مجتمع فنی و مهندسی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی برق- مخابرات

کاهش مصرف انرژی در سیستم های نظارت محیطی مبتنی بر شبکه‌های حسگر بی‌سیم

استاد راهنما : دکتر سید محمد تقی المدرسی

استاد مشاور : دکتر قاسم میرجلیلی

پژوهش و نگارش : سهیل طلایی

اسفند ۱۳۸۹

تقدیم به

پدر و مادرم

با تشکر از همسر آینده ام

که با نبودنش کمک شایانی به پیشرفت این پایان نامه کرد

با تشکر و قدردانی از

دکتر سید محمد تقی المدرسی

و

دکتر قاسم میر جلیلی

چکیده :

کاربرد شبکه‌های حسگر بی‌سیم با سرعت زیادی رو به افزایش است. از یکسو پیشرفت فنآوری ساخت حسگرها، که باعث بهبود در عملکرد، کاهش هزینه و کوچک شدن اندازه آنها شده است و از سوی دیگر استفاده از مزایای شبکه های پیشا، نظیر راحتی و هزینه کمتر اجرای آنها نسبت به شبکه‌های سنتی استفاده از این فنآوری را ترغیب می‌کنند. در شبکه‌های حسگر منبع انرژی گره‌ها محدود است این محدودیت یک مانع عمده بکارگیری شبکه‌های حسگر بی-سیمی در سیستم‌های نظارت محیط است، دراین پایان‌نامه الگوریتم مسیریابی ارائه شده که سبب کاهش مصرف انرژی در پروتکل‌های لایه دسترسی به رسانه انتقال و درنتیجه افزایش طول عمر شبکه می‌شود. این الگوریتم شامل دو مرحله برای ساختن درخت پوشا روی گره‌هاست. در مرحله اول یک درخت پوشا با ریشه (ایستگاه پایه) ساخته می‌شود و در مرحله دوم این درخت تصحیح می‌شود تا به درختی با گره‌های کم انشعاب‌تر برسیم. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که هنگامی که فاصله زمانی بین رخدادها نسبت به دوره تناوب روشن و خاموش شدن گیرنده‌های رادیویی گره‌ها زیاد است پروتکل پیشنهادی طول عمر شبکه را نسبت به روش معتبر SPT تا حدود ۸۰٪ افزایش می‌دهد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: شبکه های حسگر بی سیم و کاربرد های آن

۱-۱-مقدمه ۲

۱-۲-انواع شبکه های حسگری ۵

۱-۳-کاربردهای شبکه های حسگر بی سیم ۸

۱-۳-۱-کاربردهای تجاری ۹

۱-۳-۲-کاربردهای پزشکی ۱۰

۱-۳-۳- کاربردهای مهندسی ۱۱

۱-۳-۴-کاربردهای محیط زیستی ۱۴

۱-۳-۵-کاربردهای نظامی ۱۵

۱-۴-مدیریت شبکه های حسگر بی سیم ۱۶

۱-۴-۱- مدیریت شبکه در WSN ۱۸

۱-۴-۲-طراحی معماری شبکه ۲۱

فصل دوم:پروتکل‌های لایه دسترسی

۲-۱-مقدمه ۲۶

۲-۲-انواع ارسال ۲۷

۲-۳-پروتکل S-MAC ۲۹

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۲-۳-۱- شنود و خواب دوره ای ۳۰

۲-۳-۲- جلوگیری از تصادم ۳۳

۲-۳-۳- جلوگیری از هم شنوایی ۳۴

۲-۳-۴- ارسال بسته ها ۳۵

۲-۳-۵- صرفه جویی در انرژی و افزایش تاخیر ۳۶

۲-۴- پروتکل WISE-MAC ۳۹

۲-۵-پروتکلTRAMA ۴۱

۲-۶- پروتکلSIFT ۴۲

۲-۷- پروتکل D-MAC ۴۴

فصل سوم: مسیر یابی

۳-۱-مقدمه ۴۸

۳-۲-مسیریابی هموار ۵۱

۳-۲-۱- پروتکل SPIN ۵۱

۳-۲-۲- انتشار جهت دار ۵۳

۳-۲-۳- مسیریابی رومر Rumor ۵۵

۳-۲-۴-پروتکل MCFA ۵۶

۳-۲-۵- مسیریابی آگاه از انرژی ۵۷

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۳-۳-مسیریابی سلسله مراتبی ۵۸

۳-۳-۱-پروتکلLEACH ۵۸

۳-۳-۲- پروتکل PEGASIS ۶۱

۳-۳-۳- پروتکل TEEN ۶۲

۳-۳-۴- مسیریابی با معماری شبکه بندی مجازی ۶۴

۳-۳-۵- مسیریابی مطلع از توان سلسله مراتبی ۶۴

۳-۴- پروتکل های مسیر یابی مبتنی بر مکان ۶۵

۳-۴-۱- پروتکلGAF ۶۶

۳-۴-۲- مسیریابی جغرافیایی مطلع از انرژی ۶۷

۳-۴-۳- پروتکل SPAN ۶۹

فصل چهارم: صرفه جویی توان در شبکه های حسگر بی سیم

۴-۱-مقدمه ۷۲

۴-۲- زمان انجام وظیفه ۷۶

۴-۲-۱- مدیریت انرژی ۷۹

۴-۲-۱-۱- خواب و بیداری ۷۹

۴-۲-۱-۲- پروتکل لایه دسترسی با دوره وظیفه کم ۸۸

۴-۳- رویکردهای مبتنی بر اتفاق ۹۲

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۴-۳-۱- پیش بینی داده ها ۹۲

۴-۳-۲- کسب داده به صورت کارا انرژی ۹۴

۴-۴- راهکارهای صرفه جویی توان بر مبنای تحرک گره ها ۹۷

۴-۴-۱- رویکرد مبتنی بر مقصد متحرک ۹۸

۴-۴-۲-رویکرد مبتنی بر گره های واسطه متحرک ۹۹

فصل پنجم: ساخت درخت پوشای یکنواخت

۵-۱-مقدمه ۱۰۲

۵-۲- الگوریتم ساخت درخت پوشا ۱۰۵

۵-۲-۱- مدل شبکه ۱۰۵

۵-۲-۲- ساخت درخت اولیه ۱۰۵

۵-۲-۳-تصحیح مسیر ۱۱۰

۵-۳- شبیه‌سازی‌ها ۱۱۲

۵-۳-۱-مدل انرژی ۱۱۲

۵-۳-۲-ساخت درخت پوشا در روش ۱۱۳

۵-۳-۳- معرفی سناریوی شبیه سازی ۱۱۴

۵-۳-۴- نرم افزار شبیه‌ساز ۱۱۵

۵-۳-۵- ارزیابی نتایج الگوریتم ارائه شده در S-MAC ۱۱۶

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۵-۳-۶- ارزیابی عملکرد الگوریتم در TDMA..... ۱۲۴

فصل ششم:جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۶-۱- جمع‌بندی، نتیجه‌گیری ۱۳۶

۶-۲- پیشنهادها ۱۳۷

مراجع ۱۳۹

فهرست شکل‌ها

شکل (۱-۱)گره‌های حسگری ۵

شکل (۱-۲) کاربرد شبکه‌های حسگر بی‌سیم ۱۱

شکل (۱-۳) کاربرد شبکه‌های حسگر بی‌سیم در مهندسی ۱۳

شکل (۱-۴) کاربرد شبکه‌های حسگر بی‌سیم در صنعت ۱۴

شکل (۱-۵) ساختمان بلوک دیاگرامی حسگر بی‌سیم ۱۷

شکل (۱-۶) فرم خوشه‌ای شبکه حسگر ۱۹

شکل (۲-۱) نحوه ارتباط دو گره در S-MAC ۳۱

شکل(۲-۲) ارتباط یک فرستنده و چند گیرنده. CS مخفف(Carrier Sense) ۳۳

شکل (۲-۳) کدام گره‌ها هنگام ارسال باید خواب باشند؟ ۳۵

شکل(۲-۴) روش کار WISE-MAC ۴۰

شکل(۲-۵) درخت جمع آوری داده در DMAC ۴۴

شکل(۳-۱) یک مثال از انتشار جهت دار ۵۵

شکل(۳-۲) عملکرد TEENو APTEENدر طول زمان ۶۲

شکل(۳-۳) شبکه بندی مجازی درGAF ۶۷

شکل(۴-۱) معماری یک شبکه حسگری بی‌سیم ۷۲

شکل (۴-۲) ساختمان بلوک دیاگرامی یک گره ۷۳

شکل(۴-۳) تقسیم‌بندی روش‌های صرفه‌جویی توان ۷۵

شکل(۴-۴): تقسیم‌بندی روش‌های دوره وظیفه ۷۶

شکل(۴-۵): روش PTW ۸۱

شکل (۴-۶): Radio Triggered Power Management ۸۲

شکل (۴-۷): طرح شطرنجی بیداری..... ۸۴

شکل(۴-۸): مثالی از شمای غیر همزمان ۸۵

شکل (۴-۹): کشف یک فرستنده غیر همزمان..... ۸۷

شکل(۴-۱۰): کشف یک فرستنده غیر همزمان زمان انجام وظیفه کوتاه..... ۴۸

شکل(۴-۱۱): رویکردهای مبتنی بر اتفاق..... ۹۳

شکل(۴-۱۲): راهکارهای صرفه جویی توان بر مبنای تحرک گره‌ها ۹۷

شکل(۱-۱): مثالی از مراحل تشکیل درخت اولیه..... ۱۰۷

شکل(۱-۲): فلوچارت تشکیل درخت اولیه..... ۱۰۸

شکل (۱-۳): مثالی از مراحل تصحیح مسیر..... ۱۱۰

شکل(۱-۴): فلوچارت تصحیح مسیر ۱۱۲

شکل(۵-۵): نمایشی از سناریوی مورد استفاده در شبیه‌سازی. نقطه‌ها نمایشگر گره‌های(۵۰ عدد) حسگری و نقطه بزرگتر در وسط نشان دهنده ایستگاه پایه ۱۱۵

شکل (۵-۶): نمایش ترتیب مرگ گره‌ها در SPT در پروتکل S-MAC ۱۱۸

شکل(۵- ۷): نمایش ترتیب مرگ گره‌ها در درخت پوشای پیشنهادی در پروتکل S-MAC..... ۱۱۹

شکل(۵-۸): آهنگ مصرف انرژی در دو گره حسگری با تعداد برنامه مختلف در پروتکلS-MAC ۱۲۰

شکل(۵-۹): انرژی مصرفی برای انتقال یک بسته در ترافیک‌های متفاوت در شبکه‌ای با ۵۰ گره ۱۲۱

شکل(۵-۸):(الف) مقایسه طول عمر الگوریتم پیشنهادی و SPT در S-MAC در شبکه‌ای با ۵۰ گره (ب)واریانس انرژی گره‌ها ۱۲۳

شکل(۵-۱۱): زمانبندی گره‌ها برای ارسال و دریافت بسته‌ها درTDMA ۱۲۵

شکل(۵-۱۲): ترتیب مرگ گره‌ها در SPT در TDMA ۱۲۵

شکل (۵-۱۳): ترتیب مرگ گره‌ها درالگوریتم پیشنهادی در TDMA ۱۲۶

شکل (۵-۱۴): آهنگ مصرف انرژی در گره حسگری در پروتکل (TDMA) درشبکه‌ای با ۵۰ گره (الف) چگالی ترافیک تولید شده نسبت به دوره تناوب روشن وخاموش شدن گره‌ها کم است(۱۰۷ رخداد) (ب) چگالی ترافیک تولید شده افزایش یافته(۶۰۰ رخداد) (پ) چگالی ترافیک تولید شده نزدیک به دوره تناوب روشن وخاموش شدن گره‌ها (۱۸۰۰ رخداد) ۱۲۷

شکل(۵-۱۵): انرژی مصرفی برای انتقال یک بسته در ترافیک‌های متفاوت درTDMA درشبکه‌ای با ۵۰ گره ۱۲۸

شکل(۵-۱۶): مقایسه طول عمر الگوریتم پیشنهادی و SPT در TDMA در حالتی که تعداد رخدادها تغییر می‌کند و شبکه‌ای با ۵۰ گره ۱۲۹

شکل(۵-۱۷): مقایسه طول عمر الگوریتم پیشنهادی و SPT در TDMA در حالتی که تعداد گره-ها تغییر می‌کند (الف)شبکه با ترافیک ۲۰۰۰ رخداد (ب)شبکه بدون ترافیک ۱۳۱

شکل(۵-۱۸): مقایسه انرژی مصرفی برای هر بسته اطلاعاتی الگوریتم پیشنهادی و SPT در TDMA در حالتی که محل ایستگاه پایه تغییر می‌کند و شبکه ترافیک دارد(۲۰۰۰ رخداد)..... ..... ۱۳۲

شکل(۵-۱۹): مقایسه طول عمر الگوریتم پیشنهادی و SPT در TDMA در حالتی که محل ایستگاه پایه تغییر می‌کند (الف) شبکه ترافیک (ب) شبکه ترافیک دارد(۲۰۰۰ رخداد)..... ۱۳۳

شکل(۶-۱): درخت پوشای تشکیل شده روی شبکه (الف)الگوریتم پیشنهادی (ب)الگوریتمSPT..... ..... ۱۳۷

فهرست جدول‌ها

جدول(۱-۱) ۵

جدول(۵-۱) ۱۱۷

فصل اول:

۱ شبکه های حسگر بی سیم و کاربرد های آن

۱-۱ مقدمه

شبکه‌های حسگر بی‌سیم اخیراً توجه جهانی را به خود جلب کرده‌اند. به خصوص با توجه به تکثیر و رواج سیستم های میکرو الکترومکانیکال (MEMS) پیشرفت بزرگی در زمینه این شبکه-ها حاصل شده است. این حسگرها کوچکند و تـوان پردازشـی و محاسـباتی محـدودی دارنـد و در مقایسه با حسگرهای قبلی کم قیمت هستند. این گره‌های حسگر می توانند محیط را حس کرده ، مقادیر را اندازه گیری و پس از جمع آوری اطلاعات آن‌ها را پردازش یا ارسال کنند.

حسگرهای باهوش وسیله‌های کوچکی هستند که با حسگر، پردازنده ، حافظه، منبع تغذیه و رادیو و یک بکار اندازنده تجهیز شده‌اند. گونه‌های متنوعی از انواع حسگرهای حرارتـی، مکـانیکی ، بیولوژیکی، شیمیایی، نوری، مغناطیسی را می توان به این گره‌ها متصل نمود. از آنجـایی کـه ایـن وسایل دارای حافظه اندکی هستند و در بسیاری موارد دسترسی به آن‌ها مشکل است آن‌هـا را بـه سیستم رادیویی مجهز کرده‌اند تا داده‌های خود را به سمت یک مرکز جمع آوری داده بفرستند. در این گره‌ها باتری اصلی‌ترین منبع انرژی است. به عنوان منبع کمکی می توان از سیستم هایی کـه انرژی محیط را جمع آوری می‌کنند از قبیل سلول‌های خورشیدی بهره گرفت [۱].

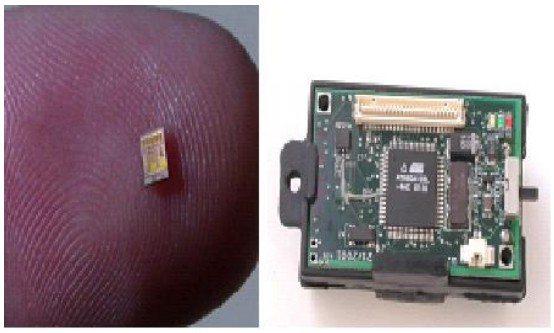
یک شبکه حسگری بی‌سیم نوعاً یا بدون زیرساخت است یا خیلی زیرساخت مشخص قبلی ندارد. دو نوع شبکه حسگر بی سیم داریم، بدون ساختار و با ساختار. نوع بدون ساختار متشکل از تعدادی حسگر است که به صورت پیشا با هم مرتبط هستند و در یک منطقه پخش شده‌اند. در این دسته نگهداری و مدیریت شبکه کار مشکلی است مخصوصا اگر تعداد گره‌ها زیاد باشد.

در دسته دوم تعداد گره‌ها کمتر است و از اینرو نگهداری و مدیریت گره‌ها ساده‌تر است چون گره‌ها در مکان‌های مشخصی که از پیش تعیین شده است قرار می‌گیرند. شبکه‌های حسگر بی‌سیم مشکلاتی مخصوص به خود دارند که اکثر آن‌ها در شبکه‌های سنتی دیده نمی‌شود. محدودیت منابع به خصوص انرژی، برد کوتاه رادیویی، پهنای باند کم، توان محدود محاسباتی و پردازشی از این قبیل هستند. نوع طراحی شبکه وابستگی مستقیم با نوع کاربرد و محیطی دارد که شبکه در آن قرار می گیرد دارد. هنگامی که محیطی داشته باشیم که نتوان به راحتی به آن دسترسی داشت معمولاً از نوع شبکه پیشا استفاده می کنیم. همچنین توپولوژی در بسیاری از محیط‌ها غیر مشخص است و همین مسئله ارتباط بین گره‌ها را با مشکل روبرو می‌کند. حسگرهای کوچک با توان کم مصرفی و بی‌سیم در قالب شبکه‌های حسگر بی‌سیم به ما این امکان را خواهند داد تا محیط فیزیکی اطرافمان را با دقت زیرنظر بگیریم و برای برنامه‌ریزی و مدیریت آن اطلاعات کافی داشته باشیم.

حسگرهای بی‌سیم از لحاظ سخت افزاری دارای قلمرو وسیعی با توانایی‌های متفاوت محاسباتی ، ارتباطی و حسگری هستند. این محدوده از سیستم های PC قدرتمند، با تجهیزات بی سیم با پهنای باند بالا IEEE 802.11 تا گره‌های کم مصرف، با پردازنده‌های کوچک میکروکنترلری و رادیوهای با پهنای باند کم و در محدوده۴۳۳MHz و ۹۶۶MHz در باندISM گسترش یافته است. همچنین سایر تکنولوژی‌های بی‌سیم مانند (Zigbee)802.15.4 IEEE، Bluetooth، تجهیزات بی‌سیم سلولی با برد بالا جزیی از شبکه‌های حسگری هستند. یک مسئله اساسی برای این شبکه‌ها مدیریت مصالحه بین پردازش محلی و ارتباطات است. از آنجا که گره‌های موجود در

یک شبکه حسگر بی‌سیم معمولا با باتری کار می‌کنند پس یک منبع محدود انرژی برای انجام دسته وسیعی از کارها در اختیار داریم حال با توجه به شرایط باید تصمیم بگیریم که آیا اطلاعات را پردازش کرده و سپس ارسال کنیم یا اینکه آنها را به صورت خام ارسال کنیم در شرایط متفاوت هرکدام از این روش‌ها ممکن است مزیتی خاص داشته باشد[۲].

یک نمونه از حسگرهای بی سیم که کارها و پروژه‌های زیادی بر اساس آن‌ها تعریف و اجرایی شده است. MICA است که در دانشگاه UC Berekeley و با همکاری شرکت Intel ساخته شده است.



شکل (۱-۲): نمونه‌ای از حسگرهای بی‌سیم

این وسیله از یک میکروکنترلر ۸ بیتی ATMEGA 128L ساخت شرکت Atmel ، ۱۳۲ کیلوبایت حافظه ۵۱۲ کیلوبایت، حافظه فلش و یک رادیوی ۱۹,۲ kbps با فرکانس کاری ۴۳۳MHz و ۹۶۶MHz تشکیل شده است و در حالتی که دو باتری سایز AA به آن متصل کنیم در حدود ۵ تا ۶ روز بدون استفاده از تکنیک‌های صرفه جویی توان کار می کند که این زمان را می‌توان تا چند ماه یا چند سال با استفاده از تکنیک‌های صرفه‌جویی افزایش داد[۲].

انواع مختلفی از حسگرها از جمله حسگرهای نوری، حرارتی، مغناطیسی، شتاب سنج، رطوبت، ... با MICA هماهنگ شده و کار می‌کنند، یک گره MICA بوسیله برنامه NesC که OSیک سیستم عامل سبک است استفاده می‌کند.در جدول۱-۱ مشخصات MICAz آورده شده است.