چهارمین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در
مهندسی کامپیوتر و پردازش سیگنال
۱۸ آذر ماه ۹۵ ، تهران ، ایران

بررسی روش های هوشمند استقرار گره در شبکه های حسگر بی سیم

وحیده بابائیان *[۱]، فاطمه ربانی محمدیه[۲]،

۱- مربی دانشگاه صنعتی بیرجند، دانشکده مهندسی کامپیوتر و صنایع، بیرجند ، babaiyan@birjandut.ac.ir

۲- کارشناس دانشگاه صنعتی بیرجند، دانشکده مهندسی کامپیوتر و صنایع، بیرجند، fatemeh.rabbani2013@gmail.com

خلاصه

پیشرفت های اخیر در تکنولوژی های بدون سیم باعث شده است که حسگرها بتوانند با همدیگر ارتباط برقرار کنند و اطلاعات را بین یکدیگر ردوبدل کنند. یک شبکه حسگر بی‌سیم از هزاران گره حسگر کوچک کم توان با قابلیت ارتباط بی‌سیم و پردازش محدود تشکیل شده است. یکی از چالش های این شبکه‌ها چگونگی استقرار گره‌ها در شبکه است که مستقیما بر کارایی شبکه حسگر بی‌سیم (از جمله مصرف انرژی شبکه، طول عمر شبکه و پوشش شبکه ای) تاثیر می‌گذارد. لذا در این نوشته به بررسی الگوریتم‌های ارائه شده جهت استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌پردازیم. الگوریتم‌هایی که در این نوشته به آن‌ها پرداخته شده است براساس روش های هوشمند و فرااکتشافی هستند که استقرار نسبتا بهینه گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم را تعیین می کنند. این الگوریتم‌ها با جزئیات مورد بررسی قرار گرفته و سپس براساس معیار های مختلف مورد مقایسه قرار گرفته اند.

کلمات کلیدی: شبکه‌های حسگر بی‌سیم، استقرار گره‌ها، انرژی مصرفی، الگوریتم‌های هوشمند

۱. مقدمه

شبکه‌های حسگر بی‌سیم شامل مجموعه ای از گره‌های حسگر هستند که این گره‌های حسگر رفتارهای محیط را (متناسب با هدف تشکیل شبکه) جمع‌آوری می‌کنند و آن‌ها را به یک ایستگاه مرکزی برای پردازش داده‌های جمع آوری شده، ارسال می‌کنند. پیشرفت‌های اخیر در زمینه کوچک سازی سخت افزار، فن‌آوری‌های ارتباطی و تولید انبوه و کم هزینه منجر به ظهور شبکه‌های حسگر بی‌سیم شده است که متشکل از حسگرهای کوچک، ارزان قیمت و با باتری محدود است که به صورت بی‌سیم به یکدیگر متصل‌اند. شبکه‌های حسگر بی‌سیم کاربردهای متنوعی دارند. از جمله این کاربردها می‌تواند به کاربردهای مهمی در بخش‌های علمی، پزشکی، بازرگانی، و حوزه‌های نظامی اشاره کرد. یک شبکه حسگر

* **Corresponding author: vahide babaiyan, Department of Computer Engineering and Industries**
Email: babaiyan@birjandut.ac.ir

متشکل از تعداد زیادی گره‌های حسگری است که در یک محیط به طور گسترده پخش شده و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌پردازند. لزوماً مکان قرار گرفتن گره‌های حسگری، از قبل تعیین شده و مشخص نیست. چنین خصوصیتی این امکان را فراهم می‌آورد که بتوانیم آن‌ها را در مکان‌های خطرناک و یا غیرقابل دسترس رها کنیم [1, 2]. از طرف دیگر پروتکل‌ها و الگوریتم‌های بکارگرفته شده در شبکه‌های حسگری باید دارای توانایی‌های خودساماندهی خودکار باشند. دیگر خصوصیت‌های منحصر به فرد شبکه‌های حسگری، توانایی ارتباط و هماهنگی بین گره‌های مختلف است. هر گره حسگر دارای یک پردازشگر است و به جای فرستادن تمامی اطلاعات خام به مرکز یا به گره‌ای که مسئول پردازش و نتیجه‌گیری اطلاعات است، ابتدا خود یک سری پردازش‌های اولیه و ساده را روی اطلاعاتی که به دست آورده است، انجام می‌دهد این پردازش ها شامل فشرده سازی و حذف داده های تکراری است و سپس داده‌ها را به مقصد ارسال می‌کند.

با اینکه هر حسگر به تنهایی دارای انرژی محدودی و قدرت ناچیزی است، ترکیب صدها یا هزاران گره حسگر امکانات جدیدی را عرضه می‌کند. در واقع قدرت شبکه‌های حسگر بی‌سیم در توانایی به‌کارگیری تعداد زیادی گره کوچک است که خود قادرند در موارد متعددی چون مسیریابی هم‌زمان، نظارت بر شرایط محیطی، نظارت بر سلامت ساختارها یا تجهیزات یک سیستم به کار گرفته شوند [2]. 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 (پتروشیمی) در محیط وسیع کارخانه می‌تواند توسط صدها حسگر که به طور خودکار یک شبکه حسگر بی‌سیم را تشکیل می‌دهند، نظارت شده و در هنگام بروز نشت شیمیایی به سرعت به مرکز اطلاع داده شود. حسگرها دستگاه‌های کوچکی هستند که تقریباً به اندازه یک سکه هستند . گره‌های حسگر در نقاط مورد نظر باید به صورت بهینه قرار داده شوند که نحوه قرارگیری و استقرار آن‌ها در کارایی شبکه حسگر تاثیر مستقیمی را دارد.

کاربردهای شبکه‌های حسگر بی‌سیم به سه دسته کلی نظامی، تجاری و پزشکی تقسیم می‌شوند. از جمله کاربردهای نظامی می‌توان به سیستم‌های ارتباطی، فرماندهی، شناسایی، دیده‌بانی، میدان مین هوشمند، سیستم‌های هوشمند دفاعی و غیره اشاره کرد. در کاربردهای مراقبت پزشکی، سیستم های مراقبت از بیماران که مراقبی ندارند و همچنین محیط‌های هوشمند برای افراد سالخورده، شبکه ارتباطی بین مجموعه پزشکان با یکدیگر و پرسنل بیمارستان و نظارت بر بیماران از جمله کاربردهای این شبکه‌ها است. کاربردهای تجاری، طیف وسیعی از کاربردها را شامل می‌شوند، مانند سیستم‌های امنیتی تشخیص و مقابله با سرقت، آتش‌سوزی در جنگل، تشخیص آلودگی‌های زیست محیطی ازقبیل آلودگی‌های شیمیایی، میکروبی، هسته ای، سیستم‌های ردگیری، نظارت و کنترل وسایل نقلیه و ترافیک، کنترل کیفیت تولیدات صنعتی، مطالعه در مورد پدیده‌های طبیعی، تحقیق در مورد زندگی گونه‌های خاص از گیاهان و جانوران و غیره[3] .

گسترش اخیرتکنولوژی منجر به رشد در زمینه ابزارهای توزیع ارزان قیمت، کوچک با مصرف کم شده است، که قادر به پردازش محلی و ارتباطات بی‌سیم می باشند. این ابزارها که گره‌های حسگر نامیده می شوند قادر به پردازش قسمت محدودی می باشد ولی وقتی اطلاعات مربوط به گره‌های مختلف درکنار هم قرار می گیرند توانایی اندازه گیری و ارزیابی محیط فیزیکی را با جزییات دارا می باشند. بنابراین شبکه حسگر به عنوان مجموعه ای از گره‌های حسگر که به منظور خاصی در کنار هم قرار داده می شوند تعریف می گردد. برخلاف شبکه های قدیمی، شبکه های حسگر جدید برای انجام نقش خود وابسته به چگونگی انتشار، نحوه استقرار حسگرها و دسته بندی برای انجام آن می باشند.

سابقاً شبکه های حسگر شامل چندین گره کوچک که به یک مرکز پردازش سیم کشی شده بودند را شامل می شد. اما امروزه تاکید بر بی‌سیم بودن آن‌ها و متراکم بودن گره‌ها و استقرار بهینه این گره‌ها است. هنگامی که موقعیت دقیق یک پدیده مشخص نیست. حسگرهای متراکم تر، مکان دقیق تری را نسبت به یک تک حسگر می توانند نمایش دهند. در بسیاری از موارد گره‌های متعدد می بایست بر موانع محیطی مانند موانع ناشی از محدودیت های حوزه دید غلبه کنند. در

خیلی از موارد محیطی که مورد ارزیابی قرار می گیرد، زیربنایی برای انرژی یا ارتباط موجود ندارد. برای گره‌ها ضروری است که بتواند با منابع انرژی محدود و کوچک از یک کانال ارتباطی بی‌سیم کوچک ارتباط برقرار کند و استقرار مناسب گره‌ها در چنین محیط هایی بسیار حائز اهمیت است [4].

استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم که اصطلاح به آن مکان یابی گره‌ها می گویند، به فرآیند تعیین مکان تمام گره‌های شبکه اطلاق می شود. بسیاری از پروتکل های مربوط به شبکه‌های حسگر بی‌سیم برپایه اطلاعات مکان یابی می باشند. بعنوان مثال بسیاری از پروتکل های مسیریابی بر اساس قابل دسترس بودن اطلاعاتی از محل گره‌های شبکه عمل می کنند. بنابراین جهت رسیدن به تمام قابلیت های شبکه‌های حسگر بی‌سیم داشتن اطلاعاتی از محل گره‌ها در شبکه اهمیت بسیاری دارد و این امر اهمیت تکنیک های مکان یابی را هر روزه افزایش می دهد. از سوی دیگر مکان یابی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم به دلیل خصوصیات خاص این شبکه‌ها کاری دشوار و خاص است. در این فصل مسئله استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم پرداخته می شود و الگوریتم‌هایی که جهت استقرار بهینه گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم ارائه شده اند مورد بررسی و مقایسه قرار می گیرند [1, 5, 6].

۲. طبقه بندی روش های استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

در سال های اخیر روش‌های زیادی جهت مکان‌یابی و استقرار مناسب گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم پیشنهاد شده است، این روش‌ها را می توان در دو دسته کلی تقسیم بندی کرد [6]:

۱. روش های مبتنی لنگرگاه
۲. روش های بدون نیاز به لنگرگاه

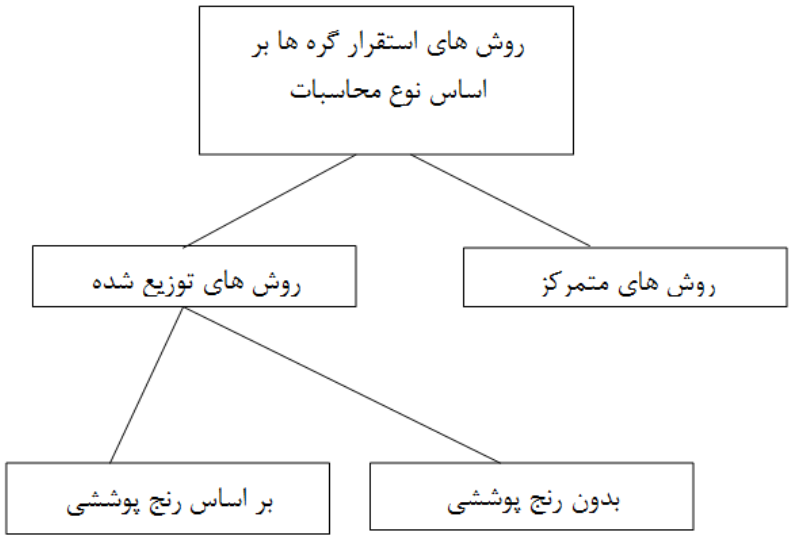
گره لنگرگاه یک گره حسگر است که از موقعیت خود توسط GPS یا با تنظیمات دستی در سیستم مختصات جهانی قبل از شروع فرایند مکانی یابی اگاهی دارد. در تکنیک‌های مبتنی بر گره‌های لنگرگاه، فرض می شود که یک تعداد ابتدایی گره لنگرگاه در شبکه حسگر وجود دارد. هدف این تکنیک‌ها استفاده از توانایی های این گره‌هاست تا در نهایت تمام گره‌های شبکه مکان قطعی خود در سیستم مختصات جهانی را تخمین بزنند. اما در تکنیک‌های بدون نیاز به لنگرگاه، نیازی به گره لنگرگاه نیست و فرایند مکان‌یابی گره حسگر مکان نسبی خود در گراف شبکه را تخمین می زند. اگرچه تکنیک‌های مبتنی بر لنگرگاه می توانند مکان قطعی گره‌ها در سیستم مختصات جهانی را محاسبه کنند ولی برای داشتن گره‌های لنگرگاه احتیاج به داشتن وسایل اضافی، تعیین موقعیت و یا تنظیمات دستی است که در بسیاری از شبکه‌های حسگر به دلیل محدودیت های موجود در گره‌ها و همچنین نامناسب بودن محیط شبکه نمی توان از آن‌ها استفاده کرد. راه حل های بی نیاز به لنگرگاه کم هزینه‌تر از راه حلهای مبتنی بر لنگرگاه می باشند. همچنین روش های استقرار گره‌های حسگر در شبکه‌های حسگر بی‌سیم را می توان براساس نوع محاسبات به صورت زیر تقسیم بندی کرد [6].

- روش های متمرکز
- روش های توزیع شده

در روش های متمرکز همه اندازه گیری ها و محاسبات در یک ایستگاه مرکزی صورت می گیرد و سپس نتایج بدست آمده از اندازه گیری ها به گره‌های حسگر ارسال می شود. ارسال نتایج به گره‌های حسگر منجر مصرف پهنای باند می شود. تنها مزیت روش های متمرکز این است که محاسبات بر روی گره‌های حسگر انجام نمی شود و این منجر می شود که انرژی گره‌ها کمتر مصرف شود. در روش های توزیع شده، محاسبات مورد نیاز بر روی خود گره‌های حسگر اجرا می شود و گره‌های حسگر برای اجرای محاسبات با همدیگر ارتباط برقرار کرده و اطلاعات را رد و بدل می کنند. روش های توزیع شده خود به دو گروه تقسیم می شوند:

- روش های استقرار گره‌ها براساس رنج پوششی
- روش های استقرار گره‌ها به بدون رنج پوششی

در روش های استقرار گره‌ها براساس رنج پوششی برای تخمین مکان گره، نیاز به داشتن اطلاعات مربوط به گره‌ها و مسافت های محیطی است که از سخت افزارهای خاصی مثل GPS برای این منظور استفاده می شود. اما در روش های استقرار گره‌ها به بدون رنج پوششی نیازی به سخت افزار خاصی نیست و براساس تجربیات قبلی و به صورت احتمالاتی تخمین مکآن‌ها صورت می گیرد. شکل۱ طبقه بندی روش های استقرار گره‌های حسگر در شبکه‌های حسگر بی‌سیم براساس نوع محاسبات را نشان می دهد [6].



شکل۱- طبقه بندی روش های استقرار گره‌های حسگر در شبکه‌های حسگر بی‌سیم براساس نوع محاسبات

در ادامه به بررسی تعدادی از روش های ارائه شده برای استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌پردازیم.

۳. تحقیقات پیشین

۳,۱. استقرار گره در شبکه‌های حسگر بی‌سیم براساس الگوریتم کلونی مورچگان

روش ارائه شده در [7] بر مبنای بهینه‌سازی الگوریتم کلونی مورچگان با مکانیسم مهاجرت حریصانه می‌باشد، که می‌تواند به سرعت پوشش کامل را تکمیل کند و به طور قابل توجهی هزینه استقرار را کاهش دهد. این روش می‌تواند بگونه ای پویایی شعاع ارتباطی/حس نمودن را برای کم نمودن مسئله حفره انرژی تتنظیم کند و طول عمر شبکه را طولانی نماید. هدف از این روش اجتناب نمودن از حفره انرژی، کاهش هزینه استقرار، بالا رفتن سرعت پوشش و سرانجام راه حل بهتر برای مسئله استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌باشد

۳,۲. استقرار گره مبتنی بر کیفیت در شبکه های حسگر بی سیم

در [8] نویسندگان یک الگوریتم ساده و دقیق استقرار گره بدون نیاز به لنگرگاه با یک انتخابات اولیه (QOSA) ارائه شده است که برای بالا بردن کیفیت نتایج الگوریتم و جلوگیری از انتشار خطا، یک پارامتر کمکی به نام دقت مکان Computed)

(Location Accuracy محاسبه می شود. هدف این الگوریتم فراهم کردن یک الگوریتم سریع و دقیق و در عین حال با مصرف انرژی پایین برای استقرار گره در شبکه‌های حسگر بی‌سیم می باشد. در این الگوریتم فرض بر این است که گره‌های شبکه ثابت بوده و دارای محدوده ارتباطی مشابه می باشند. الگوریتم دارای دو بخش کلی است:

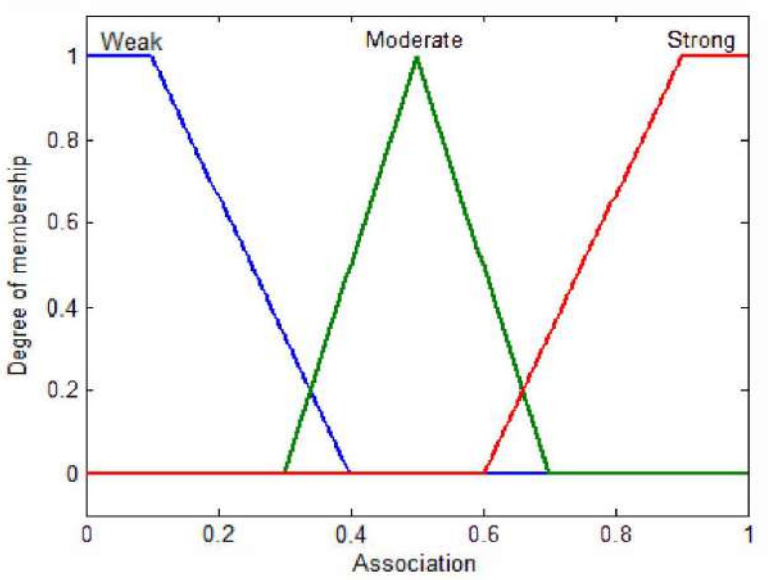
انتخاب مبدأ: اولین مرحله در اجرای الگوریتم استقرار گره برگزاری یک انتخابات است که در طی آن گره‌هایی که نزدیکترین فاصله تا گره سینک را دارد و در عین حال از انرژی کافی نیز برخوردار است، بعنوان مبدا مختصات در نظر گرفته می شود.

استقرار گره: گره ایی که در مرحله قبلی بعنوان مبدا انتخاب شده است، شروع بساختن گراف شبکه با مختصات نسبی می نماید. طریقه ساختن یک سیستم مختصات نسبی بصورت کامل در [9] ذکر شده است. این روش بر اساس فاصله بین گره‌ها و اندازه گیری زاویه بین آن‌ها یک سیستم مختصات نسبی می سازد.

۳،۳. استقرار گره‌ها در شبکه های حسگر با استفاده از منطق فازی

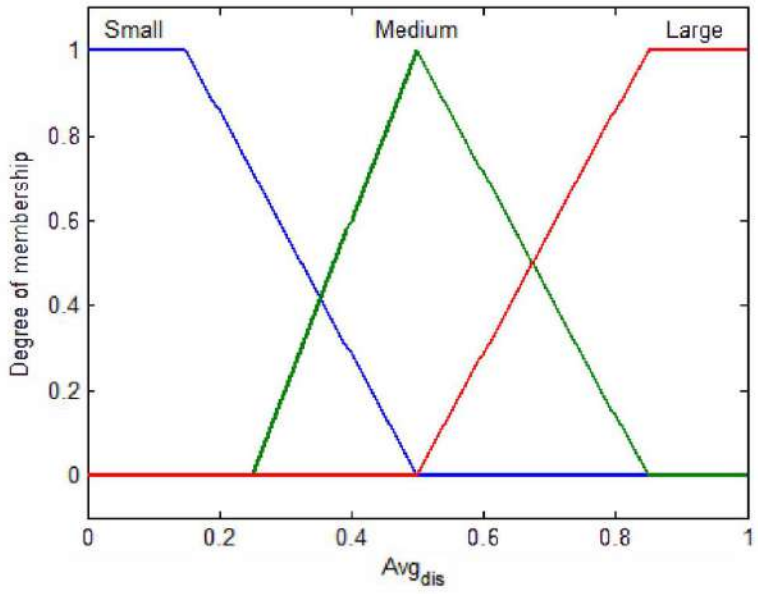
در [10] نویسندگان روشی را برای استقرار بهینه گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم مبتنی بر منطق فازی ارائه کرده اند. روش ارائه شده در این مقاله به صورت متمرکز است، یعنی همه داده های جمع آورده شده و همچنین محاسبات نحوه استقرار گره‌ها در ایستگاه پایه اجرا می شود. در این مقاله از سه معیار یا پارامتر برای فازی سازی استفاده شده است که عبارت اند از: تجمع یا تراکم گره‌ها در محیط، میانگین فاصله بین گره‌ها و انرژی باقیمانده های موجود در محیط. در این روش فرض براین است که از قبل گره‌هایی در محیط وجود دارند و سپس گره‌های جدید براساس اطلاعات محیطی و براساس اطلاعات گره‌های موجود در محیط در محیط اسقرار می یابند.

برای پارامتر تجمع گره‌ها سه حالت فازی در نظر گرفته می شود. هر یک از این سه حالت به صورت تجمع ضعیف، تجمع متوسط و تجمع قوی نشان داده می شود. شکل ۲ حالات فازی (متغیرهای ورودی) در نظر گرفته شده برای پارامتر تجمع گره‌ها را نشان می دهد.



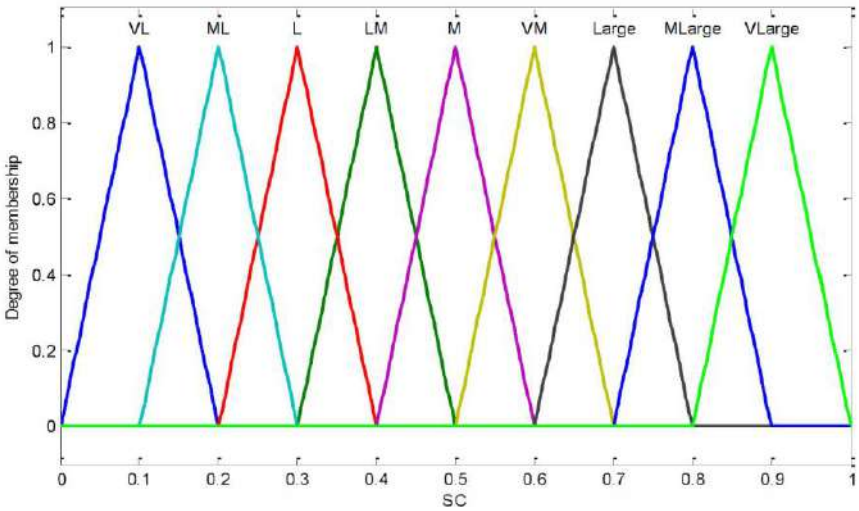
شکل ۲ – متغیرهای ورودی فازی برای پارامتر تجمع گره‌ها [10]

پارامتر بعدی، میانگین فاصله بین گره‌های شبکه است. برای این پارامتر نیز سه حالت فازی در نظر گرفته می شود که این سه حالت عبارت انداز: فاصله کم، فاصله متوسط و فاصله بزرگ. شکل ۳ حالات فازی (متغیرهای ورودی) در نظر گرفته شده برای پارامتر میانگین فاصله بین گره‌های موجود در شبکه را نشان می دهد.



شکل ۳- متعیرهای ورودی فازی برای پارامتر میانگین فاصله بین گره‌های زنده[10]

انرژی باقیمانده گره‌ها، پارامتر دیگری است که برای فازی سازی در نظر گرفته شده است. برای این پارامتر نیز سه حالت فازی (همانند دو پارمتر قبلی) در نظر گرفته شده است. حالات فازی برای انرژی باقیمانده به صورت انرژی کم، انرژی متوسط و انرژی بالا هستند. تا این مرحله ورودی های فازی مشخص شده اند. با استفاده از این ورودی ها، متغیرهای خروجی فازی به صورت شکل ۴ خواهد بود. در این شکل نه متغیر خروجی فازی وجود دارد که بر اساس هر یک از پارامترهای نشان داده شده در بالا تعریف شده است.



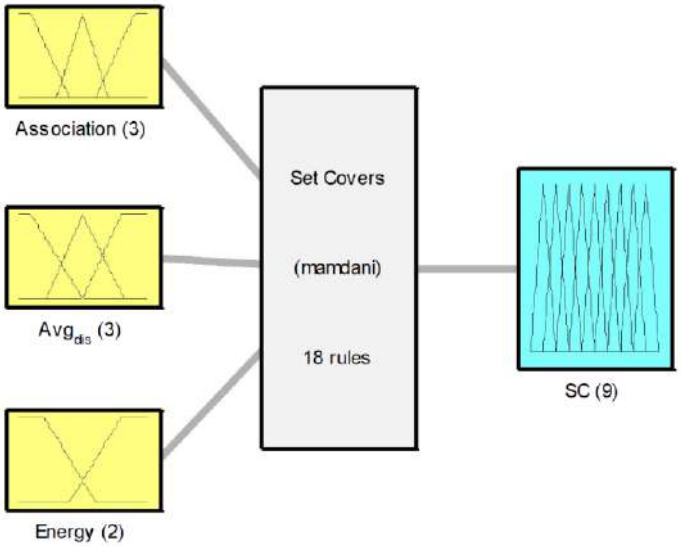
شکل ۴: متغیرهای خروجی فازی که شامل نه خروجی است [10]

در واقع هر یک از این نه متغیر نشان دهنده مناسب بودن یا مناسب نبودن یک مکان جهت استقرار گره مورد نظر در آن مکان است. لذا بر این اساس، جدول ۱ قوانین اگر-آنگاه فازی را نشان می دهد. قوانین اگر-آنگاه نشان داده شده در جدول، مکان مناسب استقرار هر یک از گره‌ها در شبکه را نشان می دهد.

جدول ۱- قوانین فازی اگر-آنگاه

Rule number	Association	Distance	Energy	Set Covers
1	Weak	Small	Small	VL
2	Weak	Small	Large	VL
3	Weak	Medium	Small	ML
4	Weak	Medium	Large	ML
5	Weak	Large	Small	L
6	Weak	Large	Large	L
7	Medium	Small	Small	LM
8	Medium	Small	Large	LM
9	Medium	Medium	Small	M
10	Medium	Medium	Large	M
11	Medium	Large	Small	VM
12	Medium	Large	Large	VM
13	Strong	Small	Small	Large
14	Strong	Small	Large	Large
15	Strong	Medium	Small	MLarge
16	Strong	Medium	Large	MLarge
17	Strong	Large	Small	VLarge
18	Strong	Large	Large	VLarge

بلاک دیاگرام روش معرفی شده توسط بانیملهوم و همکاران به صورت شکل ۵ است. با توجه به نتایج شبیه سازی ها که در این مقاله ارائه شده است، روش پیشنهادی دارای عملکرد بهتری نسبت به سایر روش های پیشین است و روش ارائه شده در این مقاله که به صورت فازی طراحی شده بود می توانست استقرار گره‌ها در شبکه حسگر بی‌سیم را به صورت بهینه انجام دهد.



شکل ۵- بلاک دیاگرام روش ارائه شده

۳,۴. استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم با استفاده از الگوریتم ژنتیک

در [4] نویسندگان یک روش مبتنی بر الگوریتم ژنتیک (GA) جهت استقرار و مکانیابی گره‌های حسگر در شبکه‌های حسگر بی‌سیم ارائه کرده اند که موقعیت تمام n گره شبکه که قرار است در شبکه مستقر شوند را براساس موقعیت زیرمجموعه کوچکی از گره‌ها تعیین می کند. فرض می شود که هر گره می تواند مسافت بین خودش و هر یک از گره‌های همسایه اش را تعیین نماید. الگوریتم ژنتیک زمانی خاتمه پیدا می کند که بهبودی مشاهده نشود.

مراحل الگوریتم:

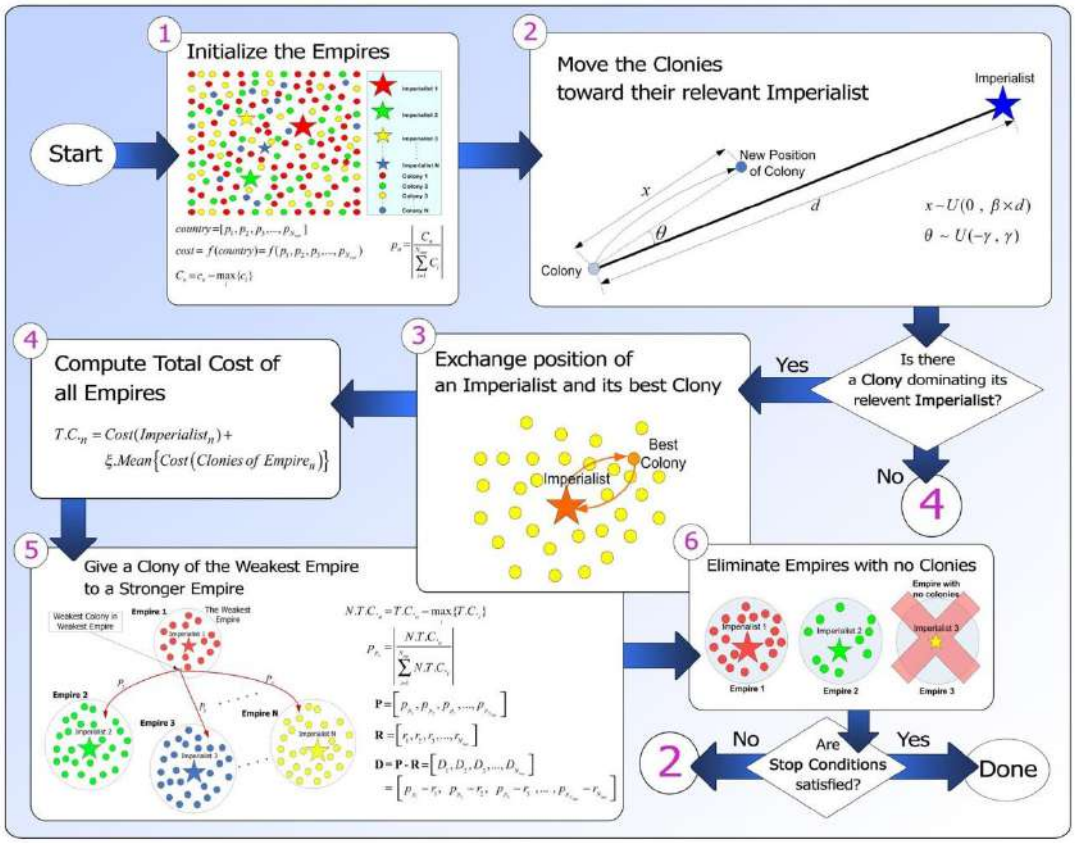
۱) هر گره از یک تکنیک اندازه گیری استفاده می کند تا مسافت بین خودش و همسایه اش را پیدا کند.
۲) جمعیت اولیه از μ فرد را با انتخاب موقعیت برای هر یک از N گره در شبکه حسگر را ایجاد کن.
۳) برای هر فرد، فرزندان را با اعمال عملگر جهش ایجاد کن.
۴) تمام فردها را ارزیابی کن تا شایستگی شان مشخص شود.
۵) شایسته ترین فردها را برای بقا انتخاب کن. سایر فردها را نادیده بگیر.
۶) به مرحله ۳ برگرد مگر اینکه شرط پذیرش ارضاء شده باشد (عدم بهبود بیشتر).

۳,۵. استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم با استفاده از شبکه عصبی چند لایه

در [11] نویسندگان یک روش جدید (ANN) برای مکانیابی و استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی را ارائه کرده اند. هدف این است که مکان یک مجموعه از حسگرهایی که باید در محیط مستقر شوند و بر اساس دانش دقیقی از مکان گره‌های دیده بان بدست آید. گره‌های دیده بان مکان خودشان را می دانند و بقیه (N-K) گره می توانند با استفاده از الگوریتم و اطلاعات مکانی گره‌های دیده بان مکانشان را تخمین بزنند. الگوریتم پیشنهادی انعطاف پذیر است و فرض شده هر گره حسگر می تواند با استفاده از یک مسیر چند پرشه با یک گره دیده بان ارتباط داشته باشد.

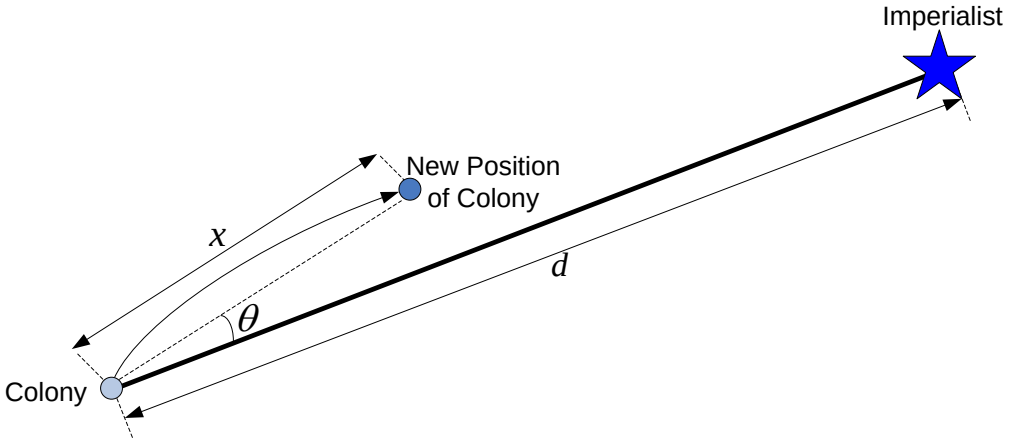
۳,۶. استقرار بهینه گره‌های سرخوشه با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری

در [12] نویسندگان روشی (ICA) جدید برای استقرار بهینه گره‌های سرخوشه در شبکه‌های حسگر بی‌سیم با استفاده از الگوریتم تکاملی رقابت استعماری ارائه شده است. که گره‌های حسگر شبکه بی‌سیم را در خوشه هایی متوازن تقسیم بندی می نماید و نتایج حاصل از شبیه سازی عملکرد موفق آن را در افزایش طول عمر شبکه حسگر بی‌سیم نشان می دهد. شکل ۶ شمای کلی الگوریتم رقابت استعماری را نشان می‌دهد.



شکل ۶- شمای کلی الگوریتم رقابت استعماری [12]

الگوریتم رقابت استعماری، همانند سایر روش‌های بهینه‌سازی تکاملی، با تعدادی جمعیت اولیه شروع می‌شود. در این الگوریتم، هر عنصر جمعیت، یک کشور نامیده می‌شود. کشورها به دو دسته مستعمره و استعمارگر تقسیم می‌شوند. هر استعمارگر، بسته به قدرت خود، تعدادی از کشورهای مستعمره را به سلطه خود درآورده و آن‌ها را کنترل می‌کند. سیاست جذب و رقابت استعماری، هسته اصلی این الگوریتم را تشکیل می‌دهند. در ارائه این الگوریتم، این سیاست با حرکت دادن مستعمرات یک امپراطوری، مطابق یک رابطه خاص صورت می‌پذیرد. شکل ۷ این حرکت را نشان می‌دهد.



شکل ۷- حرکت مستعمرات به سمت امپریالیست (سیاست جذب) [12]

۴. مقایسه بین روش های استقرار گره در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

در جدول ۲ مقایسه بین الگوریتم‌ها آورده شده است که بر اساس پارامترهای طبقه بندی معرفی شده در بخش ۲ مورد مقایسه قرار گرفته اند.

جدول ۲- مقایسه بین روش های هوشمند استقرار گره در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

نام الگوریتم	توزیع شده	متمرکز	بدون رنج پوششی	با رنج پوششی	مبتنی بر گره لنگرگاه	بدون گره لنگر گاه	مقایس پذیر	هزینه و محاسبات	مبتنی بر پیام
ACO	بله	خیر	خیر	خیر	بله	خیر	بله	متوسط	بله
QOSA	بله	خیر	خیر	خیر	بله	خیر	بله	متوسط	خیر
Fuzzy	خیر	بله	بله	خیر	خیر	بله	بله	کم	بله
GA	خیر	بله	خیر	بله	خیر	بله	بله	بالا	خیر
ANN	بله	خیر	خیر	خیر	بله	خیر	بله	متوسط	بله
ICA	خیر	بله	خیر	بله	خیر	بله	بله	بالا	خیر

۵. نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که شبکه‌های حسگر بی‌سیم کلاس جدیدی از شبکه‌های مخابراتی را به ما معرفی کرده‌اند. این شبکه‌ها به ما این قدرت را می‌دهند که بفهمیم در یک محیط فیزیکی که حتی حضور انسانی ممکن نیست، چه می‌گذرد. این توانمندی مهم و منحصر به فرد با ترکیب قابلیت‌های حسگرهای الکترونیکی و فناوری‌های پیشرفته شبکه‌های مخابراتی حاصل شده است. البته پیشرفت‌های بیشتر در این حوزه منوط به انجام تحقیقات بیشتر مخصوصاً در حوزه استانداردسازی و مباحث اقتصادی است. هرچند امروزه تولید انبوه و ارزان‌قیمت تراشه‌های الکترونیکی ممکن شده است؛ اما در حال حاضر برای تولید و ایجاد شبکه‌ای کم هزینه برای کاربردهای صنعتی و کشاورزی و نیز توسعه بازار تجاری آن به تلاش‌های بیشتری نیاز است. شبکه های سنسوری یک بازه عریض با عوامل بالقوه آن برای بسیاری از کاربردها شامل ضد تروریسم، دریافت نظامی متعدد و غیره ارائه کرده است. در آینده کاربردهای شبکه های حسگر بی‌سیم جزو بخش جدا نشدنی از زندگی ما خواهد بود. یکی از مهمترین مشکلات شبکه‌های حسگر بی‌سیم، محدودیت منابع انرژی است. اندازه کوچک، وزن پایین و نحوه قرارگیری اقتضایی که لازمه کاربردهای خاص شبکه‌های حسگر بی‌سیم است باعث می‌شود که گره‌های حسگر برای تامین انرژی مصرفی خود هنوز هم وابسته به باتری‌های کوچک باشند. از این گذشته کارایی شبکه‌های حسگر بی‌سیم شدیداً به طول عمر و حفظ پوشش شبکه‌ای آن‌ها وابسته است. بنابراین تمامی سطوح این نوع شبکه‌ها باید با آگاهی از انرژی طراحی شوند. مصرف بهینه انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم به عنوان یک چالش مهم محسوب می‌شود. از آنجا که حسگرهای موجود در شبکه‌های حسگر بی‌سیم دارای توان مصرفی محدودی هستند، لذا پس

از گذشت زمان، توان مصرفی آن‌ها به اتمام رسیده و غیرفعال می‌شوند. با توجه به اینکه از شبکه‌های حسگر بی‌سیم در محیط‌های غیرقابل دسترس استفاده می‌شود، بنابراین تعویض باتری حسگرها یا خود حسگرها بسیار پرهزینه و در مواردی غیرممکن است. لذا باید روش‌هایی وجود داشته باشد که مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم را مدیریت کند و مصرف انرژی را بهینه‌سازی کند. استقرار بهینه گره‌های حسگر یکی از روش های کاهش مصرف انرژی و افزایش پوشش شبکه ای در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است. گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم یا به صورت ساختارمند قرار می گرفتند و یا به صورت بدون ساختار قرار می گرفتند. که روش های ساختار مند که به صورت توزیع شده و متمرکز بودند. لذا در این نوشته به بررسی الگوریتم‌های ارئه شده جهت استقرار گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم پرداخته شد. این الگوریتم‌ها براساس روش های هوشمند و فرااکتشافی بودند که استقرار نسبتا بهینه گره‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم را تعیین می کردند. این الگوریتم‌ها با جزئیات مورد بررسی قرار گرفت و سپس براساس معیار های مختلف مورد مقایسه قرار گردید.

۶. منابع

1.Santar Pal Singh, S. C. Sharmab. (2015). “Range Free Localization Techniques in Wireless Sensor Networks: A Review”, International Conference on Recent Trends in Computing, 57 ,7 – 16

2.Xu, Hao, Huafei Sun, Yongqiang Cheng, and Hao Liu. (2016). “Wireless sensor networks localization based on graph embedding with polynomial mapping”, Computer Networks 106: 151-160.

3.Kunz, Thomas, and Benjamin Tatham. (2012). Localization in wireless sensor networks and anchor placement." Journal of Sensor and Actuator Networks1, no. 1: 36-58.

4.Yun, Sukhyun, Jaehun Lee, Wooyong Chung, Euntai Kim, and Soohan Kim. (2009). “A soft computing approach to localization in wireless sensor networks.”, Expert Systems with Applications 36, no. 4: 7552-7561.

5.Jiang, Nan, Sixin Jin, Yan Guo, and Yueshun He. (2013). “Localization of wireless sensor network based on genetic algorithm.” International Journal of Computers Communications & Control 8, no. 6: 825-837.

6.Halder, Subir, and Amrita Ghosal. (2016). “A survey on mobility-assisted localization techniques in wireless sensor networks”, Journal of Network and Computer Applications 60 (2016): 82-94.

7.Liu, Xuxun, and Desi He. (2014). “Ant colony optimization with greedy migration mechanism for node deployment in wireless sensor networks”, Journal of Network and Computer Applications 39: 310-318.

۸. صادق زینلی , محمدحسین یغمائی مقدم , محمد رضایی کسکگی، (۲۰۰۹) ،"الگوریتم مکان یابی بدون نیاز به لنگرگاه مبتنی بر کیفیت در شبکه های حسگر بیسیم"، چهاردهمین کنفرانس ملی سالانه انجمن کامپیوتر ایران , ۰۳-۱۰

9.Chakchai So-In. (2015). “Soft computing-based localizations in wireless sensor networks”, Pervasive and Mobile Computing2015.

10. Banimelhem, O , Al-Ma'aqbeh, F., Taqieddin, E., Awad, F. and Mowafi, M, (2012), "Fuzzy logic based energy efficient adaptive clustering protocol". In Proceedings of the 3rd International Conference on Information and Communication Systems (p. 21), ACM.

11. Chatterjee, Amitava. (2010). "A fletcher–reeves conjugate gradient neural-network-based localization algorithm for wireless sensor networks". IEEE Transactions on Vehicular Technology 59, no. 2: 823-830.

12. Atashpaz-Gargari, Esmaeil, and Caro Lucas. (2007). "Imperialist competitive algorithm: an algorithm for optimization inspired by imperialistic competition", In 2007 IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp. 4661-4667. IEEE.