

Survey on Wireless Sensor Networks Research and Application

LIU Shi-an¹, PENG Xiao-juan²

1. Guang Zhou Maritime College, Guang Zhou China

2. Guang Zhou Maritime College, Guang Zhou China

1. shian_liu@163.com, 2. pengppjuan@163.com

Abstract: Wireless sensor network is a new type of network, as a novel technology to acquire and process information, it has a wide spectrum of applications. In this paper, the basic concept, the basic structure, characteristics for wireless sensor network were briefly introduced, given in detail some of the specific sensor network applications, the hot issue of the current study was discussed, and at the same time the bright future of wireless sensor networks was also envisaged.

Key words: wireless sensor networks; nodes; application; key technology

无线传感器网络的研究与应用

刘世安¹, 彭小娟²

1. 广州航海高等专科学校, 广州, 中国, 510725

1. 广州航海高等专科学校, 广州, 中国, 510725

1. shian_liu@163.com; 2. pengppjuan@163.com

【摘要】无线传感器网络是一种新型网络, 作为一种全新的信息获取和处理技术, 具有广泛的应用范围。介绍了无线传感器网络的基本概念、体系结构和特点, 详细给出了传感器网络的一些具体应用, 同时阐述了目前研究的关键技术和热点问题。并展望了无线传感器网络的前景。

【关键词】无线传感器网络; 节点; 应用; 关键技术

1 引言

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。

无线传感器网络(Wireless Sensor Network, WSN)是由部署在监测区域内大量的廉价微型传感器组成, 通过无线通信方式形成的一个多跳的自组织的网络系统, 其目的是协作地感知, 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。

传感器网络的三要素是传感器、观察者和感知对象。传感器由电源、感知部件、嵌入式处理器、存储器、通信部件和软件这几部分构成。观察者是传感器网络的用户, 是感知信息的接受和应用者。观察者可以是人, 也可以是计算机或其他设备。感知对象是观察者感兴趣的监测目标, 可以是湿度、温度、光、压力等。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, 改变人类与自然界的交互方式。人们可以通过传感器网络直接感知客观世界, 从而极大地扩展现有网络的功能和人类认识世界的能力。

2 无线传感器网络的结构

2.1 WSN节点结构

节点是无线传感器网络的基本功能单元, 典型的节点结构如图1所示, 主要包括数据采集模块(传感器、A/D转换器)、数据处理和控制模块(微处理器、存储器)、无线通信模块(无线收发器)和供电模块(电池、能量转换器)这四部分组成^[1]。

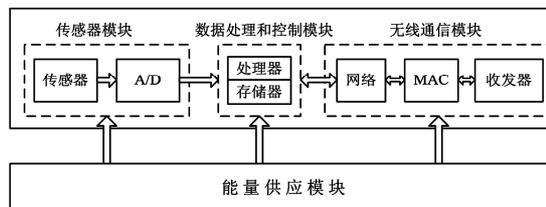


Figure 1. The structure of wireless sensor network nodes

图 1. 无线传感器网络节点结构

数据采集模块负责监测区域内信息的采集和数据转换,传感器用于感知、获取外界的信息,被检测的物理信号决定了传感器的类型,A/D转换器将物理信号转换为数字信号;数据处理和控制模块负责控制整个传感器节点的操作,微处理器负责协调节点各部分的工作,通常选用嵌入式CPU;数据传输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;供电模块为传感器节点提供正常工作所必需的能量。

2.2 无线传感器网络体系结构

无线传感器网络结构如图2所示,传感器网络系统通常包括传感器节点(Sensor Node)、汇聚节点(Sink Node)和管理节点。大量传感器节点随机部署在监测区域(Sensor Field)内部或附近,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它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。

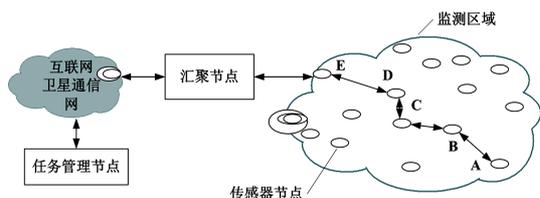


Figure 2. The structure of wireless sensor network
图2. 传感器网络体系结构

传感器节点通常是一个微型的嵌入式系统,它的处理能力、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。从网络功能上看,每个传感器节点兼顾传统网络节点的终端和路由器双重功能,除了进行本地信息收集和数据处理外,还要对其它节点转发来的数据进行存储、管理和融合等处理,同时与其它节点协作完成一些特定任务。汇聚节点的处理能力、存储能力和通信能力相对较强,它连接传感器网络与 Internet 等外部网络,实现两种协议栈之间的通信协议转换,同时发布管理节点的监测任务,并把收集的数据转发到外部网络上。汇聚节点既可以是一个具有增强功能的传感器节点,有足够的能量供给和更多的内存与计算资源,也可以是没有监测功能仅带

有无线通信接口的特殊网关设备。

2.3 无线传感器网络特点

无线传感器网络与传统网络相比有一些独有的特点,主要有:

(1) 电源容量有限:无线传感器节点靠电池供电,能源有限。

(2) 硬件资源受限:传感节点硬件资源受限,计算能力和数据处理能力有限。

(3) 传感节点数量巨大:无线传感器网络中的节点数目比传统网络更为巨大,分布密度更高。

(4) 自组织网络:传感器节点以自组织方式构成网络,无需预设的网络设施。

(5) 动态网络:传感器节点会随时因为能源耗尽而离开网络,也可能因为某种需要而随时进入网络。

(6) 多跳路由:传感节点覆盖范围一般在一百米以内覆盖范围外的通信,需中间节点路由。

(7) 以数据为中心:传感器没有全局唯一的IP,用户对数据的收集,以数据为中心,不依节点标号。

3 无线传感器网络的应用

传感器网络作为一种新型的信息获取系统,具有极其广阔的应用前景。由于传感器网络可以使人们在任何时间、地点和任何环境条件下获取大量详实而可靠的信息。因此,这种网络系统可以被广泛地应用于国防军事、国家安全、环境监测、设施农业、智能家居、交通管理、医疗卫生、定位、制造业、反恐抗灾等领域。

(1) 军事应用。WSN 具有可快速部署、可自组织、隐蔽性强和高容错性的特点,因此非常适合在军事上应用。利用 WSN 能够实现对敌军兵力和装备的监控、战场的实时监视目标定位、战场评估、核攻击和生物化学攻击的监测和搜索等功能^[2]。通过飞机或炮弹直接将传感器节点播撒到敌方阵地,就能够非常隐蔽且准确地收集战场信息。

(2) 环境应用。随着人们对环境的日益关注,环境科学所涉及的范围越来越广泛。通过传统的方式采集原始数据是一件很困难的工作。无线传感器网络为野外随机性的数据获取提供了方便。跟踪候鸟和昆虫的迁移,研究环境变化对农作物的影响^[3],监测海洋、大气和土壤的成分等;监测降雨量、河水水位和土壤水分,并依此预测爆发山洪的可能性;无线传感器网络对森林火灾准确、及时地预报也应该是有帮助的;

此外,无线传感器网络也可以应用在精细农业中,以监测农作物中的害虫、土壤的酸碱度和施肥状况等。

(3) 医疗应用。WSN 可以用于检测人体的生理数据和健康状况,对医院药品进行管理以及用于远程医疗等医疗领域。在 SSIM 项目中,100 个微型传感器被植入病人眼中,帮助盲人获得了一定程度的视觉。科学家还创建了一个“智能医疗之家”,即一个 5 间房的公寓住宅,使用无线传感器网络来测量居住者的重要生命体征(血压、脉搏和呼吸)、睡觉姿势以及每天 24 小时的活动状况,所搜集的数据被用于开展相应的医疗研究。哈佛大学的一个研究小组利用无线传感器网络构建了一个医疗监测平台^[4]。

(4) 家庭应用。无线智能传感器节点和执行器可以设计到吸尘器、微波炉、冰箱等家用电器中。这些传感器节点可以彼此交互或通过 Internet 与外部网络交互,用户可以方便地对家电进行远程控制^[5],另外,布置于房间内的温度、湿度、光照和空气成分等无线传感器,可以感知室内不同方位的微观状况,从而对空调、门窗以及其它家电进行自动控制,给人们提供智能化的、舒适的环境。

(5) 智能交通应用。智能交通监测系统采用声音、图像视频、温度、湿度等传感器,节点部署于十字路口周围,部署于车辆上的节点还包括 GPS 全球定位设备。汇聚节点可以安装在路边立柱、横杠等交通设施上,网关节点可以集成在交叉路口的交通信号控制器内,专用传感器终端节点可以埋在路面下或者安装在路边,道路上的运动车辆也可以安装传感器节点动态加入传感器网络。通过信号控制器的专有网络,将所采集到的数据发送到交管中心作进一步处理。从而实现交通控制、交通诱导、紧急车辆优先、提供停车场信息、停车收费、事故避免等功能。

(6) 其它应用。无线传感网络还被应用于其它一些领域。如井矿、核电厂等危险的工业环境,工作人员可以通过它来实施安全监测;在土木工程方面,通过布置在堤坝、桥梁内的图像、声音、气体、温度、湿度、压力、震动和辐射等传感器节点,可以对土木工程进行监测,发现异常情况时,自动启动应急措施;用 RFID(无线射频识别标签)、GPS 监测交通流量、物流等信息,可以对车辆、供应链进行追踪与监控,为交通管理部门、物流企业等提供信息并可据此进行管理;在太空探索方面,WSN 可以实现对星球表面长期的监测;在体育方面,德国某研究机构正在利用 WSN 为足球裁判研制一套辅助系统,以降低足球比赛中越

位和进球的误判率;WSN 在大型工程项目、防范大型灾害方面也有着良好的应用前景,如西气东输、青藏铁路、海啸预警等。

无线传感器技术目前仍处于初步应用阶段,但已经展示出了非凡的应用价值,相信随着相关技术的发展和推进,一定会得到更大的应用。

4 无线传感器网络的关键技术与研究热点

(1) 能量控制。WSN 不同于其他传统网络,网络节点以自组织的部署,因此,网络必须有很强的自组织性、自适应性和性,网络协议和算法都必须分布式的;另外,WSN 属种资源受限网络,网络节点的能量、计算能力和存量都非常有限,尤其是能量的受限,一旦节点的电源耗尽接影响整个网络功能的实现,而网络节点的使用往往是一次性的,或者由于条件限制,传感节点的电池不可能经更换,需要能被使用若干年。这些都决定了网络的设计以提高系统的能量效率为首要目标。

(2) 定位技术。在 WSN 中,每一个节点的位置信息是传感器节点消息中不可缺少的部分,是事件位置报告、目标跟踪、地理路由、网络管理等的基本支撑技术之一。无线传感网络中如何以最低的能量代价高效的融合有效信息是各种方法的核心问题。若要提高定位精度,必然需要融合较多节点的数据,这就会带来较高的能量开销。而若要节省能量,就只能在有限范围内进行通信和计算,那么定位精度就会受到影响。因此,如何对这些因素综合考虑是定位技术研究中仍需解决的问题。

(3) 路由协议。路由协议的主要任务是在传感器节点和 sink 节点间建立路由,可靠地传递数据。其首要设计原则是节省能量,延长网络系统的生存期。协议不能太复杂、不能在节点保存太多的状态信息、节点间不能交换太多的路由信息;同时应尽量避免发送冗余信息,减少能量的浪费。优秀的路由协议和算法,不但可以节约能量,保持负载的平衡,还可以为网络安全提供保障。

(4) 数据融合。由于大多数无线传感器网络应用都是由大量传感器节点构成的,共同完成信息收集、目标监视和感知环境的任务。在信息采集的过程中,采用各个节点单独传输数据到汇聚节点的方法显然是不合适的。通过数据融合技术,能将多份数据或信息进行处理,组合出更高效、更符合用户需求的数据。在传感器网络的设计中,只有面向应用需求设计针对

性强的数据融合方法，才能最大程度的获益。

(5) 容错机制。传感器网络的特点要求其必须具有很强的容错性能。针对不同的应用，采用不同的容错机制。如何在传感器发生故障时，整个网络仍能进行正常的感测工作，并将正确的资料送回基地台，是容错机制的主要研究目标。

(6) 安全技术。与其他无线网络一样，安全问题是无线传感器网络的一个重要问题。由于采用的是无线传输信道，传感器网络存在窃听、恶意路由、消息篡改等安全问题；同时，无线传感器网络的有限能量和有限处理、存储能力两个特点使安全问题的解决更加复杂化了。在无线传感器网络的某些应用当中，如居民小区的无线安防网络，军事上在敌控区监视对方军事部署的无线传感器网络等，安全问题显得尤为重要。

5 结束语

无线传感器网络作为“普适计算”思想衍生的产物，目前在研究和应用方面已经取得了一定的成果，

它必将成为当前以及今后一个时期内的研究热点。相信随着诸多关键问题和热点问题的逐步解决，无线传感器网络会越来越走近我们的生活，得到更加广泛的应用。

References (参考文献)

- [1] Edgar H, Callaway J, Callaway E H. Wireless sensor networks: Architectures and Protocols[M]. New York: Auerbach Publications, 2003: 1-17.
- [2] Li D, Wong K D, Hu Y H, et al. Detection, classification, and tracking of targets. IEEE Signal Processing Mag, 2002, 19: 17-29.
- [3] Stipanicev Darko, Marasovic Jadranka. Networked embedded greenhouse monitoring and control[J]. IEEE, 2003: 1350-1355.
- [4] Schviebert L, Gupta S K S, Weinmann J. Research challenges in wireless networks of biomedical sensors[C]//The 7th annual international conference on mobile computing and networking, Rome, Italy, 2001. New York: ACM, 2001: 151-165.
- [5] Meyer S, Rakotonirainy A. A survey of research on context-aware homes[C]//Workshop on Wearable, Invisible, Context-Aware, Ambient, Pervasive and Ubiquitous Computing. Adelaide, Australia: Australian Computer Society Inc, 2003: 159-168.