

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 جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

خوشه‌بندی مکانی زمانی انرژی آگاه در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

محمدعلی بالانی^۱، فرید کریمی پور^۲، علی اسماعیلی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی - دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته
ma.balani@yahoo.com

۲. استادیار گروه مهندسی نقشه برداری و ژئوماتیک - پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران
fkarimipr@ut.ac.ir

۳. استادیار گروه مهندسی سنجش از دور - دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته
aliesmaeily@kgut.ac.ir

چکیده

گستره کاربری شبکه‌های حسگر بی‌سیم بسیار وسیع بوده و از کاربردهای کشاورزی، پزشکی و صنعتی تا کاربردهای نظامی را شامل می‌شود. به عنوان مثال یکی از متداول‌ترین کاربردهای این تکنولوژی، نظارت بر یک محیط دور از دسترس است. مثلاً نشتی یک کارخانه شیمیایی در محیط وسیع کارخانه می‌تواند توسط صدها حسگر که به‌طور خودکار یک شبکه بی‌سیم را تشکیل می‌دهند، نظارت شده و در هنگام بروز نشت شیمیایی به سرعت به مرکز اطلاع داده شود. اما یکی از محدودیت‌های اساسی این نوع از شبکه‌ها، کمبود انرژی است. پژوهش‌های قبل نشان داده است که با سازماندهی گره‌های شبکه در تعدادی خوشه، می‌توان به کارایی بیشتری از انرژی رسید که به افزایش عمر شبکه منتهی می‌شود. در این تحقیق با کاهش تعداد پیام‌های ارسالی بین شبکه با استفاده از خوشه‌بندی مکانی زمانی گره‌های حسگر و انتخاب سرخوشه‌ها بر مبنای نسبت انرژی باقیمانده به فاصله از ایستگاه مرکزی، میزان انرژی مصرفی را به صورت موثری کاهش دادیم. نتایج بدست آمده نشانگر کارایی روش پیشنهادی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های حسگر بی‌سیم، خوشه‌بندی، انرژی، تکنولوژی

۱- مقدمه همایش و نمایشگاه ملی ژئوماتیک

مجموعه‌ای از تحقیقات در زمینه محیط‌زیست نیازمند انجام مطالعات مکرر و متمرکز و صرف زمان زیاد جهت جمع‌آوری اطلاعات می‌باشد که معمولاً از حوصله و توانایی انسان خارج است در چنین مواردی از دستگاه‌های پایش، تحلیلگر و ذخیره کننده نتایج استفاده می‌شود. از طرفی دیگر، به خاطر وجود برخی شرایط محیط‌زیست، اکثر کارهای تحقیقاتی بایستی در سکوت و آرامش صورت گیرد تا وجود انسان و تجهیزات در محیط اثر منفی در عملکرد غریزه‌ای و واقعی موجودات نداشته باشد تا موجب کاهش کیفیت تحقیق گردد. از اینرو معمولاً تمام

سیستم‌های پایش، قابلیت کنترل از راه دور را دارند. درعین حال این سیستم‌ها طوری انتخاب می‌گردند که وجود آن‌ها در محیط محسوس نباشد. با در نظر گرفتن تمام موارد فوق، ملاحظه می‌شود که شبکه‌های حسگر علاوه بر بحث هزینه پایین مصرفی، در زمینه مانیتور کردن محیط‌زیست از توانایی بالایی برخوردار می‌باشند. در مواردی همچون بررسی وضعیت آب‌وهوای جوی محیط و بررسی وضعیت ظاهری آن، بخصوص محیط سرسبز و جنگلی، بررسی رشد و نمو گیاهان و موجودات و موقعیت‌یابی و پیگردی موجودات زنده در محیط‌زیست می‌توان از قدرت بالای شبکه‌های حسگر استفاده کرد.

شبکه‌های سنسور به‌عنوان شبکه تعاونی، متشکل از باطری و گره‌های حسگر بی‌سیم کوچک می‌باشد که هدف آن‌ها نظارت بر محیط اطراف و جمع‌آوری و ارسال داده‌ها به ایستگاه مرکزی می‌باشد. هر گره حسگر شامل سه بخش حسگر، پردازنده اطلاعات و انتقال دهنده اطلاعات می‌باشد و اطلاعات این گره‌ها بصورت مستقیم و یا به واسطه گره‌های دیگر به ایستگاه مرکزی ارسال می‌شوند [1]. در این دستگاه‌ها، هزینه ارتباطی به مراتب از سایر هزینه‌ها بیشتر است. برای مثال، مدل Mic2 برکلی، انتقال یک بیت از اطلاعات به اندازه محاسبه ۸۰۰ فرمان در برد تراشه انرژی مصرف می‌کند [2].

یکی از محدودیت‌های شبکه‌های سنسور بی‌سیم باطری آن‌هاست که باعث می‌شود این نوع از شبکه‌ها محدودیت انرژی بالایی داشته باشند چرا که اتمام باطری حسگرها به معنای از بین رفتن آنها می‌باشد و با توجه به شرایط محیط کاربرد این شبکه‌ها، تعویض باطری‌های هزاران گره حسگر عملاً امری ناممکن است. بنابراین راه‌حلی که بتواند ارتباطات را در زمان موردنیاز برقرار کند ضروری می‌باشد [3].

در این مقاله روشی ارائه شده که این کار را با بهره‌گیری از تراکم بالای شبکه گیرنده بی‌سیم و شباهت مشاهدات در هنگام جمع‌آوری داده‌های نزدیک به هم انجام می‌دهد. این کار باعث افزایش طول عمر شبکه گیرنده شده و موجب جمع‌آوری اطلاعات آنی^۱ برای مدت زمان طولانی از مناطق نظارت شده می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

روش‌های مختلفی برای کاهش مصرف انرژی توسط محققان مختلف ارائه شده است. این روش‌ها از الگوریتم‌های مختلفی برای بهبود میزان انرژی مصرفی در شبکه استفاده می‌کنند و سعی در کاهش بار ارسال داده در شبکه، مخصوصاً نزدیک ایستگاه مرکزی دارند.

Xiao در سال ۲۰۱۰ یک الگوریتم درون‌شبکه‌ای^۲ جدید برای مشخص کردن تغییرات ایجاد شده در اندازه‌ی یک پدیده‌ی دوبعدی با استفاده از شبکه‌ی سنسورها ارائه داد. در این الگوریتم برای محاسبات سطح از یکپارچگی محلی^۳ برای سنسورهای سلسله‌مراتبی بدون متصل کردن همه‌ی سنسورهای مرزی به یکدیگر و بدست آوردن یک حلقه‌ی مرزی استفاده شده است. نتایج نشان داد که هزینه‌ی ارتباطی نسبت به روش سنتی مرکزی^۴ به میزان قابل‌توجهی کمتر می‌باشد، درحالی‌که دقت آن‌ها مشابه بوده و مستقل از ویژگی‌های توپولوژی شکل است [4].

¹ real-time

² In-network

³ Local aggregation

⁴ Centralized Approach

King در سال ۲۰۱۰ یک روش برای نمایش پدیده‌های دینامیک بیان کرد. در این روش از این مسئله که پدیده‌های دینامیک معمولاً به یک روند تغییرات قابل پیش‌بینی در طول زمان تمایل دارند استفاده شده است. بدین‌صورت که یک مدل کوچک^۵ بر روی هر سنسور اجرا می‌شود و رفتارهای قابل پیش‌بینی سنسور را ضبط می‌کند و فقط وقتی یک اتفاق غیره منتظره رخ دهد به تبادل اطلاعات با گره‌های دیگر می‌پردازد. استفاده از شبیه‌سازهای مختلف نشان داد که درصد قابل توجهی از پیغام‌ها در این روش در طول جمع‌آوری داده‌ها کاهش می‌یابد [۵].

Villas و همکارانش در سال ۲۰۱۳ یک روش بر مبنای همبستگی مکانی - زمانی برای جمع‌آوری داده‌ها^۶ ارائه دادند که از کوتاه‌ترین مسیر برای فرستادن داده‌های آنی^۷ جمع‌آوری شده به طرف چاهک با استفاده از همبستگی مکانی - زمانی استفاده می‌کند. در این روش گره‌ها درجایی که یک رخداد یکسان را شناسایی می‌کنند به‌صورت پویا به مناطق همبسته تقسیم‌بندی می‌شوند. برای هر منطقه همبسته گرهی به‌عنوان نماینده برای نظارت بر پدیده انتخاب می‌شود و رخداد شناسایی شده بوسیله گره نماینده به طرف چاهک ارسال می‌شود. اندازه پنجره همبستگی و حد آستانه خطا به‌صورت پویا و با توجه به خصوصیات پدیده تعیین می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که این روش یک رخداد را با دقت ۹۹/۷۵٪ شناسایی می‌کند درحالی‌که انرژی باقیمانده در گره‌ها ۱۴ برابر بهتر از روش‌های قبلی جمع‌آوری داده می‌باشد [۱].

۳- الگوریتم پیشنهادی

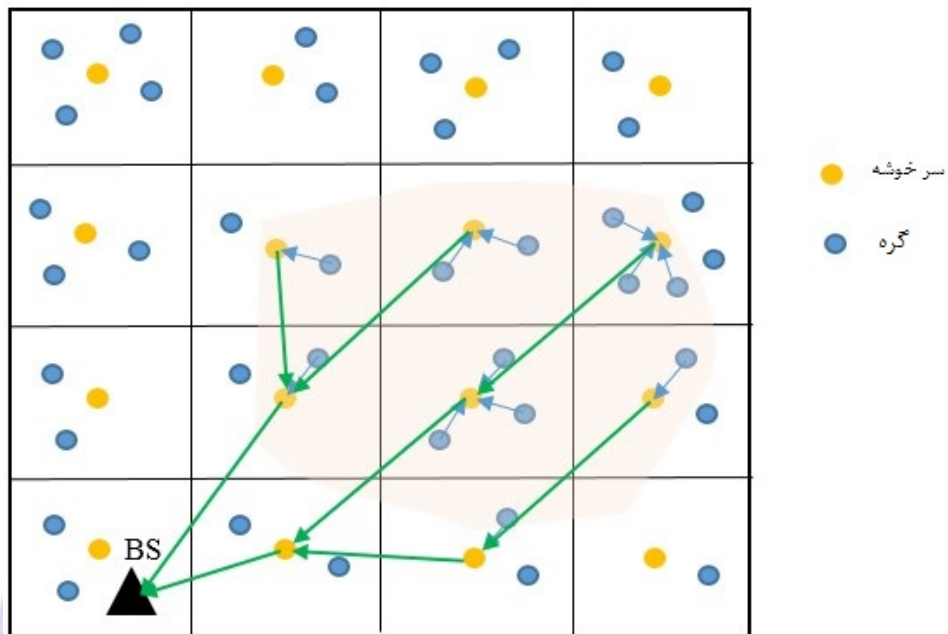
در این مقاله الگوریتمی برای جمع‌آوری داده از محدوده مشاهداتی ارائه شده است که بر اساس همبستگی مکانی زمانی کار می‌کند. با استفاده از این الگوریتم گره‌های حسگر بر اساس موقعیت جغرافیایی به خوشه‌هایی تقسیم می‌شوند سپس در هر خوشه، سر خوشه‌ها بر اساس فاکتور نسبت میزان انرژی باقیمانده به فاصله از ایستگاه مرکزی، انتخاب می‌شوند. در مرحله بعدی، خوشه‌هایی که پدیده در آن‌ها توسط گره‌ها شناسایی شده، به روز رسانی می‌شوند. در پایان هر مرحله، سرخوشه مرحله بعد انتخاب می‌شود. سپس در مرحله بعد، سرخوشه قبلی شروع به ارسال پیامی مبنی بر معرفی سرخوشه مرحله جاری می‌کند. گرهی که سرخوشه مورد نظر بوده پیام را دریافت می‌کند و به عنوان سرخوشه گره‌های آن خوشه در این مرحله خواهد بود. گره‌های موجود در خوشه که مقدار متفاوت از مرحله قبلی شناسایی کرده‌اند شروع به ارسال پیام به سرخوشه مورد نظر می‌کنند. سرخوشه با جمع‌آوری اطلاعات از تمام گره‌های موجود در آن خوشه و پردازش اولیه آن، اطلاعات را به ایستگاه مرکزی می‌فرستد. در نهایت، ایستگاه مرکزی با جمع‌آوری اطلاعات، پدیده را با مصرف انرژی کمتر شناسایی می‌کند (شکل ۱).

یکی از ویژگی‌های این روش از خوشه بندی ایجاد توازن در انرژی مصرفی در شبکه و در نتیجه افزایش طول عمر شبکه می‌باشد.

⁵ Tiny Model

⁶ Efficient Data Collection Aware of Spatio-Temporal Correlation (EAST)

⁷ real-time



شکل ۱. خوشه‌بندی مکانی زمانی انرژی آگاه

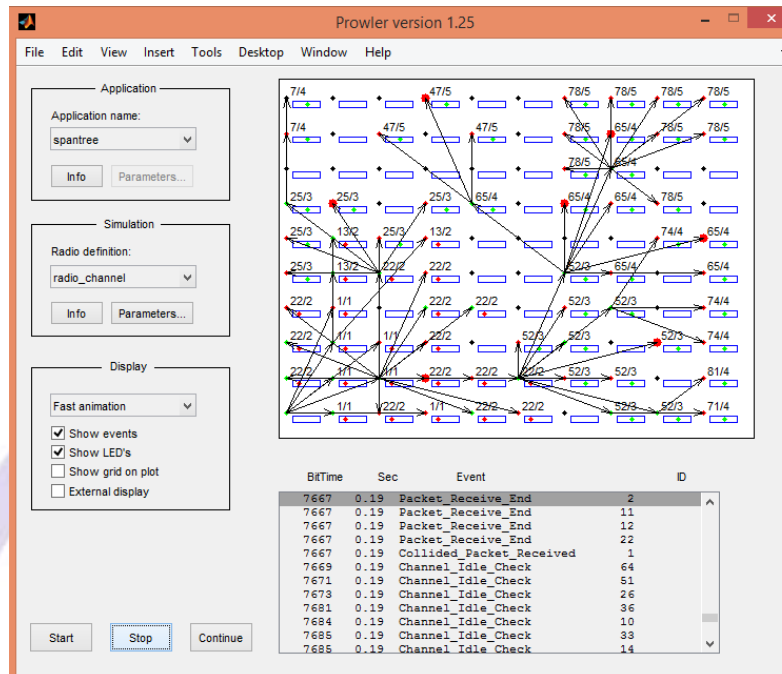
۴- شبیه‌سازی

برای شبیه‌سازی ارزشیبه ساز prowler که تحت نرم‌افزار متلب اجرا می‌شود، استفاده شده است (شکل ۲). پارامترهای لازم را وارد شده و بر اساس ۱۰ تصویر ورودی پیاده‌سازی انجام گردید. برای این شبیه‌سازی پارامترهای ورودی به صورت جدول ۱ تعریف شدند. این پارامترهای مربوط به ذره می‌کمان باشد که توسط دانشگاه برکلی آمریکا توسعه یافته است.

جدول ۱. پارامترهای شبیه‌سازی

Packet length	960 (bit-time)
Initial_energ	.5 (j)
Δp	.5
Wait time	200+128 (bit-time)
Backoff_time	100+300 (bit-time)
Paket_rate	40 (kb/s)
Number of nodes	100

همایش و نمایشگاه ملی ژئوماتیک



شکل ۲. محیط شبیه‌سازی prowler

۵- محاسبه انرژی مصرفی

شبیه ساز Prowler، مدل مصرف انرژی ندارد و محاسبه مصرف انرژی به وسیله Extension انجام می‌گیرد. با توجه به اینکه انرژی مصرفی برای نقل و انتقال بسته‌های داده در بین گره‌های حسگر در مقایسه با سایر انرژی‌های مصرفی شبکه چشمگیر است، فرض می‌کنیم که قسمت عمده انرژی مصرفی شبکه مربوط به دریافت و یا فرستادن داده است و از سایر انرژی‌های مصرفی مانند انرژی لازم برای حس کردن و یا انرژی لازم برای پردازش اطلاعات دریافت شده و غیره صرف‌نظر خواهیم کرد. در این مدل، انرژی لازم برای انتقال L بیت داده بر روی فاصله d از رابطه (۱) بدست می‌آید.

همچنین در این مدل، انرژی لازم برای دریافت L بیت داده بر روی یک فاصله d از رابطه (۲) بدست می‌آید.

$$E_{tx}(L, d) = L \cdot E_c + L \cdot e \cdot d^s \quad (1)$$

$$E_{rx}(L, d) = L \cdot E_c \quad (2)$$

در این رابطه E_c ، انرژی پایه‌ای است که برای اجرای مدارات فرستنده و یا گیرنده لازم است. یک مقدار نمونه برای این پارامتر 50 nJ/bit برای یک فرستنده - گیرنده 1 Mbps است. e ، واحد انرژی‌ای است که تقویت کننده فرستنده برای ارسال داده مصرف می‌کند و مطابق معادله (۳) برای فواصل مختلف محاسبه می‌گردد.

$$e = \begin{cases} e_1, S = 2 & \text{if } d < d_{cr} \\ e_2, S = 4 & \text{if } d > d_{cr} \end{cases} \quad (3)$$

در این رابطه، d_{cr} ، فاصله آستانه است که مقدار نوعی آن $۸۷/۷۰$ متر است. مقادیر نوعی e_1 و e_2 به ترتیب 10 pj و $0/0013\text{ pj/bit}$ می باشد.

بر اساس رابطه (۳)، مدل انرژی برای فاصله‌های کمتر از فاصله آستانه، یک مدل درجه دوم است در حالیکه برای فاصله‌های بزرگ‌تر، این مدل به یک مدل درجه چهار تبدیل می‌شود. در حقیقت وقتی فاصله پیموده شده از یک حدی بیشتر می‌گردد، با هر واحد افزایش فاصله انرژی مصرفی با توان چهار افزوده می‌شود [۶-۱۰].

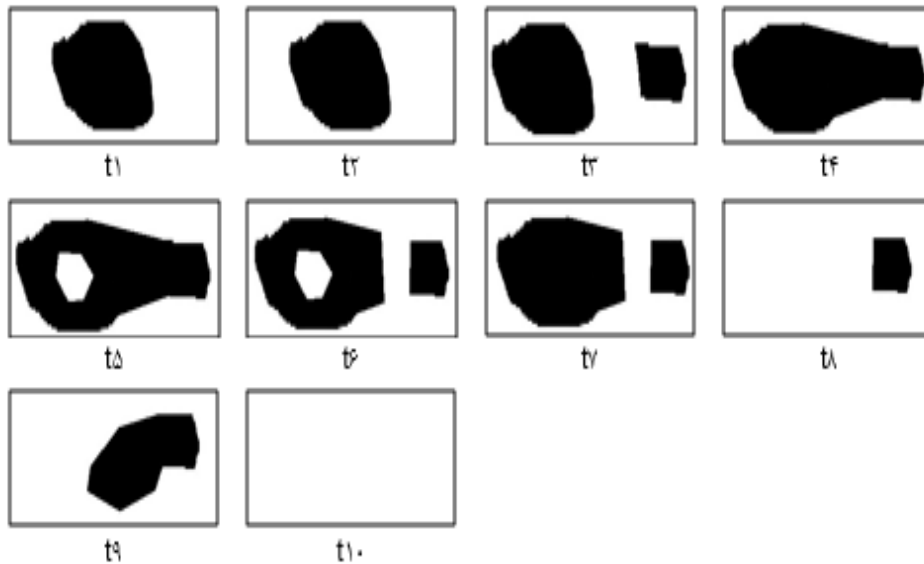
با توجه به این که گره مورد استفاده در شبیه‌ساز Prowler دارای اختلاف جزئی در پارامترهای مدل انرژی مصرفی نسبت به مدل‌های انرژی در سایر شبکه‌های حسگر می‌باشد، در این مدل نرخ ارسال اطلاعات Kbit s^{-1} و دامنه ارتباطی ۶۱ متری می‌باشد. همچنین در پارامترهای زیر دارای اختلاف می‌باشد [۱۱]:

$$E_c = 300\text{ nj/bit}$$

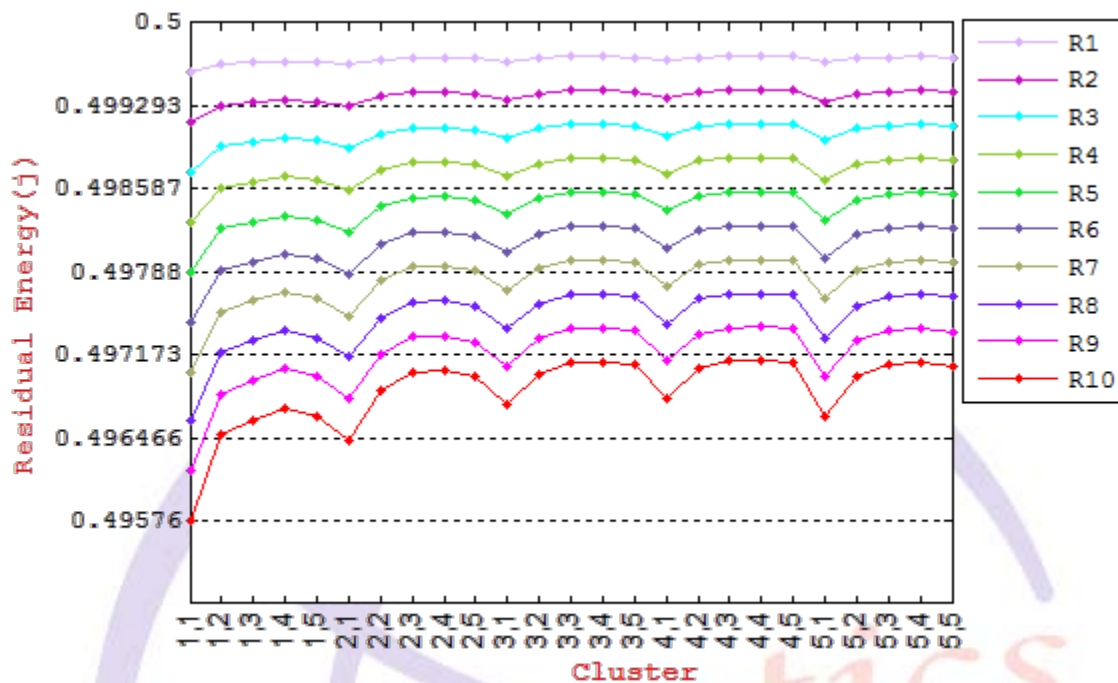
$$e = 32/24\text{ pj/bit m}^2$$

۶- پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج

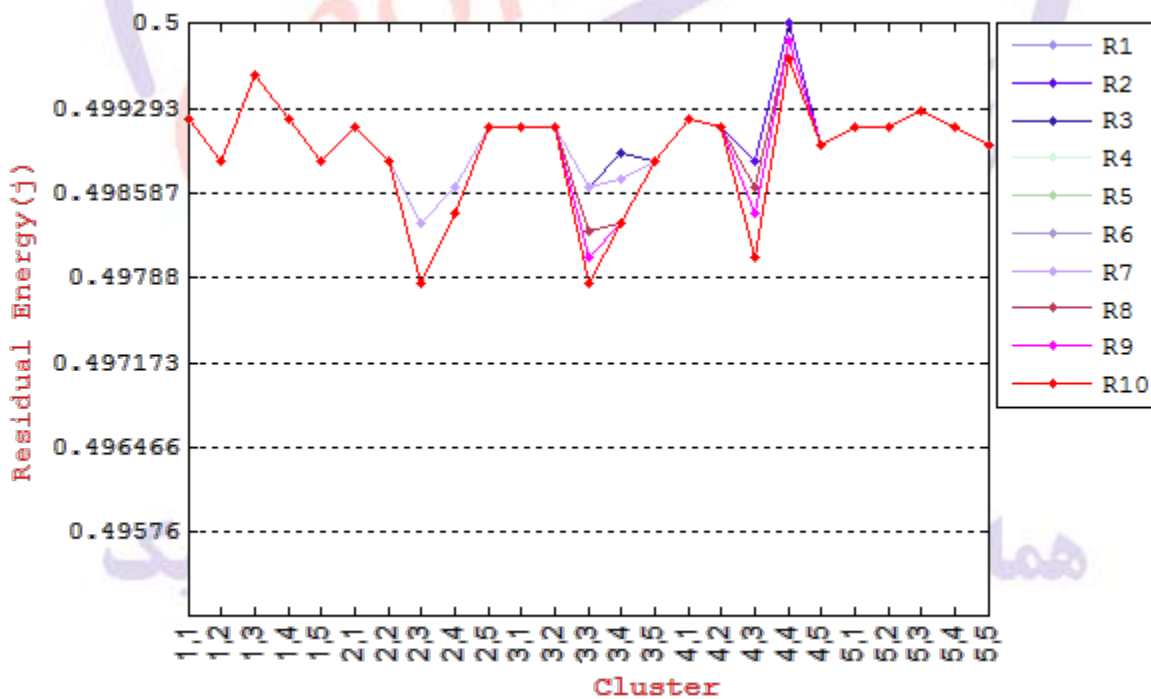
روش پیشنهادی برای یک نمونه پیاده‌سازی شده و مورد ارزیابی قرار گرفت. تصاویر ورودی در این پیاده‌سازی، ۱۰ تصویر متوالی از یک پدیده دو بعدی در حال حرکت می‌باشد که در تصویر دهم پدیده از بین می‌رود (شکل ۳). برای ارزیابی نتایج از پارامتر انرژی باقیمانده در شبکه استفاده شده است. هر چقدر انرژی باقیمانده در شبکه بیشتر باشد میزان عمر شبکه بیشتر خواهد بود در نتیجه شبکه می‌تواند برای مدت زیادی بکار خود ادامه داده و داده‌ها را از محیط جمع‌آوری کرده و به مرکز ارسال کند. نکته مهم در الگوریتم پیشنهادی، ایجاد توازن انرژی در خوشه‌ها و همچنین در کل شبکه می‌باشد که باعث افزایش طول عمر شبکه می‌شود.



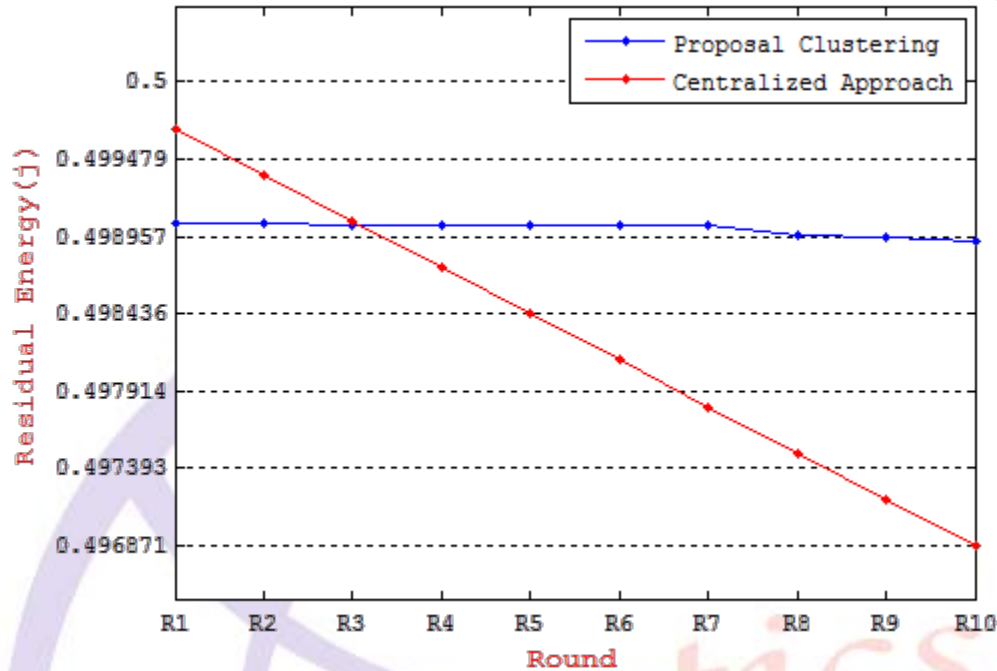
شکل ۳: تصاویر ورودی از یک پدیده دوبعدی در حال حرکت



شکل ۴. متوسط انرژی باقیمانده در موقعیت‌های متناظر با خوشه‌بندی در روش متمرکز



شکل ۵. متوسط انرژی باقیمانده در هر خوشه با استفاده از خوشه‌بندی پیشنهادی



شکل ۶. متوسط انرژی باقیمانده شبکه طی ۱۰ مرحله آزمایش

شکل ۴ نشانگر مصرف انرژی در روش متمرکز می‌باشد که همه گره‌ها پیام خود را به ایستگاه مرکزی می‌فرستند. بنابراین گره‌های دورتر انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و در هر مرحله از آزمایش انرژی همه گره‌ها کاهش می‌یابد.

شکل ۵ متوسط انرژی باقیمانده در هر خوشه براساس خوشه‌بندی پیشنهادی طی ۱۰ مرحله آزمایش را نشان می‌دهد. خوشه‌هایی که پدیده در آنها تغییر زیادی کرده، انرژی بیشتری مصرف کرده و انرژی باقیمانده آنها نیز کمتر از بقیه خوشه‌ها خواهد بود. برای مثال در خوشه 3,3 بیشترین تغییر در پدیده اتفاق افتاده، بنابراین نسبت به سایر خوشه‌ها انرژی بیشتری مصرف کرده است.

بر اساس شکل‌های ۴ و ۵، انرژی باقیمانده در خوشه‌ها در روش پیشنهادی دارای توازن بهتری بوده و به میزان تغییر پدیده بستگی دارد در صورتیکه در روش متمرکز در هر مرحله انرژی باقیمانده در خوشه‌ها کاهش می‌یابد. با استفاده از خوشه‌بندی پیشنهادی در صورتیکه تغییری در پدیده اتفاق نیفتد پیامی ارسال نمی‌شود و یا اگر تغییری کمی در پدیده اتفاق افتد به تناسب آن پیام ارسالی نیز کمتر می‌شود.

شکل ۶ نشانگر متوسط انرژی خوشه‌ها به عنوان متوسط انرژی باقیمانده در شبکه می‌باشد. در مرحله اول، میزان انرژی باقیمانده در شبکه با استفاده از خوشه‌بندی پیشنهادی نسبت به روش متمرکز بیشتر است و این بدلیل فاز انتخاب سرخوشه‌ها در تمام خوشه‌ها که از آنها برای مسیر یابی نیز استفاده می‌شود، می‌باشد. در مرحله دوم بدلیل عدم تغییر پدیده این مقدار تغییری نمی‌کند در صورتی که در روش متمرکز مقدار انرژی باقیمانده کم می‌شود و این تا مرحله سوم ادامه می‌یابد و در مرحله چهارم روند عوض شده و مقدار انرژی باقیمانده شبکه نسبت به روش متمرکز با شیب خیلی کمی کاهش می‌یابد.

۷- نتیجه‌گیری

مسئله محدودیت شدید انرژی یکی از مهم‌ترین مسائل در شبکه‌های حسگر بی‌سیم بوده و کارایی شبکه‌های حسگر به شدت به طول عمر شبکه و پوشش شبکه‌ای آن وابسته است، بنابراین لحاظ نمودن الگوریتم‌های ذخیره انرژی در طراحی شبکه‌های حسگر با عمر طولانی، امری حیاتی است.

خوشه‌بندی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم برای افزایش مقیاس‌پذیری و به طور کلی برای دستیابی به کارایی انرژی بالاتر و طول عمر بیشتر بکار می‌رود. پروتکل‌های مسیریابی سلسله‌مراتبی و جمع‌آوری داده‌ها، به یک سازماندهی مبتنی بر خوشه‌بندی دلالت می‌کنند. به طوری که ترکیب و تجمیع داده ممکن گردیده و منجر به ذخیره قابل توجهی انرژی می‌شود.

مطالب فوق میزان مهم بودن مسئله انرژی در شبکه‌های حسگر را کاملاً نشان می‌دهد. با استفاده از الگوریتم پیشنهادی گره‌هایی که دارای فاصله کمتر و انرژی بیشتری دارند به عنوان سرخوشه انتخاب می‌شوند و موجب توازن انرژی و افزایش طول عمر شبکه می‌شوند. با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی پیشنهادی، میزان مصرف انرژی با سرعت خیلی کمی کاهش می‌یابد و وابسته به میزان تغییر پدیده می‌باشد یعنی هرچه پدیده تغییری بیشتری داشته باشد پیام ارسالی بیشتر شده، در نتیجه انرژی مصرفی شبکه نیز بیشتر می‌شود و این منجر به افزایش طول عمر شبکه می‌شود.

مراجع

- [۱] L. A. Villas, A. Boukerche, D. L. Guidoni, H. A. De Oliveira, R. B. De Araujo, and A. A. Loureiro, "An energy-aware spatio-temporal correlation mechanism to perform efficient data collection in wireless sensor networks," *Computer Communications*, vol. ۳۶, pp. ۱۰۵۴-۱۰۶۶, ۲۰۱۳.
- [۲] D. Culler, D. Estrin, and M. Srivastava, "Guest editors' introduction: overview of sensor networks," *Computer*, vol. ۳۷, pp. ۴۹-۴۱, ۲۰۰۴.
- [۳] H. Chen, C.-S. Wu, Y.-S. Chu, C.-C. Cheng, and L.-K. Tsai, "Energy residue aware (ERA) clustering algorithm for leach-based wireless sensor networks," in *Systems and Networks Communications*, ۲۰۰۷. *ICSNC ۲۰۰۷. Second International Conference on*, ۲۰۰۷, pp. ۴۰-۴۰.
- [۴] D. Xiao, "Modeling and Monitoring Non-topological Spatial Changes of Continuous Phenomena in Geosensor Networks," ۲۰۱۰.
- [۵] K. King and s. Nittel, "Efficient Data Collection and Event Boundary Detection in Wireless Sensor Networks Using Tiny Models," *Geographic Information Science*, pp. ۱۰۰-۱۱۴, ۲۰۱۰.

- [٦] O. Younis and S. Fahmy, "HEED: a hybrid, energy-efficient, distributed clustering approach for ad hoc sensor networks," *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, vol. ٣, pp. ٣٧٩-٣٦٦, ٢٠٠٤.
- [٧] S. Lindsey and C. S. Raghavendra, "PEGASIS: Power-efficient gathering in sensor information systems," in *Aerospace conference proceedings*, ٢٠٠٢. *IEEE*, ٢٠٠٢, pp. ٣-١١٣٠-٣-١١٢٥ vol. ٣.
- [٨] W. R. Heinzelman, A. Sinha, A. Wang, and A. P. Chandrakasan, "Energy-scalable algorithms and protocols for wireless microsensor networks," in *Acoustics, Speech, and Signal Processing, ٢٠٠٠. ICASSP'٠٠. Proceedings. ٢٠٠٠ IEEE International Conference on*, ٢٠٠٠, pp. ٣٧٢٥-٣٧٢٢.
- [٩] W. R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks", in *System Sciences, ٢٠٠٠. Proceedings of the ٣٣rd Annual Hawaii International Conference on*, ٢٠٠٠, p. ١٠ pp. vol. ٢.
- [١٠] S. Bandyopadhyay and E. J. Coyle, "An energy efficient hierarchical clustering algorithm for wireless sensor networks," in *INFOCOM ٢٠٠٣ Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications. IEEE Societies*, ٢٠٠٣, pp. ١٧١٣-١٧٢٣.
- [١١] J. Nygren and B. Carlsson, "Benchmark simulation model no. ١ with a wireless sensor network for monitoring and control," *Uppsala University*, ٢٠١١.

بیست و دومین
همایش و نمایشگاه ملی ژئوماتیک

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 جهاد دانشگاهی

توجه: بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

PROPOSAL
پروپوزال

توجه: پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

ISI
Scopus

توجه: آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو