

工业自动化领域中的无线技术

李春林, 程 健

(中国科学技术大学, 安徽 合肥 230027)

摘要: 通信及传感器技术的发展, 加快了工业自动化前进的步伐。作为一种通信手段, 无线技术具有广阔的应用前景。该文介绍了工业自动化中无线通信的优点, 阐述了两类典型的无线技术 Zigbee 和 UWB 的特点及其在检测、监视、无线传感器网络等领域的应用, 并对二者进行了对比。

关键词: 无线; 工业自动化; Zigbee; 超宽带

中图分类号: TN 92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0682(2007)01-0015-03

Wireless technology in industrial automation

Li Chunlin CHENG Jian

(University of Science & Technology of China Anhui Hefei 230027, China)

Abstract The development of communication and sensor technology speeds up the stride in industrial automation forward. As a communication means, wireless technology has broad application perspective. In this paper, the advantages of wireless communication in industrial automation are introduced. The characteristics of two kinds of typical wireless technology - Zigbee and UWB, as well as the applications to detecting and measuring monitoring and wireless sensor networks are also illustrated. Finally, the comparison between Zigbee and UWB is discussed.

Key words wireless; industrial automation; Zigbee; UWB

0 引言

计算机技术、通信技术、传感器技术及芯片制造技术的飞速发展, 促进了工业监视、控制、检测等领域的不断进步。近年来, 作为一种工业通信手段, 无线技术得到了迅猛的发展, 成为工业通信市场的增长点, 引起了愈来愈多人的关注。相比于有线技术, 无线技术有如下的优点:

(1) 节约成本, 建立方便。有线通信的建立必须通过物理链路, 布置线缆费时费力, 有时, 由于某些工业环境(如高温高压)及其地理位置(如经过湖泊、林区等)的特殊性, 不易布线。即使建好以后, 还易遭受雷击、环境的腐蚀及鼠虫的啮咬; 一旦出了故障, 不但不易查找, 维修起来也很不方便。相比而言, 无线技术就要便利的多, 无需布线, 故障诊断也很容易, 可以借助网络进行远程诊断。

(2) 追加节点, 扩展性强。一个通信网络建好以后, 往往因为某种原因增加新的设备节点, 如果采

用有线方式就要追加布线, 更极端的情况可能破坏原来的通信链路。但是, 如果采用无线组网, 就可以在已有的无线网络的基础上, 增加无线接入点(Wireless Access Point WAP), 修改少量的软件设置就可以达到扩展节点的目的。

(3) 移动灵活, 不受限制。对于工业无线网络的节点而言, 只要它能执行自己的功能, 可以把节点放置到某个工业区域的任何地方, 物理移动有着很大的自由性。

(4) 抗干扰强, 安全可靠。无线技术有自己的安全协议, 有独特的加密算法, 不易被窃听; 由于采用了扩频或跳频技术, 具有很好的抗干扰性, 这在恶劣的工业环境中极为重要。

基于上述的种种优点, 无线技术在工业领域引起了更为广泛的关注。随着各种新鲜的无线技术的诞生, 无线技术在工业自动化领域正展现着美好的应用前景。在这些技术中, Zigbee 和 UWB 无疑是最耀眼的两项。

1 Zigbee 技术

Zigbee 是一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的双向无线通信技术, 主要适用于自

收稿日期: 2006-04-05

作者简介: 李春林(1981-), 男, 黑龙江宾县人, 硕士生, 主要研究方向为无线技术在工业中的应用、传感器网络。

动控制和远程控制领域,是为了满足小型廉价设备的无线联网和控制而制定的。Zigbee是 IEEE 802 15. 4技术的商业名称。该技术的核心协议由 2000 年 12月成立的 IEEE 802 15 4工作组制定,而高层应用、互联互通测试和市场推广由 Zigbee联盟负责。Zigbee联盟成立于 2001年 8月,目前包括英国 Invenys 公司、日本三菱电气公司、美国摩托罗拉公司和荷兰飞利浦半导体公司等在内的百余家著名企业。

Zigbee的协议主要由物理层、数据链路层、网络安全层、应用框架及高层应用规范构成。其中 IEEE 802 15 4负责物理层和数据链路层标准; Zigbee联盟负责网络层及应用层的研发。Zigbee协议栈如图 1所示。

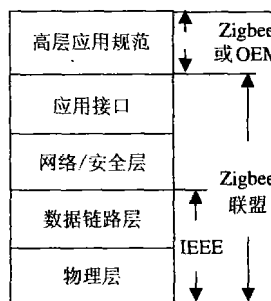


图 1 Zigbee 协议栈

Zigbee技术的主要特点如下:

(1)功耗低。在低功耗待机模式下,两节普通 5号干电池可使用 6个月以上,这也是 Zigbee支持者所一直引以为豪的独特优势。

(2)数据传输速率低。只有 10 ~ 250 kb/s

专注于低传输应用。

(3)成本低。Zigbee数据传输速率低,协议简单,大大降低了成本。预计今年年底一个 Zigbee芯片价格将降到 3美元。

(4)网络容量大。网络可容纳 65 536个节点。

(5)有效范围小。有效覆盖范围 10 ~ 75 m,具体根据实际发射功率大小和各种不同的应用模式而定。

(6)工作频段灵活。使用的频段分别为 2.4 GHz(全球)、868MHz(欧洲)及 915 MHz(美国),均为免执照频段。

(7)安全。ZigBee提供了数据完整性检查和鉴权功能,采用 AES - 128加密算法。

(8)可靠。采取了碰撞避免策略,同时为需要固定带宽的通信业务预留了专用时隙,避免了发送数据的竞争与冲突。

(9)时延短。Zigbee通信时延和从休眠状态激活的时延都非常短,设备搜索时间典型值为 30 ms,设备激活时间典型值为 15 ms,活动设备接入时间为 15 ms。

Zigbee主要应用于数据传输速率不高的各种电子设备之间,如医疗护理(监视器和传感器)和工控(监视器、传感器和自动控制设备)等。其中最典型的应用是自动抄表系统。目前 GPRS、CDMA 无线抄表系统成本相对较高,而且还要向电信运营商支付一定费用,另一种电力线联网(PLC)技术运行则不十分稳定。比较而言,应用 Zigbee网络的抄表系统由电力局自行建网,无需交纳额外的费用,此外, Zigbee网络超大的容量一般可以满足覆盖的要求,因此 Zigbee在无线自动抄表领域具有广阔的前景。此外在井下无线监控、工业环境的温湿度监测、污水监测、气体监测上 Zigbee也有着明显的优势。

随着传感器及通信技术的发展,无线传感器网络(Wireless sensor networks WSN)的概念已深入人心。Zigbee在无线传感器网络的应用上有着无以伦比的优势。无线传感器网络就是由部署在监测区域内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的网络系统,具有监测高精度、高容错性、大覆盖区域、可远程监控等众多优点。WSN可应用于工业自动化、设备故障诊断、恶劣环境生产过程监控等。无线传感器网络设计的首要目标是能源的高效利用,也就是说,在保证正常的监测功能的情况下,尽可能少的消耗节点的能量,延长网络的生命周期。在这一点上,它与 Zigbee的设计目标相同。其次,传感器网络要求每个节点的成本要尽可能的低,只有这样,一个网络才可能拥有比较多的节点,在个别节点失效的情况下可以迅速的重新规划路由,不致于使网络瘫痪。再者, Zigbee网络可以同时容纳 65 000多个节点,足以保证多源数据采集。

一个传感器网络通常包括传感器节点、汇聚节点和管理节点。传感器节点通常由传感器模块、处理器模块、无线通信模块和能量供应模块 4部分构成,是一个微型的嵌入式系统,它兼顾传统网络节点的终端和路由器双重功能。传感器网络的体系结构见图 2。

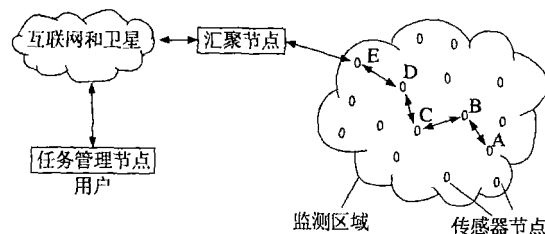


图 2 传感器网络的体系结构

汇聚节点连接传感器网络和外部网络,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,并把收集到的数据转发到外部网络上。

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。

针对传感器网络的结构,可以利用 Zigbee 节点作整个网络的传感器节点,在整个监测区域内构成一个 Zigbee 网络,每个传感器节点内嵌 Zigbee 协议栈,实现基本的 Zigbee 网络功能,将采集到的数据传递给汇聚节点,并接受汇聚节点对其下达的任务及命令。利用一个微处理器 + GPRS 模块作汇聚节点,用以连接传感器网络与 GPRS 网络,实现 TCP / UDP 等协议,将数据打包封装成帧,通过 GPRS 网络传递给主控制室,并将主控端的命令解封封装,传达给传感器节点。在用户端接一个 GPRS 模块及 PC 机服务器做硬件平台,软件包含数据库等,对收到的数据进行分析,并对整个网络进行管理。

Zigbee 自身的特点决定了它只能应用在短距低速的场合,在工业监测中,有许多时候需要的是实时的图像,这就需要高速的数据传输率,显然,在这点上, Zigbee 有着致命的缺陷。UWB 技术的出现使这种应用需求成为可能。

2 UWB 超宽带无线技术

UWB (Ultra Wide Band 超宽带) 是一种以占空比很低的冲激脉冲作为信息载体的无载波通信技术。FCC (美国联邦通信委员会) 规定, UWB 通信系统采用的频段是 $3.1 \sim 10.6$ GHz, 这样可以保证现有的 GPRS、蜂窝系统不被干扰。UWB 与传统的通信技术最大的区别在于: 超宽带依赖于脉冲串传递信息, 它将信息调制到离散脉冲信号上, 然后直接发射窄脉冲进行通信; 而传统的通信技术则采用带通载波调制, 它把含有信息的波形搬移到相应的正弦载波上发射。所以超宽带又称为基带 (baseband) 传输技术或是无载波 (carrier-free) 传输技术。

由于超宽带几 GHz 的超宽频带, 所以比起其他传统的无线通信技术, 超宽带技术有以下优势:

(1) 抗干扰能力强。UWB 发射信号时将微弱的无线电脉冲信号分散在宽阔的频带中, 输出功率非常小, 而且由于它和目前的通信系统工作频段不同, 互不干扰。

(2) 传输速率高。数据传输速率可以达到几十至几百 Mb/s。

(3) 消耗能量少。由于不使用载波, 仅在发射窄脉冲时消耗少量能量, 从而节约了发射续载波时

的大量能耗。

(4) 安全性好。由于采用跳时扩频技术, 接收机只有已知发送端扩频码时才能解出发射数据, 而且系统的发射功率谱密度极低, 用传统的接收机无法接收。

(5) 精确的定位能力。UWB 系统具备良好的时间解析能力, 能够精确的测距与定位。由于 UWB 还具有极强的穿透能力, 可以在室内和地下精确定位。

UWB 的通信距离在 10 m 之内, 考虑到它高达几百 Mb/s 的通信速率, 其特别适用于近距高速的数据传输, 实现无线 USB 方案。在工业自动化领域, 如在测量、检测 (地下物体探测) 中可以得到广泛的应用。

工业生产、检测、监控等许多方面需要的是实时的图像和声音, 而图像和数字化的声音数据量非常大, 以一幅 640×480 分辨率、色彩为 24 位像素的实时视像为例, 它的图像数据量为 7.37 Mb/帧, 数据传输率为 184 Mb/s。显然, 如此大的数据率是许多无线技术无法完成的。因此, 在实际应用中, 可以在摄像头端接一个微处理器, 对实时图像进行简单的压缩处理, 经过处理后, 可以将数据率要求降到几十 Mb/s。然后利用 UWB 技术, 将图像数据传送到数米开外的中心控制室。如果需要远程监控的话, 在中心控制室与远程端可以通过 LAN 和其他网络连接。整个通信框架大体如图 3 所示。

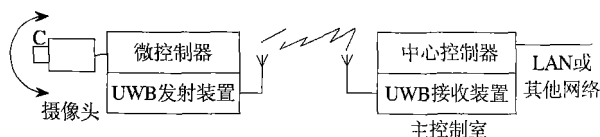


图 3 一个 UWB 工业监视系统的大体结构

UWB 有着精确的定位能力和极低的功耗, 在无线传感器网络中, 如果可以知道各点的位置, 就可以规划出方便有效的路由算法, 在软件层次上降低无线传感器网络的功耗。当然, 基于定位的功能, UWB 对“移动”的信息比较敏感, 因此在物品流动比较频繁的场合 (如货仓等), 基于 UWB 的无线传感器网络可以很好的发挥自己的长处。

3 Zigbee 与 UWB 的比较

Zigbee 与 UWB 技术都是低功耗、短距离无线通信方式, 有着各自的优缺点, 在自动化领域里它们也有着各自的应用空间, 这是由它们自身的技术特点决定的。它们最大的区别就是数据传输率。表 1 是对二者的一个比较:

(下转第 39 页)

工人的知识和实际操作经验,建立合适的模糊规则表,得到针对 K_p, K_i, K_d 三个参数分别整定的模糊控制表(见表 1~表 3)。

表 1 K_p 的模糊规则表


	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	PB	PB	PM	PM	PS	ZO	ZO
NM	PB	PB	PM	PS	PS	ZO	NS
NS	PM	PM	PM	PS	ZO	NS	NM
ZO	PM	PM	PS	ZO	NS	NM	NM
PS	PS	PS	ZO	NS	NS	NM	NM
PM	PS	ZO	NS	NM	NM	NM	NB
PB	ZO	ZO	NM	NM	NM	NB	NB

表 2 K_i 的模糊规则表



	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	NB	NB	NM	NM	NS	ZO	ZO
NM	NB	NB	NM	NS	NS	ZO	ZO
NS	NB	NM	NS	NS	ZO	PS	PS
ZO	NM	NM	NS	ZO	PS	PM	PM
PS	NM	NS	ZO	PS	PS	PM	PB
PM	ZO	ZO	PS	PS	PM	PB	PB
PB	ZO	ZO	PS	PM	PM	PB	PB

表 3 K_d 的模糊规则表

	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	PS	NS	NB	NB	NB	NM	PS
NM	PS	NS	NB	NM	NM	NS	ZO
NS	ZO	NS	NM	NM	NS	NS	ZO
ZO	ZO	NS	NM	NM	NS	NS	ZO
PS	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO	ZO
PM	PB	NS	PS	PS	PS	PS	PB
PB	PB	PM	PM	PM	KS	PS	PB

$K_p = K_{p0} + \Delta K_p; K_i = K_{i0} + \Delta K_i; K_d = K_{d0} + \Delta K_d$ 。其中, $K_p = 1.6, K_d = 0.5, K_i = 0.0$ 。

风门挡板的最大开度为 100, 最小为 0, 因此要对控制量加一个限幅, 不能超过硬件控制信号的范围。

以电流为主要控制对象, 同时也要兼顾到温度和负压。温度大时, 应该减小风门开度; 温度小时, 应该增大风门开度。负压大时, 要减小风门开度; 负压小时, 要增大风门开度(因篇幅有限, 省略掉温度与负压模糊规则表)。

(下转第 58 页)

(上接第 17 页)

表 1 Zigbee 与 UWB 技术的对比

	Zigbee	UWB
通信距离	10 ~ 70 m	10 m 内
功耗	极低	很低
数据传输率	最大可达 250 kb/s	几十 ~ 几百 Mb/s
通信方式	载波调制	基带传输
使用频段	2.4 G/15 M/868 MHz	3.1 ~ 10.6 GHz
成本	可达到 3 美元	初期 3 美元
在工业自动化领域里的应用	抄表、有毒有害气体检测、温湿度监测、无线传感器网络等	工业监视、无线 USB、移动定位、检测、测距、无线传感器网络等

4 结论

Zigbee 技术与 UWB 技术是时下无线通信市场的最流行的技术之一, 是无线网络重要的组成部分, 它们有很多其他技术无法比拟的优点, 在工业自动化领域里有着巨大的应用潜力。相信在不久的将来, 随着这两种技术的不断完善, 它们将进一步促进无线技术在工业自动化领域的应用, 推动工业自动化蓬勃地向前发展。

参考文献:

[1] Zigbee Specification[OL]. <http://www.zigbee.org>
[2] 周怡颖, 凌志浩, 吴勤勤. Zigbee 无线通信技术及其应用探讨[J]. 自动化仪表, 2005 (6): 5-9.
[3] 顾瑞红, 张宏科. 基于 Zigbee 的无线网络技术及其应用[J]. 电子技术应用, 2005 (6): 1-3.
[4] [http://www.51zigbee.com\[OL\]](http://www.51zigbee.com[OL]).
[5] 谈敏超, 田振丽, 傅海阳. 超宽带——下一代的无线技术[J]. 信息安全与通信保密, 2005 (4): 38-40.
[6] 苏理云, 庞武. 超宽带无线技术——短距离无线通信的前沿技术[J]. 技术与市场, 2005 (5): 5.
[7] Neal Pawari. Locating the Nodes of Cooperative Localization in wireless sensor networks[J]. IEEE signal processing magazine, 2005 (7): 54-69.
[8] 徐立中, 马小平. 多媒体监视监控技术与系统[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.
[9] Chun Yi Lee, Christopher Tounazou. Ultra-low power UWB for real time biomedical wireless sensing[C]. 2005 IEEE International Symposium.
[10] 孙利民, 李建中, 陈渝, 等. 无线传感器网络[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.