

ایجاد شبکه های حسگر خودسازمانده قابل اعتماد و کارا از نظر انرژی از طریق پیشنهاد یک معماری خودسازمانده سلولی

شکوفه شفیعی^۱; محمد رضا میبدی^۲

چکیده

شبکه های حسگر مجموعه ای از تعداد زیادی گره های حسگر میباشد که در محیط پراکنده شده اند و دارای محدودیت هایی در منابع از جمله قدرت پردازش، ظرفیت حافظه، منبع تغذیه، می باشد. بر مبنای طرح کنترلی، شبکه های حسگر می توانند خودسازمانده^۱ و یا غیر خودسازمانده باشند روش خودسازمانده برای سیستمهای مقیاس پذیر بزرگ جهت انجام دادن وظایف مانیتورینگ پیچیده و جمع آوری اطلاعات و منتشر کردن و پخش اطلاعات مناسبتر می باشد.

اما خودسازماندهی باید به طور کارا و قابل اعتماد در طول عمر شبکه انجام شود و یک وظیفه پر چالش است زیرا منابع انرژی و بهنای باند این شبکه ها محدود هستند. لذا ارائه راه حلها و پروتکلهای خودسازمانده ضروری می باشد و در این مقاله یک معماری سلولی برای آن ارائه می نماییم تا طول عمر شبکه را بوسیله بهره برداری کارا از انرژی گره ها و وظایف مدیریتی توزیع شده افزایش دهد و از مقیاس پذیری در شبکه های متراکم پشتیبانی کند. این معماری شبکه را به یک توری مجاری از سلولها تقسیم می کند و با انتخاب مدیر سلول و گره دروازه برای هر سلول مدیریت را با حداقل انرژی مصرفی و با فرض همگن بودن گره های شبکه از نظر منابع انجام می دهد.

کلمات کلیدی

شبکه حسگری سیم، خودسازماندهی، معماری خودسازمانده سلولی

Presentation of a Cellular Self-Organization Architecture for Wireless Sensor Networks

Sh. Shafeie*, M. R. Meybodi**

* Islamic Azad University- Arak Branch

** Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

ABSTRACT

Wireless sensor networks are composed of large number of sensor nodes, which scattered in environment and are limited in resources i.e. power processing, memory capacity, power supply and etc. based on control scheme wireless sensor networks can be non-self-configurable and /or self-configurable. Self-configurable scheme fits better in large scale systems to perform complicated monitoring tasks and information collection and dissemination.

But; self-organization should be performed efficiently and reliability during the lifetime of the network and is a challenging task because of limited bandwidth and energy resources available in these networks. So presenting of methods and self-organized protocols is essential and in this paper we propose a cellular self-organized architecture for it that extends the network life by efficiently utilizing nodes energy and distributes management tasks to support the scalability in densely deployed networks. This architecture is partitioned the network into a virtual grid of cells and with selection of cell manager and gateway nodes for every cell, performs management with minimum energy consumption and with assumption of homogeneity of nodes from viewpoint of resources.

KEYWORDS

Wireless sensor network, self-organization, self-configurable, cellular self-organization architecture.

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد کامپیوتر، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران، واحد اراک.

^۲ عضو هیأت علمی، دانشکده کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، mmeybodi@aut.ac.ir

پیشرفت‌های اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بی‌سیم با کمک طراحی و ساخت تراشه‌های تجاری این امکان را به وجود آورده است که عمل برداش سیگنال و حس کنندگی در یک تراشه یعنی حسگر^۳ شبکه بی‌سیم انجام گردد. این حسگرها توانایی ارتباط با یکدیگر را در مسافت‌های کوتاه دارند.

یک شبکه حسگر در حقیقت مجموعه‌ای از تعداد زیادی گرهای حسگر می‌باشد که در محیط پراکنده شده‌اند و هر کدام بطور خودمختار و با همکاری سایر گرهای هدف خاصی را دنبال می‌کنند. گرهای با هم نزدیک هستند و هر گره ای با گره دیگری می‌تواند ارتباط برقرار کند و اطلاعات خود را در اختیار گره دیگر قرار دهد تا در نهایت وضعیت محیط تحت نظر، به یک نقطه مرکزی گزارش شود. شبکه حسگر بی‌سیم نوع خاصی از شبکه‌های موردن^۴ است و شامل مجموعه‌ای از گرهای کوچک می‌باشد که توانایی حس کردن محیط اطراف با هدف معین، پردازش اطلاعات، ذخیره سازی، تبادل اطلاعات با سایر گرهای و همچنین قابلیت وقفه‌گیری در مقابل تغییرات (توبولوژی و ...) را دارد. عموماً تمامی گرهای همسان می‌باشند و عملاً با همکاری با یکدیگر، هدف کلی شبکه را برآورده می‌سازند. هدف اصلی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم نظارت و کنترل شرایط و تغییرات جوی، فیزیکی و یا شهیائی در محیطی با محدوده معین، می‌باشد [۱،۲]. ارتباط بین گره‌ها بصورت بی‌سیم است. هر گره به طور مستقل و بدون دخالت انسان کار می‌کند و نوعاً از لحاظ فیزیکی بسیار کوچک است و دارای محدودیت‌هایی در قدرت پردازش، ظرفیت حافظه، منبع تغذیه، ... می‌باشد. اگرچه که شبکه‌های حسگر بی‌سیم، در بسیاری از موارد نیز دارای ویژگیهای مشترک بسیاری هستند [۳] اما بطور کلی می‌توانند به طبقه‌هایی بر مبنای چند معیار مهم تقسیم شوند؛ [۲] بر مبنای طرح کنترلی، شبکه‌های حسگر می‌توانند خودسازمانده^۴ و یا غیرخودسازمانده باشند، در مکانیسم غیرخودسازمانده گرهای حسگر توانایی سازمان دادن خودشان را نداشته اما با تکیه بر یک کنترل کننده مرکزی فرمانها را انجام داده و اطلاعات را جمع‌آوری می‌کنند. این طرح تنها در شبکه‌های مقیاس پذیر کوچک استفاده می‌شود، در صورتی که در اغلب شبکه‌های حسگر بی‌سیم گرهای حسگر می‌توانند بطور مستقل اتصالات را خودشان نگهداری نموده و با همکاری با هم‌دیگر وظایف کنترلی و حس نمودن را انجام داده و به تکمیل برسانند. روش خودسازمانده برای سیستمهای مقیاس پذیر بزرگ جهت انجام دادن وظایف مانیتورینگ پیچیده و جمع‌آوری اطلاعات و منتشر کردن و پخش اطلاعات مناسبتر می‌باشد. علی‌رغم اینکه سیستمهای خودسازمانده بسیار پیچیده تر از غیرخودسازمانده هستند، اما برای توسعه دادن در دنیا واقعی بسیار مفیدتر می‌باشند، به خصوص زمانی که سایز شبکه بسیار بزرگ شود. به همین دلیل خودسازمانده‌ی یک موضوع تحقیقاتی مهم در شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌باشد و ارائه راه حلها و پروتکلهای خودسازمانده ضروری می‌باشند؛ لذا در این مقاله یک معماري سلولی برای آن ارائه می‌نماییم. در ادامه در بخش دوم تعاریف عدمه ای را برای خودسازمانده‌ی ارائه می‌دهیم. در بخش سوم به مبحث خودسازمانده‌ی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌پردازیم. در بخش چهارم معماري خودسازمانده سلولی مربوط به شبکه‌های حسگر را مطرح نموده و یک جریان کاری کلی برای سیستم را شرح می‌دهیم.

۲. مقدمه‌ای بر خودسازمانده‌ی

علی‌رغم اینکه سناریوهای کاربردی متعددی برای متدهای خودسازمانده‌ی تعیین شده است اما هنوز زمینه خودسازمانده‌ی و مفهوم آن غالباً یا استفاده نمی‌شود و یا اینکه به خوبی در ک نشده است. [۴]

بطور خلاصه خودسازمانده‌ی یک الگوی کلی عمومی برای اداره و کنترل نمودن سیستمهای توزیع شده بزرگ و وسیع می‌باشد. راه حل‌های متعددی که در این زمینه پیشنهاد شده اند ریشه در مکانیسمها و روش‌های علوم زیستی دارند، و به عنوان بیوپریستی نامگذاری شده اند. البته تمام روش‌های خودسازمانده‌ی وابسته به تحقیقات بیوپریستی و بیولوژیکی نمی‌باشند. خودسازمانده‌ی به الگوهای کنترلی ویژه برای سیستمهای پیچیده اشاره دارد. برخی از محققین مفهوم اصلی که پشت "خودسازمانده‌ی" در زمینه‌های طبیعی می‌باشد، به خصوص سیستمهای علوم زیستی را مورد بررسی قرار داده اند، و تلاش نموده اند که این متدها و روشها را به منظور کنترل نمودن مکانیسمها به سیستمهای تکنیکی نیز انتقال دهنده به این نتیجه رسیده اند که سیستمهایی که شامل تعداد زیادی از زیر سیستمهای هستند نیاز به انواع متعددی از کنترلرهای خودمختار و مستقلی دارند که یک عملکرد مناسب را در یک سیستم مقیاس پذیر بزرگ تحقق بخشدند. تعریف دیگری از خودسازمانده‌ی که توسط Yates در سال ۱۹۸۷ می‌باشد این است: [۴] سیستمهای تکنیکی با دستوراتی که از بیرون دریافت می‌کنند، سازمانده‌ی می‌شوند، درست مثل زمانی که تصورات انسانها منجر به ساخت ساختارها و ماشینها می‌شود. اما بسیاری از سیستمهای طبیعی بوسیله فرایندهای داخلی خودشان ساختمن بندی می‌شوند که به آنها سیستمهای خودسازمانده گفته می‌شود و پیدایش ترتیب در آنها یک پدیده پیچیده می‌باشد همچنین وی برخی از صفات پنهان دیگری از خودسازمانده‌ی را کشف نموده است از جمله: - کنترل غیر متمرکز کامل - ساختارهای ظاهر شده - یک پیجیدگی حدبالا و کامل از سیستم کلی.

بر مبنای مشاهدات توصیف شده camazin تعريف زیر را برای خودسازماندهی بیان نموده است:[۵]

خودسازماندهی یک فرایند است که در آن الگوی موجود در سطح عمومی^۵ از یک سیستم، بطور منحصر به فردی از تعاملات متعدد میان مولفه های سطح پایین تراز یک سیستم پدیدار می شود. علاوه بر آن قوانینی که تعاملات ویرهم کنش ها میان مولفه های سیستمها را تعیین می کنند، تنها با استفاده از اطلاعات محلی^۶ اجرا می شوند بدون اینکه به الگوهای عمومی سراسری ارجاع پیدا کنند.

۱.۲. خصوصیات عمدۀ خودسازماندهی

خصوصیات و ویژگی های عمدۀ خودسازماندهی به شرح زیر می باشند:[۴]

- ۱- هیچ کنترل مرکزی ندارد یعنی هیچ گونه سیستم کنترلی سراسری وجود ندارد، هر زیر سیستمی باید کاملاً بطور مستقل اجرا و انجام شود.
- ۲- ساختارهای پدیدار شده؛ یعنی رفتار سراسری یا عملکرد سیستم به صورت الگوهای قابل مشاهده یا ساختارهایی ظاهر می شوند.
- ۳- پیچیدگی بالای نتایج؛ حتی در صورتی که زیرسیستمهای تخصصی ساده بوده و قوانین اصلی را اجرا کنند، نتیجه کلی سیستم باز هم پیچیده و غالباً غیرقابل پیش بینی می شود.
- ۴- مقیاس پذیری بالا؛ در صورتی که زیرسیستمهای زیادی به سیستم اضافه شود، کارایی کاهش پیدا نمی کند، یک سیستم باید بتواند در خواستها را بدون توجه به تعداد زیر سیستمهایش اجرا کند.

۳. خودسازماندهی در شبکه های حسگر بی سیم

خودسازماندهی به الگوهای کنترلی ویژه برای سیستمهای پیچیده اشاره دارد. سیستمهایی که شامل تعداد زیادی از زیر سیستمها هستند مانند شبکه های حسگر که از تعدادی گره تشکیل شده است، نیاز به انواع متعددی از کنترلهای خودمنظر و مستقلی دارند که یک عملکرد مناسب را در یک سیستم مقیاس پذیر بزرگ تحقق بخشد. مکانیسمهای خودسازماندهی در صورتی لازم می شود که: سیستمها بخواهند با شرایط محیطی که مدام تغییر می کند مواجه شوند یا اینکه بخواهند با سناریوهای کاربردی ناشناخته قبلی تطبیق پیدا نمایند. حال در صورتی که سیستم قادر به انجام نیازهای توصیف شده مثلاً مقیاس پذیری، و تطبیق باشد و نیز به کنترلهای خارجی هیچ انکایی نداشته باشد به آن سیستم می توان خودسازمانده گفت. مفاهیم خودسازماندهی در شبکه های حسگر بی سیم، را می توان به دو گروه مفاهیم حس کنندگی و مفاهیم سازماندهی شبکه تقسیم نمود.[۶] [۷] مفاهیم حس کنندگی به خصوصیات حسگرها، رویدادهایی که می بایست تشخیص داده شوندوظاهر تپولوژیکی آنها در دامنه های مکانی یا زمانی مربوط می شود. مفاهیم سازماندهی شبکه انتزاعاتی از گره های حسگر به شکل ساختار شبکه ای قابل کنترل مانند: خوش بندی، توری^۷، مجموعه مسلط متصل بهم^۸ (CDS)، مش^۹، درخت، زنجیره، که نمونه هایی مبتنی بر سازماندهی هستند را در بر می گیرد.

۱.۳. مراحل خودسازماندهی در شبکه های حسگر بی سیم

خودسازماندهی در شبکه های حسگر بی سیم شامل پنج مرحله است که برخی از این مراحل برای پروتکلهای خودسازمانده اختیاری هستند، از این میان مراحل ۱ و ۳ و ۵ ضروری هستنداما مراحل ۲ و ۴ اختیاری می باشند.[۶]

۱.۱.۳. کشف شبکه یا فاز اولیه وابتدایی

در این مرحله هرگره مجموعه ای از همسایگانش را کشف و پیدا می کند وابسته به شعاع انتقالی ارتباطی (Tx_{max}) می باشد. زمانبند کانال ابتدایی قطعی یاتصادفی برای کشف همسایه لازمت.

۲.۰.۱.۳. فاز تخمین درشت دانه بندی کردن^{۱۰} :

شامل: تخمین محل و موقعیت و همگام سازی زمانی است.

۳.۰.۱.۳. فاز سازماندهی

شامل مراحل زیر است:

- تشكیل یک ساختار شبکه ای سلسله مراتبی یا تخت(مسطح)^{۱۱} با کمک تشکیلات گروهی محلی
- اجرای سازماندهی مجدد^{۱۲} گروهی در صورت لزوم

- تولید آدرسهابرای گره ها
- تولید جدول مسیریابی در هر گره
- تولید درختهای پخش همگانی^{۱۳} یا چند پخشی و گرافها در یک گروه
- ادغام درختهای پخش همگانی و گرافها زمانی که گروهها تجمعی می شوند تا شبکه های سلسله مراتبی را شکل دهند.
- ایجاد طرحهای کنترل دسترسی رسانه(MAC) برای هردوی ارتباطات درون و برون گروهی.
- ایجاد طرحهای تنظیم کلید برای ارتباطات اینمن

۴.۰.۱.۳ فاز نگهداری و پشتیبانی

شامل مراحل زیر است:

- دیده بانی و ناظرت فعلی یا غیرفعال (مرده)
- طرحهای ارزیابی کیفیت شبکه مانند اتصالات یا پوشش حسی
- نگهداری و پشتیبانی از جداول مسیریابی
- نگهداری و پشتیبانی از ساختار پخش همگانی
- سازگاری خوب^{۱۴} با پارامترهای شبکه مانند محل و موقعیت و زمان شبکه
- طرحهای کنترل تپولوژی برای ماکریزیم سازی بازدهی شبکه واستفاده مجدد یا ظرفیت شبکه
- طرحهای ذخیره سازی انرژی برای افزایش دوره حیات شبکه با استفاده از زمانبندی گره بطور پویا [۷]

۴.۰.۱.۴ فاز خودسازماندهی مجدد^{۱۵}:

شامل اعمال زیر است:

- چیدمان دوباره که موجب کشف همسایگان جدید گره می شود.
- تشخیص خرابی و طرحهای اصلاح شامل خرابی گره یا اتصالات و تقسیم بندی گروهی.

۴. معماری خودسازمانده سلوالی برای شبکه های حسگر بی سیم

در این بخش معماری خودسازمانده سلوالی مربوط به شبکه های حسگر را مطرح نموده و یک جریان کاری کلی برای سیستم را شرح می دهیم.^[۸]
در این معماری ما شبکه را به یک توری مجازی از سلوالها تقسیم می کنیم یک سلوول می تواند به عنوان یک نوع خاص از خوشه بندی مطرح شود. با این حال بسیار سیستماتیک و مقیاس پذیراست. سلوالها می توانند با هم دیگر ادغام شوند تا سلوالهای بزرگتری را که بتوانند با استفاده از فرآیندهای یکسان مدیریت شوند را تولید نمایند.

در روش پیشنهادی ما کل شبکه به یک توری مجازی از برخی از انواع هماهنگ کننده مجازی سیستمی تقسیم شده است. ما شبکه های حسگر را آنجایی که گره حسگر آگاه از موقعیت خودش است مورد توجه قرار می دهیم. شبکه میتواند از خدمات موقعیتی مانند [۹،۱۰] برای تخمین زدن محل گره های اختصاصی استفاده کند و هیچ دریافت کننده GPS هم در گره لازم نمی باشد.
پس از تقسیم کردن شبکه به سلوالهای مجازی کوچک مانند شکل ۱- یک مدیر سلوول در هر سلوول تعیین می شود که آنهم به نوبه خود یک گره دروازه را انتخاب می کند و تصمیم می گیرد که کدام گره معمولی عمل حس کردن را انجام خواهد داد و کدام به حالت خواب فرو خواهد رفت. مدیر سلوول نسخه های به روز شده را از اعضای سلوول خود بر مبنای منظمی دریافت می دارد. هر دوی مدیر سلوول و گره دروازه متقابلاً با هم دیگر هماهنگی می کنند تا وظایف مدیریتی را انجام دهند.

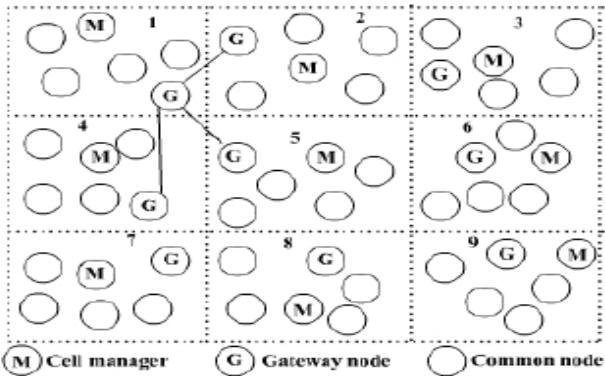


Fig. 3. Virtual cells in the form of a grid

شکل(۱) سلوهای مجازی به شکل توری [8]

۱.۴. تشکیل سلو توزیع شده

بدین صورت است که: برای انتخاب مدیران سلوها و گره های دروازه، هر گره می تواند یک پیغام اكتشاف (Discovery) را که شامل ID گره، ID سلو، سطح انرژی است ارسال دارد. و تنها گره های با سطح انرژی بالاتر احتمالاً پاسخ می دهند. ترکیب مدیر سلو با گره دروازه یک شبکه متصل بهم را تضمین می کند.

درانتخاب مدیر سلو، گره با بالاترین طول عمر یا انرژی به عنوان مدیر سلو تعیین می شود. مدیر سلو تغییرات در هر سلو را به منظور افزایش طول عمر شبکه حفظ می کند.

در انتخاب گره دروازه، مدیر سلو، گره دروازه را بر مبنای ماکریزم، انرژی انتخاب خواهد نمود. ارتباط میان سلوها از طریق (گره دروازه) صورت می پذیرد. مدیر سلو یک پیغام را به اعضای سلو پخش می کند که در عوض آنها هم به روزرسانی خودشان را که شامل ID گره شان و سطح انرژی آنهاست را ارسال می دارند. در خلال همین دریافت به روزرسانی ها از اعضای سلو، مدیر سلو یک گره دروازه را تعیین می کند. هر دوی مدیر سلو و گره دروازه، ID گره اعضای سلو خودشان را ذخیره و نگهداری می کنند.

درانتخاب مدیر گروه، پس از انتخاب مدیران سلو و گره های دروازه، سلوها با همدیگر ترکیب می شوند تا گروههای مجاز متعددی را تشکیل دهند. هر گروه از سلوها سپس یک مدیر گروه را با هماهنگی دو طرفه و متقابل انتخاب می کنند. یک مدیر گروه یک مدیر سلو است که وظایف نرمال را برای سلو خود اجرا می کند اما در یک زمان ععنوان یک مدیر گروه برای یک گروه از سلوها عمل می کند.

درشکل ۱، سلوهای ۱ و ۲ و ۵ با هم ادغام می شوند تا یک گروه را تشکیل دهند و با هماهنگی متقابل، مدیر سلو در سلو ۵ را تشویق می کند تا یک مدیر گروه شود. هم اکنون مدیر سلو ۵ دونتش را بازی خواهد نمود: یکی به عنوان مدیر سلو که وظایف مدیریتی را برای سلو خودش انجام می دهد و دوم به عنوان یک مدیر گروه برای گروهی از سلوها.

هدف اصلی تعیین مدیر گروه ۱- انجام وظایف مدیریتی سطح بالا-۲- پیش بینی خطای درآینده می باشد. انتخاب مدیر گروه بر مبنای انرژی موجود صورت می گیرد و تغییرات موجود در گروه را ذخیره می کند تا انرژی را متعادل نماید. هر سلو وضعیت درستی و صحت خود را در قسمت انرژی نگهداری می کند که می تواند بالا، متوسط یا پایین باشد این حالات صحت سپس به مدیران گروه مربوطه ارسال می شود. با دریافت این حالات صحت، مدیر گروه نقص ها را پیش بینی و از خطاهای آینده جلوگیری می کند.

۲.۰. الگوریتم خود سازماندهی ارائه شده

الگوریتم مطرح شده دراینجا به خود سازماندهی یک مجموعه از گره های حسگر که به طور تصادفی در یک ناحیه پخش شده اند کمک می نماید.

این الگوریتم از ۴ مرحله تشکیل می شود و اعمال زیررا به ترتیبی که در زیر می آید انجام می دهند:

(الف) فاز اكتشاف: در این مرحله هر گره رادیوی خودش را روشن کرده و پیغامهای اكتشاف را رد و بدل می کند تا سایر گره هایی را که در همان سلو هستند را پیدا نماید. این پیغام اكتشاف ترکیبی از ID گره - ID سلو و حالت گره می باشد. یک گره موقعیت و سایزتوری را بکار می گیرد تا ID سلو را تعیین نماید.

ب) فاز سازماندهی: در طول این فاز شبکه سازماندهی شده و اعمال زیر انجام می شوند:

- ۱- گره ها خودشان را به صورت سلولهایی سازماندهی نموده و سلولها با هم ترکیب می شوند تا گروههای مجازی را تشکیل دهند.
- ۲- به هر گره یک آدرس مثلا (ترکیبی از ID گره و ID سلول) اختصاص می یابد.
- ۳- گره با کمترین هماهنگ کنندگی، شروع به رفتار نمودن به عنوان یک مدیر سلول می کند این یک معیار انتخاب مدیرسلول برای اولین بار در هر سلول می باشد.
- ۴- تمام اعضای سلول به روزرسانی خودرا به مدیر سلول ارسال می دارند که از همین جای یک گره دروازه ای برای ناحیه شان انتخاب می شود.
- ۵- مدیر سلول همچنین تصمیم می گیرد که کدام گره (حس کنندگی) را انجام خواهد داد و به حالت محاسباتی پایین خواهدرفت تا انرژی ذخیره نماید.
- ۶- گره دروازه، مسؤول اطلاعات مسیریابی است که به سایر گره های دروازه ای ارسال می شود.
- ۷- یک گروه از سلولها می توانند یک سلول بزرگتر را تشکیل دهند تا وظیفه مدیریتی سطح بالا انجام دهند یک مدیر گروه برای هر گروه از سلولها لازم است و می تواند با تشویق کردن هر یک از مدیران سلول در یک گروه صورت بگیرد تا یک مدیر گروه را شکل دهند.

ج) فاز نگهداری و پشتیبانی: در این فاز اعمال زیر انجام می شوند: ۱- در مانیتورینگ(دیده بانی) فعال، هر گره دنباله ای از سطح انرژی خود را نگه داشته و به روزرسانی های منظمی را به سایر مدیران سلول ارسال می دارد که به نام (به روزرسانی های دوره ای) شناخته می شود ۲- هر مدیر سلول انرژی سلول خود را جمع نموده و به مدیر گروه خود ارسال می کند این ارسال با تعداد دفعات کمتری نسبت به بروزرسانی های دوره ای انجام می شود. این کار برای شناسایی سلولهایی است که مدت طولانی دیگری نمی توانند به دلیل ناکافی بودن انرژی شان در عملیات شبکه شرکت نمایند.

د) فاز خودسازماندهی: در این مرحله یک مدیر سلول یک گره با انرژی پایین را به خواب می برد قبل از اینکه کاملاً خاموش شود. مدیرسلول از گره های معمولی و دروازه ای درخواست می کند تا بر مبنای منظمی به روزرسانی خود را ارسال دارند. در صورتیکه مدیرسلول یک به روزرسانی را از گره ای دریافت نکرد، یک پیغام فوری را به گره ارسال و درمورد وضعیتش از وی درخواست می کند. اگر مدیر سلول اطلاعیه آگهی را در یک زمان داده شده دریافت نکرد، آن گره را به عنوان گره خطدار معرفی نموده و این را به سایرین در شبکه می فرستد. گره دروازه مانند سایر گره های معمولی در شبکه است و به روزرسانی را به طور منظم به مدیر سلول خود ارسال می کند.

اگر گره دروازه دارای انرژی کمی باشد ، مدیر سلول گره دیگری را انتخاب می کند تا به عنوان گره دروازه عمل کند و این گره دروازه را به حالت محاسباتی پایین یا حالت خواب می برد. گره دروازه هم می تواند به عنوان خطدار شناخته شود؛ در صورتیکه مدیر سلول، نتواند در حین چرخه به روزرسانی از آن شنود داشته باشد. همچنین یک مدیر سلول هم می تواند بوسیله سایر اعضای سلول جایگزین شود در صورتیکه انرژی آن پایین آید. هر مدیر سلول اطلاع از وضعیت صحت خود را به مدیر گروه از طریق گره های دروازه ارسال می دارد و این با تعداد دفعات کمتری نسبت به چرخه بروزرسانی سلول است. اگر مدیر گروه وضعیت صحت و سلامت را از یک سلول معین دریافت نکرد، برای چند ثانیه صبر می کند تا وضعیت صحت بروز درآورده شود. اگریک مدیر گروه بروزرسانی وضعیت صحت را در طول مدت زمان چرخه بروزرسانی دریافت نکرد به کل شبکه درمورد رخداد یک سلول خطأ هشدار می دهد. یک مدیر گروه می تواند توسط مدیر سلول دیگری به دلایلی از جمله کمبود انرژی یا رخداد خطأ جایگزین شود. هر مدیر سلول اطلاع از وضعیت صحت خود را به مدیر گروه از طریق گره های دروازه ارسال می دارد و این با تعداد دفعات کمتری نسبت به چرخه بروزرسانی سلول است. اگر مدیر گروه وضعیت صحت و سلامت را از یک سلول معین دریافت نکرد، برای چند ثانیه صبر می کند تا وضعیت صحت بروز درآورده شود. اگریک مدیر گروه بروزرسانی وضعیت صحت را در طول مدت زمان چرخه بروزرسانی دریافت نکرد به کل شبکه درمورد رخداد یک سلول خطأ هشدار می دهد. یک مدیر گروه می تواند توسط مدیر سلول دیگری به دلایلی از جمله کمبود انرژی یا رخداد خطأ جایگزین شود.

۵. نتیجه گیری

خود سازماندهی، توانایی جایگذاری گره هاست بطوری که به صورت محلی تغییر وضعیت دهنده تا بتواند یک شبکه به هم پیوسته سراسری را شکل دهند. به عبارت دیگر خود سازماندهی انتزاعات واحدهای ارتباطی یعنی گره های حسگر را به شکل یک ساختار شبکه ای قابل مدیریت و کنترل شامل می

شود. انرژی یکی از چالش‌های طراحی قطعی برای بروتکل‌های خود سازماندهی شبکه حسگر می‌باشد طراحی پروتکل‌های سازماندهی شبکه حسگر شامل مفاهیمی که میان تمام برنامه‌های کاربردی حسی مشترک اند می‌باشد و شامل پدیده‌های حسی و معماري های سازمانی ابتدایی مانند خوش، انواع مجموعه‌های مسلط متصل بهم (CDS)، درخت، زنجیره می‌شود. همچنین بروتکل‌های خود سازماندهی شبکه معیارهای کیفی ویژه ای را به کار می‌بنند. در این مقاله یک معماری خودسازمانده سلولی برای شبکه‌های حسگر مطرح گردید که شبکه را به یک توری مجاری از سلولها تقسیم می‌کند و الگوریتم خود سازمانده مطرح شده در آن در چهار فاز اکتشاف، سازماندهی، فاز نگهداری و پشتیبانی، خودسازماندهی، نیازهای ضروری برای یک شبکه حسگر خود سازمانده را فراهم می‌آورد که با پیروی از آن می‌توان به هدف دست یافت.

۶. مراجع

- [1] Akyildiz I. F., Su W., Sankarasubramaniam Y. and Cayirci E., "*A survey on sensor networks*", in: Proceedings of the IEEE Communication Magazine, Vol. 40, pp. 102-114, August 2002.
- [2] Ilyas M. and Mahgoub I., "*Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems*", in: Proceedings of the CRC Press, London, Washington, D.C., 2005.
- [3] L. Subramanian and R.H. Katz, An architecture for building self-configurable systems, *MOBIHOC 2000*, 63–73, Boston, 2000.
- [4] Falko Dressler, " *Self-Organization in Sensor and Actor Networks*" 2007 John Wiley & Sons.
- [5] S. Camazine, J.-L. Deneubourg, N. R. Franks, J. Sneyd, G. Theraula, and E. Bonabeau, *Self-Organization in Biological Systems*. Princeton, Princeton University Press, 2003.
- [6] Jie Wu, Handbook on Theoretical and Algorithmic Aspects of Sensor," Ad Hoc Wireless, and Peer-to-Peer Networks", © 2006 by Taylor & Francis Group, LLC
- [7] R. Mini, B. Nath, and A. Loureiro. A Probabilistic Approach to Predict the Energy Consumption in Wireless Sensor Networks. In *IV Workshop de Comunica sem Fio e Computao Mvel*, Sao Paulo, Brazil, October 2002.
- [8] M. Asim, H. Mokhtar, and M. Merabti "Cellular self-organization architecture for wireless sensor networks "
- [9] A. Savvides, C. Han, and M. Strivastava, "Dynamic finegrained localization in ad-hoc networks of sensors", In Proc. Of ACM MOBICOM'01, pg 166–179. ACM Press, 2001.
- [10] L. Doherty, L. El Ghaoui, and K. S. J. Pister, "Convex position estimation in wireless sensor networks", In Proc. Of IEEE INFOCOM 2001, Anchorage , AK, April 2001.

زیر نویس‌ها

-
- 'self-configurable
 - 'sensor
 - ' Ad Hoc Networks
 - 'self-configurable
 - [△] global
 - [◊] local
 - [▽] Grid
 - [^]connected dominating set(CDS)
 - [°] Mesh
 - [◦] Coarse grained estimation phase
 - ^{◦◦} Flat
 - ^{◦◦◦} reorganization
 - ^{◦◦◦◦} broadcast
 - ^{◦◦◦◦◦} Fine-grained tuning
 - ^{◦◦◦◦◦◦} Self-reorganizing

کنفرانس داده کاوی ایران