DOI:10.13877/j.cnki.cn22-1284.2007.04.014
第28卷第4期 通化师范学院学报 Vol.28 №4
2007年4月 JOURNAL OF TONGHUA TEACHERS COLLEGE Apr. 2007

Zigbee协议栈及应用实现

孙 静,陈佰红
(吉林师范大学 计算机学院,吉林 四平 136000)

摘 要:Zigbee是基于IEEE 802.15.4的一种新兴的无线网络技术.在介绍Zigbee协议栈的架构,每层协议的参考模型及各层的帧结构的基础上.提供了目前应用广泛的两种基于Zigbee的解决方案,即freescale和Chipcon的Zigbee解决方案.

关键词:IEEE 802.15.4;Zigbee协议栈;参考模型;解决方案
中图分类号:TN915 文献标识码:A 文章编号:1008-7974(2007)04-0035-03
收稿日期:2007-01-09

作者简介:孙静(1974-),女,吉林长春人,吉林师范大学计算机学院讲师.研究方向:计算机嵌入式系统应用.

1 引言

Zigbee是一种新兴的短距离、低功率、低速率无线接入技术.工作在2.4GHz波段,采用跳频技术和扩频技术,传输速率为10M~250kb/s,传输距离为10~75m.Zigbee的主要支持者联合起来成立了Zigbee联盟,共同推进该技术的进一步发展和应用,该联盟目前已经有70个成员,包括七个最初的发起企业:Emer、Honeywell、Invensys、三菱、摩托罗拉、三星和飞利浦.它们致力于提供网络层到应用层的上层协议,努力保证Zigbee有好的市场前景.

2 Zigbee协议栈体系结构

Zigbee是基于IEEE 802.15.4的无线通信协议,它的协议结构由物理层(PHY)、介质访问层(MAC)、网络层(NWK)、应用层组成.下面介绍IEEE 802.15.4标准和Zigbee协议栈.

2.1 IEEE 802.15.4/Zigbee

IEEE 802.15.4工作组成立于2000年12月,其致力于定义一种低成本、便携、适用于固定或移动设备的无线网络接入技术.2003年该组织发布了第一版标准,定义了低复杂度、低功耗、低成本的无线MAN和PHY标准.Zigbee参照和采用现有的IEEE 802.15.4标准,确定了可以在不同制造商之间共享的应用纲要.IEEE 802.15.4工作组主要负责制订物理层和MAC层的协议,高层应用、测试和市场推广等方面的工作则由Zigbee联盟负责.

2.2 Zigbee协议栈

Zigbee协议体系架构如图1所示.Zigbee的网络层、安全层和应用程序接口等由Zigbee联盟制定.物理层和MAC层由IEEE 802.15.4标准定义.

802.15.4定义的是PHY和MAC层.在MAC子层上面提供与上层的接口,可以直接与网络层连接,或者通过中间子层—SSCS和LLC实现连接.Zigbee联盟在802.15.4基础上定义了网络层和应用层.

图1 Zigbee协议栈架构

2.3 Zigbee协议栈参考模型及实现

(1)物理层参考模型及实现.物理层包括射频(RF)模块和物理层控制机制.IEEE 802.15.4定义了两个物理层标准,分别是2.4GHz物理层和868/915MHz物理层.两个物理层都基于直接序列扩频(DSSS),适用相同的物理层数据包格式,它们的区别在于工作频率、调制技术、扩频码片长度和传输速率不同.2.4GHz频段为全球统一的无须申请的ISM频段,采用O-QPSK调制.868MHz是欧洲的ISM频段,915MHz是美国的ISM频段,这两个频段采用BPSK调制.标准定义的三个频段共分配了27个信道,其中868MHz分配了一个信道,915MHz分配了10个信道,2.4GHz分配了16个信道.

物理层的参考模型如图2所示,PHY层定义了物理无线信道和MAC子层之间的接口,提供物理层数据服务和物理层管理服务.物理层数据服务从无线物理信道上收发数据,物理层管理服务维护一个由物理层相关数据组成的数据库.物理层数据服务包括以下五方面的功能:①激活和休眠射频收发器;②信道能量检测(energy detect);③检测接收数据包

的链路质量指示(link quality indication, LQI);④空闲信道评估(clear channel assessment, CCA);⑤收发数据.

信道能量检测为网络层提供信道选择依据.它主要测量目标信道中接收信号的功率强度,由于这个检测本身不进行解码操作,所以检测结果是有效信号功率和噪声信号功率之和.

链路质量指示为网络层或应用层提供接收数据帧时无线信号的强度和质量信息,与信道能量检测不同的是,它要对信号进行解码,生成的是一个信噪比指标.这个信噪比指标和物理层数据单元共同提交给上层处理.

空闲信道评估判断信道是否空闲.IEEE 802.15.4 定义了三种空闲信道评估模式:第一种简单判断信道的信号能量,当信号能量低于某一门限值就认为信道空闲;第二种是通过判断无线信号的特征,这个特征主要包括两方面,即扩频信号特征和载波频率;第三种模式是前两种模式的综合,同时检测信号强度和信号特征,给出信道空闲判断.

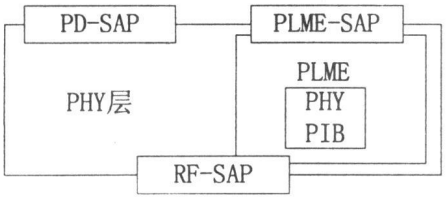

图2 物理层参考模型

Zigbee 物理层帧结构如图 3 所示,其中前导码4Byte,主要用于前导同步;分组定界 1Byte,标志分组的开始;物理层头 1Byte,表示数据单元的长度;物理层数据服务单元(PSDU)数据单元用于承载向上层即MAC 层传输数据.

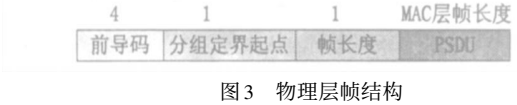

图3 物理层帧结构

(2)MAC 层参考模型及实现. MAC 子层的参考模型如图 4 所示.MAC 子层提供两种服务:MAC 层数据服务和 MAC 层管理服务(MAC sublayer management entity, MLME).前者保证MAC 协议数据单元在物理层数据服务中的正确收发,后者维护一个存储MAC 子层协议状态相关信息的数据库.MAC 子层主要功能包括下面六个方面:

①协调器产生并发送信标帧,普通设备根据协调器的信标帧与协议器同步;②支持 PAN 网络的关联(association)和取消关联(disassociation)操作;③支持无线信道通信安全;④使用 CSMA－CA 机制访问信道;⑤支持时槽保障(guaranteed time slot, GTS)机制;⑥支持不同设备的MAC 层间可靠传输.

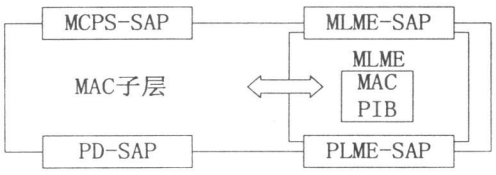

图4 MAC 子层参考模型

MAC 子层定义了信标帧、数据帧、确认帧和命令帧.信标帧和数据帧包含了高层控制命令或者数据,确信帧和命令帧用于 Zigbee 设备MAC 子层功能实体间控制信息的收发.MAC 层的通用帧结构如图5所示, MAC 子层的帧结构由帧头、MAC 层服务数据单元和帧尾三部分组成. 帧头由帧控制信息2Byte、帧序列号 1Byte 和地址信息组成 420Byte(命令帧无地址信息).MAC 子层数据服务单元(MSDU)具有可变长度 nByte,具体内容由帧类型决定(命令帧无MSDU).帧尾是帧头和负载数据的 16 位 CRC 校验序列(FCS)2Byte.

图5 MAC 层帧结构

(3)网络层参考模型及实现. Zigbee 协议栈的核心部分在网络层.网络层负责拓扑结构的建立和维护、命名和绑定服务,它们协同完成寻址、路由、传送数据及安全这些不可或缺的任务,支持星形(Star)、树形(Cluster-Tree)、网格(Mesh)等多种拓扑结构.MAC 子层的参考模型如图 6 所示.为了满足应用层的要求,Zigbee 协议的网络层划分为网络层数据实体(NLDE)和网络层管理实体(NLME),NLDE 提供相关的SAP 的数据传输服务,而 NLME 则提供经由相关的SAP 的管理服务.网络层的主要功能包括以下八个方面:

①通过添加恰当的协议头能够从应用层生成网络层的 PDU,即 NPDU.②确定网络的拓扑结构.③配置一个新的设备,可以是网络协调器也可以向存在的网络中加入设备.④建立并启动无线网络.⑤加入或离开网络.⑥Zigbee 的协调器和路由能为加入网络的设备分配地址.⑦发现并记录邻居表、路由表.⑧信息的接收控制,同步 MAC 子层或直接接受信息.

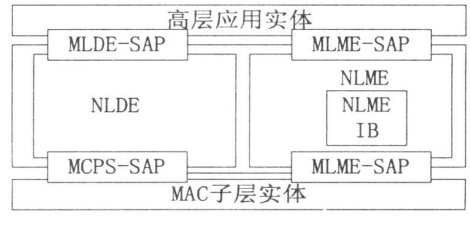

图6 网络层参考模型

网络层定义了数据帧和命令帧，它的帧结构由网络层头信息和数据负载构成. 网络层通用帧结构如图 7 所示. 网络层帧头信息格式是固定的，帧控制 2Byte，目的地址 2Byte，源地址 2Byte，网络传输的半径 1Byte，但是地址域和序列号域并非在所有的帧结构中都出现. 网络层数据域 nByte. 其中目的地址、源地址、半径和序列和称为路由域. 网络层数据帧和命令帧的区别在于命令的数据域有 1Byte 的 NWK 命令标识符. 网络层数据帧结构如图 8 所示.

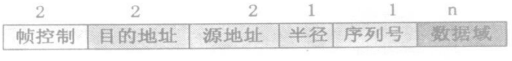

图 7　网络层帧结构

3　Zigbee 的应用开发

由于 Zigbee 及其协议问世时间较短，目前市场上可供选择的产品并不多，下面介绍两种常用的 Zigbee 解决方案.

3.1　freescale 的 Zigbee 解决方案

freescale 的 Zigbee 解决方案主要是通过一个 8 位 MCU 和一个 Zigbee 收发模块来实现基于 Zigbee 的应用开发. freescale 提供参考手册、开发板和源代码，以帮助用户加快开发速度. 图 8 是 freescale 的解决方案. MCU 采用一块 freescale 的 MC908HCS08TG60，它是 HCS08 系列之一，是一款 8 位、低功耗、高性能的微处理器，内部包括 60KB 的嵌入式 Flash 和 4KB 的 RAM，其 Flash 段大小为 512B. 射频收发器使用 MC1319X，是一个小型的无线电收发装置，使用 2.4GHz ISM 波段，可以通过 SPI 接口同微处理器进行通信，支持 IEEE802.15.4 标准的拓扑结构. 开发过程可以通过 CodeWarrior™ Development Studio 进行，简单方便.

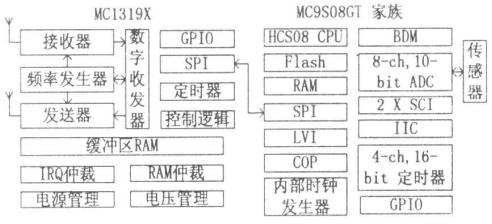

图 8　freescale 的 Zigbee 解决方案

3.2　Chipcon 的 Zigbee 解决方案

挪威半导体公司 Chipcon 推出的 CC2420 是全球首颗符合 Zigbee 联盟标准的 2.4GHz 射频芯片，支持 250kbps 数据传输率. 该公司还提供开发工具套件. 通过该套件用户可很快地进行 Zigbee 网络的评估和设计. 该套件包括一个基于 CC2420 的内嵌 Z－Stack™ Zigbee 协议栈的硬件模块. 软件包括用于首次定制的 Z－Stack™ Zigbee 网络配置器、用于建立用户自己应用程序框架的 Z－Stack™ Zigbee Porfile Builder 以及为方便网络调度而提供的 Z－Tool™ Zigbee Protocol Stack Trace 工具.

4　结论

Zigbee 主要应用在距离短、功耗低且传输速率不高的各种电子设备之间，典型的传输数据类型有周期性数据、间歇性数据和低反应数据. 因而，它的应用目标主要是：工业控制（如自动控制设备、无线传感器网络），医护（如监视和传感），家庭智能控制（如照明、水电气计量及报警），消费类电子设备的遥控装置、PC 外设的无线连接等领域. Zigbee 具有超强的生命力和优势，应用前景十分看好，值得广大嵌入式应用的技术人员关注，并加入到它的应用行列.

参考文献：

[1] IEEE Std 802.15.4－2003.pdf.

[2] Zigbee specification v1.0.pdf.

[3] www.freescale.com.

[4] 周怡，凌志浩，吴勤. Zigbee 无线通信技术及其应用探讨[J]. 自动化仪表，2005(6).

[5] 江修波. Zigbee 技术及其应用[J]. 低压电器，2005(6).