

基于 zigbee 技术+3G 网络的多电梯远程监控系统^①

段 登, 邱意敏, 周 力

(安徽工程大学 电气工程学院, 芜湖 241000)

摘 要: 提出了利用 zigbee 无线组网技术结合高速率传输的 3G 网络来实现多电梯远程监控系统的方案, 重点研究了 Zigbee 技术的无线网络的硬件设计及 3G 网络通信的实现, 解决了目前多电梯远程监控系统存在的布线费用高、维护困难、成本高、信息传输不畅, 故障解决不及时等等问题。结果表明该方法是可行的, 可以广泛应用于多电梯故障远程监控。

关键词: zigbee; 3G; 多电梯

The Design of Remote multi-elevator monitoring system based on Zigbee Technology + 3G Network

DUAN Deng, QIU Yi Min, ZHOU Li

(Department of Electronic Engineering, Anhui Polytechnic University, Wuhu 231000, China)

Abstract: The proposal which combined the Wireless networking technology of zigbee with the high rate of transmission of 3G network to achieve the system of more elevator remote monitoring is proposed in this paper. It focuses on the hardware design of Zigbee wireless networking technology of and the realization of the 3G network communication, which solved the problems in the multi-elevator remote monitoring system, such as the high cost of wiring, information transmission not free, issues-solving not timely and so on.

Key words: zigbee; 3G; multi-elevator

伴随着城市经济的迅猛发展, 电梯作为一种垂直交通工具, 它的应用日益广泛。然而电梯的故障检测和及其维护, 特别是电梯远程监控的作用就显得极为重要。但是国内在用的大多数电梯由于不能及早的预测电梯的运行故障而常常出现电梯困人、蹲底、冲顶、溜梯等突发情况。经研究发现, 罪魁祸首是电梯内各种待测信号繁多, 不便于布线且目前常用的 2.5G 传输网络不能满足大量数据传输的需求等原因。因此, 研究并开发基于 zigbee 技术+3G 传输网络的多电梯远程监控系统具有很大的工程实际意义。

目前, zigbee 技术和 3G 技术各自都广泛已经应用于很多领域, 但结合利用在电梯远程监控上的研究却很少; 仅文献[1]利用 zigbee 技术和 2.5G 技术结合的

方式来进行无线抄表系统的研究; 文献[2]介绍了基于 Zigbee 的无线监测系统设计与实现也是基于 2.5G 通信技术, 但并没有具体用 3G 网络如何去实现该系统。文献[3]是 ZigBee 无线传感技术在森林火灾监测中的应用, 上述大多数研究都采用 zigbee 技术和 2.5G 网络传输的结合在各个行业的应用, 而本文之所以采用 zigbee 技术和 3G 网络进行多电梯的远程监控, 是因为 zigbee 技术可以免去复杂的布线, 节约成本^[4,5], 而 3G 网络的传输速度快, 以便多台电梯出现问题时能够及时将信息快速的传输给监控中心, 进而故障能及时得到解决。

然而, 对于 zigbee 技术和 internet 宽带结合应用的也比较广泛, 但有一定的缺陷, 其网络必须要有网络

① 收稿时间:2011-10-13;收到修改稿时间:2011-11-17

上网接口,且不能移动终端,对于本系统而言,为了能自由地从远端控制系统来查看系统的各项运行指标,采用了3G网络作为运输载体,只要有3G网络覆盖到的地方,就可以实现随时随地查看电梯终端的运行结果。

针对多电梯远程监控系统的实际应用需求,在ARM9的32位嵌入式系统的基础上,并有效结合zigbee技术和3G网络技术,主要在网络通信与数据传输控制协议实现及监控主机应用程序及接口等技术问题上做了深入研究,该方案并提出了远程客户端采用B/S浏览模式,这样克服了现有电梯远程监控系统的不足,具有现场数据无线采集、无线网络传输和随时远程监控的新的多电梯远程监控系统,具有极大的经济效益,是今后电梯远程监控技术发展的方向。

1 远程监控系统的总体方案设计

3G网络环境下的远程监控系统分为数据采集、网络传输和远程监控共3个部分。总体结构如图1所示:

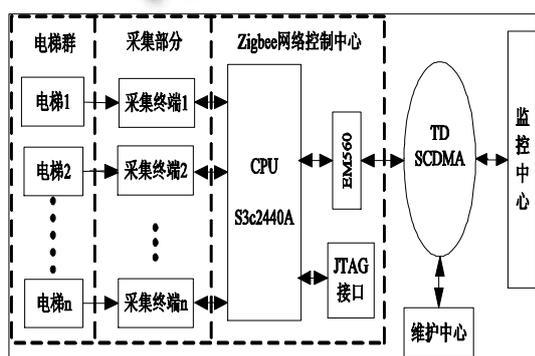


图1 多电梯远程监控系统结构图

当数据采集终端将采集到的电梯运行数据(包括温度、速度、加速度)先进行预处理,预处理包括A/D转换,数据压缩,数据锁存等技术,随后zigBee收发模块将经过处理的数据打包并传给zigBee网络控制中心,再由中心节点通过EM560 3G传输模块将数据包发出;数据包通过中国移动3G网关最终发送至监控中心,当控制中心收到报警信息后立即通过3G网络将故障相关信息发送给维护中心,同时该监控系统发送警示信号使故障电梯进入保护模式,直到警示信号完全解除。

远程监控系统中的每个采集节点都以TI公司生产的CC2430作为核心芯片,由于各个节点的功耗低,且使用寿命长(一般两年内无需维护),同时省去复杂

的布线,所以实现起来很方便^[6-8]。但是考虑到,各个传感器节点采集信息后汇聚到中心节点的信息量之大,传输至远程监控中心的过程中,难免有网络延时,堵塞等情况发生,所以该系统采用了高带宽,高速率的3G网络作为传输网络。

2 系统主芯片选择

该监控系统的主控制器主要由基于S3C2440A的ARM9控制器和基于CC2430的无线收发传输模块两部分组成。

2.1 核心控制器

本方案采用了三星公司推出的基于ARM920T内核的RISC嵌入式微处理器S3c2440,因为电梯采集数据的信息量大,且无线传感器网络控制中心需负责ZigBee网络和3G网络的数据传输,同时还要负责ZigBee网络的组建、节点的加入和删除等网络维护工作,所以需要较强的处理能力,而一般的CPU又难以承担重负荷运载,而该款CPU的工作频率可达400MHz,具有很强大的运算能力,且性价比高、功耗低。该芯片集成了LCD控制器提供1通道LCD专业DMA,SDRAM控制器,摄像头接口,3个UART的通道(带有16字节的TX/RX FIFO,支持IrDA1.0功能),USB接口,触摸屏接口。在嵌入式处理器的控制下,数据采集终端将传感器采集到的电梯运行数据,进行预处理(编码、A/D转换等技术)后存入采集终端中,由EM560模块通过中国移动3G网络发送到远程监控中心。

系统测试过程中所采用的三星公司的ARM9开发板集成了很多外围设备,根据其功能的可剪裁性,所以该采集终端设计只需将相关在用的I/O口初始化,用来进行传感器信号的数据的采集。该开发板的性能比较稳定,排除了相关的不稳定因素。而本次运用的软件系统是嵌入式Linux系统。它具有内核小、安全性高、源代码免费、微内核支持网络等优点,并且可应用于多种平台,尤其是在ARM平台上的应用已经相当成熟且能提供强大的管理功能,因此完全可以满足数据采集的需求。

2.2 数据采集

数据采集终端部分的功能主要是由TI公司生产的CC2430作为核心芯片来完成的,该芯片CC2430采用的是全球通用频段(2.4GHz)通信^[9],且拥有1个8

位 8051MCU, 8KB 的 RAM,还包含模拟数字转换器、几个定时器、看门狗定时器、32 kHz 晶振的休眠模式定时器、上电复位电路、以及 21 个可编程 I/O 引脚,并且已固化了全球先进的 ZigBee 协议栈、工具包和参考设计,目前已广泛运用在汽车电子,通信各个领域^[10]。

以某小区的电梯群为研究对象,在每个电梯终端上都装一个 ZigBee 模块和相应传感器来当作一个终端节点,用它来实时监控各个电梯的状态,并把采集到的电梯运行数据信号以无线方式发给 ZigBee 控制中心,因此 ZigBee 控制中心和各个电梯终端就组成了一个无线连接的星型结构的多电梯监控网络。

其中数据采集结构框图如下所示:

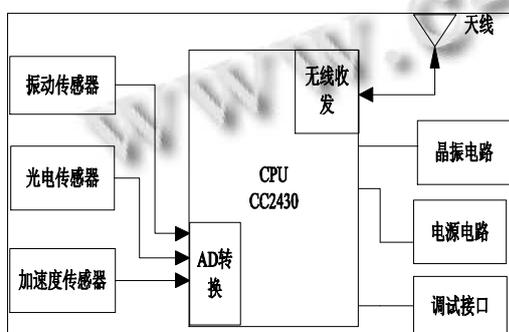


图 2 数据采集终端结构图

3 3G网络传输及其接口协议

3.1 S3c2440A 与 EM560 的通信

当数据采集终端在完成了数据的采集后将数据包无线发送给 zigbee 网络控制中心,再由华为公司生产的 3G 无线模块 EM560 将数据发送。该模块支持通用串行总线(USB)、移动通信(TD-SCDMA/HSPA)等技术,同时,它还具有丰富的接口包括 UART、USB2.0、GPIO、GPS、摄像头传感器和内嵌 SIM 卡等,目前已经广泛运用于远程监控,无线传输等等各个领域。

该模块将 ARM9 开发板的通用串行口和数据采集终端进行无线链接,经系统测试,其数据传输的下行和上行速率分别可达到 2.8Mbps 和 384Kbps。经分析,嵌入式控制器采用的 S3C2440A 处理器芯片与 EM560 无线传输模块的 I/O 电均为 3.3 V,所以,本监控系统为实现数据采集和 3G 无线网络的传输欲采用 S3C2440A 处理器的 UART 口与 EM560 的 UART 口连接的方式,如图 3 所示。

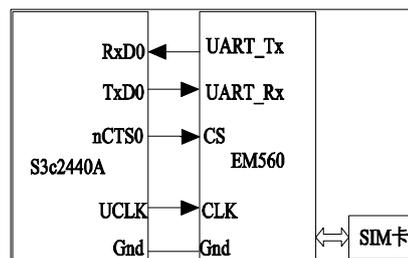


图 3 S3c2440A 与 EM560 的连接图

3.2 接口协议的通信

由于在对电梯数据信息采集备进行监控时,所使用的接口协议具有一定的相关性,所以将图片、视频或其它信息量比较大的数据上传时,3G 网络与控制中心平台之间可采用标准应用层信令控制协议进行信息认证等,通过认证即可以建立用户数据包协议(UDP)连接完成数据传送,但是由于数据量的对实时性的要求较高,所以采用 UDP 连接协议实现数据传送。

在浏览终端进行查看和控制指令发送时,浏览器和通信服务器之间的接口可使用简化了的实时流传输协议的标准接口,进而来够满足实时性的要求,即远程客户端可以随时随地的查看服务器所存储的电梯相关指标及其他状态信息。

4 软件设计及远程监控端设计

4.1 zigbee 网络设计

802.15.4 协议的网络拓扑结构有 3 种类型:星型结构、网格状结构和簇状结构。数据采集主要是采用星型传感器网络将数据进行采集,因为星型网络需要的中心控制器少,这样可以大大降低监测网络群体的总体功耗。而多电梯远程监控系统中的 zigbee 网络采用是星型拓扑结构, zigbee 网络结构中含有:中心节点、采集节点和转发节点。整个 zigbee 网络的控制中心节点和采集节点详细工作流程图如下图所示。

图 4 中,中心控制节点主要将远程监控终端发送的指令信息通过 ZigBee 网络发送到子节点,并对 ZigBee 网络中的每个子节点进行管理,除此之外,还可以接收各个子节点的数据信息并返回给监控终端以便通过浏览器进行查阅和数据库保存。中心控制节点通过数据帧中的节点 ID 进行数据通信,利用 Switch

语句做相应的处理。

```
switch(node ID) {
case node1:...
case node2:...
...}
```

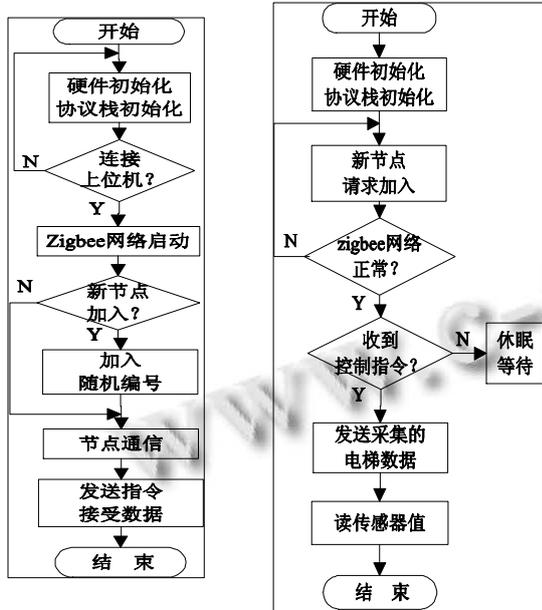


图 4 中心节点流程图

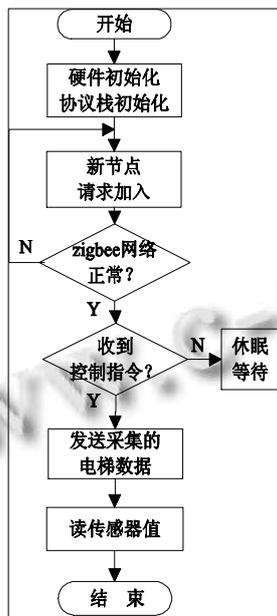


图 5 采集节点流程图

图 5 中，采集节点是多电梯远程监控系统的中电梯数据采集和控制电梯盒的重要机构，它主要是接收控制中心节点的控制指令，对电梯内各个传感器进行信息采集，并对被控电梯进行操作。部分代码如下所示：

```
typedef NER_ADDR unsigned short;
typedef NER_DATA unsigned char;
void main()
{
Init_zigbee();
NER_ADDR addr=inst[2];
NER_DATA
set_psw(PSW_Pispar (data));
data=read(addr,NER_INT_RAM);
write(A_ADDR,MEM_INT_RAM,data);
}
```

4.2 Zigbee 网络系统测试

对 Zigbee 网络进行了系统测试，主要测试了节点

与节点之间的通信距离、通信延时测试、组网延时、节点重入及灵敏度测试等，其中每个节点发射功率为 0dBm，测试节点采用 3V 电池供电。

(1) 通信距离测试：室外情况，单个控制中心节点与单个传感器节点在 400m 的距离通信误码率少于 2%。

(2) 节点重入测试：由协调器、路由器、传感器节点组成的三级网络，传感器节点掉电重新上电能够重新加入网络，当传感器节点的父节点离开网络时传感器节点能够寻找其它父节点重新加入网络。

(3) 通信时延测试：有协议栈时延和空中传播时延。后者时延忽略不计，而协议栈时延即可记为节点通信时延。单个协调器与单个节点，经测试，在室外 150m 延时约 3s。

(4) 在节点灵敏度测试中，采用两个节点互发数据的形式进行，测试结果如表 1 所示。

表 1 zigbee 网络节点接收灵敏度测试结果

测试编号	测试距离 / m	丢包率	接收的信号强度/dbm	测试环境
001	30	0	-60.21	室内
002	50	0	-68.36	室内
003	80	<2	-88.90	室外
004	110	<5	-95.26	室外
005	130	<8	-95.95	室外
006	160	>40	-93.01	室外

4.3 远程监控端设计

电梯远程监控系统另一点优势在于采用 B/S 架构的模式，监控中心只需要安装一个服务器，客户端可以随时随地利用浏览器运行软件系统，通过自己的用户名和密码登录该远程监控系统查询各个电梯对象的相关信息及状态，除此之外，还可以发出控制指令给被控电梯。

当用户用将浏览器端的操作命令发送给 web 服务器，命令指令通过通信服务器发送给 EM560 数据模块转发给现场数据处理设备。该监控系统采用 ASP 和 ActiveX 技术进行监控系统动态 Web 页面的开发并要求 Web 服务器根据数据库中的数据实时生成 Web 页面。远程客户端支持用户提交的操作信息向 web 服务器发出 HTTP 服务请求，web 服务器通过 ASP 和中间组件根据服务类型向服务器发送请求，数据库服务器应答后通过 web 服务器再将数据以 HTML 格式返回给

客户端,通过浏览器查看数据,图为 EM516 与通信服务器的 Socket 的通信。

监控系统初始化后,首先初始化 ARM9 芯片的通用 IO 口及通信波特率的设置、定时器、看门狗等。初始化完成后,如果网络不忙则会发送 AT+CG-DCONTH 和 ATD 即可进行联网。然而此时的 EM560 模块是通过 AT+IPR=115200 设置波特率为 115200bps,并设置为在线模式。如果通行不成功的话,则再通过 AT+SNRD=0 设置为重拨模式。

5 结论

本文提出了 ZigBee 无线传感技术结合 3G 无线传输技术运用在多电梯远程监控系统的设计方案,该监控系统具有低成本、易实现、数据传输可靠和低功耗等特点,使其电梯远程监控的实现难度大大降低,且安装、维护和管理十分方便,避免了以往传统电梯远程监控系统的很多弊端,代表了电梯监控系统向无线网络化发展的趋势。

参考文献

- 汪玉凤,姜林.基于 ZigBee 和 GPRS 的无线抄表系统.仪表技术与传感器,2010,(10):49-51.
- 吕西午,刘开华,赵岩.基于 Zigbee 的无线监测系统设计与实现.计算机工程,2010,5(36):243-247.
- 宋蛰存,陈宁,李迪飞,等.ZigBee 无线传感技术在森林火灾监测中的应用.自动化仪表,2011,32(4):50-52.
- Elliott PVFJ. Regional on-farm wireless sensor networks for agricultural systems in Eastern Washington. Computers and Electronics in Agriculture, 2008,61(1):32-43.
- Wang N, Zhang NQ. Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective. Computers and Electronics in Agric, 2006,50(4):1-14.
- Seroc C, Cunha J, Morais B, et al. A networked platform for agricultural management systems. Computers and Electronics in Agriculture, 2001,31:75-90.
- Call F, Contim, Gregori. IEEE 802. 11 protocol Design and performance evaluation of an adaptive backoff mechanism. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2000, 18(9):1774-1786.
- Akyiliz IF, Weiliansu, Cayireie. A survey on Sensor networks. IEEE Communications Magazine,2002,40(8):102-114.
- Proakis JG, Salehim. Communication systems engineering. Upper Saddle River: PrenticeHall, 2001.
- Lee JD, Nam KY, Jeong SH, Cho SB, Ryoo HS, Kim DK. Development of Zigbee based Street Light Control System Power Systems Conference and Exposition 2006,6.
- 刘伟.关于元数据的十万个为什么.上海:上海市图书馆,2004.
- 钟庆.基于元数据标准的外语教学资源库建设与应用.广西职业技术学院学报,2010,4(3):5-7.
- CELTS-41,教育资源建设技术规范.CELTS-41,Technical specifications on construction for educational resource.
- W3C. Extensible Markup Language. [2011-01-20]. <http://www.w3.org/xml>.
- 娄颖,李战怀,郭文琪.一种基于 XML 文档关键字检索的结构索引.计算机科学,2010,37(12):120-124.
- 李思莉,李娟.XML 文档到关系数据库的映射策略.计算机工程,2010,36(5):40-45.
- 张宇,蒋东兴,刘启新.基于元数据的异构数据集整合方案.清华大学学报,2009,49(7):1021-1024.

(上接第 239 页)

在 XML 文档中嵌入可执行的指令,通过指令的执行,并应用《教育资源建设技术规范》的元数据标准,将其他格式的数据插入到 XML 模板中,从而生成 XML 文档。该方案能有效帮助教育工作者描述、检索和处理资源,对资源可以实现基于内容的定向搜索,大大提高了在因特网上的搜索效率。

参考文献

- Liu CC. Search recommendation model based on user search behavior and gradual forgetting collaborative filtering strategy. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, 2010,17(3):110-117.
- Fensel D. The semantic web and its languages. IEEE Computer Society, November/December, 2000: 67-73.