شناسایی رویدادهای توزیع شده در شبکه های حسگرِ بی سیمِ نامتجانس

مهرداد الماسی[۱]، محمد داورپناه جزی[۲] و محمد علی منتظری[۳]
[۱] دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی اصفهان، m.almasi@ec.iut.ac.ir
[۲] دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی اصفهان، mdjazi@cc.iut.ac.ir
[۳] دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی اصفهان، montazeri@cc.iut.ac.ir

چکیده – این مقاله طرحی نو در شناسایی رویدادهایِ توزیع شده در شبکه های حسگر بی سیم نامتجانس ارائه می دهد. در این مقاله، فضایِ پوشش داده شده توسط شبکه، به مربع هایی به اضلاع ۰.۷۰۷۱ برابر بُرد موج رادیوییِ نودهایِ شبکه، تقسیم شده و به کمک یک مجموعه هشت تاییِ ارسال کننده در هر سلول، ارسال پیام ها به صورت همگام انجام می گیرد. ویژگی های روش پیشنهادی، کاستن قابل ملاحظه ی حجم ترافیک، تحمل پذیری بالا در برابر خرابی نودها و عدم نیاز به وجود ساعتِ هماهنگ برایِ نودها و برچسب زمانی برایِ پیام ها می باشد. با مقایسه نتایج شبیه سازی میان روش پیشنهادی مقاله با دیگر روش ها بار ترافیکیِ کمتر و متعادل تری برای این روش مشاهده شد.

کلید واژه- ترافیک بین سلولی، ترافیک درون سلولی، رویدادهای متوالی، رویدادهای همزمان، مجموعه هشت تایی نودهای ارسال کننده.

۱- مقدمه

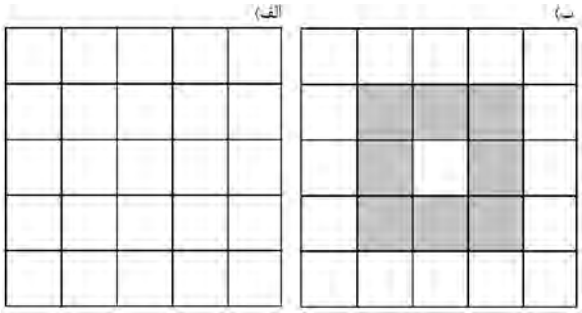
یک شبکه حسگر، مجموعه ای از عوامل حس کننده می باشد، این عوامل حس کننده که آنها را نود می نامیم در روش پیشنهادی این مقاله برای شناساییِ رویدادها با هم همکاری می کنند. شبکه ی حسگر بی سیم ممکن است شامل یک یا چند ایستگاه پایه (sink) باشد که رویدادهای شناسایی شده در شبکه به سمت آنها برای پردازش و ذخیره سازی ارسال می شوند.

یک رویداد از یک یا چند ویژگی تشکیل می شود. نودها وقوع یک رویداد را بر روی داده های جمع آوری شده شان بررسی می کنند و در صورت برقراری به ایستگاه پایه اطلاع می دهند. به طور معمول ویژگی های یک رویداد به صورت رابطه ای با مقادیر عددی بیان می شوند. برای نمونه، دمای بالاتر از ۵۰ یا فشار کمتر از ۲۰. بعد از شناسایی یک رویداد، پیگیری آن به یکی از دو صورت زیر انجام می گیرد [۱].

۱. Target tracking
۲. Boundary detection

در فعالیت های Target tracking تمرکز بر روی شناسایی محل Target می باشد. برای نمونه محل یک اتومبیل در اتوبان، یک تانک در میدان نبرد یا یک حیوان وحشی در پارک ملی، اما در فعالیت های Boundary detection به دنبال یافتن محدوده ی وقوع رویداد می باشیم. روش پیشنهادی ما در این مقاله از این گروه می باشد. شبکه های جدید حسگرهای بی سیم نامتجانس به اختصار WHSN نامیده می شوند. در WHSN هر نود می تواند دارای واحد های حس کننده متفاوت باشد. نودهایی که برای روش پیشنهادی این مقاله در نظر گرفتیم از این دسته هستند. تا کنون روش های مختلفی برای شناساییِ رویدادها ارائه شده، هر کدام از این روش ها مبتنی بر ویژگیِ خاصی می باشند. این ویژگی ها مقاومت در برابر خطا، نیاز به حجمِ کمِ حافظه یِ RAM یا حجم ترافیک پایین هستند. الگوریتمی که در این مقاله ارائه شده در دسته ی الگوریتم های مبتنی بر کاهش ترافیک قرار می گیرد.

با توجه به آنچه در مقاله [۷] انجام دادیم، در الگوریتم پیشنهادی این مقاله، ابتدا فضا به صورت شطرنجی به نحوی که در بخش معرفی روش (بخش ۲) بیان خواهد شد، تقسیم می شود. این تقسیم بندی بر اساس ویژگی هایِ فیزیکیِ نودهای شرکت کننده انجام می گیرد و این امکان را می دهد تا بر حسب نیازی که شبکه برای آن برقرار می شود، نودهایی با ویژگی هایِ فیزیکی مناسب برای قرار گرفتن در شبکه انتخاب شوند. در شکل (۱) قسمت الف یک نمونه از تقسیم بندی فضا و در قسمت ب مفهوم سلول های مجاور ارائه شده است. سلول هایِ خاکستری، سلول های مجاور با سلولِ سفید میانی می باشند.



شکل ۱: تقسیم بندی فضای پوشش داده شده توسط شبکه و مفهوم سلول های مجاور

به طور کلی در روش هایی که برای کاستن از حجمِ ترافیک، فضا به سلول هایی تقسیم می شود، دو نوع ترافیک وجود دارد.

۱. ترافیک درون سلولی
۲. ترافیک بین سلولی

ترافیک درون سلولی به صورتِ متداول، بدلیل تکرار پیام توسط یک عنصر Leader ایجاد می شود. ترافیک بین سلولی نیز به دلیل مکالمهِ میان سلول هایِ مجاوری که نودهای موجود در آنها ویژگی های لازم برای تشخیص رویدادی را حس کرده اند یا اعلام وقوع رویداد در مسیر ایستگاه پایه می باشد. ترافیک نوع اول به دلیل نحوه تقسیم بندی سلول ها در روش پیشنهادی وجود ندارد، بعلاوه بین سلولی نیز در روش پیشنهادی این مقاله به نحوی که در بخش ۲-۲ ارائه شده، کاهش قابل ملاحظه ای خواهد یافت. در ادامه این مقاله، به معرفی روش، نحوه ی شناسایی رویدادها، بررسی ترافیک و در انتها نتایج و شبیه سازی می پردازیم.

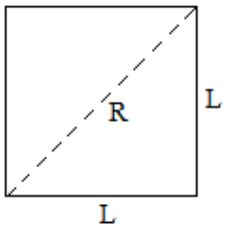
۲- معرفی روش پیشنهادی شناسایی رویدادها

فرض های زیر را برای شبکه های حسگر بی سیمی که روش پیشنهادیِ این مقاله بر روی آنها اجرا می شود، در نظر گرفته ایم.

۱. نودها ابزارهایِ کوچکی با امکان داشتن چندین حسگر، یک پروسسور و توان مکالمه رادیویی و بدون قابلیت تعویض باتری می باشد.
۲. نودها به صورت یکنواخت در محیط پراکنده می شوند.
۳. نودها دارای قابلیت حرکت از سلولی به سلول دیگر نمی باشند، ولی قابلیت حرکت، درون فضای سلولِ خود را دارند.
۴. هر نود از موقعیت مکانی خودش آگاه می باشد.

با توجه به نتایجی که در مقاله [۷] بدست آوردیم، تصمیم گرفتیم محیطی که قرار است توسط شبکه پوشش داده شود، به سلول هایی که قطر هر کدام برابر با بُرد رادیویی نودهای شبکه می باشد، تقسیم کنیم. به این شکل، ترافیک درون سلولی از بین می رود، زیرا هر نود در یک سلول با تمام نودهای دیگرِ آن سلول همسایه خواهد بود. به این ترتیب در فرآیند شناسایی رویدادها ترافیک درون سلولی نداریم و ترافیک میان سلولی نیز به نحوی که در بخش ۲-۲ ارائه خواهد شد، کاهش قابل ملاحظه ای می یابد. در روش پیشنهادی این مقاله فرض کردیم که از Berkeley mica2 mote [۶] برای شبکه هایِ حسگر بی سیم بهره گرفته ایم. پس نودهای شبکه حسگرمان دارای بُرد ۱۰۰ فوت یا ۳۰.۴۸ متر خواهند بود. (ویژگی هایMica2 mote: پروسسور ۷ مگاهرتز، یک فرستنده گیرنده رادیویی ۳۸.۶kbps با برد ۱۰۰ فوت یا ۳۰.۴۸ متر، حافظه یِ RAM چهار کیلو بایتی، منبع باتری AA پانزده میلی آمپری). به شکل (۲) نگاه کنید، در این شکل قطر نودها برابر با R فرض شده است پس ضلع (L) این فضای مربعی شکل بر حسب R برابر با رابطه ی (۱) خواهد بود.

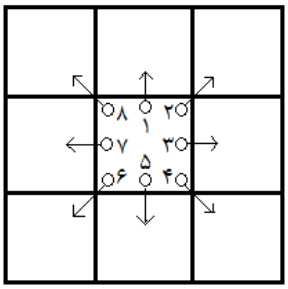
$$L^2 + L^2 = R^2 \rightarrow 2L^2 = R^2 \rightarrow L = \frac{\sqrt{2}}{2}R \qquad (۱)$$



شکل ۲: ابعاد سلول

با قرار دادن R=۳۰.۴۸ متر در رابطه ی (۱)، طول هر ضلع سلول برابر با ۲۱.۵۵ متر می شود و مساحت این فضای مربعی شکل نیز ۴۶۴.۴۰۲۵ متر مربع خواهد بود. این مساحت دارای این خاصیت مهم است که اگر نودی در این فضای مربعی شکل پیامی را ارسال کند، تمام نودهای موجود در آن فضا پیام را دریافت خواهند نمود و نیازی به وجود عضو Leader نخواهد بود. بعلاوه از آنجایی که برای شناسایی رویدادها همکاری میان سلول های مجاور را در نظر گرفتیم، پس نیاز داریم تا سلول ها از وضعیت ویژگی هایِ (Attributes) شناسایی شده در سلول های مجاور خود آگاه باشند. اگر این اطلاع رسانی به صورت همزمان (Synchronize) باشد، نیازی به وجود ساعت سراسری نخواهد بود. به این دلیل، نودهای هشت گانه ای را به صورت زیر انتخاب می کنیم. همان طور که در شکل (۳) می بینید نودهای ۱ تا ۸ کمترین فاصله را از هر یک از سلول های مجاورشان دارند و در واقع هر کدام از آنها دروازه یِ ورودی به یکی از سلول های

مجاور می باشند (در ابتدایِ راه اندازی شبکه، تقسیم فضا به سلول ها و موقعیت مکانی سلول ها به نودها از طریق ایستگاه پایه، اطلاع داده می شود. نودها با یک محاسبه ساده می توانند فاصله ی خود را از مرزهای سلول های مجاور محاسبه و مجموعه هشت تایی ارسال کننده را شکل دهند).

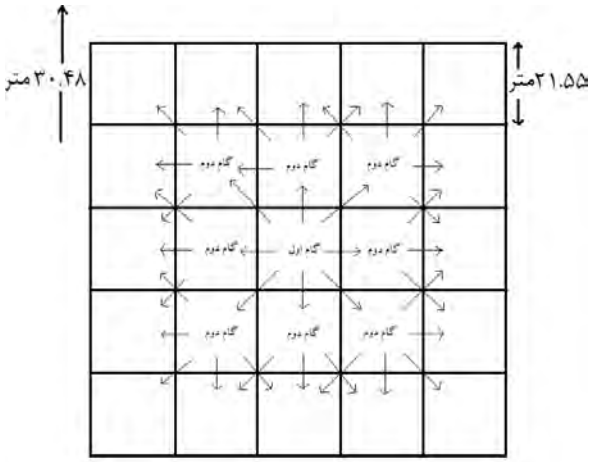


شکل ۳: مجموعه نودهای هشت تایی ارسال کننده در یک سلول

فرض کنید، نودی به نام x تغییری در یک ویژگی را حس کرده و آنرا اعلام می دارد. مجموعه هشت تایی نودها در سلولِ نود x این پیام را انتشار خواهند داد و به کمکِ این تکرار داده، پیامِ نود x بلافاصله تنها با یک گام (ارسال مجموعه نودهای هشت تاییِ سلول x) در اختیار نودهای سلول های مجاور قرار می گیرد به علاوه می توان، تعداد گام هایی که قرار است پیام ارسال مجدد شود، در داخل پیام ارسالی توسط نود x درج کرد. برای نمونه اگر بُرد پیام ارسالی توسط نود x برابر با ۲ قرار داده شود. سلول های مجاورِ سلولِ نود x نیز در عمل ارسال شرکت می کنند و به این شکل با تنها دو گام ارسال، پیام در محدوده ای با حداقل ۲۵ سلول دریافت خواهد شد که مساحتی برابر با ۱۱۶۱۰.۰۶۲۵ متر مربع را شامل می شود. همان طور که در شکل (۴) می بینید، رسیدن پیام به این فضای قابل ملاحظه با تنها دو گام حاصل شده است. با توجه به آن که بُرد نودهای ارسال کننده (۳۰.۴۸) بیشتر از اضلاع سلول (۲۱.۵۵) می باشد، نودهایی در خارج از فضای این ۲۵ سلول نیز شانس دریافت پیام ارسالی توسط نود x را خواهند داشت. توجه داشته باشید، در شکل (۴) گسترشِ پیام، توسط سلول ها به صورت همزمان در هر گام صورت می گیرد.

۲-۱- شناسایی رویدادها

پیش از معرفی روش خود، روش شناسایی رویداد در [۲] را به اختصار بررسی می کنیم تا مزایای روش خود را بهتر نشان دهیم. در [۲] از امضای رویدادها (Event signature) برای شناسایی رویدادها استفاده شده است. در این روش ایستگاه پایه (sink)، امضای رویدادها را برای تمامی اعضا می فرستد. این امضاها دارای ساختاری به مانند آرایه دو بعدی می باشند که توسط تمامی نودها ذخیره می شوند. هر نود ساختارهای داده ای یکسان با امضاهای رویدادها را درون حافظه ی خود می سازد و داده هایِ سلول های مجاور را در آن ذخیره می کند. در صورت تطبیق داشتن این ساختار داده ای با امضا رویدادها، وقوع رویدادها توسط نود تشخیص داده می شود. در [۲] برای مکالمه درون سلولی و تعیین مقدار حس شده از یک ویژگی در یک سلول، یک عنصر Leader وجود دارد. نود Leader مقدار ویژگی در سلول را محاسبه می کند و با الحاق برچسب زمانی به آن، آن را برای اعضای سلول ارسال می کند. نودها با دریافت یک پیام جدید، برچسب زمانیِ آن را بررسی می کنند و در صورت جدیدتر بودن نسبت به داده ی قبلیِ نگهداری شده برای آن ویژگی، مقدار جدید را ذخیره کرده، سپس آن را برای دیگر نودها ارسال مجدد می کنند.



شکل ۴: نحوه ی انتشار همزمان و فضای پوشانده شده در دو گام در الگوریتم پیشنهادی

اکنون به بررسی روش پیشنهادی خود می پردازیم. به طور کلی دو نوع رویداد داریم.

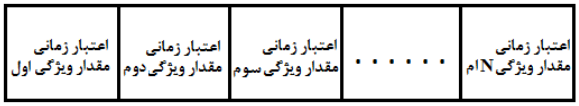
۱. رویدادهایی که ویژگی های آنها به طور همزمان به وقوع می پیوندد. در واقع همبستگی (Cohesion) زمانی بین ویژگی هایِ آنها بالا است.
۲. رویدادهایی که ویژگی های آنها در صورت وقوع متوالی (consecutive) بیانگر وقوع رویدادی می باشد.

مقدار ویژگی اول	مقدار ویژگی دوم	مقدار ویژگی سوم	. . . . .	مقدار ویژگی Nام

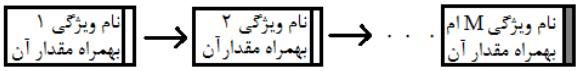
شکل ۵: ساختار داده ی نگهداری مقادیر ویژگی ها

در روش پیشنهادی این مقاله، هر نود اطلاعات نودهایِ سلولِ خودش و دیگر سلول های شبکه را در ساختارهایی مانند

شکل های (۵) و (۷) نگهداری می کند و امکان شناسایی هر دو نوع رویداد بالا را خواهد داشت، اما روش ارائه شده در [۲] تنها امکان شناسایی رویدادهایِ همزمان را دارد. در روش پیشنهادی ساختار داده ای به صورت شکل(۵)، برای نگهداری اخیرترین داده به کار گرفته شده است. این ساختار داده به اندازه ی انواع حسگرهای موجود در شبکه یِ حسگر بی سیم طول خواهد داشت. به جایِ برچسب زمانی برای پیام ها، ساختاری برای نگهداری مدت زمان معتبر بودن داده ها (شکل (۶)) و ساختار دیگری برای نگهداری توالی داده ها ی دریافت شده در هر نود، در نظر گرفتیم (شکل (۷)).



شکل ۶: ساختار داده ی نگهداری اعتبار زمانی مقادیر ویژگی ها



شکل ۷: ساختار داده یِ نگهداری توالی ویژگی های رخ داده در شبکه

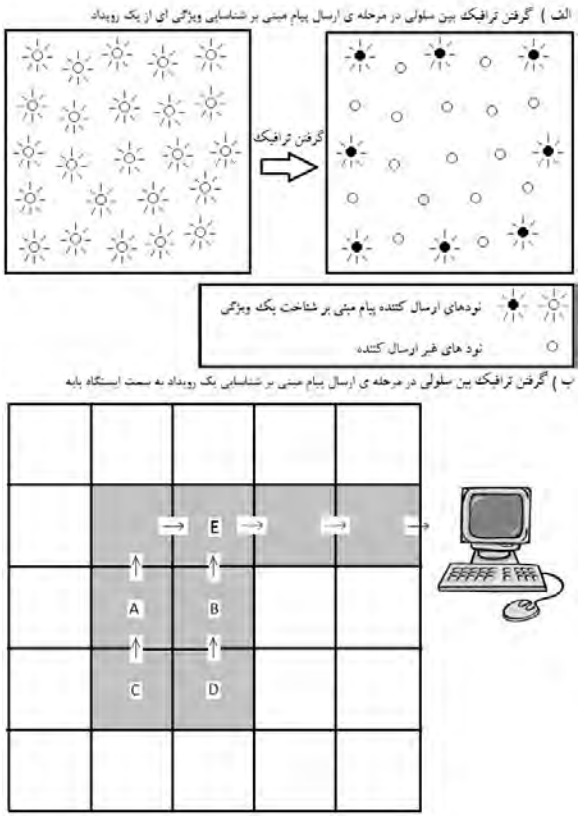
وقتی پیامی توسط نودی دریافت می شود، در هر دو ساختار شکل های (۵) و (۷) ذخیره می شود. برای شناسایی رویدادهای دارای ویژگی های همزمان، تنها یک پردازش ساده بر روی ساختار داده ای شکل (۵) کافی است، این پردازش به صورت دوره ای انجام می گیرد. به بیان دیگر تنها نیاز است تا مقدار ویژگی های رویدادِ مورد نظر، در یک زمان معین برقرار و معتبر باشند. برای شناسایی رویدادهایی که ویژگی های آنها به صورت متوالی به وقوع می پیوندد، هر نود به بررسی ساختار داده یِ شکل (۷) که در خود ذخیره کرده، می پردازد. به بیان دیگر با یک پردازش ساده بر روی این لیست پیوندی، بعد از یافتن ویژگی اولِ رویدادِ مورد نظر، دنبال ویژگی های متوالیِ بعدی رویداد می پردازیم و در صورت برقراری آنها، وقوع آن رویداد، توسط نود اعلام می شود. مزیت ساختار داده ی شکل (۷) در لیست پیوندی بودنِ آن است، که امکان درج یا حذف آسان از لیست را می دهد. وقتی اعتبار زمانی داده ای پایان می یابد، باید از ساختارهای داده ایِ شکل های (۵) و (۷) کنار گذاشته شود که با داشتن ساختار لیست پیوندی این امر برای ساختار داده ای شکل (۷) آسان تر خواهد بود.

رویدادهایی که قرار است شناسایی شوند، نوع آنها (همزمان یا متوالی) و مدت زمان اعتبار هر یک از ویژگی هایِ آنها از طریق ایستگاه پایه برای نودهای شبکه ارسال می شود. مقادیر اعتبارِ زمانی هر ویژگی (شکل (۶))، به کمک اطلاعاتِ ارسالی توسط ایستگاه پایه و زمان وقوع ویژگی که از رابطه ی (۲) قابل تعیین است، برای هر ویژگی، توسط نود محاسبه می شود. همانطور که گفته شد، در روش پیشنهادی این مقاله، اطلاع رسانی درباره ی داده ی یک ویژگی به صورت همگام انجام می گیرد. پس می توان زمان وقوع ویژگیِ هر رویداد را از طریق فرمول (۲) و بر حسب ساعت محلی هر نود محاسبه نمود (K معرف تعداد گام های طول کشیده برای دریافت پیام است).

$$Att_{times\ tamp} = current\ time - K(propagation\ time) \quad (۲)$$
$$K = 1,2,3,...$$

۲-۲- بررسی ترافیک در روش پیشنهادی

وقتی ویژگی ای از رویدادی توسط نودی شناسایی می شود، باید به نودهای سلول های همسایه اطلاع داده شود، اگر همه ی این شناسایی ها به نودهای سلول های مجاور اطلاع داده شود بار ترافیکی زیاد و غیر سودمندی به شبکه تحمیل خواهد شد.



شکل ۸: گرفتن بار اضافی ناشی از شناسایی رویداد

مجموعه نودهای هشت تاییِ هر سلول جلویِ ارسال این بار اضافی به شبکه را خواهد گرفت. مجموعه نودهای هشت تایی در هر سلول، ویژگیِ جدید شناسایی شده را تنها یک بار به سلول های مجاور ارسال خواهد نمود. به بیان دیگر در بازه یِ زمانی برابر با Δt هر پیام مبنی بر شناسایی این ویژگی تنها یکبار ارسال خواهد شد و به این شکل از ارسال های اضافی مبنی بر

شناسایی ویژگی جدید جلوگیری می شود (شکل (۸) قسمت الف).

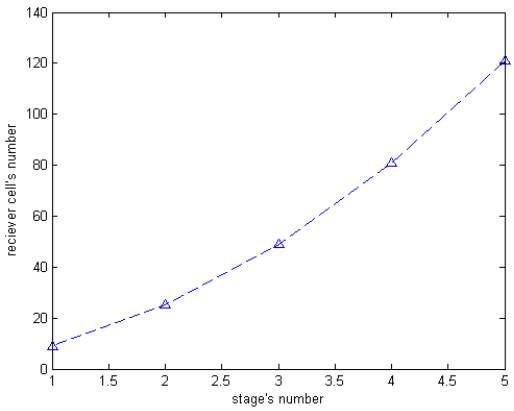
از آنجایی که در روش پیشنهادی دید وسیعی به نودهای شبکه داده می شود (برای مثال با ۲ گام ارسال، داده در اختیار محدوده ای ۲۵ سلولی قرار می گیرد)، استحکام شبکه در شناسایی رویدادها افزایش قابل ملاحظه ای می یابد، اما همین ویژگی باعث افزایش حجم قابل ملاحظه ی ترافیک در هنگام شناسایی رویداد توسط نودها می شود، به همین علت در ارسال پیام های مبنی بر وقوع یک رویداد به سمت ایستگاه پایه (sink) از سلولِ دارای کمترین فاصله با سلولِ مجاورِ ایستگاه پایه استفاده می گردد. در واقع فاصله اقلیدسی تا سلول مجاورِ ایستگاه پایه در نظر گرفته می شود. با یک تفاوت که جهت های حرکت تنها بالا ↑، پایین ↓، چپ ← یا راست → می باشد. شکل (۸) قسمت ب مربوط به گرفتن (کاستن) ترافیک در مسیر ارسال پیام به سمت ایستگاه پایه می باشد، برای این امر ابتدا مجموعه ی نودهای هشت تایی ارسال کننده به مقایسه یِ موقعیت سلول خودشان با سلول مجاور با ایستگاه پایه می پردازند، در واقع ابتدا، سلول ها پیام های خودشان را به سطری که ایستگاه پایه قرار دارد، می رساند سپس در آن سطر به سمت نود ایستگاه پایه حرکت می کنند. برای نمونه فرض کنید، موقعیت سلول مجاور با ایستگاه پایه $[x_D][y_D]$ می باشد ($[x_D]$ شماره سطر و $[y_D]$ شماره ستون سلول) و موقعیت سلول دریافت کننده یِ پیامِ مبنی بر شناسایی رویداد $[x_S][y_S]$ است. رفتار کلی ارسال به سمت ایستگاه پایه به صورت رابطه ی (۳) می باشد. این امر باعث گرفتن بار اضافی ناشی از شناسایی رویداد، در مسیر حرکت به سمت نود پایه (sink) می باشد. در عملِ ارسال به سمت ایستگاه پایه هرگاه سلولی مانند سلول E در شکل ۹، در بازه ی زمانی Δt دو پیام مبتنی بر شناسایی یک رویداد دریافت کند تنها یکبار آنرا برای سلول بعدی که بر طبق رابطه ی (۳) معین می شود، ارسال خواهد نمود. در رابطه ی (۳)، $y_{S'}$ به معنای موقعیت ستونِ سلول بعدی و $x_{S'}$ معرف موقعیت سطرِ سلول بعدی می باشد.

$$\begin{cases} x_{S'}=x_S-1 \;,\; y_{S'}=y_S & x_S > x_D \\ x_{S'}=x_S+1 \;,\; y_{S'}=y_S & x_S < x_D \\ y_{S'}=y_S+1 \;,\; x_{S'}=x_S & y_S < y_D, x_S = x_D \\ y_{S'}=y_S-1 \;,\; x_{S'}=x_S & y_S > y_D, x_S = x_D \end{cases} \quad (۳)$$

مزیت دیگری که در این روش پیشنهادی وجود دارد آن است که بجز نودهایِ هشت گانه یِ هر سلول بقیه ی نودهای سلول توانایی حرکت و جابجایی را دارند و این امکانِ جابجایی، هیچ بار اضافی را به شبکه تحمیل نمی کند. نحوی عمل به این صورت است که هرگاه نودی در موقعیتی بهتر از نودهای هشت گانه فعلی برای ارسال پیام قرار گیرد، با اعلام پیامی محلی نود قبلی را آزاد می کند و امکان حرکت می دهد و خود عضو مجموعه می شود. به این شکل با تغییر نودهای هشت گانه ارسال کننده، طول عمر شبکه نیز افزایش می یابد.

۳-۲- نتایج و شبیه سازی

شبیه سازی روش پیشنهادی این مقاله به کمک JSIM (Java simulator) صورت گرفته است و نتایج، حاصل از چندین تکرار بر روی شبکه هایِ دارای توپولوژی های متفاوت و سایزهای مختلف می باشد. در شبیه سازی، نودها را از نوع Berkeley mica2 mote انتخاب نمودیم که دارای برد موج رادیوییِ ۳۰.۴۸ متر می باشد. با توجه به آنچه در شرح روش بیان شد، طول ضلع هر سلول برابر با ۲۱.۵۵ متر خواهد بود (برای روش هایی که مقایسه با آنها صورت گرفته است نیز ویژگی های بالا را در نظر گرفته ایم).



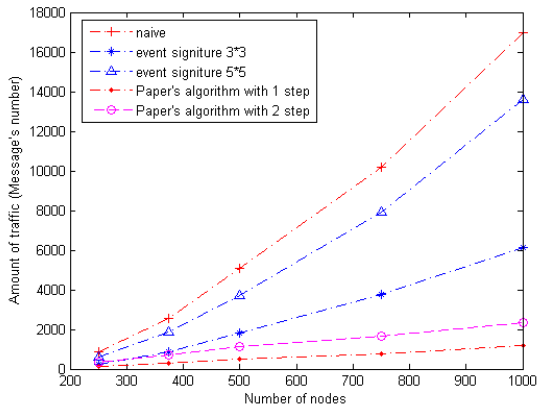
شکل ۹: تعداد سلول های گیرنده پیام در هر گام

هدفمان در شبیه سازی نشان دادن قابلیتِ گسترش و ترافیک متعادل تر روشِ پیشنهادی نسبت به روش های دیگر می باشد. روش هایی که با آنها مقایسه صورت می گیرد، عبارتند از:

۱. روش ساده (Naive): در این روش هر نود همه ی حسگرهای لازم برای شناسایی رویداد را داراست و شناساییِ رویداد را به ایستگاه پایه اطلاع می دهد.
۲. روش ارائه شده در [۲]: در این روش یک عنصر Leader در هر سلول وجود دارد که داده های اعضای سلول را جمع آوری می کند و همراه برچسب زمانی برای اعضایِ سلول ارسال می کند. بسته به امضای

رویدادها که ۳×۳ یا ۵×۵ می باشد این پیام در شبکه توسط نودها گسترش می یابد. هر نودی برحسب اطلاعات دریافت کرده از سلول های مجاور و سلول خودش اقدام به شناساییِ رویداد ها می کند و در صورت شناسایی، وقوع رویداد را برای نود پایه ارسال می کند.

در روش پیشنهادی این مقاله، در هر گام محدوده ی تحت پوشش به صورت همگام و به طور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد (شکل ۹). برای نمونه، اگر فرض کنیم در هر سلول تنها ۱۵ نود وجود دارد، در گام دوم بالغ بر ۳۰۰ نود، پیام مبنی بر تغییر یک ویژگی را دریافت نموده اند.



شکل ۱۰: تعداد پیام های رد و بدل شده برای شناسایی رویدادهایِ متشکل از ویژگی های پراکنده در مکان های مختلف از شبکه

نمودار شکل (۱۰) نمایش دهنده ی تعداد پیام های مبادله شده، در مراحل مکالمه یِ درون سلولی، میان سلولی و مرحله ی ارسالِ پیامِ مبنی بر شناسایی یک رویداد به ایستگاه پایه (sink) می باشد، البته در روش ساده تنها تعداد پیام های ارسالی به ایستگاه پایه در نظر گرفته شده است (رویدادها به صورت تصادفی و به تعداد مختلف اما یکسان، برایِ روش های مختلف در هر جمعیت خاص تولید شده اند). از آنجایی که در روش پیشنهادی در هر گام حرکت در تمام جهات همزمان صورت می گیرد، ۲ گام در روش پیشنهادی معادل با پوشش ۵×۵ (۲۵ سلولی) در امضای رویداد [۲] می باشد. روش پیشنهادی این مقاله، به دلیل مستقل بودن تعداد ارسال ها از جمعیت شبکه، وابستگی تعداد ارسال ها به تعداد گام های انتقالِ یک پیام و تعداد تغییراتِ ویژگی هایِ رویدادهایی که در شبکه پدید می آیند، دارای حجم ترافیک بهتر و متعادل تری نسبت به روش های ساده و روش ارائه شده در [۲] می باشد. منظور از ترافیک در شکل (۱۰)، تعداد پیام هایِ تولیدی در شبکه به ازایِ هر روش در فرآیند شناسایی رویدادها می باشد.

۳- نتیجه‌گیری

در این مقاله روشی جدید برای شناساییِ رویداد های توزیع شده در شبکه های حسگر بی سیم ارائه شد. با تعیین سایز مناسب سلول ها بر اساس آنچه که در [۷] انجام دادیم، توانستیم دیدی کامل از نودهایِ هر سلول را به اعضای سلول بدهیم، بعلاوه با استفاده از یک مجموعه هشت تایی در هر سلول توانستیم در هر گام پیام را در اختیار تعداد نودهای قابل ملاحظه ای به صورت همگام قرار دهیم، بدین صورت نیازی به وجودِ برچسب زمانی برای پیام ها و ساعت هماهنگ برای نودها نمی باشد.

در روش پیشنهادی بدلیل وجود دید یکسان میان نودهای یک سلول از یکدیگر و رساندن پیامِ مبنی بر تغییر یک ویژگی در یک سلول به مجموعه یِ بزرگی از نودهایِ سلول هایِ همسایه، درجه ی بالایی از اطمینان در مقابل شکست یا خرابی نودها حاصل شده است، بعلاوه بجز نودهای هشت گانه هر سلول بقیه ی نودهای سلول توانایی حرکت وجابجایی دارند، که امکان به کارگیری روش را برای محیط های دینامیک پدید می آورد. به این شکل، طول عمر شبکه نیز افزایش می یابد. اهمیت این ویژگی در آن است که در روش های مشابه مانند [۲]، امکان حرکت برای نودها در نظر گرفته نشده است.

مراجع

[1] T. Melodia and D. Pompili, "A distributed coordination framework for wireless sensor and actor networks," *Proc. Int. Conf. on Mobile ad hoc networking and computing*. NY, USA, pp. 99-110, 2005.

[2] F. Martincic and L. Schwiebert, "Distributed Event Detection in Sensor Networks," *Proc. Int. Conf. on Systems and Networks Communications*. Tahiti, pp. 43-48, 2006.

[3] A. Phani Kumar,and A. Reddy, "Distributed Collaboration for Event Detection in Wireless Sensor Networks" *Int. Conf. ACM on Middleware for pervasive and ad-hoc computing*, Grenoble, France. , ISBN:1-59593-268-2, 2005.

[4] K. Shih and S. Wang, "CollECT: Collaborative event detection and tracking in wireless heterogeneous sensor networks," *Elsevier, Trans. Computer Communications*, Vol 31, pp. 3124 3136, 2008.

[5] E. Moustapha and O. Vall, "A Distributed Fault-Tolerant Algorithm for Event Detection Using Heterogeneous Wireless Sensor Networks," *Proc. Int. Conf. on Decision & Control*, CA, USA, pp. 3634-3639, 2006.

[6] D. Abadi and S. Madden, "REED: Robust, Efficient Filtering and Event Detection in Sensor Networks," *Proc. Int. Conf. 31st VLDB*, Trondheim, Norway, ISBN:1-59593-154-6, 2005.

[۷] الماسی، داورپناه جزی، منتظری "بهینه سازی ارسال فراگیر در شبکه های Ad Hoc و حسگر بی سیم به کمک داده کاوی مکانی"، چهارمین کنفرانس داده کاوی ایران، دانشگاه صنعتی شریف، آذر ۱۳۸۹،کد مقاله ۱۲۷۴.