

物联网云平台 ZigBee 无线通信网络节点设计

王磊, 李勇, 付国庆

(新疆轻工职业技术学院 信息与软件分院, 乌鲁木齐 830021)

摘要: 随着科学技术的发展, 无线通信技术不断成为当今社会的通信方面的主流发展方向; 对于一种可以集所有通讯方式的优点为一体, 并且可以实现远距离网络通信传输的方式成为现在通讯技术行业的主要研究方向; 而文章根据一种基于 ZigBee 协议的无线网络通信架构进行研究, 设计出一种可以满足当今通信需求的硬件平台; 其中应用到 ZigBee 协议中的短距离传输技术和将其与 SPI 接口连接完成的一种通信技术手段; 最后将 ZigBee 单片机通过 USB 接口与计算机相连接完成通信无线传输工作; 文章中提出了这种平台设计的软件设计方案和硬件设计方案, 并且通过软硬件设计, 分析出其所具备的优点和未来发展能力; 通过对比试验, 得出这种无线传播方式有更好的传播效率和节省能源的优势。

关键词: ZigBee 协议; 网络通信; 系统设计

Design of ZigBee Wireless Communication Network Node Based on Internet of Things Cloud Platform

Wang Lei, Li Yong, Fu Guoqing

(Department of Information and Software, Xinjiang Institute of Light Industry Technology, Urumqi 830021, China)

Abstract: With the development of science and technology, wireless communication technology has become the mainstream development direction of communication in today's society. For this, we can integrate all the advantages of the communication mode as a whole, and can realize the remote network communication transmission that has become the main research direction of the communication technology industry. According to a wireless network communication architecture based on ZigBee protocol, this paper designs a hardware platform which can meet the needs of today's communication. Which is applied to the ZigBee protocol in the short distance transmission technology and the SPI interface with the completion of a communication technology means. In the end, the ZigBee MCU is connected with the computer through the USB interface to complete the communication and wireless transmission work. In this paper, the software design and hardware design of the platform are proposed, and the advantages and the future development of the software are analyzed through the software and hardware design. Through the comparison test, it is concluded that this kind of wireless communication mode has the advantage of better transmission efficiency and energy saving.

Keywords: ZigBee protocol; network communication; system design

0 引言

在 21 世纪以来, 世界上计算机网络技术和无线通信技术不断发展, 这一领域已经逐渐成为较完善的新兴技术。然而, 随着这些当中衍生出来的传感器技术、嵌入式计算机技术、网络及无线通信的技术更新以及分布式信息处理技术和相关的处理观念模式的形成, 也提出了一种基于以上技术的优点和融合的新型通信技术, 这种技术可以将现在所需要的数据采集、通信、信息处理等工作同时进行并且工作效率和工作能力更为突出。因为这种无线装置的节点从组成部分来看就是一种无线传感网络, 这也决定这种无线传感设备具备更强的自组织能力和无人看守即可运行的能力, 使得在现在的各个领域都有着不俗的表现。

在对无线传感的开发和运行进行研究得出, 目前的大多数无线传感网络的体系都是由 3 个基本的部分组成, 分布式传感器节点、接收以及发送器、互联网以及用户接口界面组成的, 另外还有其它辅助功能的部分组成。在这些基础部分当中都各

司其职, 传感器节点是作为整个网络无线通信的核心部分, 其起到的作用是信息的传送和处理并且响应主机发送来的指令^[1]。而由于目前的传输节点的功率都比较低, 进行的传输距离非常有限, 在进行远距离传输工作的时候需要在两地之间设立非常多的传输中继站才能完成传输工作。而在网络无线传感工作中所使用的网关节点就相较以往的节点有着很大的不同, 其拥有着庞大的数据储存空间和极为快速的处理器可以对信息进行及时的预处理。为此本文设计一种利用 ZigBee 协议下的无线传感网络节点, 实现远距离传输和信息传输过程中的可靠性提高。这种节点基本的工作流程是将网络中的信息接收过来然后进行简单的预处理再将信息发送至外部网络, 最后传输到监控中心以完成传输工作^[2]。

1 ZigBee 技术的简析

ZigBee 技术主要是一种无线传输技术, 而这种技术具备低速率以及低能耗的优点。但是在根本上来说, 它还是一种短距离传输方式。这种技术在目前主要适用在无线传感器网络、自动控制和远程控制领域当中。以往采用的通讯技术在目前的环境下都显现出来较为明显的缺点。其中 RF 芯片是较为普遍的用于近距离传输, 但是它很明显的显现出兼容性差以及操作性极低的缺点。而且对与这种技术的应用在软件设计方面就存

收稿日期: 2016-12-02; 修回日期: 2017-01-05。

作者简介: 王磊(1967-), 男, 江苏无锡人, 讲师, 主要从事网络技术、物联网方向的研究。

在着大量的工作,需要进行较多量的代码编写工作,所以容易产生错误和效率低的问题。而今天研究的 ZigBee 网关技术则可以解决以上的问题^[3]。其在设计阶段秉承着网络扩充和节省能源的原则,而且在目前也渐渐的得到了相关部门的肯定,被作为现在传感器的基本通信组件。因为 ZigBee 本身的容积就非常的小,只有 32KB 大小,这也在很大程度上解决了目前处理器当中的性能和容量的问题,使得设计和开发成本极低。

2 ZigBee 无线通信网络的协议架构

在 ZigBee 的协议构架当中,其物理层和链路层都是用的是现在最为常见的无限个人区域网的标准协议。即为 IEEE802.15.4。然而在开发的过程当中,根据 ZigBee 的独有特性中物理层多样的优势,使其在协议 IEEE802.15.4 的基础上又进行了较为完善的扩充和开发。重新将整个构造定义为了系统层面,而在这里面有着网络层和会聚层两层,并且设立了较为完善的高层应用规范,使得整个系统非常的完整。其中,ZigBee 的协议框架利用图 1 来进行展示。

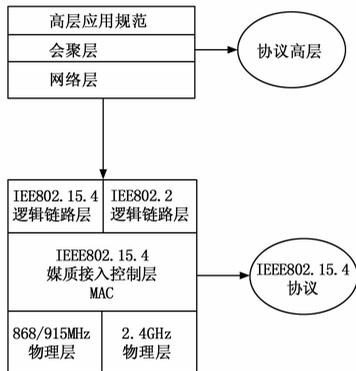


图 1 ZigBee 协议的基本架构

通过对以上的框架图进行观察可以发现,在物理层有两个标准来进行定义的,其为 868/915 MHz 以及 2.4 GHz 两种物理层标准。而这两种不同的物理层所使用的数据包格式都是一样的,所以说它们是相互支持的。并且物理层在进行数据包接收都是利用直接序列扩频的方式,并且运用 CSMA-CA 的信道来进行接入。所以,分为两个不同的物理层标准是因为其所应用的工作频率和相关的扩频要素以及传输速率都不尽相同,并且根据不同的需求采用不同的物理层标准。其中,868 MHz 的传输速率只有 20 kB/s,而 915 MHz 的传输速率则可以达到 40 KB/s。在调制上都是利用了 BPSK 来进行相关数据的调制工作。但是较为突出的是,在采用了 2.4 GHz 来进行传输时,因为其有 16 个通信通道,为此它的传输速率则可以高达 300 KB/s^[4],因为其高速的传输速率使得在传输过程中的 DSSS 采用的是 32 个码片每个符号上,而调制也选择了更高性能的 O-QPSK 来进行。而在数据链路层中,通过图中可以看出分层了上下两个层次,为逻辑链路控制层和媒介访问控制层。而在上层中的 MAC 可以支持多种逻辑链路控制层,而且不同的逻辑链路控制层则需要根据自身的属性选择适合的物理层来进行传输,并且其主要依靠的还是硬件设施,对其的要求也有着不同。而且逻辑链路控制层所采用的标准也是其中的 IEEE802.6 的标准定义。而在研究中得出可以利用将媒介访问控制层的地址设定成两类,一类是处理能力较小和容量较小的 16b 局部地址,专门处理简单的信息传输和容量较小的数据,一类是处理能力极强并且容

量极大的 64b 扩展地址,专门处理复杂和数据量极大的数据传输工作。利用这种分类处理的办法可以很大程度上的增加 ZigBee 网关的灵活性能,并且在很大程度上做到资源的合理分配和有效的资源利用,不至于产生余富空间而浪费。

3 ZigBee 无线通信网络节点设计

3.1 系统整体架构的设计

在整体架构构造上采用的是无线传感网络节点以及监控中心共同组成。而无线传感网络节点则需要若干个,并且每一个节点都履行其对于数据采集、处理和传输工作。而在监控中心上的构造则是由一个主节点作为所有的信息接收部分,硬件则为一台计算机和一个调节器来组成。调节器的主要作用则是将整个系统中由中心向外连接的多个节点进行调节,在外部网络中多个网关节点都分别进行着数据分析和传输,而最终到的位置都是控制中心,所以调节器要将这些不断传来的数据进行简单的分类和发送相关指令的作用。其最为重要的则是调节由控制中心发出来的指令进行调节后发送到指定的外网网关当中。

而本文主要强调的是外部 ZigBee 网关的设计,这种无线传感网络节点所采用的也是嵌入式的构造模式,其主要有四个部分而组成,数据采集、预处理、无线传输、电源。和其他的传输技术一样,在数据采集部分中其主要是收集各类信息或是信号,并且将收集来的不同类型的信号都转化为可以在计算机中解读的数字信号。预处理则是将转化为的数字信号进行简单的处理,而且这个部分也是整个网络节点中的最为重要的部分。它不仅仅处理收集来的信号也对网络节点中的其他设备和部分进行控制和设备中的一些属性进行处理。其中对于路由协议的处理功能可以保证整个网络节点的安全性和可靠性。无线传输部分很容易理解的就是将这些预处理后的数据进行传输,使其可以到达监控中心进行完善的处理工作。电源一般性的都采用三枚 1.5 伏电压的电池,而且也支持使用纽扣电池以节省体积和占地面积。图 2 为网络节点的基本构造模型。

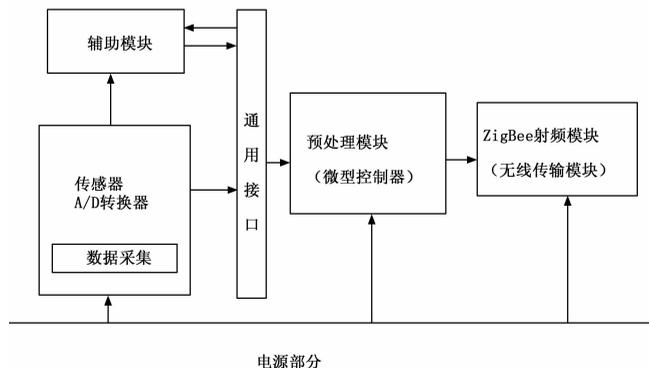


图 2 无线传输网络节点基本构造模型

3.2 硬件设计

芯片采用最新的 CC2430 芯片,这种芯片可以对目前的物联网云平台 ZigBee 网络节点所使用的 2.4 GHz 的波段实现更加低廉的成本和减少资源浪费的要求。并且在芯片上结合了 ZigBee 射频前端、内存以及微控制器,使得整个工作更加完善。无线传输部分则采用 MC13192 发射器,这种发射器可以在 2.4 GHz ISM 频段下进行工作和传输数据^[5]。并且在传输的速度上可以得到 256 KB/s 的速度,以及拥有的 16 个不同的通信通道。在调制器上面选择 QPSK 调制器,以及可以直接

序列扩张频率的编码, 在连接上则采用 6 线串行的接口进行协议通信连接。在处理设备的选择上没有固定的设计, 因为在选择上必须根据实际可能出现的情况来选择较为适合的处理器。并且选择的处理器必去可以得到 IEEE802.15.4 协议以及 ZigBee 系统的支持。在很大程度上解决了传统方法下处理器当中的性能和容量的问题, 使得设计和开发成本极低。

预处理部分的组成部分为单片机、复位电路、滤波电容、上拉电阻共同组成。并且为了使得 ZigBee 网络节点实现最大程度的能耗, 协议的选择上采用 HCS08 协议, 这种协议是目前最新的 8 位协议。因为目前的许多 16 位协议虽然在性能上会稍高于这种 8 位协议, 但是其具备这非常强大的低功耗优势, 而且在差距上并不是很大。在数据储存库方面所采用的则是 MC9S08GT60 储存片, 这种储存片可以支持 60K 大小的 flash 文件或是 4K 大小的数字文件, 对于强调简单和小容量的 ZigBee 网络来说这个容量已经可以对保证其运行的相关程序进行储存了。图 3 表示无线网络节点硬件设备结构和关系图。

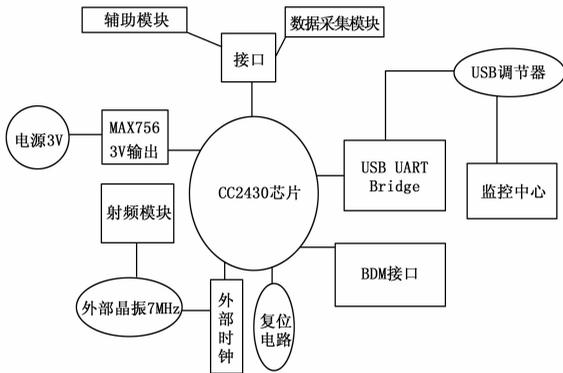


图 3 网络节点的硬件结构和关系图

3.3 软件设计

在软件开发上采用的主平台为物联网云平台, 节点中的各个设备间的连接采用串口连接模式。数据的传输和接收则利用主从节点的方式, 使用 USB 接口连线使得和计算机进行连接。而且节点在一般的情况下或是没有数据的情况下不进行工作, 以此来节省能源, 在出现中断请求或是需要进行数据传输时才激活以后开始运作。因为 ZigBee 网络节点会有许多个节点同时存在, 而且每一个节点都是同时工作和接受不同的信息, 所以不同的节点都要设置相应的地址。其中数据包的格式为“Preamble-SFD-FLI-Code B-Payload Date-FCS”。翻译过来就是“前导码-帧起始定界符-帧长度-代码-自动帧检验序列”。

而整个程序当中则设计为“主程序-通信链路子程序-数据处理程序-发送程序-中断接收程序-数据模式转换程序”。软件设计如图 4 所示。

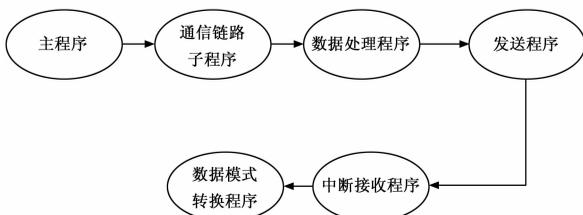


图 4 软件设计流程

不仅仅是程序上的组成部分也是其运作的流程顺序。在传感器打开电源之后进行单片机和 ZigBee 模块的初始化, 建立一个通信链路并且进行休眠模式, 节省电源。而中断链接则会激活系统使其工作。当信息传递的工作进行完毕后, 系统将自动进入到休眠模式以节省电源, 在中断链接再次发生时再进行激活工作。为此, 在协议上合理利用 CC2430 芯片的休眠和激活工作, 可以在没有工作时节省系统开机所产生的一部分能耗, 充分的做到资源的最佳利用^[6-8]。

4 对比试验检测分析

为了对设计出的物联网云平台 ZigBee 网络节点的相关数据总结和分析其性能。以及其所存在的优越性, 将其与其他的传输方式进行对比分析^[9-10]。其中进行对比的有红外技术(LrDA)、蓝牙传输技术(Bluetooth)、无线局域网传输方式(Wi-Fi)。将各自的相关数据进行对比, 制作成表 1。

表 1 ZigBee 与其他短距离传输技术数据对比表

| 通信技术 | ZigBee | 红外线 | 蓝牙 | 无线网 |
|---------|-------------|---------------|--------|--------|
| 频段 | 2.4GHz | 820nm | 2.4GHz | 5.2GHz |
| 发射功率/Mw | 1~3 | 数毫瓦 | 1~100 | 100 |
| 速率 Mb/s | 0.25 | 16 | 3 | 6~36 |
| 方式 | 一对多 | 一对一 | 一对多 | 一对多 |
| 传输距离/m | 1000 | 角度 10 到 30 之间 | 100 | 100 |
| 节点数量 | 264 | 2 | 7 | 255 |
| 安全措施 | AES128 | 密钥 | 快速调频密钥 | WEP 加密 |
| 应用范围 | 家庭、控制网络、传感器 | 可见范围 | 个人网络 | 无线局域网 |

通过以上的分析可以看出, 这些不同形式的通信传输工具都有着自己的传输方式和适用对象, 但是物联网云平台 ZigBee 网络节点通信体现出了更高的性能和适用性, 其可以在更多的方面来进行应用。而且这个传输方式所可以应对的距离更远且稳定性更高, 虽然在速度上不及其他传输系统, 但是其是作为极低能耗和较远传输和安全性的前提下被设计出来的。其具备的属性可以完整的显示出在这些方面的优越性, 而且其多节点的设置也使得其可以将信息的完整性和传输稳定性更高。

5 结论

通过研究可以在很大完成度上实现 RF 芯片的良好通用性以及可扩展性, 使得 ZigBee 网络节点通信更加的完善化和进步化, 而且在物联网云当中将网络中的信息传递做得更完善。因为物联网云平台 ZigBee 网络节点传输其主打的是低功耗和低数据传输, 所以其无法胜任目前蓝牙和 Wi-Fi 通信中的大数据传输, 但是作为传感网络应用方面却有着很高的性能。它可以在短距离内实现任何传感器的数据传输和命令输送功能, 并且输入指定的命令, 使得整个系统呈现出网络化和无线化的优点。其中最为主要的方面则是该系统可以连接第三方设备上, 只要利用传感器和控制器的加入, 便可以在短距离内对任何设备的控制。这在工厂或是家庭内部各设备间实现无线连接和控制都有着发展的可能。

参考文献:

[1] 昂志敏, 金海红, 范之国, 等. 基于 ZigBee 的无线传感器网络节

点的设计与通信实现 [J]. 现代电子技术, 2007, 10 (10): 47-49.

[2] 杨 焯, 董 惠. 基于 ZigBee 的无线传感器网络节点的设计 [J]. 现代电子技术, 2009, 17 (6): 140-142.

[3] 马祖长, 孙怡宁, 梅 涛. 无线传感器网络综述 [J]. 通信学报, 2004, 9 (49): 114-123.

[4] 宋晓琴, 胡爱群. 无线传感器网络中数据链路层和网络层设计 [J]. 电信科学, 2005, 23 (9): 9-12.

[5] 幸小雷, 霍宏伟, 杜春山. 一种无线传感器网络节点硬件平台的设计与实现 [J]. 网络通讯与安全, 2007, 2 (3): 421-422.

[6] 许宇卫, 戴 澜. 基于 ZigBee 无线通信的智能温室监控系统设计 [J]. 科技传播, 2016, 8 (12): 256-263.

[7] 李雪峰. 基于 ZigBee 无线通信的分布式智能家庭安防系统 [J]. 电子设计工程, 2016, 24 (16): 119-123.

[8] 李 敏, 唐惠玲, 张沙清, 等. 基于 ZigBee 与 XBee 的智能家居系统设计与及其性能测试 [J]. 现代电子技术, 2016, 39 (9): 48-52.

[9] 李贤烈, 刘梧林, 何海光. 基于 ZigBee 的移动物联网温度采集系统设计及实现 [J]. 无线通信技术, 2016, 3 (2): 42-45.

[10] 吕海东, 葛日波. 云平台分布式智能感知物联网应用开发 [J]. 计算机测量与控制, 2016, 24 (7): 212-214.

(上接第 202 页)

表 3 四种方法融合结果

| 方法 | m_1, m_2, m_3 | m_1, m_2, m_3, m_4 |
|--------|--|--|
| DS | $k_{123}=0.626$, {1},0.0012; {2},0.3623; {3},0.6282; Θ ,0.0083; | $k_{123}=0.49010$, {1},0.00002; {2},0.30310; {3},0.69870; Θ ,0.00002 |
| Yager | $k_{123}=0.46520$ {1},0.00062; {2},0.61410; {3},0.34630; Θ ,0.4997 | $k_{1234}=0.47540$, {1},0.00006; {2},0.52200; {3},0.44850; Θ ,0.4902 |
| 文[1] | $k_{123}=0.62600$ {1},0.00700; {2},0.22090; {3},0.24840; Θ ,0.52370 | $k_{1234}=0.49010$ {1},0.00530; {2},0.17826; {3},0.32844; Θ ,0.48800 |
| 主元证据理论 | $k_{123}=0.7299$ {1},0.00890; {2},0.42670; {3},0.49870; Θ ,0.0657 | $k_{1234}=0.4469$; {1},0.00220; {2},0.32300; {3},0.64870; Θ ,0.0261 |

| 方法 | m_1, m_2, m_3, m_4, m_5 | 识别结果 |
|--------|---|------|
| DS | $k_{1235}=0.97350$ {1},0.00415 {2},0.22851 {3},0.76730 Θ ,0.00005 | 重型汽车 |
| Yager | $k_{1235}=0.91780$, {1},0.45010 {2},0.05790 {3},0.02300 Θ ,0.9297 | 不确定 |
| 文[1] | $k_{1235}=0.97350$ {1},0.05024 {2},0.07400 {3},0.30246 Θ ,0.57330 | 重型汽车 |
| 主元证据理论 | $k_{1235}=0.9638$ {1},0.01080 {2},0.42310 {3},0.54630 Θ ,0.02800 | 重型汽车 |

识别率为 0.5463。经以上数据综合判断基于主元证据理论能有效的解决高度冲突的证据,融合结果优于其他三种方法,不确定性信度分配降到最小化,其值仅为 0.028,能够有效地识别出车型,准确率较提高 20%。

6 结论

由于在证据主元的基础上,本文合成方法能有效地减少计算复杂度、合成冲突证据,同时证据相容程度、可信度概念的引入,使之对冲突证据不再盲目地全盘否定,而是根据可信度确定证据权重系数,合理分配冲突证据,这样极大地提高了合成结果的可靠性。从车辆识别实验结果可以看出,新的改进方法能有效地将路面行驶车辆的目标区分为柴油机汽车,汽油机汽车,重型机汽车,3种目标类型,验证了融合识别方法的正确性和可行性,并且合成方法优于其他方法。

参考文献:

[1] 孙 全, 叶秀清, 顾伟康. 一种新的基于证据理论的合成公式 [J]. 电子学报, 2000, 28 (8): 117-119.

[2] Smets P. Analyzing the combination of conflicting belief functions [J]. Information fusion, 2007, 8 (4): 387-412.

[3] Liu Z, Dezert J, Pan Q, et al. Combination of sources of evidence with different discounting factors based on a new dissimilarity measure [J]. Decision Support Systems, 2011, 52 (1): 133-141.

[4] 韩德强, 韩崇昭, 邓 勇, 等. 基于证据方差的加权证据组合 [J]. 电子学报, 2011, 39 (3A): 153-157.

[5] 柯小路, 马荔瑶, 李子懿, 等. 证据推理规则的性质研究及方法修正 [J]. 信息与控制, 2016, 45 (2): 165-170.

[6] Dempster A P. Upper and lower probabilities induced by a multivalued mapping [J]. The annals of mathematical statistics, 1967: 325-339.

[7] Shafer G. A mathematical theory of evidence [M]. Princeton: Princeton university press, 1976.

[8] 熊彦铭, 杨战平, 屈新芬. 基于模型修正的冲突证据组合新方法 [J]. 控制与决策, 2011, 26 (6): 883-887.

[9] 沈怀荣, 杨 露, 周伟静, 等. 信息融合故障诊断技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2013.

[10] 蓝金辉, 马宝华, 蓝 天, 等. D-S 证据理论数据融合方法在目标识别中的应用 [J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2001, 41 (2): 53-55.

[11] 刘刘文. 基于小波分析和矩特征的车辆识别研究 [D]. 南京: 南京工业大学, 2006.

[12] 王 刚. 证据理论及其在图像目标识别中的应用 [D]. 南京: 西北工业大学, 2002.