

# 基于 Zigbee 技术的监狱囚犯位置信息系统<sup>①</sup>

杨 顺, 钟 华

(辽宁工程技术大学 电子与信息工程学院, 葫芦岛 125105)

**摘 要:** 监狱担负着社会和谐, 预防和减少犯罪的重要责任. 加强监狱的智能化、信息化管理的重要性不言而喻. 鉴于监狱管理现代化的发展, 基于 Zigbee 技术, 以 TI 公司的 CC2530/2431 为核心芯片设计了监狱人员位置信息系统. 本文阐述了系统网络拓扑结构和系统结构示意图, 详细叙述了系统基本工作原理, 给出硬件电路图和终端软件流程图, 并着重设计了移动终端的防拆电路. 系统可实现人员定位、低电量报警和防拆等功能.

**关键词:** Zigbee; 网络拓扑; CC2530/2431; 定位; 防拆电路; RSSI

## Prisoners Location Information System Based on ZigBee Technology

YANG Shun, ZHONG Hua

(School of Electronic and Information Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

**Abstract:** Prison is responsible for the social harmony and preventing and reducing crime. It's self-evident to realize the importance of strengthening the intelligent and informationbased management of prison. Considering the development of the prison using modern management, this paper designs a prisoner location information system based on zigbee technology and makes CC2530/2431 from TI as a core. It states system network topological structure and structure schematic drawing and basic working principles, gives out the hardware circuit and mobile terminal software flow chart, designs prevent removing loop circuit for the mobile terminal emphatically. The system can realize personnel location, low power alarm and anti-demolition etc. Function.

**Key words:** Zigbee; network topology; CC2530/2431; location; anti-demolition circuit; RSSI

## 1 引言

无线个域网(WPAN)技术的兴起为监狱人员的实时跟踪管理提供了新思路, 在中国高达 60%的监狱中, 囚犯的监管措施仍然以矩阵监控录像为主, 视频监控除了有死角外, 最大的缺陷是其智能化识别现场变化的能力不足, 有异常事件发生时不能及时主动报警, 更不可能提供精准的囚犯位置及状态信息.

Zigbee 技术是一种低速无线个域网技术, 结合必要的现场传感器后可组建无线传感器网络, 该网络除了网络结构灵活外, 还具备节点定位的功能, 且具有体积小、成本低、功耗省及容易安装的特点. 在监狱原有视频监控系统的基礎之上, 构建基于 Zigbee 技术的无线传感器网络, 可以极大地提升系统对囚犯的实时监管能力, 极具实用性.

## 2 系统功能及结构设计

Zigbee 无线网络由终端设备、路由器和协调器三部分组成. 囚犯位置信息系统中的终端设备制作成手表状, 使用时佩戴在囚犯手腕上, 构成移动终端; 系统中路由器位置固定, 它除了负责数据的存储、转发和路由发现功能外, 还为移动终端的位置计算提供坐标参考. 在功能方面, 要求移动终端能实时检测佩戴人的位置、体温和脉搏, 并将这些参数连同移动终端的位置信息周期性地通过网络发送给信息管理中心. 终端设备采用高强度防水耐磨 ABS 塑料, 表状终端设备设计的防拆电路可使设备被拆除或电池耗尽等状态时, 系统实时记录并发出报警.

网络拓扑结构采用树簇形设计方案. 处于网络最末端的“叶”节点是精简功能设备(RFD)即移动终端;

<sup>①</sup> 收稿时间:2012-01-06;收到修改稿时间:2012-02-23

若干个叶节点连接在一个全功能设备(FFD)上形成一个“簇”。网络中只有一个主协调器,启动建立 PAN 后,将自身短地址设置为 0, 然后开始向与它相邻的设备发送信标, 接受其他设备的连接, 形成父子关系. 在树簇形网络张所有信息沿父子层次关系“向上”或“向下”传输<sup>[1]</sup>. 系统网络拓扑结构如图 1 所示.

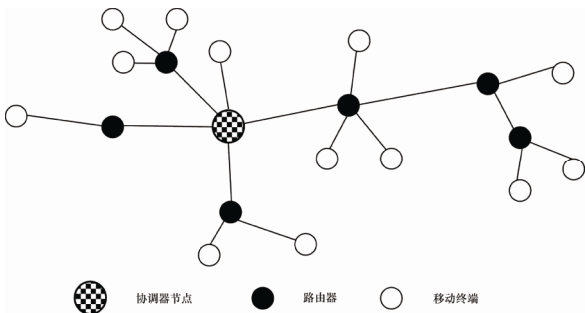


图 1 系统网络拓扑结构图

针对监狱室内和室外两种类型区域, 本系统分别采用单参考点区域定位和多参考点坐标定位的方案, 合理配置, 节约成本. 系统设备配置示意图如图 2 所示<sup>[4]</sup>.

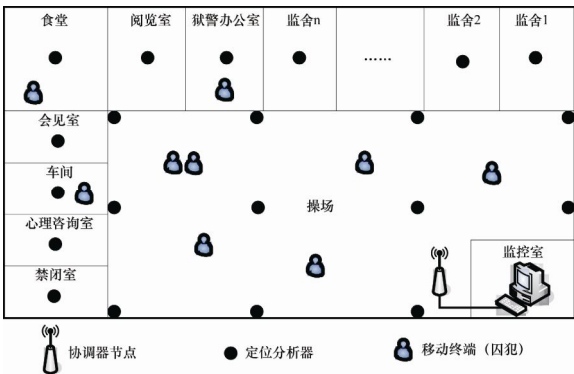


图 2 系统设备配置示意图

每一个终端拥有一个独一无二的 16 位短地址, 作为身份识别的凭证. 内置的 CC2431 模块会完成定位和数据采集功能, 再将数据传递给参考节点. 定位分析器完成路由功能并将数据转发给协调器. 协调器节点主要负责 Zigbee 网络的启动和配置, 并将定位信息等传递至 PC 机. 具体工作过程为: 当罪犯处于信号覆盖区域内, 所佩戴的移动终端发送短地址经由定位分析器传至协调器节点, 再通过串口以有线方式传至 PC 机中. 管理监控软件通过对犯人所处位置信息的分析, 判断该名犯人的活动是否处于正常范围, 若超出正常范围, 自动发出报警信号即可实现定位监测功能.

表状终端设备上设计了防拆电路, 设备被拆除或电池耗尽等状态都会被系统实时记录并发出报警.

### 3 系统硬件设计

#### 3.1 节点设计

本文针对监狱使用这一特殊情况, 要求系统稳定性强、低成本以及低功耗. 协调器节点和路由节点的核心芯片采用 CC2530, 而定位节点则选用 CC2431. 这两款 TI 公司芯片均为 8 位微控制器, 芯片内部包含 Zigbee 射频模块. CC2431 与 CC2530 相比多了 RSSI 引擎<sup>[3]</sup>.

##### 3.1.1 协调器节点

协调器节点是组建监狱无线定位网络的基站, 实现两种通信网络之间数据的交换与协议的转换, 实现对节点的监测<sup>[1]</sup>. 协调器节点采用 CC2530, 其内部高度集成了 2.4GHz 射频收发器, 其射频电路只需极少外部元器件, 所以可增强系统稳定性. 供电范围为 2V-3.6V, 工作电压为 1.8V. 其电路设计如图 3.

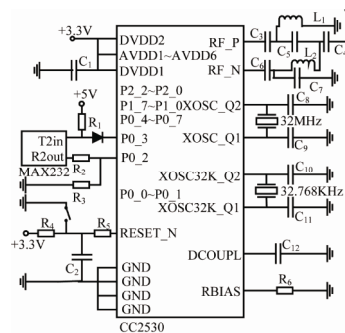


图 3 协调器节点电路图

##### 3.1.2 路由器

路由器安装在无线信号覆盖的区域内且位置固定, 是已知位置的节点<sup>[1]</sup>. 设计采用 CC2530, 为移动终端提供其坐标和 RSSI 平均值. 可选用外接电源或内置电池的供电方式, 根据不同要求放置在监狱的所有建筑物内, 包括宿舍、食堂, 甚至是外出劳动现场也可迅速搭建系统, 完成监控. 该设备采用铸铝外壳, 可有效防雨淋及静电损伤.

##### 3.1.3 移动终端

终端节点采用的 CC2431. 内部集成 CC2420 射频收发器, 可实现多跳自组无线网络. 其硬件定位引擎与软件定位方法相比具有速度快、精度高、不

占用处理器时间的特点. 定位估计以 0.5m 为单位, 耗时少于 40 μs, 定位偏差低于 3m<sup>[1]</sup>. 其具体电路设计如图 4.

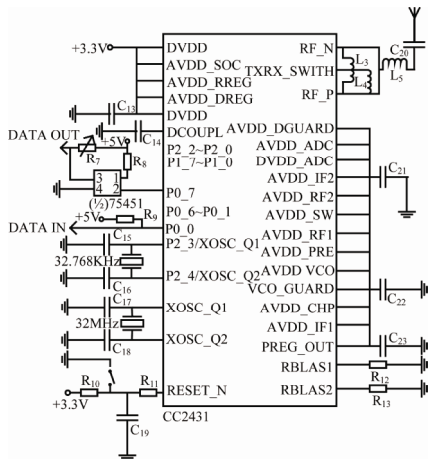


图 4 移动终端电路图

实验时, 定位数据误差一般不可避免, 从而可能导致误定位. 可增加定位节点的数量, 提高定位精度. 实际安装时, 除增加定位节点数量, 还应该考虑放置定位节点的位置以减小信号衰减. 此外, 系统与视频监控相配合使用, 可有效解决误定位.

### 3.2 防拆回路设计

防拆回路基于光电转换原理, 采用光接收器 HFBR2416 和光发射机 HFBR1414, 组成光通信系统. 原理示意图如图 5.

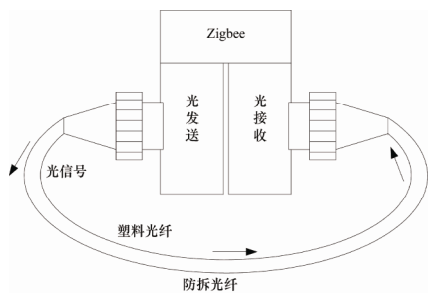


图 5 防拆回路原理示意图

持续不断的发送电信号, 经过电-光-电转换, 构成回路. 一经破坏, 光纤被损, 不能接收连续发送的电信号, 立刻报警, 达到防拆目的. 在佩戴时, 根据囚犯不同调节腕带大小后, 再调节内置在腕带内联通防拆回路的塑料光纤.

## 4 终端软件设计

通信协议选用 ZigBee2006. 终端设备上电后, 进行信道扫描后搜寻网络, 成功建立连接后定时采集并传递数据. 当有定位节点进入网络中时, 开始定位. CC2431 采用 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 定位算法<sup>[3]</sup>. 定位结果与预先设置的区域界限值相比较, 判断是否违规. 若人员处于违规区域, 自动报警, 若处于安全区域, 则继续接收数据进行下一次定位. 防拆检测、电量检测和心跳体温检测同时进行. 流程图如图 6.

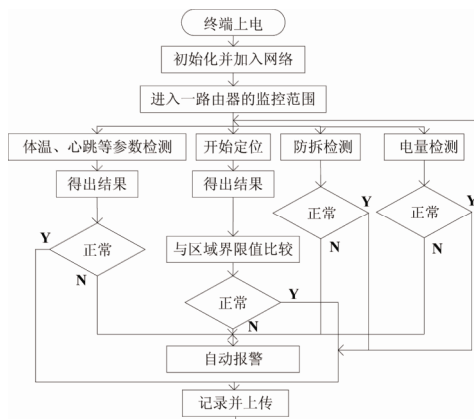


图 6 终端软件流程图

## 5 结语

基于 zigbee 技术的囚犯位置信息系统采用有线与无线传输相结合的组网方式, 系统灵活稳定、功耗低. 实际实施时应注意墙体阻隔、信号衰落等因素, 合理放置路由器. 本系统和现有监狱监控设施联合使用, 使监狱管理更加科学、严密, 对监狱内犯罪行为起到很好的预防作用, 具有实用性.

### 参考文献

- 1 吕治安. ZigBee 网络原理与应用开发. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.5-10.
- 2 孙晓亮, 蔡开裕. 基于 ZigBee 技术的监狱人员定位系统的研究与设计. 科技信息, 2010, (17).
- 3 周慧君. 基于遗传算法的 ZigBee 节点定位技术研究[硕士学位论文]. 武汉: 湖北工业大学, 2011.
- 4 李文仲, 段朝玉. ZigBee 无线网络技术入门与实战. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.42-71.