



无线传感器网络 技术与应用

曾园园◎著

清华大学出版社





无线传感器网络 技术与应用

曾园园◎著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书提取无线传感器网络若干技术难点,并针对当前该领域发展的最新技术和新趋势通过归纳分析国内外相关研究,提出新方法并进行了分析评估。本书内容上从“无线传感器网络概述”、“无线传感器网络组网通信技术”、“面向应用的传感器网络通信技术”、“参与感知概念下的无线传感器网络”、“传感器网络事件监测技术”、“未来无线传感器网络发展趋势”等几个方面展开探讨和阐述,旨在帮助读者了解无线传感器网络领域的新热点、新技术与新趋势,为从事该领域研究学者提供一定的指导与帮助。

本书内容丰富,覆盖面广,叙述平实,既可以作为网络通信、物联网等专业的本科生和研究生的教学参考书、课外读物和研究资料,也可供广大对传感器网络技术感兴趣的研究人员和工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

无线传感器网络技术与应用/曾园园著. —北京:清华大学出版社,2014

ISBN 978-7-302-36535-8

I. ①无… II. ①曾… III. ①无线电通信—传感器 IV. ①TP212

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第105617号

责任编辑:朱敏悦

封面设计:汉风唐韵

责任校对:宋玉莲

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×240mm 印 张:15.5 字 数:253千字

版 次:2014年9月第1版

印 次:2014年9月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:56.00元

前 言

无线传感器网络是信息科学领域的一个全新发展方向，是物联网的支撑技术之一。无线传感器网络无论是在国家安全还是国民经济方面均有着广泛的应用前景，最终将深入到人们生活的各个层面，改变人们的生活方式。无线传感器网络拓展了人们的信息获取能力，将客观物理信息同传输网络联系在一起，在下一代互联网中为人们提供最直接、最有效、最真实的信息。对该技术的深入研究将推动我国的信息化建设，并极大地带动相关产业和学科的发展，从而为国民经济带来新的增长点。

作为一类较特殊的无线网络形态，无线传感器网络在通信协议的设计上有一些特殊要求和挑战，随着传感器网络应用的发展，逐渐对网络通信效率提出了较高的要求，网络层和数据链路层的协议以及算法等一直是研究的重点。传感器网络是直接与应用相关的，在研究中一直秉承的基本路线就是针对传感器节点和网络的特点与限制，设计出优化的通信协议和相关算法。作为针对特定应用场景的无线网络形态，无线传感器网络在通信协议的设计上有一些特殊要求和挑战。本书针对这些内容作了阐述、分析和方法设计。

此外对于近年来学术界出现的新热点和新趋势本书也予以关注。“参与感知”是当前无线传感器网络智能感知的一种革新性的发展趋势。具有支持移动性节点的“移动无线传感器网络”也为传感器网络应用和性能带来了新的契机。车载传感器网络是车辆自组织网络与无线传感器网络相结合的产物，车载传感器网络可被应用到确保行车安全方面应用、城市环境污染监测以及犯罪调查等场景重建应用，受到了学术界和工业界的高度重视。本书将对上述概念进行阐述、剖析并提出方法设计。

本书内容组织如下：第1章为无线传感器网络概述，包括无线传感器网络概念与特点、网络关键技术、主要应用和现状概述。旨在让读者对无线传感器网络关键技术和应用前景有一个基本的概念认识 and 了解。第2章、第3章，旨在阐述

通用的无线传感器网络的通信技术，主要内容包括：能量优化的组网技术和抗干扰的通信技术。第4章强调了传感器网络的应用相关特性，讨论了面向应用的无线传感器网络通信技术，特别是面向应急监测应用的通信机制。第5章引入了“参与感知”的新概念，并介绍了新兴的移动无线传感器网络，在此基础上介绍了面向参与感知的移动车载无线传感器网络概念及通信机制的设计。第6章着眼于无线传感器网络的典型应用场景即事件监测，探讨了传感器网络事件监测方法，在此基础上着重介绍车载传感器网络事件监测面临的技术挑战以及进行监测方法的设计。最后在第7章对热点概念和技术及其与无线传感器网络相关的未来发展进行了展望，包括机会性网络数据采集与通信、云计算、物联网等都进行了介绍和分析。

本书是对我博士、博士后以及教研工作期间，在无线传感器网络领域不间断科学研究工作的一个总结，同时也旨在帮助读者对无线传感器网络技术及应用的重点、难点和未来走向有一定的认识和理解，使更多科研工作者和学生参与到无线传感器网络相关的研究和开发工作中来，从而推动我国无线传感器网络和物联网的基础建设。

本书的出版得到了清华大学出版社大力支持，在此表示诚挚的谢意。在本书写作过程中感谢武汉大学电子信息学院无线传感器网络实验室各位老师和同学的帮助，在此表示衷心的感谢！

本书的出版和研究工作也得到了国家自然科学基金青年科学基金项目(611103218)、江苏省自然科学基金青年科学基金项目(BK2012200)、湖北省自然科学基金(2011CDB446)和教育部留学回国人员科学启动基金的资助，在此一并表示感谢！

我还要感谢我的家人，特别是我的父母和先生，在任何时候总是给予我最无私的关爱和无条件的支持，谨以此书献给他们。

由于时间仓促和水平有限，书中难免存在缺点和疏漏之处，敬请各位专家以及广大读者批评指正。

曾园园

2014年1月9日

于武汉珞珈山麓东湖之滨

目 录

第 1 章 无线传感器网络概述	(1)
1.1 无线传感器网络概念与特点	(1)
1.1.1 无线传感器网络的概念	(1)
1.1.2 无线传感器网络的特点	(6)
1.2 无线传感器网络的关键技术	(8)
1.2.1 关键技术概述	(8)
1.2.2 网络自组织连接技术	(9)
1.2.3 智能感知覆盖技术	(9)
1.2.4 网络通信技术	(9)
1.2.5 其他关键技术	(9)
1.3 无线传感器网络的应用	(11)
1.3.1 典型应用	(11)
1.3.2 技术挑战与难点	(15)
1.4 无线传感器网络技术与应用现状	(16)
1.4.1 无线传感器网络的发展历程	(16)
1.4.2 无线传感器网络技术热点	(16)
1.4.3 无线传感器网络应用特点	(17)
1.4.4 无线传感器网络的发展方向	(18)
1.5 本章小结	(18)
参考文献	(19)
第 2 章 无线传感器网络能量优化的组网技术	(21)
2.1 无线传感器层次型网络拓扑	(21)
2.1.1 概述	(21)

2.1.2	相关研究	(22)
2.2	基于最小连通支配集的网络组网	(25)
2.2.1	最小连通支配集概述	(25)
2.2.2	相关研究	(27)
2.3	能量均衡的最小连通支配集组网	(32)
2.3.1	网络建模	(32)
2.3.2	动态周期性组网过程	(33)
2.3.3	能量均衡的最小连通支配集 ECDS 算法	(35)
2.3.4	针对节点移动性的分析	(46)
2.3.5	算法分析与应用	(47)
2.4	性能分析和模拟	(48)
2.4.1	ECDS 算法性能分析	(48)
2.4.2	模拟与结果分析	(53)
2.5	本章小结	(58)
	参考文献	(59)
第 3 章	无线传感器网络抗干扰通信技术	(63)
3.1	多信道通信技术	(63)
3.1.1	干扰和网络性能	(63)
3.1.2	多信道链路层技术	(64)
3.2	多信道通信技术	(64)
3.2.1	信道分配相关研究	(64)
3.2.2	干扰和网络模型	(66)
3.2.3	信道分配 CAA 算法	(68)
3.2.4	信道调整 CAA-dynamic 算法	(74)
3.2.5	针对拓扑变化的改进算法 CAA-mobile	(76)
3.2.6	性能分析	(79)
3.2.7	模拟	(82)
3.3	多信道无线传感器网络介质访问控制	(86)
3.3.1	概述	(86)
3.3.2	相关研究	(87)

3.3.3	信道调度方法	(90)
3.3.4	能量高效的多信道介质访问设计	(94)
3.3.5	性能分析	(100)
3.3.6	模拟	(101)
3.4	本章小结	(106)
	参考文献	(107)
第4章	面向应用的无线传感器网络通信技术	(110)
4.1	传感器网络应用与协议设计	(110)
4.2	应急监测应用与实时路由	(114)
4.2.1	概述	(114)
4.2.2	相关研究	(115)
4.2.3	网络模型	(122)
4.2.4	实时协议设计	(125)
4.2.5	算法分析	(133)
4.2.6	模拟	(134)
4.3	跨层通信方法与设计	(142)
4.3.1	相关研究	(142)
4.3.2	跨层通信概述	(146)
4.3.3	网络模型与问题定义	(147)
4.3.4	跨层路由设计	(148)
4.3.5	模拟与分析	(155)
4.4	多优先级应用下的跨层通信设计	(159)
4.4.1	优先级定义与应用场景	(159)
4.4.2	相关研究	(160)
4.4.3	针对优先级的跨层通信设计	(167)
4.4.4	模拟与分析	(172)
4.5	本章小结	(177)
	参考文献	(178)
第5章	参与感知概念下新型传感器网络技术	(183)
5.1	参与感知与移动无线传感器网络	(183)

VI 无线传感器网络技术与应用

5.1.1 参与感知	(183)
5.1.2 移动无线传感器网络	(184)
5.2 车载传感器网络技术与应用	(186)
5.2.1 车载传感器网络概述	(186)
5.2.2 车载传感器网络典型应用	(196)
5.3 面向车载传感器网络的通信设计	(197)
5.3.1 相关研究	(197)
5.3.2 车载传感器智能通信技术	(204)
5.3.3 性能分析	(210)
5.4 本章小结	(213)
参考文献	(214)
第6章 无线传感器网络事件监测技术	(216)
6.1 传感器网络事件监测方法	(216)
6.1.1 传感器网络事件监测案例	(216)
6.1.2 传感器网络事件监测方法分类	(219)
6.2 车载传感器网络与事件监测	(220)
6.2.1 概述	(220)
6.2.2 一种面向路况事件的车载传感器网络协同监测方法	(220)
6.2.3 分析与讨论	(225)
6.3 本章小结	(226)
参考文献	(226)
第7章 无线传感器网络技术与应用展望	(228)
7.1 机会性数据采集与通信	(228)
7.2 传感器网络与云计算	(229)
7.3 传感器网络与物联网	(231)
7.4 本章小结	(236)
参考文献	(237)

第1章 无线传感器网络概述

随着微电子技术、集成电路、传感器、无线通信技术的显著进展，低功耗多功能传感器快速发展，使其在微小体积内能够集成信息采集、数据处理和无线通信等多种功能。由这些微型传感器构成的传感器网络引起了人们的极大关注。无线传感器网络综合了传感器技术、嵌入式计算技术、分布式信息处理技术和通信技术，能够协作地实时监测、感知和采集网络分布区域内的各种环境或监测对象的信息，并对这些信息进行处理，获得详尽而准确的信息，传送到需要这些信息的用户。传感器网络可以使人们在任何时间、地点和环境条件下获取大量翔实而可靠的信息。因此，传感器网络具有十分广阔的应用前景，在军事国防、工农业、城市管理、生物医疗、环境监测、抢险救灾、反恐反恐、危险区域远程控制等许多领域都有重要的科研价值和巨大实用价值，已经引起了世界许多国家军界、学术界和工业界的高度重视，并成为了进入2000年以来公认的新兴前沿热点研究领域，被认为是将对21世纪产生巨大影响力的技术之一。无线传感器网络是一门新兴技术，及时开展这项技术对人类未来的生活影响深远，对整个国家的社会、经济将会有重大的战略意义。同时，无线传感器网络是构建物联网的重要支撑技术之一。无线传感器技术结合了嵌入式系统技术，传感器技术，现代网络以及无线通信技术，是一个热点的研究领域。

1.1 无线传感器网络概念与特点

1.1.1 无线传感器网络的概念

无线传感器网络 (Wireless Sensor Networks, WSN) 是微电子技术、嵌入式计算技术、Ad Hoc 无线网络、分布式计算等信息技术发展和融合的产物。无

线传感器网络就是由部署在监测区域内的大量的廉价微型传感器节点组成，通过无线通信方式形成的一个多跳的自组织网络系统，其目的是协作感知、采集和处理网络覆盖区域中感知对象的信息，并发送给观察者。传感器、感知对象和观察者构成了传感器网络的三个要素。无线传感器网络将逻辑上的信息世界与客观上的物理世界融合在一起，改变了人类与自然界的交互方式。传感器网络应用前景非常广阔，能广泛应用于军事、环境监测和预报、健康护理、智能家居、建筑物状态监控、复杂机械监控、城市交通、大型车间和仓库管理以及安全监测等领域。随着传感器网络的深入研究和广泛应用，传感器网络将逐渐深入到人类生活的各个领域。

无线传感器网络扩展了人们的信息获取能力，将客观物理信息同传输网络联系在一起，在下一代互联网中为人们提供最直接、最有效、最真实的信息。无线传感器网络能够获取客观物理信息，具有十分广阔的应用前景，能应用到诸多领域。对该技术的深入研究将推动我国的信息化建设，并极大带动相关产业和学科的发展，从而为国民经济带来新的增长点。美国在 20 世纪 90 年代就开始了传感器网络的研究工作，并首先在军方应用和推广。我国也非常重视无线传感器网络的发展，国内许多研究所和高校都在传感器网络方向上部署了重大研究项目和方向性项目。

1. 传感器

传感器网络是由许多在空间上分布的自动装置组成的一种计算机网络，这些装置使用传感器协作地监控不同位置的物理或环境状况（比如温度、声音、振动、压力、运动或污染物）。无线传感器网络的发展最初起源于战场监测等军事应用。而现今无线传感器网络开始被致力于民用领域应用，如环境与生态监测、健康监护、家庭自动化以及交通控制等。

传感器网络的基础是传感器技术及其原理。传感器网络的每个节点除配备了一个或多个传感器之外，还装备了一个无线电收发器、一个很小的微控制器和一个能源（通常为电池）。单个传感器节点的尺寸大到一个鞋盒，小到一粒尘埃。传感器节点的成本也是不定的，从几百美元到几美分，这取决于传感器网络的规模以及单个传感器节点所需的复杂度。传感器节点尺寸与复杂度的限制决定了能量、存储、计算速度与频宽的受限。在计算机科学领域，传感器网络是一个研究热点，每年都会召开很多的研讨会和国际会议。

传感器节点通常是一个微型的嵌入式系统，它集成了传感器模块、信息处理模块、无线通信模块和能量供应模块，即传感器节点由传感器模块、处理器模

块、无线通信模块和能量供应模块四部分组成。如图 1.1 所示，传感器模块负责监测区域内信息的采集和转换；处理器模块负责控制整个传感器节点的操作，存储和处理本身采集的数据以及其他节点发来的数据；无线通信模块负责与其他传感器节点进行无线通信，交换控制消息和收发采集数据；能量供应模块为传感器节点提供运行所需的能量，通常采用微型电池。

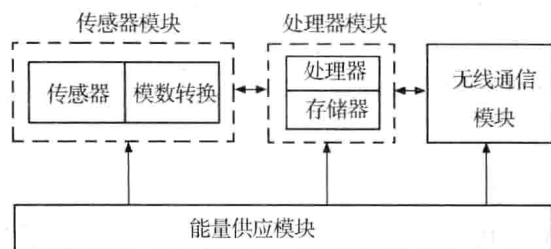


图 1.1 传感器节点模块结构

目前使用较为广泛的传感器节点是 Smart Dust 和 Mote。Smart Dust 是美国国防部资助的一个传感器网络项目的名称，该项目开发的产品也称 Smart Dust。Mote 系列节点也有美国军方资助，MICA 系列节点是美国加州大学伯克利分校研制的用于传感器网络研究的演示平台的实验节点。节点设计考虑了微型化即不易察觉，适合特殊任务，良好的稳定性和安全性，在恶劣环境下也不易损坏，防止外界因素造成的损坏，且敏感数据以秘文形式存储和发送，以及低成本，适于大量部署。图 1.2 为随时间发展的几种代表性的传感器节点。

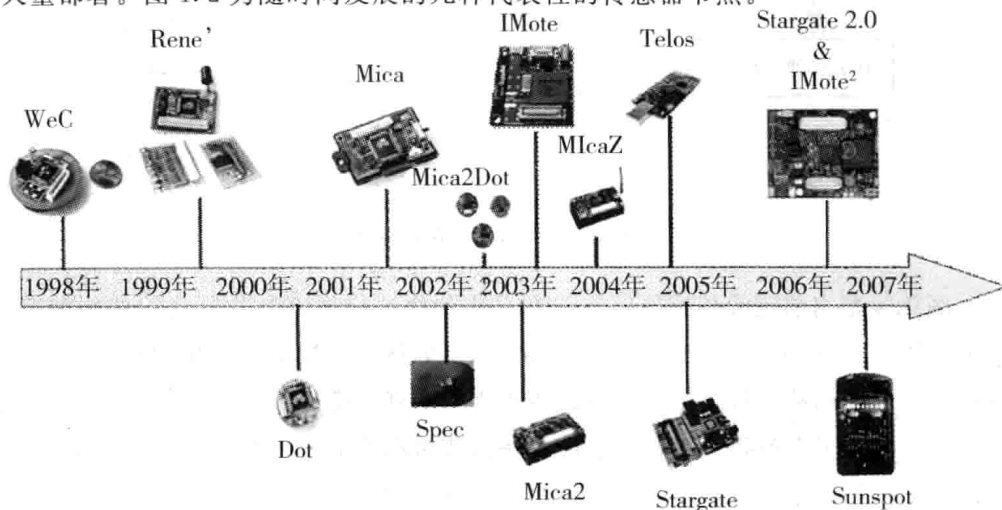


图 1.2 代表性的传感器节点

2. 传感器网络结构

传感器网络结构如图 1.3 所示，传感器网络系统包括传感器节点（sensor node）、汇聚节点（sink node）和管理节点。大量传感器节点随即部署在监测区域内部或者附近，能够通过自组织方式构成网络。传感器节点监测的数据沿着其他传感器节点逐跳地进行传输，在传输过程中监测数据可能被多个节点处理，经过多跳后路由到汇聚节点，最后通过互联网或者卫星到达管理节点。用户通过管理节点对传感器网络进行配置和管理，发布监测任务以及收集监测数据。传感器节点通常是一个微型嵌入式系统，其处理能力、存储能力和通信能力相对较弱，通过携带能量有限的电池供电。汇聚节点的处理能力、存储能力和通信能力相对较强，连接传感器网络与外部网络，发布管理节点的监测任务并将收集的数据转发到外部网络上。传感器网络在某种程度上可以视为一种 ad hoc 网络，但相对于一般意义上的 ad hoc 网络来说，其面临的环境更加复杂多变，所以在应用中，必须研究适合无线传感器网络的协议和算法。

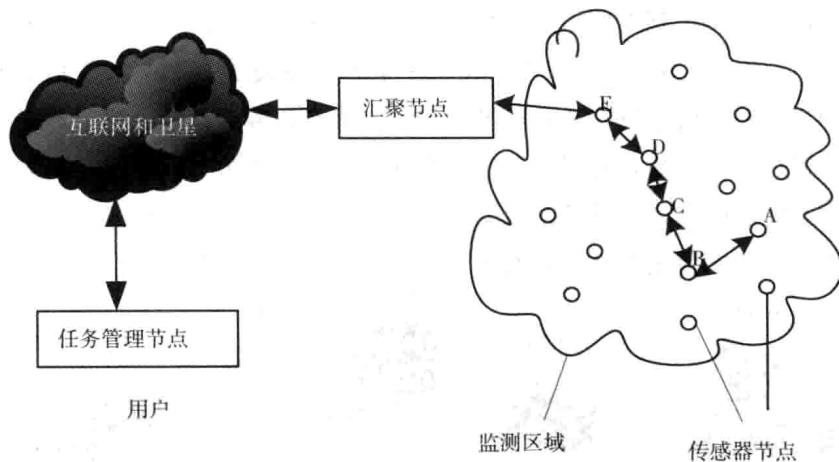


图 1.3 传感器网络体系结构

图 1.4 是当前无线传感器网络普遍采用的协议栈体系结构，它包括物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层，与互联网协议栈的五层协议相对应。另外协议栈还包括能量管理平台、移动管理平台和任务管理平台。

这些管理平台使得传感器节点能够按照能量高效的方式协同工作，在节点移动的传感器网络中转发数据，并支持多任务和资源共享。各层协议和平台的功能分析如下：

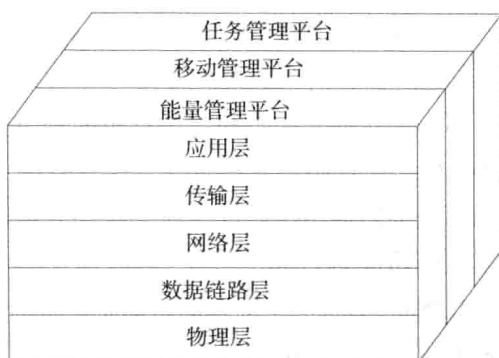


图 1.4 传感器网络协议栈结构

(1) 物理层提供简单但重要的信号调制和无线收发技术，负责频率选择、载波生成、信号检测、调制解调、编码、定时和同步等问题，物理层设计直接影响到电路的复杂度和传输能耗等问题。由于传感器网络节点体积小、能量、通信能力和运算能力都有限，这就要求传感器网络的物理层设计比传统的网络要更加节能，目标是设计低成本、低功耗和小体积的传感器节点。

(2) 数据链路层负责数据成帧、帧监测、差错校验和介质访问控制 (MAC) 方法，以保证可靠的点到点和点到多点的通信。介质访问控制方法是否合理与高效，直接决定了传感器节点间协调的有效性和对网络拓扑结构的适应性，合理高效的介质访问控制方法能够有效地减少传感器节点收发控制性数据的比率，进而减少能量损耗。

(3) 网络层主要负责路由生成与路由选择。以通信网络为核心，实现传感器与传感器、传感器与观察者之间的通信，支持多传感器协作完成大型感知任务。网络层和数据链路层协同工作，使各节点采用自组织的方式构建起网络，并确定网络拓扑结构，随后在给定网络的拓扑结构的情况下，进行有效路由选择。由于传感器网络的一些特点，其路由层除了高效地完成路由转发任务外，还要考虑节能问题、网络的动态性、拓扑发现和大规模性、数据递送模式、网络负载和能耗平衡、数据冗余和数据融合等问题。

(4) 传输层负责数据流的传输控制，是保证通信服务质量的重要部分。由于传输层是建立在数据链路层和网络层提供的服务之上的，如果数据链路层和网络层提供的服务确实是高效可靠的，那么传输层就不是必需的。在 Pico Radio 项目中就提出如果传感器网络不接入 Internet，则传输层不是必需的。在无线传感器

网络与 Internet 互联时, 传输层就显得尤其重要, 传输层协议仍然处于探索阶段, 由于节点的能源和存储能力都非常有限, 或许应该是纯 UDP 类的协议。

(5) 应用层解决应用的共性问题, 包括应用基础和典型应用, 主要负责时间同步、节点定位、QoS、移动性控制、能量管理、配置管理、安全管理和远程管理, 包括一系列基于监测任务的应用层软件。应用层作为最高层次, 处于一种统观全局的位置, 更适合上述功能的完成。

(6) 能量管理平台管理传感器节点如何使用能量, 综合协调各层节省能量。能源管理平台管理节点如何使用自己的能源, 比如节点会在收到一个报文后关闭自己的接收装置, 这样可以避免获得重复的报文。而且, 当节点的能源级别较低的时候, 节点可以向邻居广播一个报文, 告诉邻居自己不再承担路由转发的任务, 剩余能源只是用来感知数据。

(7) 移动管理平台监测并注册传感器节点的移动, 维护到网关节点的路由, 使得传感器节点能够动态跟踪其邻居的位置。移动管理平台用来探测和注册节点的移动, 因此, 总是维护着到 sink 节点的路由, 并且, 节点总是知道谁是自己的邻居, 可以平衡自己的能源和任务。

(8) 任务管理平台在一个给定的区域内平衡和调度监测任务。任务管理平台平衡和调度某个特殊区域分配的任务。在同一时间, 在那个区域的所有节点并不需要都执行相同的感知任务, 因此, 是否执行这个任务就取决于节点自身的能源状况。

这三个平台互相配合工作, 使得传感器节点能够协调、高效的运转, 为整个网络进行路由, 在节点间进行资源共享。

1.1.2 无线传感器网络的特点

目前常见的无线网络包括移动通信网、无线局域网、蓝牙网络、Ad hoc 网络等, 无线传感器网络与这些传统网络相比具有以下特点。

1. 资源有限

首先, 传感器节点是一种微型嵌入式设备, 具有成本低、体积小、功耗少等特点, 使得其能量有限、计算和通信能力弱、存储容量小、不能够处理复杂的任务。其次, 传感器节点的通信带宽窄, 易受高山、建筑物、障碍物等地势地貌以及风雨雷电等自然环境的影响, 通信断接频繁。最后, 传感器节点个数多、分布范围广、部署区域环境复杂, 在很多应用中通过更换电池来补充能量是不可行的。因此,

如何充分利用有限的资源去完成数据的采集、处理和中继等多种任务是设计无线传感器网络面临的主要挑战。在研制无线传感器网络的硬件系统和软件系统时，必须充分考虑资源的局限性，协议层不能太复杂，并且要以节能为前提。

2. 节点众多，分布密集

无线传感器网络中的节点分布密集，数量巨大，可能达到几百、几千万，甚至更多。此外，传感器网络可以分布在很广泛的地理区域。传感器网络的这一特点使得网络的维护十分困难甚至不可维护，因此传感器网络的软、硬件必须具有较高的强壮性和容错性，以满足传感器网络的功能要求。

3. 自组织、动态性网络

在传感器网络应用中，节点通常被放置在没有基础结构的地方。传感器节点的位置不能预先精确设定，节点之间的相互邻居关系预先也不知道，而是通过随机布撒的方式，如通过飞机播撒大量节点到面积广阔的原始森林中，或随意放置到人不可到达的危险区域。这就要求传感器节点具有自组织能力，能够自动进行配置和管理，通过拓扑控制机制和网络协议自动形成转发监控数据的多跳无线网络系统。同时，由于部分传感器节点能量耗尽或环境因素造成失效，以及经常有新的节点加入，或是网络中的传感器、感知对象和观察者这三要素都可能具有移动性，这就要求传感器网络必须具有很强的动态性，以适应网络拓扑结构的动态变化。

4. 多跳路由

无线传感器网络中节点的功率有限，通信距离只有几十米到几百米，不足以覆盖整个网络区域，如果希望与其射频范围之外的节点通信，则需要经过中间节点的转发。无线传感器网络中没有专门的路由设备，多跳路由是由普通传感器节点完成的。

5. 以数据为中心的网络

传统的计算机网络是以地址（MAC 地址或 IP 地址）为中心的，数据的接收、发送和路由都按照地址进行处理。而无线传感器网络是任务型的网络，用户通常不需要知道数据来自于哪一个节点，而更关注数据及其所属的空间位置。例如，在目标跟踪系统中，用户只关心目标出现的位置和时间，并不关心是哪一个节点监测到目标。因此，在无线传感器网络中不一定按地址来选择路径，而可能根据感兴趣的数据建立起从发送方到接收方的转发路径。另外，传统的计算机网

络要求实现端到端的可靠传输，传输过程中不会对数据进行分析和处理，而无线传感器网络要求的是高效率传输，需要尽量减少数据冗余，降低能量消耗，数据融合是传输过程中的重要操作。

6. 应用相关的网络

传感器网络用来感知客观物理世界，获取物理世界的信息量。客观世界的物理量多种多样，不可穷尽。不同的传感器网络应用关心不同的物理量，因此对传感器的应用系统也有多种多样的要求。不同的应用背景对传感器网络的要求不同，其硬件平台、软件系统和网络协议必然会有很大差别，在开发传感器网络应用中，更关心传感器网络的差异。只有让系统更贴近应用，才能做出最高效的目标系统。针对每一个具体应用来研究传感器网络技术，这是传感器网络设计不同于传统网络的显著特征。

1.2 无线传感器网络的关键技术

1.2.1 关键技术概述

传感器节点体积微小，通常携带能量十分有限的电池。由于传感器节点个数多、成本要求低廉、分布区域广，而且部署区域环境复杂，有些区域甚至人员不能到达，无法通过更换电池的方式来补充能源，所以高效的使用能量、延长网络生存期是网络通信协议设计面临的首要目标。另外，传感器节点具有的能量、处理能力和通信能力十分有限，在实现各种网络协议和应用系统时，常存在一些限制，因此设计有效的协议和算法来改进提高网络通信性能是传感器网络设计的另一个目标。传感器网络是集成了监测、控制以及无线通信的网络系统，节点数目更为庞大（成千甚至上万），节点分别更加密集，为了保证网络协议以及算法具有可扩展性，其设计应具有分布式特点。通常情况下，大多数节点是固定不动的，由于环境影响和能量耗尽，节点容易出现故障，因此设计传感器网络算法和协议还应当具有自组织、自优化和自愈的能力。在实现传感器网络协议和应用系统时，需要考虑这些现实约束并针对性提出关键技术和解决方案。