

شبکه حسگر بی سیم

مؤلفین:

مرتضی براری

کوروش داداش تبار احمدی

سرشناسه: برای: مرتضی، ۱۳۳۹ - عنوان و نام پدیدآور: شبکه حسگر بی سیم/ مولف مرتضی براری، کوروش داداش تبار احمدی.
 مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۱. مشخصات ظاهری: ۵۵۲ ص: مصور.
 وضعیت فهرست نویسی: فیبا موضوع: شبکه های حسگر بی سیم
 شناسه افزوده: داداش تبار کوروش، ۱۳۵۵ شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 رده بندی کنگره: ۱۳۹۱ آب ۲ش/ TK۷۸۷۲ رده بندی دیویی: ۰۰۴/۶۸۲۲ کتابشناسی ملی: ۲۹۱۹۳۳۷



انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر



دانشگاه صنعتی مالک اشتر

مجتمع دانشگاهی فناوری اطلاعات، ارتباطات و امنیت

عنوان کتاب: شبکه حسگر بی سیم
 مولف: مرتضی براری، کوروش داداش تبار احمدی
 ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 طرح روی جلد: رضا بحرودی
 لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 صفحه آرای رایانه ای: مهدی ملایی
 ویراستار ادبی: زری جاویدی آلسعدی
 شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
 نوبت چاپ: اول، پاییز ۹۱
 قیمت: ۱۹۶.۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-5665-35-2

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۶۵-۳۵-۲

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.
 آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز فناوری اطلاعات و خدمات علمی تهران.
 مدیریت انتشارات: تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱
فصل اول: مقدمه‌ای بر شبکه حسگر بی سیم.....	۳
۱-۱- مقدمه.....	۳
۲-۱- ویژگی‌های شبکه حسگر بی سیم.....	۷
۳-۱- کاهش مصرف انرژی مهم‌ترین مسئله در شبکه‌های حسگر.....	۸
۱-۳-۱- چرخه وظایف.....	۸
۲-۳-۱- روش‌های داده‌گیری.....	۱۱
۳-۳-۱- روش‌های مبتنی بر قابلیت تحرک.....	۱۴
۴-۱- مسیریابی در شبکه حسگر بی سیم.....	۱۴
۵-۱- پایگاه داده در شبکه حسگر بی سیم.....	۱۷
۶-۱- سیستم عامل در شبکه حسگر بی سیم.....	۱۷
۷-۱- نتیجه‌گیری.....	۱۹
فصل دوم: کاربردهای شبکه حسگر بی سیم.....	۲۳
۱-۲- مقدمه.....	۲۳
۲-۲- محدوده کاربردها.....	۲۹
۳-۲- نمونه‌هایی از کاربردهای گروه ۲ شبکه حسگر بی سیم.....	۳۳
۱-۳-۲- کنترل خانه.....	۳۵
۲-۳-۲- خودکارسازی ساختمان.....	۳۷
۳-۳-۲- خودکارسازی صنعتی.....	۴۱
۴-۳-۲- کاربردهای پزشکی.....	۴۴
۴-۲- نمونه‌هایی از کاربردهای گروه ۱ شبکه حسگر بی سیم.....	۴۶
۱-۴-۲- حسگر و روبات‌ها.....	۴۸
۲-۴-۲- شبکه‌های حسگر قابل شکل‌گیری مجدد.....	۵۲

۵۳	۲-۴-۳- نظارت بر بزرگراه‌ها.....
۵۵	۲-۴-۴- کاربردهای نظامی.....
۶۰	۲-۴-۵- کاربردهای مهندسی طبیعی و شهری.....
۶۱	۲-۴-۶- تجهیزات آتش سوزی.....
۶۲	۲-۴-۷- نظارت مناطق مسکونی.....
۶۳	۲-۴-۸- کاربردهای حسگرهای نانوسکوپیك.....
۶۴	۲-۵- طبقه بندی فناوری شبکه حسگر بی سیم.....
۶۷	۲-۶- نتیجه گیری.....
۷۱	فصل سوم: فناوری پایه حسگر بی سیم.....
۷۱	۳-۱- مقدمه.....
۷۱	۳-۲- فناوری گره حسگر.....
۷۱	۳-۲-۱- مرور تاریخی در فناوری گره حسگر.....
۷۵	۳-۲-۲- سخت افزار و نرم افزار.....
۷۹	۳-۳- طبقه بندی حسگر.....
۸۱	۳-۴- محیط فعالیت شبکه بی سیم.....
۸۴	۳-۵- گرایش های شبکه بی سیم.....
۹۱	۳-۶- نتیجه گیری.....
۹۵	فصل چهارم: سامانه‌ها و فناوری‌های ارتباطات بی سیم.....
۹۵	۴-۱- مقدمه.....
۹۶	۴-۲- مبانی اولیه فناوری رادیویی.....
۹۶	۴-۲-۱- انتشار و اختلالات انتشار.....
۱۰۷	۴-۲-۲- تعدیل.....
۱۱۰	۴-۳- فناوری‌های بی سیم موجود.....
۱۱۳	۴-۳-۱- موارد استفاده در فضای باز.....

۱۳۹.....	۴-۳-۲- کاربردهای شبکه بی سیم موضعی/ MAN
۱۶۰.....	۴-۴- نتیجه گیری
فصل پنجم: پروتکل های کنترل دسترسی واسطه در شبکه های حسگر بی سیم..... ۱۶۳	
۱۶۳.....	۵-۱- مقدمه
۱۶۶.....	۵-۲- بایه های پروتکل های کنترل دسترسی واسطه
۱۶۸.....	۵-۲-۱- الزامات اجرایی
۱۷۳.....	۵-۲-۲- پروتکل های متداول
۱۹۱.....	۵-۳- پروتکل های کنترل دسترسی واسطه برای شبکه های حسگر بی سیم
۱۹۴.....	۵-۳-۱- پروتکل های بر مبنای برنامه ریزی
۲۰۲.....	۵-۳-۲- پروتکل های دسترسی تصادفی
۲۰۶.....	۵-۴- مطالعه موردی کنترل دسترسی واسطه حسگر
۲۰۶.....	۵-۴-۱- نگاه کلی به پروتکل
۲۰۸.....	۵-۴-۲- فعالیت های دوره ای شنود و خواب
۲۰۹.....	۵-۴-۳- برنامه ریزی انتخاب و هماهنگی
۲۱۱.....	۵-۴-۴- همزمانی برنامه
۲۱۲.....	۵-۴-۵- شنود تطبیق پذیر
۲۱۲.....	۵-۴-۶- کنترل دسترسی و تبادل داده
۲۱۴.....	۵-۴-۷- انتقال پیام
۲۱۶.....	۵-۵- استاندارد شبکه های دسترسی خصوصی بی سیم با سرعت کم IEEE 802-15.4
۲۲۰.....	۵-۵-۱- لایه فیزیکی
۲۲۲.....	۵-۵-۲- لایه کنترل دسترسی واسطه
۲۴۵.....	۵-۶- نتیجه گیری
فصل ششم: پروتکل های مسیریابی برای شبکه های حسگر بی سیم..... ۲۵۱	
۲۵۱.....	۶-۱- مقدمه

۲۵۴	۲-۶- جمع آوری و پخش داده
۲۵۶	۳-۶- چالش‌های مسیریابی و مسائل طراحی در شبکه‌های حسگر بی سیم
۲۵۶	۱-۳-۶- مقیاس شبکه و ویژگی‌های متغیر زمانی
۲۵۷	۲-۳-۶- محدودیت‌های منبع
۲۵۷	۳-۳-۶- مدل‌های داده‌ای کاربردهای حسگر
۲۵۸	۴-۶- راهبردهای مسیریابی در شبکه‌های حسگر بی سیم
۲۶۰	۱-۴-۶- فنون مسیریابی شبکه حسگر بی سیم
۲۶۲	۲-۴-۶- دربرگیری و متغیرهای آن
۲۶۴	۳-۴-۶- پروتکل‌های حسگر برای اطلاعات به وسیله مذاکره
۲۷۲	۴-۴-۶- سلسله مراتب دسته‌بندی تطبیق‌پذیر کم انرژی
۲۷۷	۵-۴-۶- جمع آوری با کارآمدی منبع تغذیه در سامانه‌های اطلاعاتی حسگر
۲۸۲	۶-۴-۶- انتشار هدایت شده
۲۸۸	۷-۴-۶- مسیریابی جغرافیایی
۲۹۶	۵-۶- نتیجه‌گیری
۲۹۹	فصل هفتم: پروتکل‌های کنترل انتقال برای شبکه‌های حسگر بی سیم
۲۹۹	۱-۷- پروتکل‌های سنتی کنترل انتقال
۳۰۳	۱-۱-۷- پروتکل کنترل انتقال ((RFC 793
۳۰۶	۲-۱-۷- پروتکل بسته داده کاربر ((RFC 768
۳۰۶	۳-۱-۷- IP سیار
۳۰۷	۴-۱-۷- امکان استفاده از پروتکل کنترل انتقال یا پروتکل بسته داده کاربر برای ...
۳۰۹	۲-۷- مسائل طراحی پروتکل انتقالی
۳۱۲	۳-۷- نمونه‌هایی از پروتکل‌های کنترل انتقال موجود
۳۱۳	۱-۳-۷- آشکارسازی و جلوگیری از ازدحام
۳۱۴	۲-۳-۷- انتقال پایدار رویداد به چاهک
۳۱۵	۳-۳-۷- انتقال چند بخشی پایا

۳۱۵.....	۴-۳-۷- ارسال آهسته، واکنشی سریع
۳۱۶.....	۴-۳-۷- GARUDA
۳۱۷.....	۴-۳-۷- پروتکل انتقال تک کاره
۳۱۸.....	۴-۳-۷- مشکلاتی با پروتکل های کنترل انتقال
۳۱۹.....	۴-۳-۷- عملکرد پروتکل های کنترل انتقال
۳۱۹.....	۴-۳-۷- ۱- ازدحام
۳۲۱.....	۴-۳-۷- ۲- بازیابی بسته های اتلافی
۳۲۲.....	۴-۳-۷- ۵- نتیجه گیری
۳۲۷.....	فصل هشتم: میان افزار در شبکه های حسگر بی سیم
۳۲۷.....	۸-۱- مقدمه
۳۲۸.....	۸-۲- اصول میان افزار شبکه حسگر بی سیم
۳۲۹.....	۸-۳- ساختار میان افزار
۳۳۱.....	۸-۳-۱- توابع وابسته به داده
۳۳۶.....	۸-۳-۲- ساختارها
۳۳۹.....	۸-۴- میان افزارهای موجود
۳۳۹.....	۸-۴-۱- میان افزاری که کاربردها و شبکه ها را مرتبط می کند
۳۴۰.....	۸-۴-۲- خدمات شبکه های حسگر منبع متمرکز در مقیاس اینترنت
۳۴۲.....	۸-۴-۳- چارچوب کاری میان افزار تطبیق پذیر
۳۴۲.....	۸-۴-۴- خدمات میان افزار برای نظارت
۳۴۳.....	۸-۴-۵- EM*
۳۴۳.....	۸-۴-۶- Impala
۳۴۴.....	۸-۴-۷- DFuse
۳۴۵.....	۸-۴-۸- سامانه پایگاه داده قطعه
۳۴۶.....	۸-۴-۹- حسگر افزار
۳۴۶.....	۸-۵- نتیجه گیری

فصل نهم: مدیریت شبکه در شبکه‌های حسگر بی سیم.....	۳۵۱
۱-۹-مقدمه.....	۳۵۱
۲-۹-الزامات مدیریت شبکه.....	۳۵۱
۳-۹-مدل‌های سنتی مدیریت شبکه.....	۳۵۲
۳-۹-۱-پروتکل ساده مدیریت شبکه.....	۳۵۲
۳-۹-۲-نقشه عملکرد ارتباط از راه دور.....	۳۵۴
۴-۹-مسائل طراحی مدیریت شبکه.....	۳۵۴
۵-۹-نمونه‌های از ساختار مدیریتی: MANNA.....	۳۵۸
۶-۹-سایر مسائل مربوط به مدیریت شبکه.....	۳۶۰
۶-۹-۱-نام‌گذاری.....	۳۶۱
۶-۹-۲-تعیین موقعیت.....	۳۶۳
۷-۹-نتیجه‌گیری.....	۳۶۴
فصل دهم: سیستم عامل در شبکه‌های حسگر بی سیم.....	۳۶۷
۱-۱۰-مقدمه.....	۳۶۷
۲-۱۰-مسائل طراحی سیستم عامل.....	۳۶۹
۳-۱۰-نمونه‌هایی از سیستم‌های عامل.....	۳۷۱
۱-۳-۱۰-سیستم عامل کوچک.....	۳۷۱
۲-۳-۱۰-جفت.....	۳۷۴
۳-۳-۱۰-سیستم عامل مغناطیسی.....	۳۷۵
۴-۳-۱۰-MANTIS.....	۳۷۶
۵-۳-۱۰-OSPM.....	۳۷۷
۶-۳-۱۰-سیستم عامل چشم‌ها.....	۳۷۷
۷-۳-۱۰-SenOS.....	۳۷۸
۸-۳-۱۰-EMERALDS.....	۳۷۹
۹-۳-۱۰-PicOS.....	۳۸۰

۳۸۰	۴-۱۰-نتیجه گیری.....
۳۸۳	فصل یازدهم: کارایی و مدیریت ترافیک.....
۳۸۳	۱-۱۱-مقدمه.....
۳۸۷	۲-۱۱-مسائل طراحی شبکه حسگر بی سیم.....
۳۸۷	۱-۱-۱۱-پروتکل های کنترل دسترسی واسطه.....
۳۸۸	۲-۲-۱۱-پروتکل های مسیریابی.....
۳۸۹	۳-۲-۱۱-پروتکل های انتقال.....
۳۹۰	۳-۱۱-مدلسازی کارایی شبکه های حسگر بی سیم.....
۳۹۱	۱-۳-۱۱-معیارهای کارایی.....
۳۹۲	۲-۳-۱۱-مدل های اصلی.....
۳۹۷	۳-۳-۱۱-مدل های شبکه.....
۴۰۰	۴-۱۱-بررسی موردی: محاسبه ساده چرخه عمر سامانه.....
۴۰۲	۱-۴-۱۱-تحلیل.....
۴۰۴	۲-۴-۱۱-بحث.....
۴۰۷	۵-۱۱-نتیجه گیری.....
۴۱۱	فصل دوازدهم: پایگاه داده های شبکه حسگر.....
۴۱۱	۱-۱۲-مقدمه.....
۴۱۴	۲-۱۲-چالش های پایگاه داده حسگر.....
۴۱۸	۳-۱۲-جستجوی محیط فیزیکی.....
۴۲۱	۴-۱۲-واسطه های جستجو.....
۴۲۱	۱-۴-۱۲-پایگاه داده حسگر بوزپلنگ و انواع خلاصه داده.....
۴۲۲	۲-۴-۱۲-جستجوهای احتمالاتی.....
۴۲۴	۵-۱۲-سازمان سطح بالای پایگاه داده.....
۴۲۷	۶-۱۲-تراکم درون شبکه.....

۴۲۷	۱۲-۶-۱-انتشار و تراکم جستجو.....
۴۲۹	۱۲-۶-۲-پردازش جستجوی TinyDB.....
۴۳۰	۱۲-۶-۳-برنامه ریزی و بهینه سازی پردازش جستجو.....
۴۳۵	۱۲-۷-ذخیره سازی مبتنی بر داده.....
۴۳۹	۱۲-۸-شاخص های داده و جستجوهای ناحیه ای.....
۴۴۰	۱۲-۸-۱-شاخص های تک بعدی.....
۴۴۳	۱۲-۸-۲-شاخص های چند بعدی برای جستجوهای با محدوده های متعامد.....
۴۴۸	۱۲-۸-۳-جستجوی منطقه ای غیر متعامد.....
۴۵۰	۱۲-۸-۴-جمع آوری سلسله مراتبی گسترده.....
۴۵۱	۱۲-۸-۵-خلاصه سازی چند تجربی.....
۴۵۳	۱۲-۸-۶-تقسیم بندی خلاصه ها.....
۴۵۵	۱۲-۸-۷-آبشار کوچک.....
۴۵۸	۱۲-۸-۸-ترکیب با حفظ موقعیت.....
۴۶۰	۱۲-۹-داده های زمانی.....
۴۶۱	۱۲-۹-۱-کهنه شدن داده.....
۴۶۲	۱۲-۹-۲-شاخص گذاری داده های حرکت.....
۴۶۵	۱۲-۱۰-نتیجه گیری.....

۴۶۹	فصل سیزدهم: به کارگیری شبکه های عصبی در شبکه های حسگر بی سیم.....
۴۶۹	۱۳-۱-مقدمه.....
۴۷۰	۱۳-۲-نقش شبکه عصبی در کاهش مصرف انرژی شبکه حسگر بی سیم.....
۴۷۴	۱۳-۲-۱-شبکه های عصبی در طرح های چرخه وظایف.....
۴۷۵	۱۳-۲-۲-پیش بینی داده های حسگر به کمک شبکه های عصبی.....
۴۷۷	۱۳-۲-۳-پردازش درون شبکه ای به کمک شبکه های عصبی.....
۴۸۴	۱۳-۳-شبکه های عصبی در شبکه های حسگر متحرک.....
۴۸۶	۱۳-۴-نقش شبکه های عصبی در مسیریابی انرژی آگاه.....

۴۸۶	۱-۴-۱۳ شبکه‌ی عصبی انتشار معکوس در کشف مسیر
۴۸۷	۲-۴-۱۳ شبکه‌ی عصبی نقشه خودسازماندهی در مسیریابی
۴۸۹	۳-۴-۱۳ پروتکل‌های مسیریابی مبتنی بر نقشه خودسازماندهی
۴۹۲	۵-۱۳ نتیجه گیری
۴۹۵	فصل چهاردهم: حسگر وب
۴۹۵	۱-۱۴ مقدمه
۴۹۶	۲-۱۴ شبکه حسگر بی سیم و حسگر وب
۴۹۶	۱-۲-۱۴ حسگر وب
۴۹۹	۲-۲-۱۴ مقایسه حسگر وب و شبکه حسگر بی سیم
۵۰۰	۳-۲-۱۴ کاربردهای حسگر وب
۵۰۲	۳-۱۴ الزامات طراحی حسگر وب
۵۰۳	۴-۱۴ لایه‌های حسگر وب
۵۰۴	۱-۴-۱۴ لایه حسگری
۵۰۴	۲-۴-۱۴ لایه ارتباطی
۵۰۴	۳-۴-۱۴ لایه اطلاعاتی
۵۰۵	۴-۴-۱۴ اهداف طراحی لایه‌ای
۵۰۷	۵-۱۴ رده بندی حسگر وب
۵۰۷	۱-۵-۱۴ سامانه‌های سلسله مراتبی و مبتنی بر گیرنده
۵۰۸	۲-۵-۱۴ سامانه‌های پرس و جویی جریان‌دار
۵۱۰	۳-۵-۱۴ میان افزار حسگر / شبکه‌های حسگر پرسش گر
۵۱۰	۶-۱۴ فعال سازی حسگر وب
۵۱۱	۷-۱۴ حسگر وب سرویس گرا
۵۱۲	۸-۱۴ حسگر وب معنایی
۵۱۲	۹-۱۴ نتیجه گیری

مراجع..... ۵۱۷

پیوست الف: اصول تعدیل..... ۵۲۵

واژه نامه..... ۵۴۱

واژه نامه انگلیسی به فارسی..... ۵۴۱

واژه نامه فارسی به انگلیسی..... ۵۴۷

فهرست جداول

فصل دوم: کاربردهای شبکه حسگر بی سیم ۲۳

جدول ۱-۲- فاکتورهای طبقه بندی ۶۵

فصل سوم: فناوری پایه حسگر بی سیم ۷۱

جدول ۱-۳- طبقه بندی ساده شده گره های حسگر ۷۹

جدول ۲-۳- محدودیت های نیازمندی های طراحی برای شبکه های حسگر بی سیم و ۸۲

جدول ۳-۳- فهرست تلاش های تحقیقاتی که توسط آژانس های دولتی ایالات متحده ۸۸

فصل چهارم: سامانه ها و فناوری های ارتباطات بی سیم ۹۵

جدول ۱-۴- پدیده های بنیادی که سیگنال ها را تحت تأثیر قرار می دهند ۹۹

جدول ۲-۴- انواع چند مسیری ۹۹

جدول ۳-۴- فاکتورهای محو شدگی ۱۰۰

جدول ۴-۴- تضعیف سیگنال به خاطر موانع متداول ۱۰۳

جدول ۵-۴- مقایسه پروتکل بی سیم ۱۱۳

جدول ۶-۴- واژه نامه RFID ۱۱۴

جدول ۷-۴- بسامدهای مربوط به IEEE شبکه موضعی بی سیم در بخش های ۱۲۸

جدول ۸-۴- مقایسه IEEE 802-11b/g و IEEE 802-11a ۱۲۹

جدول ۸-۴- دسته پروتکل های ZigBee ۱۳۴

جدول ۹-۴- مرور قیاسی فناوری Wi-Fi و WiMax متحرک ۱۳۵

فصل پنجم: پروتکل های کنترل دسترسی واسطه در شبکه های حسگر بی سیم ۱۶۳

جدول ۱-۵- پارامترهای اصلی لایه فیزیکی IEEE 802-15.4 ۲۱۷

جدول ۲-۵- انواع قطعه در شبکه های ZigBee ۲۲۵

فصل ششم: پروتکل های مسیریابی برای شبکه های حسگر بی سیم ۲۵۱

جدول ۶-۱- تشریح تمایل با استفاده از جفت های مقدار و مشخصه ۲۸۲

فصل هفتم: پروتکل های کنترل انتقال برای شبکه های حسگر بی سیم ۲۹۹

جدول ۷-۱- پروتکل های متعدد انتقالی برای شبکه های حسگر بی سیم ۳۱۳

فصل هشتم: میان افزار در شبکه های حسگر بی سیم ۳۲۷

جدول ۸-۱- واسطه های برنامه ریزی کاربرد که در عامل جست و جو تعریف شده اند ۳۳۲

فصل یازدهم: کارایی و مدیریت ترافیک ۳۸۳

جدول ۱۱-۱- عوامل طراحی برای شبکه های حسگر بی سیم ۳۸۷

جدول ۱۱-۲- ویژگی های کنترل کننده های کوچک مختلف ۳۹۶

فصل سیزدهم: به کارگیری شبکه های عصبی در شبکه های حسگر بی سیم ۴۶۹

جدول ۱۳-۱- طبقه بندی روش های کاهش مصرف انرژی مبتنی بر شبکه های عصبی ۴۷۳

فصل چهاردهم: حسگر وب ۴۹۵

جدول ۱۴-۱- مقایسه شبکه حسگر و حسگر وب ۵۰۰

پیوست الف: اصول تعدیل ۵۲۵

جدول ۱-۴-۸- وازگان اصلی تعدیل ۵۲۶

فهرست اشکال

- فصل اول: مقدمه‌ای بر شبکه حسگر بی‌سیم ۳
- شکل ۱-۱- ساختار شبکه حسگر ۴
- شکل ۲-۱- مقایسه میزان مصرف انرژی در قسمت‌های مختلف گره حسگر ۶
- شکل ۳-۱- طبقه‌بندی طرح‌های کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم ۹
- فصل دوم: کاربردهای شبکه حسگر بی‌سیم ۲۳
- شکل ۱-۲- گروه ۱ شبکه‌های حسگر بی‌سیم: نقطه به نقطه، ۲۵
- شکل ۲-۲- گروه ۱ شبکه‌های حسگر بی‌سیم: چند به یک، سامانه‌های چند گامی ۲۵
- شکل ۳-۲- گره‌های مشارکتی و غیر مشارکتی ۲۶
- شکل ۴-۲- مقایسه طول عمر باتری با دوروش بلوتوث و ZigBee ۳۵
- شکل ۵-۲- کاربردهای کنترل خانه ۳۶
- شکل ۶-۲- کنترل روشنایی داخلی ۳۹
- شکل ۷-۲- کاربردهای کنترل صنعتی ۴۲
- شکل ۸-۲- مصارف کد آبی برای واکنش‌های اورژانسی: PDA اعلام حیاتی ۴۵
- شکل ۹-۲- کاربرد اعمال قانون - امنیت ملی ۴۷
- شکل ۱۰-۲- دسترسی آبی اداری به خرده‌های توزیع شده ۴۸
- شکل ۱۱-۲- محیط تولید اینتل با شبکه‌های حسگر بی‌سیم ۵۱
- شکل ۱۲-۲- نمونه شبکه حسگر بی‌سیم گردشگاه ۵۲
- شکل ۱۳-۲- دستگاه تشخیص ترافیک معمولی بزرگراه ۵۴
- شکل ۱۴-۲- نمونه‌های نظامی ۵۶
- شکل ۱۵-۲- خرده‌ها ۶۱
- فصل سوم: فناوری پایه حسگر بی‌سیم ۷۱
- شکل ۱-۳- پیشرفت زمانی فناوری حسگر (خرده‌ها) ۷۲
- شکل ۲-۳- مؤلفه‌های سخت افزاری و نرم افزاری شبکه‌های بی‌سیم ۷۸

- شکل ۳-۳- برخی پروتکل های شبکه که توسط شبکه های حسگر بی سیم پشتیبانی می شوند. ۸۰
- شکل ۴-۳- ارائه حسگر برای تحلیل آلودگی شیمیایی ۹۰

فصل چهارم: سامانه ها و فناوری های ارتباطات بی سیم ۹۵

- شکل ۴-۱- مد های انتشار رادیویی: برای شبکه های حسگری بی سیم موج مستقیم ... ۹۷
- شکل ۴-۲- انتشار رادیویی خارجی ۱۰۱
- شکل ۴-۳- داخل درونی ۱۰۴
- شکل ۴-۴- کارایی طرح های متداول (بی سیم) تعدیل. ۱۰۹
- شکل ۴-۵- مقایسه گرانگی پروتکل های موجود. ۱۱۲
- شکل ۴-۶- باند های فرکانس IEEE 802.11b/g، نقشه معمول، و برهم کنش بلوتوث ۱۲۷
- شکل ۴-۷- ویژگی های استاندارد IEEE 802.11a: مقایسه بازده نسبت به فاصله. ۱۳۱
- شکل ۴-۸- دسته پروتکل های ZigBee ۱۳۴
- شکل ۴-۹- مسیرهای مهاجرت به شبکه های بی سیم نسل سوم. ۱۴۴
- شکل ۴-۱۰- خدمات سلولی تمام IP نسل سوم. ۱۴۶
- شکل ۴-۱۱- ساختار بنیادی نسخه ۵ سامانه جهانی ارتباط از راه دور سیار. ۱۵۱

فصل پنجم: پروتکل های کنترل دسترسی واسطه در شبکه های حسگر بی سیم. ۱۶۳

- شکل ۵-۱- مدل مرجع اتصال داخلی سامانه های باز و معماری لایه ارتباطی داده ۱۶۵
- شکل ۵-۲- سناریوی گره پنهان در شبکه های حسگر بی سیم ۱۸۴
- شکل ۵-۳- سناریوی گره رو باز در شبکه های حسگر بی سیم ۱۸۵
- شکل ۵-۴- اجتناب از برخورد با استفاده از معاهده آماده ارسال / فارغ از ارسال ۱۸۸
- شکل ۵-۵- شکست اجتناب از برخورد با استفاده از معاهده آماده ارسال / فارغ از ارسال ۱۹۰
- شکل ۵-۶- پروتکل های کنترل دسترسی واسطه بر اساس دسترسی چند گانه تقسیم ۱۹۵
- شکل ۵-۷- بازه حالت های اجرایی شوند و خواب کنترل دسترسی واسطه حسگر ۲۰۸
- شکل ۵-۸- برنامه انتخاب و همزمانی گره مرزی ۲۱۰
- شکل ۵-۹- ارتباط زمانی بین گیرنده و تعدادی از فرستنده ها ۲۱۱

شکل ۵-۱۰- طرح اجتناب از برخورد کنترل دسترسی چند گانه حسگر.....	۲۱۴
شکل ۵-۱۱- انتقال پیام کنترل دسترسی واسطه حسگر.....	۲۱۵
شکل ۵-۱۲- (a) و مدل مرجع ZigBee؛ (b) مدل مرجع توده ZigBee.....	۲۱۸
شکل ۵-۱۳- لایه فیزیکی IEEE 802-15.4 فعال در باندهای بسامد.....	۲۲۲
شکل ۵-۱۴- ساختار بسته لایه فیزیکی IEEE 802-15.4.....	۲۲۲
شکل ۵-۱۵- نقشه های شبکه.....	۲۲۶
شکل ۵-۱۶- (a) ساختار ارجح چارچوب؛ (b) ساختار چارچوب کیفیت خدمات؛ ...	۲۳۰
شکل ۵-۱۷- (a) نوع چارچوب کنترل دسترسی واسطه کلی؛ (b) نوع چارچوب ...	۲۳۱
شکل ۵-۱۸- ادامه.....	۲۳۲
شکل ۵-۱۹- الگوریتم شیاری دسترسی چند گانه حس - حامل.....	۲۴۰
شکل ۵-۲۰- الگوریتم غیر شیاری دسترسی چند گانه حس - حامل.....	۲۴۴
فصل ششم: پروتکل های مسیریابی برای شبکه های حسگر بی سیم.....	۲۵۱
شکل ۶-۱- کاربردهای شبکه حسگر بی سیم.....	۲۵۳
شکل ۶-۲- ارسال داده و جست و جوی چند گامی.....	۲۵۵
شکل ۶-۳- در بر گیری در شبکه های ارتباطی داده.....	۲۶۲
شکل ۶-۴- مسئله همپوشانی در بر گیری ترافیک.....	۲۶۴
شکل ۶-۵- فعالیت های اصلی پروتکل های حسگر برای اطلاعات به وسیله مذاکره.....	۲۶۸
شکل ۶-۶- پروتکل معاهده سه مرحله ای پروتکل های حسگر نقطه به نقطه برای ...	۲۶۹
شکل ۶-۷- فعالیت های اصلی پروتکل های حسگر انتشاری برای اطلاعات به وسیله مذاکره.....	۲۶۹
شکل ۶-۸- مدل شبکه سلسله مراتب دسته بندی تطبیق پذیر کم انرژی.....	۲۷۱
شکل ۶-۹- فازهای سلسله مراتب دسته بندی تطبیق پذیر کم انرژی.....	۲۷۳
شکل ۶-۱۰- طرح جمع آوری و توده سازی زنجیره ای داده.....	۲۷۴
شکل ۶-۱۱- انتشار موضوع.....	۲۸۱
شکل ۶-۱۲- ایجاد شیب اولیه.....	۲۸۴
شکل ۶-۱۳- تحویل داده در یک مسیر تقویت شده.....	۲۸۴

شکل ۶-۱۴- تصمیم ارسال متمرکز و جامع.....	۲۸۶
شکل ۶-۱۵- راهبردهای ارسال مسیریابی جغرافیایی.....	۲۸۷
شکل ۶-۱۶- نارسایی روند الگوریتم ارسال مشتاقانه.....	۲۹۲
شکل ۶-۱۷- پیمایش محیطی در گراف مسطح.....	۲۹۴
فصل هفتم: پروتکل‌های کنترل انتقال برای شبکه‌های حسگر بی سیم.....	
شکل ۷-۱- عوارض انرژی در آشکارسازی و جلوگیری از ازدحام به عنوان تابعی.....	۳۲۱
شکل ۷-۲- گام به گام در مقابل انتها به انتها: تعداد ارسال‌های لازم برای فرستادن.....	۳۲۳
فصل هشتم: میان افزار در شبکه‌های حسگر بی سیم.....	
شکل ۸-۱- ساختار کلی میان افزار برای شبکه‌های حسگر بی سیم.....	۳۳۱
فصل نهم: مدیریت شبکه در شبکه‌های حسگر بی سیم.....	
شکل ۹-۱- توابع مدیریت در MANNA.....	۳۶۰
فصل یازدهم: کارایی و مدیریت ترافیک.....	
شکل ۱۱-۱- یک شبکه حسگر بی سیم.....	۳۸۴
شکل ۱۱-۲- طبقه بندی پروتکل‌های مسیریابی برای شبکه‌های حسگر بی سیم.....	۳۸۸
شکل ۱۱-۳- مصرف انرژی برای هر زیر سامانه در گره‌های حسگر.....	۳۹۴
شکل ۱۱-۴- مدل گره حسگر DTMC.....	۳۹۷
شکل ۱۱-۵- مدل حلقه بسته برای سامانه.....	۳۹۹
شکل ۱۱-۶- هندسه دو لایه‌ای یک شبکه حسگر بی سیم.....	۴۰۱
شکل ۱۱-۷- انرژی در مقابل طول بسته: (a) سرریز بسته 2 (O) بایت است؟.....	۴۰۶
فصل دوازدهم: پایگاه داده‌های شبکه حسگر.....	
شکل ۱۲-۱- سازوکار ملاقات برای پایگاه داده شبکه حسگر. داده و جستجوها.....	۴۲۶

- شکل ۱۲-۲- سرور خارجی (a) در مقابل تراکم درون شبکه‌ای (b). در (a)، تعداد... ۴۲۸
- شکل ۱۲-۳- مزایای تراکم درون شبکه‌ای برای توابع تراکمی مختلف که ... ۴۳۱
- شکل ۱۲-۴- برنامه ریزی گره برای شنود/ دریافت، تشخیص/ پردازش، و ... ۴۳۱
- شکل ۱۲-۵- سناریوهای استقرار عملگر جستجو. (a) تعداد نابرابر آشکارسازی از ... ۴۳۴
- شکل ۱۲-۶- تکرار ساختار یافته در جدول ترکیبی جغرافیایی ... ۴۳۸
- شکل ۱۲-۷- زیرمجموعه‌های کانونی حسگر در یک مسیر. ... ۴۴۱
- شکل ۱۲-۸- نمونه‌ای از جستجو با محدوده متعامد ... ۴۴۴
- شکل ۱۲-۹- درخت $k-d$ یک صفحه را به مستطیل‌هایی تقسیم می‌کند ... ۴۴۶
- شکل ۱۲-۱۰- نمایش سلسله DIFS ... ۴۴۹
- شکل ۱۲-۱۱- (a) لایه‌های درخت چهارگانه؛ (b) دیدگاه حسگر p نسبت به جهان ... ۴۵۴
- شکل ۱۲-۱۲- درخت ناحیه فضا را به چند ناحیه تقسیم می‌کند: (a) گره‌های ... ۴۵۷

فصل سیزدهم: به کارگیری شبکه‌های عصبی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم ۴۶۹

- شکل ۱۳-۱- ساختار توپولوژیک شبکه عصبی مرجع ... ۴۷۵
- شکل ۱۳-۲- مدل خطی تخمین اندازه‌گیری حسگرها ... ۴۷۶
- شکل ۱۳-۳- مدل غیرخطی تخمین اندازه‌گیری حسگرها ... ۴۷۶
- شکل ۱۳-۴- ساختار شبکه عصبی هاپفیلد به کار گرفته شده در اصلاح الگوها. ... ۴۸۰
- شکل ۱۳-۵- شبکه عصبی انتشار معکوس برای پیش‌بینی مقدار نیایی انرژی گره ... ۴۸۷
- شکل ۱۳-۶- ساختار شبکه عصبی نقشه خود سازماندهی ... ۴۸۸
- شکل ۱۳-۷- الگوریتم پیشنهادی در انتخاب سرخوشه ... ۴۹۱

فصل چهاردهم: حسگر وب ۴۹۵

- شکل ۱۴-۱- حسگر وب، همه منابع حسگری را یکپارچه می‌کند ... ۴۹۷
- شکل ۱۴-۲- حسگر وب (سامانه‌ای از سامانه‌ها) ... ۴۹۹
- شکل ۱۴-۳- نمایی از کاربرد حسگر وب ... ۵۰۱
- شکل ۱۴-۴- مهم‌ترین کاربردهای حسگر وب ... ۵۰۲

شکل ۱۴-۵- لایه های حسگر وب ۵۰۵

شکل ۱۴-۶- سامانه های با گنجایش ورودی بالا ۵۰۸

شکل ۱۴-۷- سامانه های پرس و جوی جریان دار ۵۰۹

شکل ۱۴-۸- شبکه های حسگر میان افزاری ۵۱۱

پیوست الف: اصول تعدیل ۵۲۵

شکل ۱-۴-۱- قطع متناوب انتقال فاز ۵۳۴

شکل ۲-۴-۱- طرح های جزیی رمزنگاری شده ۵۳۵

پیش‌گفتار

هدف اصلی این کتاب گردآوری، سازماندهی، و فرآوری داده‌ها و دانش پراکنده در زمینه شبکه حسگر بی سیم بوده به گونه‌ای که بتوان از این دانش، دانش جدیدی تولید کرد بالطبع یکی از مؤثرترین ابزارها در این حوزه تألیف کتابی با همین عنوان است. در این کتاب سعی شده است تا مفاهیم و نظریه‌های شبکه حسگر بی سیم مورد کنکاش قرار گیرد. مطالبی مانند کاربردها، فناوری‌های پایه حسگرها، پروتکل‌ها، پایگاه داده، سیستم عامل‌ها، میان افزارهای شبکه حسگر بی سیم و آخرین یافته‌های شبکه حسگر بی سیم تحت عنوان حسگر وب به رشته تحریر درآمده است. با این توصیف کتاب پیش رو علاوه بر اینکه می‌تواند بخشی از نیازهای محققان این حوزه را برطرف نماید به عنوان مرجعی برای دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد نیز محسوب می‌شود.