

文章编号: 1005-8451 (2010) 08-0001-03

ZigBee 在牵引试验车数据采集系统中的应用研究

郭海琦, 倪少权

(西南交通大学 交通运输信息技术研究所, 成都 610031)

摘 要: 试验车数据采集是机车牵引试验中最重要的环节之一, 针对试验车数据采集系统的要求, 将 ZigBee 无线传感网络技术应用到试验车数据采集系统, 组建 ZigBee 无线传感网络, 详细设计了该系统的硬件结构和软件结构。此系统与以前有线的试验车数据采集系统相比, 节省布线, 降低成本, 并对 ZigBee 无线传感网络用于铁路运输做了展望。

关键词: ZigBee 技术; 无线传感器网络; 牵引试验车数据采集系统; CC2430

中图分类号: U264.911 **文献标识码:** A

Application research on ZigBee used in Data Acquisition System for traction test vehicle

GUO Hai-qi, NI Shao-quan

(Institute of Information Technology for Transportation, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: Data acquisition of test vehicle was one of the important links of locomotive traction test. Facing with the request in Data Acquisition System for test vehicle, it was applied ZigBee wireless sensor network technology to Data Acquisition System for test vehicle, built ZigBee wireless sensor networks, designed the System's hardware structure, given the System the hardware circuit and the designed the System's software architecture. By comparison with the previous System's, the Cable Data Acquisition System for test vehicle had saved the wiring and reduced costs. And ZigBee wireless sensor networks for railway transport was looked forward to the future.

Key words: ZigBee technology; wireless sensor network; Data Acquisition System for traction test vehicle; CC2430

机车牵引试验是在新建线路投入运营、客货列车提速、货运列车增加牵引吨位、司乘制度改革及机车交路变化等情况下所需进行的一项基础性技术工作, 为铁路部门的经营决策、制定运输方案、挖潜增效提供科学依据^[1]。试验车数据采集系统是试验车的核心系统。试验车数据采集系统需要实现对牵引运营试验的各类技术参数进行实时的采集, 动态可视化显示试验过程, 并对试验数据自动分析处理。

现行的试验车数据采集系统都是在机车上利用各种传感器采集数据, 直接由线缆通过通道箱传输到试验车, 再通过 A/D 采集箱到采集工控机。由于采集的数据较多, 采用有线传输方式, 需要很多的线缆, 给初始布线及以后的改造升级造成很大的困难。针对上述问题, 提出基于 ZigBee 技术搭建无线网络, 利用路由由节点转发, 可以有效实时地对机车各参数进行采集和传输。如果将 ZigBee

技术很好地融入到试验车数据采集系统中, 将会使机车牵引试验水平得到进一步的提高。

1 ZigBee 技术

ZigBee 技术是一种近距离、低速率、低功耗、低成本和短时延的双向无线通信技术, 它是一种介于无线标记技术和蓝牙之间的技术提案。ZigBee 采用 IEEE802.15.4 标准, 对数据速率和 QoS 的要求不高, 目标市场是工业, 利用全球共用的公共频率 2.4 GHz, 应用于监视、控制网络时, 其具有非常显著的低成本、低耗电、网络节点多、传输距离远等优势, 目前被视为替代有线监视和控制网络领域最有前景的技术之一。

2 系统总体方案

根据 ZigBee 协议的规定, 我们将定义 3 种类型的设备。分别为 ZigBee 协调器, ZigBee 路由

收稿日期: 2010-01-12

作者简介: 郭海琦, 在读硕士研究生, 倪少权, 教授。

器和 ZigBee 终端设备^[2]。其网络拓扑结构为树状网络拓扑。

(1) ZigBee 协调器是启动和配置网络的一种设备,可以保持间接寻址用的网络表格,支持关联,同时还能设计信任中心和执行其他网络活动,负责网络中正常工作以及保持同网络其他设备的通信。在试验车数据采集系统中扮演了中心节点的角色。

(2) ZigBee 路由器,又叫做全功能节点(FFD),是一种支持关联的设备,能够将消息转发到其它设备。在试验车数据采集系统中扮演中间节点的角色。

(3) ZigBee 终端设备,又叫做半功能节点(RFD),即集成了机车信息的采集及收发模块,结合机车及试验车车上的环境和条件,基于 ZigBee 技术的试验车数据采集系统组网设计总体方案如图 1。

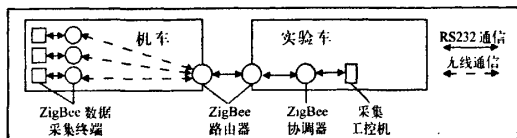


图1 试验车数据采集系统组网图

本系统是一个在局部范围内采用 ZigBee 的无线数据传输技术,把机车上数据采集终端采集到的数据通过路由器传送到一个 ZigBee 协调器中,最后由采集工控机实现对数据的显示和处理。本系统包括: ZigBee 数据采集终端, ZigBee 路由器节点, ZigBee 协调器节点和采集工控机 4 个部分。此外,终端采集到的数据到 ZigBee 协调器采用的是多跳方式传输,每个节点无线发射的功率不需要太大,因此可以有效地节约单个节点的能耗,平衡整个网络的能耗。

3 节点硬件设计

3.1 节点模块组成

本设计采用 CC2430 模块。CC2430 是一个系统芯片 CMOS 解决方案,这种解决方案能够提高性能并满足以 ZigBee 为基础的 2.4 GHz ISM 波段应用对低成本、低功耗的要求。它包括了一个高性能的 2.4 GHz DSSS (直接序列扩频) 射频收发芯片和一个工业级小巧高效的 8051 控制器。

节点由 3 部分组成: 数据采集终端如图 2, 协调器节点如图 3, 路由器节点除了没有 LCD 模块外与图 3 相同。

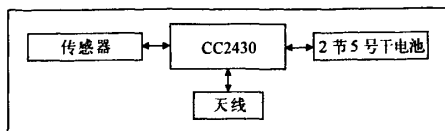


图2 数据采集终端硬件结构

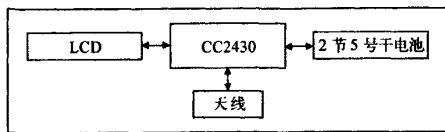


图3 协调器节点硬件结构

数据采集终端由数据采集处理单元、数据传输单元和电源管理单元组成。协调器节点由数据传输单元、数据处理单元、电源管理单元和显示单元组成。协调器节点为主控制器,对数据采集终端及路由器节点控制,负责网络的初始化及维护,并用于接收终端采集到的数据。

3.2 节点硬件电路设计

系统中的数据采集终端节点没必要采用大功率的外接电源供电,仅采用两节干电池供电即可,因为对硬件器件的功耗要求较高,所以设计中大都采用高效率低功耗的元器件。

数据采集终端节点主要包括 4 个芯片模块: CC2430 模块 (集成 MCU 和 RF 模块)、电源模块、JTAG (边界扫描测试标准组织) 调试接口模块和传感器模块。传感器模块负责机车数据的采集,根据采集数据的不同,需要安装不同的传感器。内燃机车上需要采集主发电机电流、主发电机电压、柴油机转速、油温和水温等。电力机车需要采集网压、励磁、电流、电压、辅压等,共同部分有列车管压力、机车牵引力、机车速度等^[3]。一个或几个有相似功能的传感器对应一个 ZigBee 终端节点,双方可通过 RS232 通信。例如:将温度传感器安装在油箱上,可一次测出测温点的温度值,利用传感器内部地址代码及预先编制好的传感器编码,将测温点的温度值传输到 CC2430,并将各测温点的温度值按每变化 2℃ 记录一次的方式记录下来。由温度传感器采集的数字信号经过 MCU 处理后,通过 RF 模块发送出去,而对终端节点的控制信号可以从 CC2430 的天线接收进来,经过判断处理

后, 通过相应的通用 I/O 口对传感器进行相关控制。电源电路采用两节 5 号碱性干电池供电。

协调器节点主要包括 4 个芯片模块: CC2430 (集成 MCU 和 RF 模块)、电源模块、JTAG 调试接口模块、LCD 模块。CC2430 通过内部的 RF 模块将控制命令发送给其余各节点, 通过 RF 模块接收终端节点传来的数据, 对数据进行存储处理后通过 RS232 传输给采集工控机。LCD 可实时显示网络的连接状态, CC2430 通过并口连接 LCD 模块。

4 系统软件设计

软件设计主要包含终端节点和协调器节点软件设计。终端节点首先初始化 CC2430, 包括与串行口通信的基本设置等, 然后程序初始化协议栈并打开中断, 之后发送加入网络信号, 等待网络协调器响应, 并给自己分配网络地址。如果网络加入成功, 终端节点上的二极管被点亮。加入网络成功后, 等待中断, 响应相应的中断。终端节点软件流程图如图 4。

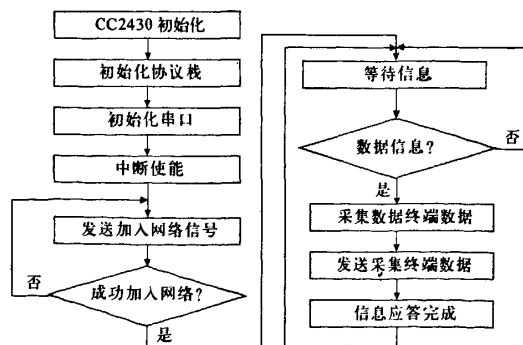


图4 终端节点软件流程图

协调器节点首先初始化 CC2430 和协议栈并打开中断, 然后初始化一个网络。如果网络初始化成功, 可以在液晶屏上看到网络初始化的一些信息。如协调器节点的物理地址、已建立网络的网络 ID 号和频道号等。随后程序进入中断循环检测和处理过程, 查看是否有中断信息的到来, 如果是来自网络中管理信息的响应, 例如: (1) 一个节点申请加入网络则会在液晶屏上显示有新的终端节点加入网络, 并显示加入网络节点的物理地址, 此

时网络协调器会为其分配网络地址, 并给出相应的应答信号传送此节点。(2) 如果是网络中某个节点的数据响应, 则对数据进行存储处理, 然后发送给工控机, 并给该节点发送应答信号。协调器节点软件流程图如图 5。

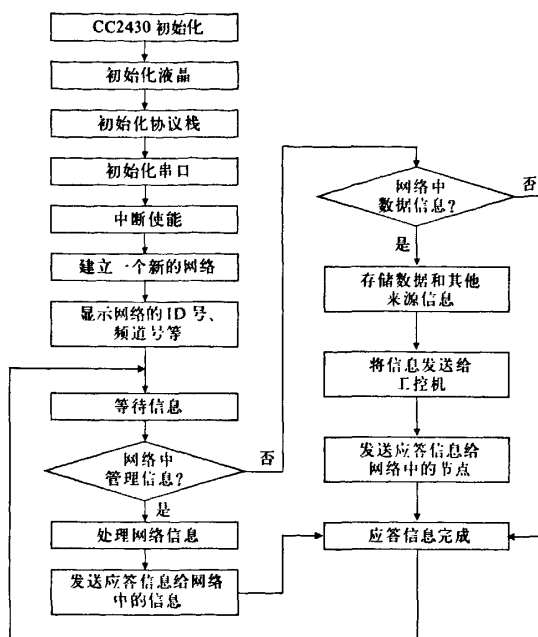


图5 协调器节点软件流程图

5 结束语

本项目根据实际需要完成了试验车数据采集系统的整体架构设计和底层硬件与软件的具体实现。系统充分利用了 ZigBee 低速率、低功耗、低成本和自配置的特点, 提高了系统的可靠性, 省去了大量的布线, 降低了系统在检修及升级改造时期的复杂性, 同时也降低了系统的成本。势必在我国铁路运输发展中得到广泛应用。

参考文献:

- [1] 李郡峰, 朱金陵. 牵引试验车数据采集系统[J]. 内燃机车, 2005 (7).
- [2] 李文仲, 段朝玉. ZigBee 无线网络技术入门与实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [3] 胡琅瑜. 列车牵引计算系统的设计与实现[D]. 西南交通大学硕士论文, 2008.