

基于 CC2430 的无线搜救定位系统^①

李晓乐 林 翥 (湖南大学 电气与信息工程学院 湖南 长沙 410082)

摘要: 提出了一种基于 CC2430 的便携式无线搜救器的设计方法。该设计方法根据佩戴在遇难人员身上的 CC2430 射频卡发往搜救器的无线数据帧所含的 RSSI 值,通过数学转换为遇难人员与搜救器之间的距离,从而判断出两者之间的距离以及遇难者所处的位置,并且运用调度算法优化了通信,增加了在通信繁忙时的数据传输的稳定。实验证明,该设计方法具有良好的精度和灵敏度,满足实际应用的要求。

关键词: CC2430; 无线搜救; RSSI 802.15.14/Zigbee; 优先调度

A Wireless Search and Rescue System Based on CC2430

LI Xiao-Le, LIN Hui

(Department of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: A design method of the portable wireless searcher based on CC2430 is proposed. In this method, the values of RSSI of the wireless data frames from CC2430 RF card on the person in trouble sent to the searcher are changed into the distance values between the person in trouble and the searcher by mathematic transform, thus the above distance and the location of the person are estimated. Furthermore, this method uses schedule algorithm to optimize the communication and improve the stability of the data transmission in busy communication. The experiments show that the design method provides good accuracy and sensitivity, and can meet the requirement in reality.

Keywords: CC2430; wireless; RSSI; 802.15.4/Zigbee; priority scheduling

随着国家经济发展,对矿山及煤矿资源的依赖性也日益增大,因此而导致的矿山灾害也日益增多。在抢救遇难人员时,方便,快捷,定位精确的搜救系统就显得尤为重要,本文正是基于这一思想,利用无线射频芯片自组网的特性,通过佩戴在遇难者身上不断传回的数据值,从而确定遇难者的所处位置,并迅速的进行营救。

1 无线搜救器原理

无线搜救器系统的主要工作原理是在 802.15.14/Zigbee 网络中被称为终端的射频卡(佩戴在遇难人员身上)以一个固定的时间频率往协调器(手持搜救器)发送数据帧,在该数据帧中包括一个接收信号强度值

(RSSI),信号强度的衰减和距离成指数衰减的关系^[1],两者之间的关系为:

$$RSSI = -(10n \log_{10} d + A) \quad (1)$$

其中 d 表示距离, n 为信号传播常量, A 为每米信号接收强度,根据实验数据分析, n 值得最佳范围为 3.25-4.5, A 值得最佳范围为 45-49。对(1)式进行等价变换,可得:

$$d = 10^{((ABS(RSSI) - A) / (10 * n))} \quad (2)$$

然后根据 d 的变化便可以动态的得知搜救器与终端之间的距离以及方位的变化。

2 系统总体设计

整个无线搜救器包括两部分,一个是射频卡终端,

① 基金项目:湖南省科技厅重点项目(2006SK2014)

收稿时间:2009-09-02;收到修改稿时间:2009-10-13

平常工作时作为人员考勤卡使用，灾难发生时，具有定位遇难者位置的功能，主要芯片是 CC2430。无线搜救器由三星公司的 ARMS3C2440 和 CC2430 构成，主要功能为收集射频卡终端发来的数据并进行定位处理。

2.1 无线射频终端

射频卡终端选用 TI 公司的 CC2430 做为无线射频芯片，该芯片是 Chipcon 公司生产的首款符合 802.15.14/Zigbee 技术的射频系统单芯片。适用于各种 ZigBee 或类似 ZigBee 的无线网络节点，包括调谐器、路由器和终端设备。其具有非常显著的低成本、低耗电、网络节点多、传输距离远等优势，具有以下主要特点：集成符合 IEEE802.15.4 标准的 RF 无线电收发机；优良的无线接收灵敏度和强大的抗干扰性；硬件支持 CSMA/CA 功能；数字化的 RSSI/LQI 支持。CC2430 的硬件应用电路如下图所示，因为考虑到无线射频终端每个员工都需佩戴一个，从节约成本角度出发，采取了一种简单典型的设计方法，电路使用一个非平衡天线，连接非平衡变压器可使天线性能更好。电路中的非平衡变压器由电容 C341 和电感 L341、L321、L331 以及一个 PCB 微波传输线组成，整个结构满足 RF 输入/输出匹配电阻(50Ω)的要求。内部 T/R 交换电路完成 LNA 和 PA 之间的交换。R221 和 R261 为偏置电阻，电阻 R221 主要用来为 32 MHz 的晶振提供一个合适的工作电流。用 1 个 32 MHz 的石英谐振器(XTAL1)和 2 个电容(C191 和 C211)构成一个 32MHz 的晶振电路。用 1 个 32.768 kHz 的石英谐振器(XTAL2)和 2 个电容(C441 和 C431)构成一个 32.768 kHz 的晶振电路。电压调节器为所有要求 1.8V 电压的引脚和内部电源供电，C241 和 C421 电容是去耦合电容，用来电源滤波，以提高芯片工作的稳定性。

2.2 无线搜救器

无线搜救器由控制模块、接收模块、电源模块、显示模块以及存储模块组成。控制模块主要有三星公司的 S3C2440 构成，主要负责接收由射频接收模块发送过来的数据并对其进行处理，提供实时时钟及看门狗的功能。通过指示灯和蜂鸣器对搜救工作的状态进行指示。接收模块由 CC2430 构成，主要负责接收无线射频终端的数据，802.15.14/Zigbee 协议处理以及执行 BI 和 SI 的动态调度算法。存储模块存储各

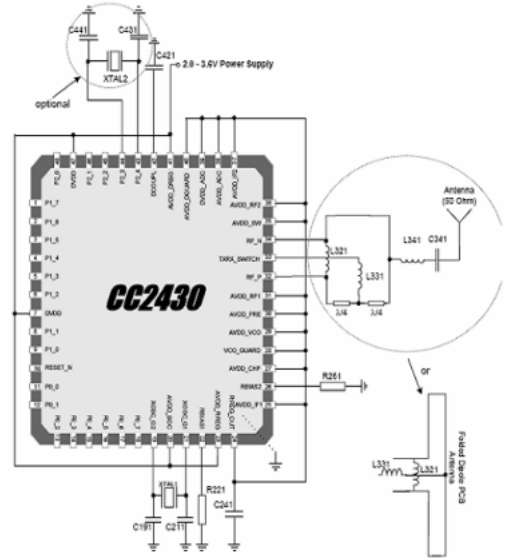


图 1 CC2430 电路应用图

种与应用相关的数据，主要通过外部的 RAM 和 ROM 扩展来实现。电源模块为尽量减少系统的功耗满足电池供电的要求，在硬件设计中采用了低功耗的器件，如射频芯片，RS-232 芯片，存储芯片等都能在 3.3V 下正常工作。LCD 显示模块实时的将遇难者总数，遇难者与搜救器之间的距离，遇难者的个人信息如 ID 编号等显示在 LCD 显示屏上。硬件连接框图如下所示：

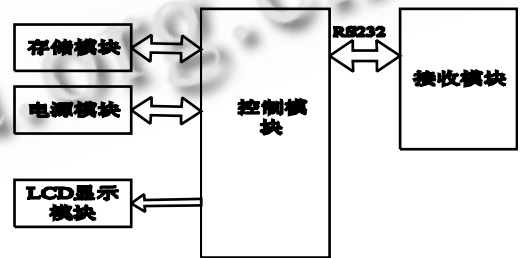


图 2 搜救器硬件框图

2.3 系统软件实现

无线搜救器系统分为无线搜救器和人员终端射频卡两部分，终端无线搜救器做为网络中的协调器，负责建立一个信标使能的网络[2]，并允许有加入请求的终端射频卡加入到网络中来，当加入成功后，便可进行数据的传送，软件流程图如图 3 所示。终端射频卡在无灾难发生时作为考情卡使用，当灾难发生时则作为定位卡使用[3,4]，流程如图 4。

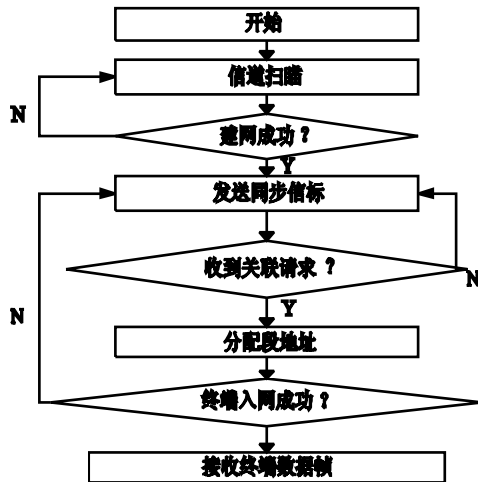


图 3 协调器流程图

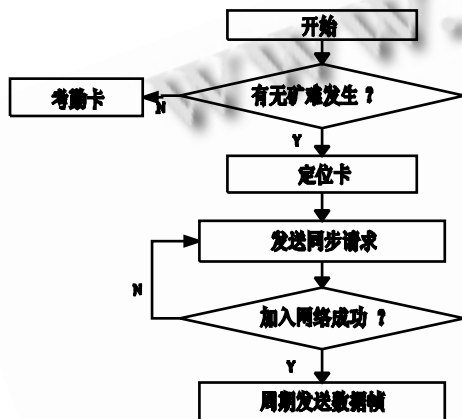


图 4 终端流程图

2.4 BI 和 SI 的动态设定调度算法

无线搜救器在搜寻遇难者的时候需要收集大量的 RSSI 值来进行定位，这就意味着网络的通信非常繁忙。一般的网络对于信标间隔(BI)和超帧活动区间(SD)都是设定为定值的，但是在通信繁忙的时候协调器或路由器就有可能因为其传输的数据量大，而其超帧活动区间又比较小，有可能引发数据包丢失等情况，从而成为网络数据传输的瓶颈。本系统从实际实验出发，采取了一种动态设定 BI 和 SI 的方法，流程如图 5 所示。

3 实验结果分析

在 Zigbee 网络的几种拓扑结构中，簇-树状拓扑具有建网迅速，节点加入网络成功率高以级路由途径多等特点，并且具有网络自愈功能，且因路由器具有

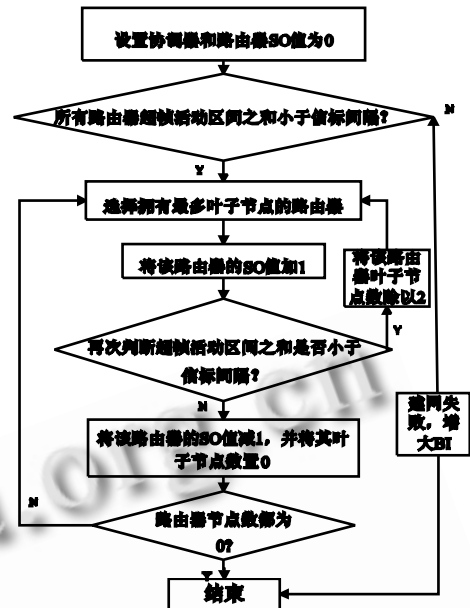


图 5 算法流程图

数据转发能力，可实现更大数据量的传输，所以在实验中，我们将射频卡的类型全部设置为路由器，拓扑结构为簇-树状拓扑。通过 Packet Sniffer CC2430 IEEE802.15.14 软件跟踪的数据帧中每帧字节数计算出在每个超帧活动区间内终端传输的数据量，下面是 BO 和 SO 为定值与动态设定 BO 和 SO 值两种情况下的数据传输量的对比：

表 1 传输数据对比表

BO,SO 设定为定值		BO,SO 动态设定	
终端所处位置	传输数据量	终端所处位置	传输数据量
无阻碍物	759 bps	无阻碍物	2709 bps
隔墙	501 bps	隔墙	2188 bps
沙坑	365 bps	沙坑	1432 bps

由表 1 可知，在动态设定 BO 和 SO 值时，可显著增大传输数量，从而大大增加定位时的精度和搜救器的灵敏度。

在采取动态设定 BO,SO 值方法时，对无线搜救系统的精度和灵敏度进行实验可得：当无线搜救器距离终端射频卡 45 米左右便可搜索到终端卡的信号，此时定位误差在 3 米以内，随着两者之间距离的接近，定位误差相应减少，在 20 米左右定位误差可控制在 1 米以内，考虑到这是在实验状态下得出的结论，在实际应用中因各种环境的干扰，灵敏度与定位精度都会

(下转第 219 页)

有所下降,但是一般矿山中的甬道的长度大部分都是在 10 多米左右,定位误差在 0.7 米左右。综合以上实验数据,该无线搜救器系统是可以满足实际工程中的应用的。

4 结语

通过采集各个射频终端卡的 RSSI 值,实现了定位和搜救功能,并利用动态设置 BO,SO 的方法,创新性的运用到无线搜救领域,最优化了信标间隔,解决了数据传输瓶颈的问题,从而间接的提高了定位的精度和灵敏度。在此设计基础上,定位的精度和节点穿透能力还需要做进一步的完善和研究。

参考文献

- 1 张洁颖,孙懋珩,王侠.基于 RSSI 和 LQI 的动态距离算法.电子测量技术,2007,(2):1 - 3.
- 2 IEEEStd 802.15.4-2003. Standard for telecommunication and information exchange between system-local area medium access control(MAC) and physical layer (PHY) specifications for low rate wireless personal area network(WPAN).
- 3 瞿雷,刘盛德,胡咸斌. ZigBee 技术及应用.北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- 4 李文仲,段朝玉. ZigBee2006 无线网络与无线定位实战.北京:北京航空航天大学出版社,2008.