

基于 RFID 的旅游景点危险区 安全管理系统设计

淡 丹, 张开生, 王 静

(陕西科技大学 电气与信息工程学院, 陕西 西安 710021)

摘 要:针对旅游景点危险区安全管理性较差的问题,提出了一种基于 RFID 的旅游景点危险区安全管理系统,该系统由电子标签、红外报警装置、定位读写器、主控计算机、远程服务器及管理计算机构建,通过定位读写器实现游客信息的采集,并利用 RFID 定位算法实现危险区游客位置的定位。硬件设计中主控制器及其外围模块、射频通信模块及红外报警模块进行了分析和研究,软件设计中对 RFID 定位算法进行了分析和改进并对系统管理软件进行了分析。系统在实际应用中运行良好,取得了成效。

关键词:无线射频识别;旅游景点;定位算法;电子阅读器

中图分类号: TP3

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2016) 03-0067-06

一、引言

随着物质财富的不断增长,人们越来越重视对文化精神的追求,将更多的时间和钱财用于休闲,消费投向也发生了明显变化^[1],旅游在人们的休闲方式中起着越来越重要的作用,在人们精神文化追求中扮演着重要的角色。随着旅游业的不断扩大和迅速发展,游客的人身和财务安全也越来越受到重视,一些景区由于受地理条件、气象条件或施工建设等因素的影响,其中一些地区存在危险或安全隐患而禁止游客进入^[2]。景区在这些危险区域管理上尚未有有效的管理模式,一些景区虽在一些危险区域作了提示语或安排了工作人员,但效果甚微,游客不按景区管理制度私自进入危险区域的居多,也因此而丧失

性命的游客也越来越多,这给景区工作人员的管理造成了很大麻烦,降低了工作效率,同时也给游客的生命安全造成了损害。

针对景区危险区管理方式上的不足,本文设计了一种旅游景点危险区的安全管理系统。该系统通过游客自身携带的电子标签、射频读写器、红外报警装置、以太网、主控计算机、服务器及管理计算机构建;通过采集接收信号强度值及三边测量定位算法来实现游客位置的定位,并对三边测量定位算法做了优化处理,实验数据表明优化后的定位算法提高了定位精度;通过红外报警装置及游客的位置定位的结合来起到预防、警示、提醒及营救的作用,利用游客的交纳的安全保证金来达到约束游客自身行为的目的。

收稿日期: 2016-05-18

基金项目: 陕西省西安未央科技区项目“基于物联网的信息监控平台研究”(项目编号: 2012-03)。

作者简介: 淡丹(1989-),男,陕西汉中,陕西科技大学电气与信息工程学院硕士研究生,研究方向: 嵌入式系统开发与应用、物联网技术的开发及应用;张开生(1963-),男,山西永济,陕西科技大学电气与信息工程学院教授,硕士研究生导师,研究方向: 嵌入式系统开发与应用、物联网技术的开发及应用;王静(1993-),女,陕西延安,陕西科技大学电气与信息工程学院硕士研究生,研究方向: 嵌入式系统开发与应用、物联网技术的开发及应用。

二、系统的工作原理及基本架构

(一)系统的工作原理

系统的设计思路为^[3]:游客进入旅游景区时须交纳一定的安全保证金购买含电子标签的卡票,该卡票由管理员处存入游客具体的身份信息(姓名、性别、年龄、身份证号、手机号),游客携带电子门票进入景区。在危险区附近设置有两处红外线报警装置,当游客进入第一处红外线可识别范围时,红外报警器报警并提醒附近工作人员上前阻挠;当游客进入第二处红外线可识别范围时,红外报警器报警确认游客进入危险区。危险区内分布着射频读写器,并通过网络布线和主控计算机相连,当游客确认进入危险区后,分布在危险区的射频读写器读取电子标签内信息,并将该信息上传到主控计算机,主控计算机根据射频卡号判断出佩戴此电子标签的人员具体信息,同时主控计算机根据标签及读写器分布的位置由定位算法确定人员具体位置信息,并由位置信息判断游客进入危险区的类型做好相应的违规标记,最后主控计算机将所有信息汇总统计,上传至管理员处,管理员便可查看游客的具体信息。管理员根据定位信息向危险区附近的工作人员发出提示,工作人员根据提示的信息阻止游客继续逗留;若游客进入危险区发生意外时,根据游客的定位信息方便工作人员快速寻找,达到第一时间营救。游客退出旅游景点时须在管理员处交回含电子标签的卡票,管理员通过刷卡的方式验证卡票信息中是否有违规记录,如果没有违规记录则退还安全保证金,如果卡票信息中显示有违规记录,则管理员根据违规记录扣除相应的安全保证金,系统工作流程如图1所示。

(二)系统设计整体架构

旅游景点危险区的安全管理系统主要由定位读写器、电子标签、红外报警装置1和红外报警装置2、工业以太网、数据传输接口、交换机、远端服务器及管理计算机组成,总体结构如图2所示。其中主控计算机主要负责整个系统的管理和控制,对定位读写器采集到的信息进行分析和处理,分析处理后的数据通过网络上传至各个管理计算机处,工作人员可通过管理计算机对危险区进行远程监视^[4]。

(三)游客位置定位设计架构

当游客进入危险区时,游客随身携带的电子标签被分布在危险区的RFID读写器识别,并获取游客的分布、数量等相关信息,然后经主控计算机进行数据处理后上传到管理中心服务器上,最后通过交换机分配到各个管理计算机,由管理员进行实时监控。该模块的结构框图如图3所示^[5-6],其中信息接收层用于接收游客进入危险区的有效信息,并将这一信息传入到业务服务层,业务服务层的业务逻辑模块将游客的信息进行分析处理,处理后的信息传输

到信息持久层的持久化对象存储模块,该模块将经业务逻辑模块处理后的信息进行保存并传输到业务服务层的业务逻辑管理模块,信息表现层通过提取业务逻辑管理模块的相关数据并根据定位算法进行

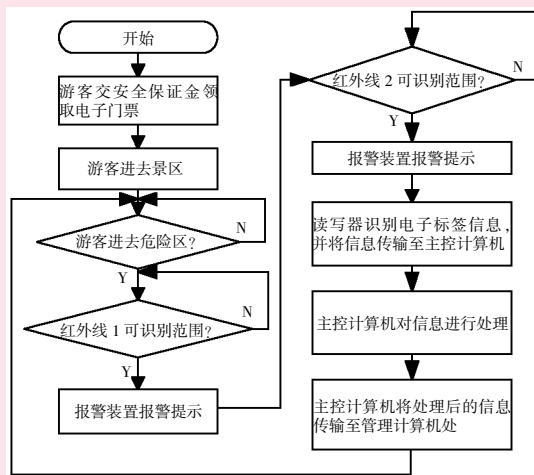


图1 系统工作流程图

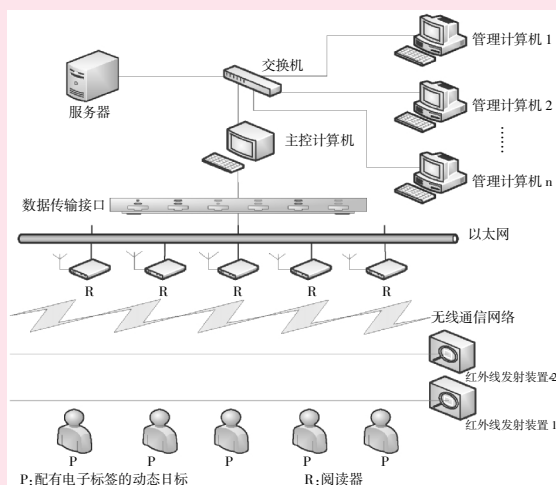


图2 系统设计整体架构

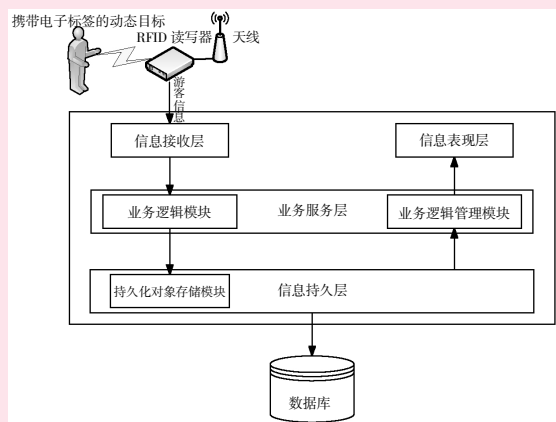


图3 游客位置定位设计架构

对游客位置信息定位展示, 其中信息持久层与数据库相连用于对实时数据及处理的结果永久性存储。

三、系统硬件关键技术的设计

(一)主控制器及其外围模块

考虑到系统功耗、成本、性能等要求, 系统以嵌入式微控制器 LPC2103 为主控芯片。LPC2103 是一个基于支持实时仿真的 16/32 位的嵌入式微处理器^[7], 并带有 32KB 的嵌入高速 Flash 存储器, 较小的封装和极低的功耗使 LPC2103 适用于访问小型应用系统。LPC2103 集成了许多系统级功能, 128 位宽度的存储器接口和独特的加速结构使 32 位代码能够在最大时钟速率下运行, 通过个别使能, 禁止外围功能和外围时钟分频来优化额外功耗, 低功耗模式可通过外部中断或 RTC 处理器从掉电模式中唤醒, 其

外围控制模块如图 4 所示。读写器 CC2500 主要提供给电子标签进行通信的能量, 接收标签发送过来的数据, 它与微控制器通信是通过 LPC2103 对 SPI 接口设置其参数来进行数据交换的。

(二)射频通信模块

射频模块主要选用 TI 公司的无线射频芯片 CC2500、天线及其匹配网络组成, 该芯片具有载波监听和休眠模式, 适合应用于低功耗的场合^[8]。CC2500 通过 SI, SO, SCLK 和 CSn 与 LPC2103 相连, 其中 SI 为数据输入线, SO 为数据输出线, SCLK 为数据时钟线, CSn 为片选线。其中 CC2500 寄存器的配置可通过 SPI 接口控制, SPI 接口上还包含了一个读写信号控位, 一个突发访问位和一个 6 位地址的头字节一起作用, 在地址和数据转换期间片选信号引脚必须保持低电平。射频芯片 CC2500 接

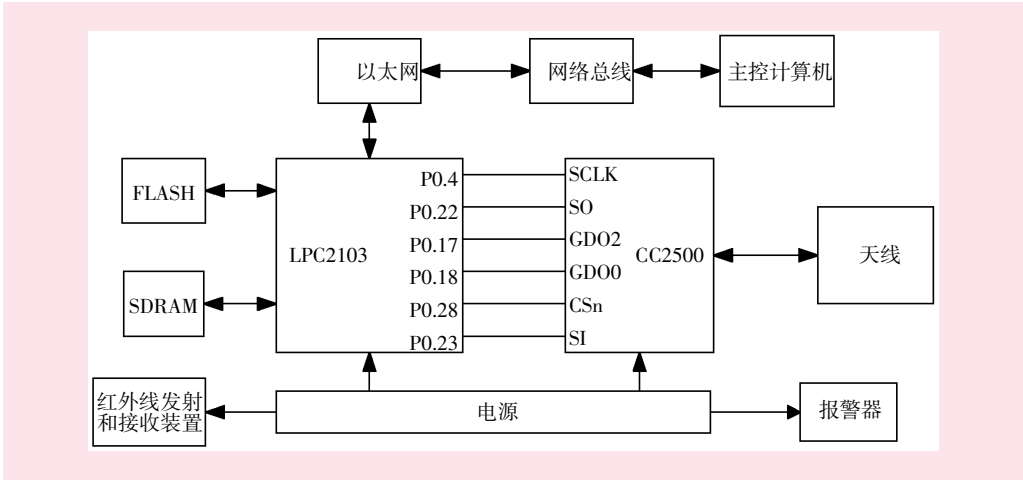


图 4 系统硬件结构框图

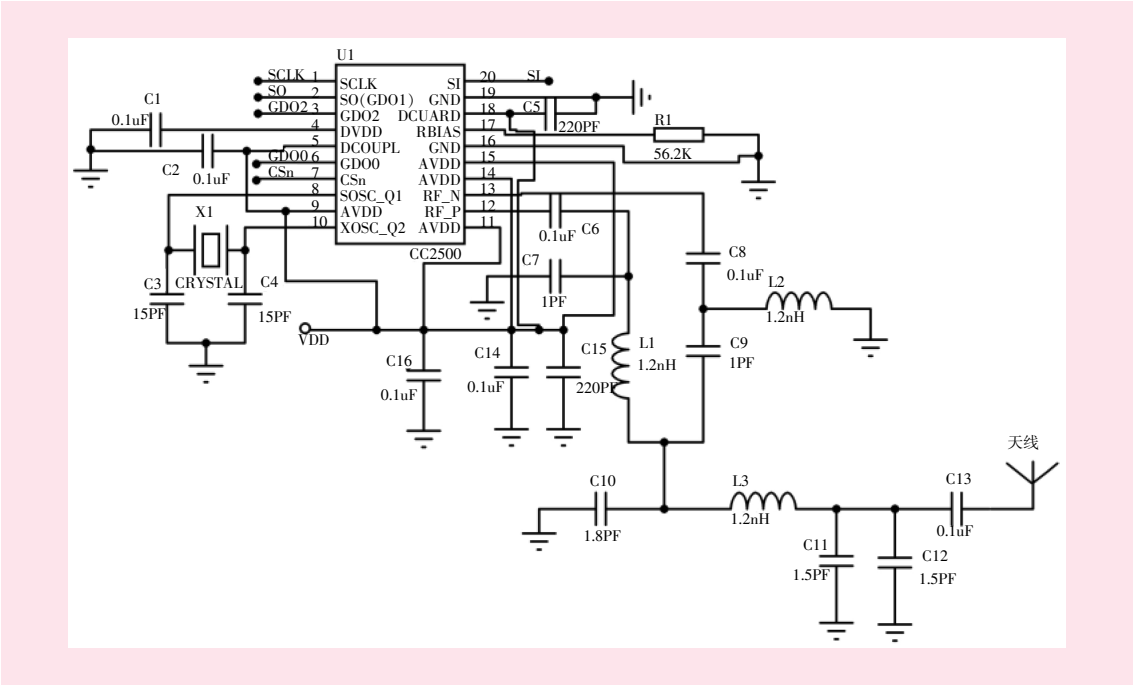


图 5 CC2500 外围接口电路图

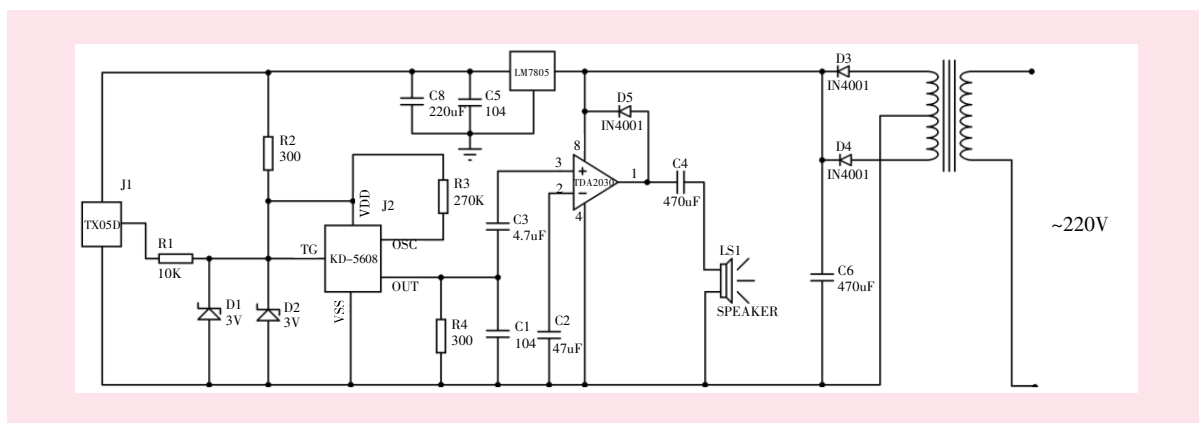


图 6 红外线报警电路图

收或发送一个数据时, LPC2103 通过 GDO0 和 GDO2 引脚输出的对应脉冲来判断 CC2500 的状态。

(三) 红外报警模块

红外线自动报警系统由红外发射装置、红外接收装置及报警器组成。本系统红外线发射和接收装置采用 TX05D 芯片, 该芯片其内部包含红外线发射、接收及信号放大处理电路, 能够以非接触式方式检测出前方一定范围内的人体或物体^[9], 并转化成高电平信号输出, 该报警电路如图 6 所示。当游客进入红外发射装置的范围内时, 接收装置接收到反射回来的红外线编码信号, 解码后经光敏接收管转换成同频率的电信号, 经模块内部的放大电路、解调整形电路、在输出端输出高电平信号, 并经过音频放大电路驱动报警器报警, 提示工作人员有人非法进入; 当红外接收装置再次检测到游客非法进入时, 报警器报警, 确认游客进入危险区。

四、系统软件的设计

(一) 危险区游客位置定位算法的设计

当游客进入危险区后, 随身携带的电子标签被激活, 读写器接收到信号回波强度后, 根据定位算法进行精确定位。本系统采用 RSSI 定位算法, 该算法利用接收信号的强度来计算节点间的距离。其中接收信号的强度与传输距离间的关系用式(1)来表示, 式中 RSSI 是接收信号强度, d 是收发节点之间的距离, n 是信号传播因子, A 为信号传输距离为 1m 时接收端接收到的信号功率。

$$RSSI = -(A + 10 \cdot n \lg d) \quad (1)$$

由于上式的值容易受到环境因数的影响, 由数据分析可知通过引入环境衰减因数模型, 可以有效的减少环境因数所带来的误差^[10], 如式(2)所示。

$$RSSI = -(A + 10 \cdot n \lg d) - EAF \quad (2)$$

上式中 EAF 环境影响因数由景区环境决定, 通过大量实验验证得到, 环境因子 EAF 大概值为 13.6dBm, A 取 46dBm, n 取 3.5dBm。

采集到大量 RSSI 值后, 通过求平均值的方法得

到 RSSI 的最终值, 然后由式(2)得到读写器与标签的距离, 设 3 个读写器的位置分别为 $P_1(x_1, y_1)$, $P_2(x_2, y_2)$, $P_3(x_3, y_3)$, 则由三边测距定位算法可得读写器的位置如式(3)所示。

$$\begin{cases} (x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 = r_1^2 \\ (x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 = r_2^2 \\ (x-x_3)^2 + (y-y_3)^2 = r_3^2 \end{cases} \quad (3)$$

由式(3)可计算出读写器的坐标位置为式(4)所示。

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2(x_1-x_3)2(y_1-y_3) \\ 2(x_2-x_3)2(y_2-y_3) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_1-x_3+y_1^2-y_3^2-r_1^2+r_3^2 \\ x_2-x_3+y_2^2-y_3^2-r_2^2+r_3^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

由于三边定位法估算出坐标后存在一定误差, 为了减小误差现对测出的结果作以下优化: 设当前测量值为 L_n , 前一个测量值为 L_{n-1} , 测量值的平均值为 \bar{L}_n , 则 $\Delta L = L_n - L_{n-1}$, 设权重 ω_i 则 $L_n^* = L_{n-1}^* + \omega_i \Delta L$, L_n^*

的平均值为 \bar{L}_n^* , 记 $\omega_i = \frac{\sum_{i=1}^n (L_n^* - \bar{L}_n^*)^2}{\sum_{i=1}^n (L_n - \bar{L}_n)^2}$, 因此最终 L_n^* 值

通过控制 ω_i 可得到, ω_i 的取值范围在 0~1 之间, 通过调节 ω_i 的值来减小误差, 使其结果优化。当 $\Delta L = L_n - L_{n-1}$ 较大时, 通过减小 ω_i 来降低误差; 当 $\Delta L = L_n - L_{n-1}$ 较小时, 通过增大 ω_i 来减小误差。

本实验中测试了 11 个待定位标签, 使用了 3 个

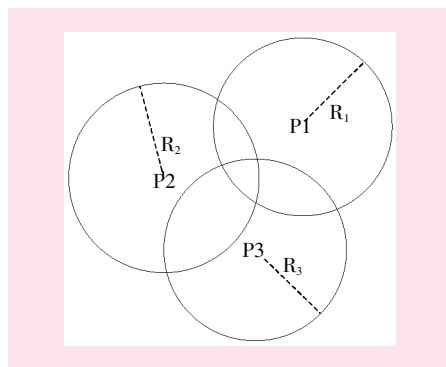


图 7 三边测量定位示意图

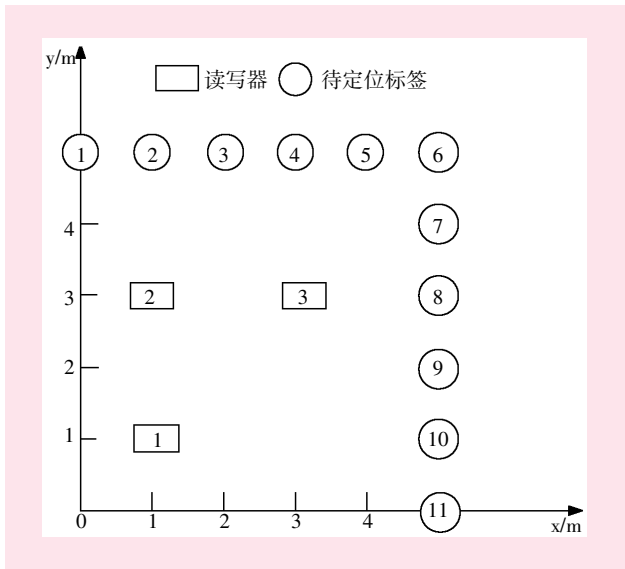


图8 标签和读写器放置位置示意图

读写器,具体放置位置示意图如图8所示,分别对每个标签进行定位实验10次,对每个标签测得的结果求平均值,其最终测量的结果和定位误差如表1所示,表1中列出了标签的实际坐标、三边测量最终定

位坐标及优化后的最终定位坐标的结果,并求出了三边测量最终定位坐标误差1和优化后最终定位坐标误差2。通过对两组测量的误差分析可以看出,使用加权值的控制使得三边测量定位算法的定位精度得到了优化和提高,为景区工作人员游客位置的准确定位提供了较好地理论参考依据。

(二)系统管理软件的设计

系统管理软件采用 Visual C++6.0 开发工具,并使用 SQL Server 2000 数据库对读写器采集到的信息进行存储、修改、查询和维护^[1]。根据系统设计的框架可以将各个子系统规划为多个功能模块实现,软件功能模块可分为位置追踪、报警功能及游客管理等模块,其中游客管理模块又可分为游客注册及游客进入危险区数据统计等功能模块,具体功能模块如图9所示。

五、结论

本文提出了一种基于 RFID 的旅游景点危险区安全管理系统,该系统各个模块已在实际中得到了应用,并取得了良好的效果,实践证明该系统对游客

表1 定位坐标及误差测量结果

标签号	实际坐标	三边测量定位坐标	误差 1	优化后定位坐标	误差 2
1	(0,5)	(0.672,6.101)	1.2899	(0.654,5)	0.654
2	(1,5)	(1.217,3.125)	1.8875	(1.101,4.218)	0.7885
3	(2,5)	(1.981,4.172)	0.8282	(2,4.381)	0.619
4	(3,5)	(2.987,4.413)	0.5871	(3.012,5.201)	0.2012
5	(4,5)	(4.471,4.201)	0.9275	(3.875,4.714)	0.3121
6	(5,5)	(5.231,4.545)	0.5103	(5.107,4.873)	0.1661
7	(5,4)	(4.515,4.102)	0.4956	(4.899,4.213)	0.3839
8	(5,3)	(4.715,2.371)	0.6906	(5.201,2.997)	0.2010
9	(5,2)	(4.811,2.215)	0.2863	(5,2.107)	0.107
10	(5,1)	(4.503,1.871)	1.0028	(4.925,1.701)	0.7050
11	(5,0)	(5.218,0.477)	0.5245	(5.018,0.225)	0.2256

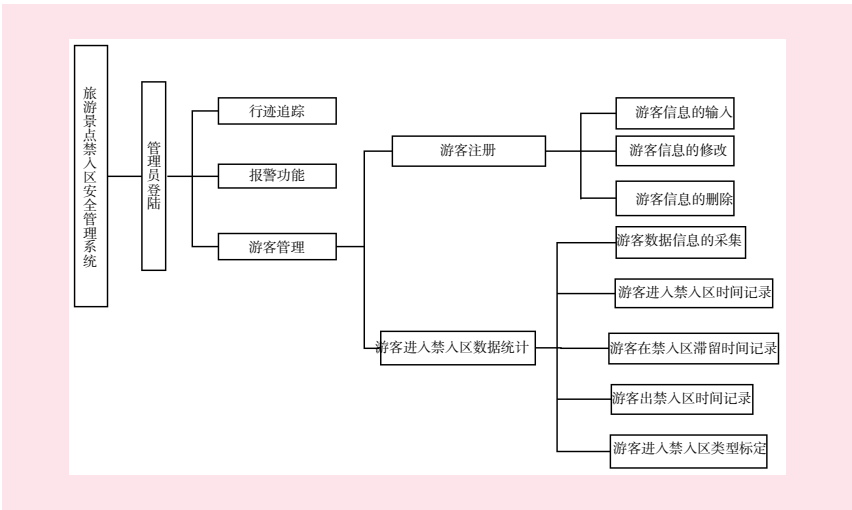


图9 系统管理软件功能模块图

进入危险区起到了很好的警示及预防作用,并有效地提高了景区工作人员对危险区的管理效率。对该系统的应用具有如下特点:(1) 利用红外报警装置达到对游客进入危险区的预防和警示作用。(2)采用射频通信模块采集游客信息并通过以太网传输至各管理计算机达到对游客远程监控作用,便于管理人员对游客进入危险区因突发事件而能够及时救援。(3)系统软件设计中采用优化后的定位算法提高了定位精度,给景区工作人员提供一定理论指导及实用价值。

参考文献:

- [1] 李坤毅,陈炫宇,黄少婷.RFID技术下的大型景区分流导航系统研究[J].旅游纵览(下半月),2014,(9):70-72.
- [2] 罗晶.基于U-RFID智能型阅读器的景区信息管理系统的设计与实现[D].电子科技大学,2014.
- [3] 郭国法,淡丹,张开生.一种旅游景点禁入区的安全管理装置及方法[P].陕西:CN104835276A,2015-08-12.
- [4] 张长森,李赓,王筱超,等.基于RFID的矿井人员定位系统设计[J].河南理工大学学报(自然科学版),2009,28(6):742-746.
- [5] 单国全,卢印举.基于RFID技术的游客游迹跟踪与追溯系统[J].电子设计工程,2012,20(23):164-168.
- [6] 王浩远,梁昌勇,俞家文,等.基于RFID技术的汽车总装MES系统研究[J].计算机技术与发展,2010,20(9):222-226.
- [7] 张开生,程红英,翟岁兵.嵌入式原理及接口技术—递阶学习之LPC2103[M].北京:清华大学出版社,2015.
- [8] 张颖,苗全利,刘小华,等.一种基于RFID技术的室内定位系统设计[J].电子设计工程,2011,19(15):50-53.
- [9] 张晓东.多用途红外线反射开关TX05D及其应用(上)[J].电子世界,2001,(1):41-44.
- [10] 李凯,杨臻.基于二进制防撞碰撞算法的RFID定位系统的设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2012,12(7):5-8.
- [11] 胡晓岚,许传森,汪剑,等.基于2.4G RFID的井下人员定位系统的设计[J].仪表技术,2009,(4):14-16.

[责任编辑:刘 骋]

Safety Management System Design Based on RFID for Dangerous Areas at Scenic Spots

DAN Dan, ZHANG Kai-sheng, WANG Jing

(College of Electrical & Information Engineering, Shanxi University of Science & Technology, Xi'an, 710021, China)

Abstract: A safety management system based on RFID for dangerous areas at scenic spots is proposed to deal with the problem of poor management there. It is constructed by electronic tags, infrared alarm device, positioning reader, master computer, remote server and management computer. The information of tourists is collected by positioning reader and their locations in the dangerous areas are positioned by RFID location algorithm. The main controller and its peripheral module, radio frequency communication module and infrared alarm module are analyzed and researched in the hardware design. In the software design, RFID localization algorithm is analyzed and improved, and system management software is also analyzed. It's proved that this system runs well and effectively in practice.

Key words: RFID; scenic spots; location algorithm; electronic reader

(上接第 66 页)

Research on the Path of Transformation and Upgrading of China's Manufacturing Industry Under the New Normal

YIN Jian-feng LONG Mei-lan

(College of Media, Guizhou Minzu University, Guizhou, 550025, China)

Abstract: Under the double pressure of financial crisis and overcapacity, the economic situation in our country is becoming more and more serious and the speed of economic growth gradually declined. The rapid growth has changed into the new normal of medium growth. At the same time, China's manufacturing industry is in a weak position, thus, the transformation and upgrading of China's manufacturing industry has become the focus of all sectors of the community. China's manufacturing industry should go the way of "intelligent manufacturing" and "high-tech industry" to upgrade a variety of ways, in order to achieve strategic transformation, and create new growth momentum, which ushered in the new and wide development space.

Key words: economic new normal; manufacturing industry; transformation and upgrading