

基于 ZigBee 的智能消防系统

秦天宇 冯进良

(长春理工大学光电工程学院 长春 130022)

摘要: 本文提出了一种基于 ZigBee 智能消防系统的方案。本系统主要分为两部分,分别为无线收发部分和智能控制部分。对于无线收发部分,采用 ZigBee 定位技术,利用节点与移动节点之间相对位置,通过相关公式,利用传回 RSSI 数据算出各个移动节点相应位置,通过无线组网技术将处理后节点坐标传回总控制板,在总控制板中完成数据处理,通过串口将对应节点坐标显示在屏幕上。另一部分是烟雾报警系统,该部分采用成品烟雾报警器,当烟雾传来时,报警器报警,同时向相应报警器处理芯片发送报警信息,之后在芯片内为相应位置的烟雾报警器编号,并将数据信息通过 CAN 总线传回总控制板,在总控制板内完成传回烟雾报警信息的处理,发出对应指令,通过无线模块控制继电器开闭,从而控制相应位置电源关闭、门锁打开、排风扇转动等。利用这些设备,完成了对智能消防系统进行组网联动功能,证明了这一系统的可行性。

关键词: ZigBee; 智能家居; 无线组网技术; CAN

中图分类号: TP271+.5 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.8060

Intelligent fire control system based on ZigBees

Qin Tianyu Feng Jinliang

(College of Optics Electronic Engineering, University of Science and Technology Changchun, Changchun 130022, China)

Abstract: This paper proposes a solution based on ZigBee intelligent fire control system. This system mainly divided into two parts, for wireless transceiver and intelligent control. For wireless transceiver part, using the ZigBee positioning technology, using the relative position between nodes and mobile nodes, using returned RSSI data to calculate the corresponding position of the mobile node. Through wireless networking technology, processed node coordinates are returned the main switchboard. Finally, data processing is completed in the main switchboard. The corresponding node coordinates data is displayed on the screen by the ports. The other part is the smoke alarm system. We uses finished product smoke alarm in this part, when the smoke came, the alarms alarm, alarm information is send to the corresponding alarm processing chip at the same time. The smoke alarm of corresponding position is edited number in the chip, and the data information back to the main switchboard through CAN bus. The smoke alarm information is processed within the total panel, and the corresponding command is issued within the total panel. However, relay is opened and closed by wireless module, so as to control power switch of the corresponding position, door lock open and close, the fan rotation, etc. With these devices, we completed networking linkage function for the intelligent fire control system and prove the feasibility of this system.

Keywords: ZigBee; intelligent home; wireless networking technology; CAN

1 引言

随着国民经济和科学技术水平的提高,特别是计算机技术、通信技术、网络技术、控制技术的迅猛发展与提高,促使了家庭实现了生活现代化,居住环境舒适化、安全化^[1]。这些高科技已经影响到人们生活的方方面面,改变了人们的生活习惯,提高了人们生活质量,智能家居也正是在这种形

势下应运而生的。而现代社会的火灾频发,为此也付出了许多生命代价,由此设计了智能消防系统。本系统使用 ZigBee 技术,ZigBee 是基于 IEEE802.15.4 标准的低功耗个域网协议^[2]。无线传感器网络技术是具有较大影响力技术中的一个热门技术,也是无线通信技术中的一个新领域,它结合了多种技术的特点,如分布式信息处理技术、嵌入式计算机技术以及无线网络通信技术。无线传感网络是由

众多的微型无线传感节点以无线通信方式多跳、自组织而成的分布式网络,能够对监测区域的信息进行采集、处理和传递^[3]。通过这一系统,保证对灾难的报警和帮助人们进行逃生。

2 系统测量方案

系统主要有定位模块、无线数据传输模块、逃生灯模块、电磁锁模块和排风风扇模块。定位模块为 4 块,分布在墙边 4 角,将定位室内人员,也可以通过这几个模块传输烟雾开关等的信息,逃生模块主要包括逃生指示灯和报警器。电磁锁安装在逃生门上,方便人员逃生。排风风扇将排出室内烟雾等。

2.1 定位原理

系统包含主控节点、移动节点、定位节点和终端节点。RSSI 算法通常根据信号传播经验模型进行 RSSI 测距,计算未知节点坐标,获取节点位置信息^[4]。主控节点向不同移动节点按顺序循环发送数据移动节点即待定位的人或

物,移动节点接收数据后向定位节点发送数据,定位节点通过与移动节点通信的 RSSI 指示距离,利用算法计算移动节点位置,最后定位节点将定位信息发送给终端节点。无论是信息通信还是时间差定位方法都有其劣势,因为对于室内的定位环境来说,遮挡物对于信号的传输有非常大的影响,在这样的环境中,电磁波传输会遇到遮挡物的影响,造成到达信号的时间和角度都会受到遮挡物的影响,因此定位的精度就会降低。通过判断信号的衰减信号(RSSI)来计算距离。随着衰减强度的增加传输的信号弱所得到的距离越远。而距离的远近又可以通过电压的大小测得。

2.2 定位距离的计算

本设计采用的即是 RSSI 算法。由图 1 所得公式 $RSSI = -(10n \lg d + A)$ 显示了 1 个简单的定位检测系统,“参考点”是 1 个被放在已知地点的静态结点,即定位节点,本算法将定位节点(4~8 个)分别固定于墙上,通过移动节点与固定节点之间的数据传输获取 RSSI,然后利用 RSSI 与距离关系计算实际距离。

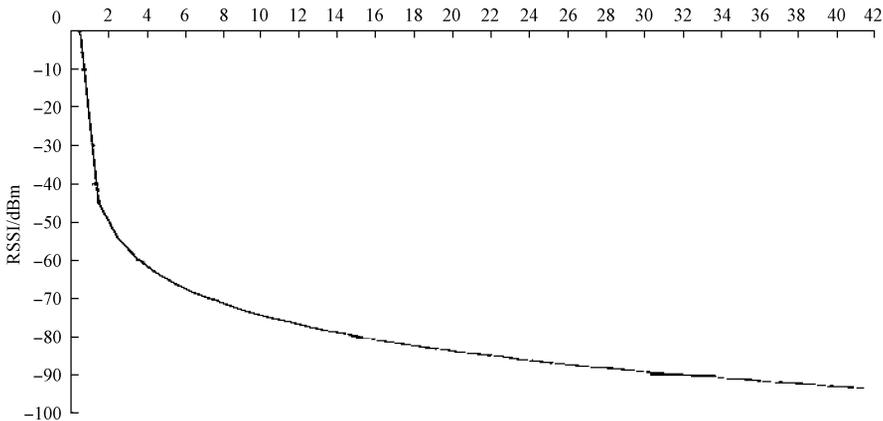


图 1 标定数据

如图 2 所示,以 4 个节点 A、B、C、D 为圆心的坐标分别为 (X_a, Y_a) , (X_b, Y_b) , (X_c, Y_c) , (X_d, Y_d) , 这四个圆周相交于 1 点 E, 交点 E 即为定位系统中的盲节点, A、B、C、D 这 4 个节点与交点 E 的距离分别为 R_a, R_b, R_c, R_d , 假设交点 E 的坐标为 (X, Y) 。

$$\begin{cases} \sqrt{(X_1 - X_a)^2 + (Y_1 - Y_a)^2} = ea \\ \sqrt{(X_2 - X_b)^2 + (Y_2 - Y_b)^2} = eb \\ \sqrt{(X_3 - X_c)^2 + (Y_3 - Y_c)^2} = ec \\ \sqrt{(X_4 - X_d)^2 + (Y_4 - Y_d)^2} = ed \end{cases} \quad (1)$$

由式(1)可以得到交点 E 的坐标为:

$$\begin{aligned} \bar{X} &= (dc * X_1 + dd * X_2 + da * X_3 + db * X_4) / \sum_{i=1}^4 (dd + \\ &dc + db + da) \\ \bar{Y} &= (dd * Y_1 + dc * Y_2 + db * Y_3 + \\ &da * Y_4) / \sum_{i=1}^4 (dd + dc + db + da) \end{aligned} \quad (2)$$

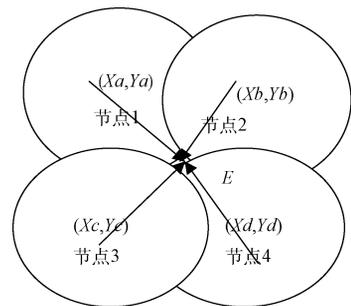


图 2 室内坐标示意

此测距法的缺陷是:由于各个节点的硬件和功耗不尽相同,所测出的距离不可能是理想值,从而导致上面的 4 个圆未必刚好交于一点,在实际中,肯定是相交于 1 个小区,因此利用此方法计算出来的 (X, Y) 坐标值存在一定的误差^[6]。

2.3 所测得的数据

将所得到的表 1 数据用串口得到,测得相应的实际距离,RSSI 与距离对应关系如图 3 所示。

表 1 RSSI 数据

RSSI	47	51	54	58	66	70	74	75	79	84	88
距离/m	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
RSSI	90	91	94	95	98	101	102	105	106	110	113
距离/m	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43

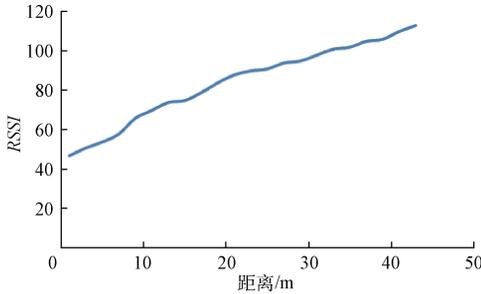


图 3 RSSI 曲线

通过插值法可以得到公式为: $distance=0.4382 \text{ RSSI}-17.045$ (此为经验公式)固定节点将相应数据发送给终端节点,完成移动节点定位。

3 数据传输

一个 ZigBee 网络最多可包括 255 个 ZigBee 网络节点,其中有一个为主控设备。其余为从属设备,而通过网络协调器,整个网络最多可支持超过 64 000 个 ZigBee 网络节点,可见 ZigBee 网络具有较大的网络容量。数据传输要求具有一定的传输速度、精度、稳定性,在定位方面主要是以 ZigBee 的无线进行传输,计算 RSSI 的定位数据,通过 ZigBee 的网络进行传输,把数据汇集到一点,通过单片机 pic18f458 的 CAN 总线数据将楼层之间的数据进行汇总,在将数据传输到显示的电脑上。经过计算的数据可以用地图的形式将定位的人员位置显示在相应的区域之内,方便人们进行观察和监控。

3.1 ZigBee 传输数据 ZigBee

频率主要在 2.4~2.488 GHz 免费频段,83 个信道,有 32/64 位 PN 码,接收灵敏度为 -97 dBm,速率在 250 kbits/s,125 kbs, 38.4 kps, 19.2 kps, ..., 1.2 kps 之间可进行设置^[7]。以 DSSS 通信方式,抗干扰力强,保密性高;采用高强度防水耐磨 ABS 塑料,防止磨损。

3.2 CAN 传输数据

CAN 总线是具有通信速率高、容易实现、且性价比高等诸多特点的一种已形成国际标准的现场总线。CAN 具有的完善的通信协议可由 CAN 控制器芯片及其接口芯片来实现,从而大大降低系统开发难度,缩短了开发周期。CAN 总线将报警信息、电子门锁的开关信息、定位信息和其他安全装置信息,汇集到 CAN 总线上,最后显示到控制

界面^[8]。CAN 总线示意图如图 4 所示。

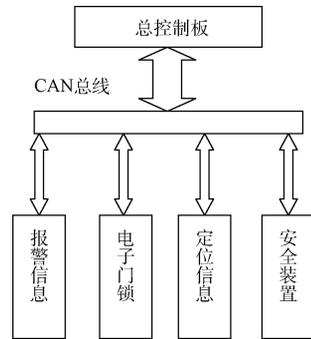


图 4 CAN 总线示意

4 安全装置

火灾等意外时间发生时,安全设备可以将采集回来的数据发送到数据处理中心,通过采集回来的数据可以分析室内状况。意外发生后可以开启保护装置和逃生装置^[9]。

4.1 报警装置

烟雾报警器是利用烟雾破坏电离室内的电流平衡的原理探测火灾。在无烟的情况下,电离室内的电流是平衡稳定的;当有烟进入电离室内时,离子流动被阻碍而导致电能变化,芯片采集分析被干扰的电信号,判断对否达到报警极限,最终输出报警信号^[10]。部分程序:

```

struct ANSWER //采集回来的数据:
{
    int ZigBee_id1_2;
    int X_2;
    int Y_2;
    int ad_Temperature1_2;
    int ad_Temperature2_2;
    int zigbee_id2_2;
    int yanwu_ad_2; //烟雾传感器
}answer_data;
    
```

4.2 电子门锁

逃生门锁采用 100 kg 磁力锁,12 V 供电,工作电流在 500 MA,最大拉力在 280 kg × 2 左右^[11]。使用容量为

1 200 mAh 的电池可供电 11 个月以上,从而满足了系统的低功耗要求^[12]。当用力拉动锁闭状态的挂锁锁梁时,锁梁就会挤动活动板上的凸块,使活动板有一个向固定板方向移动的力,如果此时活动板能向固定板方向移动一定距离,锁就能打开^[13]。逃生锁由烟雾传感器控制,当室内烟雾达到预定烟雾阈值,开启备用电池电源,烟雾传感器将信号发出,电磁门锁自动开启,方便室内人员逃生^[14]。如图 4 所示电磁锁:



图 5 逃生门锁示例

4.3 逃生设备

安全装置主要包括应急逃生灯、排烟风机、喷水阀。应急逃生灯由 220 V 供电,内部有蓄电池,断电可以持续工作 90 min,在遇到危险时刻,为逃生人员指引逃跑路线。排烟风机、烟雾报警器报警之后,将信号发送给排烟风机,尽量将室内的烟雾排出,喷水阀是烟雾报警器开启,之后进行喷水^[15]。

5 结 论

由图 6 中的上位机控制图,通过上位机能够控制风扇的转动,系统中的烟雾传感器报警会使逃生等开启,并且能够使排风机排风,系统也会将室内的人员位置定位,方便人们进行救援。也可以将当前室内的温度湿度采集回来,检测室内的 CO₂ 的浓度和其他一些气体的浓度。智



图 6 上位机控制图

能消防系统作为智能建筑中的一个重要子系统,其重要性是众所周知的。要在智能建筑中创造一个安全舒适的环境,消防安全是其中的一个重要的方面。火灾自动报警及消防联动系统,作为火灾的先期预报、火灾的及时扑灭、保障人身和财产安全,起到了不可替代的作用。

参考文献

- [1] 蔡利婷,陈平华,罗彬,等.基于 CC2530 的 ZigBee 数据采集系统设计[J].计算机技术与发展,2012,11(2):13-16.
- [2] 张世一,黄华,刘永平.基于 ZigBee 和 LabVIEW 的智能照明监控系统设计[J].国外电子测量技术,2014,33(5):63-66.
- [3] 陶金龙,康志伟,骆坚.基于 RSSI 测距的加权概率定位算法[J].电子测量与仪器学报,2014,28(10):1123-1129.
- [4] 石欣,印爱民,陈曦.基于 RSSI 的多维标度室内定位算法[J].仪器仪表学报,2014,35(2):261-268.
- [5] 万志平,金永敏,杨亦红.基于 ZigBee 的无线数据采集系统的设计[J].信息技术,2009,33(9):22-23.
- [6] 李正明,候佳佳,潘天红,等.基于 ZigBee 与 GPRS 的无线水文监测系统的设计[J].排灌机械,2009,3(3):6-12.
- [7] 瞿雷.基于 CAN 总线的智能家居控制系统[J].现代电子技术,2012,16(1):32-36.
- [8] 江怀涛.关于网络热计量的研究[J].商品与质量,2014,12(7):27-29.
- [9] 魏哲聪.关于消防报警及联动控制系统设计常见问题[J].城市建设理论研究,2012,15(3):41-45.
- [10] 高萍.火灾自动报警系统误报原因及对策分析[J].中国高新技术企业,2009,7(2):127-131.
- [11] 万文青,赖松林,程树英,等.基于 ZigBee 的楼宇安防报警系统的设计与实现[J].电子测量技术,2012,35(12):117-120.
- [12] 王继锋,李孝辉.火警报警系统施工中应注意的问题[J].城市建设理论研究,2011,17(9):47-51.
- [13] 陈柔明.浅谈火警报警系统与消防联动系统施工分析[J].科技财经,2012,8(35):23-26.
- [14] 赵丽云.火警报警系统应该注意的问题[J].城市建设,2012,36(8):55-60.

作者简介

秦天宇,硕士研究生,主要研究方向为智能结构系统与测量自动化、无损检测与在线检测技术。

E-mail:q_sky_y@163.com

冯进良,教授,长春理工大学硕士生导师,主要研究方向为固体激光技术及其应用系统。