



无线传感器网络 ——WSN概述

重庆邮电大学

王恒 范天娥

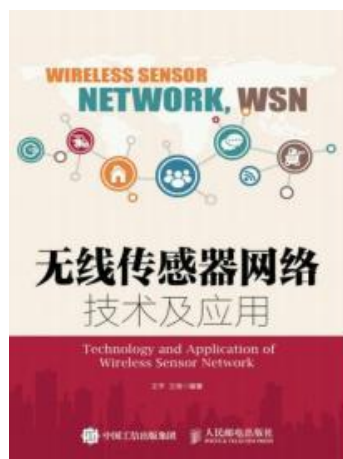
课程概述

- 无线传感器网络（**Wireless Sensor Networks**，简写为**WSN**）是当前的热点技术，正处于大规模应用阶段，对人才的需求旺盛。
- 从三个方面全面讲授**WSN**技术
 - 网络协议：物理层、**MAC**层、网络层、路由协议等
 - 关键技术：时间同步、数据融合、网络管理、定位等
 - 应用开发：**WSN**操作系统、**WSN**开发流程等
- 总学时：**32**学时
- 课程特点：偏重对知识的理解，强调对协议或方法的总体把握。
- 考核方式：平时成绩占**50%**，其中作业占**10%**，课程表现占**10%**，课内测验占**15%**，研究性学习报告占**15%**，期末考试（闭卷）占**50%**。

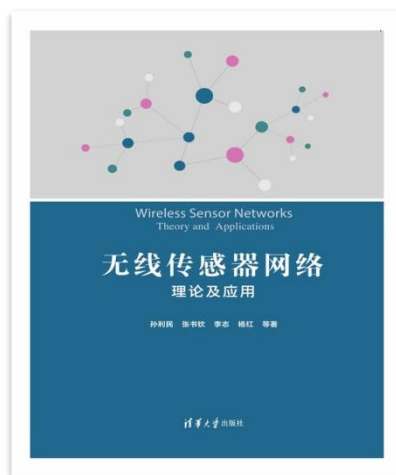
课程目标

- **课程目标1:** 理解无线传感器网络的基本原理和基础知识，理解并掌握无线传感器网络物理层、路由和拓扑控制等基本协议，能够应用基本原理对相关协议进行分析，达到融会贯通、举一反三、自主更新知识的目的。
- **课程目标2:** 理解并掌握无线传感器网络MAC接入机制和时钟同步机制，能够构建相关物联网工程问题的模型并进行深入分析。
- **课程目标3:** 理解并掌握无线传感器数据融合、定位和网络管理等关键技术，能够对传感器网络系统问题进行合理描述，理解关键技术在无线传感器网络应用中的支撑作用。
- **课程目标4:** 理解并掌握无线传感器网络的开发流程和应用开发方法，能够针对具体的应用需求开展无线传感器网络的设计。

教材与参考书



教材1



教材2



参考书

主要内容

- **WSN**研究历史
- **WSN**节点结构
- **WSN**网络体系结构
- **WSN**的应用
- **WSN**设计目标
- **WSN**与其它网络的关系
- **WSN**研究内容

WSN研究历史（1）

- **WSN的研究起源于20世纪70年代，最早应用于军事领域。**
例如冷战时期的声音监测系统以及空中预警与控制系统。
1980年，美国国防部高级研究规划局的分布式传感器网络项目开启了现代传感器网络研究的先河。
- 扩展：其它从军用转为民用的技术有
 - 计算机： 第一台计算机(**ENIAC**，**1946年**)的诞生，是为了计算炮弹运行轨迹
 - 互联网： **Internet**的前身**ARPANET**，是美国军方建立的网络

WSN研究历史（2）

- 从**20**世纪**90**年代开始，**WSN**受到学术界的广泛关注和深入研究。

两条研究主线

加州洛杉矶分校LWIN项目

低功耗无线传感节点

1996年，LWIM团队将多种传感器、控制和通信芯片集成在一个设备上，开发了LWIM节点

1998年，LWIM团队和Rockwell科学中心合作开发了WINS节点

加州伯克利分校SmartDust项目

微型化传感器节点

1999年，该校发布了WeC节点

之后，该校又发布了一系列节点，包括Mica、Mica2、Mica2Dot、MicaZ

WSN研究历史（3）

- 进入**21**世纪后，随着无线通信技术、芯片制造等技术的进步，**WSN**的研究在多种应用方面取得了巨大进展，进入民用和商用领域。各种技术评论杂志一致看好**WSN**蕴藏的巨大应用潜力和商业价值。
- **WSN**是一门交叉学科，涉及计算机、微电子、传感器、网络、通信、信号处理等诸多领域。从计算机的角度分析，**WSN**在一定程度上代表了未来计算机发展的方向。

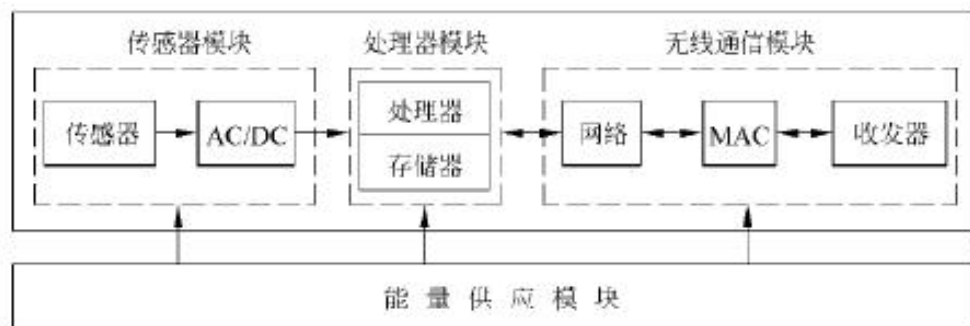
计算设备的演化历史

Bell定律指出:每10年
会有一类新的计算设备
诞生。 **WSN**的出
现与发展恰好顺应了
这个趋势。从这个角
度看, **WSN**节点可以
看做是新一代的计算
设备。



WSN节点结构

- WSN节点的组成：传感器模块、处理器模块、无线通信模块、能量供应模块。
- 相比于传统传感器，无线传感节点不仅包括传感器部件，还集成了微型处理器和无线通信芯片等，能够对感知信息进行分析处理和网络传输。
- 传感器节点的网络化、无线化，是其发展的重要趋势。



典型的WSN节点



UC Berkeley: COTS Dust



UC Berkeley: MICA



UC Berkeley: Smart Dust



UCLA: WINS



Rockwell: HYDRA



MIT: μ AMPS-I



JPL: Sensor Webs

重邮自动化开发的WSN系列节点



无线一氧化碳传感器



无线烟雾传感器



无线压力变送器



无线温度变送器

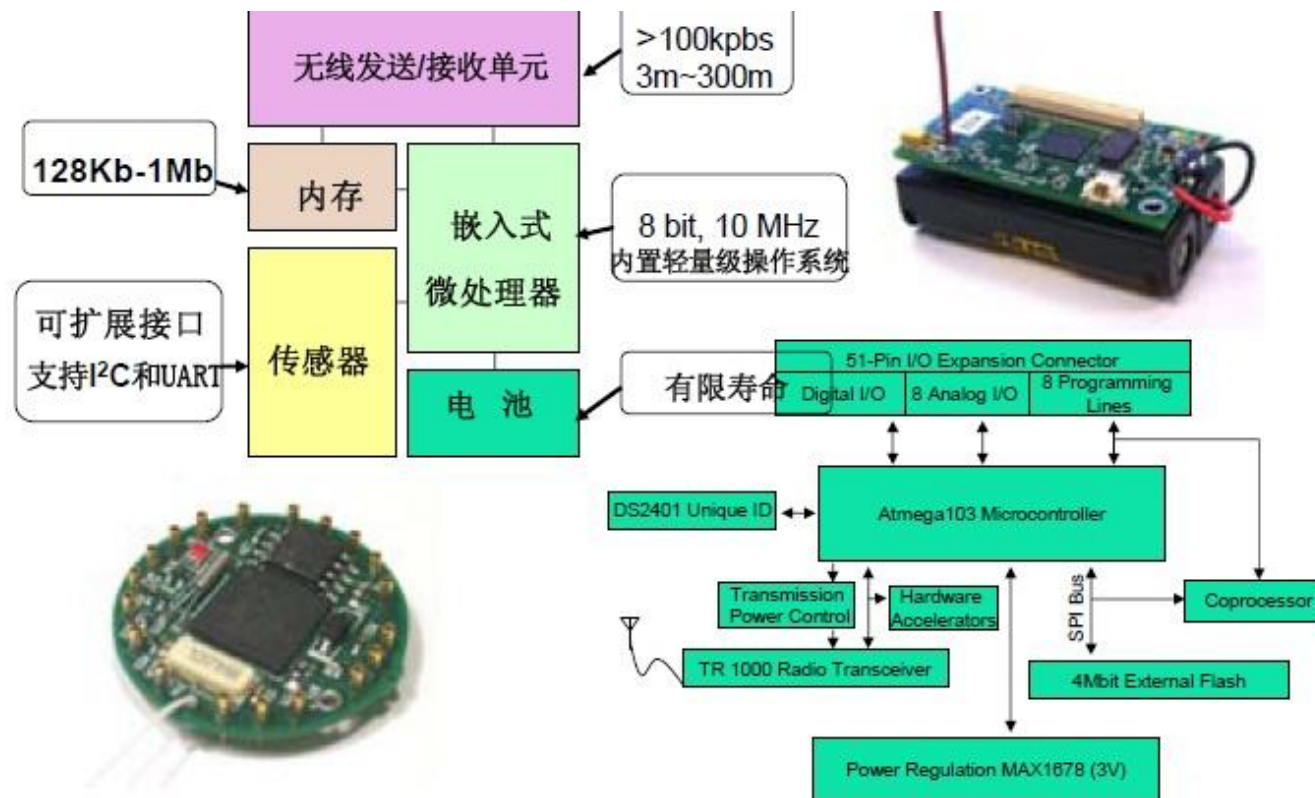


无线粉尘传感器



二氧化硫传感器

Mica2节点的结构



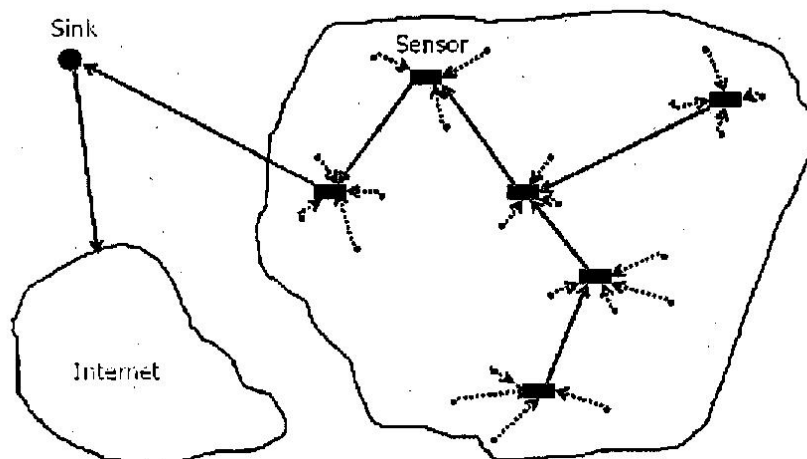


传感器节点的限制

- 电源能量受限
- 通信能力受限
- 计算和存储能力受限

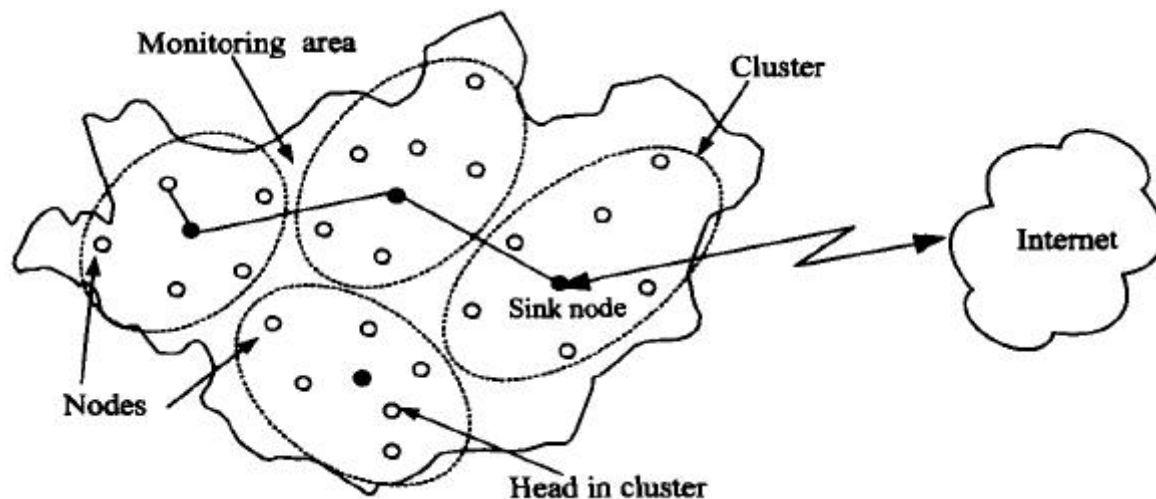
WSN网络基本结构

- 在传感器网络中，节点任意散落在被监测区域内。节点以自组织形式构成网络，通过多个连接或中继方式将监测数据传到中心节点。
- 数据汇聚的中心节点称为**sink**节点。
- Sink节点再通过远距离通信方式（Internet、移动通信、卫星通信等）将整个区域内的数据传送到远程中心进行集中处理。



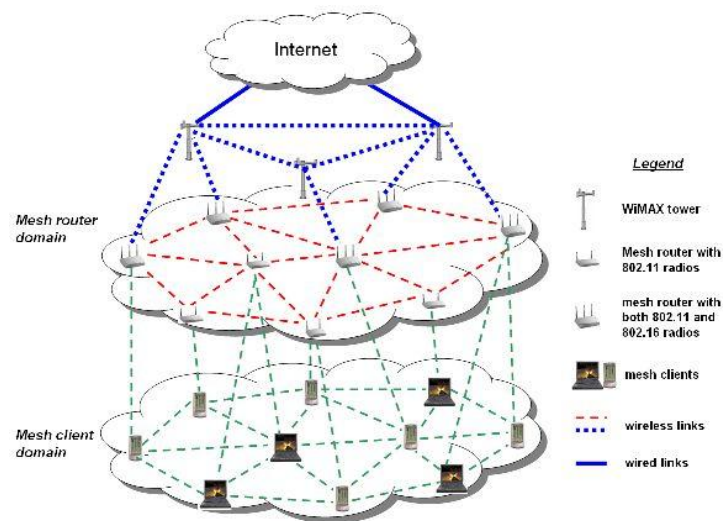
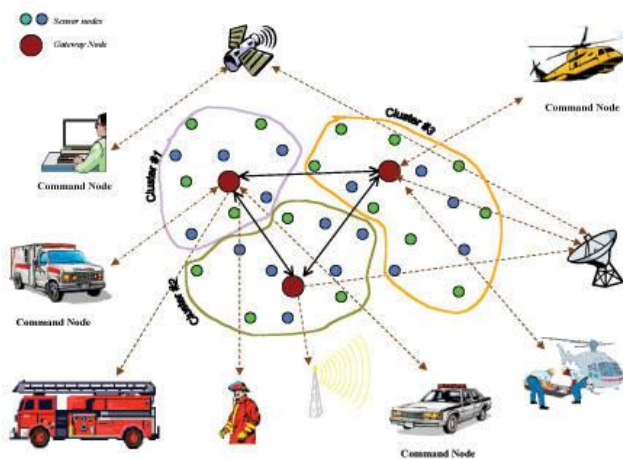
WSN分簇结构

- 对于大规模的WSN，经常采用分簇分层的管理方式。
- 每个簇（Cluster）具有一个核心的节点，称为簇头（Cluster Head）。



WSN扩展结构

- 在基本结构和分簇结构的基础上，还可以根据应用需求。构建各种更加复杂的网络结构。

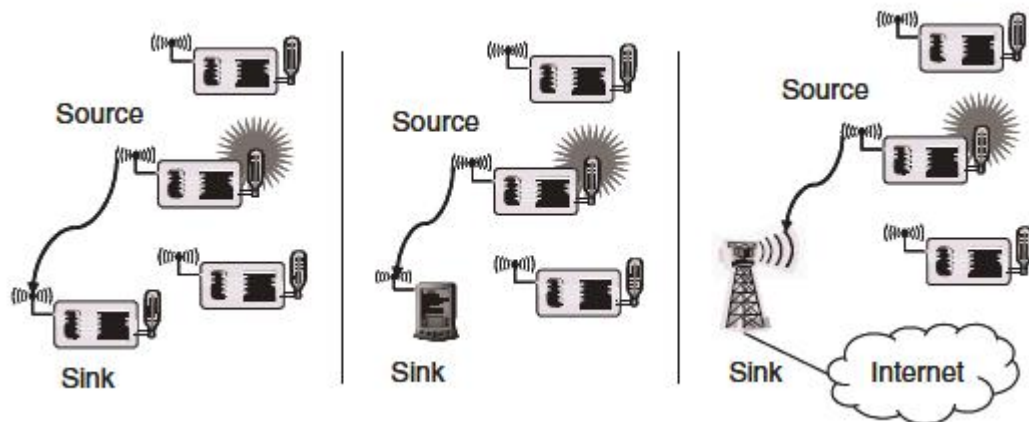


多跳通信

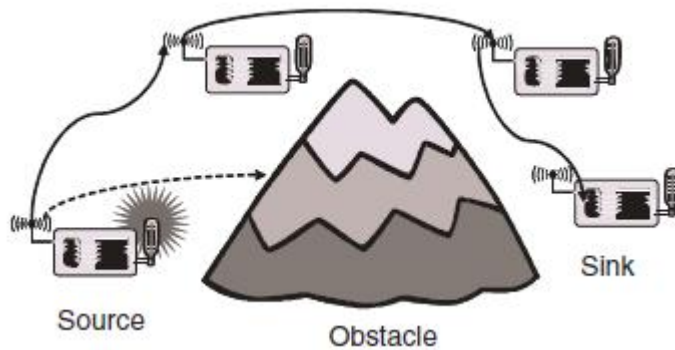
- 两个相邻节点之间的直接通信，称为**一跳（Hop）**。
- 当接收节点不在发送节点的无线信号范围内，需要其它节点中转才能进行通信时，称为**多跳通信**。进行中转的节点称为**路由器**。
- 当进行多跳通信时，如何选择下一跳要经过的节点，称为**路由算法**。
- WSN受制于无线信号的传输距离，一般需进行多跳通信。

多跳通信举例

单跳通信



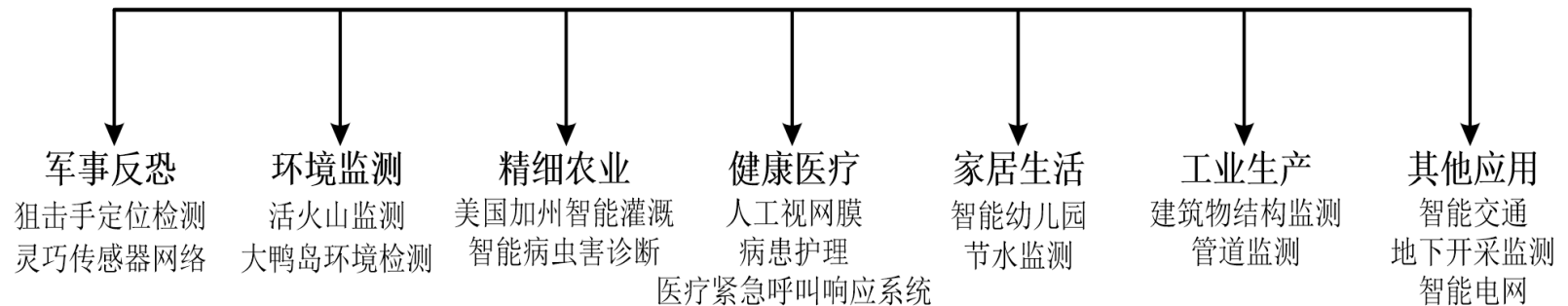
多跳通信



WSN的典型应用领域

● 传感器网络应用领域

无线传感器网络的应用



WSN的应用（1）

军事监测中的WSN：VigilNet

VigilNet是由美国弗吉尼亚大学研制的用于军事监测的无线传感系统，该系统由XSM，Mica2和Mica2Dot节点构成，其规模最大达200个节点；节点通过电池供电，铺设在道路旁边，用于检测与收集移动目标的情况。

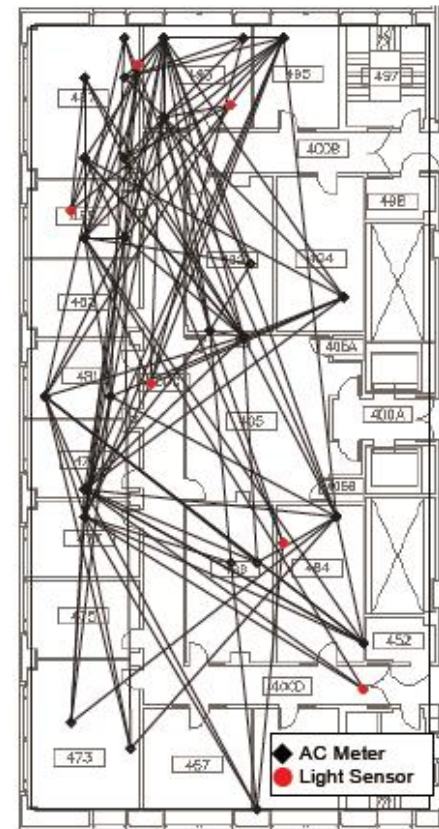


WSN的应用 (2)

智能楼宇中的WSN: LoCal

每年美国用电报告显示至少有30%的电量是浪费的。这些电能浪费在何处？其中哪些是可以节省的？

由美国加州大学伯克利分校发起的LoCal项目通过在智能楼宇中部署无线传感器网络来解决这些问题，可实时追踪单个电器的用电量。



WSN的应用（3）

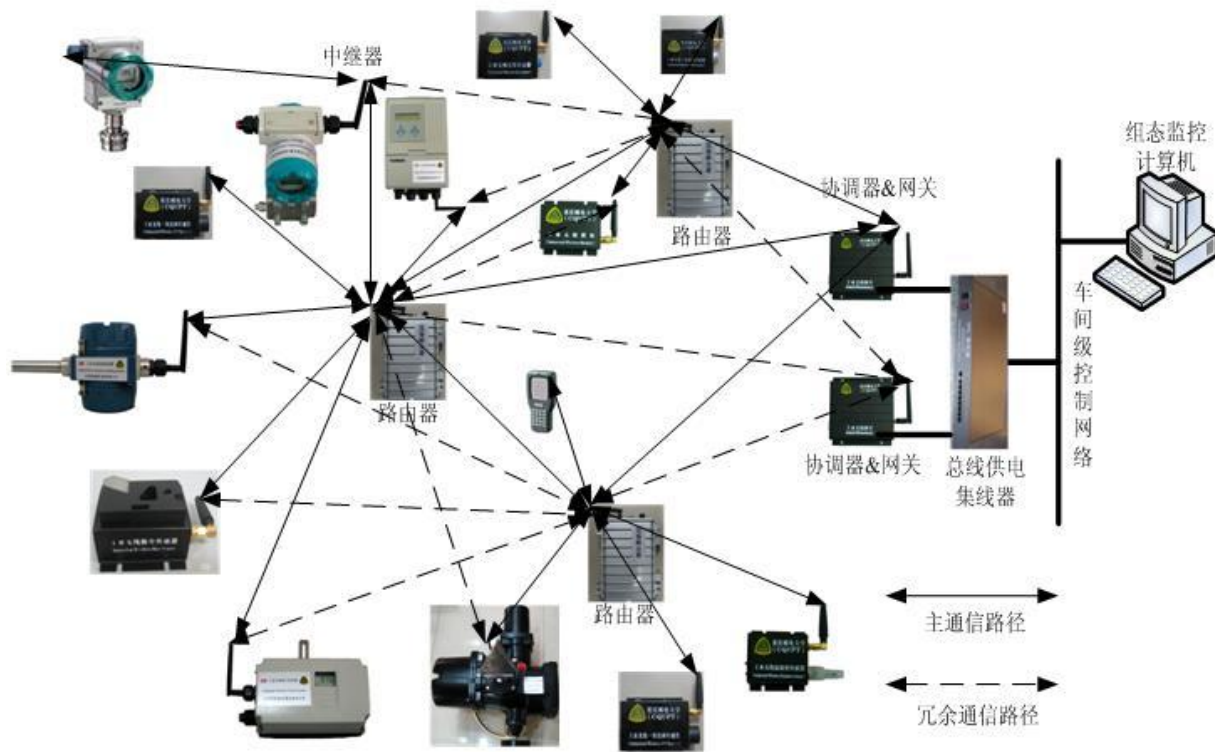
医疗监控中的WSN：Mercury

WSN的另一个重要应用是医疗监控，哈佛大学研究组改进了传统传感器，使得其外形更小，适合穿戴在身上。



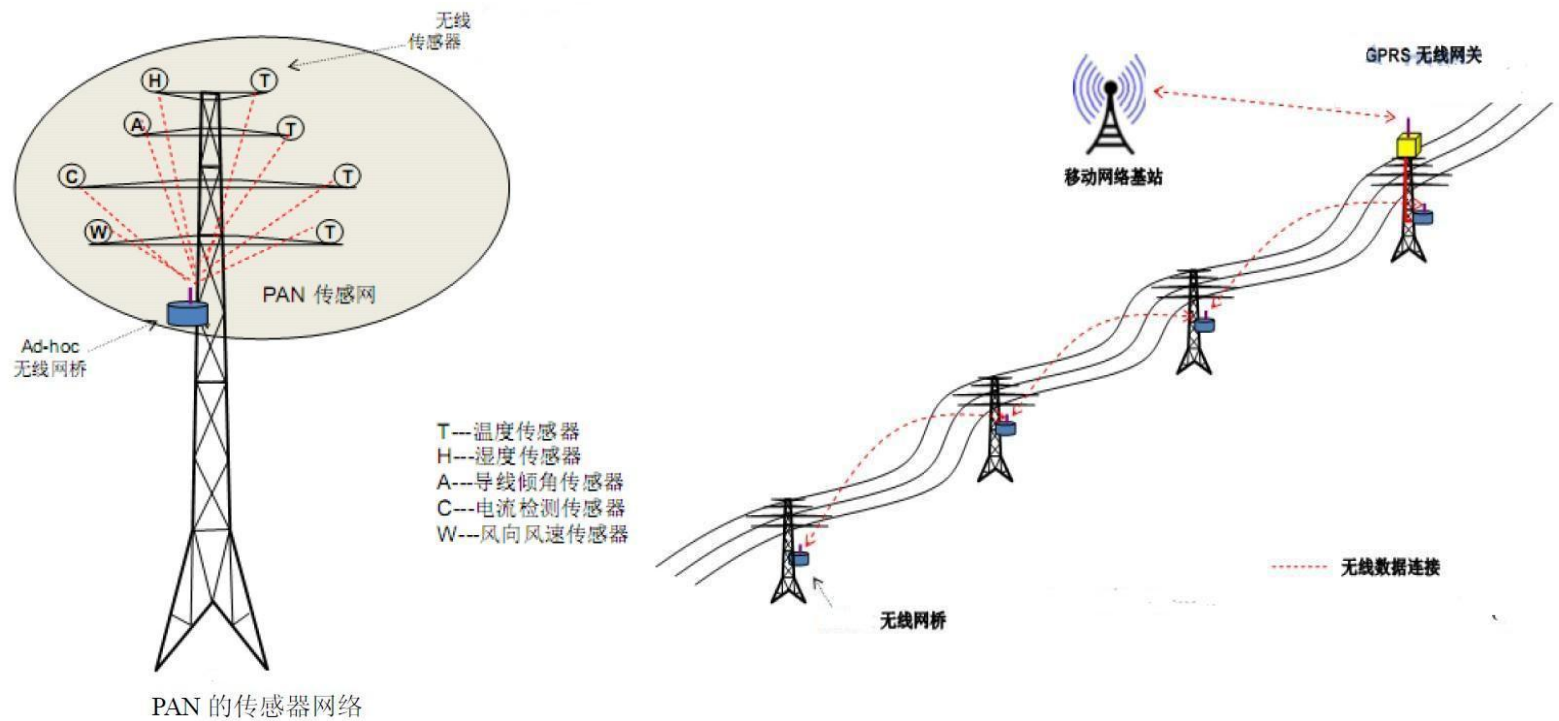
WSN的应用 (4)

工业现场的WSN： 重邮工业无线项目



WSN的应用 (4)

智能电网中的WSN





传感器网络的特点

- 大规模网络
- 网络自组织
- 动态性网络
- 可靠的网络
- 应用相关的网络
- 以数据为中心的网络



WSN体系结构的设计目标

- 节点资源的有效利用
- 支持网内数据处理
- 支持协议跨层设计
- 增强安全性
- 支持多协议
- 支持有效的资源发现机制
- 支持可靠的低延时通信
- 支持容忍延时的非面向连接通信
- 开放性

WSN与其它网络的关系

- 目前的无线网络可分为三类：**WSN**、**Ad hoc**网络和无线宽带网络。
- 无线宽带网络包括**GSM**、**CDMA**、**4G**、**5G**、**WLAN(WiFi)**和**WMAN (WiMax)**等分别从传统电信网络和计算网络衍生发展出来的网络技术。
- **Ad Hoc**网络是一种无中心自组织的多跳无线网络，它不以任何已有的固定设施为基础而能随时随地组建临时性网络。它是具有特殊用途的对等式网络，使用无线通信技术完成网络内任意节点之间的直接通信或多跳通信。
 - “**Ad hoc**”一词来源于拉丁语，意思是“专用的、特定的”。

WSN与无线宽带网之间的关系

- 无线宽带网络的规划、部署、配置、管理、维护和运营一般需要管理员干预来完成。无线宽带网的目标之一是不断提高网络带宽。
- **WSN和Ad hoc**网络作为快捷灵活的组网方式，基本不需要人的干预，大部分工作是以自组织的方式完成的，因此可以将它们统称为自组织网络(**Self-Organization Networks**)。

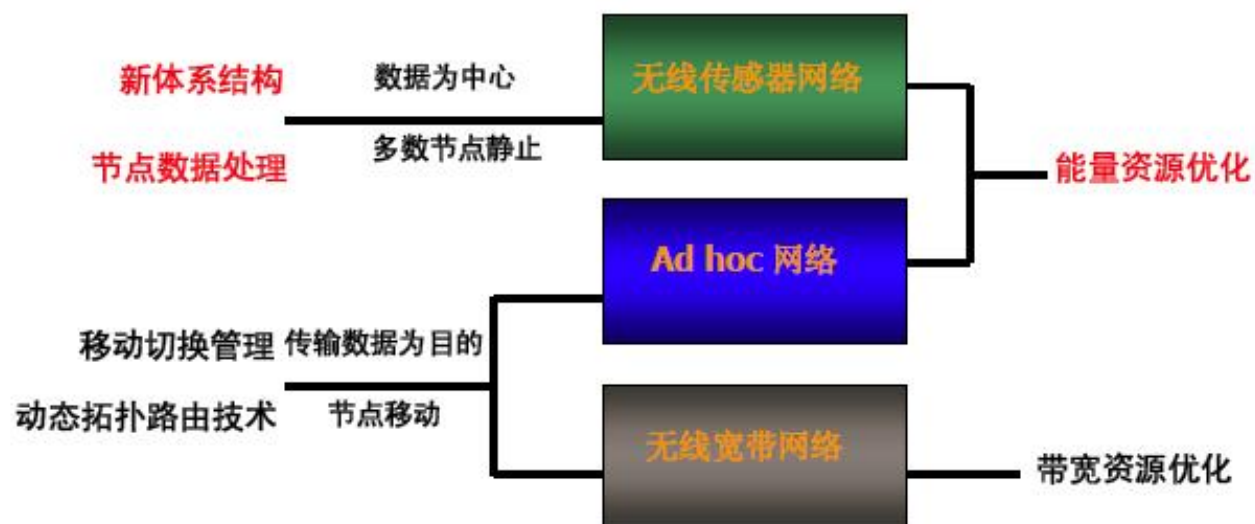
WSN与Ad hoc网络——相同点

- 追求低功耗的自组织网络设计，而非单纯地提高网络带宽是**WSN**和**Ad hoc**研究的共同点。
- 早期的**WSN**研究借用了**Ad hoc**网络中较成熟的一系列研究成果，例如路由协议等。
- 有些研究者主张模糊**WSN**和**Ad hoc**网络的界限，但两者在工作方式上仍存在显著不同。

WSN与Ad hoc网络——不同点

- **Ad hoc**网络中的节点具有强烈的移动性，相应的网络拓扑结构自然是动态变化；而**WSN**中的节点在部署完成之后大部分不会再移动，因此网络拓扑结构是静态的，虽然部分节点会因失效等原因改变，但仍然可以认为**WSN**的拓扑结构是准静态的。
- **WSN**的主流工作模式是网络中的所有节点将数据汇聚到**Sink**节点，即多对一通信，节点之间较少发生消息交换；而对于**Ad hoc**网络而言，网络中任意两节点之间都是平等的，都有相互通信的可能（一对一通信）。
- **Ad hoc**网络中的路由器在转发数据时，一般为原样转发，不对数据进行更改；而**WSN**在某些场景下会支持“网内数据处理”，会对转发的数据进行过滤、融合等信息处理。

WSN与其它网络的关系图



WSN研究内容（1）

- **WSN**的研究涉及网络、通信、嵌入式系统、信号处理、传感器、**MEMS**等多个学科与领域，是一个典型的交叉领域。



WSN的定义总结

- 目前大多数研究者一普遍接受的既成事实的**WSN**定义是：
大规模、无线、自组织、多跳、无分区、无基础设施支持的网络、其中的节点是同构的、成本较低、体积较小、大部分节点不移动、被随息撒布在工作区域，要求网络系统有尽可能长的工作时间。
- **WSN**是一个既有前沿理论研究，又有大量工程开发的领域。



Thank you !