

# 无线传感器网络应用综述\*

任志玲, 张广全, 林 冬, 张钟保, 赵 星

(辽宁工程技术大学 电气与控制工程学院 辽宁 葫芦岛 125105)

**摘 要:** 介绍了无线传感器网络(WSNs)的体系结构、网络组成和主要特点,阐述了 WSNs 在各领域的主要应用及发展现状,为进一步拓宽 WSNs 的应用提供了理论依据。

**关键词:** 无线传感器网络; 感知; 应用; 检测; 数据采集

中图分类号: TP 274

文献标识码: A

文章编号: 1000-9787(2018)03-0001-02

## Review on application of WSNs\*

REN Zhi-ling, ZHANG Guang-quan, LIN Dong, ZHANG Zhong-bao, ZHAO Xing

(Faculty of Electrical &amp; Control Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

**Abstract:** Architecture, network composition and main features of wireless sensor networks (WSNs) are introduced and main application and development of WSNs in various fields are described. It provides theoretical basis for further broaden application of WSNs.

**Keywords:** wireless sensor networks(WSNs); perception; application; detection; data acquisition

### 0 引 言

无线传感器网络(wireless sensor networks, WSNs)为随着近距离、低功耗无线通信技术的发展而产生,由一组传感器节点在自组织的组网方式下构成的无线网络,综合了现代传感器技术、分布式信息系统技术、微电子技术、嵌入式系统技术和无线通信技术等多个学科<sup>[1]</sup>。WSNs 由具有感知能力、计算能力以及通信能力的微型传感器根据 Ad-Hoc 方式构成,通过众多节点间的分工协作,实时感知、监测和采集网络分布区域中的各种环境数据和被监测对象的数据,并进行数据处理,获得准确而详尽的实时信息,最终传送到用户<sup>[2,3]</sup>。

由于 WSNs 为面向具体应用型的网络,在军事、交通、医疗、环保、工业、农业、物流、家居等许多领域具有广泛的应用价值。许多中外学者对此进行了大量研究<sup>[4-10]</sup>。

本文综述了 WSNs 的体系结构、网络组成和主要特点,重点阐述了 WSNs 在各领域的主要应用及发展现状。

### 1 WSNs 的体系结构

WSNs 系统由无线传感器节点群、传输介质、用户端三部分组成。典型 WSNs 的体系结构如图 1 所示。

传感器节点利用多跳转发的方式将需要发送的信息数据传输到用户端,而节点主要通过人工处理以及飞行器散播

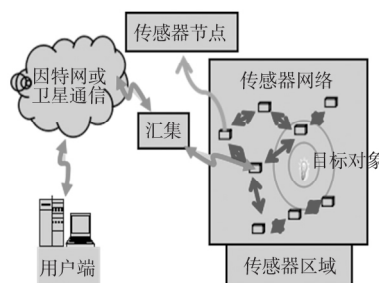


图1 WSNs 体系结构

等方式将节点布设于被检测的区域内,在感知区域内,节点通常自主形成网络,对目标对象进行感知与监测,进而向汇集节点传播信息,以便将该区域内的数据信息发送至基站,基站通过与因特网或卫星通信的有效结合,将信息传送到用户端。

### 2 WSNs 的特点

与传统无线网络对比分析,WSNs 具有集感知、处理、传输于一体,硬件资源有限,电源容量有限,无中心,自组织,多跳路由,动态拓扑,节点数量众多,分布密集等特点,因此在很多方面均具有广阔的应用价值。

### 3 WSNs 的应用

#### 1) 军事领域应用

WSNs 的研究最早起源于军事领域,战场环境恶劣、瞬息万变,致使收集敌军情报具有一定的难度和危险性<sup>[11]</sup>。

收稿日期: 2016-11-22

\* 基金项目: 辽宁省优秀科技人才支持计划项目(LR2013013)

WSNs 具有可快速部署、隐蔽性强、自组织和高容错性的特点,能够实现对敌方地形、兵力布防以及装备的侦察、实时监视战场形势、准确定位攻击目标、评估战场、探测和侦察生化武器。此外,该网络技术在军火、士兵、装备等方面可以进行准确地敌我识别处理,避免出现误伤情况。该网络技术还可以对射击目标进行跟踪,以便实现精确制导,准确识别出是否存在核武器进攻,尽可能的减少损伤和死亡率。

#### 2) 环境监测应用

为了对生态环境实施有效监控,避免进一步的恶化,可将 WSNs 技术应用到环境监测中。无线传感器技术可用于地理和气象的研究、人为或自然的灾害、土壤空气变化、家禽和牲畜的生存环境状况监测、大面积的地表检测、跟踪珍稀鸟类动物和昆虫进行濒危物种的研究等<sup>[12,13]</sup>。

#### 3) 医疗护理应用

医疗护理领域中 WSNs 在远程健康监控管理、看护、生活支持、重症患者护理等方面的应用比较广泛<sup>[14]</sup>。利用 WSNs 设备,可以将信息收集于传感器节点中,以便对患者的实际病情进行实时准确的了解,并根据实际情况给予及时的应急处理与救助。此外,通过 WSNs 可以帮助残障人员实现生活自理,减轻医护人员的工作负担<sup>[15]</sup>。

#### 4) 建筑物状态监控应用

利用 WSNs 监控建筑物的安全状态<sup>[16]</sup>。由于有些建筑物不断修补,可能存在一些安全隐患,或许地壳偶尔的小震动不会带来明显的安全隐患,但可能会在大柱上产生潜在的裂痕,裂痕或许在下次地壳震动中导致建筑物倒塌。传统的检测方法需将建筑物封闭数月,而采用 WSNs 使建筑物能自行检测状况,并将状态信息传递给管理部门,以便按照隐患级别顺序进行相应的修复工作。

#### 5) 农业生产应用

在大型农田育苗和灌溉过程中,可以利用 WSNs 技术对农业的研究进行有效控制,并获取相关数据<sup>[17]</sup>。

#### 6) 空间探索应用

在太空空间探索方面,通过借助于航天飞行器布撒的传感器网络节点实现对星球表面长时间的检测,是一种经济并且可行的方案<sup>[18]</sup>。空间探索中特殊的环境也需要极高的自动化,因此,WSNs 在空间探索方面具有很高的应用价值。美国国家航空与航天局(NASA)的 JPL(Jet Propulsion Laboratory)实验室的“Sensor Web”计划即为将来的火星探测进行技术准备,并已在佛罗里达宇航中心的环境监测项目中进行了测试和完善。

#### 7) 智能电网应用

随着电网智能化的快速发展,用户对电力系统的要求也越来越高,未来电网的建设与发展必须满足不同用户的多种需求,而且还要具备交互性和高安全性等特点<sup>[19,20]</sup>。

WSNs 技术是智能电网的关键基础技术,智能电网构架中分布着输电、变电、配电网络,为了及时准确地调整电力资源分配,以达到有效合理的利用电力资源的目的,必须及时对智能电网的电力参数进行感知,详细了解电网运行状态。利用 WSNs 对电力设备的运行状态进行实时监控,能够达到对电力故障的快速定位并及时排除故障的目的。

#### 8) 物流跟踪应用

物流网络的信息化已成为物流产业发展的必然趋势,而利用 WSNs 技术能高效地实现物流信息采集,降低物流成本,提高物流的信息化和智能化水平<sup>[21]</sup>。货物物流状态的感知可以通过一个基于 WSNs 的智能追踪系统,实时准确地获取物流货物的相关地理位置信息。WSNs 不仅限于自动跟踪监控等应用,同时也将感知的情景信息存储在特定数据库中,并能根据特定情况做出智能化的决策和建议。因此,利用 WSNs 发展智能物流有很多优势。

#### 9) 智能家居应用

智能家居的主要控制部分为由嵌入家具和家电中传感器与执行单元组成的无线网络,WSNs 智能控制空气的温度、湿度等,并检查分析空气成分,使住户安心入住<sup>[22]</sup>。同时,智能家居中的 WSNs 可以根据住户的要求合理地调整控制方案,加强紧急处理、危机救护等的急救控制,提供更加方便、舒适、具有人性化的智能家居环境,使控制更高效,便捷,还能为家庭的日常生活节约能耗,提高能源利用率。

#### 10) 其他应用

WSNs 可以用于核电站、石油和矿井生产的安全监测。WSNs 还可以用于监测现场状况、收集交通状况、分析各种安全威胁等,并且在出现紧急突发情况时,WSNs 可以为指挥中心提供重要的数据支持和信息参考作为制定应急方案的依据。

### 4 发展趋势

目前 WSNs 中的路由协议、MAC 协议、拓扑控制、定位技术、时间同步技术、安全技术、数据融合技术、节能降耗等方面均已成为不断改进和发展的热点方向<sup>[23]</sup>。在工业4.0的大环境中,未来 WSNs 在各个方面会有更好的应用和发展。

### 5 结束语

介绍了 WSNs 的体系结构、网络组成和主要特点,阐述了 WSNs 在各领域的主要应用及发展现状。为进一步拓宽 WSNs 的应用提供了理论依据。在今后的 WSNs 的发展过程中,还需要对其技术与应用进行细致研究,为 WSNs 的未来发展提供可靠保障。

#### 参考文献:

- [1] 崔莉,鞠海玲,苗勇,等.无线传感器网络研究进展[J].计算机研究与发展,2005,42(1):163-174.

(下转第10页)

- [7] Siewe M ,Usama H H. Homoclinic bifurcation and chaos control in MEMS resonators [J]. Applied Mathematical Modelling ,2011 , 35:5533 – 5552.
- [8] 樊尚春, 乔少杰, 张 轩. 谐振式硅微结构压力传感器非线性振动特性研究 [J]. 仪器仪表学报, 2006 , 27 ( 12 ): 1670 – 1673.
- [9] Moorthi P ,Lynn K. Nonlinear behavior of SOI free micromechanical beam resonator [J]. Sensors and Actuators A ,2008 ,142: 203 – 210.
- [10] 宋震煜, 于 虹. 纳米梁非线性振动的动力学分析 [J]. MEMS 器件与技术 2006( 3) : 145 – 149.
- [11] Zhang W H ,Baskaran Rajashree ,Turner K L. Effect of cubic non-linearity on auto-parametrically amplified resonant MEMS mass sensor [J]. Sensors and Actuators 2002 ,102: 139 – 150.
- [12] Shao L C ,Niu T ,Palaniapan M. Nonlinearities in a high-Q SOI Lam'e-mode bulk resonator [J]. J Micromech Microeng ,2009 , 19: 715 – 724.
- [13] 郭秋芬. 微型梳状线振动陀螺仪特性及干扰因素影响的研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学 2007.

#### 作者简介:

苟元东( 1992 – ) ,男, 硕士研究生, 主要研究方向为惯性导航。

#### ( 上接第 2 页)

- [2] 李文锋, 符修文. 无线传感器网络抗毁性 [J]. 计算机学报 , 2015 ,38( 3) : 625 – 647.
- [3] Prateek Kumar ,Priyanka Dayal. An efficient approach for relay node placement in wireless sensor networks [C]//2015 International Conference on Soft Computing Techniques and Implementations( ICSCTI) , 2015: 23 – 26.
- [4] 李新慧, 俞阿龙, 潘 苗. 基于 CC2530 的水产养殖监控系统的设计 [J]. 传感器与微系统 2013 ,32( 3) : 85 – 88.
- [5] 黄 伟, 宋良图, 武民民, 等. 面向农业的无线传感器网络应用及相关问题 [J]. 自动化与仪器仪表 2008( 6) : 52 – 54.
- [6] 龚钢军, 孙 毅, 蔡明明, 等. 面向智能电网的物联网架构与应用方案研究 [J]. 电力系统保护与控制 ,2011 ,39( 20) : 52 – 58.
- [7] 马宝罗, 贾振红, 覃锡忠, 等. 改进免疫算法在无线网络基站选址优化中的应用 [J]. 传感器与微系统 ,2016 ,35( 5) : 154 – 157.
- [8] Vijula Grace K S ,Kharim Silja ,Sivasakthi P. Wireless sensor based control system in agriculture field [C]//2015 Global Conference on Communication Technologies ( GCCT ) , 2015: 823 – 828.
- [9] 张丰伟, 李英娜, 彭庆军, 等. 无线传感器网络在电力铁塔山火监测中的应用 [J]. 传感器与微系统 ,2014 ,33( 9) : 158 – 160.
- [10] 王阳光, 尹项根, 游大海. 无线传感器网络应用于智能电网的探讨 [J]. 电网技术 2010 ,34( 5) : 7 – 11.
- [11] 胡曦明, 董淑福, 王晓东, 等. 无线传感器网络的军事应用模式研究进展 [J]. 传感器与微系统 2011 ,30( 3) : 1 – 3.
- [12] 龚燕飞. 无线传感器网络在环境监测系统中的应用 [J]. 自动化与仪器仪表 2014( 12) : 113 – 114.
- [13] 杨树森, 周小佳, 阎 斌. 无线传感器网络在环境监测中的应用 [J]. 计算机技术与发展 2008 ,18( 9) : 170 – 172.
- [14] Gope P ,Hwang T. BSN-care: A secure IoT-based modern health-care system using body sensor network [J]. IEEE Sensors Journal 2015 ,16( 5) : 1.
- [15] 马碧春. 无线传感器网络在医疗行业的应用展望 [J]. 中国医院管理 2006 ,26( 10) : 73 – 74.
- [16] Vo M T ,Vo T T ,Nghi T T ,et al. Real time wireless sensor networks for building automation applications: A simulation study and practical implementation [C]// International Conference on Control , Automation and Information Sciences ,2013: 2718 – 2725.
- [17] 彭孝东, 张铁民, 陈 瑜, 等. 无线传感网络在农业领域中的应用 [J]. 农机化研究 2011 ,33( 8) : 245 – 248.
- [18] Iovanovici A ,Topirceanu A ,Udrescu M ,et al. Design space exploration for optimizing wireless sensor networks using social network analysis [C]//Control and Computing 2014: 815 – 820.
- [19] 张 强, 孙雨耕, 杨 挺, 等. 无线传感器网络在智能电网中的应用 [J]. 中国电力 2010 ,43( 6) : 31 – 36.
- [20] 孙晓雅, 李永倩, 李 天. 无线传感器网络在电力系统中的应用 [J]. 传感器与微系统 2012 ,31( 6) : 5 – 7.
- [21] 张 涛, 王成林. 无线传感器网络技术在物流仓储系统中的应用 [J]. 制造业自动化 2016( 1) : 148 – 152.
- [22] Serna M A ,Sreenan C J ,Fedor S. A visual programming framework for wireless sensor networks in smart home applications [C]//IEEE Tenth International Conference on Intelligent Sensors ,Sensor Networks and Information Processing ,IEEE , 2015: 1 – 6.
- [23] 尚兴宏. 无线传感器网络若干关键技术的研究 [D]. 南京: 南京理工大学 2013.

#### 作者简介:

任志玲( 1971 – ) ,女, 博士( 后) ,副教授, 主要研究领域为智能检测与数据融合、控制理论与控制工程。

张广全( 1989 – ) ,男, 通讯作者, 硕士研究生, 主要研究方向为无线传感器网络技术、弓网系统控制、弓网供电系统对电力系统电能质量的影响及其改善措施, E-mail: sdzhangq@126.com。