

به نام خدا



شبکه های حسگر بی سیم فناوری ها و کاربردها

(جلد اول)

مؤلفان

دکتر هومن ضرابی

مهندس سعید حق گو

مهندس محمد صلاح اصفهانی

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

شبکه های حسگر بی سیم فناوری ها و کاربردها (جلد اول)

مؤلفان: دکتر هومن ضرابی

مهندس مهدی صلاح اصفهانی

مهندس سعید حق گو

ناشر: مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

حروفچینی و صفحه آرایی: شبنم هاشم زاده

طرح روی جلد: داریوش فرسای

چاپ: دانشجو

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: ۱۳۹۶

تیراژ: ۱۰۰ جلد

قیمت: ۴۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۶۸۱-۴

شابک دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۶۸۲-۱

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶

کد پستی: ۱۳۱۴۹۸۳۱۸۵

فروش اینترنتی: www.mftshop.com

www.mftbook.ir

سرشناسه: ضرابی، هومن، ۱۳۵۹-

عنوان و نام پدید آور: شبکه های حسگر بی سیم فناوری ها و کاربردها (جلد اول) / مؤلفان: هومن ضرابی، محمد صلاح اصفهانی، سعید حق گو..

مشخصات نشر: تهران- دیباگران تهران- ۱۳۹۶

مشخصات ظاهری: ۳۹۳ ص. مصور.

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۶۸۱-۴

شابک دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۱۲۴-۶۸۲-۱

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: واژه نامه

یادداشت: کتابنامه: ص ۳۸۶-۳۹۳.

موضوع: شبکه های حسگر بی سیم

موضوع: WIRELESS SENSOR NETWORKS

شناسه افزوده: اصفهانی، محمد صلاح، ۱۳۵۹-

شناسه افزوده: حق گو، سعید، ۱۳۵۰-

رده بندی کنگره: ۴ ۱۳۹۶ ض ۲ ش/ ۷۸۷۲ TK

رده بندی دیویی: ۶۸۱/۲

شماره کتابشناسی ملی: ۴۸۵۵۸۸۴

نشانی اینستاگرام: [Dibagaran_publishing](https://www.instagram.com/Dibagaran_publishing)

نشانی تلگرام: [@mftbook](https://www.telegram.com/mftbook)

پست الکترونیکی: bookmarket@mftmail.com



فهرست مطالب

۱- مقدمه	۱۳
۲- انواع شبکه های حسگر و عملگر بی سیم	۱۵
۱-۲- مشخصات شبکه های حسگر و عملگر بی سیم	۱۸
۱-۱-۲- معماری شبکه	۱۹
۲-۱-۲- معماری فیزیکی	۲۱
۲-۲- هماهنگی حسگر - عملگر	۲۴
۱-۲-۲- نیاز های ارتباط حسگر - عملگر	۲۵
۲-۲-۲- انتخاب عملگر	۲۶
۳-۲-۲- راه حل بهینه	۳۰
۴-۲-۲- پروتکل خوشه بندی و مسیریابی رویداد محور توزیع شده (DECR):	۳۴
۵-۲-۲- کارایی	۳۹
۶-۲-۲- چالشهای هماهنگی حسگر - عملگر	۴۴
۳- لایه فیزیکی	۴۷
۱-۳- تکنولوژی های لایه ی فیزیکی	۴۸
۱-۱-۳- فرکانس رادیویی	۴۸
۲-۱-۳- سایر تکنیکها	۵۱
۲-۳- مروری بر ارتباط بی سیم	۵۵
۳-۳- کدگذاری کانال (کدگذاری کنترل خطا)	۵۸

۵۸	..... کدهای بلوکی ۱-۳-۳
۶۰	..... کدگذاری مشترک منبع - کانال ۲-۳-۴
۶۳	..... مدولاسیون ۴-۳
۶۵	..... مدولاسیون FSK ۱-۴-۳
۶۶	..... مدولاسیون QPSK ۲-۴-۳
۶۶	..... تلفیق دوتایی در مقابل تلفیق M تایی ۳-۴-۳
۶۹	..... اثرات کانال بیسیم ۵-۳
۷۰	..... فرسایش ۱-۵-۳
۷۱	..... اثرات چند مسیری ۲-۵-۳
۷۲	..... نرخ خطای کانال ۳-۵-۳
۷۵	..... مدل گرافدایره ی متحد در مقابل مدل کانال آماری ۴-۵-۳
۷۹	..... استاندارد های لایه ی فیزیکی ۶-۳
۷۹	..... استاندارد IEEE 802.15.4 ۱-۶-۳
۸۲	..... فرستنده/گیرنده های موجود ۲-۶-۳
۸۴	..... لایه دسترسی به رسانه ۴-۴
۸۵	..... چالشهای MAC ۱-۴
۸۶	..... مصرف انرژی ۱-۱-۴
۸۸	..... معماری ۲-۱-۴
۸۸	..... شبکه سازی مبتنی بر رویداد ۳-۱-۴
۸۹	..... همبستگی ۵-۱-۴

۸۹	.....	CSMA	۲-۴- مکانیزم
۹۵	.....		۳-۴- دسترسی به رسانه، مبتنی بر رقابت
۹۶	.....	S-MAC	۱-۳-۴
۱۰۴	.....	B-MAC	۲-۳-۴
۱۱۰	.....	CC-MAC	۳-۳-۴
۱۱۹	.....		۴-۳-۴- سایر پروتکل‌های مک مبتنی بر رقابت
۱۲۷	.....		۶-۳-۴- جمع بندی
۱۲۷	.....		۴-۴- دسترسی به رسانه بر اساس رزروسازی
۱۲۸	.....	TRAMA	۱-۴-۴- پروتکل
۱۳۳	.....		۲-۴-۴- سایر پروتکل های مک مبتنی بر رزروسازی
۱۳۹	.....		۳-۴-۴- خلاصه
۱۴۰	.....		۵-۴- روش های دسترسی ترکیبی به رسانه
۱۴۰	.....	Zebra-mac	۱-۵-۴- پروتکل
۱۴۵	.....		۲-۵-۴- ارزیابی کیفی
۱۴۵	.....	IEEE 802.15.4	۳-۵-۴- پروتکل
۱۴۶	.....		۶-۴- به خواب رفتن
۱۴۷	.....		۱-۶-۴- روش های بیدارشدن
۱۴۸	.....		۲-۶-۴- بیداری زمانبندی شده (کنترل شده داخلی)
۱۵۱	.....		۳-۶-۴- بیداری کنترل شده رادیویی
۱۵۴	.....		۴-۶-۴- بیداری کنترل شده محیطی
۱۵۵	.....		۵-۶-۴- انتخاب روش بیداری
۱۵۷	.....		۶-۶-۴- روش های خوابیدن در لایه کنترل دسترسی به رسانه
۱۵۷	.....		۷-۶-۴- طبقه بندوتکل های مک به همراه تکنیک خوابیدن

- ۱۵۹ ۱-۸-۶-۴ پروتکل های مکبا چرخه وظیفه همزمان
- ۱۶۱ ۲-۸-۶-۴ پروتکل های مکچرخه وظیفه غیرهمزمان
- ۱۶۳ ۳-۸-۶-۴ پروتکل های مک مبتنی بر بیداری ترکیبی
- ۱۶۴ ۴-۸-۶-۴ پروتکل های خوشه ای با بیداری ترکیبی
- ۱۶۵ ۵-۸-۶-۴ پروتکل های توزیع شده با بیداری ترکیبی
- ۱۶۷ ۹-۶-۴ پروتکل های MAC با بیداری کنترل شده رادیویی
- ۱۶۸ ۱۰-۶-۴ پروتکل های مک با بیداری کنترل شده محیطی
- ۱۶۹ ۱۱-۶-۴ تکنیک های خوابیدن در لایه مسیریابی
- ۱۷۰ ۱۲-۶-۴ کنترل توپولوژی
- ۱۷۲ ۱۳-۶-۴ مسیریابی خواب
- ۱۷۴ ۱۴-۶-۴ مسیریابی چندمسیری با خواب
- ۱۷۵ ۱۵-۶-۴ تکنیک های خوابمیان لایه ای
- ۱۷۶ ۱-۱۵-۶-۴ اثرهای خواب ناهماهنگ در لایه های پشته پروتکلی
- ۱۷۶ ۲-۱۵-۶-۴ خوابمیان لایه ای
- ۱۷۹ ۳-۱۵-۶-۴ مدیر خواب
- ۱۸۰ ۱۶-۶-۴ نتیجه گیری

۵- لایه انتقال ۱۸۱

- ۱۸۲ ۱-۵-۱ چالش های لایه انتقال
- ۱۸۲ ۱-۱-۵ معیارهای آنها به انتها
- ۱۸۲ ۲-۱-۵ عملیات وابسته به برنامه کاربردی
- ۱۸۳ ۳-۱-۵ مصرف انرژی
- ۱۸۴ ۴-۱-۵ پیاده سازی جهت دار

- ۱۸۴ ۵-۱-۵ مسیریابی/آدرس‌دهی محدود
- ۱۸۵ ۲-۵ پروتکل انتقال چندبخشی مطمئن (RMST)
- ۱۸۸ ۱-۲-۵ ارزیابی کیفی
- ۱۸۸ ۳-۵ پروتکل پمپ آهسته واکشی سریع (PSFQ)
- ۱۹۱ ۱-۳-۵ ارزیابی کیفی
- ۱۹۲ ۴-۵ پروتکل کشف و اجتناب از ازدحام (CODA)
- ۱۹۵ ۱-۴-۵ ارزیابی کیفی
- ۱۹۶ ۵-۵ پروتکل انتقال مطمئن رویداد به چاهک (ESRT)
- ۲۰۰ ۱-۵-۵ ارزیابی کیفی
- ۲۰۰ ۶-۵ پروتکل GARUDA
- ۲۰۶ ۱-۶-۵ ارزیابی کیفی
- ۲۰۷ ۷-۵ پروتکل انتقال بلادرنگ و مطمئن (RT)²
- ۲۱۴ ۱-۷-۵ ارزیابی کیفی
- ۲۱۵ ۶- لایه شبکه**
- ۲۱۵ ۱-۶ روش‌های مسیریابی
- ۲۱۶ ۲-۶ طبقه‌بندی پروتکل‌های مسیریابی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم
- ۲۱۸ ۱-۲-۶ پروتکل‌های مسیریابی مسطح
- ۲۱۹ ۱-۱-۲-۶ پروتکل سیلابی
- ۲۱۹ ۲-۱-۲-۶ پروتکل حس کردن اطلاعات از طریق مذاکره
- ۲۲۱ ۳-۱-۲-۶ پروتکل پراکندگی جهت‌دار
- ۲۲۲ ۲-۲-۶ پروتکل‌های مسیریابی سلسله‌مراتبی
- ۲۲۳ ۱-۲-۲-۶ روش سلسله‌مراتب‌خوشه‌بندی تطبیقی کم‌انرژی (LEACH)
- ۲۲۴ ۲-۲-۲-۶ شبکه حسگر کارآمد انرژی، حساس به آستانه (TEEN)
- ۲۲۷ ۳-۲-۶ پروتکل‌های مسیریابی مبتنی بر موقعیت

۲۲۷	..... ۱-۳-۲-۶- روش فیدلیتی تطبیقی جغرافیایی
۲۲۸	..... ۲-۳-۲-۶- پروتکل مسیریابی جغرافیایی و آگاه از انرژی (GEAR)
۲۲۹	..... ۳-۶- پروتکل‌های مسیریابی AODV
۲۳۰	..... ۱-۳-۶- اصول پروتکل مسیریابی AODV
۲۳۱	..... ۲-۳-۶- قالب پیام‌های AODV
۲۳۲	..... ۳-۳-۶- پیاده‌سازی یک نسخه ساده از AODV
۲۳۴	..... ۱-۳-۳-۶- انواع پیام‌ها در AODV
۲۳۶	..... ۲-۳-۳-۶- طراحی معماری نرم‌افزار
۲۴۰	..... ۴-۶- پروتکل مسیریابی خوشه-درخت
۲۴۰	..... ۱-۴-۶- شبکه تک خوشه‌ای
۲۴۱	..... ۱-۱-۴-۶- شبکه چندخوشه‌ای
۲۴۳	..... ۵-۶- پروتکل‌های مسیریابی آگاه از انرژی
۲۴۶	..... ۶-۶- خلاصه

۷- لایه کاربرد ۲۴۷

۲۴۷	..... ۱-۷- کدگذاری منبع (فشرده‌سازی داده‌ها)
۲۴۸	..... ۱-۱-۷- الگوریتم Sensor LZW
۲۵۲	..... ۲-۱-۷- فشرده‌سازی توزیع شده
۲۵۴	..... ۲-۷- پردازش جستجو
۲۵۷	..... ۱-۲-۷- ارائه پرس و جو
۲۶۴	..... ۲-۲-۷- تجمیع داده‌ها
۲۶۷	..... ۳-۲-۷- پایگاه داده‌های COUGAR
۲۷۲	..... ۴-۲-۷- معماری Fjords
۲۷۵	..... ۵-۲-۷- سرویس تجمیع کوچک (TAG)
۲۸۰	..... ۶-۲-۷- پایگاه داده TinyDB

۲۸۵	۸- راه حل بین لایه ای
۲۸۶	۸-۱- تاثیرات بین لایه‌ها.....
۲۸۹	۸-۲- تعاملات میان لایه‌ای
۲۹۰	۸-۲-۱- لایه‌های شبکه و MAC
۲۹۳	۸-۲-۲- لایه‌های کاربرد و MAC
۲۹۴	۸-۲-۳- لایه شبکه و لایه فیزیکی
۲۹۸	۸-۳- توصیف یک پروتکل میان لایه‌ای
۲۹۹	۸-۳-۱- تعیین آغازگر
۳۰۲	۸-۳-۲- آغاز انتقال
۳۰۳	۸-۳-۳- رقابت گیرنده
۳۰۶	۸-۳-۴- مسیریابی مبتنی بر زاویه
۳۰۹	۸-۳-۵- کنترل ازدحام میان لایه‌ای محلی
۳۱۴	۸-۳-۶- تعامل میان لایه‌ای و کارایی روش میان لایه‌ای XLP
۳۱۸	۹- طراحی استقرار
۳۱۸	۹-۱- مقدمه
۳۱۸	۹-۲- طراحی فرآیند استقرار
۳۲۱	۹-۳- پارامترهای طراحی کلید
۳۲۱	۹-۳-۱- نرخ نمونه برداری و نرخ داده ها
۳۲۲	۹-۳-۱-۱- مذاکره با نرخ داده بالا
۳۲۳	۹-۳-۲- هزینه
۳۲۴	۹-۳-۳- اندازه و چگالی شبکه
۳۲۵	۹-۳-۴- محیط استقرار
۳۲۶	۹-۳-۵- مدت زمان استقرار

۳۲۶	..... ۶-۳-۹- مخاطب هدف و مدل تعامل
۳۲۷	..... ۴-۹- استقرار تکراری
۳۲۷	..... ۱-۴-۹- تکرار اولین استقرار
۳۲۸	..... ۲-۴-۹- تکرار استقرار دوم
۳۲۹	..... ۳-۴-۹- استقرارهای متوالی
۳۳۰	..... ۵-۹- نکات عملی
۳۳۰	..... ۱-۵-۹- نکات توسعه ای
۳۳۲	..... ۲-۵-۹- نکات عملی استقرار
۳۳۲	..... ۳-۵-۹- یادگیری از تجربه استقرار
۳۳۳	..... ۶-۹- خلاصه

۳۳۵	..... ۱۰- مدیریت تحرک
۳۳۵	..... ۱-۱۰- مقدمه
۳۳۶	..... ۲-۱۰- موجودیت های متحرک در شبکه های حسگر
۳۳۷	..... ۱-۲-۱۰- گره چاهک سیار
۳۳۸	..... ۲-۲-۱۰- گره رله سیار
۳۳۹	..... ۳-۲-۱۰- گره حسگر سیار
۳۳۹	..... ۳-۱۰- اهداف طراحی حسگر سیار
۳۴۰	..... ۱-۳-۱۰- بهبود پوشش شبکه
۳۴۰	..... ۱-۱-۳-۱۰- رویکردهای Vector-based
۳۴۴	..... ۲-۱-۳-۱۰- رویکردهای Voroni-Based
۳۴۸	..... ۳-۱-۳-۱۰- رویکردهای Quorum-based
۳۴۹	..... ۴-۱-۳-۱۰- رویکردهای با ساختار توری
۳۵۰	..... ۵-۱-۳-۱۰- رویکردهای با ساختار توری مربعی
۳۵۱	..... ۶-۱-۳-۱۰- رویکردهای ساختار توری شش وجهی

- ۳۵۴ ۱۰-۳-۲- بهبود حسگری در شبکه حسگر
- ۳۵۷ ۱۰-۴- چالش‌های تحرک: انتشار داده‌ها
- ۳۵۹ ۱۰-۵- راهبردهای انتقال داده‌ها در شبکه حسگر سیار
- ۳۶۴ ۱۰-۶- خلاصه
- ۳۶۵ واژه نامه
- ۳۶۷ مراجع

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرصه کتاب‌های است که بتواند خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد.

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بی‌کران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگی این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

گسترده‌گی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید.

در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پُر بار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقمندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت "دکتر هومن ضرابی - مهندس محمدصلاح اصفهانی - مهندس سعید حق گو" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

کارشناسی و نظارت بر محتوا: زهره قزلباش

در خاتمه ضمن سپاسگزاری از شما دانش‌پژوه گرامی درخواست می‌نماید با مراجعه به آدرس dibagaran.mft.info (ارتباط با مشتری) فرم نظرسنجی را برای کتابی که در دست دارید تکمیل و ارسال نموده، انتشارات دیباگران تهران را که جلب رضایت و وفاداری مشتریان را هدف خود می‌داند، یاری فرمایید.

امیدواریم همواره بهتر از گذشته خدمات و محصولات خود را تقدیم حضورتان نماییم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران
Publishing@mftmail.com

۱- مقدمه

شبکه های حسگر بی سیم راه را برای محاسبات گسترده باز کرده اند، که در آن اطلاعات را می توان حس کرد و مورد دسترسی قرار داد و آنها را روی یک گستره از محیط با کمترین تعامل یا بدون تعامل با انسان، توزیع نمود.

کاربرد شبکه های حسگر بی سیم، از کاربردهای نظامی گرفته تا کاربردهای تجاری مانند امنیت، نظارت پیرامونی، نظارت بر سلامت افراد، نظارت محیطی و نظارت ساختاری است.

اغلب گره های حسگر در این شبکه ها، اندازه های کوچک دارند، دستگاه ها ارزان و با باتری کار می کنند و ارتباط بی سیم برقرار می کنند. آنها به واسطه منابعی مانند پهنای باند، توان پردازش و انرژی محدود می شوند.

بنابراین، قابلیت اطمینان، مانایی و صحت این کاربردها در ابتدا وابسته به بهره برداری موثر از حسگرها از طریق طراحی پروتکل های هوشمند است.

در این کتاب به معرفی شبکه های حسگر و کاربردها و فناوری های بکار رفته در آنها پرداخته می شود.

در بخش دوم انواع شبکه های حسگر معرفی می گردند.

در بخش سوم لایه فیزیکی بررسی می شود. در فصل چهارم به ویژگی های لایه دسترسی به رسانه پرداخته می شود.



در فصل پنجم لایه انتقال مورد بحث قرار می گیرد. در بخش ششم لایه شبکه بررسی می گردد و در فصل هفتم لایه کاربرد معرفی می شود. با توجه به اینکه مباحث و چالش ها در شبکه حسگر بسیار متنوع است سه فصل پایانی به بررسی راه حل های میان لایه ای و طراحی استقرار و مدیریت تحرک پرداخته شده است.