

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی

مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها

اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

ارائه یک روش خوشه‌بندی کارا در مصرف انرژی برای شبکه‌های حسگر بی‌سیم

علی موقر رحیم آبادی
دانشکده مهندسی کامپیوتر
دانشگاه صنعتی شریف
movaghar@sharif.edu

مجتبی حاجی‌محمدی
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد الیگودرز
Hajimohammadi@iau-
aligudarz.ac.ir

مهدی سعیدمنش
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد الیگودرز
m.saeidmanesh@iau-
aligudarz.ac.ir

سایر گره‌های حسگر موجود در شبکه ارتباط رادیویی برقرار کند. داده‌های هر گره حسگر به طور مستقیم یا با واسطه‌ی گره‌های دیگر به ایستگاه مرکزی ارسال می‌شود سپس همه‌ی اطلاعات جمع‌آوری شده برای یک پارامتر نظیر دما، فشار، رطوبت و... در ایستگاه مرکزی پردازش شده و مقدار واقعی آن پارامتر به طور نسبتاً دقیقی تخمین زده می‌شود. در این شبکه‌ها مکان گره‌ها از قبل مشخص نمی‌شود بلکه گره‌ها به صورت تصادفی در محیط پخش می‌شوند، این امر مستلزم این است که پروتکل‌های به کار گرفته شده در این شبکه‌ها خودتنظیم^۴ یا خودسازمانده باشند. شبکه‌های حسگر شامل تعداد و انواع مختلفی از حسگرها مانند حسگرهای لرزه‌نگاری^۵، حرکتی، حرارتی، گازی، تغییرشکل^۶، نوری، فشار، صوتی و... می‌باشند. به کمک شبکه‌های حسگر می‌توان کارهایی از قبیل نظارت بر مرزها، کشف آتش در جنگل‌ها، نظارت بر میدان جنگ و کنترل فرآیندهای اتوماسیون صنعتی را آسانتر نمود [4].

در طراحی شبکه‌های حسگر بی‌سیم محدودیتهایی چون اندازه‌ی کوچک، وزن کم، مصرف انرژی و قیمت پایین حسگرها وجود دارد [15]. در بین این عوامل نیز، میزان و نحوه مصرف انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا با توجه به شرایط محیطی استقرار این شبکه‌ها تعویض باتری‌های هزاران گره حسگر امری غیرممکن و یا بسیار پرهزینه است. از طرف دیگر کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم رابطه‌ی مستقیمی با افزایش طول عمر آنها دارد که این موضوع خود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای افزایش طول عمر شبکه سعی می‌شود که بار مصرف انرژی به طور متعادل در بین گره‌های شبکه پخش شود و به عبارت دیگر توزیع بار در شبکه یک توزیع یکنواخت باشد. توزیع یکنواخت بار انرژی در شبکه موجب می‌شود که گره‌های شبکه با فاصله‌ی کوتاهی نسبت به هم انرژی‌شان را از دست بدهند و فاصله زمانی بین مرگ اولین گره و آخرین گره کوتاه شود. قرار گرفتن توزیع یکنواخت بار انرژی در کنار افزایش طول عمر شبکه متضمن این نکته

چکیده: شبکه‌های حسگر بی‌سیم دارای تعداد زیادی گره حسگر با انرژی محدود می‌باشند که در یک منطقه محدود جغرافیایی پراکنده شده‌اند. یکی از مسایل مهم در این شبکه‌ها افزایش طول عمر شبکه است. در این مقاله یک پروتکل ارتباطی مبتنی بر خوشه‌بندی برای شبکه‌های حسگر بی‌سیم ارائه شده است. پروتکل ارائه شده با لحاظ کردن پارامترهای فاصله و انرژی باقی مانده هر گره در فرآیند انتخاب سرخوشه (CH)، توانسته است اولاً انرژی مصرفی در شبکه را کاهش دهد و ثانیاً مصرف آنرا به توزیع یکنواخت نزدیکتر کند که در نتیجه طول عمر شبکه نیز افزایش یافته است. در این پروتکل گره‌های حسگری که انرژی بیشتر و فاصله کمتری از ایستگاه مرکزی (BS) دارند با احتمال بیشتری سرخوشه می‌شوند. نتایج شبیه‌سازی به کمک MATLAB نشان می‌دهد که پروتکل پیشنهادی توانسته است طول عمر شبکه را بیش از ۹۴٪ برای مرگ اولین گره (FND) و بیش از ۶٪ برای زنده بودن نیمی از گره‌ها (HNA) در مقایسه با پروتکل‌های پیشین بهبود دهد.

کلمات کلیدی: شبکه‌های حسگر بی‌سیم، خوشه بندی، کارایی در مصرف انرژی، پروتکل LEACH، طول عمر شبکه.

۱- مقدمه

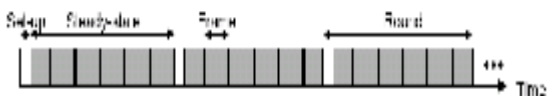
پیشرفت‌های اخیر در زمینه‌ی سیستم‌های MEMS^۱، حسگرهای هوشمند^۲ و مخابرات بی‌سیم امکان ساخت گره‌های حسگر کوچک، کم مصرف و کم هزینه را فراهم ساخته است [1]، [2] و [3]. چنین گره‌های حسگری شامل سه بخش حسگر، پردازنده اطلاعات و انتقال دهنده اطلاعات به صورت بی‌سیم می‌باشند. یک شبکه حسگر بی‌سیم شامل صدها یا هزاران گره حسگر از این نوع می‌باشد. یک شبکه حسگر بی‌سیم معمولاً دارای یک ایستگاه مرکزی^۳ (BS) می‌باشد که می‌تواند با

4 Self-Organized
5 Seismic
6 Strain

1 Micro-Electro-Mechanical-Systems
2 Smart Sensors
3 Base Station

۲- کارهای گذشته

در بین پروتکل‌های ارتباطی ارائه شده، پروتکل LEACH که در [7] و [6] معرفی شده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پروتکل، خوشه‌های شبکه به صورت تصادفی^۴، تطبیقی^۵ و خودپیکربندی شونده^۶ تشکیل می‌شوند. در LEACH انتقال اطلاعات از گره‌های یک خوشه به سرخوشه و از سرخوشه‌ها به ایستگاه مرکزی با کنترل محلی انجام می‌شود و نیازی به کمک یک عامل خارجی و یا گرهی خاصی در شبکه نیست. پروتکل LEACH نیز همانند سایر پروتکل‌های مبتنی بر خوشه‌بندی داده‌های هر خوشه را ترکیب و داده‌ی فشرده شده را به ایستگاه مرکزی ارسال می‌کند. بدین ترتیب هم تعداد ارسال و دریافت‌ها در شبکه کاهش می‌یابد و هم داده‌های زاید که به علت نزدیکی حسگرهای یک خوشه به یکدیگر تولید می‌شوند، پیش از ارسال به ایستگاه مرکزی حذف می‌شوند. در این پروتکل زمان به قسمت‌هایی با طول مساوی به نام دور (Round) تقسیم می‌شود. هر دور نیز به دو فاز تقسیم می‌شود، فاز اول که فاز راه‌اندازی (Set-up) نام دارد، فاز تشکیل خوشه‌ها می‌باشد و فاز دوم که فاز حالت پایدار (Steady-State) نامیده می‌شود مربوط به انتقال اطلاعات است. فاز دوم از تعدادی فریم زمانی تشکیل شده است که در هر فریم کل گره‌های یک خوشه داده‌هایشان را به CH می‌فرستند و CH داده‌های دریافتی را در انتهای فریم به ایستگاه مرکزی (BS) ارسال می‌کند. شکل (۱) این تقسیم‌بندی زمانی را نشان می‌دهد.



شکل (۱): تقسیم‌بندی زمان در پروتکل LEACH

در فاز راه‌اندازی بنابر تابع احتمال رابطه (۱) CHها انتخاب می‌شوند. انتخاب CHها بدین صورت است که هر حسگر یک عدد به صورت تصادفی بین صفر و یک انتخاب می‌کند. اگر این عدد کوچکتر از مقدار آستانه تعیین شده در رابطه (۱) باشد، آن حسگر در طول آن دور به عنوان CH انتخاب می‌شود.

$$P_i(t) = \begin{cases} \frac{p}{1 - p \times (r \bmod \frac{1}{p})} & \text{if } C_i(t) = 1 \\ 0 & \text{if } C_i(t) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

که در رابطه (۱) p درصد پیشنهادی برای تعداد سرخوشه‌ها برای شبکه‌ی موجود است که از قبل تعیین شده است و برابر است با K_{opt} / N (که K_{opt} تعداد بهینه‌ی خوشه‌هاست و N تعداد گره‌های شبکه می‌باشد که این دو پارامتر از قبل در گره‌ها برنامه ریزی شده‌اند) شماره دور جاری و $C_i(t)$ یک تابع شاخص می‌باشد که نشان می‌دهد که گرهی i در ظرف $(r \bmod \frac{1}{p})$ دور گذشته CH بوده است یا نه. لازم به ذکر است که $C_i(t)$ در صورتی یک است که گرهی i

است که داده‌های ارسالی از شبکه به طور یکنواخت از تمام محیط جمع آوری شده‌اند.

پروتکل‌های ارتباطی نقشی اساسی در کارایی و افزایش طول عمر شبکه‌های حسگر بی‌سیم دارند، لذا طراحی پروتکل‌های کارا در مصرف انرژی برای شبکه‌های حسگر بی‌سیم یک ضرورت است [5]. تا با استفاده از آنها نه تنها انرژی کل مصرفی در شبکه کاهش یابد، بلکه بار مصرف انرژی نیز به طور متعادل و یکنواخت در میان گره‌های شبکه توزیع شود و در نتیجه طول عمر شبکه افزایش یابد. در بین پروتکل‌های ارائه شده، پروتکل‌های سلسله‌مراتبی (مبتنی بر خوشه‌بندی)، به طور قابل توجهی در انرژی مصرفی توسط شبکه صرفه‌جویی می‌کنند [18]. در این پروتکل‌ها کل شبکه به چندین خوشه^۱ افزاز می‌شود و در هر کدام از خوشه‌ها یک گره به عنوان سرخوشه^۲ (CH) انتخاب می‌شود. وظیفه‌ی سرخوشه جمع‌آوری داده‌های ارسالی از گره‌های آن خوشه، حذف داده‌های تکراری، ترکیب داده‌ها و ارسال این داده‌ها به ایستگاه مرکزی می‌باشد. در این پروتکل‌ها انتخاب یک گره در هر خوشه به عنوان سرخوشه و ترکیب داده‌ها به میزان زیادی در افزایش مقیاس‌پذیری و طول عمر شبکه مؤثر است [5].

تا کنون چندین پروتکل مبتنی بر خوشه‌بندی برای شبکه‌های حسگر بی‌سیم ارائه شده است ولی در هیچکدام از این پروتکل‌ها (LEACH [6],[7], TEEN [8], APTEEN [9], DBS [14], EMPAC [10], FTPASC [11], SOP [12])، به طور همزمان پارامترهای انرژی باقیمانده در گره و فاصله هر گره از ایستگاه مرکزی، در فرآیند خوشه‌بندی لحاظ نشده است و به همین دلیل این پروتکل‌ها نتوانسته‌اند بخوبی بار انرژی را در شبکه به طور یکنواخت توزیع کنند. در این مقاله با استفاده از پروتکل‌های سلسله‌مراتبی فعلی و مخصوصاً پروتکل LEACH و با دخالت دادن پارامترهای انرژی باقیمانده و فاصله در فرآیند خوشه‌بندی، یک پروتکل ارتباطی کارا در مصرف انرژی با حفظ مقیاس‌پذیری شبکه ارائه شده است. در این پروتکل مانند [14] کل شبکه را به قطعات دایره‌ای متحدالمرکزی که مساحت یکسانی دارند تقسیم می‌کنیم و هرچه قطعه به ایستگاه مرکزی نزدیکتر باشد تعداد سرخوشه‌های آن نیز بیشتر می‌شود و از طرفی در بین گره‌های هر قطعه نیز آنهایی که انرژی بیشتری دارند احتمال بیشتری برای سرخوشه شدن دارند از اینرو این پروتکل را «خوشه بندی بر اساس فاصله و انرژی» (EDBC) نامیده‌ایم.

در ادامه این مقاله در بخش ۲ به معرفی اجمالی برخی پروتکل‌های پیشین منجمله LEACH می‌پردازیم، در بخش ۳ برخی مفاهیم اولیه در خصوص پروتکل پیشنهادی معرفی خواهد شد. بخش ۴ پروتکل پیشنهاد شده را معرفی خواهد کرد. در بخش ۵ نتایج شبیه‌سازی‌ها بررسی می‌شود و در نهایت در بخش ۶ نتیجه‌گیری صورت می‌گیرد.

d_o که مقدار آن $87/7$ متر است از مدل فضای آزاد (f_s) استفاده می‌شود که در این مدل داریم:

$$\epsilon_{amp} = \epsilon_{fs}, n = 2.$$

برای فواصل بیشتر از d_o ، از مدل چند مسیره یا mp^1 استفاده می‌شود که در این مدل داریم:

$$\epsilon_{amp} = \epsilon_{mp}, n = 4.$$

علاوه بر این، CHها در پروتکل LEACH مسوولیت ترکیب داده‌های (سیگنال‌های) اعضای خوشه را بر عهده دارند که در حالت همبستگی کامل، یک سیگنال نماینده از ترکیب سیگنال‌های گره‌ها حاصل می‌شود. انرژی لازم برای ترکیب داده‌های هر سیگنال دریافت شده توسط CH برابر با IE_{DA} لحاظ می‌شود که در کل آزمایش‌ها به آن مقدار 5 nJ/bit/signal تخصیص داده می‌شود. در این رابطه IE_{DA} انرژی لازم برای ترکیب داده و l تعداد بیت‌های سیگنال دریافتی می‌باشد.

۳-۲- تعداد بهینه خوشه‌ها

در [7] تعداد بهینه خوشه‌ها (K_{opt}) که برای پروتکل LEACH یک پارامتر سیستمی به حساب می‌آید، به صورت تحلیلی محاسبه شده است. برای این محاسبه فرض شده که مدل مصرف انرژی که قبلاً به طور کامل توضیح داده شد بر شبکه حکمفرماست. برای یک شبکه که شامل N گره حسگر توزیع شده در یک ناحیه $M \times M$ باشد رابطه‌ی (۳) بیانگر تعداد بهینه خوشه‌ها خواهد بود.

$$k_{opt} = \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{2p}} \sqrt{\frac{e_{fs}}{e_{mp}} \frac{M}{d_{toBS}^2}}. \quad (3)$$

۴- پروتکل پیشنهادی

در LEACH هر کدام از سرخوشه‌ها داده‌هایشان را مستقیماً به ایستگاه مرکزی ارسال می‌کند. حال اگر گره‌های حسگر به طور یکنواخت در یک محدوده‌ی بزرگ پراکنده شده باشند بعضی از سرخوشه‌ها فاصله زیادی از ایستگاه مرکزی دارند و بعضی فاصله کمی دارند که طبق مدل مصرف انرژی گفته شده، این امر موجب اختلاف در انرژی مصرفی برای ارسال داده‌ها به ایستگاه مرکزی و در نتیجه به هم خوردن توازن بار انرژی در شبکه خواهد شد. این اختلاف انرژی پس از چند دور کار کردن شبکه به خوبی مشهود است و اگر گره‌ها با انرژی یکسان شروع به کار کرده باشند گره‌هایی که فاصله بیشتری از ایستگاه مرکزی دارند زودتر انرژی‌شان را تمام می‌کنند و در نتیجه شبکه به نواحی مرده (نواحی از شبکه که به دلیل مرگ زودرس گره‌های حسگر قابل نظارت نیست [6]) و زنده تقسیم می‌شود و از اینرو کارایی شبکه کاهش می‌یابد.

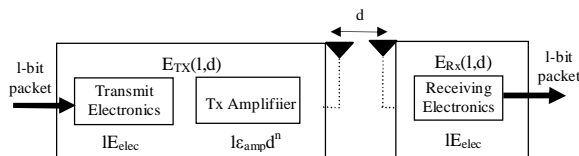
مسئله دومی که در LEACH وجود دارد این است که در این پروتکل گره‌ها به صورت کاملاً تصادفی به عنوان CH انتخاب می‌شوند و از آنجایی که CH شدن انرژی زیادی از گره مصرف می‌کند، بنابراین اگر

ظرف ($r \bmod \frac{1}{p}$) دور گذشته CH نشده باشد و در این صورت برای دور جاری قابلیت CH شدن را خواهد داشت. پروتکل LEACH تضمین می‌کند که هر گره دقیقاً یکبار در هر $\frac{1}{p}$ دور سرخوشه خواهد شد، که ما در این مقاله این تعداد دور را epoch می‌نامیم. در LEACH از دو نوع پروتکل MAC استفاده شده است، در فاز راه اندازی از پروتکل CSMA و در فاز حالت پایدار از پروتکل DSSS استفاده می‌کند. پروتکل دیگر LEACH-C است که در [7] آمده است. در این پروتکل از یک الگوریتم تشکیل خوشه‌ی مرکزی استفاده می‌شود. در فاز راه‌اندازی LEACH-C هر گره اطلاعاتی در مورد موقعیت خود (که مثلاً با گیرنده‌ی GPS آن را بدست آورده) و سطح انرژی فعلی خود را برای ایستگاه مرکزی می‌فرستد. ایستگاه مرکزی میانگین سطح انرژی گره‌های شبکه را محاسبه می‌کند، گره‌هایی که سطح انرژی آن‌ها از این مقدار میانگین کمتر است برای دور آتی نمی‌توانند CH باشند. فاز حالت پایدار LEACH-C عیناً مشابه LEACH است.

۳- مفاهیم اولیه

۳-۱- مدل مصرف انرژی

در اینجا از همان مدل مصرف انرژی ارائه شده در [13] برای اجزای رادیویی شبکه استفاده می‌کنیم. در این مدل E_{elec} (واحد: nJ/bit) انرژی است که در مدار الکترونیکی گیرنده یا فرستنده برای دریافت یا ارسال یک بیت از بسته‌ی داده مصرف می‌شود، e_{amp} (واحد: pJ/bit/mm) نیز انرژی مصرف شده در تقویت‌کننده‌ی رادیویی گره فرستنده برای ارسال یک بیت از بسته‌ی داده در کانال به طول d بین گره‌ی فرستنده و گره‌ی گیرنده می‌باشد، شمای این مدل مصرف انرژی در شکل (۲) آمده است.



شکل (۲): مدل استفاده شده برای انرژی مصرفی در اجزای رادیویی

برای محاسبه‌ی انرژی ارسال و دریافت، رابطه (۲) را خواهیم داشت:

$$E_{Tx}(l, d) = lE_{elec} + le_{amp}d^n \quad (2)$$

$$E_{Rx}(l, d) = lE_{elec}$$

در رابطه‌ی (۲) l طول بسته‌ی ارسال/دریافتی بر حسب بیت، d فاصله‌ی بین گیرنده و فرستنده بر حسب متر و n نمای اتلاف مسیر^۷ می‌باشد که برای مدل فضای آزاد یا f_s^A برابر با ۲ می‌باشد (مناسب برای فواصل کوتاه و بدون مانع) و بسته به نوع محیط و توپولوژی شبکه ممکن است به مقدار ۶ نیز برسد [13]. برای اینکه شبیه‌سازی‌ها به واقعیت نزدیک‌تر شوند برای فواصل کمتر از یک فاصله‌ی آستانه بنام

جدول (۱): پارامترهای شبکه‌های استفاده شده در شبیه‌سازی‌های

آزمایش اول و دوم.

پارامترها	آزمایش اول (ایستگاه مرکزی داخل شبکه است)	آزمایش دوم (ایستگاه مرکزی خارج شبکه است)
محدوده‌ی شبکه	(0,0) to (350,350)	(0,0) to (200,200)
N	200	200
do	87.7m	87.7m
موقعیت ایستگاه مرکزی	(175,175)	(100,300)
E_{elec}	50 nJ/bit	50 nJ/bit
e_{fs}	$10pJ/bit/m^2$	$10pJ/bit/m^2$
e_{mp}	$0.0013pJ/bit/m^4$	$0.0013pJ/bit/m^4$
تعداد فریم‌های زمانی در هر دور	1	1
طول هر فریم زمانی	20_s	20_s
E_{DA}	$5nJ/bit/signal$	$5nJ/bit/signal$
انرژی اولیه‌ی هر گره	$0.5J$	$0.5J$
اندازه‌ی بسته	500 bytes	500 bytes
ماکزیمم تعداد قطعه‌ها	3	3

تعداد قطعات برای هر دو آزمایش ۳ در نظر گرفته شده است، طبق آزمایشات افزایش تعداد قطعات بیشتر از این مقدار نتایج بدتری در پی خواهد داشت. در آزمایش اول گره‌های حسگر به طور تصادفی در محدوده $(0m, 0m)$ تا $(350m, 350m)$ پراکنده شده‌اند و ایستگاه مرکزی در نقطه $(175m, 175m)$ قرار گرفته است. شکل (۳) تعداد گره‌های زنده شبکه را در طول ۱۱۰۰ دور نشان می‌دهد. همانطور که در شکل دیده می‌شود گره‌های حسگر در پروتکل EDBC برای مدت طولانی‌تری نسبت به LEACH زنده می‌مانند. شکل (۴) کل انرژی مصرف شده در شبکه در زمان شبیه‌سازی را نشان می‌دهد، طبق نتایج شبیه‌سازی بیش از ۱۸٪ در مصرف انرژی صرفه‌جویی شده است، نتایج شبیه‌سازی برای آزمایش دوم در شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده است. نتایج مقایسه دو پروتکل LEACH و EDBC با استفاده از دو معیار مرگ اولین گره (FND) ^{۱۱} و زنده بودن نیمی از گره‌ها (HNA) ^{۱۱} که در [16] ارایه شده‌اند، در شکل‌های ۵ و ۸ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل‌ها پیداست پروتکل EDBC توانسته است فاکتور FND را بیش از ۹۴٪ و HNA را بیش از ۶٪ بهبود دهد.

گره‌ای که انتخاب می‌شود انرژی کمی داشته باشد این انرژی باقیمانده نیز سریعتر تمام شده و گره می‌میرد و این موضوع بر هم زدن توازن بار انرژی در شبکه را در پی دارد.

برای رفع این مشکلات پروتکل EDBC پیشنهاد شده است که یک پروتکل خوشه‌بندی تطبیقی بر اساس فاصله و انرژی است و در آن از ایده قطعه‌بندی ارایه شده در [14] استفاده شده است. ایده اصلی در پروتکل پیشنهادی این است که، گره‌هایی که دارای فاصله بیشتر از ایستگاه مرکزی و انرژی کمتری از مابقی گره‌ها هستند مرتبه کمتری به عنوان سرخوشه انتخاب شوند. ما در این پروتکل مانند [14] کل شبکه را به قطعات دایره‌ای متحدالمرکزی که مساحت یکسانی دارند تقسیم می‌کنیم و هرچه قطعه به ایستگاه مرکزی نزدیکتر باشد تعداد سرخوشه‌های آن نیز بیشتر می‌شود (احتمال سرخوشه شدن برای گره‌های آن بیشتر است) و از طرفی در بین گره‌های هر قطعه نیز آنهایی که انرژی بیشتری دارند احتمال بیشتری برای سرخوشه شدن دارند و از این طریق مشکل توازن بار انرژی در شبکه حل می‌شود.

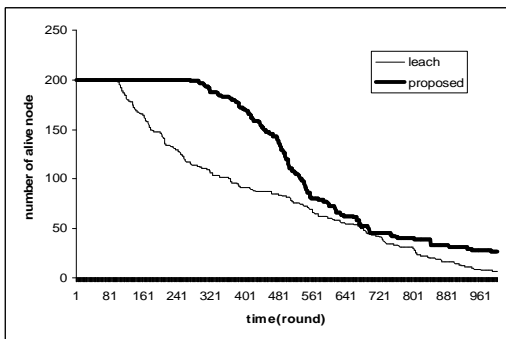
در الگوریتم EDBC علاوه بر فرضیاتی که در [6] و [7] آمده است فرض می‌شود که گره‌های حسگر فاصله تقریبی خود تا BS را نیز می‌داند، در [17] قدرت سیگنال دریافتی به منظور تعیین فاصله استفاده شده است. اگر فرض کنیم که قطعات نزدیکتر به BS دارای اندیس کوچکتر هستند می‌توان گفت که در قطعه j ، گره i می‌تواند در دور r با تابع احتمال (۴) به عنوان سرخوشه انتخاب شود

$$P_i(t) = \frac{p}{1-p \left(r \bmod \frac{1}{p} \right)} + \left(\frac{m+1}{2} - j \right) * \left[\left(\frac{E_n - curr}{E_n - max} \right)^{\left(\frac{m+1}{2} - j \right)} + \left(\frac{r_s}{epoch} \right) \right] \quad (4)$$

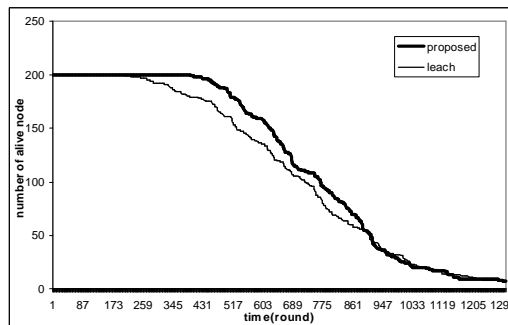
در (۴) j شماره قطعه، m تعداد کل قطعات شبکه (که در اینجا فرد فرض شده است)، $E_n - max$ و $E_n - curr$ به ترتیب انرژی فعلی گره و انرژی اولیه گره هستند و r_s تعداد دورها در یک epoch است که یک گره سرخوشه نشده است، وقتی که یک گره سرخوشه شود و یا r_s آن گره به مقدار $(epoch-1)$ برسد r_s مقدار صفر می‌گیرد. برای حالتی که m زوج باشد نیز رابطه‌ای مشابه (۴) خواهیم داشت.

۵- نتایج شبیه‌سازی

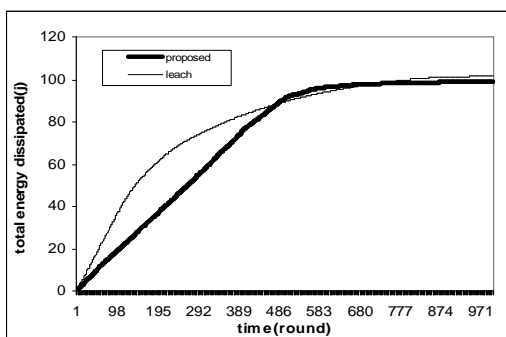
در این بخش کارایی پروتکل EDBC مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. یک نرم‌افزار شبیه‌ساز در محیط MATLAB برای شبیه‌سازی پروتکل‌های LEACH و EDBC و بررسی کارایی آن‌ها پیاده‌سازی شده است. ما در آزمایشاتمان دو نوع شبکه حسگر بی‌سیم با پیکربندیهای متفاوت را در نظر می‌گیریم. در پیکربندی اول، ایستگاه مرکزی در وسط گره‌های حسگر واقع شده و در پیکربندی دوم با یک فاصله در خارج از محدوده شبکه حسگر قرار دارد. تعداد گره‌های حسگر برای هر دو آزمایش ۲۰۰ گره فرض شده است. پارامترهای استفاده شده در آزمایشات در جدول (۱) نشان داده شده است.



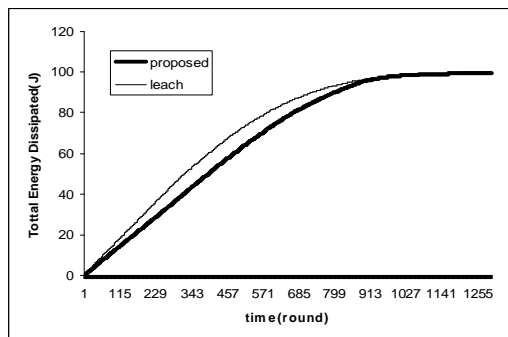
شکل (۶): طول عمر شبکه با اجرای پروتکل‌های LEACH و EDBC (آزمایش دوم).



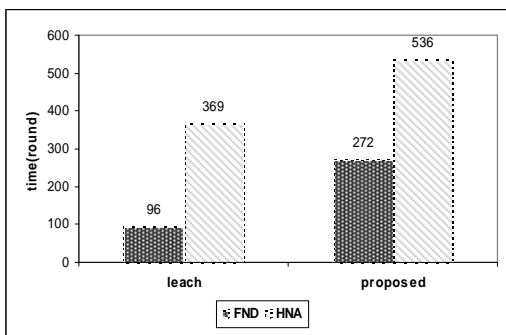
شکل (۳): طول عمر شبکه با اجرای پروتکل‌های LEACH و EDBC (آزمایش اول).



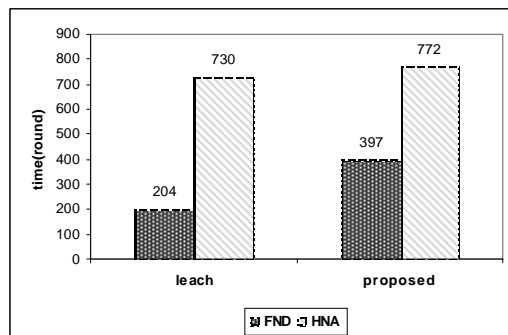
شکل (۷): انرژی مصرفی شبکه با اجرای پروتکل‌های LEACH و EDBC (آزمایش دوم).



شکل (۴): انرژی مصرفی شبکه با اجرای پروتکل‌های LEACH و EDBC (آزمایش اول).



شکل (۸): مقایسه‌ی طول عمر شبکه با استفاده از معیارهای FND و HNA بین پروتکل‌های LEACH و EDBC (آزمایش دوم).



شکل (۵): مقایسه‌ی طول عمر شبکه با استفاده از معیارهای FND و HNA بین پروتکل‌های LEACH و EDBC (آزمایش اول).

به طور یکنواخت‌تری نسبت به پروتکل‌های پیشین انرژی مصرف می‌کند و در نتیجه افت کیفیت خدمات شبکه با زمان نسبت به پروتکل‌های پیشین قابل قبول‌تر خواهد بود.

نتایج آزمایش‌های انجام شده در این مقاله تایید می‌کنند که پروتکل پیشنهادی از نظر انرژی کل مصرفی و طول عمر مفید شبکه پروتکل‌های مبتنی بر خوشه‌بندی پیشین را شکست می‌دهد.

در پروتکل ارائه شده، فرض شده است که حسگرهای شبکه، حسگرهایی با نرخ تولید داده‌ی بالا مانند حسگر شتاب، حسگر تغییر شکل و حسگر لرزش می‌باشند. به گونه‌ای که گره‌های حسگر همیشه داده برای ارسال به ایستگاه مرکزی داشته باشند. این پروتکل می‌تواند

۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک پروتکل ارتباطی برای شبکه‌های حسگر بی‌سیم به نام ENERGY & DISTANCE BASED (EDBC) CLUSTERING معرفی شد که اساس آن خوشه‌بندی تطبیقی حسگرهای شبکه بر مبنای انرژی باقیمانده در هر گره و فاصله‌ی آن‌ها از ایستگاه مرکزی می‌باشد. در این پروتکل گره‌های حسگر

- and Mobile Computing, Networking and Communications, Montreal, Canada, Jun. 2006, pp. 397-401.
- [12] Subramanian L. and R. H. Katz, "An Architecture for Building Self Configurable Systems", Proc. of IEEE/ACM Workshop on Mobile Ad Hoc Networking and Computing, Boston, USA, Aug. 2000, pp. 63-73.
- [13] Rappaport T., *Wireless Communications: Principles & Practice*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1996.
- [14] Amini N., M. Fazeli, S. G. Miremadi and M. T. Manzuri, "Distance-Based Segmentation: An Energy-Efficient Clustering Hierarchy for Wireless Microsensor Networks", Proc. of the 5th Annual Conf. on Communication Networks and Services Research (CNSR 2007), Fredericton, Canada, May 2007, pp. 18-25.
- [15] Calhoun B. H., D.C. Daly, N. Verma, D.F. Finchelstein, D.D. Wentzloff, A. Wang, S. Cho and A.P. Chandrakasan, "Design Considerations for Ultra-Low Energy Wireless Microsensor Nodes", IEEE Trans. on Computers, vol. 54, no. 6, Jun. 2005, pp. 727-740.
- [16] Handy M. J., M. Haase and D. Timmermann, "Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy with Deterministic Cluster-Head Selection", Proc. of 4th IEEE Int. Conf. on Mobile and Wireless Communications Networks, Stockholm, Sweden, 2002, pp. 368-372.
- [17] M. A. Batalin, G.S. Shukhatme, and M. Hattig, "Mobile Robot Navigation Using a Sensor Network," Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Apr. 2004, pp. 636-642.
- [18] Ossama Younis, Marwan Krunz, and Srinivasan Ramasubramanian, "Node Clustering in Wireless Sensor Networks: Recent Developments and Deployment Challenges," IEEE Network (special issue on wireless sensor networking), vol. 20, issue 3, pp. 20-25, May 2006
- به گونه‌ای تغییر داده شود که حسگرها به جای ارسال پی‌درپی داده‌ها، تنها پس از مشاهده‌ی یک رویداد مهم اقدام به ارسال داده کنند. با این کار می‌توانیم تا حد زیادی در مصرف انرژی صرفه‌جویی کنیم.
- ### مراجع
- [1] Akyildiz I. F., W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci., "Wireless sensor networks: a survey", Journal of Computer Networks, Vol. 38, March 2002, pp. 393-422.
- [2] Min R., M. Bhardwaj, S. Cho, E. Shih, A. Sinha, A. Wang, and A. Chandrakasan, "Low Power Wireless Sensor Networks", Proc. of International Conf. on VLSI Design, Bangalore, India, Jan. 2001, pp. 205-210.
- [3] Katz R. H., J. M. Kahn and K. S. J. Pister, "Mobile Networking for Smart Dust", Proc. of the 5th Annual ACM/IEEE Int. Conf. on Mobile Computing and Networking (MobiCom'99), Seattle, USA, Aug. 1999, pp. 350-355.
- [4] Tanenbaum A. S., C. Gamage and B. Crispo, "Taking Sensor Networks from the Lab to the Jungle", IEEE Computer Magazine, vol. 39, no. 8, Aug. 2006, pp. 98-100.
- [5] Al-Karaki J. N. and A. E. Kamal, "Routing Techniques in Wireless Sensor Networks: A Survey", IEEE Journal of Wireless Communications, vol. 11, no. 6, Dec. 2004, pp. 6-28.
- [6] Heinzelman W. R., A. P. Chandrakasan and H. Balakrishnan, "Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks", Proc. of the 33rd IEEE Int. Conf. on System Sciences, Honolulu, USA, Jan. 2000, pp. 1-10.
- [7] Heinzelman W. R., A. P. Chandrakasan and H. Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks", IEEE Trans. on Wireless Communications, vol. 1, no. 4, Oct. 2002, pp. 660-670.
- [8] Manjeshwar A. and D. P. Agarwal, "TEEN: A Routing Protocol for Enhanced Efficiency in Wireless Sensor Networks", Proc. of the IEEE IPDPS, San Francisco, USA, Apr. 2001, pp 23-26.
- [9] Manjeshwar A. and D. P. Agarwal, "APTEEN: A Hybrid Protocol for Efficient Routing and Comprehensive Information Retrieval in Wireless Sensor Networks," Proc. of the IEEE IPDPS, Fort Lauderdale, USA, Apr. 2002, pp. 195-202.
- [10] Khadivi A., M. Shiva and N. Yazdani, "EPMPAC: an efficient power management protocol with adaptive clustering for wireless sensor networks", Proc. of Int. Conf. on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, China, Sept. 2005, pp. 1154-1157.
- [11] Khadivi A. and M. Shiva, "FTPASC: A Fault Tolerant Power Aware Protocol with Static Clustering for Wireless Sensor Networks", Proc. of IEEE Int. Conf. on Wireless

1 Cluster

2 Cluster Head

3 Energy & Distance Based Clustering

4 Randomized

5 Adaptive

6 Self-Configured

7 Path Loss Exponent

8 Free Space Model

9 Multipath Model

10 First Node Dies

11 Half Of The Nodes Alive

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله