بسم الله الرحمن الرحيم

دانـــشگاه یـــــزد

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گروه مهندسی کامپیوتر

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی فناوری اطلاعات- شبکه‌های کامپیوتری

بررسی و بهبود روش‌های تقلیل استفاده از انرژی مبتنی بر تحرک در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

استاد راهنما:

دکتر مهدی آقا صرام

اساتید مشاور:

دکتر ولی درهمی

پژوهش و نگارش:

حسین محبوب

شهریور ۱۳۹۰

تقدیم به

خدایی که آفرید

جهان را، انسان را، عقل را، علم را، معرفت را، عشق را

و به کسانی که عشقشان را در وجودم دمید.

تقدیم به آنکه آفتاب مهرش درآستانه قلبم همچنان پابرجاست

وهرگزغروب نخواهدکرد.

سپاس خدایی را که اوّل و آخِر وجود است،

بی آنکه اوّلی بر او پیشی بگیرد یا آخری پس از او باشد؛

خدایی که دست هر چشمی از دامن دیدارش کوتاه است

و فهم هر کبوتر توصیف‌گری از پرواز در آسمان وصفش عاجز.

اکنون که به لطف پروردگار موفق به اتمام این پروژه شده‌ام، بر خود لازم می‌دانم از استاد بزرگوارم، آقای دکتر مهدی آقا صرام که با وجود مشغله‌ی فراوان، با زحمات بی دریغشان به من در انجام این پروژه یاری رساندند، تشکر نمایم.

همچنین از آقای دکتر ولی درهمی نیز که راهنمای بزرگی برای من بوده‌اند، صادقانه سپاسگزارم.

چکیده

شبکه‌های حسگر بی‌سیم از مجموعه‌ای از گره‌های مستقل با توان مصرفی و پردازشی محدود تشکیل شده اند، که در یک منطقه جغرافیایی برای مانیتورینگ و جمع‌آوری داده مربوط به پدیده‌های فیزیکی مثل دما، رطوبت، حرکت و غیره از محیط اطراف، گسترش یافته‌اند. گره‌های شبکه از طریق فرستنده‌های رادیویی با یکدیگر در ارتباط هستند و اقدام به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌نمایند. از مهمترین چالش‌های موجود در شبکه‌های حسگر بی‌سیم محدودیت مصرف انرژی و بالا بردن طول‌عمر شبکه است. از عوامل مهم تاثیرگذار بر طول‌عمر شبکه، مصرف انرژی غیریکنواخت در قسمت‌های مختلف شبکه می‌باشد. این مصرف انرژی غیریکنواخت نتیجه‌ی مستقیم داشتن چاهک استاتیک می‌باشد، به طوری‌که گره‌های نزدیک‌تر به چاهک، علاوه بر ارسال داده‌های خود دائماً در انتقال داده بقیه گره‌ها هم شرکت دارند و همین امر باعث تخلیه انرژی زودهنگام گره‌های نزدیک به چاهک خواهد شد. در این حالت، تمام‌شدن انرژی گره‌های نزدیک‌تر به چاهک، دلیل اصلی کاهش طول‌عمر شبکه می‌باشد.

در این پایان‌نامه یک الگوی مبتنی بر تحرک برای داشتن چاهک متحرک در شبکه‌های حسگر بی‌سیم ارائه شده است. ما در بازه‌های زمانی مشخص، با استفاده از یک سیستم فازی در مورد اینکه گره چاهک به کدام مکان در محیط شبکه تغییر موقعیت دهد، تصمیم‌گیری می‌کنیم. کارایی روش پیشنهادی را در مقایسه با چندین روش موجود در نرم افزار شبیه‌ساز NS2 مورد بررسی قرار دادیم و بر اساس نتایج شبیه‌سازی، روش پیشنهادی باعث بالا رفتن طول‌عمر شبکه و توزیع یکنواخت‌تر بار میان گره‌ها خواهد شد.

کلمات کلیدی :

شبکه‌های حسگر بی‌سیم، طول‌عمر شبکه، گره چاهک، سیستم فازی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه‌ای بر شبکه‌های حسگر بی‌سیم ۷

۱-۱ مقدمه ۸

۱-۲ معرفی شبکه‌های حسگر بی‌سیم ۹

۱-۳ ساختار کلی شبکه‌ی حسگر بی‌سیم ۱۰

۱-۴ ساختمان گره ۱۱

۱-۵ کاربردهای شبکه‌های حسگر بی‌سیم ۱۳

۱-۶ پشته پروتکلی ۱۵

۱-۷ موضوعات مطرح ۱۷

فصل دوم: روش‌های مختلف حفاظت انرژی ۲۲

۲-۱ تکنیک‌های Duty Cycling ۲۴

۲-۱-۱ پروتکل‌های کنترل توپولوژی ۲۵

۲-۱-۱-۱ پروتکل‌های مبتنی بر مکان ۲۶

۲-۱-۱-۲ پروتکل‌های مبتنی بر اتصال ۲۷

۲-۱-۲ تکنیک‌های مدیریت توان ۳۱

۲-۱-۲-۱ پروتکل‌های خواب/بیدار ۳۱

۲-۱-۲-۱-۱ روش‌های مبتنی بر تقاضا ۳۲

۲-۱-۲-۱-۲ روش‌های ملاقات‌کردن زمانبندی شده ۳۴

۲-۱-۲-۲-۳ روش‌های غیرهمزمان ۳۸

۲-۱-۲-۲ پروتکل‌های MAC مستقل با duty cycle پایین ۴۱

۲-۱-۲-۲-۱ پروتکل های MAC مبتنی بر TDMA ۴۱

۲-۱-۲-۲-۲ پروتکل‌های MACمبتنی بر مشاجره ۴۲
۲-۱-۲-۲-۳ پروتکل‌های MAC مختلط ۴۳
۲-۲ تکنیک‌های مبتنی بر داده ۴۴
۲-۲-۱ روش‌های کاهش داده ۴۵
۲-۲-۲ الگوهای جمع‌آوری داده انرژی-کارا ۴۶
۲-۲-۲-۱ نمونه‌برداری سازگار ۴۸
۲-۲-۲-۲ نمونه‌برداری سلسله‌مراتبی ۴۹
۲-۲-۲-۳ نمونه‌برداری فعال مبتنی بر مدل ۵۰
۲-۳ تکنیک‌های مبتنی بر تحرک ۵۱
۲-۳-۱ روش‌های مبتنی بر چاهک متحرک ۵۳
۲-۳-۲ روش‌های مبتنی بر واسط متحرک ۵۶

فصل سوم : روش پیشنهادی ۶۰

۳-۱ مقدمه ۶۱
۳-۲ معرفی مفهومی روش پیشنهادی ۶۱
۳-۳ طراحی سیستم فازی ۶۲
۳-۳-۱ فازی‌گر ۶۳
۳-۳-۲ پایگاه داده فازی ۶۴
۳-۳-۳ پایگاه دانش ۶۵
۳-۳-۴ موتور استنتاج فازی ۶۶
۳-۴ پیاده‌سازی سیستم فازی ۶۶
۳-۴-۱ نحوه محاسبه ورودی‌های سیستم فازی ۶۷

۳-۴-۲ نرمال‌سازی ۶۸
۳-۴-۳ ایجاد پایگاه دانش ۶۹
۳-۴-۴ محاسبه درجه تطابق ورودی ۶۹
۳-۴-۵ محاسبه شدت آتش قوانین ۷۱
۳-۴-۶ محاسبه خروجی ۷۱

فصل چهارم : شبیه‌سازی و ارزیابی ۷۳

۴-۱ تغییرات اعمال شده در خود NS2 ..... ۷۴
۴-۲ فرضیات و سناریو شبیه‌سازی ۷۵
۴-۳ نتایج شبیه‌سازی ۷۷

فصل پنجم : نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۴

۵-۱ نتایج ۸۵
۵-۲ پیشنهادات ۸۶

لغت‌نامه فارسی به انگلیسی ۸۸

مراجع ۹۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱) ساختار کلی شبکه‌های حسگر بی‌سیم ۱۱

شکل ۱-۲) ساختمان داخلی یک گره حسگر ۱۲

شکل ۱-۳) پشته پروتکلی شبکه‌های حسگر بی‌سیم ۱۶

شکل ۲-۱) ناحیه‌های مجازی در GAF ۲۶

شکل ۲-۲) الگوی خواب و بیدار شطرنجی ۳۶

شکل ۲-۳) مثالی از زمانبندی غیرهمزمان مبتنی بر طراحی متقارن (۱،۳،۷) ۳۹

شکل ۲-۴) ساختار شبکه و موقعیت sink در روش GREM ۵۴

شکل ۲-۵) الف) مدل شبکه در روش SM-NLI در حالت تحرک چاهک روی مسیر مشخص. ب) الگوی حرکتی SM-NLI در حالت در نظر گرفتن ۶ نقطه برای تغییر مکان. ۵۵

شکل ۲-۶) الف) مدل شبکه در روش SM-NLI در حالت کلی. ب) ساختار شبکه بعد از چندین بازه زمانی و جابه‌جایی گره‌های چاهک ۵۶

شکل ۲-۷) معماری شبکه حسگر بی‌سیم با گره‌های واسط متحرک ۵۷

شکل ۲-۸) معماری سه لایه‌ای مبتنی بر MULEs ۵۸

شکل ۳-۱) ساختار سیستم فازی ارائه شده ۶۳

شکل ۳-۲) تابع عضویت میانگین انرژی گره‌های اطراف هر موقعیت ۶۵

شکل ۳-۳) تابع عضویت تعداد گره‌های موجود در همسایگی موقعیت کاندید ۶۵

شکل ۳-۴) تابع عضویت میانگین ترافیک تولیدی اطراف موقعیت کاندید ۶۵

شکل ۳-۵) تابع عضویت مثلثی نرمال‌شده ورودی‌ها ۶۸

شکل ۳-۶) تابع مثلثی با سه پارتیشن ۶۹

شکل ۳-۷) کد مربوط به پیاده‌سازی تابع عضویت مثلثی ۷۰
شکل ۳-۸) کد مربوط به مقداردهی ورودی‌ها ۷۰
شکل ۳-۹) کد محاسبه شدت آتش و خروجی نهایی ۷۲
شکل ۴-۱) مدل مورد استفاده برای انرژی مصرفی در اجزای رادیویی ۷۶
شکل ۴-۲) میانگین انرژی باقیمانده ۷۸
شکل ۴-۳) تعداد گره‌های مرده در طول زمان شبیه‌سازی ۷۹
شکل ۴-۴) انرژی گره‌ها در نیمه زمان شبیه‌سازی در روش چاهک استاتیک ۸۰
شکل ۴-۵) انرژی گره‌ها در نیمه زمان شبیه‌سازی در روش حرکت روی مسیرهای تعیین شده ۸۰
شکل ۴-۶) انرژی گره‌ها در نیمه زمان شبیه‌سازی در روش GMRE ۸۱
شکل ۴-۷) انرژی گره‌ها در نیمه زمان شبیه‌سازی در روش FMS ۸۱
شکل ۴-۸) میزان سربار موجود در روش‌های مختلف ۸۲
شکل ۴-۹) تاثیر داشتن چندین گره چاهک در شبکه روی میانگین انرژی ۸۳

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱) پایگاه قواعد سیستم فازی ۶۶
جدول ۴-۱) پارامترهای مورد استفاده در شبیه‌سازی ۷۷

فصل اول:

مقدمه‌ای بر شبکه‌های حسگر بی‌سیم

۱-۱ مقدمه

سیستم‌های بی‌سیم از حدود سال‌های ۱۹۸۰ مورد استفاده بوده و ما تاکنون شاهد نسل‌های اول، دوم و سوم این تکنولوژی بوده‌ایم. با توجه به پیشرفت چشمگیر تکنولوژی و کاهش هزینه‌ها در طراحی و ساخت مدارات سخت‌افزاری و همچنین قابلیت استفاده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم [1] در بسیاری از کاربردهای امروزی، استفاده از این نوع شبکه‌ها روز به روز بیشتر می‌شود.

شبکه‌ی حسگر بی‌سیم از مجموعه‌ای از گره‌های بی‌سیم تشکیل شده است که در یک منطقه جغرافیایی برای مانیتورینگ پدیده‌های فیزیکی مثل دما، رطوبت، حرکت و غیره گسترش یافته‌اند[۴۹]. به طور کلی گره حسگر یک وسیله کوچک است که از سه قسمت اصلی تشکیل شده است:

- واحد حسگر: برای جمع‌آوری داده از محیط فیزیکی اطراف.
- واحد پردازش: برای پردازش و نگه‌داری داده محلی.
- واحد ارتباط بی‌سیم: برای انتقال داده.

به علاوه منبع تغذیه انرژی لازم برای انجام دادن وظایف برنامه‌ریزی شده برای گره را فراهم می‌کند. این منبع تغذیه یک باطری با مقدار انرژی محدود است. اغلب شارژکردن باطری غیرممکن یا بسیار سخت می‌باشد چون ممکن است گره‌ها در محدوده دشمن یا محیط‌های غیرعملی (غیرقابل دسترس) پخش شده باشند. در بسیاری حالات ممکن است طول‌عمر چند ماه و حتی چند سال مورد نیاز باشد، بنابراین سوال اصلی این است که چگونه طول‌عمر شبکه را افزایش دهیم؟

در بعضی حالات می‌توان از محیط اطراف انرژی بدست آورد، البته منابع انرژی خارجی اغلب رفتار غیرپیوسته دارند، بنابراین یک باطری هم موردنیاز خواهد بود[۴۹]. در همه حالات انرژی یک

[1] Wireless Sensor Network

منبع حساس و بحرانی است و باید در مصرف آن بسیار صرفه‌جو بود. بنابراین حفاظت[1] انرژی یک وظیفه‌ی کلیدی در طراحی سیستم‌های مبتنی بر شبکه‌های حسگر بی‌سیم خواهد بود.

یکی از چالش‌های دیگر در شبکه حسگر بی‌سیم، پوشش شبکه است[۱۳]. هر گره ناحیه محدودی را تحت پوشش خود قرار می‌دهد که معمولاً این ناحیه، یک دایره به شعاع مشخص و به مرکزیت آن گره می‌باشد. هدف اصلی تحت پوشش قرار دادن کل ناحیه‌ای است که گره‌ها در آن پراکنده می‌شوند، ولی به علت اینکه در چیدمان تصادفی اغلب گره‌ها به صورت یکنواخت پراکنده نمی‌شوند. برخی از گره‌ها در موقعیتی قرار گیرند که با گره‌های دیگر همپوشانی زیادی پیدا کنند. بنابراین برخی از مکان‌های ناحیه مورد نظر ما توسط چندین گره تحت پوشش قرار می‌گیرند (این امر باعث اتلاف انرژی می‌شود) و یا در برخی از مکان‌ها گره‌ای وجود ندارد که آن مکان را تحت پوشش قرار دهد وممکن است پوشش کاملی بر روی ناحیه مورد نظر نداشته باشیم.

۲-۱ معرفی شبکه‌های حسگر بی‌سیم

پیشرفت‌های اخیر در زمینه‌ی الکترونیک و مخابرات بی‌سیم، امکان طراحی و ساخت حسگرهایی را با توان مصرفی پایین، اندازه‌ی کوچک، قیمت مناسب و کاربری‌های گوناگون داده است. این حسگرهای کوچک که توانایی انجام اعمالی چون دریافت اطلاعات مختلف محیطی بر اساس نوع حسگر، پردازش و ارسال آن اطلاعات را دارند، موجب پیدایش ایده‌ای برای ایجاد و گسترش شبکه‌های موسوم به شبکه‌های حسگر بی‌سیم شده‌اند [۴۹،۳۵،۲۹،۲۳].

لزوماً مکان قرار گرفتن گره‌های حسگر، 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. شبکه‌ی حسگر به شدت با محیط فیزیکی تعامل دارد. در این شبکه‌ها از طریق حسگرها اطلاعات محیطی را گرفته و از طریق کاراندازها[2] واکنش لازم نشان داده می‌شود. ارتباط بین گره‌ها به صورت بی‌سیم است. هر گره به طور مستقل و بدون دخالت انسان کار می‌کند و نوعاً

[1] Conservation
[2] Actor

از لحاظ فیزیکی بسیار کوچک است و دارای محدودیت‌هایی در قدرت پردازش، ظرفیت حافظه، منبع تغذیه و... می‌باشد. این محدودیت‌ها مشکلاتی را به وجود می‌آورد که منشأ بسیاری از مباحث پژوهشی در این زمینه است. شبکه حسگر بی‌سیم از پشته پروتکلی شبکه‌های سنتی پیروی می‌کند ولی به خاطر محدودیت‌ها و تفاوت‌های وابسته به کاربرد، پروتکل‌ها باید بازنویسی شوند.

شبکه‌های حسگر بی‌سیم از جهات بسیاری شبیه به شبکه‌های پیشآ سیارهستند، اما پروتکل‌هایی که برای شبکه‌های پیشآ مورد استفاده قرار می‌گیرند برای شبکه‌های حسگر بی‌سیم مناسب نمی‌باشند. در شبکه‌های پیشآ مسئله اصلی برای طراحی پروتکل‌ها، کیفیت سرویس‌دهی[1] می‌باشد، در صورتی که در شبکه‌های حسگر بی‌سیم محدودیت اصلی برای طراحی پروتکل‌ها، انرژی محدود حسگرها می‌باشد. در واقع پروتکل‌هایی که مصرف توان در حسگرها را به حداقل برسانند، برای شبکه‌های حسگر بی‌سیم بیشتر مورد توجه هستند.

۳-۱ ساختار کلی شبکه‌ی حسگر بی‌سیم

قبل از ارائه‌ی ساختار کلی ابتدا تعدادی از تعاریف کلیدی را ذکر می‌کنیم[۴].

حسگر[2] : وسیله‌ای که وجود جسم، رخداد یک وضعیت یا مقدار یک کمیت فیزیکی را تشخیص داده و به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. حسگر انواع مختلف دارد مانند حسگرهای دما، فشار، رطوبت، نور، شتاب سنج، مغناطیس‌سنج و غیره.

کارانداز: با تحریک الکتریکی یک عمل خاصی را انجام می‌دهد.

گره حسگر : به گره‌ای گفته می‌شود که فقط شامل یک یا چند حسگر باشد.

گره کارانداز : به گره‌ای گفته می‌شود که فقط شامل یک یا چند کارانداز باشد.

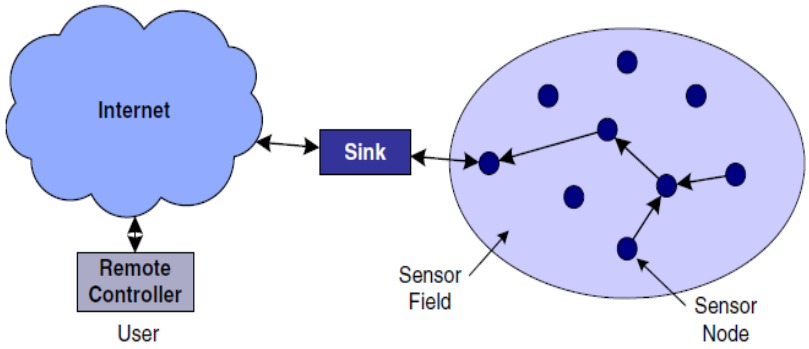
گره حسگر/کارانداز : به گره‌ای گفته می‌شود که مجهز به حسگر و کارانداز باشد.

میدان حسگر[3] : ناحیه‌ی کاری که گره‌ها در آن توزیع می‌شوند.

[1] Quality of service(QoS)
[2] Sensor
[3] Sensor field

چاهک[1] : گره‌ای که جمع‌آوری داده‌ها را به عهده دارد و ارتباط بین گره‌ها وکاربر یا مدیر شبکه را برقرار می‌کند. در شبکه‌های حسگر نام دیگری که به گره چاهک اطلاق می‌شود عبارت است از ایستگاه پایه و اغلب از این نام استفاده می‌شود.

گره‌ها در ناحیه‌ای که میدان حسگر نامیده می‌شود، اغلب با چگالی زیاد پراکنده می‌شوند. یک چاهک، دیده‌بانی[2] کل شبکه را بر عهده دارد. اطلاعات به وسیله چاهک جمع‌آوری می‌شود و فرامین از طریق چاهک منتشر می‌شوند. شکل ۱-۱ ساختار کلی این شبکه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱) ساختار کلی شبکه‌های حسگر بی‌سیم

از طرف دیگر در کاربردهای خاصی ممکن است از ساختار خوشه‌بندی شده یا سلولی استفاده شود که در هر بخش یک سرخوشه وجود دارد که داده‌های گره‌های دسته خود را به چاهک ارسال می‌کند. در واقع هر سرخوشه مانند یک مدخل[3] عمل می‌کند.

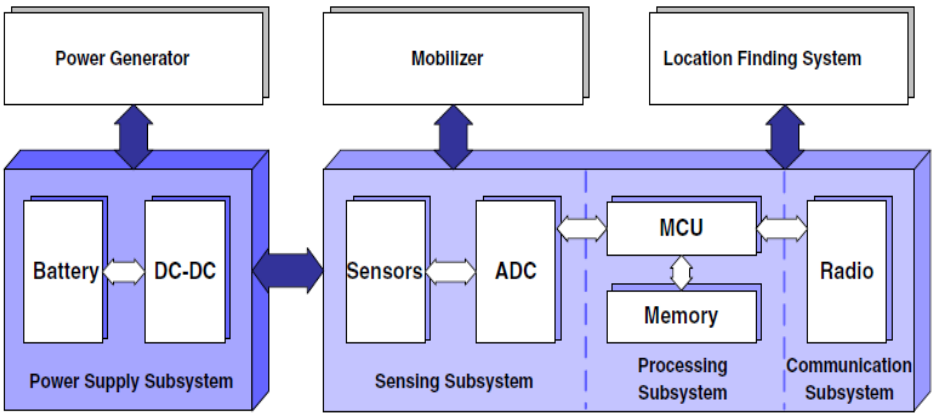
۱-۴ ساختمان گره

شکل ۱-۲ ساختمان داخلی گره‌ی حسگر را نشان می‌دهد[۳]. هر گره شامل واحد حسگر، واحد پردازش داده‌ها، فرستنده/گیرنده‌ی بی‌سیم و منبع تغذیه می‌باشد. بخش‌های اضافی شامل واحد متحرک ساز، سیستم مکان‌یاب[4] و تولید توان نیز ممکن است بسته به کاربرد در گره‌ها وجود داشته باشد. واحد پردازش داده شامل یک پردازنده‌ی کوچک و یک حافظه با ظرفیت محدود است

[1] Sink
[2] Monitoring
[3] Gateway
[4] GPS

و داده‌هایی را که از حسگرها گرفته است، بسته به کاربرد، پردازش کرده و از طریق فرستنده ارسال می‌کند. این واحد در حقیقت مدیریت هماهنگی و مشارکت با سایر گره‌ها را در شبکه بر عهده دارد. واحد فرستنده/گیرنده ارتباط گره با شبکه را برقرار می‌کند. واحد حسگر شامل یک سری حسگر و مبدل آنالوگ به دیجیتال است که اطلاعات آنالوگ را از حسگر گرفته و به صورت دیجیتال به پردازنده تحویل می‌دهد. واحد کارانداز شامل کارانداز و مبدل دیجیتال به آنالوگ است که فرامین دیجیتال را از پردازنده گرفته و به کارانداز تحویل می‌دهد.

واحد تأمین انرژی، توان مصرفی تمام بخش‌ها را تأمین می‌کند، که اغلب یک باطری با انرژی محدود است. محدودیت منبع انرژی یکی از تنگناهای اساسی است که در طراحی شبکه‌های حسگر بی‌سیم همه چیز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در کنار این بخش ممکن است واحدی برای تولید انرژی مثل سلول‌های خورشیدی وجود داشته باشد. در برخی از انواع این شبکه‌ها که گره‌ها قابلیت تحرک دارند، واحدی برای متحرک‌سازی و تغییر موقعیت گره‌ها وجود دارد. در حالاتی که نیاز به اطلاعات مکانی گره‌ها داریم، سیتم مکان‌یاب به گره اضافه می‌شود و موقعیت فیزیکی گره را مشخص می‌کند. البته به دلیل هزینه بالا اغلب تعداد محدودی از گره‌ها به مکان‌یاب تجهیز شده و از تکنیک‌های تخمین موقعیت برای تشخیص مکان گره‌های دیگر استفاده می‌شود.



شکل ۱-۲) ساختمان داخلی یک گره حسگر

وجود برخی ویژگی‌ها در شبکه‌ی حسگر بی‌سیم، آن را از سایر شبکه‌های سنتی و بی‌سیم متمایز می‌کند. از آن جمله عبارتند از:

- تنگناهای سخت‌افزاری شامل محدودیت‌های اندازه‌ی فیزیکی، منبع انرژی، قدرت پردازش، ظرفیت حافظه.
- تعداد بسیار زیاد گره‌ها.
- چگالی بالا در توزیع گره‌ها در ناحیه‌ی عملیاتی.
- وجود استعداد خرابی در گره‌ها.
- تغییرات توپولوژی به صورت پویا و احیاناً متناوب.

۱-۵ کاربردهای شبکه‌های حسگر بی‌سیم

شبکه‌های حسگر می‌توانند شامل تعداد و انواع مختلفی از حسگرها مانند لرزه‌نگاری، حرکتی، حرارتی، گازی، تغییر شکل، نوری، مادون قرمز، فشار، صوتی و ... باشند، که توانایی نظارت بر شرایط طبیعی گسترده با کاربردهای متفاوتی را دارند.گره‌های حسگر می‌توانند به منظور حس کردن پیوسته محیط، آشکار سازی رویداد، حس کردن محلی و کنترل محلی محرک‌ها[1]، مورد استفاده واقع شوند. در ادامه به چهار دسته از کاربردهای این شبکه‌ها اشاره می‌کنیم.

۱. کاربردهای نظامی

شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌توانند به عنوان بخش مهمی از سیستم‌های ارتباطی، نظارتی، ناوبری هوشمند و نظامی مورد استفاده قرار گیرند. آرایش سریع، خود سازمانده بودن و تحمل‌پذیری خطا در این شبکه‌ها باعث شده است که یکی از تکنیک‌های رضایت‌بخش در سیستم‌های نظامی باشند. از آنجایی که شبکه‌های حسگر بر اساس آرایش چگال، در دسترس بودن و کم هزینه بودن بنا شده‌اند، تخریب و از بین رفتن یک گره در این شبکه‌ها دارای تأثیری برای کل شبکه در مقایسه با شبکه‌های سنتی بی‌سیم نمی‌باشد و این امر موجب گردیده است که از شبکه‌های حسگر بی‌سیم

[1] Actuators

در میدان‌های جنگی و منطقه‌ی دشمن استفاده‌ی زیادی گردد. گاهی اوقات در این شبکه‌ها گره‌ها با فرستنده و گیرنده‌های سیستم مکان‌یاب همراه می‌شوند و در موقعیت‌یابی دقیق مناطق جنگی، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به طور کلی از کاربردهای نظامی این شبکه‌ها می‌توان نظارت بر تجهیزات، مهمات و نیروهای خودی، نظارت بر مناطق جنگی، زیر نظر گرفتن نیروها و منطقه‌ی دشمن، جمع‌آوری اطلاعات مربوط به خرابی مناطق جنگی، تشخیص حملات شیمیایی و هسته‌ای و ... را نام برد. با توجه به اینکه در این شبکه‌ها از قبل نیاز به طراحی برای جایگذاری حسگرها نیست، می‌توان به راحتی حسگرها را در منطقه‌ی موردنظر قرار داد.

۲. کاربردهای محیطی

یکی دیگر از کاربردهای شبکه‌های حسگر بی‌سیم نظارت بر طبیعت و محیط می‌باشد. تشخیص آتش در جنگل، تعیین پارامترهای محیطی مثل دما و فشار، اندازه گیری رطوبت در مزارع کشاورزی، اندازه‌گیری سطح نفوذ آب در خاک، تشخیص گردباد و تشخیص مناطق آلوده در محیط چند نمونه از این نوع کاربردها می‌باشند. شبکه‌های حسگر بی‌سیم برای ردیابی حرکات پرندگان و حیوانات کوچک، زمین شناسی، هواشناسی و مطالعه‌ی آلودگی نیز دارای کاربرد می‌باشند. در جنگل‌ها برای آشکارسازی آتش از آن‌ها استفاده می‌شود که توسط این گره‌ها می‌توان به محل دقیق آتش سوزی قبل از گسترش آن دست یافت.

۳. کاربردهای سلامتی و پزشکی

شبکه‌های حسگر بی‌سیم جهت نظارت کردن بر وضعیت بیماران ناتوان، مدیریت دارو در بیمارستان‌ها و ردیابی و نظارت بر حرکت بیماران بکار می‌روند. در کارخانجات تولید مواد شیمیایی و پزشکی یکی از مهم‌ترین کاربردهای شبکه‌های حسگر نظارت در میزان ترکیبات داروها می‌باشد که کوچک‌ترین خطا در آن موجب به خطر افتادن جان هزاران انسان می‌شود. حسگرهای بی‌سیم می‌توانند بر عملکرد اپراتورهای مشغول به کار نیز نظارت می‌نمایند.

در [۲۱] و [۳۹] مواردی مثل جمع آوری اطلاعات فیزیولوژیکی بدن انسان از راه دور، پیدا کردن بیماران و پزشکان در یک محیط درمانی و همچنین مدیریت داروها در یک بیمارستان از این شبکه‌ها استفاده می‌شود. در نمونه‌هایی از استفاده‌ی این شبکه‌ها در کاربردهای پزشکی به چشم می‌خورد که از آن جمله می‌توان بررسی روند تأثیر داروها در بدن یک بیمار و نظارت بر وضعیت بیمار بدون مراجعه‌ی بیمار به پزشک را نام برد.

۴. سایر کاربردها

از دیگر کاربردهای این شبکه‌ها، کاربردهای آن‌ها در صنعت می‌باشد. برای مثال درمناطقی که حضور انسان مشکل و یا فرآیندهای اتوماسیون صنعتی یر ممکن است، می‌توان با راه‌اندازی این شبکه‌ها بر مواردی چون کنترل کیفیت محصولات و از آن مهم‌تر کنترل امنیت و ایمنی این نوع محیط‌ها نظارت کرد.

در [۴۲] سه نوع از کاربردهای شبکه‌های حسگر بی‌سیم در معدن‌های زیرزمینی (محیطی خطرناک برای کارکنان) مورد بررسی قرار گرفته است. کاربرد نوع اول مربوط به مانیتورینگ و جمع آوری داده‌های مربوط به پدیده‌ی فیزیکی مورد نظر (دما، رطوبت و نورانی بودن) می‌باشد. کاربرد نوع دوم برای موقعیت‌یابی و تعقیب یک جسم در منطقه‌ی تحت نظارت است و بالاخره کاربرد نوع سوم مربوط به نظارت بر ایمنی محیط می‌باشد که در این کاربرد، گره‌های حسگر برای کنترل عوامل غیرعادی ممکن چون آتش و نشت گازهای سمی در معدن زیرزمینی استقرار می‌یابند.

۱-۶ پشته پروتکلی

مطابق شکل ۱-۳، پشته پروتکلی از یک طرف دارای پنج لایه افقی شامل لایه‌های فیزیکی، پیوند داده، شبکه، انتقال، و کاربرد و از طرفی دارای سه لایه عمودی مدیریت توان، مدیریت جابه‌جایی و مدیریت وظیفه است[۱].