

# 基于 Nios II 的 RFID 物流管理系统设计与实现

刘奕铭<sup>1</sup>, 孙科学<sup>1,2</sup>, 王淑媛<sup>1</sup>, 周文斌<sup>1</sup>

(1. 南京邮电大学 电子科学与工程学院, 江苏 南京 210023;

2. 江苏省射频集成与微组装机工程实验室, 江苏 南京 210023)

**摘要:** 当今社会, 物流管理越来越受到人们的重视, 为提高物流管理系统效率, 减少出错率, RFID 物流管理系统被提出。同时因为嵌入式技术具有灵活性强、集成度高以及价格低廉等优势, 利用嵌入式技术实现 RFID 成为主流。设计了一种基于 Nios II 的 RFID 物流管理系统, 该系统由 Nios II 嵌入式软核、FPGA 开发组件、拨码开关、LCD 液晶屏、矩阵键盘等组成。该系统可以对一定范围内的仓库物品信息实现实时读写, 并将结果显示在液晶屏上, 用户可以通过键盘选择查看相应信息, 方便对于仓库中的货物进行动态管理。该系统支持多标签同时操作, 可以用于仓库管理, 提高物流管理的效率, 减少出错率。

**关键词:** 无线射频识别; Nios II; 物流管理系统; 防碰撞算法

**中图分类号:** TP302

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2016)10-0142-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2016.10.031

## Design and Implementation of Logistics Management System of RFID Based on Nios II

LIU Yan-ming<sup>1</sup>, SUN Ke-xue<sup>1,2</sup>, WANG Shu-yuan<sup>1</sup>, ZHOU Wen-bin<sup>1</sup>

(1. School of Electronic Science and Engineering, Nanjing University of Posts and

Telecommunications, Nanjing 210023, China;

2. Jiangsu Province Engineering Lab of RF Integration & Micropackage, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** Nowadays, people pay more and more attention to logistics management. In order to improve the efficiency of logistics management system and reduce the error rate, the RFID logistics management system is proposed. At the same time, because the embedded technology has the advantages of flexibility, high integration and low price, the use of embedded technology to achieve RFID becomes the mainstream. A RFID logistics management system based on Nios II is designed, and the system includes the Nios II embedded soft core, FPGA development kit, dial code switch, LCD and matrix keyboard. The system can achieve real-time reading and writing of warehouse goods information in a certain range, and show the results on the LCD screen. The user can select the relevant information through the keyboard to facilitate the dynamic management of the goods in the warehouse. The system supports multiple tags operations, which can be used for warehouse management, improving the efficiency of logistics management, reducing the error rate.

**Key words:** RFID; Nios II; logistics management system; anti-collision algorithm

## 0 引言

随着全球经济一体化的推行, 物流产业在服务业中的地位越来越高。而全球电子商务、供应链由于信息传递的不及时、信息失真、信息交换错误所造成的损失每年高达数千亿美元。如今, 随着无线通信技术的发展, 将 RFID 技术应用于物流管理系统具有提高效

率、减少出错率等优点<sup>[1-4]</sup>。而随着嵌入式技术的快速发展, 当前嵌入式技术具有软件代码较小、自动化程度较高、反应速度较快等显著特征<sup>[2-8]</sup>。

目前利用嵌入式技术实现 RFID 已经逐渐成为主流, 其实现方式是利用 Linux 和 ARM 处理器为核心并通过扩展无线通信模块实现物流管理系统<sup>[9-11]</sup>。文中

收稿日期: 2016-01-15

修回日期: 2016-04-20

网络出版时间: 2016-09-19

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(61271334); 江苏省高校自然科学研究面上项目(15KJD510001); 南京邮电大学实验室工作研究重点课题(2016XSG02); 大学生创新训练计划

**作者简介:** 刘奕铭(1994-), 男, 研究方向为数字信号处理及其 FPGA 实现; 孙科学, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为电子电路设计、嵌入式系统与通信软件设计。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160919.0843.066.html>

采用 Nios II 软核实现物流管理系统,比起 ARM 更灵活,同时分析了所用的防碰撞算法并给出了系统的具体实现。文中设计了一个实现空中接口通信协议 ISO18000-6B 基本通信功能的 RFID 数字基带系统。通过 DE2 开发板的 Cyclone II EP2C35FPGA 与 Nios II 嵌入式处理器与外围电路实现相应功能,使得系统可以对一定范围内的仓库物品信息实现实时读写,并将结果显示在液晶屏上,用户可以通过键盘选择查看相应信息。

## 1 系统总体设计

文中所述的 RFID 系统总体设计包括一个阅读器与八块应答器(见图 1),而阅读器又包括 Nios II 软核

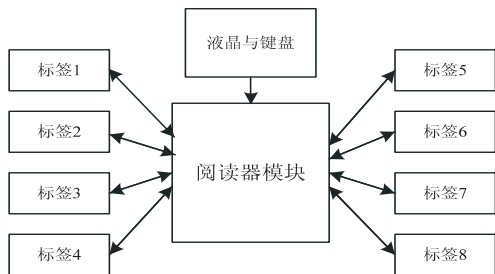


图 1 RFID 系统总体设计框图

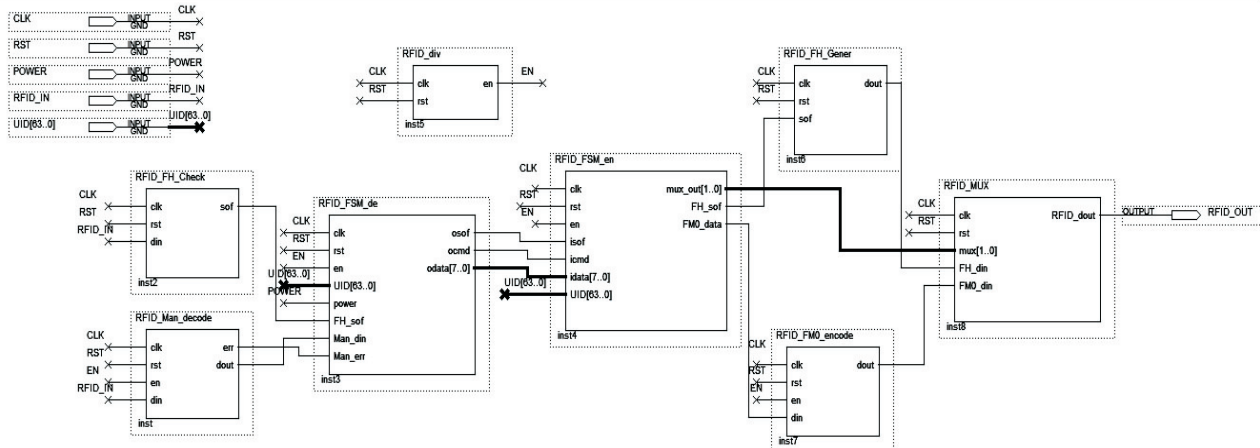


图 2 应答器总体设计框图

数据流由 din 输入,首先经过前导码检测模块,检测到帧头即发送 sof 通知后级,随后曼彻斯特码解码模块负责解出信息,由下行帧解析模块解析并判断是否应答,随后上行帧组帧模块组帧并且控制前导码生成模块生成前导码,信息由 FMO 码编码模块编码输出。通过这些模块的配合完成一个通信过程的应答。

整个系统运行时钟为 40 kHz,由于前导码检测模块、前导码生成模块、曼彻斯特码解码模块、FMO 码编码模块需要解数字基带信号,因此采用双倍速率 80 kHz 解码。

## 2.2 阅读器设计

阅读器为数据以分为 Nios II 软核与基带信号处

与基带信号处理模块。MCU 负责处理用户交互与数据管理,基带信号处理模块负责处理数字基带信号并且把结果汇总到 Nios。应答器有八块,用于模拟多个电子标签冲突,实现验证防碰撞算法的功能。

用户将阅读器打开后,阅读器自动检测一定范围内的应答器,并向其发送通信命令,应答器收到命令后向阅读器发送自身信息,通信双方均遵循 ISO18000-6B 协议。由于实际情况中会有大量应答器同时应答的情况,阅读器之后通过防碰撞算法读取收到的每一个应答器的信息并将其通过上位机处理,最终将这些信息通过液晶屏显示给用户。用户可以通过键盘来选择查看每一个应答器所带有的不同信息,达到物流管理的目的。

## 2 系统关键技术详细设计与实现

### 2.1 应答器设计

应答器包括前导码检测模块、曼彻斯特码解码模块、下行帧解析模块(包括 Gold 序列生成模块与 CRC 校验模块)、上行帧组帧模块、FMO 码编码模块、前导码生成模块以及辅助模块分频与输出数据选择。整体结构图如图 2 所示。

理模块。Nios II 软核涉及软件部分(详见后文),这里只介绍基带信号处理模块。阅读器的基带信号处理模块包括前导码检测模块、FMO 码解码模块、上行帧解析模块、阅读器防碰撞算法模块、下行帧组帧模块(包括 CRC 校验模块)、曼彻斯特码编码模块、前导码生成模块、辅助分频模块以及输出数据选择。整体结构图如图 3 所示。

数据流由 din 输入首先经过前导码检测模块,检测到帧头即发送 sof 通知后级,随后 FMO 解码模块负责解出信息,由下行帧解析模块解析。最终解析结果直接反馈给阅读器防碰撞算法模块,由其运行防碰撞算法并且正确得到单一的 UID 时与上位机(Nios II 软

核处理器)通信,最终决定下面的行为。得到发送命令帧的指令后指令将传递给下行帧组帧模块由其组帧

并且发送。

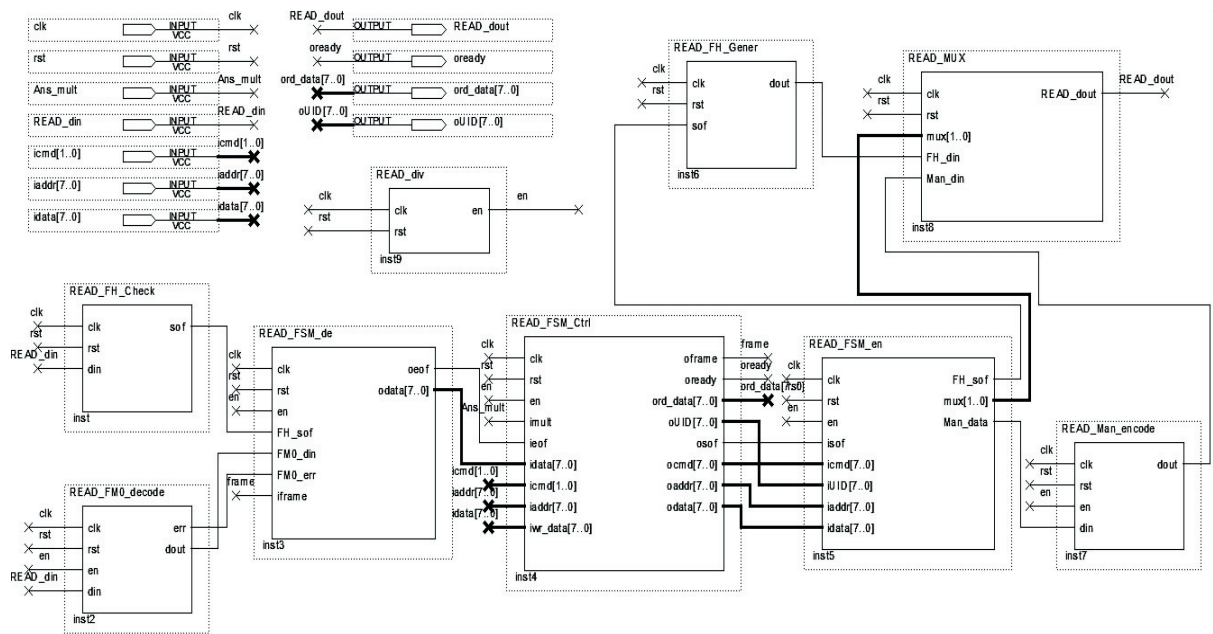


图 3 阅读器(基带信号处理模块)总体设计框图

整个系统运行时钟为 40 kHz,由于前导码检测模块、前导码生成模块、曼彻斯特码编码模块、FMO 码解码模块需要解数字基带信号,因此采用双倍速率 80 kHz 解码。

2.3 防碰撞算法设计

文中所设计的 RFID 物流系统中,应答器与阅读器间的通信采用 ISO18000-6 通信标准。ISO18000-6 是 UHF 频段 RFID 的国际标准,UHF 射频产品适合于远距离识别,且对环境的影响较小,目前受到了广泛的关注<sup>[12-14]</sup>。其中,根据 RFID 相关参数的不同又分为 ABC 三种类型。随着 RFID 标签的大规模应用,标签的碰撞问题严重影响了 RFID 系统的性能,而防碰撞算法是解决该问题的关键<sup>[13]</sup>。对于防碰撞算法,A 类使用 ALOHA 算法,B 类使用二叉树算法,C 类使用时隙随机反碰撞算法。由于 B 类具有帧格式简单、实现简单等优点,文中使用 B 类,即二叉树算法。具体流程见图 4。

当阅读器收到上位机指令后进入防碰撞算法流程。整个流程可以简单概括为:阅读器先向应答器发送选择命令(成功命令)。若接收到单一应答,则未发生碰撞,流程结束。若接收到多个应答,则发生碰撞,阅读器向应答器发出失败命令等待结果,如果响应超时则发送成功命令(组选命令)。

2.4 Nios II 设计

Nios II 嵌入式处理器是由 Altera 公司推出的,采用哈佛结构、具有 32 位指令集的第二代片上可编程的软核处理器,其最大优势和特点是模块化的硬件结构,

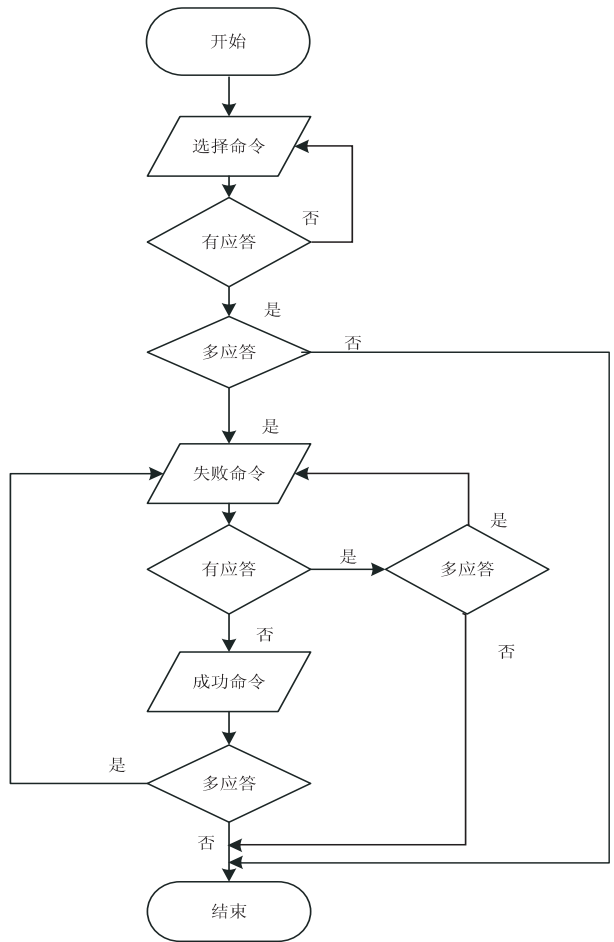


图 4 防碰撞算法流程图

以及由此带来的灵活性和可裁减性。将 Nios II 嵌入式处理器软核应用到数字信号处理器中,大大增强了整个设计系统的灵活性和完整性<sup>[15]</sup>。

文中所述系统的软件部分主要由 Nios II 嵌入式处理器完成。软件部分总体可以分为系统调度模块、12864 液晶驱动模块、矩阵键盘驱动模块、阅读器数据处理通信模块。其中,系统调度模块负责整个系统的任务调度、函数调用等。12864 液晶驱动模块与矩阵键盘驱动模块使用的是成熟的驱动,完成与系统调度函数接口后,利用系统 API: void display ( char \* s, char, char ); void KeyScanISR ( void \* context, ulong id ); 可以完成对 12864 液晶的输出与对矩阵键盘的输入。

显示模块第一行显示此时是第几个标签,总共有几个标签;第二行显示当前标签的 UID;第三行显示电子标签内部存储器的信息;第四行显示需要写入的库存代号。

阅读器数据处理通信模块完成对阅读器数字逻辑部分的通信与数据处理。系统开始后模块让阅读器处于识别指令状态运行防碰撞算法识别出电子标签;等待响应后对电子标签有效数据进行读取,获得货物信息;同时改写入库信息等,完成所有读写操作后丢弃该标签,识别下一个标签。获得的信息均暂存到运行 RAM 中,等待用户查询或处理。

### 3 系统工作流程

系统开始工作后,显示欢迎界面,等待用户操作。若此时有货物入库,则系统读取并存入货物信息。如有多件货物入库,则经防碰撞算法后读写并存储货物信息。用户可以通过矩阵键盘的相关按键实时查看当前存储的货物的具体信息,进行相应管理。具体流程图如图 5 所示。

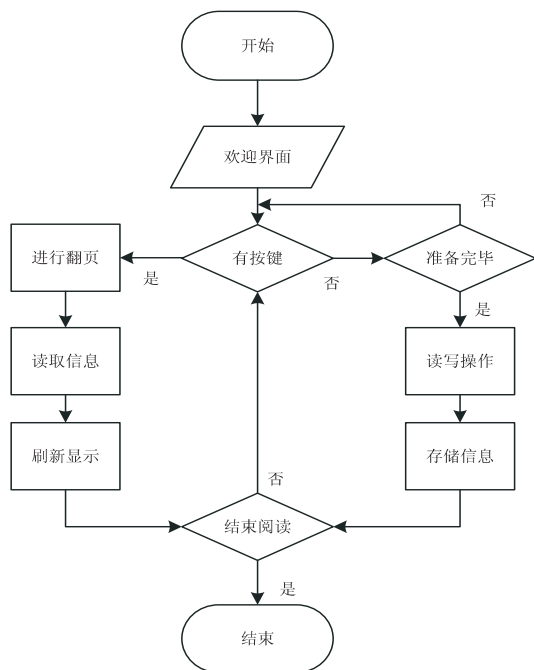


图 5 系统工作流程图

### 4 结束语

文中采用 Nios II 软核来实现物流管理系统,相较于采用 ARM 来实现更灵活和方便。同时也分析了所用的防碰撞算法并给出了系统的具体实现。测试结果表明,该系统可以对一定范围内的仓库物品信息实现实时读写,并将结果显示在液晶屏上,用户可以通过键盘选择查看相应信息,方便对于仓库中的货物进行动态管理。

#### 参考文献:

- [1] 肖楠,郑文岭,马文丽,等.一种基于 RFID 的物流管理系统的设计[J].计算机技术与发展,2008,18(7):237-239.
- [2] 孙高峰.浅谈嵌入式软件技术的现状与发展动向[J].烟台职业学院学报,2013(2):74-76.
- [3] 杨海钢,孙嘉斌,王慰.FPGA 器件设计技术发展综述[J].电子与信息学报,2010,32(3):714-727.
- [4] Altera Corporation. CycloneII device handbook, volume1 [EB/OL]. 2007. <https://www.altera.com/products/fpga/cyclone-series.html>.
- [5] 杜亚江,雷斌,高博,等.仓储管理中 RFID 系统的研究与设计[J].兰州交通大学学报,2007,26(6):92-95.
- [6] Yang X, Meng L, Yu F, et al. Design and test of a RFID UHF tag [C]//Proceedings of Pacific-Asia conference on circuits, communications and systems. [s. l.]: IEEE, 2009: 346-349.
- [7] Ying C, Zhang Fuhong. A system design for UHF RFID reader [C]//Proceedings of 11th IEEE international conference on communication technology. [s. l.]: IEEE, 2008: 301-304.
- [8] El-Medany W M. FPGA implementation of RDR Manchester and D-Manchester CODEC design for wireless transceiver [C]//Proceedings of NRSC 2008. [s. l.]: IEEE, 2008: 1-5.
- [9] 李珍香,李国,李德兴.基于 ARM 的 RFID 智能安全管理系统设计与实现[J].计算机工程与设计,2010,31(12):2744-2748.
- [10] 叶鹏,马俊,王威.基于 ARM 的 RFID 智能物流管理系统设计与实现[J].计算机工程与设计,2013,34(10):3475-3479.
- [11] 陈彩华,龙卫兵.基于 ARM-3S 的物流监控系统研究与设计[J].计算机测量与控制,2011,19(6):1361-1363.
- [12] 杜平.基于 FPGA 的 FMO 编码设计[J].移动通信,2014,38(16):54-57.
- [13] 姜武,杨恒新,张昀.一种改进的查询树 RFID 标签防碰撞算法[J].计算机技术与发展,2015,25(2):86-89.
- [14] Information technology-radio frequency identification for item management-part 6: parameters for air interface communications at 860 to 960 MHz[S]. [s. l.]: [s. n.], 2004.
- [15] 赵佩丽,李小珉,卞小林.Nios II 处理器在数字信号处理中的应用[J].电气电子教学学报,2007,29(6):47-49.