

一种基于 433MHz 的 RFID 新型室内定位系统

魏纵横 潘爵雨 张新平 胡斌杰 韦岗

(华南理工大学电子与信息学院, 广州 510640)

摘要: 为解决 GPS 系统在室内环境失效的问题, 同时降低多径效应造成的影响, 实现复杂环境下的室内定位, 研究与开发了一种基于 433MHz 射频识别技术的新型室内定位系统。设计了以 PIC16F876 和 CC1020 为核心的系统硬件平台, 参考 ISO18000-7 标准规划了系统的通信协议, 开发了基于 C++ 的软件界面, 并在界面中嵌入 Landmarc 定位算法, 实现了实时定位的功能。实验结果表明该系统具有高灵敏度、低成本的特点, 可实现复杂室内环境下的高精度定位。

关键词: 射频识别; 室内定位; 433MHz; 通信协议; 软件界面

A Novel Indoor Location System Based on 433MHz RFID

Wei Zong-Heng, Pan Jue-Yu, Zhang Xin-Ping, Hu Bin-jin, Wei Gang

(School of electronic and information engineering,

South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: GPS system is ineffective in the indoor environment and the multi-path effect affects the location accuracy which makes indoor location a tough task. In order to solve this problem, a RFID Indoor Location System operating at 433MHz was presented. The hardware platform is constructed by using PIC16F876 and CC1020, the system communication protocol is based on ISO18000-7 and the man-machine interface with embedded Landmarc location algorithm which realizes the real time location service (RTLS) is based on VC++. Experiments indicate that the high accuracy location in the complicated indoor is realized. The system has the features of high sensitivity and low-cost.

Key words: RFID; indoor location; 433MHz; communication protocol; software interface

随着无线通信技术的发展, 基于位置的服务受到了越来越多的关注。定位服务在普通的商业活动、科学研究、抢险搜救等行业都有重要的应用。全球定位系统 (GPS) 在室外定位已经获得了广泛的应用^[1], 但在人类活动最频繁的室内环境, 由于建筑物的覆盖作用, 卫星信号无法穿透, 也就失去了定位功能。此外, 由于室内环境复杂, 多径效应明显, 射频信号的相互干扰也阻碍着室内定位技术的发展。目前主要的定位方法包括以下四种: 到达角度法(AOA)、到达时间(TOA)、到达时间差(TDOA)、接收信号强度法(RSS)。接收信号强度法由于其在室内环境下的良好表现, 成为了室内定位的优选方案, 目前有近 60% 的室内定位系统使用该方法进行定位^[2], 如: 蓝牙技术、ZigBee 技术、无线局域网技术和射频识别(RFID)技术等^[3-6]。由于蓝牙、ZigBee、无线局域网都是工作在 2.45GHz, 信号抗衰减能力弱, 通信距离短, 绕射能力差, 在室内受多径效应影响很大^[7]。而射频识别技术覆盖了整个 UHF 频段, 工作频率可选择 433MHz、

868/915MHz 和 2.45GHz, 且具有非视距、非接触式的特点, 考虑到多径效应和室内定位技术的特点, 本文提出了一种基于 433MHz 的有源射频识别室内定位系统的方案, 并以此方案构建了一种工作于 433MHz 的室内定位系统。该室内定位系统主要由硬件平台、通信协议、软件界面三部分组成, 定位流程如图 1 所示。

本系统的优势在于: (1) 工作于 433MHz 的 RFID 系统, 通信距离长, 信号绕射能力强, 只需要几毫瓦的发射功率就可以进行 100 米以上的稳定通信。(2) 使用 CC1020 芯片作为系统的射频模块, 动态范围宽, 可以检测从 -35dBm 到 -125dBm 的信号, 单位信号强度为 0.6dBm, 系统具有很高灵敏度。(3) 射频识别模块具有发射、接收和休眠三种状态, 当系统不工作时, 自动进入休眠状态, 降低了系统功耗。同时在电源部分, 还加入了欠压报警模块, 用户可以在软件界面监控整个网络的电源工作状态, 适时更新电池, 防止模块失效。

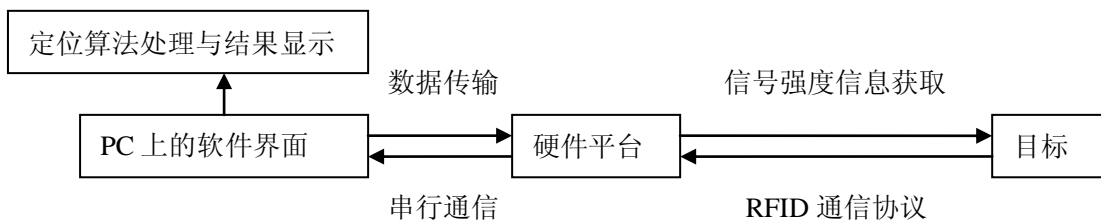


图 1 室内定位系统工作示意图

Fig.1 The working principle of Indoor Location System

1 基于 PIC16F876 和 CC1020 的硬件平台搭建

射频识别系统的硬件平台主要包括阅读器和电子标签两部分。阅读器负责从标签读取数据，并将数据经相应处理后发送给 PC 主机。电子标签主要负责等待和响应阅读器指令。考虑到室内定位所要求的通信距离、发射功率、成本以及功耗等，这里选择有源电子标签进行系统构建。阅读器和电子标签的基本构成包括微控制模块、射频模块、电源及外围电路等。接收信号强度法（RSS）中，射频模块需要满足收发稳定、信号检测灵敏度高、发射功率小等特点，本系统选择了 CHIPCON 公司的 CC1020 射频芯片和 MICROCHIP 公司的 PIC16F876 芯片分别作为系统的射频模块与微控制模块^[8,9]。

图 2 为最小系统硬件平台模块图，该系统中各子模块功能如下：

- （1）接收信号强度采集模块：该数据采集模块主要由 CC1020 片上的数字 RSSI 指示器，加上外围滤波单元组成，拥有单位强度为 0.6dBm 的高灵敏度和 -35dBm—125dBm 的信号探测范围。
- （2）LCD 模块：用于系统数据的实时显示，包括系统信息、测试数据、定位坐标信息等。
- （3）COM 串行接口：主要利用 PIC16F876 芯片上集

成的 USART 子模块，外接以 MAX232 为核心的驱动电路，构成硬件平台与 PC 机之间通信的标准串行接口。

（4）射频模块串行配置接口：主要利用 PIC16F876 上的双向 I/O 口，实现对射频模块的串行编程、串行通信等功能。

（5）工作状态指示模块：阅读器和电子标签都包含了发射、接收、休眠三种状态，利用发光二极管 LED 进行工作状态指示，方便对系统进行监控。

（6）电源控制模块：包括稳压和欠压报警两个功能，当输入电压大于 3V 时，电源模块将电压稳压为 3V 后再供给系统；当输入电压低于 3V，则发出欠压报警信号，欠电指示灯亮，提示更换电池。

2 系统通信协议规划

为了保证阅读器与电子标签通信的稳定性，提高数据传输的可靠性，实现高精度的室内定位，考虑系统系统的兼容性和通用性，本方案中依据 ISO/IEC 18000-7 标准，对系统通信协议进行了规划。

CC1020 的协议格式见表 1，包括了前缀、设备地址、数据指令单元和 CRC 校验码。依据 18000-7 标准，阅读器到标签的通信数据格式见表 2，其中厂商 ID、用户 ID 和附加参数为可选项，由命令类型来决定是

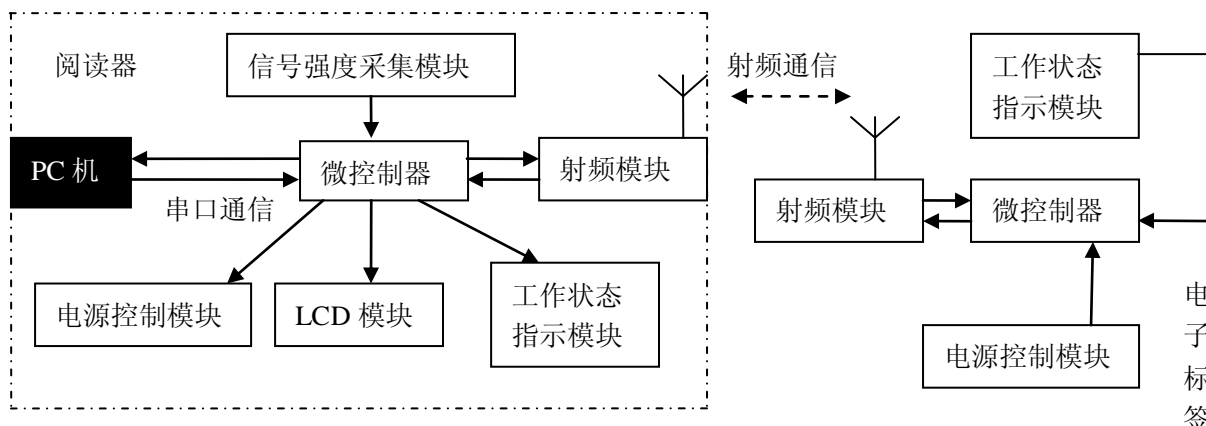


图 2 最小系统硬件平台模块图（一个阅读器与一个电子标签）

Fig.2 Hardware platform module of the minimum system (One reader and one tag)

否使用。标签响应阅读器的通信数据格式见表 3。在阅读器获得各个标签的接收信号强度数据后，通过 LANDMARC 算法处理，可获相应的定位结果^[10]。

表 1 CC1020 通信数据格式

Table 1 Communications format of CC1020

前缀	设备地址	数据单元指令	CRC 校验码
----	------	--------	---------

表 2 阅读器到标签的通信数据格式

Table 2 Communications format from reader to tag

前缀	命令类型	厂商 ID	标签 ID	阅读器 ID	指令代码	附加参数	CRC
----	------	-------	-------	--------	------	------	-----

表 3 标签响应阅读器的通信数据格式

Table 3 Communications format from tag to reader

标签状态	消息长度	阅读器 ID	标签 ID	厂商 ID	用户 ID	数据	CRC
------	------	--------	-------	-------	-------	----	-----

3 软件界面开发

软件界面的开发基于 VC++6.0,界面如图 3 所示。PC 机通过 RS232 与主阅读器进行通信，获得的数据储存在基于 ADO 类的数据库中。在 C++语言程序的编写中，采用 MFC 的 CDC 类绘出测试环境（网格、跟踪标签），采用 CPen 类绘制目标标签，该标签的坐标由 LANDMARC 算法计算获得，采用 CBrush 类实现数据显示的界面更新，以达到实时跟踪。

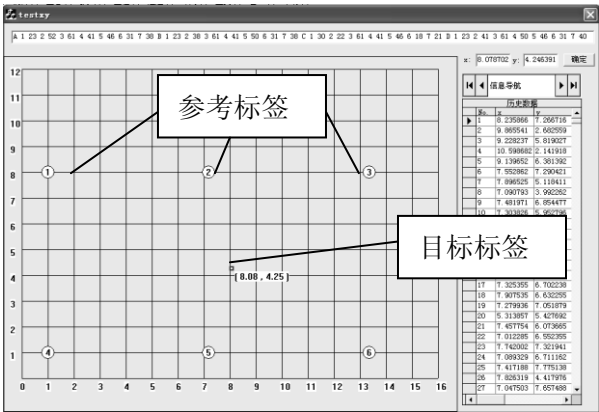


图 3 软件界面图

Fig 3 Picture of Software Interface

4 系统测试与结果分析

实验中使用了四个阅读器，六个参考标签，一个目标标签和一部笔记本电脑。测试地点：选在长 11 米，宽 6 米，高 3 米的射频实验室（见图 4）。

测试中，对目标标签在室内 10 个不同位置进行连

定位，各个位置的定位误差如图 5 所示。



图 4 系统测试图

（椭圆圈内为电子标签，矩形圈内为阅读器）

Fig. 4 Picture of System Test

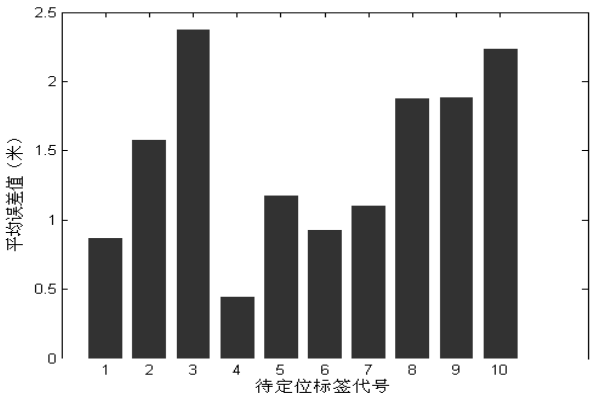


图 5 系统测试结果

Fig. 5 Experiment results of the system

5 结语

本文设计了一种新型的射频识别室内定位系统，该系统利用 433MHz 射频信号穿透能力较强、通信距离较大，以及具有高灵敏度信号强度探测能力的特点，获得了良好的室内定位效果。同时，本系统依据 ISO18000-7 标准规划的通信协议和电源管理模块则增加了系统的通用性、兼容性和稳定性。

本论文得到了国家自然科学基金 60671023 和广东省科技计划项目 2007A05100024, 2009A080207006 的资助。

参考文献

1. P. Enge and P. Misra, “Special Issue on GPS: The Global Positioning Systems”[J], Proc, IEEE, 1999, 87 (1) : 3-172

Liu, Houshang Darabi, Pat Banerjee, et al,

“Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems”[J], IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, 2007, 37 (6) : 1067 - 1080

3. Antti Kotanen, Marko Hännikäinen, Helena Leppäkoski, et al, “Experiments on Local Positioning with Bluetooth”[C], Proceedings of the International Conference on Information Technology: Computers and Communications 2003 (ITCC.03): 297 - 303

4. Ville A. Kaseva, Mikko Kohvakka, Mauri Kuorilehto, et al, “Wireless Sensor Network for RF-Based Indoor Localization”[M], Hindawi Publishing Corporation EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, Volume 2008, Article ID 731835, 27 pages

5. Widyawan, Martin Klepal, Dirk Pesch, et al, “Influence of Predicted and Measured Fingerprint on the Accuracy of RSSI-based Indoor Location Systems”[C], 4th WORKSHOP ON POSITIONING, NAVIGATION AND COMMUNICATION, 2007 (WPNC'07) : 145-151

6. R. Want, “An Introduction to RFID Technology”[J], IEEE Pervasive Computing, 2006. 5(1): 25 - 33

7. Finkenzeller Klaus. 射频识别(RFID)技术[M] 陈大才译. 北京:电子工业出版社, 2001.

Finkenzeller Klaus. Radio Frequency Identification (RFID) Technology[M]. Translate by Chen Da-cai. Beijing: Electronics Industry Publishing House, 2001(in Chinese).

8. CC1020 Single Chip Low Power RF Transceiver for Narrowband Systems. US: Chipcon Products from Texas Instruments, 2006.

9. PIC16F87X Microcontrollers. US: Microchip Technology, 2001.

10. L.M.Ni, Y. Liu, Y. C. Lau, and A. P. Patil, et al, LANDMARC: Indoor Location Sensing Using Active RFID[C], in Proceedings of PerCom, 2003: 407 - 415