

انتخاب سنسور در شبکه های سنسور بی سیم با هدف کاهش مصرف انرژی

قاسم فرجام نیا^۱، یوسف قاسموا^۲، جوانشیر کاظموا^۳، رحمت علی نژاد^۴

^۱ پژوهشکده تحقیقاتی ریاضیات کاربردی و علوم کامپیوتر، دانشگاه دولتی باکو، باکو، جمهوری آذربایجان
^۲ پژوهشکده تحقیقاتی ریاضیات کاربردی و علوم کامپیوتر، دانشگاه دولتی باکو، باکو، جمهوری آذربایجان
^۳ پژوهشکده تحقیقاتی ریاضیات کاربردی و علوم کامپیوتر، دانشگاه دولتی باکو، باکو، جمهوری آذربایجان
^۴ دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه، ارومیه، آذربایجان غربی، جمهوری اسلامی ایران

نام و نشانی ایمیل نویسنده مسئول:

قاسم فرجام نیا

چکیده

در این مقاله ابتدا شبکه های حسگر بی سیم معرفی خواهد شد و سپس به تشریح ساختار کلی شبکه های حسگر، ساختمان گره، کاربردها و مزایای استفاده از شبکه های حسگر، تشریح معماری ارتباطی شبکه های حسگر بیسیم، اجزای سخت افزاری و نرم افزاری می پردازیم.
واژگان کلیدی: شبکه حسگر بی سیم، بهره وری انرژی

مقدمه

شبکه های حسگر بی سیم ناحیه ای تشکیل یافته از تعداد زیادی گره کوچک است که در هر گره تعدادی حسگر وجود دارد این شبکه به شدت با محیط فیزیکی تعامل دارد بطوریکه از طریق حسگر، اطلاعات را از محیط دریافت می کند. ارتباط بین این گره ها به صورت بی سیم است و هر گره به طور مستقل و بدون دخالت انسان کار می کند. امروزه کاربرد شبکه های حسگر بی سیم بسیار گسترده شده است. این کاربردها در قشرهای مختلف و مصارف گوناگون از جمله: کاربردهای نظامی، نمایش سلامتی، مکان یاب، کشف حرکت، اتوماسیون خانگی، نمایشهای محیطی و ... قابل مشاهده است. البته در کاربردهای نظامی، خود شامل مصارف گوناگونی از جمله ، کشف تجاوز، نمایش محیط، جمع آوری اطلاعات و آمادگی در مناطق ناشناخته ، ردیابی و ... است. معمولا" در شبکه های سنسوری بیسیم محدودیت انرژی سنسورها از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. در این شبکه ها معمولا" برای افزایش قابلیت اطمینان اطلاعات جمع آوری شده ، از ترکیب اطلاعات چند سنسور استفاده می نمایند و اینکه کدام سنسورها انتخاب شوند کاملا" روی کیفیت اطلاعات جمع آوری شده و مصرف انرژی موثر است . مسئله مورد نظر انتخاب سنسورهایی است که کیفیت مورد نظر را برای ما بر آورده نمایند و در عین حال مصرف انرژی کمینه گردد تا طول عمر شبکه حداکثر شود.

۱. تعریف شبکه های حسگر

شبکه حسگر ناحیه ای تشکیل یافته از تعداد زیاد گره کوچک است که در هر گره تعدادی حسگر وجود دارد این شبکه به شدت با محیط فیزیکی تعامل دارد بطوریکه از طریق حسگر اطلاعات را از محیط دریافت می کند ارتباط بین این گره ها به صورت بی سیم است هر گره به طور مستقل و بدون دخالت انسان کار می کند در واقع تفاوت اساسی این شبکه ها ارتباط آن با محیط پیرامون و پدیده فیزیکی است. با این تفسیر که شبکه های سنتی ارتباط بین انسانها و پایگاه های اطلاعاتی را فراهم می کند در حالیکه یک شبکه حسگر مستقیما" با جهان فیزیکی در ارتباط است و با استفاده از حسگرها محیط فیزیکی را مشاهده نموده و بر اساس این مشاهدات تصمیم گیری نموده و عملیات مناسب را انجام می دهد.

۲. ساختار کلی شبکه های حسگر

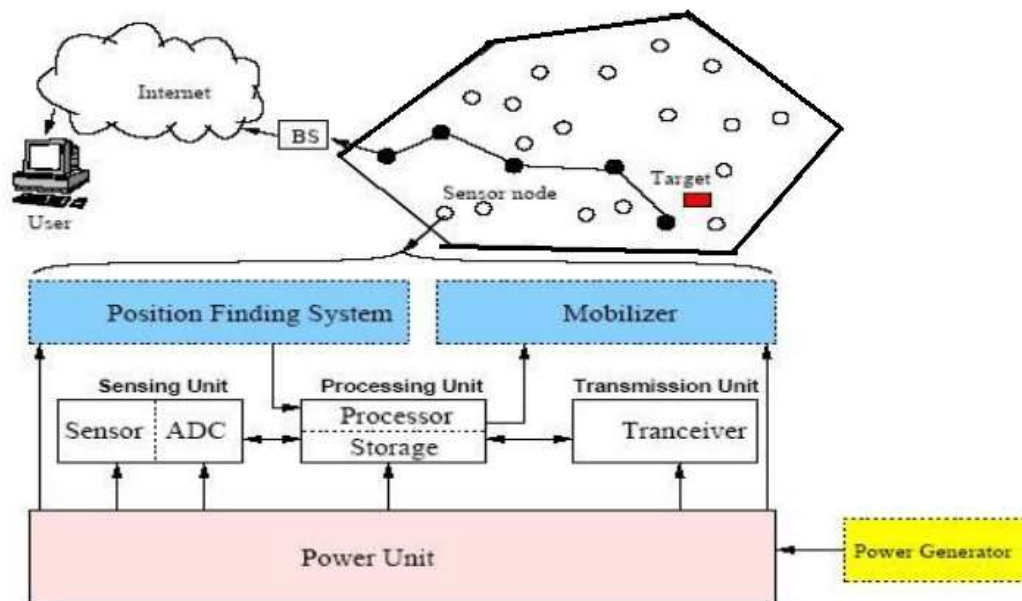
لازم است قبل از ارائه ساختار کلی تعدادی از تعاریف کلیدی را در اینجا ذکر کنیم:

حسگر: وسیله ای که وجود شیء رخداد یک وضعیت یا مقدار یک کمیت فیزیکی را تشخیص داده و به سیگنال الکتریکی تبدیل میکند. حسگرها انواع مختلفی دارند مانند حسگرهای دما ، فشار، رطوبت، نور، شتاب سنج و ...
گره حسگر: به گره ای گفته می شود که شامل یک یا چند حسگر است.
شبکه حسگر: شبکه ای است که شامل گره های حسگر است و در کاربردهایی که هدف ، جمع آوری اطلاعات و تحقیق در مورد یک پدیده می باشد کاربرد دارد.

میدان حسگر: ناحیه کاری که گره های حسگر در آن توزیع می شوند.

چاهک: گرهی که جمع آوری داده ها را بر عهده دارد و ارتباط بین گره های حسگر و گره مدیر وظیفه را برقرار می کند.

گره مدیر وظیفه: گرهی که یک شخصی به عنوان کاربر یا مدیر شبکه از طریق آن با شبکه ارتباط برقرار می کند. فرامین کنترلی و پرس و جوها از این گره به شبکه ارسال شده و داده های جمع آوری شده به آن بر میگردد.



ساختار شبکه و گره حسگرها [1]

3. ساختمان گره

هر گره شامل واحد حسگر، واحد پردازش داده ها، فرستنده و گیرنده بی سیم و منبع تغذیه است. بخشهای اضافی که شامل واحد متحرک ساز، سیستم مکان یاب و تولید توان نیز ممکن است بسته به کاربرد گره ها وجود داشته باشد.

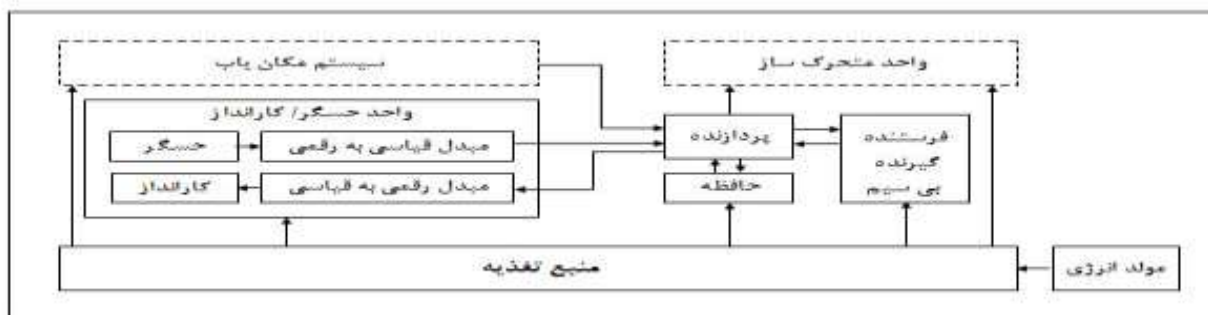
واحد پردازش داده: شامل یک پردازنده کوچک، حافظه و یک باتری با ظرفیت محدود است. داده ها را از حسگر گرفته و بسته به کاربرد آن، پردازش محدودی روی آنها انجام داده و از طریق فرستنده ارسال می کنند، همچنین مدیریت هماهنگی و مشارکت با سایر گره ها را در شبکه انجام می دهند.

واحد فرستنده - گیرنده: ارتباط با شبکه را برقرار می کنند.

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 می دهد.

واحد تأمین انرژی: توان مصرفی تمام بخشها را تأمین می کند که اغلب یک باتری با انرژی محدود است.

محدودیت منبع انرژی یکی از تنگناهای اساسی است که در طراحی شبکه های حسگر همه چیز را تحت تأثیر قرار می دهد. در کنار این بخش ممکن است واحدی برای تولید انرژی مثل سلول های خورشیدی وجود داشته باشند. در گره های متحرک واحدی برای متحرک سازی وجود دارند مکان یاب، موقعیت فیزیکی گره را تشخیص می دهد. تکنیکهای مسیر دهی و وظایف حسگری به اطلاعات مکان با دقت بالا نیاز دارند. یکی از مزایای شبکه های حسگر توانایی مدیریت ارتباط بین گره های در حال حرکت است.



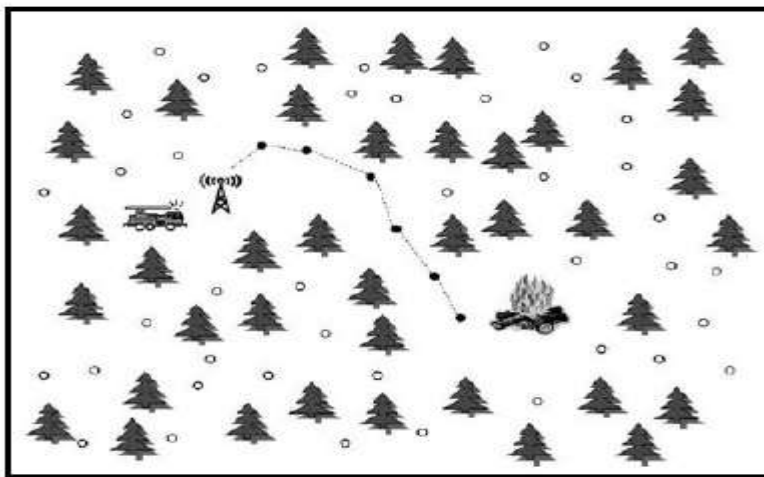
ساختمان داخلی گره حسگر [1]

۴. کاربردها و مزایای استفاده از شبکه های حسگر نظارت بر سازه های بهداشتی - سازه های هوشمند

حسگرهایی که در دستگاهها و ماشین آلات کارگذاری شده اند می توانند به منظورهای متفاوتی مورد استفاده قرار گیرند از جمله پایش وضعیت دستگاه، که بطور نمونه در فاصله زمانی معین وضعیت دستگاه مورد نظر را اندازه گیری می کند. در چنین حالتی قطعاتی که باید تعمیر و یا تعویض شوند شناسایی شده و تعویض و تعمیر می شوند. ولی اگر این تجهیزات و قطعات سالم باشند و آنها را تعویض کنند هزینه خیلی زیادی را بوجود می آورد. کاری که با برنامه های زمان بندی تعمیرات قابل انجام نیست. چون گاهی در فاصله بین بازرسی ها از دستگاهها ممکن است که قطعه ای دچار آسیب شود. (که این وضع با سیستم های موجود قابل تشخیص نیست). اما با استفاده از حسگرهایی بی سیم که بطور مستقیم وضعیت دستگاه را مورد سنجش قرار می دهند این امکان بوجود می آید که هر لحظه از وضعیت کارکرد تجهیز آگاه شویم تا در صورت بروز خرابی و قبل از اینکه اتفاق ناگوار و شدیدی پیش آید از بروز آن جلوگیری کنیم و از صرف هزینه های زیاد خودداری شود [5]. علاوه بر اینکه استفاده از حسگرهای بی سیم باعث می شود از صرف هزینه های سنگین نصب کابل های طولانی و مشکلاتی نظیر آن جلوگیری شود. ضمن اینکه استفاده از حسگرهای بی سیم نه تنها باعث حذف استفاده از کابل های دست و پا گیر می شود بلکه آنها را از استفاده از باتری هم بی نیاز می کند چون ماهیت برخی از ماشینها، سازه ها و مواد تحت آزمایش به گونه ای است که چنین نیازی وجود ندارد [5,6]. مواد سیمانی و یا کامپوزیتی قرار داده می شود و یا داخل اعضای کاشتنی در بدن implants جاگذاری می شوند.

مهار و جلوگیری از آتش سوزی

دستگاه های ردیابی (smoke detector) سالهاست که در بازار وجود دارند و در خیلی از منازل استفاده می شوند تا ما را از وقوع حریق آگاه کنند. اما نکته اینجاست که این دستگاه ها در هر اتاق به طور مجزا عمل می کنند و اگر در یک اتاق حریق رخ دهد سایر اتاقها از آن آگاه نمی شوند و یا اینکه در یک ساختمان عمل می کنند و ساختمانهای مجاور را که در معرض خطر هستند مطلع نمی سازند. می توان با استفاده از شبکه حسگر این گره های حسگر دود را به هم متصل کرد تا یکدیگر را آگاه کنند و با هم ارتباط داشته باشند.



کاربرد شبکه حسگر در مهار آتش سوزی [3]

اصلی ترین نوع تشخیص آتش سوزی در جنگلها کاربرد دارد. همه آتش سوزیهایی که در جنگل ها اتفاق می افتد از یک شعله بسیار کوچک آغاز می شود و به سوختن هزاران هکتار از جنگل منجر می شود. با پراکندن حسگرهای دود در جنگل و نظارت بر آن می توان حریق را در مراحل اولیه تشخیص داد و آنرا مهار کرد. همچنین می توان از گره های حسگر در مهار حریق نیز کمک گرفت و آتش را به سمت مورد نظر هدایت کرد. به این صورت که شرایط محیط را بررسی کرده وابتدا قسمتی از آتش را خاموش کنیم که احتمال گسترش بیشتری دارد.

اتوماسیون (خودکاری سازی) صنعتی industrial automation

استفاده از کابل های سیمی نه تنها گران قیمت است بلکه دست و پاگیر هم هست خصوصاً هنگامی بخواهیم از آنها برای قطعات متحرک استفاده کنیم. اما استفاده از حسگرهای بی سیم نه تنها به سرعت و به ارزانی صورت می گیرد بلکه این امکان را فراهم می کند که آنها را در محل هایی نصب کنیم که دستیابی به آنها مشکل است و عملاً امکان نصب کردن حسگر بر روی آنها وجود ندارد. بطور معمول بیش از ۱۰ حسگر برای اندازه گیری شکافی که لاستیک نشت بندی کننده در بین آن قرار می گیرد باید نصب شود. قبلاً نصب این همه حسگر با سیم هایی که داشتند در این محل خط تولید کاری بسیار طاقت فرسا و سنگین بود. استفاده از حسگرهای بی سیم این امکان را می دهد شاخص هایی را که قبلاً عملاً امکان اندازه گیری نداشتند اندازه گیری کنیم. سایر کاربردهای آن شامل: سیستم های کنترل انرژی؛ حراست و نظارت توربین های بادی است. پایش های زیست محیطی خدمات پشتیبانی در محل و نیز مراقبت های بهداشتی و پزشکی از دیگر کاربردهای این حسگرهای بی سیم هستند.

کاربردهای برجسته - نظارت سازه های شهری

یکی از مهم ترین کاربردهای هوشمندانه ای که اخیراً برای این نوع حسگرها ابداع شده است استفاده از آنها برای آگاهی از وضعیت نبروها و انرژی وارد به سازه های بزرگ شهری است سازه هایی مثل پل بن فرانکلین که بر روی رودخانه دلور Delaware river نصب شده است و ویلادلفیا و کامدن را به هم متصل می کند. این پل برای حمل اتومبیل و قطار و نیز افراد پیاده طراحی شده است. مقامات مسئول پل در نظر داشته اند که میزان کشش وارده به پل را تحت نظارت داشته باشند خصوصاً هنگامی که قشارهای پر سرعت از روی پل عبور می کنند. شبکه ای ستاره ای مشتمل بر ۱۰ حسگر کششی بکار گرفته شده اند تا هنگام عبور این قطارهای پر سرعت میزان فشار و تنش را که به پل وارد می کنند اندازه گیری کنند. گره های این حسگرهای بی سیم در محفظه های نشت بندی شده NEMA محصور قرار داده شده اند. یک کشش سنج که بطور مناسبی نشت بندی شده است توسط جوش به نقاطی از سازه های فولادی و نگهدارنده های پل متصل شده است. طیف انتقال این حسگرها بر روی این شبکه ستاره ای تقریباً ۱۰۰ متر است. حسگرها با نمونه گیری های کم توان تجهیز شده اند که با فرکانس پائینی حدود ۶ هرتز اقدام به نمونه گیری کششی می کنند تا بتوانند زمان عبور قطار را حس کرده و میزان کشش تولید شده را اندازه گیری نمایند [2]. وقتی قطار از روی ریل عبور می کند میزان کشش ریل ها تغییر کرده و این تغییر توسط حسگر ها حس می شود. و بعد از آن سیستم نمونه گیری شروع به گرفتن نمونه با نرخ بیشتر می نماید. سپس این شکل موج های ثبت شده ناشی از میزان کشش در فلاش مموری که در گره حسگر وجود دارد ضبط می شود. و آنگاه بطور دوره ای هر چند مدت یکبار این اطلاعات جمع آوری شده روی فلاش مموری به پایگاه داده ها منتقل می شود. این حسگرها به یک دستگاه تلفن همراه مجهز هستند که می تواند اطلاعات ثبت شده را برای تجزیه و تحلیل به دفتر مهندسی که تحلیل کننده هستند ارسال نماید. سیستم جمع آوری داده ها به گونه ای طراحی شده است که کمترین توان ممکن را مصرف کند بطوریکه مصرف آن را از حدود ۳۰ میلی آمپر به ۱ میلی آمپر در حالت پیوسته در آورده است. این وضعیت باتری لیتیومی را قادر می سازد که بیش از یکسال بطور پیوسته در حال کار کردن باشد. میزان دقت (تفکیک) داده های کششی جمع آوری شده بطور معمول کمتر از ۱ میکرو استرین micro strain است.

پیشرفتهای آینده

عمومی ترین و فراگیرنده ترین کاربرد شبکه های حسگرهای بی سیم با بکار گیری باتری هاست در آینده بجای این باتری ها از مواد پیزوالکتریک PIEZOELECTRIC برای سنجش کشش محیط و نیز ذخیره انرژی در خازن ها و باتری های قابل شارژ استفاده خواهد شد. با ترکیب سیستم های هوشمند صرفه جویی انرژی و با پیشرفت هایی که در زمینه ساخت شیمی باتری های نازک صورت گرفته است این امکان فراهم شده است که باتری هایی را طراحی کرد که بارها و بارها و به تعداد بیشمار امکان شارژ مجدد داشته باشند. این سیستم ها باعث شده اند راه حلی برای نظارت بی سیم و بدون نیاز به تعمیر و نگهداری و با عمر طولانی مدت ارائه داده شده است.

۵. محدودیتهای سخت افزاری یک گره حسگر

عوامی چون اقتصادی بودن سیستم، توانایی های مورد انتظار، تعداد انبوه گره ها و نهایتاً عملی شدن ایده ها در محیط واقعی موجب گشته هر گرهی یکسری محدودیت های سخت افزاری داشته باشد. این محدودیت ها شامل:

هزینه پایین:

بایستی سیستم نهایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. چون تعدادگره ها خیلی زیاد بوده و بر آورد 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 می شود هزینه هر گره به کمتر از یک دلار برسد.

حجم کوچک :

گره‌ها به نسبت محدوده‌ای که زیر نظر دارند، بخشی را به حجم خود اختصاص می‌دهند. لذا هر چه این نسبت کمتر باشد به همان نسبت کارایی بالاتر می‌رود و از طرفی در اکثر موارد برای اینکه گره‌ها جلب توجه نکنند و یا بتوانند در برخی مکان‌ها قرار بگیرند نیازمند داشتن حجم بسیار کوچک می‌باشند.

توان مصرفی پایین :

منبع تغذیه در گره‌ها محدود می‌باشد و در عمل، امکان تعویض یا شارژ مجدد آن مقدور نیست، لذا باید از انرژی موجود به بهترین نحو ممکن استفاده گردد.

نرخ بیت پایین :

به خاطر وجود سایر محدودیت‌ها ، عملاً میزان نرخ انتقال و پردازش اطلاعات در گره‌ها، نسبتاً پایین می‌باشد.

خود مختار بودن :

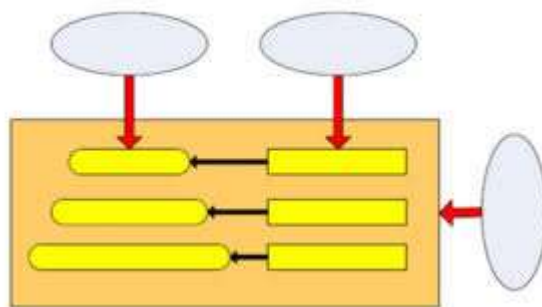
هر گره بایستی از سایر گره‌ها مستقل باشد و بتواند وظایف خود را طبق تشخیص و شرایط خود، به انجام برساند.

قابلیت تطبیق پذیری :

در طول انجام نظارت بر محیط، ممکن است شرایط در هر زمانی دچار تغییر و تحول شود. مثلاً برخی از گره‌ها خراب گردند. لذا هر گره بایستی بتواند وضعیت خود را با شرایط به وجود آمده جدید تطبیق دهد.

۶. معماری شبکه‌های حسگر :

هر شبکه حسگر از تعداد زیادی گره ارزان قیمت با اندازه کوچک تشکیل شده است و هر گره نیز از مجموعه‌ای از اجزای سخت افزاری تشکیل شده که در کنار یکدیگر وظایف هر گره را به انجام می‌رسانند . در حال حاضر هر گره حسگر از به هم پیوستن تعدادی قطعات از پیش طراحی شده حاصل می‌شود ولی در آینده می‌توان کلیه مدارهای مورد نیاز یک حسگر را در یک مدار مجتمع فشرده و در اندازه بسیار کوچکتری پیاده سازی کرد که کاهش قابل ملاحظه‌ای در اندازه و توان مصرفی هر گره را در بر خواهد داشت . نهایتاً سیستم عامل نسبتاً ساده‌ای به نام TinyOs برای گره‌های شبکه حسگر پیشنهاد شده است که بر مبنای کنترل رویدادها طراحی شده است و منابع هر گره را به نحو مناسبی کنترل می‌کند.

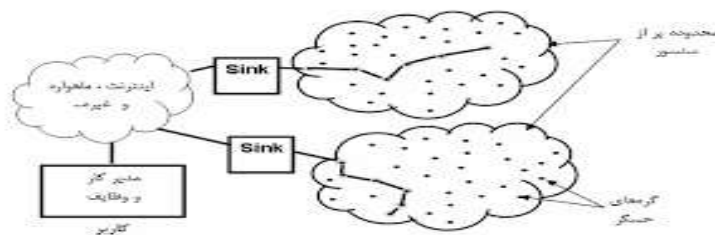


معماری شبکه‌های حسگر [2]

۷. معماری ارتباطی در شبکه‌های حسگر :

شبکه‌های حسگر در حالت کلی ماهیت داده-محور دارند و بنابراین ساختار ارتباطی بین گره‌های حسگر باید طوری طراحی شوند که با ماهیت این شبکه‌ها هماهنگی داشته باشند. چون اکثر کاربردهای شبکه‌های حسگر در مواردی است که عملاً امکان اتصال گره‌ها به یکدیگر عملی یا مقرون به صرفه نیست ، در این گونه شبکه‌ها عموماً از ارتباط بی سیم استفاده می‌شود و ساختار کلی این شبکه‌ها به این صورت است که تعداد زیادی گره همسان ، در محیط پراکنده می‌شوند و پس از جمع‌آوری اطلاعات مورد نظر ، آن را به یک گیرنده مرکزی ارسال می‌کنند .گیرنده مرکزی گرهی با میزان انرژی بالا و تجهیزات مورد نیاز می‌باشد و در واقع واسطه بین شبکه حسگر و محیط اطراف می‌باشد. در شبکه‌های با وسعت جغرافیایی زیاد ، می‌توان از چندین گیرنده مرکزی استفاده کرد تا مسیر ارسال داده‌ها به گیرنده‌ها ، بیش از حد طولانی نگردد. از آنجایی که ارسال مستقیم رادیویی در فواصل زیاد ، به انرژی بسیار زیادی نیاز دارد در شبکه‌های حسگر ، از روش‌های انتقال اطلاعات به صورت گام به گام استفاده می‌شود . علاوه بر این مورد ، در اکثر موارد بین بسیاری از گره‌ها و گیرنده‌های مرکزی ، به علت مسائلی مانند فاصله زیاد یا موانع جغرافیایی ، ممکن است دید مستقیمی بین گره و گیرنده مرکزی

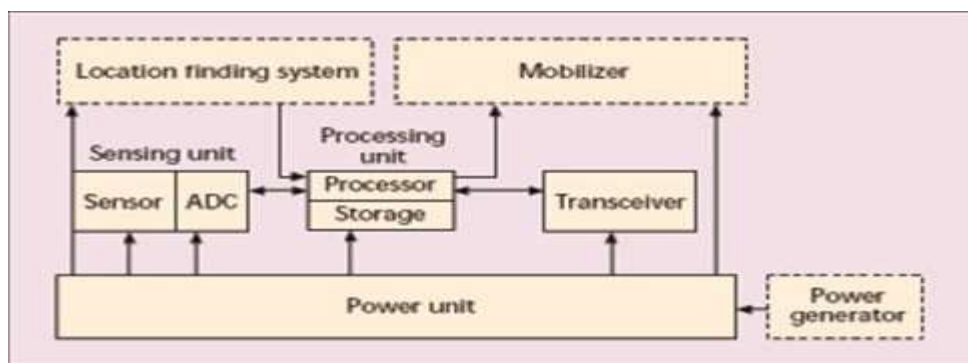
وجود نداشته باشد. روشهای متنوعی جهت پراکندن اطلاعات در شبکه های حسگر ، پیشنهاد شده در شکل زیر شمایی از معماری ارتباطی در شبکه های حسگر نشان داده شده است



معماری ارتباطی شبکه های حسگر بیسیم [2]

۸. اجزای سخت افزاری

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 یک سری اجزای کلی تشکیل شده است که عبارتند از: واحد پردازش مرکزی ، فرستنده ، گیرنده رادیویی ، منبع تغذیه که می تواند از طریق باتری یا سلولهای خورشیدی یا ترکیب هر دو ، انرژی مورد نیاز سیستم را فراهم کند ، یک یا تعدادی حسگر که داده های مورد نظر جمع آوری می کنند ، انواع حافظه های جانبی در صورت نیاز ، موقعیت یاب GPS در صورت نیاز و سایر اجزایی که بسته به کاربردهای متفاوت می تواند در هر گره گنجانده شود . در ذیل توضیحات بیشتری در مورد هر یک از موارد بالا آورده شده است.



معماری سخت افزار هر گره شبکه های حسگر [4]

واحد پردازنده مرکزی (CPU) :

یکی از فاکتورهای مهم در انتخاب CPU برای استفاده در گره های شبکه های حسگر ، میزان توان مصرفی پردازنده و پشتیبانی آن از حالت های متنوع کاری (از لحاظ توان مصرفی) است. همچنین در گره هایی که نیاز به پردازش حجیم اطلاعات دریافتی دارند ، میزان توان پردازشی CPU نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی دیگر از فاکتورهای مهم میزان تجهیزات جانبی گنجانده شده در میکرو کنترلر است تجهیزاتمانند روابط SPI و UART جهت ارتباط با وسایل جانبی و A/D برای بررسی توان مصرفی یا تبدیل اطلاعات حسگرهای اداری خروجی آنالوگ ، تقریباً" از ملزومات میکرو کنترلر مورد استفاده در گره های شبکه های حسگر هستند 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. نهایتاً" قیمت میکرو کنترلر نیز باید از حد قابل قبولی بالاتر باشد .

یکی از میکرو کنترلر های مورد استفاده در شبکه های حسگر با توجه به موارد مطرح شده در بالا ، میکرو کنترلر ATMEGA 90LS8535 می باشد که یک میکرو کنترلر AVR از خانواده ATMEGA هشت بیتی است که دارای یک A/D 10 بیتی ، یک رابط SPI و UART ، دارای چندین مود کاری مصرفی با فرکانسهای کارمختلف مانند 32K برای مود کم مصرف و 8M برای مود پر مصرف می باشد. همچنین می توان از میکرو کنترلر ATMEGA 16 نیز برای این منظور استفاده کرد که مشابه همین کنترلر است. جایگزین بهتری که برای میکرو کنترلر های فوق مطرح شده ، میکرو کنترلر MSP430F149 از شرکت TI است که یک میکرو کنترلر ۱۶ بیتی RISC بوده و دارای A/D ۱۶ بیتی و دوددد پورت سریال است. این میکرو کنترلر نسبت به میکرو کنترلر های AVR دارای توان مصرفی و قیمت پایین تری است.

فرستنده-گیرنده رادیویی :

فرستنده-گیرنده رادیویی یکی از اجزای با اهمیت در گره های شبکه های حسگر است و بسته به کاربردهای مختلف، می تواند تنوع زیادی داشته باشد. مهم ترین مشخصه در انتخاب فرستنده-گیرنده ها، برد مورد نیاز برای ارتباط بین گره های شبکه است. در شبکه هایی با گره های نزدیک به هم، می توان از فرستنده های کم مصرف استفاده کرد ولی توان مصرفی در فرستنده-گیرنده ها با بردهای بیشتر، به شدت افزایش پیدا میکند و باید در آنها از مکانیزم های کنترل توان دقیق تری استفاده کرد. یکی از فرستنده-گیرنده های مناسب برای بردهای زیاد (در حدود چند کیلومتر) 9Xstream Radio محصول شرکت Max Stream می باشد که در فرکانس 900 MHZ کار می کند. فرستنده-گیرنده دیگری که برای بردهای نسبتاً کوتاه به کار می رود TR 1000 است که این فرستنده-گیرنده دارای برد کمتری است ولی توان مصرفی آن بسیار کمتر از فرستنده-گیرنده مطرح شده در بالاست (در حدود 1/10). به طور کلی اگر از فرستنده-گیرنده هایی استفاده کنیم که لایه Data Link را به صورت داخلی پشتیبانی می کنند و عمل تصحیح خطا و سریال و موزی کردن را خودشان انجام می دهند، بار پردازشی CPU و پیچیدگی نرم افزار کاهش خواهد یافت.

حافظه جانبی :

در صورتی که مقدار حافظه موجود در CPU برای نگهداری اطلاعات مورد نظر کافی نباشد که معمولاً هم چنین است، می توان از حافظه های دائمی مانند حافظه Flash استفاده کرد که هم ارزان قیمت است و هم حجم کمی را در مدار اشغال می کند. فضای حافظه Flash، به یک سری صفحه با حجم کوچکتر تقسیم می شود که این صفحات باید به صورت یکجا نوشته یا پاک شوند. تعداد دفعات نوشتن یک حافظه Flash محدود است.

حسگرها :

حسگرها عمل اصلی در شبکه های حسگر یعنی عمل جمع آوری اطلاعات را بر عهده دارند. انواع گوناگونی از حسگرها طراحی شده اند که بسیاری از آنها مبدل آنالوگ به دیجیتال داخلی دارند و می توانند از طریق رابط I^2C به رابط سریال پردازنده متصل شوند. یک پروتکل ارتباط سریال سنکرون است که از طریق آن می توان تا ۸ وسیله جانبی را به یک پورت وصل کرد و در آن هر وسیله یک ID منحصر به فرد داراست. در کل با توجه به کاربرد مورد نظر و زمان نمونه برداری حسگر از محیط و توان مصرفی آن در مقایسه با میکرو کنترلر مرکزی، می توان دو معماری متفاوت برای عملکرد گره حسگر ارائه کرد. یکی از این روش ها این است که ما CPU را در حالت عادی به صورت Standby در آوریم و با دریافت اطلاعات با اهمیت CPU را فعال کنیم و در روش دیگر می توانیم تغذیه حسگر را در حالت عادی قطع کنیم و زمانی که می خواهیم از اطلاعات نمونه برداری کنیم تغذیه حسگر را فعال کنیم. این عمل خصوصاً در مواردی که حسگر توان مصرفی بالایی دارد، کاملاً ضروری می باشد.

حسگر GPS :

یکی از حسگرهای عمده ای که کاربرد فراوانی در شبکه های حسگر استفاده می شود، حسگر GPS است که در مواردی از قبیل موقعیت یابی و مسیر یابی در گره ها، جمع آوری اطلاعات مکانی خصوصاً در گره های سیار، دریافت زمان و انجام عمل سنکرون سازی بین گره ها و کاهش حجم تبادل اطلاعاتی که بین گره ها جهت عملیاتی مانند دست تکانی و سنکرون سازی گره ها رد و بدل می شود. البته با توجه به توان مصرفی و قیمت نسبتاً بالای حسگرهای موقعیت یاب صریح مانند GPS، تحقیقاتی برای استفاده از روش های مکان یابی نسبی در گره های شبکه های حسگر، در حال انجام است. در این حالت می توان حسگرهای مکان یاب را تنها در تعدادی از گره های شبکه گنجانند و سایر گره ها با استفاده از اطلاعاتی که از گره های مجاور دریافت می کنند و با تحلیل فاصله های نسبی، عمل مکان یابی را انجام دهند. چون در حالت روشن بودن دائمی حسگرهای GPS توان زیادی مصرف می کنند، آنها را هر چند مدت یک بار، چند لحظه روشن نگه می داریم و در صورت قفل شدن آن در یک مدت زمان خاص (مثلاً یک دقیقه) اطلاعات دریافت شده را قرائت می کنیم. این عمل دقت اطلاعات بدست آمده را به طور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد. برای جبران این خطاها باید ملاحظات خاصی را در استفاده از این حسگرها در نظر بگیریم، تا بتوانیم دقت اطلاعات دریافتی را افزایش دهیم.

نمونه هایی از حسگرهای موقعیت یاب:

حسگر GPS-MS1E از شرکت Blox، توان مصرفی در حدود ۴۶۲ mw، زمان راه اندازی گرم برابر با ۲ ثانیه را دارد.
حسگر RGPSM002، از شرکت Xemics، توان مصرفی برابر با 62.7 mw، زمان راه اندازی گرمی برابر با ۱۲ ثانیه را دارد.

منبع تغذیه

معمولاً گره‌های شبکه حسگر هنگامی که در محیط قرار می‌گیرند، از دسترس ما خارج می‌شوند به نحوی که با تمام شدن منبع انرژی آنها، عملاً گره‌ها بلا استفاده می‌گردند. لذا منبع تغذیه در ساخت گره‌های شبکه‌های حسگر از اهمیت خاصی برخوردار است. در حالت کلی از دو نوع منبع تغذیه قابل شارژ و غیر قابل شارژ می‌توان استفاده کرد. در صورتی که شرایط محیطی گره‌ها اجازه بدهد می‌توانیم از انواع انرژی‌ها مانند انرژی حرکتی یا انرژی خورشیدی برای تامین توان مورد نیاز گره‌ها یا جهت شارژ کردن باتری‌ها استفاده نمود.

باتری‌ها و سلول‌های خورشیدی:

در طراحی شبکه‌های حسگر می‌توان از انواع باتری‌ها استفاده کرد. در صورتی که نخواهیم از باتری‌های قابل شارژ استفاده کنیم معمولاً باتری‌های آلکالاین برای این منظور مناسب هستند. فقط ولتاژ این باتری‌ها با گذشت زمان در طول عمر آنها به صورت خطی افت می‌کند و از ۳٫۴ به ۱٫۸ ولت می‌رسد. این نکته باید در طراحی منبع تغذیه مناسب آنها در نظر گرفته شود. در صورت استفاده از باتری‌های قابل شارژ می‌توان از باتری‌های Li-Ion استفاده کرد که در این صورت باید از سلول‌های خورشیدی یا سایر منابع انرژی جهت شارژ کردن آنها استفاده کرد. مزیت اصلی باتری‌های Li-Ion این است که در طول بازه فعالیتشان دارای ولتاژ نسبتاً ثابتی هستند و مانند باتری‌های آلکالاین دچار افت ولتاژ قابل توجهی نمی‌شوند. هنگام استفاده از سلول‌های خورشیدی نیز باید این نکته را مد نظر قرار داد که اگر تعدادی سلول خورشیدی را پشت سر هم به صورت سری ببندیم، ممکن است تعدادی از آنها که نور کمتری دریافت می‌کنند، دارای ولتاژ دو سر منفی گردند و توان تولید شده توسط سلول‌های دیگر را مصرف کنند، پس باید آرایش مناسبی برای استفاده از چندین سلول خورشیدی در نظر گرفته شود تا به حداکثر بازده ممکن رسید.

اجزای نرم افزاری

با پیچیده تر شدن عملیات محول شده به هر گره به تدریج پیچیدگی سیستم افزایش پیدا می‌کند و نیاز به یک سیستم عامل ساده که دسترسی به منابع سخت افزاری در هر گره شبکه حسگر را سهولت بخشد، بیشتر احساس می‌شود. یکی از سیستم‌های ساده که تا کنون طراحی شده و در انواع مختلفی از شبکه‌های حسگر پیاده سازی شده است، سیستم عامل TINY OS است که توضیح می‌دهیم.

سیستم عامل TINY OS

این سیستم عامل یک سیستم عامل رویدادگرا است و از یک هسته چند ریسمانی بسیار کارآمد تشکیل شده است. همچنین این سیستم عامل یک ساختار برنامه ریزی دو سطحی دارد که اجازه می‌دهد تا مقدار پردازش محدودی بر روی رویدادهای سخت افزاری به صورت ایجاد وقفه در هنگام انجام وظایف طولانی صورت پذیرد. در طراحی این سیستم عامل، انرژی مهم ترین منبع موجود در نظر گرفته می‌شود و به نظر می‌رسد که یکی از راه‌های حل‌های بهینه برای استفاده از منابع پردازنده استفاده از روش رویدادگرا باشد. مجموعه عملکردهایی که به یک رویداد نسبت داده شده اند به سرعت اجرا می‌شوند و در حین اجرای آنها هیچ توقفی اجازه داده نخواهد شد. در حالت خواب، سیکل‌های استفاده نشده در CPU جهت انتظار فعال برای رخ دادن هر گونه رویداد قابل توجه، کار می‌روند.

نتیجه گیری

در طراحی سخت افزار برای شبکه های حسگر ، محدودیت هایی وجود دارد که از جمله این محدودیت ها هزینه پایین ، حجم کوچک ، توان مصرفی پایین ، نرخ بیت پایین ، خود مختار بودن گره ها و نهایتاً " به قابلیت تطبیق پذیری با تغییرات محیط اشاره کرده ر شبکه حسگر از تعداد زیادی گره ارزان قیمت با اندازه کوچک تشکیل شده و هر گره نیز از مجموعه ای از اجزای سخت افزاری تشکیل یافته که در کنار هم وظایف و وظایف هر گره را انجام می دهند. هر گره حسگر از به هم پیوستن تعدادی از قطعات از پیش طراحی شده بوجود می آید اما در آینده می توانیم تمام مدارهایی را که یک حسگر نیاز دارد را در یک مدار مجتمع فشرده و در اندازه بسیار ریزتری پیاده سازی کنیم که باعث کاهش چشم گیر در توان مصرفی و اندازه هر گره میشود. در ضمن کیه اجزای یک شبکه حسگر که قبلاً ذکر شد با توجه کاربردشان و ابعاد شبکه ، طراحی و تعبیه می شوند با پیچیده شدن عملیات ارائه شده به هر گره تدریجاً " پیچیدگی سیستم افزایش چشم گیر می یابد و ما نیاز به یک سیستم عاملی داریم تا دسترسی به منابع سخت افزاری در هر گره شبکه حسگر را آسانتر نماید یک نوع از سیستم عاملهیی که تا کنون طراحی شده و در شبکه های حسگر قابل پیاده سازس بوده سیستم عامل Tiny Os می باشد، که سیستم عامل فوق یک سیستم عامل رویدادگر می باشد و از یک هسته ریسمانی بسیار کارآمد تشکیل شده است.

منابع و مراجع

- [1] Y. Ammar, A. Buhrig, M. Marzencki, B. Charlot, S. Basrou, K. Matou, M. Renaudin, "**Wireless sensor network node with asynchronous architecture and vibration harvesting micro power generator**", Joint sOc-EUSAI conference, Grenoble, October 2005.
- [2] C. T. Ee, N. V. Krishnan and S. Kohli, "Efficient Broadcasts in Sensor Networks," Unpublished Class Project Report, UC Berkeley, Berkeley, CA, May 12, 2003.
- [3] V. Shnayder , M. Hempstead, B. Chen, G. Werner Allen, M. Welsh, "**Simulating the Power Consumption of Large-Scale Sensor Network Applications**", Division of Engineering and Applied Sciences, Harvard University, SenSys'04, November 3-5, 2004, Baltimore, Maryland, USA.
- [4] آرش نصیری اقبالی " روشهای انتشار اطلاعات در شبکه های حسگر بی سیم " سمینار کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی امیر کبیر
مهرماه ۸۴ تهران ایران
- [5]. حسین کاری ،طراحی و پیاده سازی پروتکل های مسیریابی ospf ، سومین کنفرانس فناوری اطلاعات و دانش ، ۶ آذر ۱۳۸۶ ، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۷
- [6] براین استوارت، راهنمای جامع CCNA BSCI ، ترجمه دکتر حسین محسن زاده، چاپ اول، آریا پژوه و موسسه فرهنگی و اطلاع رسانی آموزگارمهر (انتشارات زوفا) ، ۱۳۸۷