



دومین کنفرانس ملی مهندسی برق ایران - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد - ۵ و ۶ اسفند ماه ۱۳۸۸

انتخاب سرخوشه مناسب جهت مصرف یکنواخت انرژی و افزایش طول عمر شبکه‌های حسگر بی‌سیم

علی غفاری - سعید عبادی

گروه کامپیوتر - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

A.Ghaffari@iaut.ac.ir

S.Ebadi@iaut.ac.ir

خلاصه: شبکه‌های حسگر بی‌سیم شامل تعداد زیادی از حسگرهای کوچک هستند که برای جمع‌آوری داده و تشخیص رویدادها مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما این شبکه‌ها محدودیت‌هایی دارند که یکی از آنها محدودیت انرژی است. برای کاهش مصرف انرژی و در نتیجه افزایش طول عمر این شبکه‌ها، روش‌های موثری نیاز هستند. یکی از این روش‌ها موثر، عمل خوشه‌بندی است. در این مقاله، یک الگوریتم خوشه‌بندی به صورت سلسله‌مراتبی و چندگامی جهت افزایش طول عمر شبکه‌های حسگر بی‌سیم پیشنهاد شده است. برای توزیع یکنواخت مصرف انرژی در سطح شبکه، انتخاب سرخوشه برای خوشه‌ها با توجه به سه عامل حداکثر مقدار انرژی، تعداد همسایه‌های بیشتر و کمترین مسافت به سرخوشه سطح بالاتر انجام می‌گردد. همچنین معیار هم خوشه بودن حسگرها، یکسان بودن اطلاعات حس شده از محیط، در نظر گرفته شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد راهکار پیشنهاد شده، طول عمر شبکه را نسبت به روش LEACH ۲۲ درصد افزایش می‌دهد. همچنین مقدار تاثیر هر یک از سه عامل، در مصرف بهینه انرژی حسگرها، بررسی شده است.

کلمات کلیدی: خوشه‌بندی، سرخوشه، شبکه‌های حسگر بی‌سیم، طول عمر، سلسله‌مراتبی.

۱ - مقدمه

با پیشرفت‌های اخیر در زمینه ارتباطات بی‌سیم، فن‌آوری‌های VLSI و ساخت ریزحسگرها، نوع دیگری از شبکه‌های بی‌سیم تحت عنوان شبکه‌های حسگر بی‌سیم پدید آمده است.

این شبکه‌ها به عنوان یکی از مهمترین فن‌آوری‌های قرن بیست و یکم، کاربردهای زیادی در نظارت بر محیط، مسائل نظامی، مراقبت‌های بهداشتی و کشاورزی دارد. یک شبکه حسگر بی‌سیم از تعداد زیادی گره‌های حسگر ریز تشکیل شده است که توسط باتری تغذیه می‌شوند. این شبکه‌ها محدودیت‌های زیادی در زمینه طول عمر شبکه، قدرت پردازش گره‌ها، حافظه و محدودیت ارسال داده‌ها دارند [۱]. جهت صرفه‌جویی در توان مصرفی، روش‌های متفاوتی از جمله روش خوشه‌بندی پیشنهاد شده است. منظور از عمل خوشه‌بندی (clustering)، تقسیم کلیه حسگرهای شبکه به خوشه‌ها

(cluster)، که هر یک از این خوشه‌ها دارای یک حسگر به عنوان سرخوشه (cluster-head) است. این حسگرهای سرخوشه، از نظر قدرت پردازشی، حافظه و توان مصرفی همگن بوده و تفاوتی با آنها از لحاظ سخت‌افزاری و یا نرم‌افزاری ندارند. وظیفه این حسگرهای سرخوشه، مدیریت خوشه، جمع‌آوری داده‌ها و ارسال آنها به ایستگاه پایه (BS) می‌باشد.

روش‌های مختلفی جهت انتخاب سرخوشه وجود دارد که در بخش بعدی به چند مورد پرداخته خواهد شد. سپس روش پیشنهادی خود را برای افزایش طول عمر شبکه بوسیله توزیع متعادل مصرف انرژی در سطح شبکه با انتخاب سرخوشه‌ها با توجه به پارامترهای مناسب و تعویض سرخوشه‌های خوشه‌ها بعد از کاهش مقدار انرژی توسط خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و چندگامی (multi-hop) ارائه خواهیم داد.

۲- کارهای مرتبط

در زمینه خوشه بندی در شبکه های حسگر بی سیم، تحقیقات زیادی انجام گرفته است که هر یک از این خوشه بندی ها به منظور خاصی انجام گرفته است. اکثر خوشه بندی ها به منظور پایین آوردن مصرف انرژی در سطح شبکه و افزایش طول عمر شبکه انجام گرفته است. برخی نیز برای بالا بردن مقیاس پذیری شبکه، افزایش میزان پوشش شبکه، توزیع کلید و همزمان سازی انجام گرفته است.

روش LEACH [۲] یکی از روش های معروف در زمینه خوشه بندی است. LEACH پروتکل خود سازمان یافته خوشه بندی است که از عمل تصادفی برای توزیع انرژی بصورت هموار در سطح شبکه استفاده می کند. در LEACH حسگرها خودشان را درون خوشه های داخلی با یک حسگر به عنوان سرخوشه سازمان دهی می کنند. LEACH عمل ترکیب داده ها را بصورت محلی انجام می دهد. عمل خوشه بندی در روش LEACH در چهار مرحله انجام می گردد: فاز تبلیغات، فاز ایجاد خوشه، ایجاد فهرست زمانبند و فاز جمع آوری داده ها.

روش LNCA [۳] یکی دیگر از روش های مورد استفاده در خوشه بندی شبکه های حسگر بی سیم است. روش LNCA از معیار یکسان بودن داده های جمع آوری شده، برای خوشه بندی استفاده می کند. این روش در صورتی حسگرها را به عنوان همسایه های یکدیگر در نظر می گیرد که داده های خوانده شده آنها از محیط، یکسان باشد و در میان این حسگرهای مجاور حسگر با بیشترین همسایه را به عنوان سرخوشه انتخاب می کند.

یکی دیگر از پروتکل های مورد استفاده در خوشه بندی شبکه های حسگر بی سیم روش HEED [۴] است. HEED برای انتخاب سرخوشه ها از دو پارامتر استفاده می کند: پارامتر اصلی که انرژی باقیمانده حسگر است و پارامتر دوم که هزینه لازم برای انجام ارتباطات است. الگوریتم خوشه بندی در HEED در سه مرحله انجام می گردد.

۳- راهکار پیشنهادی

اکثر روشهایی که تاکنون برای خوشه بندی انجام گرفته است، مقدار انرژی موجود در گره را به عنوان پارامتر اصلی انتخاب سرخوشه در نظر گرفته شده اند [۴، ۵]. اما نقطه منفی این روشها این است که ممکن است فاصله اعضای خوشه ها با حسگر سرخوشه بیشتر باشد و انرژی حسگرها فوراً کاهش یافته و باعث کاهش طول عمر شبکه شوند. در برخی از روشها [۶، ۷]، تعداد همسایه های خوشه و به عبارتی تعداد اعضای خوشه را در سرخوشه شدن یک حسگر در نظر گرفته اند. این روش، کارایی بهتری نسبت به روش های قبلی دارد. اما در اینجا نیز ممکن است ارتباط حسگر سرخوشه با سرخوشه های سطح بالاتر، در شبکه های سلسله مراتبی، انرژی بیشتری را مصرف کند.

با توجه به اینکه روش پیشنهاد شده به صورت سلسله مراتبی می باشد [۸، ۹]، به این دلیل ما پیشنهاد می کنیم که در انتخاب سرخوشه، پارامتر دسترسی به سرخوشه سطح بالاتر نیز در نظر گرفته

شد و هرچه سرخوشه به سرخوشه سطح بالاتر خود نزدیکتر باشد، از شانس بیشتری برای سرخوشه شدن برخوردار باشد. دلیل استفاده از این پارامتر این است که یک حسگر سرخوشه هرچه به حسگر سرخوشه بالاتر نزدیکتر باشد، انرژی کمتری را مصرف خواهد کرد و در نتیجه، باعث افزایش طول عمر شبکه خواهد شد. بنابراین در روش پیشنهاد شده، انتخاب سرخوشه، با توجه به سه عامل انرژی باقیمانده حسگر، تعداد همسایه های حسگر و نزدیکی به سرخوشه سطح بالاتر خود می باشد.

همچنین در روش جدید ارائه شده، حسگرها با توجه به یکسان بودن داده های جمع آوری شده از محیط، در یک خوشه قرار می گیرند [۳].

الف- مدل شبکه

مدل شبکه ای که برای روش پیشنهاد شده در نظر گرفته شده است، بصورت زیر می باشد:

- مجموعه n حسگر بصورت غیریکنواخت در محیط پراکنده شده اند. با توجه به چندگام بودن خوشه بندی، تراکم حسگرها در نزدیکی ایستگاه پایه بیشتر است.
- همه حسگرها دارای قابلیت یکسان هستند.
- مکان ایستگاه پایه و حسگرها ثابت هستند.
- هر حسگر یک ID منحصر بفرد دارد.
- ارتباطات حسگرها با سرخوشه های خود بصورت تک گام (single-hop) و ارتباط سرخوشه ها با ایستگاه پایه چندگام می باشد.

ب- الگوریتم خوشه بندی

در روش پیشنهاد شده، خوشه بندی در سه مرحله انجام می گیرد. مرحله آغازی، مرحله سلسله مراتبی و مرحله پایانی. مرحله آغازی فقط یک بار در ابتدای خوشه بندی شبکه و مرحله پایانی بعد از اتمام کار خوشه بندی انجام می گیرد. ولی مرحله سلسله مراتبی، از سطح اول تا آخرین سطح بصورت حلقه و سلسله مراتبی تا پایان خوشه بندی کل شبکه تکرار می گردد.

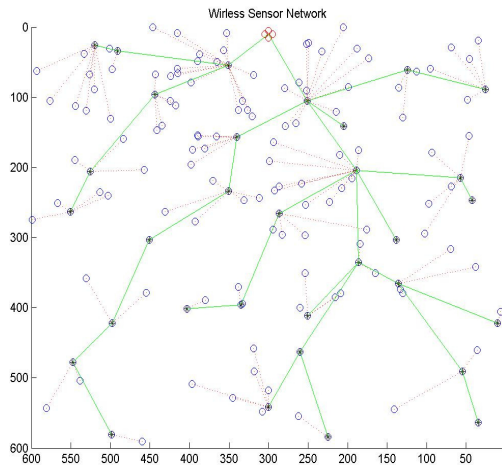
در مرحله جمع آوری داده ها، حسگرها، داده های جمع آوری شده از محیط را با داده های همسایه های خود مقایسه می کنند. اگر داده ها یکسان باشد، ID فرستنده پیغام را در لیست همسایه های خود نگهداری می کند و تعداد همسایه را شمارش نموده و در متغیر N_h خود ذخیره می کند.

ج- مرحله آغازی

در آغاز خوشه بندی، BS که به عنوان سرخوشه در اولین سطح قرار دارد، با ارسال پیغام "Start" در محدوده انتقالی (range) حسگرها، آغاز کار شبکه را اطلاع می دهد. فقط حسگرهایی که در نزدیکی BS هستند این پیغام را دریافت می کنند.

فرستنده رادیویی سایر حسگرها، تا زمان فرا رسیدن زمان ارسال خودشان خاموش هستند تا انرژی آنها ذخیره گردد.

● حسگرهای سرخوشه نیز داده ها را از اعضای خوشه خود دریافت می کنند و همچنین داده هایی را از سرخوشه های سطوح پایین تر دریافت می کنند و عمل ترکیب داده را بر روی داده ها انجام می دهند و داده را به سرخوشه سطح بالاتر خودشان ارسال می کنند. نمونه ای از شبکه خوشه بندی شده توسط راهکار پیشنهاد شده را در شکل ۱ مشاهده می کنید.



شکل (۱): شبکه خوشه بندی شده سلسله مراتبی

همانطور که در این شکل مشاهده می شود، دو سرخوشه سطح دوم وجود دارد که بطور مستقیم با BS در ارتباط هستند. سرخوشه های سطح بعدی نیز با سرخوشه های سطح دوم در ارتباط هستند تا ارتباط خود را با BS برقرار کنند.

۴- شبیه سازی و ارزیابی کارایی

در این مرحله روش پیشنهادی خود را با روش LEACH به کمک نرم افزار MATLAB شبیه سازی می کنیم و کارایی روش پیشنهادی خود را با روش LEACH مقایسه می کنیم. راهکار پیشنهاد شده در دو مقیاس شبیه سازی شده است. نتایج شبیه سازی بعد از چندین بار اجرا، میانگین شده است. فرضیاتی که برای شبیه سازی در نظر گرفته شده است، مطابق جدول ۱ می باشد.

EDA انرژی لازم برای تجمیع داده ها می باشد. انرژی مورد نیاز برای ارسال k بیت داده به فاصله d ، مطابق رابطه ۲ محاسبه می گردد [۴].

$$E_{Tx}(k, d) = \begin{cases} kE_{elect} + kE_{fs}d^2 & d < d_{crossover} \\ kE_{elect} + kE_{mp}d^4 & d \geq d_{crossover} \end{cases} \quad (2)$$

د- مرحله سلسله مراتبی

این مرحله در سه گام بصورت سلسله مراتبی انجام می گیرد تا تمام حسگرها در سطح شبکه خوشه بندی شوند.

● گام اول: در این گام، حسگرهایی که پیغام "Start" را دریافت کرده اند (چه از BS در ابتدا و چه از سایر حسگرها)، مقدار T را برای خودشان محاسبه می کنند. مقدار T بر اساس سه عامل انرژی باقیمانده حسگر E_r ، تعداد همسایه های حسگر N_a و میزان دسترسی به سرخوشه سطح بالاتر خود S_r ، مقدار مطابق فرمول ۱ محاسبه می گردد.

$$T = \frac{E_r}{E_i} + \frac{N_a}{N_i} + \frac{S_r}{S_c} \quad (1)$$

در این رابطه، E_i انرژی اولیه حسگر در زمان توسعه شبکه، N_i ماکزیمم تعداد حسگرهای همسایه هنگام توسعه اولیه، S_c ماکزیمم قدرت سیگنال دریافتی است.

بعد از محاسبه مقدار T ، حسگرها آن را به همسایه های خود ارسال می کنند. حسگرها مقدار T را از همسایه های خود دریافت می کنند و با مقدار T خودشان مقایسه می کنند، هر حسگر که مقدار T خودش از مقدار T همسایه هایش بیشتر باشد، خودش را به عنوان سرخوشه انتخاب می کند و فرستنده پیغام "Start" را به عنوان سرخوشه سطح بالای خود انتخاب می کند. اگر تعداد پیغام "Start" بیشتر از یکی باشد، در اینصورت با توجه به شدت سیگنال دریافتی، نزدیکترین حسگر را به عنوان سرخوشه خود انتخاب کنند.

سایر حسگرها که مقدار T کمتری دارند، فرستنده بیشترین مقدار T را به عنوان سرخوشه خود انتخاب می کند.

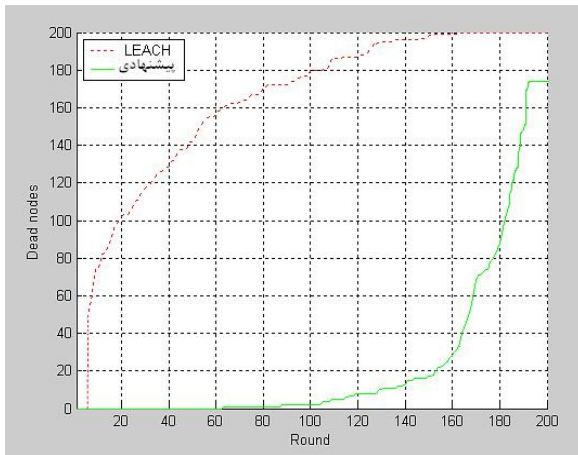
● گام دوم: در این گام، سرخوشه ها، با توجه به تعداد حسگرهای خوشه که مقدار T را از آنها دریافت کرده است، یک زمانبند TDMA ایجاد می کنند و این زمانبند را به همه حسگرهای موجود در خوشه ارسال می کنند.

● گام سوم: در این گام، سرخوشه ها، برای انتخاب سرخوشه های سطح بعدی، پیغام "Start" را در برد خودشان ارسال می کنند تا گام اول به صورت سلسله مراتبی تا پایان خوشه بندی کل شبکه انجام گیرد.

ه- مرحله پایانی

در این مرحله، داده ها توسط حسگرها از محیط جمع آوری شده و بوسیله سرخوشه ها، دست به دست، تحویل سرخوشه سطح بالاتر می شود تا به BS برسد. که این کار توسط حسگرهای عضو و حسگرهای سرخوشه، بصورت زیر انجام می گردد:

● حسگرهای عضو، داده ها را از محیط جمع آوری کرده و در زمان زمانبندی خودشان به سرخوشه خود ارسال می کنند. در این زمان



شکل (۳): حسگرهای از بین رفته شده در ناحیه 600*600

با مقایسه نمودارهای این دو شکل مشاهده می شود که با افزایش مقیاس شبکه، طول عمر شبکه در راهکار پیشنهاد شده نسبت به LEACH افزایش بیشتری می یابد. این اختلاف بدلیل چندگام بودن این روش نسبت به روش LEACH و همچنین رابطه ۲ می باشد. جدول ۲، میزان بهبود زمان مرگ اولین گره در شبکه، مرگ نصف گره- های شبکه و مرگ همه گره ها را در مقایسه با LEACH نشان می- دهد.

جدول (۲): میزان افزایش پارامترهای طول عمر راهکار پیشنهادی نسبت به LEACH

| پارامتر | 300*300 | 600*600 | میانگین |
|---------------------------|---------|---------|---------|
| زمان مرگ اولین گره | + ۲۶٪ | + ۱۱۰٪ | + ۶۸٪ |
| زمان مرگ نصف گره های شبکه | + ۲۱۵٪ | + ۸۰۰٪ | + ۵۰۷٪ |
| زمان مرگ آخرین گره | + ۱۶٪ | + ۲۸٪ | + ۲۲٪ |

با توجه به جدول، مشخص می شود که در حالت مقیاس بزرگ، طول عمر شبکه ۲۸٪ افزایش می یابد. در حالت میانگین، زمان مرگ نصف حسگرهای شبکه که به معنای از بین رفتن کارایی شبکه می باشد، بیش از پنج برابر بهبود می یابد و همچنین مرگ آخرین گره که به معنای پایان عمر شبکه می باشد، ۲۲٪ بهبود می یابد. برای مشخص شدن تاثیر هر یک از پارامترهای انرژی حسگر، تعداد همسایه های حسگر و فاصله حسگر با سرخوشه خود، برای انتخاب سرخوشه مناسب برای خوشه بندی شبکه، ضرایب α ، β و θ را به رابطه ۱ اضافه می کنیم تا مقدار T را به صورت رابطه ۵ نشان دهیم.

$$T = \alpha \left(\frac{E_r}{E_i} \right) + \beta \left(\frac{N_a}{N_i} \right) + \theta \left(\frac{S_r}{S_c} \right) \quad (5)$$

جدول (۱): پارامترهای شبیه سازی

| | | |
|-----------------------|-----------|----------|
| مساحت ناحیه (N) | 300*300 | 600*600 |
| مکان BS | (0, 150) | (0, 300) |
| تعداد حسگرها (n) | 50 | 200 |
| دامنه حسگرها | 150 m | |
| انرژی اولیه (E_r) | 1.5 J | |
| E_{elec} | 50.0 nJ | |
| E_{fs} | 10.0 pJ | |
| E_{mp} | 0.0013 pJ | |
| E_{DA} | 5.0 nJ | |
| طول بسته | 1000 bit | |

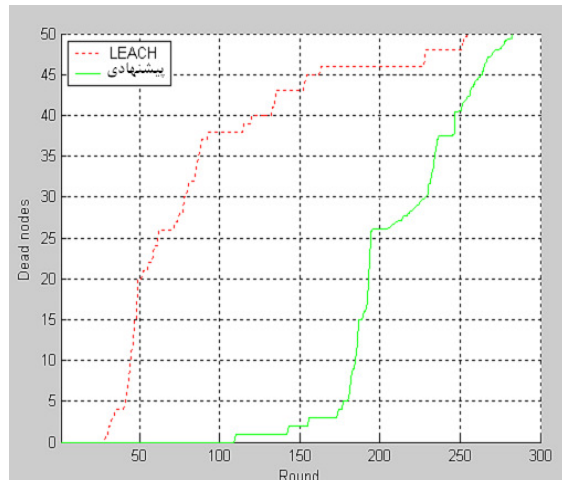
در رابطه ۲، $d_{crossover}$ برابر با رابطه ۳ می باشد [۴].

$$d_{crossover} = \sqrt{\frac{E_{fs}}{E_{mp}}} \quad (3)$$

همچنین انرژی مورد نیاز برای دریافت پیغام به طول k بیت مطابق رابطه ۴ محاسبه می گردد [۲، ۴].

$$E_{Rx}(k) = kE_{elect} \quad (4)$$

برای مشخص شدن توسعه پذیری راهکار پیشنهاد شده در مقایسه با LEACH، شبیه سازی را در دو ناحیه 300*300 و 600*600 مترمربع انجام داده ایم. شکل های ۲ و ۳ تعداد حسگرهایی را که به دلیل اتمام باتری از بین رفته شده اند را در طول roundها به ترتیب در این دو ناحیه نشان می دهند.



شکل (۲): حسگرهای از بین رفته شده در ناحیه 300*300

۵ - نتیجه گیری

در این مقاله، یک روش خوشه بندی سلسله مراتبی با ارتباطات چندگامی پیشنهاد شد که انتخاب سرخوشه را با توجه به سه پارامتر انرژی باقیمانده حسگر، تعداد همسایه های زنده حسگر و میزان دسترسی به سرخوشه سطح بالاتر خود، انجام می دهد. معیار هم خوشه بودن حسگرها، یکسان بودن داده های دریافتی از محیط می باشد. به این ترتیب کل شبکه به صورت سلسله مراتبی خوشه بندی می شود. علت دخالت دادن پارامتر سوم به پارمترهای دخیل در خوشه بندی این بود که نزدیک بودن سرخوشه یک سطح به سرخوشه سطح بالاتر باعث می شود که انرژی کمتری مصرف شود. روش پیشنهاد شده را در دو اندازه شبکه، همراه با روش LEACH شبیه سازی کردیم.

نتایج شبیه سازی نشان داد که راهکار پیشنهادی شده از مقیاس پذیری بالایی برخوردار است و با بزرگ شدن اندازه شبکه، طول عمر شبکه نسبت به LEACH افزایش بیشتری می یابد. در حالت متوسط طول عمر شبکه نسبت به روش LEACH حدود ۲۲٪ افزایش می یابد. هم چنین هزینه خوشه بندی روش پیشنهادی کمتر می باشد و عمل خوشه بندی را سریعتر تمام می کند.

α ، β و θ عامل های وزن هستند که تاثیر هر پارامتر را در مقدار T مشخص می کنند که $\alpha + \beta + \theta = 1$ می باشد. کار شبیه سازی را در شبکه 600*600 مترمربع برای مقدارهای مختلف α ، β و θ انجام داده شده است که در جدول ۳ نشان داده شده است.

با توجه به جدول مشخص می شود، هنگامی که ضریب پارامتر دسترسی با سرخوشه (θ) بیشتر می شود، زمان مرگ حسگرها به تاخیر می افتد. در میان مقدارهای مختلف ضرایب، بیشترین زمان طول عمر وقتی است که α ، β و θ به ترتیب ۰.۲ ، ۰.۳ و ۰.۵ می باشد.

جدول (۳): تاثیر ضرایب پارامترهای انتخاب سرخوشه در افزایش زمان مرگ

حسگرها

| ضرایب T | | | زمان مرگ نصف گره های شبکه (دوره) | زمان مرگ آخرین گره (دوره) |
|----------|---------|----------|--|---------------------------------|
| α | β | θ | | |
| ۰.۲ | ۰.۳ | ۰.۵ | ۲۰۰ | ۲۵۵ |
| ۰.۳ | ۰.۲ | ۰.۵ | ۱۹۰ | ۲۱۵ |
| ۰.۳ | ۰.۳ | ۰.۴ | ۱۹۵ | ۲۱۰ |
| ۰.۲ | ۰.۴ | ۰.۴ | ۱۹۰ | ۲۲۰ |
| ۰.۴ | ۰.۲ | ۰.۴ | ۱۹۵ | ۲۲۰ |
| ۰.۴ | ۰.۴ | ۰.۲ | ۱۹۵ | ۲۰۵ |
| ۰.۴ | ۰.۳ | ۰.۳ | ۱۹۰ | ۲۰۰ |
| ۰.۵ | ۰.۲ | ۰.۳ | ۱۸۰ | ۱۸۵ |
| ۰.۵ | ۰.۳ | ۰.۲ | ۱۸۰ | ۲۰۵ |
| ۰.۳ | ۰.۵ | ۰.۲ | ۱۷۵ | ۱۸۰ |

مراجع

- [1] I.Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam and E. Cayirci, "Wireless sensor networks: a survey", Computer Networks, Vol. 38, No. 4, 2002, pp. 393-422.
- [2] W. Heinzelman, "Energy Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks", System Sciences, 2000. Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on Jan 4-7 2000 Page(s):10 pp. vol.2.
- [3] D. Xia, "Near-optimal Node Clustering in Wireless Sensor Network for Environment Monitoring", 21st International Conference on Advanced Networking and Applications, 2007.
- [4] O. Younis, et. al., "HEED: A Hybrid, Energy-Efficient, Distributed Clustering Approach for AdHoc Sensor Networks," IEEE Transactions on Mobile Computing, 3(4):660-669, 2004.
- [5] Mao Ye, "An Energy Efficient Clustering Scheme in Wireless Sensor Networks," in IEEE 2005, IPCCC 2005. 24th IEEE International Page(s):535 – 540, April 2005.
- [6] H. Lee, K. Kim, H. Youn, "A New Cluster Head Selection Scheme for Long Lifetime of Wireless Sensor Networks", Lecture Notes in Computer Science (ICCSA 2006), Vol.3983, pp.519-528, May 2006.
- [7] B. Dey, S. Nandi, "Distributed Location and Lifetime Biased Clustering for Large Scale Wireless Sensor Network" in ICDCN 2006, LNCS 4308, pp. 534 – 545, March 05, 2007.
- [8] Duan Shangwei, "Exploring Hierarchy Architecture for Wireless Sensor Networks Management", Wireless and Optical Communications Networks, 2006 IFIP International Conference on April 2006 Page(s):6 pp.
- [9] S. Bandyopadhyay, "An Energy-Efficient Hierarchical Clustering Algorithm For Wireless Sensor Networks" in IEEE INFOCOM'0, Twenty-Second Annual Joint Conference Volume 3, 30 Page(s):1713 - 1723 vol.3. April 2003.