بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب **محمد رمضانی** متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آن استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکرگردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. در صورت اثبات تخلف(در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی اثر متعلق به دانشگاه شهید رجایی می‌باشد.

امضاء

محمد رمضانی

تهران – لویزان – کدپستی ۱۶۷۸۸- صندوق پستی ۱۶۳-۱۶۷۸۵ تلفن ۹-۲۲۹۷۰۰۶۰ (داخلی ۲۳۴۷)نمابر ۲۲۹۷۰۰۱۱ پست الکترونیک sru@sru.ac.ir

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

مکان یابی بهینه حسگر ها در شبکه های حسگر بی سیم

نگارش

محمد رمضانی

اساتید راهنما: دکتر سید زین العابدین موسوی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق – کنترل

اسفندماه ۱۳۹۱

تقدیم به:

همسر مهربان و پسر عزیزم

چکیده

شبکه های حسگر بی سیم که می تواند بر نواحی مختلف شبکه نظارت کرده و اطلاعات را جمع آوری نماید. این شبکه ها کاربرد وسیعی در نسل های دیگر شبکه ها دارد.

مکان یابی گره ها نقش کلیدی را در شبکه های حسگر بی سیم ارائه کرده است و به همین دلیل توجه زیادی را در سالهای اخیر به خودش جلب نموده است. با توجه به قاعده اصلی مکان یابی الگوریتم گام بردار فاصله[1] ما یک الگوریتم مکانیابی پیشرفته را پیشنهاد می کنیم که دارای سه مرحله میانگین اندازه یک گام، محاسبه فاصله بین گره های ناشناخته و گره های اصلی و در نهایت تخمین موقعیت گره ها پیشنهاد ما با توجه به مراحل در الگوریتم بردار فاصله بکار رفته است و عملکرد مکانیابی در تئوری و شبیه سازی ارزیابی شده است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که الگوریتم پیشنهادی افزایش چشم گیری را در دقت مکان یابی گره های ناشناخته داشته است.

در مجموع، الگوریتم پیشنهادی مراحل پروسه مکان یابی را در الگوریتم بردار مکان فاصله تغییر نمی دهد، بنابراین نیازی به سخت افزار اصافی و ارتباط منابع بیشتر ندارند.

کلمات کلیدی: شبکه های حسگر بیسیم، الگوریتم های مکان یابی، الگوریتم گام بردار فاصله.

[1]- DV-Hop

فهرست مطالب

۱ فصل اول ۱

۱-۱- پیشگفتار ۲

۱-۲- ساختار کلی شبکه های حسگر ۴

۱-۳- کاربرد ها و مزایای استفاده از شبکه های حسگر ۴

۱-۴- محدودیتهای سخت افزاری یک گره حسگر ۶

۱-۵- معماری شبکه های حسگر ۷

۱-۵-۱- معماری ارتباطی در شبکه های حسگر ۷

۱-۶- اجزای سخت افزاری گره ها ۸

۱-۶-۱- واحد پردازنده مرکزی (CPU) ۹

۱-۶-۲- فرستنده - گیرنده رادیویی ۱۰

۱-۶-۳- حافظه جانبی ۱۱

۱-۶-۴- منبع تغذیه ۱۲

۱-۶-۴-۱- باطری ها و سلولهای خورشیدی ۱۲

۱-۷- انواع حسگر ها ۱۳

۱-۷-۱- حسگر GPS ۱۳

۱-۸- اجزای نرم افزاری ۱۶

۱-۸-۱- سیستم عامل تاینی ۱۶

۲ فصل دوم ۱۸

۲-۱- مقدمه ۱۹

۲-۲- چالش مسیریابی بی شمار شبکه های حسگر بی سیم ۲۲

۲-۳- پروتکولهای مسیریابی در شبکه های حسگر بی سیم ۲۶

۲-۳-۱- مسیریابی تخت[۱۹] ۲۷

۲-۳-۲- پخش جهت‌دار ۳۰

۲-۳-۳- مسریابی شایعه‌ای ۳۱

۲-۳-۴- مسیریابی سلسه مراتبی[۱۷] ۳۲

۲-۴- پروتکولهای مسیریابی براساس مکان ۳۴

۲-۴-۱- وفاداری سازگار جغرافیایی..... ۳۵
۲-۵- پروتکول‌های مسیر یابی براساس عملکرد پروتکول[۱۷] [۱۹]..... ۳۶
۲-۵-۱- پروتکول‌های مسیریابی چند مسیره ۳۶
۲-۵-۱-۱- مسیریابی براساس استعلام ۳۷
۲-۵-۱-۲- مسیریابی براساس کیفیت سرویس ۳۷
۲-۶- نتیجه‌گیری ۳۷
۳ فصل سوم ۳۹
۳-۱- مقدمه ۴۰
۳-۲- الگوریتم های مبتنی بر محدوده..... ۴۱
۳-۲-۱- نمایانگر توان سیگنال دریافتی ۴۱
۳-۲-۲- زمان رسیدن سیگنال ۴۲
۳-۲-۳- اختلاف زمان رسیدن سیگنال..... ۴۴
۳-۲-۴- اندازه گیری زاویه ۴۵
۳-۲-۵- استفاده از اطلاعات زاویه رسیدن سیگنال ۴۶
۳-۳- الگوریتم های مستقل از محدوده..... ۴۷
۳-۳-۱- تقریب نقطه در ناحیه مثلثی ۴۸
۳-۴- چند مثال از گره حسگرها..... ۵۱
۳-۴-۱- خانواده " ذره میکا"..... ۵۱
۳-۴-۲- گره های شبکه های حسگر انرژی کارآمد ۵۲
۳-۴-۳- نمودار‌بافت ۵۳
۳-۵- اجزای سخت افزاری ۵۴
۳-۶- پروتکولهای ارتباطی[۱۹]..... ۵۵
۳-۶-۱- لایه فیزیکی ۵۵
۳-۶-۲- کانال بی سیم و ارتباطات اساسی..... ۵۶
۳-۶-۳- تخصیص فرکانس..... ۵۶
۴ فصل چهارم ۵۸

۴-۱- مقدمه ۵۹
۴-۲- الگوریتم گام بردار فاصله ۵۹
۴-۳- الگوریتم گام بردار فاصله توسعه یافته ۶۱
۴-۴- شبیه سازی ۶۲
۴-۵- نتیجه گیری ۶۷
۵ فصل پنجم ۶۸
۵-۱- مقدمه ۶۹
۶ منابع و مراجع ۷۱

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ معماری ارتباطی شبکه های حسگر بی سیم[۱۶] ۸
شکل ۲-۱اجزای یک گره حسگر و ارتباط آن با ایستگاه اصلی[۱۶] ۱۹
شکل ۲-۲یک دسته بندی کلی پروتکولهای مسیر یابی[۱۶] ۲۶
شکل ۲-۳نمای کلی از پخش جهت دار[۱۶] ۳۰
شکل ۲-۴ناحیه ثابت در پروتکول وفاداری سازگار جغرافیایی[۱۶] ۳۴
شکل ۳-۱تابع چگالی احتمال فاصله با فرض دانستن مقدار نمایانگر توان سیگنال دریافتی ۴۱
شکل ۳-۲اندازه گیری فاصله با استفاده از روش اختلاف زمان رسیدن سیگنال ۴۳
شکل ۳-۳زاویه بندی با استفاده از ۲ مرجع یا لنگر ۴۴
شکل ۳-۴نمای کلی از یک نحوه محاسبه از طریق زاویه رسیدن سیگنال ۴۵
شکل ۳-۵تشکیل مثلث ها[۱۰] ۴۷
شکل ۳-۶قضایای ۱و۲[۱۰] ۴۸
شکل ۳-۷ نمونه های بروز خطا در روش تقریب نقطه در ناحیه مثلثی[۱۰] ۴۸
شکل ۳-۸درصد خطا در قبال تغییر چگالی گره ها در تقریب نقطه در ناحیه مثلثی[۱۰] ۴۹
شکل ۳-۹الگوریتم اسکین[۱۰] ۵۰
شکل ۳-۱۰یک نوع گره حسگر قدیمی ذره میکا ۵۱
شکل ۳-۱۱بورد یک نوع گره شبکه های حسگر انرژی کارآمد ۵۲
شکل ۳-۱۲یک نوع دیگر گره حسگر نمودار بافت ۵۳
شکل ۳-۱۳قصمتهای اصلی یک گره حسگر ۵۴
شکل ۳-۱۴باند فرکانسی ارتباط بی سیم ۵۶
شکل ۴-۱الگوریتم گام بردار فاصله ۵۸
شکل ۴-۲خطا نسبت به گره های اصلی ۶۲
شکل ۴-۳خطا نسبت به شعاع انتقالی ۶۲
شکل ۴-۴خطا نسبت به افزایش گره ها ۶۲
شکل ۴-۵خطا نسبت به دفعات اجرا ۶۳
شکل ۴-۶دقت نسبت به گره های اصلی ۶۳
شکل ۴-۷دقت نسبت به شعاع انتقالی ۶۳
شکل ۴-۸دقت نسبت به افزایش گره ها ۶۴
شکل ۴-۹دقت نسبت به دفعات اجرا ۶۴
شکل ۴-۱۰پوشش ناحیه نسبت به افزایش گره ها ۶۴

فهرست جداول

جدول ۲-۱مقایسه بین سه پروتکول مسیر یابی[۱۶] ۳۳
جدول ۳-۱خلاصه ای از فرکانسهای باندISM ۵۶
جدول ۴-۱مقایسه الگوریتم اصلی و پیشنهادی افزایش گره و تغییرات شعاع انتقال ۶۵
جدول ۴-۲ مقایسه الگوریتم اصلی و پیشنهادی تعداد تکرار و تغییرات لنگر ۶۵

فهرست اختصارات

GPS: Global Positioning System
MEO: Medium Earth Orbit
IC: Integrated Circuit
TDOA: Time Difference of Arrival
TOA: Time of Arrival
RSSI: Receive Signal Strength Indicator
WSN: Wireless Sensor Networks
RF: Radio Frequency
DV: Distance Vector
APIT: Approximate Point In Triangulate
AOA: Angle of Arrival
MDS: Multi Dimensional Scaling
MMS: Multimedia Messaging Service
EYES: Energy-Efficient Sensor Networks
VLF: Very Low Frequency
EHF: Extremely High Frequency
GSM: Global System for Mobile Communications
ISM: Industrial, Scientific and Medical
MAC: Medium Access Control
BS: Base Station
SPIN: Sensor Protocols For Information via Negotiation
DD: Directed Diffusion
LEACH: Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy
CH: Clusterhead
GAF: Geographic Adaptive Fidelity
TOF: Time of Flight

فصل اول

مقدمه

۲-۱- مقدمه

امروزه بحث سیستمهای کنترل و نظارت از راه دور یکی از مباحث پر چالش در زمینه علوم الکترونیک و کامپیوترمی باشد. لذا تحقیقات در هر زمانی به دنبال راه حلی می باشد تا شرایط خاص و انتظارات مدنظر را پاسخ دهد؛ در شرایط وکیفیت کاری یکسان هر چه نسبت هزینه به کارائی پائینتر باشد، همان قدرمحبوبیت آن شیوه بالاتر خواهد رفت. برای اگاهی از تغییرات محیط اطراف و یا وضعیت هر مجموعه نیازمند یکسری تجهیزاتی هستیم که بعنوان حسگرشناخته می شوند و اینها تغییرات مدنظر (تغییرات فیزیکی یا شیمیائی) را در قالب یک پاسخ ، به منظور اندازه گیری میزان تغییرات و یا وجود آن، ارائه می دهند. پس از جمع آوری اطلاعات مورد نیاز می توان سایر عملیات را بر اساس پاسخ ارائه شده انجام داد.

پیشرفتهای اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بی سیم باعث شده بتوانیم گره های حسگر چند کاره ، با توان مصرفی پائین و هزینه کم داشته باشیم که از نظر اندازه خیلی کو چک هستند و برا ی مسافت های کوتاه می توانند با هم ارتباط برقرارکنند. این گره های حسگر کوچک طبق نظریه شبکه های حسگر، دارای تجهیزات حس کردن، پردازش داده ها و مخابره آنها و همچنین منابع انرژی می باشند. تفاوت اصلی شبک ه های حسگر با سایر شبکه ها در ماهیت داده- محورپردازشی بسیار محدود در آنهاست که موجب شده تا روش های مطرح شده جهت انتقال داده ها در سایر شبکه ها و حتی شبکه هایی که تا حد زیادی ساختاری مشابه شبکه های حسگر دارند مانند شبکه های موردی، در این شبکه ها قابل استفاده نباشند. روند توسعه این شبکه ها در حدی است که مطمئنا این شبکه ها در آینده نزدیک، نقش مهمی را در زندگی روزمره ما ایفا خواهند کرد.

از کاربرد هایی که در حال حاضر برای شبکه حسگر مطرح می شود و روز به روز بر تعدادشان افزوده می شود، می توان به کاربرد هایی نظیر عمل ردیابی در محیط های گسترده جغرافیایی، سیستم های امنیتی، نظارت بر سازه های بزرگ، نظارت بر بیماران دارای وضعیت حساس، نظارت بر پارامتر های محیطی در مناطقی که حضور انسان در آنها خطرناک است و بسیاری کاربرد های دیگر اشاره کرد. شبکه های حسگر

در واقع تجمع تعداد زیادی از گره های حسگر می باشند که در محیط پراکنده شده اند و هر کدام به طور خودمختار و با همکاری سایر گر ه ها هدف خاصی را دنبال می کنند. گره ها به هم نزدیک هستند و هرگره ای با گره دیگری می تواند ارتباط برقرار کند و اطاعات خود را در اختیار گره دیگری قرار دهد و در نهایت وضعیت محیط تحت نظر، به یک گره مرکزی گزارش می شود .

تکنیک ها و شیوه های مورد استفاده در چنین شبکه های وابستگی شدیدی به ماهیت کاربرد شبکه دارد و ساختارتوپولوژی شبکه، شرایط جوی و محیطی ، محدودیتها و . . . عوامل موثری در پارامترهای کارایی و هزینه شبکه می باشند. لذا امروزه در سرتاسر دانشگاه های معتبر و مراکز تحقیقاتی کامپیوتری ، الکترونیکی و بخصوص مخابراتی ، شبکه های حسگر بیسیم، یک زمینه تحقیقاتی بسیار جذاب و پرطرفدار محسوب می شود. تحقیقات و پیشنهادات زیادی در مباحث مختلف ارائه شده است و همچنان حجم تحقیقات در این زمینه سیر صعودی دارد .

هدف اصلی تمامی این تلاش ها و ارائه راهکارها، داشتن سیستمی با شیوه های کنترلی ساده ، آسان و با هزینه پائین می باشد که در نهایت با پاسخگویی به نیازمندیهای ما بتواند در مقابل محدودیتها پهنای باند، انرژی، دخالت های محیطی، فیدینگ و . . . ایستادگی کند و شرایط کلی را طبق خواسته ها و تمایلات ما انتقال حجم زیاد اطلاعات پر محتوا، بقاءپذیری و طول عمر بالا، هزینه پائین و . . . را فراهم سازد. لذا محققین جنبه های مختلف را تحلیل و بررسی می نمایند و سعی می کنند ایده های بهینه و کارا را استخراج کنند . این ا یده ها می توانند از محیط وحش اطرافمان الهام گرفته شده باشد و با استفاده ازقوانین ریاضی و نظریات تئوری و آماری می توان آنها را تحلیل نمود.

یکی از چالش های مطرح در زمینه شبکه های حسگر، نحوه مسیریابی و انتقال اطلاعات جمع آوری شده، در گره های این شبکه هاست. از آنجایی که این شبکه ها از لحاظ میزان انرژی قابل دسترسی و منابع پردازشی موجود، محدودیت دارند، نمی توان از روش های مطرح شده برای سایر شبکه ها، در شبکه های حسگر استفاده کرد.

۲-۲- ساختار کلی شبکه های حسگر

در این فصل ابتدا در مورد کاربرد ها و مزا یای استفاده از شبکه های حسگر و نقشی که که ا ین شبکه ها در زندگی روزمره ما، می توانند بر عهده بگیرند، مطالبی آورده خواهد شد و در نهایت در مورد معمار ی کلی شبکه های حس گر، اعم از معماری ارتباطی در آنها و اجزای سخت افزاری هر گره به بحث و بررسی خواهیم پرداخت [۱].

۲-۳- کاربرد ها و مزایای استفاده از شبکه های حسگر

همانطور که در بحث مقدمه مطرح شد، امروزه کاربردها ی بس یاری بر ای شبکه های حسگر مطرح شده است و روز به روزهم بر تعداد آنها اضافه می شود. برخی از کاربردهایی که تا کنون بر روی این شبکه ها مورد ارزیابی قرار گرفت هاند، عبارتند از:

- **میدان های جنگی** : در میدان های جنگی ، می توان جهت شناسایی و بررسی آماری تجهیزات و نیروی دشمن وهمینطور کلاس بندی و پیگردی نحوه آرایش و مسیر حرکت نیروهای دشمن یا نیروهای خودی ، از شبکه های حسگر استفاده کرد و در نهایت وضعیت نیروهای خودی را در قبال نیروهای دشمن بررسی نمود[۱].
- **شناسایی محیطهای آلود ه** : در محیط های مختلف امکان وجود آلودگیهای مختلف وجود دارد . لذا با استفاده ازچنین شبکه هایی، می توان وجود آلودگی های مشخصی را در سطح محیط تحت نظر ، بررس ی کرد و حتی میزان غلظت آلودگی در قسمتهای مختلف را مشاهده نمود و در نهایت با استفاده از اطلاعات آماری بدست آمده ، درخروجی سیستم می توان نمودار سه بعدی وضعیت آلودگی در سطح محیط زیر نظر را بدست آورد . نوع آلودگی نیز می تواند یکتا نباشد و با توجه به امکانات ، هر گره در شبکه حسگر می تواند شناسایی چندین نمونه آلودگی را پشتیبانی کند.
- **مانیتورکردن محیط زیست** : مجموعه ای از تحقیقات در زمینه محیط زیست نیازمند انجام مطالعات مکرر ومتمرکز و صرف زمان زیادی جهت جمع آوری اطلاعات م ی باشد که معمولا از حوصله و توانایی چشمان انسان خارج است و در چن ین موارد ی از دستگاه های مانیتورینگ ، تحلیلگر و ذخیره کننده نتایج استفاده می شود. از طرفی دیگر ، به خاطر وجود برخی شرایط محیط زیست ، اکثر کارهای تحقیقاتی بایستی در سکوت و آرامش صورت گیرد تا وجود انسان و تجهیزات در محیط اثر

منفی در عملکرد غریزه ای و واقعی موجودات نداشته باشد تا موجب کاهش کیفیت تحقیق گردد . از این رو معمولا تمام سیستم های مانیتورینگ ، قابلیت کنترل از راه دور را دارند . در عین حال این سیستم ها طوری انتخاب می گردند که وجود آن ها در محیط محسوس نباشد . با در نظر گرفتن تمام موارد فوق ، ملاحظه می شود که شبکه های حسگر، علاوه بر بحث هزینه پایین مصرفی ، درزمینه مانیتور کردن محیط زیست ، از توانایی بالایی برخودار می باشند. در مواردی همچون بررسی وضعیت آب وهوای جوی محیط و بررسی وضعیت ظاهری آن، بخصوص محیط سرسبز و جنگلی ، بررسی رشد و نمو گیاهان و موجودات و موقعیت یابی و پیگردی موجودات زنده در محیط زیست م یتوان از قدرت بالای شبکه های حسگر استفاده کرد.

- **بررسی و تحلیل وضعیت بناهای ساختمانی** : بسیاری از سازمانها و موسسات تحقیقاتی در زمینه عمران و مسکنبرای انجام مطالعات و تحقیقات خود از وضعیت بناهای مدنظر ، در طول زمان یا در هنگام بروز حوادث طبیعیبخصوص زلزله ، نیازمند استفاده از تجهیزات مانیتورینگ می باشند تا اطلاعاتی مانند میزان فشار و تحمل مصالح،وجود ترک ، میزان آ سیب وارده ، وضعیت فرسودگی ، امنیت و حفاظت ساختمان و یا سایر جزئیات مرتبط با هدفتحقیقات در مورد بناها یی مثل ساختما ن های قدیمی ، پل ها، سدها، موز ه ها و . . . را جمع آوری کنند و با توجه بهتوانایهای شبک ههای حسگر، می توان از این شبکه ها برای دست یافتن به اهداف مطرح شده در بالا استفاده کرد.
- **در جاده ها و بزرگرا ههای هوشمند** : یکی از مشکلات جامعه و راهنمایی و رانندگی ، کنترل وضعیت ترافیک درسطح شهر م یباشد. با بر پایی شبک های از گره های حسگر در سطح شهر و قرار دادن گره ها در بزرگرا ها و خیابان هایشهر، می توان بزرگراه ها و خیابانها را هوشمند ساخت و از وضعیت تراکم عبور و مرور وسایل نقلیه و یا بروز حوادثیمانند برخورد چند ین وسیله نقلیه ، در نقاط زیر نظر گره های حسگر، اطلاع یافت و در نهایت در کل سطح شهروضعیت ترافیک و تصادفات را شناسایی و پیگیری نمود [۱].
- **کاربردهای مختلف د ر زمینه پزشکی** : در زمینه برر سی و مطالعات پزشکی در مورد گیاهان و یا انسان ها ، جهتآگاهی از وضعیت جسمانی آنها، می توان از گره های حسگر استفاده نمود و در موارد مختلف ، از جمله قراردادن گره هادر لایه های زیر پوست برای انجام مطالعات مکرر در طی مدت زمان نسبتاً طو لانی، دستگاه های پزشکی و بخصوص در زمینه فیزیک پزشکی، می توان از شبکه های حسگر استفاده نمود. همچنین با توجه به ماهیت شبکه های حسگر، می توان مزایایی مانند برپایی سریع در مواقع اضطراری و فوری ، استفاده درمحیطهای که بایستی پارازیت و اختلال در آنها وجود نداشته باشد، اجتناب از قرار گرفتن در محیطهای خطرناک و غیر

عاقلانه برای مطالعات مکرر، شیوه اقتصادی مقرون به صرفه برای جمع آوری اطلاعات در طولانی مدت و . . . نام برد [۱].

۲-۴- محدودیتهای سخت افزاری یک گره حسگر

عواملی چون اقتصادی بودن سیستم، توانایهای مورد انتظار، تعداد انبوه گره ها و نهایتا عملی شدن اید ه ها در محیط واقعی،موجب گشته هر گرهی یکسری محدودیتهای سخت افزاری داشته باشد. این محدودیتها در ذیل اشاره شده و در مورد هرکدام توضیحی ارائه گردیده است:

- **هزینه پائین** : بایستی سیستم نهایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. چون تعداد گره ها خیلی زیاد بوده وبرآورد هزینه هر گره در تعداد زیادی بالغ بر چند صد هزار ضرب می گردد، بنابراین هر چه از هزینه هر گره کاسته شود، در سطح کلی شبکه ، صرفه جویی زیادی صورت خواهد گرفت و سعی م ی شود هزینه هر گره به کمتر از یک دلار برسد.
- **حجم کوچک** : گره ها به نسبت محدوده ای که زیر نظر دارند ، بخشی را به حجم خود اختصاص می دهند. لذا هر چه این نسبت کمتر باشد به همان نسبت کارایی بالاتر می رود و از طرفی در اکثر موارد برای اینکه گره ها جلب توجه نکند و یا بتوانند در برخی مکان ها قرار بگیرند نیازمند داشتن حجم بسیار کوچک می باشند.
- **توان مصرفی پائین** : منبع تغذیه در گره ها محدود می باشد و در عمل ، امکان تعویض یا شارژ مجدد آن مقدور نیست؛ لذا بایستی از انرژی موجود به بهترین نحو ممکن استفاده گردد.
- **نرخ بیت پائین** : به خاطر وجود سایر محدودیتها، عملا میزان نرخ انتقال و پردازش اطلاعات در گره ها، نسبتا پایین می باشد.
- **خودمختار بودن** : هر گره ای بایستی از سایر گره ها مستقل باشد و بتواند وظایف خود را طبق تشخیص و شرایط خود، به انجام برساند.
- **قابلیت تطبیق پذیر ی** : در طول انجام نظارت بر محیط، ممکن است شرایط در هر زمانی دچار تغییر و تحول شود. مثلا برخی از گره ها خراب گردند. لذا هر گره بایستی بتواند وضعیت خود را با شرایط بوجود آمده جدید تطبق دهد.

۲-۵- معماری شبکه های حسگر

هر شبکه حسگر از تعداد زیادی گره ارزانقیمت با اندازه کوچک، تشکیل شده است و هر گره نیز از مجموعه ای از اجزای سخت افزاری تشکیل شده است که در کنار یکدیگر وظایف هر گره را به انجام می رسانند. در حال حاضر هر گره حسگر از بهم پیوستن تعدادی قطعات از پیش طراحی شده حاصل می شود ولی در آینده می توان کلیه مدار های مورد نیاز یک حسگر را در یک مدار مجتمع فشرده و در اندازه بسیار کوچکتری پیاده سازی کرد که کاهش قابل ملاحظه ای در اندازه و توان مصرفی برای گره های شبکه حسگر پیشنهاد شده است. نهایتا سیستم عامل نسبتا ساده ای به نام سیستم عامل تاینی[1] که بر مبنای کنترل رویداد ها طراحی شده است و منابع هر گره را به نحو مناسبی کنترل می کند.

۲-۵-۱- معماری ارتباطی در شبکه های حسگر

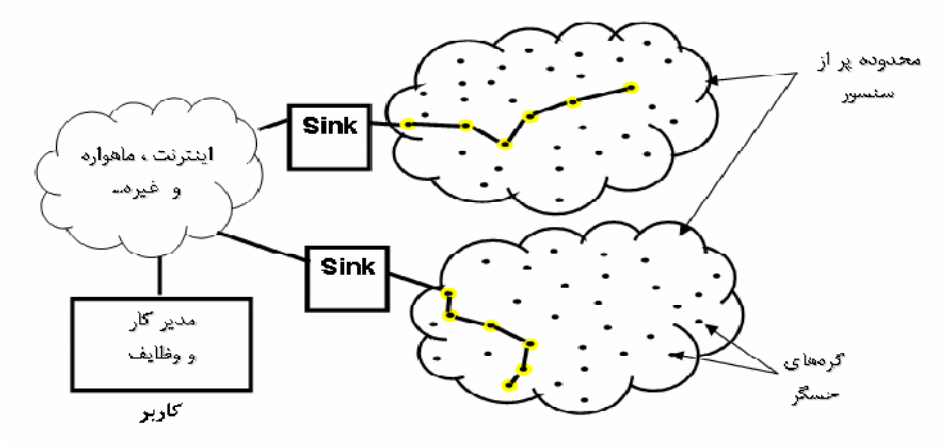
- همانطور که در مقدمه بیان شد، شبکه های حسگر در حالت کلی ماهیت داده محور دارند و بنابراین، ساختار ارتباطی بین گره های حسگر باید طوری طر احی شوند که با ماهیت این شبکه ها، هماهنگی داشته باشند . چون اکثر کاربرد های شبکه های حسگر در مواردی است که عملا امکان اتصال گره ها به یکدیگر عملی یا مقرون به صرفه نیست، در ا ین گونه شبکه ها عموما از ارتباط بیسیم استفاده می شود. و ساختار کلی این شبکه ها به این صورت است که تعداد زیادی گره همسان، در محیط گیرنده مر کزی[2]، پراکنده می شوند و پس از جمع آوری اطلاعات مورد نظر، آن را به یک گیرنده مرکز ی ارسال می کنند. گیرنده مرکزی گرهی با میزان انرژی بالا و تجهیزات مورد نیاز می باشد و در واقع واسط بین شبکه حسگر و محیط اطراف می باشد . در شبکه های با وسعت جغرافیایی زیاد، می توان از چندین گیرنده مرکز ی استفاده کرد تا مسیر ارسال داده ها به گیرنده ها، بیش از حد طولانی نگردد.

از آنجایی که ارسال مستقیم راد یویی در فواصل ز یاد، به انرژ ی بسیار زیادی نیاز دارد، در شبکه های حسگر ، از روشهای انتقال اطلاعات به صورت گام به گام استفاده می شود. علاوه بر ا ین مورد، در اکثر موارد بین بسیاری از گر ه ها و گیرنده های

[1] –Tiny OS

[2]- sink

مرکز ی، به علت مسا یلی مانند فاصله ز یاد یا موانع جغرافیایی، ممکن است دید مستقیمی بین گره و گیرنده مرکزی وجود نداشته باشد.

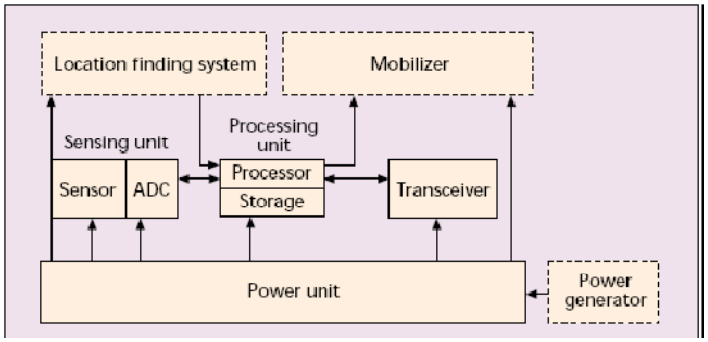


شکل ۲-۱ معماری ارتباطی شبکه های حسگر بی سیم[۱۶]

روشهای متنوعی جهت پراکندن اطلاعات در شبکه ها ی حسگر، پیشنهاد شده است که تعداد ی از آنها در فصل بعد، مختصرا آورده شده اند. در شکل۱-۱شمایی از معماری ارتباطی در شبکه های حسگر، نشان داده شده است.

۲-۶- اجزای سخت افزاری گره ها

با توجه به عملکرد متفاوت شبکه های حسگر، هر گره می تواند با توجه به وظایف تعریف شده از اجزای متنوعی تشکیل شده باشد ولی در حالت کلی هر گره از یکسری اجزای کلی تشکیل شده است که عبارتند از واحد پردازش مرکزی، فرستنده -گیرنده رادیویی، منبع تغذیه که می تواند از طریق باطری یا سلولهای خورشیدی یا ترکیب هر دو، انرژی مورد نیاز سیستم را فراهم کند ، یک یا تعدادی حسگر که داده های مورد نظر را جمع آوری می کنند، انواع حافظه های جانبی در صورت نیاز، در صورت نیاز و سایر اجزایی که بسته به کاربرد های متفاوت می تواند در هر گره گنجانده شود . در ذیل GPS موقعیت یاب توضیحات بیشتری در مورد هریک از موارد بالا آورده شده است.



شکل۱-۲ معماری سخت افزار گر ه شبکه های حسگر[۱۶]

۲-۶-۱- واحد پردازنده مرکزی (CPU)

برای استفاده در گره های شبک ه های حسگر ، میزان توان مصرفی پردازنده و سی پی یو یکی از فاکتورهای مهم در انتخاب پشتیبانی آن از حالت های متنوع کاری (از لحاظ توان مصرفی) می باشد. همچنین در گره هایی که نیاز به پردازش حجیم نیز از اهمیت بالایی برخوردار است . یکی دیگر از فاکتورهای مهم میزان واحدپردازش مرکزی اطلاعات دریافتی دارند، میزان توان پردازشی جهت ارتباط با وسایل جانبی و ارتباط سریال غیرهمزمان[1] و ارتباط سریال جانبی[2] تجهیزات جانبی گنجانده شده در میکروکنترلر است . تجهیزاتی مانند رابط برای بررسی توان مصرفی یا تبدیل اطلاعات حسگرهای دارای خروجی آنالوگ، تقریبا از ملزومات میکروکنترلر مورد A/D استفاده در گره های شبکه های حسگر می باشند و وجود چنین تجهیزاتی از طرفی موجب کاهش توان مصرفی مدار و از طرف دیگر باعث کاهش هزینه کلی تمام شده برای هر گره می شود. نهایتا قیمت میکروکنترلر نیز نباید از حد قابل قبولی بالاتر باشد.

ATMEL یکی از شرکتهای سازنده میکروکنترلر مورد استفاده در شبکه های حسگر است. با توجه به موارد مطرح شده در بالا میکروکنترلر۱۰ بیتی، یک A/D هشت بیتی است که دارای یک ATMEGA از خانواده AVR می باشد که یک میکروکنترلر ۳۲0LS8535 ۸M برای مود کم مصرف و k دارای چندین مود کاری مصرفی با فرکانسهای کاری مختلف مانند ، UARTوSPI رابط نیز برای این منظور استفاده کرد که مشابه اتمگا برای مود پر مصرف می باشد. همچنین می توان از میکروکنترلر16 از شرکتMSP430F همین میکروکنترلر است.

[1]- UART
[2]- SPI