

基于 Zigbee 的区域定位及通信控制系统*

王敬卿, 章杰, 程树英

(福州大学 物理与信息工程学院 微纳器件与太阳能电池研究所, 福建 福州 350108)

摘要: 介绍了一种基于 Zigbee 技术的区域定位及通信控制系统。系统采用 TI 公司的 CC2430/CC2431 芯片进行设计, 主要功能为在既定区域内实现对系统终端的定位、系统终端间的语音通信以及管理中心对系统终端的控制。系统使用的外围器件少, 具有成本低、功耗小、定位精度理想、传输语音的音质较好等优点。

关键词: Zigbee; RSSI; 区域定位

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)04-0058-03

Design and realization of regional positioning communication system based on Zigbee

Wang Jingqing, Zhang Jie, Cheng Shuying

(College of Physics and Information Engineering, Institute of Micro-Nano Devices and Solar Cells, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Based on Zigbee wireless communications technology, a regional positioning communication system has been designed. TI's CC2430/CC2431 chip is used in the system. The main function is to realize the positioning of the system terminal, and achieve the speech communication and the control of the system terminals. This system uses few external components, and it has advantages of low cost and power consumption, ideal location accuracy and good sound quality.

Key words: Zigbee; RSSI; regional positioning

随着无线通信和无线传感器网络技术的发展, 基于位置的服务显得越来越重要。在室外环境下, 全球定位系统(GPS)及北斗系统已经较为成功地解决了定位问题。而在室内或者某些较为狭窄封闭的环境下, GPS 系统会由于卫星信号被阻隔而无法完成定位。与此同时, 室内定位服务的需求却日益增加。因此, 室内定位技术的研究成为各大高校、研究机构和企业的一个研究热点^[1]。由于 Zigbee 技术具有低数据速率、自组网、近距离、低成本、低复杂度、低功耗等^[2-3]优点, 因此本系统以 Zigbee 技术为框架进行设计。

本文以一个大型室内货物仓库为系统的实施目标进行研究。一般而言, 在一个大型货物仓库的日常运营中通常会存在以下几个问题: (1) 货物管理员对仓库的搬运工人及车辆日常工作的管理是模糊的, 欠立体感; (2) 货物管理员很难在仓库各个区域间及时调配与货物

吞吐量相应的工人和车辆; (3) 当某区域货物吞吐量激增时, 管理员不能很恰当地优先调配其附近的人员及车辆; (4) 搬运工之间、搬运工与仓库管理员之间不能及时、清晰、无误地传达信息; (5) 搬运工作所需人手多, 运营成本高。

为了减少此类问题的出现, 本系统应实现以下功能: (1) 调度管理员可以实时掌握每辆搬运车和每名搬运工在仓库内的具体位置; (2) 在实现定位的同时, 仓库工作人员之间可以进行一对一的信息发送及语音通信; (3) 调度中心应具备较为高效的货物信息处理及相应的调度模式甚至远程控制功能。

这样, 货物调度管理员就可以根据不同区域的货物搬运工作量、搬运物品的紧急程度、贵重等级等信息及时调配相应的搬运人员与搬运车辆。此外, 还可以根据工作人员的调配请求, 选择调配附近区域的搬运车辆及搬运人员, 从而提高工作效率, 减少由于相互信息不畅而造成的混乱现象。

* 基金项目: 福州市科技局资助项目(2012-PT-47)

网络与通信

Network and Communication

1 系统整体方案

本系统按硬件可以划分为定位及控制网关、定位辅助器、车辆定位终端、工作人员的手持终端以及调度管理中心,如图1所示。

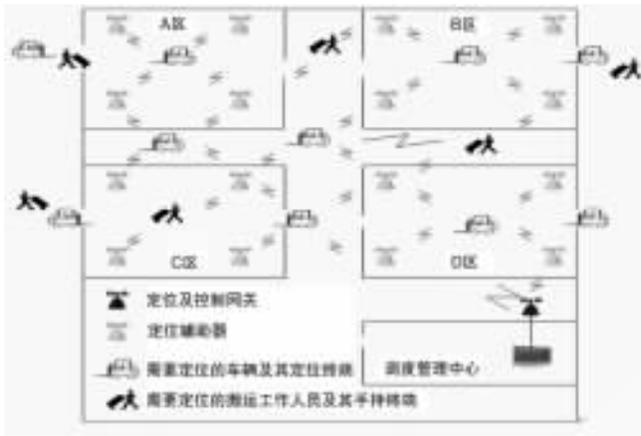


图1 仓库定位及通信控制系统示意图

图1中,定位及控制网关负责在仓库中建立、维护与管理无线网络,发布调度控制命令等功能;定位辅助器在仓库中所处位置已确定,用来对所需定位器件进行定位;车辆定位终端是用来实现车辆定位的车载器件;手持终端用来实现人员定位、信息发送及语音通信;调度管理中心则指管理员根据定位结果以及搬运需要及时有效地调度管理仓库工作人员与车辆的硬件PC机及相关定位监控软件。

在本系统中,定位及控制网关与定位辅助器以 Zigbee CC2430 通信节点代替,而车辆定位终端以及工作人员的手持终端则是以 Zigbee CC2431 通信节点代替。

2 系统功能实现

本系统按功能还可以划分为可视化定位、节点间通信、车辆控制以及调度管理中心。

2.1 可视化定位

本系统中的定位功能是基于 CC2431 无线定位引擎的 RSSI 算法实现的。

RSSI 是指通信节点接收到的无线信号强度大小^[4]。RSSI 的理论值可以表示为:

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

式中, n 为信号传播常数; d 为与发送者的距离; A 为距发送者 1 m 时的信号强度。

在 RSSI 定位中,已知节点的信号发射强度,接收节点根据收到信号的强度计算出信号的传播损耗并利用理论模型将传输损耗转化为距离,再利用已有算法得出节点的位置^[5-6]。

可视化定位功能实现步骤如下:连接网关与 PC 机;根据仓库的实际布局,在仓库顶部等间隔安装定位辅助器;网关建立网络,定位辅助器、定位终端、手持终端加入网络;在调度中心的定位监控软件上配置各个定位辅助器的具体坐标,并添加实景图;手持及定位终端根

据接收到的各个定位辅助器的 X 、 Y 坐标值及定位辅助器与定位终端之间的 RSSI 值,依靠其内部的定位引擎进行定位运算,从而得出自身在有效区域内的 X 、 Y 坐标值^[7]。定位引擎的输入输出及操作流程如图2、图3所示。

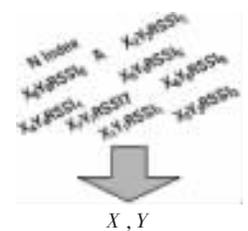


图2 定位引擎的输入与输出

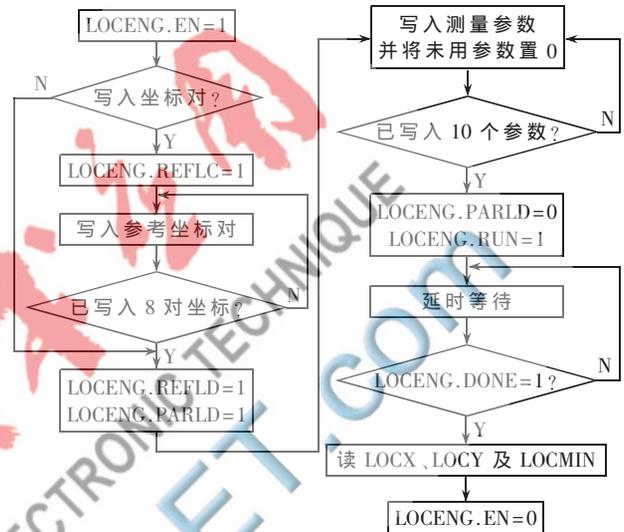


图3 定位引擎操作流程

在定位引擎计算出定位结果之后,每个定位终端会将自身的坐标值发送给网关,由网关汇总传送给调度管理中心并通过定位监控软件把所有定位终端的位置显示出来。

2.2 节点间通信

语音通信系统图如图4所示。系统以 CC2430/2431 芯片为核心,利用其 8051 单片机内核的 ADC 外设完成对语音信号的 A/D 转换,利用 PWM 功能构成 DAC 完成语音的播放,数据的收发则通过片内的 RF 前端完成,外围附加放大与滤波电路^[8]。

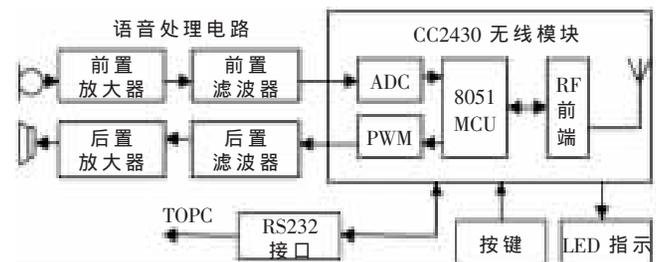


图4 语音通信系统框图

本方案充分利用 CC2430 的 12 位 A/D 转换器和可编程 PWM 通道,实现语音信号的 A/D 和 D/A 转换,从而无需外部的语音 Codec(编解码器)器件,降低了成本,系统更加精简^[9]。而该 MCU 的低功耗特点也可以大大延长系统工作时间^[10]。语音传输系统的硬件电路如图5所示。

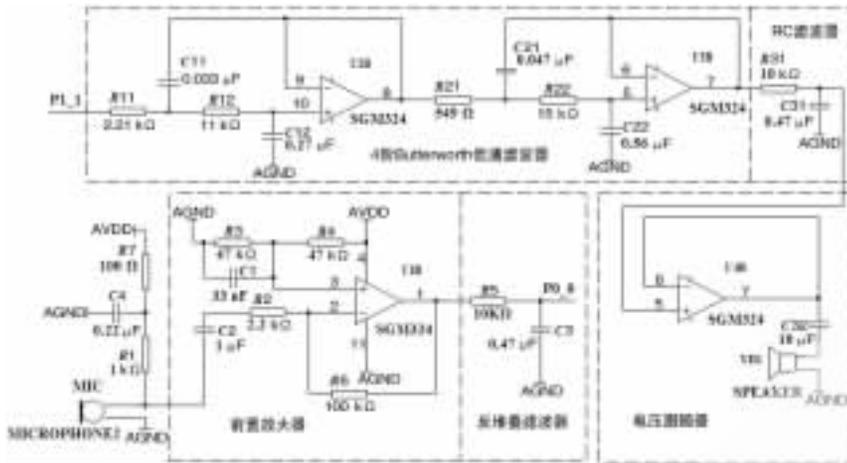


图5 语音传输系统的硬件电路

本方案设计为网关与手持终端间的半双工通信。网络建立后,网关与手持终端都处于无线接收状态,网关可以通过“通话”、“停止”两个按键主动控制与手持终端的通话与停止。手持终端如需通话,则应按“请求”键向网关发出申请,如果网关空闲,则发命令给手持终端开启通话。网关停止通话需要按“停止”键,此时手持终端会停止语音发送,并通知网关。

2.3 车辆控制

由于现实条件的限制,在本论文中,货物搬运车由遥控小车模拟。同时,为保证系统的整体性与完整性,系统需要调度管理中心能够实现对智能小车的控制,这里分两步来完成。首先实现搬运车上的定位终端对智能小车的控制。然后在PC机上通过上位机控制系统协调器,再由协调器控制车载定位终端,最终实现控制智能小车的目的。

2.4 调度管理中心

调度管理中心是指仓库管理员依据可视化的定位结果以及现实需要来管理仓库工作人员及搬运车辆的硬件PC机及相关定位监控软件。

当某一区域有搬运需要时,货车司机将提前发出通知。管理员只需在定位监控软件的货物信息表输入本次货物的吞吐量、贵重等级、紧急程度、是否易碎品、是否需要冷藏保鲜等信息,调度中心就会根据该区附近空闲人员的人力效率、熟练程度等信息自动生成调配信息表,并把此调配信息与货物吞吐量、贵重等级、紧急程度等信息下达到相关人员的手持及车载定位终端,从而实现节省时间、避免失误、最大化工作效率的目的。

此外,有时会出现货物吞吐量与可调配工作人员比例不符的现象,而在本系统中,工作人员可以利用手持终端传达需要增加人手的信息给管理员,或者直接给附近其他的工作人员发送调配请求,这样就可以避免许多由于信息不畅而造成的混乱等现象。并且,仓库管理员可以在调度管理中心通过定位监控软件全程实时看到每辆搬运车以及每位工作人员在仓库中所处的位置。

本系统中,由于现实条件的限制,货物搬运车由智能遥控小车充当,以模拟当货物搬运路线为直线或者其他复杂程度不高的线路时,管理人员可以直接通过定位监控软件遥控车辆的移动,或者让车辆自动往返搬运,以实现减少人力成本、提高工作效率的目的。

本系统模拟车辆的控制软件是在Microsoft Visual Studio 6.0上用C++语言编写而成的。本控制软件的功能有:(1)选择管理员所需控制车辆并控制所选车辆前后左右的移动;(2)配合定位显示进行控制操作,并在操作窗口实时显示出操作者的各项操作步骤;(3)控制软件将各操作步骤按照操作时间进行数据保存。

本文以一个大型物流仓库为实施目标,较全面地展示了集人员车辆定位、语音通信、车辆控制、信息处理等功能的区域定位及通信控制系统。该系统可以广泛应用于各种居民生活小区与物流仓库。

通过本系统,管理人员可以在调度管理中心的PC机上直观地观察到已佩戴定位终端的工作人员及车辆在有效区域内的具体位置,使定位可视化。此外,当仓库某一进货车口有货物需要进出仓库时,调度管理员只需要在定位监控软件上输入此次货物的吞吐量、紧急程度、贵重等级、是否保价、是否需要特殊处理等信息,调度管理中心就会根据该区附近空闲人员的人力效率、熟练程度等信息自动生成调配信息表,并将此调配信息与货物信息直接下达给相关人员的手持终端及车载定位终端,通知该进货车口附近的相关工作人员和货物搬运车在该进货车口待命。此外,本系统还可以实现工作人员之间、工作人员与调度管理员之间发送调配请求、进行语音通信或搬运车辆的无人驾驶等功能,从而达到节省搬运时间、避免工作失误、减少人力成本、提高工作效率的目的。

参考文献

- [1] Zigbee Alliance Inc. Zigbee Specification (Version 1.0) [A]. 2005.
- [2] Texas Instruments. Simple API for Z-Stack [A]. 2007.
- [3] 李文钟, 段朝玉. Zigbee 无线网络入门与实战 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [4] 倪巍, 王宗欣. 基于接收信号强度测量的室内定位算法 [J]. 复旦学报, 2004, 43(1): 72-76.
- [5] 张洁颖, 孙懋珩, 王侠. 基于 RSSI 和 LQI 的动态距离估计算法 [J]. 电子测量技术, 2007, 30(2): 142-145.
- [6] 王福豹, 史龙, 任丰原. 无线传感器网络中的自身定位系统和算法 [J]. 软件学报, 2005, 16(5): 857-868.
- [7] 李文钟, 段朝玉. Zigbee 2006 无线网络与定位实战 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.

- [8] IEEE Society.IEEE std.802.15.4.2003 : wireless medium access control(MAC) and physical layer(PHY) specifications for low rate wireless personal area networks(LR-WPANs) [S].2003.
- [9] 徐正弟,庄奕琪,韦奋.基于 Zigbee 的语音通信技术[J].单片机与嵌入式系统应用,2007(3):77-79.
- [10] 敬朝晖,赵峰,朱庆源,等.基于 IEEE802.15.4 实现无线语音通信[J].信息技术,2009(8):45-49.
(收稿日期:2012-10-18)

作者简介:

王敬卿,男,1984年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统、物联网开发。

