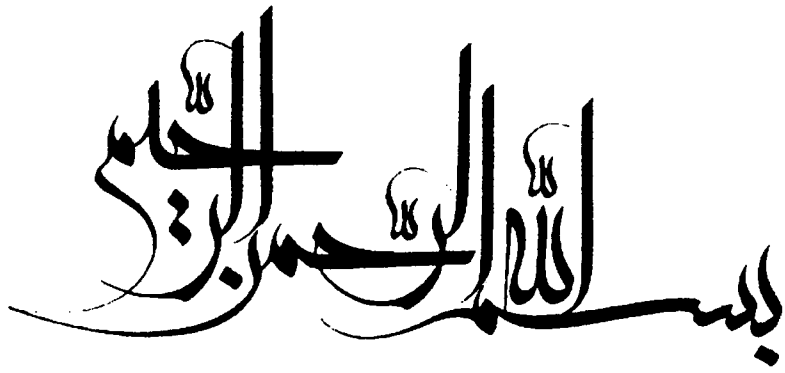

١٤٩٢٩٩

دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

امنیت مکان‌یابی در شبکه‌های حسگر بیسیم

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر
گرایش نرم‌افزار

استاد راهنما:
دکتر مقصود عباسپور

استاد مشاور:
دکتر محسن ابراهیمی‌مقدم

توسط:
عباس قبله

شهریور ۱۳۸۹

۳۳۱۵ /۱۰/ ۱۹

سه
۱۴۹۲۹۹

دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر- گرایش نرم‌افزار

تحت عنوان:

امنیت مکان‌یابی در شبکه‌های حسگر بیسیم

در تاریخ ۸۹/۶/۲۴ پایان نامه دانشجو، عباس قبله، توسط کمیته تخصصی داوران مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

۱- استاد راهنما اول:	نام و نام خانوادگی دکتر محمود عباسپور	امضاء
۲- استاد مشاور:	نام و نام خانوادگی دکتر محسن ابراهیمی مقدم	امضاء
۳-استاد داور (داخلی):	نام و نام خانوادگی دکتر فرشاد صفائی	امضاء
۴- استاد داور (خارجی):	نام و نام خانوادگی دکتر احمد خونساری	امضاء
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی:	نام و نام خانوادگی دکتر اسلام نظمی	امضاء

۱۳۸۹/۱۰/۱۹

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
IRANDOC

با تشکر از همه اساتید و دوستانی که بدون یاری
ایشان انجام این پایان‌نامه امکان‌پذیر نبود. به ویژه
اساتید گرامی دکتر عباسپور و دکتر ابراهیمی‌مقدم
که همواره حامی اینجانب بودند.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه شهید بهشتی

می‌باشد.

به نام خدا

نام ونام خانوادگی: عباس قبله

عنوان پایان نامه: امنیت مکان‌یابی در شبکه‌های حسگر بیسیم

استاد راهنما: دکتر مقصود عباسپور

اینجانب عباس قبله تهیه کننده پایان نامه کارشناسی ارشد حاضر خود را ملزم به حفظ امانت‌داری و قدردانی از زحمات سایر محققین و نویسندگان بنا بر قانون Copyright می دانم. بدین وسیله اعلام می نمایم که مسئولیت کلیه مطالب درج شده با اینجانب می باشد و در صورت استفاده از اشکال، جداول، و مطالب سایر منابع، بلافاصله مرجع آن ذکر شده و سایر مطالب از کار تحقیقاتی اینجانب استخراج گشته است و امانتداری را به صورت کامل رعایت نموده ام. در صورتی که خلاف این مطلب ثابت شود، مسئولیت کلیه عواقب قانونی با شخص اینجانب می باشد.

نام ونام خانوادگی دانشجو: عباس قبله

امضاء وتاریخ:

۸۹/۸/۱۰

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

فهرست مطالب

فهرست شکل‌ها

فهرست جداول

فهرست نمودارها

چکیده

موقعیت مکانی حسگرها در بسیاری از کاربردهای شبکه‌های حسگر بیسیم از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. تا کنون روش‌های زیادی برای به دست آوردن موقعیت مکانی حسگرها ارائه شده است؛ اما در تعداد اندکی از این روش‌ها مسأله امنیت در نظر گرفته شده است. بنابراین می‌بایست به طریقی صحت موقعیت مکانی حسگرها بررسی شود تا بتوان به داده‌های ارسالی توسط آن‌ها اعتماد کرد. در این پایان‌نامه راهکاری جدید برای بررسی صحت موقعیت مکانی حسگرها ارائه می‌شود که هزینه سربار کمی داشته و بر خلاف روش‌های پیشین از هیچ‌گونه سخت‌افزار اضافی بهره نمی‌برد. این روش به صورت متمرکز انجام شده و فرآیند بررسی صحت موقعیت مکانی حسگرها در پایگاه اصلی صورت می‌گیرد که قدرت پردازش بالاتری نسبت به حسگرها داشته و بنابراین قابلیت انجام آزمون‌های پیچیده را نیز دارا است. شبیه‌سازی‌های صورت گرفته کارایی و امنیت این روش را تأیید می‌کند.

کلمات کلیدی: شبکه حسگر بیسیم، امنیت، مکان‌یابی، بررسی صحت موقعیت مکانی

فصل اول : مقدمه

در سال‌های اخیر با توجه به پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه‌های الکترونیک و ارتباطات بیسیم، شبکه‌های حسگر بیسیم[1] به طور گسترده‌ای مورد توجه محققان قرار گرفته است. این شبکه‌ها معمولاً از تعداد زیادی حسگر[2] و یک یا چند پایگاه اصلی[3] تشکیل می‌شوند. حسگرها اجزاء کوچک و ارزان قیمتی هستند که در محیط توزیع شده و داده‌های مورد نظر را جمع آوری می‌کنند. داده‌های جمع آوری شده توسط حسگرها برای پردازش به پایگاه اصلی ارسال می‌شود که نسبت به حسگرها دارای قدرت پردازش بالاتری بوده و مسئول کنترل شبکه و پردازش داده‌ها است. این شبکه‌ها در کاربردهای گوناگونی در زمینه‌های تحقیقاتی، اجتماعی، نظامی و غیره مورد استفاده قرار گرفته و قابلیت استفاده در بسیاری از کاربردهای دیگر را نیز دارند به گونه‌ای که در آینده نقشی انکارناپذیر را در زندگی بشر ایفا خواهند کرد. به عنوان مثال می‌توان از شبکه حسگر بیسیم برای کنترل و تحقیق در محیط زیست، تشخیص آتش‌سوزی در جنگل‌ها، ایجاد محیط‌های هوشمند، تشخیص ورود مهاجم و غیره بهره برد.

از آنجا که شبکه‌های حسگر بیسیم می‌بایست در نزدیکی محل وقوع رویداد استقرار یابند که در بیشتر موارد تحت کنترل کاربر نیست، مسئله امنیت این شبکه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. به ویژه زمانی که شبکه‌های حسگر بیسیم در کاربردهای حساس مانند کاربردهای نظامی به کار گرفته می‌شوند، اهمیت این مسأله دوچندان می‌شود. اما با توجه به ویژگی‌های خاص شبکه‌های حسگر بیسیم، برقراری امنیت در این شبکه‌ها بسیار دشوارتر از دیگر انواع شبکه است. زیرا این شبکه‌ها در محیط‌های محافظت نشده استقرار می‌یابند که دسترسی به آن‌ها را برای مهاجم آسان می‌سازد. علاوه بر این، حسگرها از نظر منابع در دسترس مانند میزان حافظه، قدرت پردازش و انرژی بسیار محدود بوده و اجرای راهکارهای امنیتی رایج مانند رمزنگاری نامتقارن برای آن‌ها امکان پذیر نیست.

---

[1] Wireless Sensor Networks (WSNs)
[2] Sensor
[3] Base station

مسأله دیگری که در شبکه‌های حسگر بیسیم حائز اهمیت است، موقعیت مکانی حسگرها در محیط است. در بسیاری از کاربردها، داده‌های جمع‌آوری شده توسط حسگرها بدون آگاهی از موقعیت مکانی آن بی‌ارزش خواهد بود. به عنوان مثال تشخیص آتش سوزی یا ورود مهاجم بدون محل وقوع آن نمی‌تواند چندان مفید باشد. اما از آنجا که این حسگرها معمولاً به صورت تصادفی در محیط توزیع می‌شوند و پس از استقرار هیچ اطلاعی از موقعیت مکانی خود ندارند، می‌بایست به نحوی موقعیت مکانی خود را به دست آورند.

با توجه به محدودیت‌هایی که به آن اشاره شد، به دست آوردن موقعیت مکانی برای حسگرها کار آسانی نیست. به عنوان مثال نمی‌توان حسگرها را به GPS[1] مجهز کرد؛ زیرا با توجه به تعداد زیاد آن‌ها در شبکه، این کار هزینه بالایی را به شبکه تحمیل می‌کند. ضمن اینکه استفاده از GPS در همه محیط‌ها امکان پذیر نیست. برای رفع این مشکل از گره‌های خاصی به نام گره‌های راهنما[2] در شبکه استفاده می‌شود تا حسگرها را در تخمین موقعیت مکانی خود یاری رسانند. این گره‌ها موقعیت مکانی خود را با استفاده از GPS یا روش‌های دیگر به دست می‌آورند و با توجه به اینکه تعداد آن‌ها نسبت به تعداد حسگرها بسیار کمتر است، هزینه زیادی را به شبکه تحمیل نمی‌کنند. حسگرها برای به دست آوردن موقعیت مکانی خود، طی فرآیندی و با استفاده از اطلاعاتی که از گره‌های راهنما دریافت می‌کنند، موقعیت مکانی خود را تخمین می‌زنند. این فرآیند مکان‌یابی[3] نامیده می شود.

کاربردهایی که در آن‌ها موقعیت مکانی حسگرها از اهمیت حیاتی برخوردار است، عموماً کاربردهای حساسی مانند کاربردهای نظامی هستند. در این کاربردها امنیت شبکه حسگر بیسیم یکی از مهمترین نیازهای شبکه است که می‌بایست به نحوی برآورده شود. بنابراین فرآیند مکان‌یابی نیز می‌بایست به صورت ایمن صورت گیرد؛ در غیراین‌صورت مهاجم می‌تواند با ایجاد اختلال در فرآیند مکان‌یابی، حسگرها را وادار به اشتباه در تخمین موقعیت مکانی خود سازد. در این حالت حسگرها موقعیت مکانی وقوع رویداد را اشتباه تشخیص داده که این امر موجب گمراهی کاربران می‌شود. به عنوان مثال فرض کنید از یک شبکه حسگر بیسیم جهت تشخیص حمله به یک پادگان نظامی استفاده شده باشد. در صورتی‌که مهاجم بتواند در فرآیند مکان‌یابی حسگرها به گونه‌ای اختلال ایجاد کند که حسگرهای واقع در غرب پادگان موقعیت مکانی خود را در شرق پادگان تصور کنند، در هنگام حمله شبکه حسگر حمله را از طرف شرق پادگان تشخیص داده و بر اساس آن نیروهای مدافع به شرق پادگان اعزام شوند در حالی که حمله از غرب پادگان صورت گرفته است.

---

[1] Global Positioning System
[2] Beacon nodes
[3] Localization

تا کنون راهکارهای زیادی برای تخمین موقعیت مکانی حسگرها ارائه شده است؛ اما در تعداد کمی از آن‌ها مسأله امنیت در نظر گرفته شده است. راهکارهای ایمن ارائه شده نیز عمدتاً هزینه زیادی در بر داشته و سربار زیادی را به شبکه تحمیل می‌کنند. به عنوان مثال برخی از این راهکارها از سخت افزارهای اضافی مانند آنتن‌های جهت‌دار[1] استفاده می‌کنند که هزینه ساخت حسگرها را افزایش می‌دهد. در برخی دیگر از راهکارهای ارائه شده از رمزنگاری نامتقارن استفاده شده که با توجه به حافظه و قدرت پردازش محدود حسگرها عملی نیست.

در این پایان‌نامه راهکاری جدید در زمینه امنیت موقعیت مکانی حسگرها ارائه می‌شود. با استفاده از این راهکار می‌توان صحت موقعیت مکانی حسگرها را بررسی کرده، حسگرهای غیرمجاز یا حسگرهای مجازی که در تخمین موقعیت مکانی خود دچار اشتباه شده‌اند را شناسایی کرد. در این راهکار از هیچگونه سخت افزار اضافی مانند آنتن جهت‌دار، فرستنده امواج مافوق‌صوت[2] و غیره استفاده نشده است. شبیه‌سازی‌های صورت گرفته نشان می‌دهند که این روش هزینه سربار کمی را از نظر میزان محاسبات، میزان حافظه مصرفی و مصرف انرژی به شبکه تحمیل می‌کند. ضمن اینکه این راهکار در برابر حملات امنیتی رایج مقاوم بوده و حملات امنیتی روی فرآیند تخمین موقعیت مکانی را به خوبی تشخیص می‌دهد.

در ادامه این پایان‌نامه در فصل دوم مسأله امنیت در شبکه‌های حسگر بیسیم و چالش‌های آن به اجمال مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فصل سوم راهکارهایی که تا کنون برای تخمین موقعیت مکانی ارائه شده‌اند، بررسی شده و در فصل چهارم به راهکارهای ایمن این فرآیند پرداخته می‌شود. راهکار پیشنهادی در این پایان‌نامه در فصل پنجم شرح داده شده و در فصل ششم نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده ارائه می‌شود. در آخر نیز در فصل هفتم خلاصه پایان‌نامه، نتیجه‌گیری و کارهای آینده بیان می‌شود.

---

[1] Directional antenna
[2] Ultrasound

فصل دوم : مروری بر امنیت در شبکه‌های حسگر بیسیم