

基于无线传感器网络的电梯跟踪系统*

吴丽萍, 申兴发*, 陈 放

(杭州电子科技大学 计算机应用技术研究所, 浙江 杭州 310008)

摘要:针对传统电梯跟踪系统成本较高、移动性差和安装维护困难等问题,提出了一种基于无线传感网络(WSN)的新电梯跟踪系统。该系统适当地设置 Telsob 传感器节点发射的能量值,利用 Micaz 传感器节点和 Telsob 转发节点判断电梯操作行为,并通过 Telsob 汇聚节点跟有线网络连接和采用 C++ 设计的上位机软件远程显示电梯运行状况。研究表明,该系统简单、可扩展性强、成本低,具有可视化上位机显示界面。

关键词:电梯;系统;无线传感网络

中图分类号:TH211+.6;TN401;TP393

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)08-0983-03

Elevator tracking system based on WSN

WU Li-ping, SHEN Xing-fa, CHEN Fang

(Institute of Computer Application, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at solving the problems of traditional elevator tracking system, including high cost, poor mobility and difficult maintenance etc., a new elevator tracking system based on wireless sensor network (WSN) was presented. A proper energy value of Telsob was firstly set and the elevator operation was tested using Micaz sensor node and forwarding node Telsob. Telsob sink node was connected to wired network and PC software was designed by C++, which remotely displayed the elevator running status. The experimental results show that the system is very simple, scalable, low-cost, virtualization.

Key words: elevator; system; wireless sensor network (WSN)

0 引 言

随着电梯系统的普及,电梯的监测^[1-4]、数据管理、分析、故障报警以及电梯运行状态的统计显得非常重要。日本东芝电梯公司开发的基于神经网络的电梯群控装置^[5] EJ-1000FM,其结构庞大,算法复杂,不能提供一个明确用于网络知识表达的框架。电梯核心控制系统通讯方式向网络化控制系统发展,中国建筑科学院机械化研究院研发凯博电梯远程监控系统^[6],该系统由电梯机房的信号采集与处理器模块、负责信号调制与传输的调制解调器模块和经由电话网络向操作员提供监控界面的服务中心计算机模块 3 部分组成。但

利用专线搭建监测管理系统的费用比较昂贵。为了更好地解决这些问题,需要研制和开发一套运行高效、成本低廉、通用性较强的新型的网络电梯监测系统。而利用无线传感网络可以在短时间掌握电梯故障情况,及时准确了解电梯故障的原因,进行抢修,更好地服务于用户,代表了新一代监测系统的发展趋势。

本研究提出一种基于无线传感网格的新电梯跟踪系统。

1 节点硬件平台

目前,无线传感器网络的研究主要基于 Mica 系列和 Telos 系列两种典型的传感器节点,其采用 Micaz 和 Telsob 节点,它们都是采用频率为 2.4 GHz 的

收稿日期:2011-01-20

基金项目:国家自然科学基金青年基金资助项目(60803126)

作者简介:吴丽萍(1984-),女,浙江台州人,主要从事无线传感网络方面的研究. E-mail: liping331022@163.com

通信联系人:申兴发,男,副教授. E-mail: shenxf@gmail.com

IEEE802.15.4 协议的 Mote 模块,并都支持目前主流的嵌入式操作系统 TinyOS^[7] 进行应用开发。Micaz 节点可扩展连接带有二维 ADXL202JE 加速度传感器的开发板 MTS310CA。该加速度传感器的测试范围在 $\pm 2\text{ g}$ 之间,精度为 2 mg ,主要用于测试电梯在运行过程的加速度变化。而 Telsob 节点自带光传感器、湿度传感器和热传感器等,通过合理设置电梯里 Telsob 节点的发射能量值,用于跟踪电梯的整体运行情况。

每个传感器节点^[8]由数据采集和 A/D 转化模块、数据控制模块、无线通信模块和能量供应模块等组成。传感器节点具有可快速部署、可自组织和高容错性的能力,可以形成具有一定拓扑结构的网络。无线传感器网络^[9]节点分为两类:一类是传感器节点,它的作用是借助传感器来测量检测区域内的温度、湿度、压力、噪声、光照、声音、土壤成分、速度等模拟物理量,各个传感器节点协同处理,通过无线射频模块把处理后的消息发送到汇聚节点;另一类是汇聚节点,它连接传感器网络和外部网络,实现两种协议栈之间的通信协议转换,并把收集的数据发送到外部网络上位机中显示结果。其中,能量供应模块^[10]器节点提供电源;数据控制模块负责控制整个节点系统操作,存储与处理本地节点采集信息以及其他传感器节点发来信息;数据采集和 A/D 转化模块负责实时监测、感知和采集网络分布区域内的各种环境或监测对象的模拟信息和对被感知的模拟信息进行 A/D 转换;无线通信模块将本地节点处理后的信息以无线传输方式发送到基站,或者负责与其他传感器节点通信、交换控制消息和收发采集数据。

2 软件设计

2.1 Telsob 节点软件设计

操作平台使用 TinyOS2.x 平台,它是由加州大学伯克利分校开发的开放源代码操作系统,它是一款开源的基于组件的操作系统和平台,主要针对无线传感器网络研究与开发。该实验在电梯内放置一个 Telsob 节点和一个 Micaz 节点。Telsob 节点的 ID 为 0,该节点每 500 ms 发送一次数据包,相应发送功率为 -25 dbm ,由于发送包能量有限,电梯每楼层外面布置的节点只有在电梯打开时,节点才能接收到电梯内部 0 号节点发送的数据包,沿着其他转发^[11]节点逐跳传输,向汇聚节点传送数据包,最后汇聚节点向 PC 机发送数据包,并在上位机显示部分有用数据包,以实时监控电梯的运行情况,具体软件流程如图 1 所示。同时 Micaz 节点采集电梯加速度值也通过转发节点发送给

汇聚节点^[12-13]。

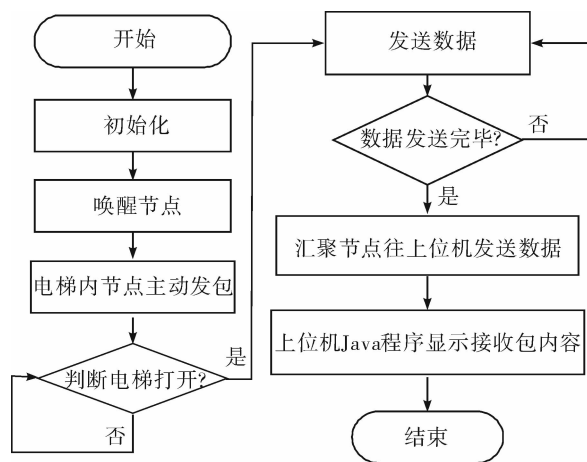


图 1 软件流程图

2.2 上位机显示界面软件设计

上位机显示界面采用 C++ 编写,演示电梯具体运行情况。本研究通过读取 PC 机接收的数据包,然后进行数据包解析。如果是能量信号,本研究读取数据包中的 ID 号,定位电梯当前位置 CURR1,通过与前一个楼层值 BEF1 比较,如两个值不相等,移动电梯到当前楼层。如果都不是,本研究继续读取汇聚节点接收到的数据包。具体流程图如图 2 所示。

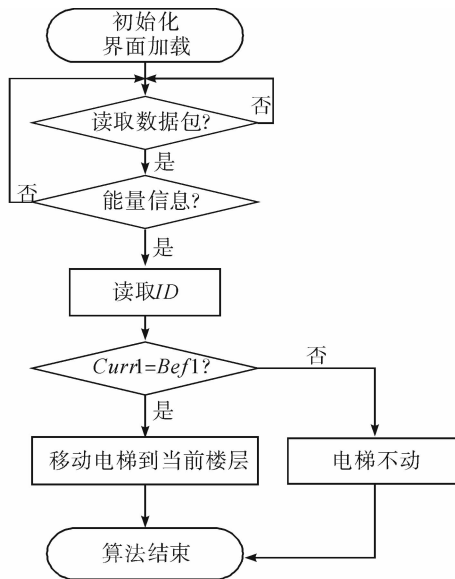


图 2 上位机显示流程图

3 实验测试及分析

3.1 实验环境

在电梯跟踪实验中,本研究分别在电梯第 0~6 楼层外面布置 1 个 Telsob 节点,ID 分别为 20、21、22、23、24、25、26,电梯内部布置 1 个 ID 为 0 的 Telsob 节点和

1 个 Micaz 节点,并在第 0 层和第 1 层间布置 ID 号为 27 的 Telsob 节点,用来保持无线传感网络的连通性,在走廊布置的两个转发节点 ID 分别为 28 和 29,路由转发数据包到汇聚节点(即目的节点)。节点路由示意图如图 3 所示。该路由协议采用基于地理位置路由协议,唤醒距离目标节点(即源节点)最近的传感器节点,得到更精确的电梯位置信息,然后通过转发节点,将位置信息传送到目的节点。

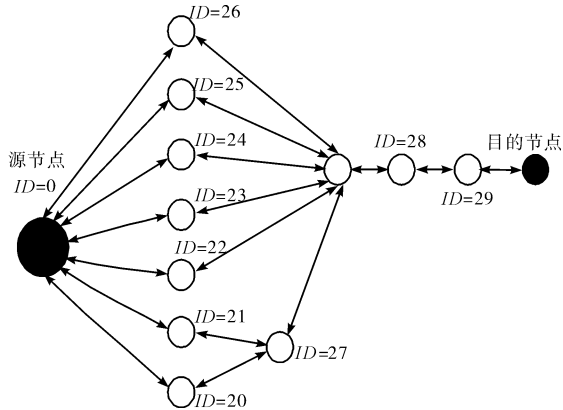


图 3 节点路由示意图

3.2 结果与分析

PC 机显示监测环境中各个 Telsob 节点情况。汇聚节点数据包接收结果如图 4、图 5 所示。

Sensordataout01.txt									
13	20	2173	212	97	0	0	Tue Oct 20 09:29:14 CST 2009	805	
14	20	2174	216	107	0	0	Tue Oct 20 09:29:15 CST 2009	396	
15	20	2175	212	100	0	0	Tue Oct 20 09:29:15 CST 2009	874	
16	20	2177	210	92	0	0	Tue Oct 20 09:29:16 CST 2009	785	
17	23	2212	222	103	0	0	Tue Oct 20 09:29:33 CST 2009	670	
18	23	2213	214	103	0	0	Tue Oct 20 09:29:34 CST 2009	164	
19	23	2214	221	107	0	0	Tue Oct 20 09:29:34 CST 2009	642	
20	23	2215	223	106	0	0	Tue Oct 20 09:29:35 CST 2009	138	
21	23	2216	219	105	0	0	Tue Oct 20 09:29:35 CST 2009	617	

图 4 汇聚节点接收的数据包

Sensordataout01.txt									
265	20	3982	211	96	0	0	Tue Oct 20 09:43:57 CST 2009	971	
266	20	3988	212	102	0	0	Tue Oct 20 09:44:00 CST 2009	881	
267	20	3989	213	103	0	0	Tue Oct 20 09:44:01 CST 2009	371	
268	25	4031	211	89	0	0	Tue Oct 20 09:44:21 CST 2009	838	
269	25	4033	210	93	0	0	Tue Oct 20 09:44:22 CST 2009	941	
270	25	4034	209	87	0	0	Tue Oct 20 09:44:23 CST 2009	308	
271	25	4035	212	102	0	0	Tue Oct 20 09:44:23 CST 2009	788	
272	25	4036	214	97	0	0	Tue Oct 20 09:44:24 CST 2009	267	
273	25	4037	211	101	0	0	Tue Oct 20 09:44:24 CST 2009	764	
274	25	4038	209	80	0	0	Tue Oct 20 09:44:25 CST 2009	259	
275	25	4039	214	102	0	0	Tue Oct 20 09:44:25 CST 2009	741	
276	26	4063	213	96	0	0	Tue Oct 20 09:44:38 CST 2009	431	
277	26	4065	218	106	0	0	Tue Oct 20 09:44:39 CST 2009	213	
278	26	4066	213	100	0	0	Tue Oct 20 09:44:39 CST 2009	439	

图 5 汇聚节点接收的数据包

本研究采用 C++ 设计的可视化上位机界面显示电梯运行情况,如图 6 所示。

图 4、图 5 中每行代表一个数据包中信息:数据包第 1 列是节点 ID 号,第 2 列为计数器,第 3 列为接收信号强度,第 4 列为链路质量,倒数第 2 列为实时运行时间。由图 4 可以得到电梯直接从第 0 层运行到第 3 楼;由图 5 可以得到电梯先从第 0 层运行到第 5 层,经过打开关闭操作,再运行到 6 楼,最后打开。电梯整个详细运行过程如图 6 所示。从以上实验结果看出,基

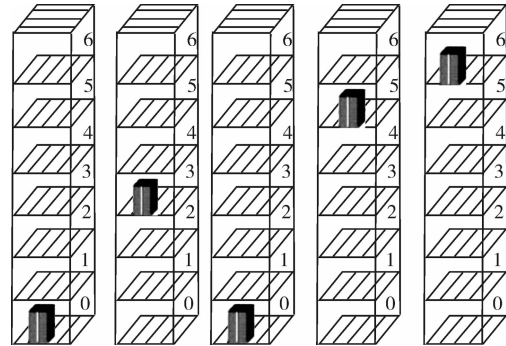


图 6 上位机界面显示电梯运行状况

于无线传感网络的电梯跟踪系统能够及时、有效判断电梯运行的状况,因为电梯内节点发包周期为 500 ms,可以推出该系统跟踪精度小于 500 ms。

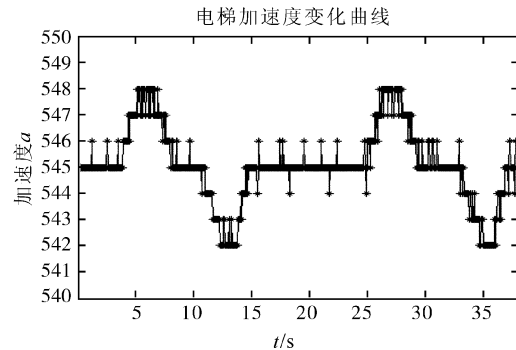


图 7 电梯加速度变化曲线

电梯从底楼运行到第 1 层停止后继续运行到第 5 楼的整个过程如图 7 所示。可以看出,电梯刚开始处于静止状态,5 s 后电梯开始运动,正向加速度越来越大,达到最大值,接着加速度越来越小,直到匀速状态。10 s 左右后反向加速度的绝对值越来越大,达到最大值,然后加速度的绝对值越来越小,直到电梯停止,此时的加速度大小为 0。其中在匀速过程中,电梯的加速度突然间起伏,说明电梯在匀速过程出现震荡现象。

4 结束语

跟踪在无线传感网络应用中具有非常重要的作用。本研究由多个 Telsob 节点和一个 Micaz 节点组成的无线传感器网络实时判断电梯整体运行情况和加速度的变化,只需合理设置电梯内节点的发射能量大小,不需要复杂的跟踪算法。该系统简单、可扩展性强、精度相对较高,可以通过增大电梯内节点发包频率,更加准确地测出电梯在每层的停留时间以及电梯运行状况。但是该系统中电梯内部节点周期性发包,消耗能量相对较大,需要更换节点。该研究满足实时性跟踪的要求,可为无线传感网络在电梯跟踪中的进一步研究和系统优化设计提供参考。

(下转第 1005 页)

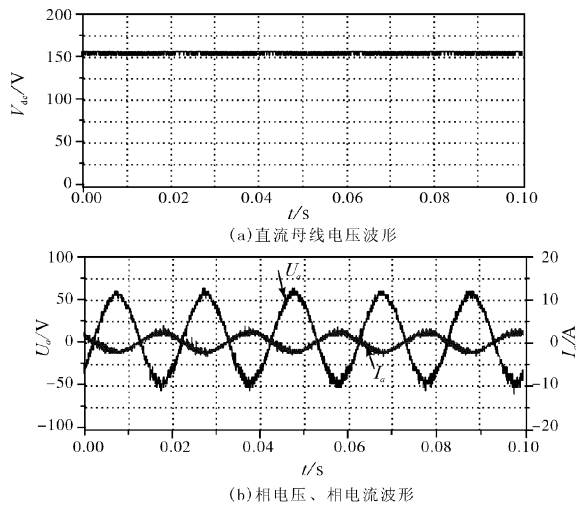


图10 三相PWM变换器工作在逆变状态下的直流母线电压、相电压和相电流波形

6 结束语

本研究通过对电压型 PWM 变换器在无电网电压传感器和不平衡输入两种工况的分析,分别提出两种控制策略。通过仿真验证了控制策略的正确性。通过搭建实验平台,进行了三相 PWM 变换器在整流和逆变实验。研究结果表明,本研究采用的控制策略具有很好的动态响应以及一定的实际应用意义。

参考文献 (References):

[1] 张崇巍,张兴. PWM 整流器及其控制[M]. 北京:机械工业出版社,2003.

- [2] 毛鸿,吴兆麟. 基于三相 PWM 整流器的无死区空间矢量调制策略[J]. 电机工程学报, 2001, 21(11): 100-104.
- [3] 赵仁德,贺益康. PWM 整流器虚拟电网磁链定向矢量控制仿真研究[J]. 电力系统及其自动化学报, 2005, 17(5): 94-98.
- [4] 吕观顺,李春静. 无交流电压传感器 PWM 整流器启动性能改善[J]. 电力电子技术, 2008, 42(9): 70-72.
- [5] 赵仁德,贺益康. 无电网电压传感器三相 PWM 整流器虚拟电网磁链定向矢量控制研究[J]. 电机工程学报, 2005, 25(20): 56-61.
- [6] AGIRMAN I, BLASKO V. A novel control method of a VSC without AC line voltage sensors[J]. **IEEE Transactions on Industrial Applications**, 2003, 39(2): 519-524.
- [7] OHNUKI T, MIYASHITA O, LATAIRE P, et al. A Three-phase PWM Rectifier without Voltage Sensors[C]// In Proceeding of EPE'97, Norway, 1997: 881-886.
- [8] 何鸣明,贺益康,潘再平. 不对称电网故障下 PWM 整流器的控制[J]. 电力系统及其自动化学报, 2007, 19(4): 13-17.
- [9] 徐金榜,何顶新,赵金,等. 电压不平衡情况下 PWM 整流器功率分析方法[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(16): 80-85.
- [10] SONG H, NAM K. Dual current control scheme for PWM converter under unbalanced input voltage conditions [J]. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, 1999, 46(5): 953-959.
- [11] XU L, ANDERSEN B R, CARTWRIGHT P. VSC transmission operating under unbalanced AC conditions—analysis and control design[J]. **IEEE Transactions on Power Delivery**, 2005, 20(1): 427-434. [编辑:张翔]

(上接第 985 页)

参考文献 (References):

[1] 周国富,谢超,钟远东,等. 城市电梯监控网主要实施内容探讨[J]. 机电工程技术, 2004, 8(33): 45-48.

[2] 张汇川,牛连强. 基于 C/S 结构的电梯监控与管理系统[J]. 仪器技术与传感器, 2005(10): 13-14.

[3] BILGIN O, ALTUN Y, MULTUER M. Remote Monitoring and Diagnostic System of PLC Controlled an Elevator using SCADA [C]//Electrical, Electronic and Computer Engineering in 2010 National conference. Bursa: [s. n.], 2010: 212-216.

[4] YU Hai-yan, HU Qing, ZHANG Jing. Linear Elevator Velocity Control System based on Correction Factor Fuzzy PID [C]//Control and Decision Conference, CCDC2008. Yantai: [s. n.], 2008: 2650-2653.

[5] 王晓东. 电梯群控技术发展趋势初探[J]. 中国西部科技, 2009, 8(23): 27-30.

[6] 张建民. 电梯核心控制器网络化关键技术设计与实现[D]. 天津:天津大学, 2007: 3-10.

- [7] 李丽娜,石高涛,廖明宏. 传感器网络操作系统 TinyOS 关键技术分析[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版, 2005, 21(6): 724-746.
- [8] 孙利民,李建中,陈渝. 无线传感器网络[M]. 北京:清华大学出版社, 2005.
- [9] 崔莉鞠,海玲,苗勇. 无线传感器网络研究进展[J]. 计算机研究与发展, 2005, 1(21): 45-70.
- [10] Hill J L. System Architecture for Wireless Sensor Networks [D]. Los Angeles: PhD dissertation of the University of California, 2003.
- [11] EDGAR H C. Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols [M]. Florida: CRC Press LLC, 2004.
- [12] AKYILDIZ IF, SU W, SANKARASUBRAMANIAM Y, et al. Wireless sensor networks: a survey [J]. **Computer Networks**, 2007, 38(4): 393-422.
- [13] EDGAR H C. Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols [M]. Florida: CRC Press LLC, 2004.

[编辑:李辉]