



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش:

الکترونیک

عنوان:

بررسی انواع گره های شبکه ای حسگر بی سیم و ساخت یک نمونه از آن

استاد راهنما:

دکتر مصطفی طاهری

نگارش:

مریم محمدی

مرداد ۹۴

تشکر و قدردانی

در ابتدا لازم می دانم از استاد راهنمای محترم آقای دکتر طاهری تشکر و قدردانی کنم که در طی

انجام مراحل مختلف پایان نامه از هیچ کمک و حمایتی دریغ نداشتند. همچنین با توجه به این که

مراحل مختلف طراحی و پیاده سازی پروژه در کارگاه الکترونیک مرکز آموزش فنی و حرفه ای استان

زنجان (شعبه ی شهید مفتح) انجام شده است لازم می دانم از راهنمایی های استاد محترم آقای نظری

سپاس گذاری کنم.



تقدیم به وجود نازنین و مبارک یگانه منجی عالم بشریت « آقا امام زمان (عج) »

بابان نامه کارشناسی



فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فهرست مطالب..... ۱

فهرست شکل ها و جدول ها..... ۵

چکیده..... ۹

فصل ۱: مقدمه..... ۱۱

انواع شبکه های بی سیم..... ۱

شبکه های حسگر بی سیم..... ۳

نحوه ی ایجاد شبکه های حسگر..... ۴

نگه داری شبکه های حسگر بی سیم..... ۵

تفاوت شبکه های حسگر و شبکه های ادهاک..... ۶

نیازمندی های شبکه های حسگر بی سیم..... ۷

مکانیزم های پاسخ گویی به نیازمندی های WSN..... ۹

مقایسه ی شبکه های حسگر بی سیم و MANET..... ۱۰

تکنولوژی ها و عوامل پیشرفت سریع WSN ها..... ۱۲

فصل ۲: معماری یک گره ی تنها..... ۱۳

اجزاء یک گره ی حسگر..... ۱۳

کنترلر در گره های حسگر..... ۱۳

بخش ارتباطی گره..... ۱۴

ویژگی های فرستنده/ گیرنده ی رادیویی..... ۱۵

حسگرها..... ۱۷

نحوه ی تأمین انرژی در گره ها..... ۱۸

مصرف انرژی در گره ها..... ۱۹

مصرف انرژی در حافظه ها..... ۲۰

معرفی زیگبی و کاربردهای آن..... ۲۰

ساختار شبکه ی زیگبی..... ۲۲

مصارف و کاربردهای زیگبی..... ۲۳

مقایسه ی زیگی و بلوتوث..... ۲۴

ساختمان گره..... ۲۴

نمونه ی پیاده سازی شده ی یک گره..... ۲۵

ذره ی میکا..... ۲۵

فصل ۳: معماری شبکه های حسگر..... ۲۸

تحرك در شبکه های حسگر..... ۳۰

اهداف بهینه سازی در شبکه های حسگر..... ۳۰

اصول طراحی در شبکه های حسگر بی سیم..... ۳۳

مفاهیم دروازه در شبکه های حسگر بی سیم و MANET..... ۳۵

تونل زنی در شبکه های حسگر بی سیم..... ۳۷

فصل ۴: لایه ها و پروتکل های موجود در WSN..... ۳۹

پشته ی پروتکلی..... ۳۹

لایه ی فیزیکی..... ۴۰

تخصیص فرکانس..... ۴۲

مدولاسیون در شبکه های حسگر بی سیم..... ۴۲

اعوجاج..... ۴۴

ملاحظات طراحی فرستنده/گیرنده های رادیویی در کانالهای بی سیم..... ۴۵

پروتکل های کنترل دسترسی به رسانه..... ۴۶

پروتکل های لایه ی ارتباطی..... ۴۹

کنترل خطا در لایه ی ارتباطی..... ۵۲

قاب بندی در لایه ی ارتباطی..... ۵۵

مدیریت ارتباط در لایه ی ارتباطی..... ۵۵

نام گذاری و آدرس دهی..... ۵۶

تعیین موقعیت و مکان یابی..... ۵۹

معیارهای سنجش روش مناسب برای مکان یابی گره ها..... ۶۲

دو مورد از روش های اصلی مکان یابی گره ها..... ۶۲

کنترل توپولوژی..... ۶۴

راه حل های مختلف برای کنترل توپولوژی..... ۶۵

شبکه ی داده محور و شبکه سازی بر اساس محتوا..... ۶۸

فصل ۵: طراحی سیستم تشخیص دما و ارسال بی سیم آن..... ۷۱

سخت افزار مدار طراحی شده..... ۷۱

آی سی رگولاتور ۷۸۰۵ (تثبیت کننده ی ولتاژ)..... ۷۲

میکروکنترلر ATmega32A..... ۷۳

حسگر دما LM35..... ۷۳

نمایشگر LCD..... ۷۴

ماژول بی سیم فرستنده و گیرنده ی HM-TR..... ۷۵

مشخصات ماژول HM-TR..... ۷۵

مشخصات ماژول HM-T (فرستنده) و HM-R (گیرنده)..... ۷۵

استاندارد RS232..... ۷۶

مبدل MAX232..... ۷۷

عملکرد مدار پیاده سازی شده..... ۷۸

الگوریتم نرم افزاری سیستم طراحی شده..... ۸۰

نتیجه گیری و طرح های آتی..... ۸۱

مراجع..... ۸۲

فهرست شکل ها و جدول ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱ نمونه ای از یک ارتباط چند گامه.....
۴	شکل ۱-۲ گره ی سورس مجهز به انواع مختلف حسگر.....
۴	شکل ۱-۳ گره ی سینک.....
۴	شکل ۱-۴ گره ی محرک.....
۲۲	شکل ۱-۲ (الف) زیگی سری ۲ (ب) زیگی (سری ۱).....
۲۲	شکل ۲-۲ انواع توپولوژی شبکه های زیگی.....
۲۵	شکل ۳-۲ ساختمان داخلی گره ی حسگر/کارانداز.....
۲۶	شکل ۴-۲ ذره ی میکا.....
۲۷	شکل ۵-۲ مقایسه ی ابعاد غبار هوشمند با یک سکه.....
۲۷	شکل ۶-۲ ساختمان داخلی غبار هوشمند.....
۲۹	شکل ۱-۳ انتقال اطلاعات از گره ی سورس به گره ی سینک به صورت چند گامه.....
۳۵	شکل ۲-۳ نمونه ی یک دروازه برای ارتباط شبکه ی حسگر بی سیم و اینترنت.....
۳۷	شکل ۳-۳ چندین استفاده کننده از یک شبکه ی حسگر.....
۳۷	شکل ۴-۳ چندین شبکه ی حسگر (تولید کننده ی اطلاعات) و یک مصرف کننده.....
۳۸	شکل ۵-۳ اتصال دو شبکه ی حسگر از طریق تونل زنی به وسیله ی اینترنت.....
۴۰	شکل ۱-۴ پشته ی پروتکلی در شبکه های حسگر بی سیم.....
۴۳	شکل ۲-۴ مدولاسیون دامنه.....
۴۴	شکل ۳-۴ مدولاسیون فرکانس.....
۴۴	شکل ۴-۴ مدولاسیون فاز.....
۴۸	شکل ۵-۴ انواع تقسیم بندی های پروتکل کنترل دسترسی به رسانه.....
۶۲	شکل ۶-۴ مکان یابی به کمک سه گره ی راهنما.....
۶۳	شکل ۷-۴ مکان یابی از طریق زاویه.....
۶۷	شکل ۸-۴ خوشه بندی گره ها.....
۶۹	شکل ۹-۴ نحوه ی استفاده از باس نرم افزاری در مدل انتشار/اشتراک.....
۷۲	شکل ۱-۵ آی سی رگولاتور ۷۸۰۵.....

شکل ۵-۲ پین های میکروکنترلر ATmega32A..... ۷۳

شکل ۵-۳ حسگر دما LM35..... ۷۳

شکل ۵-۴ پیکربندی LM35 برای اندازه گیری دما در محدوده ی ۵۵- تا ۱۵۰ (°C)..... ۷۴

شکل ۵-۵ LCD 16*2 کاراکتری..... ۷۴

شکل ۵-۶ فرستنده ی بی سیم HM-T..... ۷۶

شکل ۵-۷ گیرنده ی بی سیم HM-R..... ۷۶

شکل ۵-۸ کانکتور ۹ پایه ی استاندارد RS232..... ۷۷

شکل ۵-۹ ارتباط میکروکنترلر با پورت COM رایانه از طریق آی سی MAX232..... ۷۷

شکل ۵-۱۰ بلوک دیاگرام گره ی حسگر بی سیم..... ۷۸

شکل ۵-۱۱ شماتیک مدار گره ی حسگر بی سیم..... ۷۸

شکل ۵-۱۲ بلوک دیاگرام ایستگاه پایه..... ۷۹

شکل ۵-۱۳ شماتیک مدار ایستگاه پایه..... ۷۹

شکل ۵-۱۴ الگوریتم نرم افزاری گره ی حسگر بی سیم..... ۸۰

شکل ۵-۱۵ الگوریتم نرم افزاری ایستگاه پایه..... ۸۰

جدول ۲-۱ انرژی ذخیره شده در انواع باتری های اولیه و ثانویه با واحد (J/cm³)..... ۱۹

چکیده

امروزه شبکه های حسگر بی سیم برای کاربردهای مانیتورینگ در محیط های وسیع، جزء

تکنولوژی های کم هزینه محسوب می گردند. این حسگرهای کوچک که توانایی انجام اعمالی چون

دریافت اطلاعات مختلف محیطی (بر اساس نوع حسگر)، پردازش و ارسال اطلاعات را دارند موجب

پیدایش ایده ای برای ایجاد و گسترش شبکه های موسوم به شبکه های حسگر بی سیم شده اند. یک

شبکه ی حسگر متشکل از تعداد زیادی از گره های حسگر است که به طور گسترده در محیط پخش

شده اند و به جمع آوری اطلاعات از محیط می پردازند.

در این پایان نامه ابتدا شبکه های حسگر بی سیم را تعریف کرده، کاربردها، مسائل، مشکلات، علت

اهمیت و ویژگی های این شبکه ها را بررسی می کنیم. در ادامه پایان نامه را دو بخش می کنیم در بخش

اول ویژگی های شبکه و در واقع معماری یک شبکه و معماری گره های شبکه را بررسی می کنیم،

یعنی ابتدا در مورد کلیات صحبت می کنیم، در بخش دوم وارد جزئیات شده و یکی یکی مسائل این

شبکه ها از لایه ی فیزیکی تا کنترل دسترسی به رسانه، مسیریابی، مکان یابی و ... را مورد بررسی قرار

می دهیم و در ادامه نیز به طراحی و ساخت نمونه ای از شبکه ی حسگر بی سیم برای ارسال دمای

محیط می پردازیم.

فصل ۱: مقدمه

همان طور که می دانید شبکه های بی سیم در دو دهه ی گذشته پیشرفت های زیادی داشته اند.

این پیشرفت ها باعث شده کاربردهای جدیدی برای این شبکه ها تعریف شود. یکی از این کاربردها شبکه های حسگر بی سیم^۱ است. شبکه های بی سیم را به طور کلی می توان به دو دسته تقسیم کرد.

انواع شبکه های بی سیم

۱. شبکه های بی سیم با زیرساخت (مثل شبکه ی تلفن همراه):

در این نوع شبکه ها از قبل زیرساختی برای ارتباطات بی سیم فراهم شده است و از قبل پیش بینی

این امر صورت گرفته که اگر گره^۲ در محل خاصی قرار بگیرد، ارتباطاتش چگونه خواهد بود. در این جا

دکل و آنتن نصب می کنیم تا بتوانیم هر ناحیه را پوشش دهیم. در شبکه های بی سیم دارای

زیرساخت، ایستگاه های پایه ای داریم که تبادل اطلاعات بین گره ها را فراهم می کنند. این ایستگاه های

پایه با سیم به شبکه متصل اند. در واقع در این شبکه ها، دسترسی کاربر را بی سیم کرده ایم و امکان

جابجایی نیز در این شبکه ها برای گره ها وجود دارد، مادامی که تحت پوشش یک ایستگاه پایه قرار دارند

که با آن در ارتباط هستند و در آن سلول می توانند حرکت کنند. اگر از آن سلول خارج شدند و وارد یک

سلول دیگر شدند می توانیم با استفاده از پروتکل های جابجایی این ارتباط را پشتیبانی کنیم. وقتی

گره ای سیگنال آنتنی را قوی تر از آنتنی که خودش به آن متصل است دریافت می کند درخواست

سوئیچینگ می دهد این فرمان به سوئیچ شبکه می آید و جهت بسته هایش عوض می شود بدون آن که

کاربر متوجه شود، مثل صحبت کردن با تلفن همراه در حال حرکت با اتومبیل. معمولاً سلول ها با هم،

هم پوشانی دارند و در ناحیه هم پوشانی، سیگنال هر دو ایستگاه پایه را می گیریم ولی اگر سرعت زیاد

باشد ممکن است زمان سوئیچینگ کم شود و ارتباط قطع شود.

حال اگر ما نتوانیم زیر ساخت ایجاد کنیم چه باید بکنیم؟ مثلاً در اثر یک حادثه طبیعی (مثل سیل،

زلزله و ...) کل زیر ساخت ما از بین می رود، اگر نتوانیم زیرساخت ایجاد کنیم، چه باید بکنیم؟ یا این که

از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد که زیر ساخت درست کنیم. مثلاً می خواهیم در یک منطقه مانور

نظامی سه روزه انجام دهیم یا مثلاً در کشور های پهناور که جاده های زیادی دارند، اگر بخواهیم کل

¹ Wireless Sensor Network (WSN)

² Node

جاده ها را پوشش دهیم باید کنار همه ی آن ها آنتن نصب کنیم که هزینه ی خیلی زیادی دارد و ممکن است بازدهی کمی داشته باشد، ممکن است هزینه را بتوانیم تحمل کنیم اما زمان کافی نداشته باشیم. راه حل پیشنهاد شده، استفاده از دسته ی دوم شبکه های بی سیم است.

۲. شبکه های بی سیم بدون زیرساخت (ادهاک)^۱ :

ادهاک (موردی، اقتضایی، بدون برنامه قبلی). مثل عملیات امداد و نجات در بزرگراه ها، که نمونه ی شبکه هایی هستند که امکان داشتن زیرساخت را ندارند. چگونه این شبکه ها می توانند با هم کار کنند؟ مثلاً اگر دو لپ تاپ داشته باشیم و این ها در یک محدوده ی رادیویی قرار بگیرند می توانند تبادل داده داشته باشند بدون این که به یک گره ی ایستگاه پایه نیاز داشته باشند. مثلاً سربازانی که در یک خط حرکت می کنند و آنتن هایشان هر کدام ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر برد دارند و در آن ناحیه همه می توانند با هم تبادل اطلاعات کنند. به این شبکه، شبکه ی ادهاک تک گامه^۲ گویند. در این نوع شبکه ها هر گره ای می تواند با گره ی دیگری که در برد رادیویی آن قرار دارد ارتباط برقرار کند. وقتی زیر ساخت نداریم، یک مسأله را حل کرده ایم و n مسأله ی جدید برایمان به وجود می آید. وقتی زیر ساخت متمرکز مرکزی نداریم مشکلاتی به وجود می آید :

سازماندهی گره ها و آدرس دهی گره ها (در شبکه هر گره باید آدرس منحصر به فرد داشته باشد) پیچیده می شود. همچنین می دانیم که رنج رادیویی گره ها محدود است پس اگر از رنج رادیویی هم خارج شوند ارتباط آن ها قطع می شود، چون گره ها ممکن است تحرک داشته باشند و از رنج رادیویی هم خارج شوند. در ضمن وقتی گره ها متحرک هستند یعنی عمدتاً با باتری کار می کنند مثل لپ تاپ یا تلفن همراه، پس مصرف انرژی در گره ها مهم است. در شبکه های دیگر وقتی الگوریتم مسیریابی یا کنترل خطا را بررسی می کنیم، چیزی که مهم نیست مقدار انرژی مصرفی است ولی در این شبکه ها انرژی، پارامتر مهمی است. مسأله ی دیگر در نبود گره ی مرکزی این است که سازماندهی باید خود به خود صورت بگیرد، یعنی باید الگوریتم خود سازماندهی داشته باشیم تا بتوانیم به صورت خودکار گره ها را سازماندهی کنیم. مسأله ی دیگر، مسأله ی کنترل دسترسی به رسانه^۳ است، محیط بی سیم هوا است و مشترک است پس باید کنترل دسترسی برای جلوگیری از تداخل هنگام ارسال و دریافت وجود داشته باشد.

بحث محدودیت رنج رادیویی را با چندگامی^۴ حل کرده اند، در این حالت اگر گره ای بخواهد با

گره ی دیگری که در رنج رادیویی اش نیست ارتباط برقرار کند گره ای میانی می تواند کمک کند

¹ Ad hoc

² Single-Hop Ad hoc Network

³ Media Access Control

⁴ Multi-Hopping

(که در شکل ۱-۱ به تصویر کشیده شده است)، یعنی یک شبکه ی ادهاک چند گامه داریم به جای تک گامه. در حالت تک گامه، هر گره ای که در رنج رادیویی گره ی دیگری باشد مستقیماً با هم تبادل اطلاعات می کنند. حال این را بسط می دهیم، هر گره ای می تواند با هر گره ی دیگری ارتباط داشته باشد حتی اگر در رنج رادیویی همدیگر نباشند به شرط آن که گره های میانی وجود داشته باشند که بتوانند بسته را گرفته و به گره ی بعدی تحویل دهند تا به مقصد برسد این یک شبکه ی ادهاک چند گامه است. اگر این گره ها تحرک داشته باشند شبکه ی موبایل ادهاک چند گامه گفته می شود معمولاً واژه چند گامه هم گفته نمی شود بنابراین شبکه ی موبایل ادهاک^۱ گفته می شود. در این شبکه ها ارتباط چند گامه است و گره ها می توانند حرکت کنند، وقتی گره ای حرکت کرده و از گره ی همسایه اش دور شود و از رنج رادیویی آن خارج شود، در عین حال ممکن است گره ی دیگری نزدیک شده و با آن ارتباط برقرار کند. پس تحرک گره ها باعث قطع شدن یک سری ارتباطات و ایجاد ارتباطاتی جدید می شود به عبارتی توپولوژی شبکه تغییر می کند. با این شرایط مسیریابی و جابجایی اطلاعات بین منبع و مقصد کار ساده ای نیست و ممکن است مسیری انتخاب شود که لحظه ای دیگر تغییر کرده و از بین برود. حال به سراغ شبکه های حسگر بی سیم می رویم.



شکل ۱-۱ نمونه ای از یک ارتباط چند گامه

شبکه های حسگر بی سیم

با پیشرفت روز به روز تکنولوژی هزینه ی ساخت گره ها کم تر می شود امروزه می توان یک میکروکنترلر را با قیمت پایین به دست آورد که هم پردازنده، هم I/O دارد. امروزه IC هایی هستند که همه ی ویژگی های یک کامپیوتر را در خود دارند. از این مسأله استفاده کرده و گره هایی با اندازه های بسیار کوچک تولید کرده اند که یک کامپیوتر کامل اند و یک سری حسگر^۲ دارند. حسگرها برای اندازه گیری دما، رطوبت، نور، فشار، سرعت و ... استفاده می شوند. با داشتن این گره های کوچک با هزینه کم می توانیم به نظارت و کنترل پارامترهای محیطی بپردازیم. یکی از کاربردهای این ها نظارت جنگل هاست. با برخورد نور آفتاب گیاهان مواد شیمیایی تولید می کنند که زود آتش می گیرد و باعث آتش سوزی جنگل ها می شود برای کم کردن خسارت باید هرچه زودتر آن را تشخیص دهیم و آن را مهار کنیم، یا وقوع سیل و زلزله و ...

¹ Mobile Ad hoc Network (MANET)

² Sensor

در جنگل می توانیم یک سری گره ی حسگر جدید با بالگرد پخش کنیم که مثلاً درجه ی حرارت را کنترل کند، اگر دما از حدی بالا رفت هشدار دهد، بنابراین با این گره ها می توانیم نظارت کلی انجام دهیم. یکی از کاربردهای این گره ها امداد و نجات است، کاربرد دیگر مطالعه موجودات و یا وقایع طبیعی و داشتن ساختمان های هوشمند (مثل پل هایی که برای نگه داری و کنترل آب آن ها از این حسگرها استفاده می شود تا تعمیرات به موقع انجام شود) است. برای تشخیص حملات به سایت های صنعتی یا ناشتی مواد صنعتی و شیمیایی. در بحث کشاورزی، کی آبیاری کنیم، کی کود دهی کنیم، کی برداشت کنیم و ... در پزشکی و مراقبت های پزشکی و در کنترل ترافیک در بزرگراه ها نیز استفاده می شوند.

نحوه ی ایجاد شبکه های حسگر

در این شبکه ها سه نوع گره، از نظر نقشی که ایفا می کنند داریم:

۱. گره ی سورس^۱: گره هایی که داده تولید می کنند و مجهز به حسگرند، این گره ها اطلاعات را



شکل ۱-۲ گره ی سورس مجهز به انواع مختلف حسگرها

۲. گره ی سینک^۲: این گره ها اطلاعات را جمع می کنند و اطلاعات را از شبکه خارج می کنند. این گره ها به کامپیوترهایی متصل اند و اطلاعات را مصرف می کنند.



شکل ۱-۳ گره ی سینک

۳. محرک^۳: ممکن است وجود داشته باشند یا نباشند. مجهز به یک سری تجهیزات کنترلی برای کنترل محیط هستند.



شکل ۱-۴ گره ی محرک

¹ Source of Data

² Sink of Data

³ Actuator

در عمل ممکن است گره ای تولید کنیم که هم سورس باشد و هم محرک، یعنی دو نقش را به یک گره بدهیم. کاربردهای ذکر شده برای شبکه های حسگر را می توان به صورت زیر دسته بندی کرد:

تشخیص حادثه: دنبال این هستند که اگر حادثه ای اتفاق افتاد، داده را برای گره ی سینک بفرستد، مثل آتش سوزی در جنگل و یا خرابی ساختمان.

اندازه گیری دوره ای: در اندازه گیری دوره ای یک سری اطلاعات را ساعتی، روزانه یا ماهانه اندازه گیری می کنند، مثل بحث کشاورزی.

تقریب تابع: مثل به دست آوردن نقشه ی حرارتی یک محیط. یک سری اطلاعات مرتب اندازه گیری می شوند و بر اساس آن ها تابعی را تخمین می زنیم، مثل نقشه ی حرارتی یک جنگل.

پیگیری هدف: مثلاً این موجود چقدر مسیر طی کرده و چه مسیری را طی کرده و کجا می رود. گره ها را به دو صورت می توانیم در محیط قرار دهیم، یکی به صورت تصادفی که مثلاً با هواپیما یا

بالگرد گره ها را در محیط پخش کنیم، یا این که گره ها را به صورت دستی در محیط قرار دهیم، مثل قرار دادن گره ها در ستون پل که آن ها را در نقطه ی خاصی ثابت می کنیم. وقتی گره ها را به صورت

تصادفی در محیط پخش می کنیم، گره ها می توانند به سمت مکانی که ما برایشان تعیین کرده ایم حرکت کنند مثلاً GPS دارند و در طول و عرض جغرافیایی که برایشان تعیین کرده ایم می روند. داشتن

گره هایی که تحرک دارند ممکن است از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد چون نیاز به موتور و چرخ دارند و امکاناتی برای حرکت می خواهند که هزینه را بالا می برد.

در خیلی از محیط ها ما اصلاً نمی توانیم گره ها را منظم پخش کنیم، مثلاً جنگل آتش گرفته و نمی توانیم وارد آتش شویم، بنابراین روش تصادفی کاربرد بیشتری دارد. چون تصادفی پخش می کنیم

ممکن است ناحیه ای با گره های ما پوشش پیدا نکند و در ناحیه ای دیگر تجمع گره داشته باشیم یا گره ی ما هنگام پخش کردن خراب شود مثلاً در چاله ی آب بیفتد که البته راه حل این ها استفاده از

تعداد بیش تر از حد نیاز است. اگر هزینه ی گره ها کم باشد مهم نیست و بهتر است بیش تر از نیاز بریزیم.

نگه داری شبکه های حسگر بی سیم

معمولاً شبکه های حسگر را نگه داری نمی کنند، در حالی که در شبکه های دیگر اگر گره ای خراب شد، آن را تعمیر می کنند یا اگر ارتباطی قطع شد دوباره برقرارش می کنند. اما در شبکه های

حسگر نگه داری در اکثر کاربردها (نه همه) اصلاً امکان پذیر نیست که مثلاً باتری شان را عوض کنیم. عمدتاً در این شبکه ها نگه داری نداریم و بر این مبنا کار می کنند که هر گره در هر لحظه ممکن است

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

نتیجه گیری و طرح های آتی

شبکه ی حسگر بی سیم به عنوان یکی از مهم ترین موضوعات مطرح در حوزه ی شبکه های کاربردی است. مسأله ی محدود بودن توان و انرژی گره های حسگر از مهم ترین و پایه ای ترین مسائل در برخورد با چنین شبکه هایی می باشد که راه حل مناسب برای رفع این مشکل به نوع و کاربرد شبکه بستگی دارد که این موضوع می تواند به عنوان تحقیقات آتی مد نظر قرار گیرد. لازم به ذکر است که گره های شبکه ی حسگر بی سیم باید توان مصرفی کمی داشته باشند و توان لازم برای مدت طولانی مثلاً ۹ ماه را تأمین کنند. با توجه به کاربردهای متنوع ذکر شده برای شبکه های حسگر بی سیم در فصول قبل، به کارگیری روش های هوشمند و الگوریتم های ریاضی می تواند زمینه ساز تحقیقات گسترده تری در این حوزه باشد.

در این پایان نامه مدلی کم مصرف از یک شبکه حسگر بی سیم با استفاده از ماژول HM-T و HM-R ارائه شده است که عمل نظارت بر دمای محیط را انجام می دهد. مدار طراحی شده قابلیت

افزودن گره های محرک (برای کنترل دمای محیط در یک بازه ی دلخواه) را نیز دارد. همچنین دمای محیط در نرم افزار کدویژن و از طریق hyper terminal نمایش داده می شود که بهتر است به منظور

سهولت نظارت و راحتی کاربر، از نرم افزار visual studio استفاده کنیم که در این نرم افزار نیز از پورت

COM رایانه استفاده می شود. یکی از قابلیت های این نرم افزار این است که به کاربر اجازه می دهد که کنترل دما در بازه ی دلخواه را به راحتی انجام دهد، مثلاً با فشار دادن یک کلید تعریف شده در نرم افزار،

وسیله های سرد کننده و گرم کننده را روشن یا خاموش کند.

مراجع

- [1] احسان شایسته راد/ قاسم حیدری، "زیگیبی"، تدوین: دپارتمان آموزش - شرکت پلان
- [2] احمدی، آمنه : شبکه های حسگر، دانشگاه قزوین، ۹۳-۹۲
- [3] محمد مهدی پرتوی فرا/ فرزاد مظاہریان/ یوسف بیانلو، مرجع کامل میکروکنترلرهای AVR، چاپ
- یازدهم، تهران، نص، ۱۳۹۰
- [4] A. M. Pawar , S. N. Patil , A. S. Powar and B. P. Ladgaonkar , " *Wireless Sensor Network to Monitor Spatio - Temporal Thermal Comfort of Polyhouse Environment* " , IJIRSET, Vol. 2, Issue 10, PP. 4866 - 4875, October 2013
- [5] Holger Karl , Andreas Willig , " *Protocols And Architectures for Wireless sensor networks* " , John Wiley and Sons , 2005
- [6] Kazem Sohraby , Daniel Minoli and taieb Znati , " *Wireless sensor networks Technology , Protocols and Applications* " , John Wiley and Sons , 2007