

# 基于 ZigBee 的智能停车场系统的设计与实现

甘勇, 徐珂, 贾春利, 郭倩倩

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:**针对目前停车场系统由成本高而造成的普及率低等问题,设计了智能停车场系统.系统采用 ZigBee 无线通信技术和传感器网络技术,提供了低廉、高效的监测管理功能.该系统实现了对停车位监测和车位引导等功能,为城市停车问题给出了智能的解决方案,为市民提供了良好的停车环境.

**关键词:**ZigBee;传感器网络;智能停车场;CAN 总线

**中图分类号:**TP393 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2013.02.017

## Design and implementation of intelligent parking system based on ZigBee

GAN Yong, XU Ke, JIA Chun-li, GUO Qian-qian

(College of Computer and Communication Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** In view of the problem of the low penetration in present parking system caused by the high cost, the intelligent parking system was designed. System uses ZigBee wireless communication technology and sensor network technology, provides a low-cost and efficient monitoring management function. The system can realize the function of parking space monitoring and parking guidance, and the intelligent solution for urban parking problems is put forward, it can be provided a good environment of parking for citizens.

**Key words:** ZigBee; sensor network; intelligent parking; CAN bus

## 0 引言

随着社会的发展,人民的生活水平不断提高,汽车使用量显著增加,公用停车场已经无法满足目前停车的需求,使得原本拥挤的城市中汽车与停车位的矛盾更加突出.如何充分利用目前城市中有限的停车资源来最大化地满足市民停车需求,是当前亟需解决的问题.

现有的停车技术主要有以下几种:人工观察车位空闲状态;图像识别车位空闲状态;红外线测定车位空闲状态等.其中人工识别被较小的停车场广

泛采用,其缺点显而易见;视频图像识别技术能够通过图像处理技术来完成车位的识别,具有一定的优越性,但是由于地下车库光照不足,识别效果不很理想,并且需要构建网络;红外线识别技术虽然能够自动识别车位,但需要构建工业网络传输数据,工程量比较大<sup>[1]</sup>.

现有的停车技术有的是基于线方式组建的,成本比较高,难以普及.有的是基于人工识别的,车牌误识别率比较高<sup>[2]</sup>. ZigBee 技术具有可靠、时延性、网络容量大、安全、高保密性、数据传输速率低、功耗低、成本低、优良的网络拓扑能力、工作频段灵活、健

收稿日期:2012-11-21

基金项目:河南省科技攻关计划项目(102102310030)

作者简介:甘勇(1965—),男,湖南省株洲市人,郑州轻工业学院教授,博士,主要研究方向为分布式计算机系统、计算机网络.

壮性、ZCL 功能等特点,这些适合停车场管理技术的应用. 本文拟提出智能停车场系统,利用成熟的 ZigBee 无线通信技术和传感器网络技术,设计一个智能解决方案,将车位检测和车位指引功能结合起来,以期给市民提供更为方便和舒适的停车环境.

## 1 基于 ZigBee 的智能停车系统工作原理

### 1.1 ZigBee 技术

ZigBee 技术是基于 IEEE802.15.4 无线标准开发的一种近距离的双向无线通信技术,是新兴的短距离、低速率无线网络技术,介于蓝牙技术与无线标记技术之间,主要应用于短距离范围内、低传输数据速率下的各种电子设备之间的无线通信. ZigBee 协议由应用层、网络层、数据链路层、物理层 4 层构成<sup>[3]</sup>. 结构如图 1 所示.

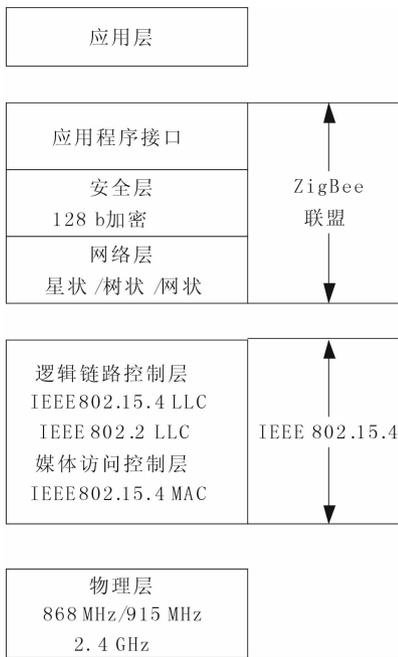


图 1 ZigBee 协议栈

### 1.2 智能停车场系统工作原理

智能停车场系统的核心技术是 ZigBee 技术、CAN 总线技术、超声波检测技术等. 智能停车场系统通过对每个车位安装超声波车位探测器,实时监测每个车位的停车状态. 其停车状态有“占”和“空”2 种. 初始化探测器节点时,便将监测结果信息传输给主协调器节点,每次状态发生变化时将采集的信息发送给主节点. 主协调器节点通过 CAN 总线将车位监测信息传送给服务器,然后服务器将接收

的数据进行处理后发送给停车场上的每个 LED 显示屏,指示空位停车信息,引导车辆驶入空车位. 系统的设计如图 2 所示.

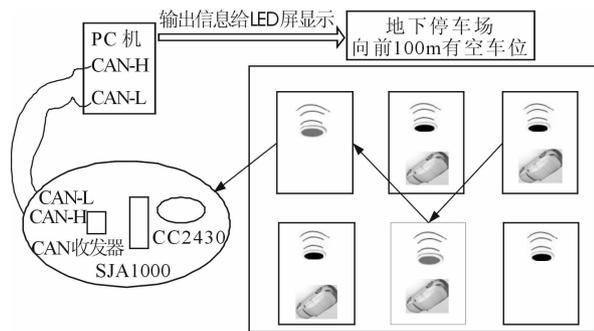


图 2 系统设计图

基于 ZigBee 智能停车场系统的基本特点和功能主要有以下几点<sup>[4]</sup>.

1) 可以实现自动组网:在停车场的关键区域加设路由节点,实现 ZigBee 对整个停车场的无线覆盖.

2) 进行车位引导和统计:系统通过终端传感器检测停车场车位的实时状态,并将数据传输到服务器. 当车辆驶入停车位时,LED 显示屏显示出空余车位,车主可以通过指示箭头找到停车位. 同时上位机通过对数据库中停车位实时状态信息进行处理,可以统计出停车位空余数.

3) 实现智能照明:找位车辆在进入停车场、驶入停车位的路途中,可以根据车辆行驶路径控制相关节点指示灯亮起,当车辆通过后,系统按设定的时间自动关闭.

## 2 ZigBee 智能停车场系统硬件设计

### 2.1 ZigBee 模块硬件结构

该系统中 ZigBee 模块的设计主要是用美国德州仪器 (Texas Instrument) 公司的 CC2530 处理芯片,性能稳定且功耗极低<sup>[5]</sup>. 它的外围电路主要包括晶振时钟电路、射频输入/输出匹配电路等. 本文利用 ZigBee 芯片 CC2530 设计了 2 类节点<sup>[3]</sup>. 超声波传感器是系统中以 CC2530 为核心的信息采集节点,并通过 ZigBee 模块传输到上位机.

### 2.2 车位检测器节点设计

车位监测器节点通过对车位状态的判断,将监测到的“空”或“占”信息通过 ZigBee 路由节点传送给服务器. 本设计的超声波车位监测器主要由超声波发射模块、超声波接收模块、处理器模块、温度传

传感器模块、无线通信模块和能量供应模块等组成,具体框图如图 3 所示.

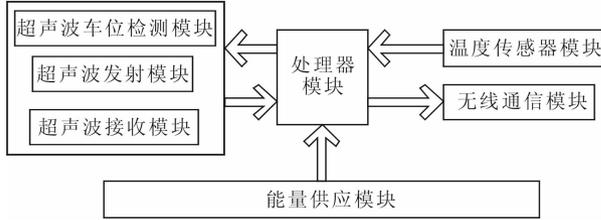


图 3 超声波检测节点框图

超声波车位检测模块主要通过超声波测量距离来判断车位是否被占用,本模块主要是通过温度传感器模块来实现高精度测量.温度传感器模块主要采集实时温度,通过公式①对速度进行近似计算,避免了由于温度变化而造成的对超声波速度的影响,提高了系统测距精度.

$$V = V_0 + 0.607T \quad \text{①}$$

式中,  $V_0$  为 0 °C 时的声速;  $T$  为实时温度/°C.

### 3 ZigBee 智能停车场系统软件设计

本系统设计的软件主要分为 2 种,即:协调器软件;路由节点和终端节点软件.

协调器软件的主要功能是创建新的网络,然后设置 PANID 和短地址,并分配给子节点.路由节点和终端节点软件的主要功能是:寻找与本身匹配的 PANID 值,并将此 PANID 值添加到自己的协调器网络中;然后接收协调器软件分配过来的短地址,组成新的网络;需要传输数据时,每个节点通过多跳的方式将所需数据传输到目的节点.

系统需要初始化硬件平台和每个功能模块后才可以启动代码.初始准备工作主要包括初始化系统时钟、监测芯片工作电压、初始化堆栈、初始化各个硬件模块、初始化 ZigBee 协议栈中各层协议等多个部分,初始化操作流程如图 4 所示.

### 4 基于 ZigBee 智能停车场系统功能的实现

#### 4.1 系统功能的描述

基于 ZigBee 智能停车场系统的工作框图如图 5 所示.本系统主要实现的功能为:当车辆进入车库入口时,摄像机拍摄车辆的车牌号,然后通过车牌识别功能模块识别出车牌信息;系统将车牌信息与数据库中的信息进行对比,以判断是否存在该记录,

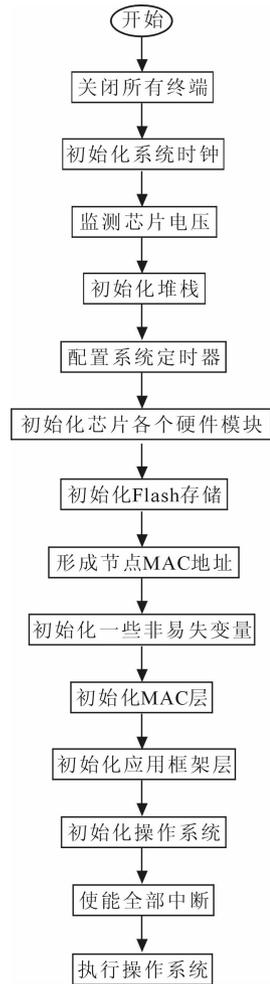


图 4 初始化流程图

若存在,则打开道闸,系统通过获取的车牌信息自动发送命令,将该车所在停车位的车位锁自动降落.当车辆离开车位时,出口摄像机抓拍车牌号,并将车牌信息与系统数据库中的信息进行对比,同时检测该车位是否为空,并将结果传送给系统,当确认

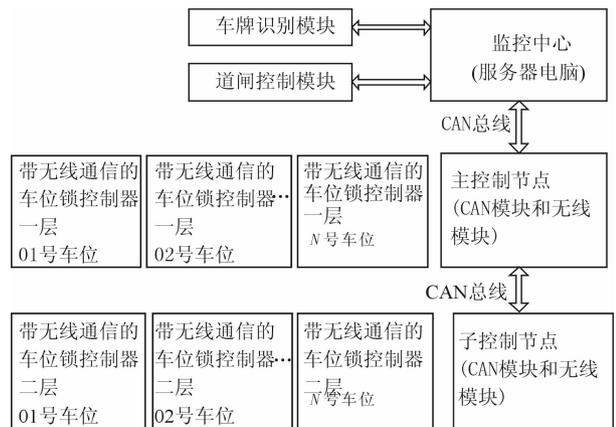


图 5 系统工作框图

车位无车时,升起车位锁.

## 4.2 上位机的实现

本系统的上位机监测软件主要是采用 C# 开发语言实现的. 上位机通过串口发出控制命令及 RS232—CAN 转换卡, 将数据发送到 CAN 总线上; ZigBee—CAN 接口卡收到命令后, 通过 ZigBee 网络的无线收发功能将控制命令发送到各个 ZigBee 节点上. 带有超声波传感器的 ZigBee 终端节点将检测的距离数据通过 ZigBee 网络传输给 ZigBee 协调器; ZigBee 协调器通过 RS232 串口将监测的车位信息实时输送给上位机显示在图形界面上, 其中图形界面中以红色表示该车位已经被占用, 用绿色表示该车位为空.

在监测器进行调试过程中, 当设置带有超声波传感器的 ZigBee 终端节点  $< 5\text{ cm}$  时, 检测器判定车位信息为‘占’, 然后通过 ZigBee 协议及上位机接口将车位信息实时传递给服务器, 图形界面上实时显示该车位的颜色为红色, 表明车位已经被占用; 若  $> 5\text{ cm}$  时, 判定为无车, 图形界面上显示该车为的颜色为绿色, 表明车位未被占用. 上位机实时监测界面如图 6 所示.

## 5 结论

本文设计了基于 ZigBee 技术的智能停车场系统. 分析了 ZigBee 协议栈的各层功能, 并对智能停车场系统的原理及 ZigBee 传感器和协调器、CAN 总线通信节点的具体设计进行了详细说明. 将 ZigBee 技术应用到停车场的管理中,

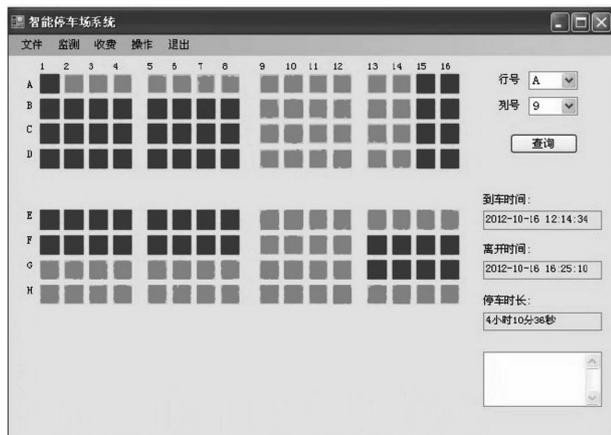


图 6 上位机实时监测界面

解决了其他技术设计的停车场系统遇到的成本高、普及率低的问题, 加强了停车场的智能化管理, 为市民提供了方便有效的服务.

## 参考文献:

- [1] 张建军, 杜莉. 基于 ZigBee 网络的地下停车场管理研究[J]. 北京工业职业技术学院学报, 2009(4): 25.
- [2] 陈榕. 停车场管理系统的设计与实现[J]. 科技创新导报, 2009(23): 181.
- [3] 汤宇. 基于 ZigBee 的智能停车场系统研究[D]. 沈阳: 东北师范大学, 2011.
- [4] 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.
- [5] 甘勇, 贾春利, 邹东尧. 基于 ZigBee 的绿色智能照明灯设计与实现[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2011(6): 92.