

基于UWB的 无线传感器网络组网运用

摘要：超宽带（UWB）技术和无线传感器网络（WSN）技术都是近年来新兴的近距离无线通信技术，本文介绍了超宽带技术和无线传感器网络技术的特点，提出了超宽带技术在无线传感器网络中的应用模型，为二者的应用融合奠定了实践基础。

关键词：超宽带（UWB）；无线传感器网络（WSN）

中图分类号：TP393.17 文献标识码：A 文章编号：1006-883X(2009)06-0025-04

徐小涛 李建军 熊华 张昆

一、前言

随着传感技术、微电技术、通信技术以及计算控制技术的发展，一门融合了以上几门技术的新兴技术——无线传感器网络（Wireless Sensor Network, WSN）技术正在发展。以传感器和自组织网络为代表的无线传感器网络的应用需要极低的功率消耗，以使设备能够拥有较长的电池寿命。超宽带（Ultra-wide Band, UWB）技术有着低功耗、高速率、低复杂度、低成本以及高安全性的优势，使得UWB技术和无线传感器技术可以有机地结合在一起。目前，UWB技术在无线传感器网络中的应用已经越来越广泛。

二、UWB的技术特点

UWB技术起源于20世纪50年代末，此前主要作为军事技术在雷达探测和定位等应用领域中使用。美国联邦通信委员会(Federal Communications Commission, FCC)于2002年2月准许该技术进入民用领域，用户不必进行申请即可使用。在无线个域网应用领域中，FCC已将3.1GHz~10.6GHz频带向UWB通信开放。UWB通信技术与现有无线通信技术相比，其主要特点有：

1、低成本

UWB产品不再需要复杂的射频转换电路和调制电路，它只需要一种数字方式来产生脉冲，并对脉冲进行数字调制，而这些电路都可以被集成到一个芯片上。因此，其收发电路的成本很低，在集成芯片上加上时间基和一个微控制器，就可构成一部超宽带通信设备。

2、传输速率高

数字化、综合化、宽带化、智能化和个人化是通信发展的主要趋势。为确保提供高质量的多媒体业务的无线网络，其信息速率不能低于50Mbit/s。在用商品中，一般要求UWB信号的传输范围为10m以内，再根据经过修改的信道容量公式，其传输速率可达500Mbit/s，是实现无线个域网的一种理想调制技术。UWB以非常宽的频率来换取高速的数据传输，并且不单独占用现在的频率资源，而是共享其他无线技术使用的频带。

3、空间容量大

UWB无线通信技术的单位区域内通信容量可超过每平方米1000kbit/s，而IEEE 802.11b仅为每平方

米 1kbit/s, 蓝牙技术为每平方米 30kbit/s, IEEE 802.11a 也只有每平方米 83kbit/s, 可见, 现有的无线技术标准的空间容量都远低于 UWB 技术。随着技术的不断完善, UWB 系统的通信速率、传输距离及空间容量还将不断提高。

4、低功耗

UWB 使用简单的传输方式发出的是瞬间尖波形电波, 即所谓的脉冲电波——直接发送 0 或 1 脉冲信号出去, 脉冲持续时间很短, 仅为 0.2ns ~ 1.5ns, 由于只在需要时发送出脉冲电波, 因此 UWB 系统的功耗很低, 仅为 1mW ~ 4mW, 民用的 UWB 设备功率一般是传统移动电话或者无线局域网所需功率的 1/10 ~ 1/100 左右, 大大延长了电源的供电时间。UWB 设备在电池寿命和电磁辐射上, 相对于传统无线设备有着很大的优越性。

三、无线传感器网络的应用特性

无线传感器网络由大量散布的传感器节点通过无线通信技术的自组织方式构成网络, 它融合了传感器、微电系统和网络通信三大技术, 其目的是感知、采集和处理网络覆盖范围内被检测对象的信息, 并转发给观察者, 是一种以数据处理为中心的系统。在无线传感器网络中, 传感器节点一般都由采集信息、信号的传感器单元、处理与存储单元、收发单元、电源单元以及相关支持软件等功能模块组成, 设备要求灵敏度高、体积小、功耗小。无线传感器网络是一种没有预定基础设施支撑的自组织可重构的多跳网络, 它有着鲜明的应用特性。

1、网络规模大

无线传感器网络的大规模性包含两层意思: 一方面是传感器节点可以分布在较广的地理区域内, 如在森林地区进行防火和环境监测的应用; 另一方面, 传感器节点的部署可以很密集, 能够满足特定空间内多业务信息的传输需求, 并使网络有较多的冗余节点, 提高网络的容错性能。

2、自组织能力强

无线传感器网络的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测数据的多跳无线网络系统。在无线传感器网络的使用过程中, 网络中的节点个数和位置经常发生动态的变化, 从而使网络的拓扑结构随之动态变化, 而无线传感器网络的自组织特性正好满足这种需要。

3、高可靠性

无线传感器网络经常被部署于恶劣的环境中, 传感器节点有可能遭受意外因素的破坏, 为了保证无线传感器网络的稳定运行, 需要传感器节点非常可靠, 不宜损坏, 以适应不同环境的工作要求。同时, 无线传感器网络的软件也和硬件系统一样, 具有较强的鲁棒性和容错性。

4、应用多样化

无线传感器网络是用来感知客观世界, 获取物理世界信息量的媒介。客观世界的物理量多种多样, 因此对传感器的应用要求也是多种多样。不同的应用背景对于无线传感器网络的要求不尽相同, 因此不同的无线传感器网络之间, 其硬件平台、软件系统和网络协议均有很大的差别, 这也是其不同于一般网络的显著特征。

5、以数据为中心

由于无线传感器网络的节点是随机部署的, 构成网络与节点编号之间的关系是完全动态的, 节点编号与节点位置没有必然联系。用户使用无线传感器网络查询事件时, 直接将所关心的事件通告给网络, 而不是通告给某个确定编号的节点。网络在获得指定事件的信息后汇报给用户。这种以数据本身作为查询或传输线索的方法更接近于自然语言交流的习惯, 所以说无线传感器网络是一种以数据为中心的网络。

四、UWB 技术在无线传感器网络中的实现模型

1、系统的基本模型结构

由于传感器网络中各节点间都采用短距离的无线通信方式, 因此可以将 UWB 无线收发系统嵌入到各个传感器节点的无线通信模块, 即传感器网络的通信单元。如图 1 所示, 就是一个嵌入了 UWB 通信模块的无线传感器网络的基本模型。该系统是由多个分布在被测区域的传感器节点、中继节点和一个控制节点构成。控制节点连接到一个由 PC 机控制的本地控制系统。PC 操作员通过这些传感器节点和中继节点实时地获取被测区域的信

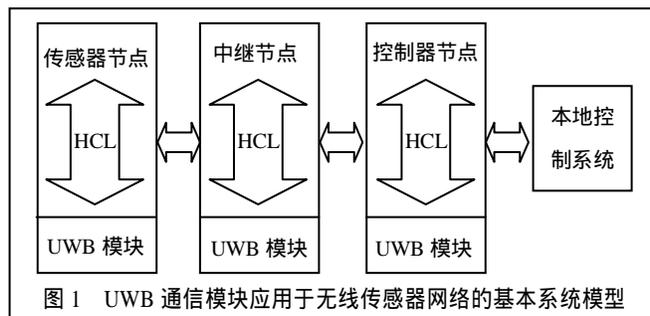


图 1 UWB 通信模块应用于无线传感器网络的基本系统模型

息。传感器节点或中继节点一旦监测到新的信息或事件，就会向控制节点发送携带有该信息或事件代码的数据。如果传感器节点不能直接连接到控制节点（控制节点位于此传感器节点的通信范围之外），中继节点则建立起由传感器节点到控制节点的多跳路由。所有的节点均通过嵌入在其中的 UWB 通信模块收发数据。控制节点收到数据后，立即向本地控制系统汇报事件，并且向发送数据的节点发送确认信息，传感器节点通过该确认信息来确认数据的正确发送。

在每一个传感器节点中，应用程序直接通过 HCI（主机控制器接口）驱动 UWB 模块，而不需要其他的上层协议帮助。

2、UWB 收发机的基本结构

与传统的无线收发机结构相比，UWB 的收发机结构相对简单。传统的无线收发机大多采用超外差式结构；UWB 收发信机采用零差结构，在接收端，天线收集的信号经放大后通过匹配滤波或相关接收机处理，再经高增益门限电路恢复原来信息。现代数字无线技术常采用基于数字信号处理芯片（Digital Signal Processing, DSP）的软件无线电来产生不同的调制方式，这些系统可逐步降低信息速率以在更大的范围内连接用户。UWB 的一大优点是，即使最简单的收发信机也可采用这一数字技术。UWB 系统直接通过脉冲调制发送信号而无系统的中频处理单元，所以该系统可采用软件无线电的全数字硬件接受结构，如图 2 所示。

接收过程中，脉冲信号通过天线匹配、滤波、放大后直接作 A/D 转换，将复杂的匹配滤波、分集接收、均衡、解交织、译码等基带处理交给数字信号处理器处理。同样，在发送过程中，信号由数字信号处理器完成复杂

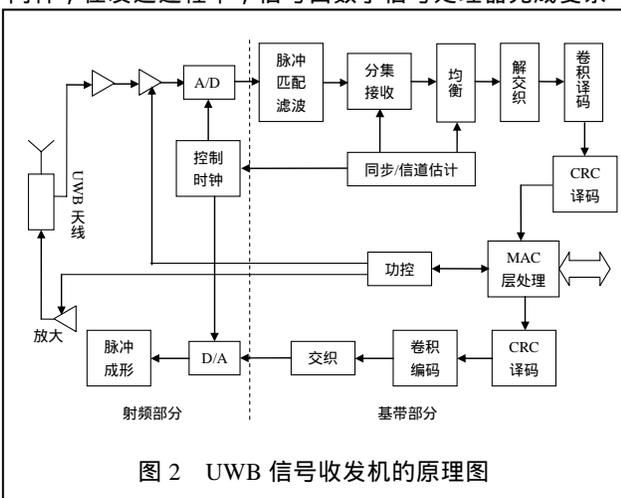


图 2 UWB 信号收发机的原理图

的编码、交织处理、数字信号通过 D/A 转换后经脉冲成形、放大、发射出去。通过一个基带信号处理芯片、射频信号处理芯片和 UWB 天线可以间接地完成整个 UWB 信号收发。

3、天线的设计

能够有效辐射时域短脉冲的天线是基于 UWB 无线传感器网络设计的一个重要方面。UWB 天线应该达到以下要求：一是输入阻抗具有 UWB 特性；二是相位中心具有超宽频带不变特性。即要求天线的输入阻抗和相位中心在脉冲能量分布的主要频带上保持一致，以保证信号的有效发射和接收。

对于时域短脉冲辐射技术，早期采用双锥天线、V-锥天线、扇形偶极子天线，这几种天线存在馈电难、辐射效率低、收发耦合强、无法测量时域目标的特性，只能用作单收发用途。随着微波集成电路的发展，研制出了 UWB 平面槽天线，它的特点是能产生对称波束、可平衡 UWB 馈电、具有 UWB 特性。由于利用光刻技术，可以制成毫米、亚毫米波段的集成天线。

由此可见，UWB 收发机在硬件电路上与传统的天线通信方式相比，有着明显的优势。它不仅硬件电路简单、成本低廉，而且在电路的核心部分实现了数字化处理，使得数据处理和运算的精度大大提高。

五、结论

超宽带技术凭借带宽、功耗、定位精度等方面的优势成为无线通信领域一个非常有前景的技术。由于满足了无线传感器网络低功耗、低成本、结构简单、高定位精度等要求，超宽带技术将会成为无线传感器网络物理层最理想的通信协议之一，必将为无线传感器网络的应用提供新的发展机遇。

参考资料：

- 1、徐小涛,吴攀,徐静.WPAN 标准的最新发展[J].电信工程技术与标准化,2008(2): 27~31
- 2、张冬梅,饶俊,刘延伸.基于 OFDM 的 UWB 系统研究[J].现代电子技术,2007(7): 36~39
- 3、张磊,马昌军,周小林,程绍刚.UWB 标准之争[J].江苏通信技术,2007(4): 16~19
- 4、宋玲玲,王君诚.UWB 超宽带无线技术[J].烟台职业学院学报,2007(3): 25~30
- 5、阴法明.WPAN/802.15 标准解析与应用研究[J].信息通信,2007(4): 21~25



Networking application for wireless sensor network based on ultra-wide band technology

XU Xiao-tao , LI Jian-jun , Xiong Hua , Zhang Kun

(*Institute of Communication Commands , Wuhan 430010, China*)

Abstract : Ultra-wide band (UWB) and wireless sensor network(WSN) are the latest technologies in near-range wireless communication field. The characteristics of UWB and WSN are introduced in this paper. The application model for WSN is put up which supply a foundation of the integration of UWB and WSN.

Keywords: ultra-wide band (UWB); wireless sensor network(WSN)

作者简介 :

徐小涛, 通信指挥学院教官, 研究方向为无线个域网组网运用

通讯地址: 湖北武汉通信指挥学院二系装备管理与运用教研室 邮编: 430010

电话: 15337160528 电邮: superxxt@163.com

李建军: 通信指挥学院副教授, 主要研究通信装备管理运用

熊华: 通信指挥学院副教授, 主要研究通信设备的组网运用

张昆: 通信指挥学院讲师, 主要研究通信装备管理运用
读者服务卡编号 006