angle selection function of PGR algorithm commonly. and finally has been suggested a new probability function for direction selection. that its purpose is choosing the path with the lowest cost and most probability for increasing the network lifetime. By taking into account the amount of energy required for sending data in one direction. and the amount of remaining energy on the same track, the probability function after sending data to the next transmissions assigns a probability to the every possible path that geographically located between the transmitter and sink and elects the highest probability number assigned. to send Better performance of this protocol in term of lengthening the life of network and maintain better network coverage compared to EAR and PGR initial protocols has been proven by simulation. According to obtaining results, the remaining energy in the network after completing the simulation in the new routing protocol is about 12% more than PGR routing Protocol and about 8% more than EAR Protocol and if consider the first node death as the network lifetime. in the new protocol the first node is turned off 7 seconds later than PGR protocol and 14 seconds later than EAR protocol and can say that network life time has increased in average about 10% with the new protocol.

Key words: Wireless Sensor Network, Wireless Sensor Network Routing, Reduction of Energy Consumption, Extending Wireless Sensor Networking, Wireless Sensor Networking Routing Protocol.