

一种基于 CAN 总线和 ZigBee 技术的测控系统设计

陈海成

(桂林电子科技大学 信息与通信学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 设计了一种将 CAN 总线技术、ZigBee 网络技术和 PC 机处理技术三者结合的无线网络传输测控系统, 阐述了该系统的总体结构和系统各部分原理设计, 介绍了系统布局的原则, 描述了上位机软件, 并与 ZigBee 无线测控网络进行了比较。

关键词: CAN; ZigBee; 无线传输测控系统

中图分类号: TP273

文献标识码: A

The design of telemetering and command system based on CAN bus and ZigBee technology

CHEN Hai Cheng

(School of Information and Communication, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: This paper designed a telemetering and command system of wireless network transmission which combined CAN technology with ZigBee network and PC technology. The construction and each function of this system were presented. The principle of arrangement of the system was also introduced. Finally, wireless telemetering and command network was compared with this system.

Key words: CAN; ZigBee; telemetering and command system of wireless transmission

ZigBee 无线技术在环境、家庭、军事及其他一些领域中有着广阔的应用前景, 其充分考虑了无线网络的应用需求, 是目前业界普遍看好的一种无线网络技术。CAN 总线技术, 早就因为其突出的优点在现场总线领域中得到了广泛的应用, 已经被公认为是最有前途的几种现场总线技术之一。而 PC 机技术发展至今, 其强大功能已不容置疑。因此, 把 CAN、ZigBee 和 PC 技术结合在一起开发出一个无线传输测控系统无疑是一个非常值得研究的应用课题。该系统与 ZigBee 无线监控网络系统相比, 当监控对象成区域密集分布时, 能明显降低成本, 提高抗干扰能力。

1 ZigBee 和 CAN 技术

1.1 ZigBee 技术

ZigBee 是一个低功耗、短距离、低速率协议标准。ZigBee 联盟制定网络层和应用层协议并几乎完全沿用 IEEE 802.15.4 的物理层和 MAC 层而形成 ZigBee 协议标准。ZigBee 器件的最大通信速率为 250 Kb/s, 通信距离范围为 10 m~75 m, 通过增加 2.4 G 天线功率放大器

可以扩充其通信距离到数公里。ZigBee 网络支持 MESH 型拓扑结构, 具有自动配置、自动组网、自愈的功能, 且是多跳路由网络, 其制定之初就是为了满足无线传感网络的需求^[1]。

1.2 CAN 技术

CAN(Controller Area Net)总线, 又称控制器局域网, 属于现场总线。它是一种有效支持分布式实时控制的串行网络, 具有通信速率高、结构简单、成本低、可靠性高、抗干扰能力强等特点。CAN 总线最初被应用在汽车技术中, 现在已经被广泛应用于工业现场控制^[2]。

2 系统总体架构设计

系统总体结构如图 1 所示。CAN 节点的主要工作是采集控制对象的状态信息并发送到 CAN 总线上, 从 CAN 总线上接收从 PC 机发送到本节点的命令并执行。CAN 协议转 ZigBee 协议模块一端连接 CAN 总线, 一端连接到 ARM 无线模块, 实现 ARM 无线模块间的通信, 因此需要进行 CAN 协议与 ZigBee 协议之间的相互转换。ZigBee 无线节点完成数据的无线通信。USB 和串口协议

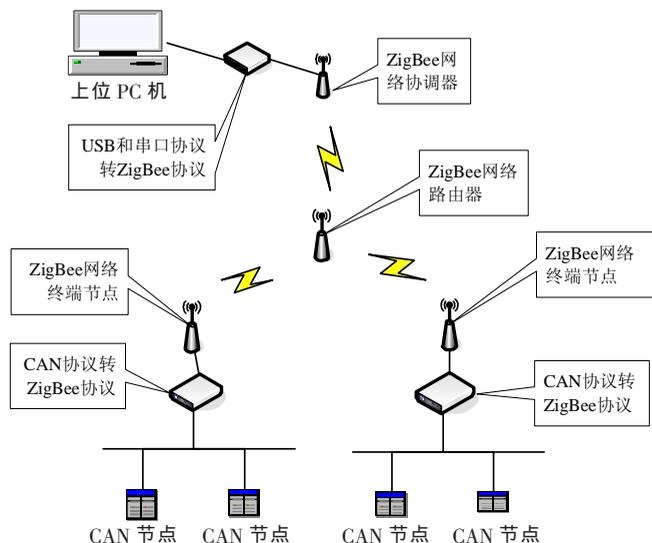


图1 系统总体结构图

转 ZigBee 协议模块在 PC 机与 ZigBee 网络之间提供 1 个接口以实现它两者间的通信。PC 机对 CAN 节点传过来的数据信息进行处理,并发出相应的控制命令。

3 系统各部分结构设计

3.1 CAN 结点设计

设计的 CAN 监控节点结构如图 2 所示,监控的对象是设备的温度和输入电压。设备温度信息采集用高精度 TLC2543 A/D 转换器完成。控制部分的芯片采用数控电位器 X9221,可随时通过 PC 机发出控制命令来改变电位器 X9221 滑动端的阻值以控制设备电压的大小。



图2 CAN节点结构原理图

SJA1000 和 82C250 的硬件电路设计和软件编程必须与应用相结合,在存在较大外部干扰的情况下,必须加入隔离器以实现总线与各个节点的隔离,提高系统的抗干扰能力。本系统 CAN 节点的硬件电路设计中加入了 6N137 光电隔离器,由单独的隔离电源输出为其提供电源,这样可很好地起到抗 CAN 总线干扰的效果。82C250 的斜率电阻选取 47 kΩ 的阻值,经测试在 500 Kb/s~1 Mb/s 总线速率下可以满足需求。同时为节省电能,CAN 总线上的各个节点和各个无线传输节点遵循睡

眠—唤醒—正常工作—睡眠的工作方式。各个节点在系统空闲时进入睡眠模式,有任务需要执行时从睡眠中唤醒,以尽可能地节省电能,延长各个节点电池的使用时间。CAN 终端电阻采用分裂式设计,总线两端各接 2 个 60 Ω 电阻,并在这 2 个电阻中间通过电容接地;CAN_L 和 CAN_H 与地之间并联 2 个 30 pF 电容以滤除来自总线的高频干扰。

3.2 ZigBee 无线节点设计

ZigBee 无线节点部分硬件采用 STR911 搭配 ZigBee 无线芯片 CC2480。STR911 与 CC2480 采用串口进行通信,速率为 115 Kb/s,并且启用串口硬件流量控制以提高数据传输的可靠性。在本系统的所有硬件电路设计中,该部分是难点也是重点,包括 STR911 与 CC2480 的接口设计和 OLED 液晶屏接口设计。

无线节点的控制之所以使用 ARM 控制而不用单片机,除了因为 ARM 控制具有单片机无法比拟的速度外,还因为 ARM 控制具有大容量的 RAM 空间,可保存运行过程中产生的大量数据。本系统的无线节点软件设计中,在 STR911 的 RAM 空间内设置了数据缓存区,若在同一时间发送到某个无线节点的数据量过多,而该无线模块又不能全部直接转发出去时,为了防止数据丢失,必须设置 1 个数据缓存区,暂存不能发出去的数据。数据的转发顺序遵循队列原则,即先收先转发。当系统超过一定时间处于无数据传输状态时,ARM 无线模块将进入睡眠模式以节约电能。

3.3 CAN 转 ZigBee 模块设计

该部分在 CAN 总线与 ARM9 控制芯片之间搭起一座通信桥梁,作为两者的通信接口。CAN 总线上挂载的各个结点通过该接口将数据传到 ARM9 控制器,ARM9 控制器通过控制 CC2480 将数据进无线传输。接口的通信速率设定为 115 Kb/s,可以与无线模块匹配。该部分的结构原理图如图 3 虚线中的部分所示。

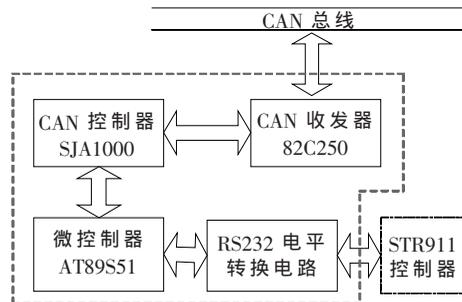


图3 CAN与ARM接口卡

3.4 USB 和串口转 ZigBee 模块设计

该部分主要完成由 RS232 总线协议到 ZigBee 协议或由 USB 协议到 ZigBee 协议的转换,在 PC 机与 ZigBee 无线网络之间提供 1 个通信接口。串口通信速率最高可以达到 230 Kb/s,USB 接口符合全速 USB 2.0 规范,通信速率设为 512 Kb/s^[3]。目前,串口是计算机中常用的通

网络与通信 Network and Communication

信方式,其协议简单,实时性好,适合于低速通信的场合。但是,现在的很多计算机上已经不再配有串口,所以为了该系统具有更广的适用性,本系统同时开发了 HID USB 接口,在集成了 USB 控制器 2.0 及以上版本和带有 HID 驱动的计算机上可以即插即用,数据传输采用中断方式同样具有很好的实时性。

4 系统布局

针对设备不同的分布特点需要调整系统布局,以最少硬件设备和最低的成本实现系统的功能,这就是所要遵循的布局原则。首先将设备所在的范围划分为若干区域,位于同一处相隔近的设备划分在同一区域内。划分好区域后再分析区域的分布特点,若相邻的区域间距较近,可以共用同 1 条 CAN 总线;若相邻区域间隔较远,那么每一个区域可以设置 1 条 CAN 总线。如面图 4 所示的设备分布,是单一区域设备集中分布在同一个区域后的最佳布局系统。若设备的分布特点如图 5 所示,设备集中分布于多个区域,则图 5 中的布局方式便是多区域设备集中分布下最佳的系统布局。系统究竟该如何布局,应结合前面提到的最佳布局原则和系统的特性,根据具体的应用需求分析得到。

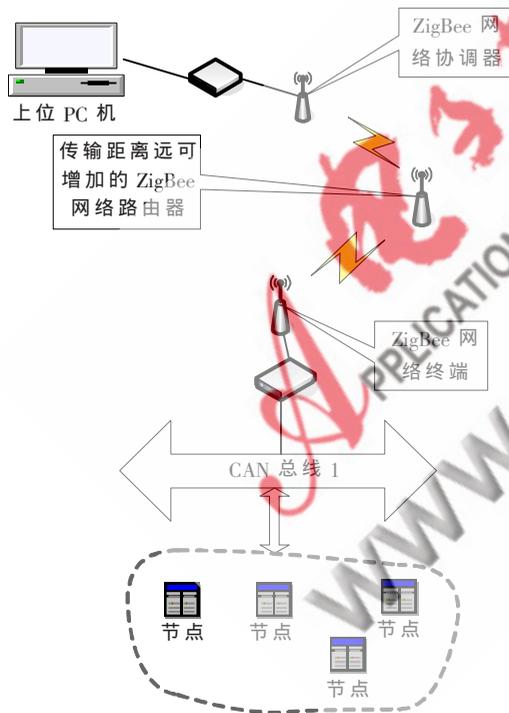


图 4 单一区域设备集中分布下系统布局

5 上位机软件的设计

上位机控制软件由 VC 6.0 开发完成,负责向用户提供一个人机接口界面。控制软件的主要任务是实时地接收和处理数据,发出控制指令。其要实现的基本功能有:控制 CAN 总线的各个节点采集所需的环境变量数据并在前台显示;设置设备的通电起始运行状态;对设备的运行状态和连接状态进行实时跟踪并在前台显示,

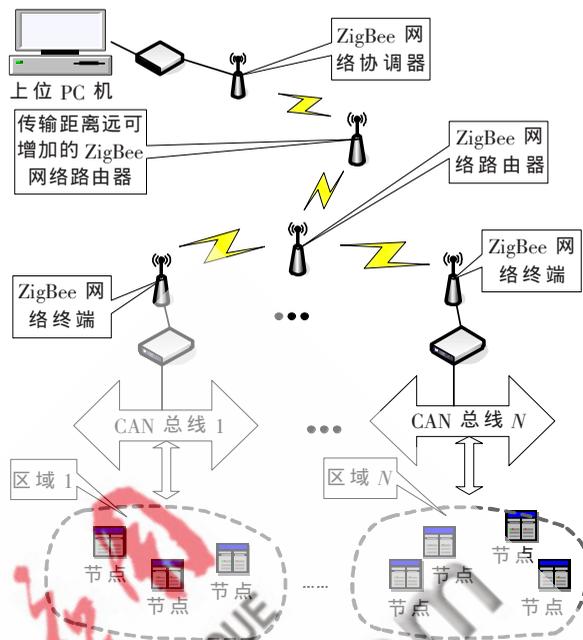


图 5 多区域设备集中分布下系统布局

并根据需要实时调整各设备状态;

上位机软件设计具有错误检测和重传的功能,并能最终判定是否正常连接到系统。这是提高系统可靠性的有力保证。每次从 PC 发送数据到节点都要求相应节点在收到来自 PC 机的命令后回复应答信号,PC 机再对收到的应答进行错误检测并判断其正确性。若应答有误或超时无应答则启动重传,最后根据应答情况判断设备是否正常连接。

6 与 ZigBee 无线测控网络的比较

6.1 数据传输速率与延时

一般的 ZigBee 无线测控网络结构如图 6 所示^[4]。在 ZigBee 无线测控网络中,每一个设备对应需要配

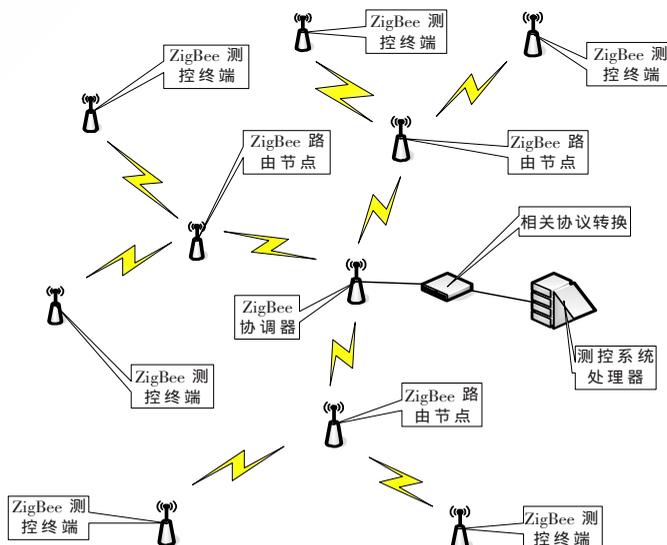


图 6 典型 ZigBee 无线测控网络结构图

网络与通信 Network and Communication

置 1 个 ZigBee 测控终端。而在本文设计的 ZigBee 无线传输测控网络中, 每一个设备对应配置 1 个 CAN 总线节点, 由节点完成对设备的测控工作。

相对于其他几种无线传输技术(如 UWB、BlueTooth 和 Wi-Fi), ZigBee 传输速率最小, 理论上最大只有 250 Kb/s^[5], 而 CAN 总线的最高通信速率高达 1 Mb/s, 远远大于 ZigBee 的 250 Kb/s。因此, 即便 CAN 总线上挂载有多个节点, 其单个节点的传输能力也与 ZigBee 无线传输能力相当。

另外, ZigBee 无线传输时延一般在 15 ms~30 ms 之间^[6], 而 CAN 总线上优先级最高的节点发送的报文在 134 μ s 内就可以得到传输^[2]。当 CAN 总线上的节点数目较少时, 实际上 CAN 总线上的每 1 个节点在需要发送报文时, 其报文在 134 μ s 内就可以得到传输。这样, 相对 ZigBee 无线传输而言, CAN 节点发送数据的时延要低得多。

6.2 成本与复杂度

在成本方面, CAN 节点可以选用 AT89S51+SJA1000+6N137+82C250 的组合, 这些芯片价格都是在几元到十几元之间, 再加上电源隔离模块, 成本总共不会超过 50 元, 而单个 ZigBee 无线芯片的售价都在 50 元以上, 再加上天线等其他物品, 显然, 单个 CAN 节点的成本明显低于单个 ZigBee 无线节点。

在复杂度方面, CAN 总线结构简单也是其广泛应用的原因之一, 只需要在单屏蔽层双绞线各终端上加个 120 Ω 的电阻即可构成 CAN 总线, 各个节点只需一个 T 型接头便可方便地挂载到 CAN 总线上。由此可见, CAN 总线网络的复杂度与 ZigBee 无线网络的复杂度几乎只有几根线的差别。

本文介绍的结合 CAN 总线的 ZigBee 无线网络传输测控系统, 集成了 CAN、ZigBee 和 PC 技术各自的优点,

适合应用于要求用无线进行数据传输, 但数据传输速率不高、实时性要求相对较高、设备集中分布或分区域集中分布的测控场合。同时, 该系统还具有可靠性高、结构简单、抗干扰能力强、功耗低等优点。其相对于 ZigBee 无线测控网络成本低、时延更小, 而且具备无线网络传输数据的优点, 是一个非常经济实用的测控系统。在一些具体的应用中, 技术人员可以结合自己的要求对系统硬件和软件做出相应的修改。

除了利用 ZigBee 进行无线传输和开发出基于 ZigBee 技术的无线采集网络外, 还可以把 ZigBee 无线网络作为不同总线互连的无线接口网络, 只需进行相关的协议转换设计出相互通信的上层协议。

参考文献

- [1] FARIBORZI H, MOGHAVVEMI M. EAMTR: energy aware multi-tree routing for wireless sensor networks [J]. Communications IET, 2009, 3(5): 733-739.
- [2] 王黎明, 夏立, 邵英. CAN 现场总线系统的设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [3] 萧世文, 宋延清. USB 2.0 硬件设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [4] MAHFUZ M U, AHMED K M. A review of micro-nano-scale wireless sensor networks for environmental protection prospects and challenges[J]. Science and Technology of Advanced Materials, 2005(6): 302-306.
- [5] 李文仲, 段朝玉. ZigBee2006 无线网络与无线定位实战[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- [6] ZigBee Specification[EB/OL]. <http://www.ZigBee.org> 2006.

(收稿日期: 2009-08-14)

作者简介:

陈海成, 男, 1984 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 无线通信技术、嵌入式系统。