

跳跃式二进制防碰撞算法的设计与实现

孙科学,张 瑛,周明秀

(南京邮电大学 电子科学与工程学院,江苏 南京 210046)

摘 要:标签碰撞是射频识别系统中的关键问题,它降低了标签的识别速率,增加了 RFID 系统的时间开销以及无源标签的能量消耗。文中针对射频识别系统中的标签识别率不高的问题,提出并设计了一种适用于 FPGA 实现的新型防碰撞算法。该方法结合二进制树算法和后退式索引算法,通过曼彻斯特码解码,实现碰撞位的位置判断,在执行过程中跳过了完整二进制树的空闲节点。性能分析和 FPGA 实现测试显示,该算法识别效率接近于 50%,在识别效率以及吞吐率方面都有很大的改善。

关键词:射频识别技术;防碰撞算法;跳跃式二进制防碰撞算法

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)04-0059-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.04.014

Design and Implementation of an Anti-collision Algorithm of Jumping Binary

SUN Ke-xue,ZHANG Ying,ZHOU Ming-xiu

(College of Electronics Science and Engineering,Nanjing University of Posts and Telecommunications,
Nanjing 210046,China)

Abstract:RFID tags collision is a key problem in the RFID system,which increases the energy consumption and time overhead of passive tags,reducing recognition rates. Aiming at the label recognition rate is not high for the radio frequency identification system,put forward and design a new kind of anti-collision algorithm is suitable for FPGA to realize. This method is combined with the binary-tree algorithm and binary anti-collision algorithm,implement the position of judging the collision bit by the Manchester decoding,skip during the execution complete binary number of idle nodes. Analysis of performance and the results of FPGA implementation show that the proposed algorithm has improved the identification efficiency and the throughput,and the identification efficiency nearly to 50%.

Key words:radio frequency identification technique;anti-collision algorithm;jumping binary anti-collision algorithm

0 引 言

标签防碰撞技术是射频识别系统的关键技术之一,它决定着 RFID 系统的识别速度和识别效率,是实现多目标快速识别的前提条件^[1,2]。在 RFID 系统的应用中,经常会出现多个阅读器和标签的应用场合,这就可能造成标签之间或者阅读器之间的相互干扰,这种干扰称为碰撞。这种碰撞增加了 RFID 系统的时间开销以及无源标签的能量消耗,降低了标签的识别速率^[3,4]。

防碰撞算法主要解决从多个标签中,快速、准确地选出所需的一个标签与读写器进行数据通信,并在一

定时间内完成对所有标签识别的问题^[5]。在高频(HF)段,标签的防碰撞算法一般采用 ALOHA 及其相关算法来避免碰撞;在超高频(UHF)段,主要采用二进制搜索算法;防碰撞算法研究的方向和发展趋势是在保持一定成本和复杂度的条件下,最大限度地减少搜索时间,提高识别效率^[6-8]。由于受到标签生产成本的限制,目前时分多路法为常用的标签防碰撞方法。现在已有的防碰撞算法有随机问询的 ALOHA 算法、分隙 ALOHA 算法,信息的最好利用率分别为 18.4%和 36.8%,但是随着标签数量的增大,性能会急剧下降^[9,10]。

文中结合二进制树算法和后退式索引算法,提出了一种新型的防碰撞算法——跳跃式动态二进制防碰撞算法。该算法通过曼彻斯特码解码,实现碰撞位的位置判断,算法在执行过程中跳过了完整二进制树的空闲节点。性能分析和 FPGA 实现测试显示,该算法识别效率接近于 50%,在识别效率以及吞吐率方面都

收稿日期:2012-07-18;修回日期:2012-10-22

基金项目:南京邮电大学青蓝计划(NY210036);教改项目(JG03310JX02,JG003311JX26,PD00211JG32,JG00312JS10)

作者简介:孙科学(1981-),男,硕士,讲师,研究方向为嵌入式技术与通信信号处理。

有很大的改善。

1 防撞算法的系统建模

由于 RFID 系统终端由读写器与标签共同组成,防撞算法的执行过程需要读写器与标签之间的数次信息交互来完成。所以算法的 Verilog HDL 设计包含标签与读写器两个物理模块。相互关系如图 1 所示:



图 1 标签与读写器相互通信示意图

EPC 标签模块由一个曼彻斯特编码器模块实现,RFID 读写器模块由曼彻斯特解码器模块、LIFO 模块和控制整个算法的状态机模块三个基本的功能模块组成。其结构关系如图 2 所示。

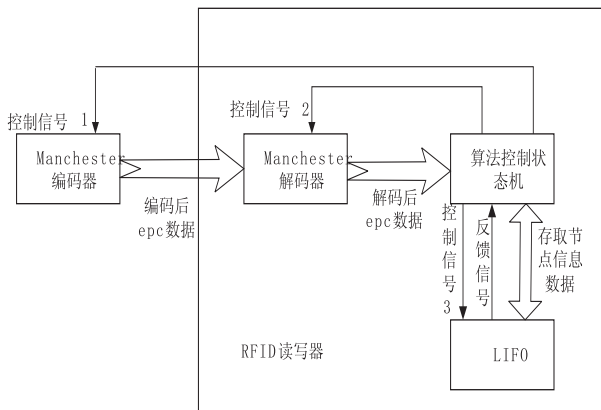


图 2 RFID 防撞算法功能模块连接方式

2 跳跃式二进制树形防撞算法流程图及其 FPGA 实现

2.1 跳跃式二进制树形防撞算法流程图

跳跃式二进制树形防撞算法的工作流程如下:

首先 RFID 读写器内的状态机每隔 100us 时间发送一次 call 命令;读写器有效范围内的标签收到 call 命令后,判定 call 命令,如果 call 命令满足条件则发送 epc 码给读写器,否则不作应答;读写器把标签发来的数据进行 Manchester 解码,如产生碰撞则根据解出碰撞位标志进行下一次 call 命令,没有碰撞发生则存储 epc 码并使该标签进入睡眠状态;循环以上操作直到读写器范围内的所有标签被识别。其流程图见图 3。

确定数据发生碰撞的位置是跳跃式二进制防撞算法的关键,而根据曼彻斯特编码的特点就可以确定数据发生碰撞的位置,具体如下:当两个以上标签数据返回给读卡器时,由于返回的数据包含标签的唯一

EPC 码,会在同时返回的某一位上出现不同的位值,这样就出现上升沿和下降沿抵消的现象。这样的波形信号将不能识别为‘0’或‘1’,即读卡器认为在该数据位上发生了碰撞问题。

为了便于算法描述,定义 call 和 sleep 两个命令,其命令格式分别为 $\text{call}(\text{epc}, m)$ 和 $\text{sleep}(\text{epc}, m)$ 。当标签 EPC 码与 $\text{call}(\text{epc}, m)$ 命令中 epc 参数中的前 m 位相同时,向 EPC 标签作出应答;否则 EPC 标签则处于空闲状态不作应答。当标签 EPC 码与 $\text{sleep}(\text{epc}, m)$ 命令中 epc 参数中的前 m 位相等时,EPC 标签进入睡眠状态;使标签脱离读写器的作用范围,才能重新激活睡眠标签,再次对 call 命令作出应答。

2.2 算法效率分析

对于一个具有 N 个叶节点的二进制树,其分支节点的数目为 $(2N - 1)$,对于本算法的二进制树分支节点的数目即为标签的数目,也就是读写器发送 call 命令的次数。从而可以得出这样的结论:

分辨 N 个标签共需要 $(2N - 1)$ 个 call 命令时隙。

算法的效率公式为

$$\eta = N / (2N - 1)$$

当 N 逐渐增大时算法的效率趋近于 50%。

2.3 曼彻斯特编码模块的实现

曼彻斯特编码,是一个同步时钟编码技术。其电平跳变的规则为:低电平的中间时刻跳变表示‘0’,用高电平中间时刻的跳变表示‘1’。曼彻斯特编码模块的数据输入由标签的 EPC 码、EPC 参数以及 call 命令或 sleep 命令标志组成。当 RFID 读写器接收到标签信号后,由算法控制状态机作出相应的判断,如满足 call 命令的条件,则开始对 EPC 码进行曼彻斯特编码,如果满足 sleep 命令格式,则标签进入睡眠状态。

曼码编码过程可分为三部分:

- (1) 检测编码周期是否开始,产生同步字头;
- (2) 进行输入数据的曼彻斯特编码;
- (3) 产生奇偶校验位并对其进行编码,编码周期结束。

在曼彻斯特编码器模块中,最关键的一点就是对标签是否满足命令条件做出判断。其中需要注意的是当 $m = 0$ 时一定满足命令条件。当 $m > 0$ 时就需要比较 EPC 码与命令参数 epc 的前 m 位是否相等,本设计中采用的方法是将 EPC 码和 epc 参数同时右移 $(8 - m)$ 位,然后比较移位后的数据是否相等,如果相等则说明满足命令条件,开始进行曼彻斯特编码,否则命令条件不满足,标签不作任何动作。

2.4 曼彻斯特解码模块的实现

曼彻斯特解码和碰撞位的判断均由曼彻斯特解码器模块完成。当读写器范围内存在多个标签时,多个

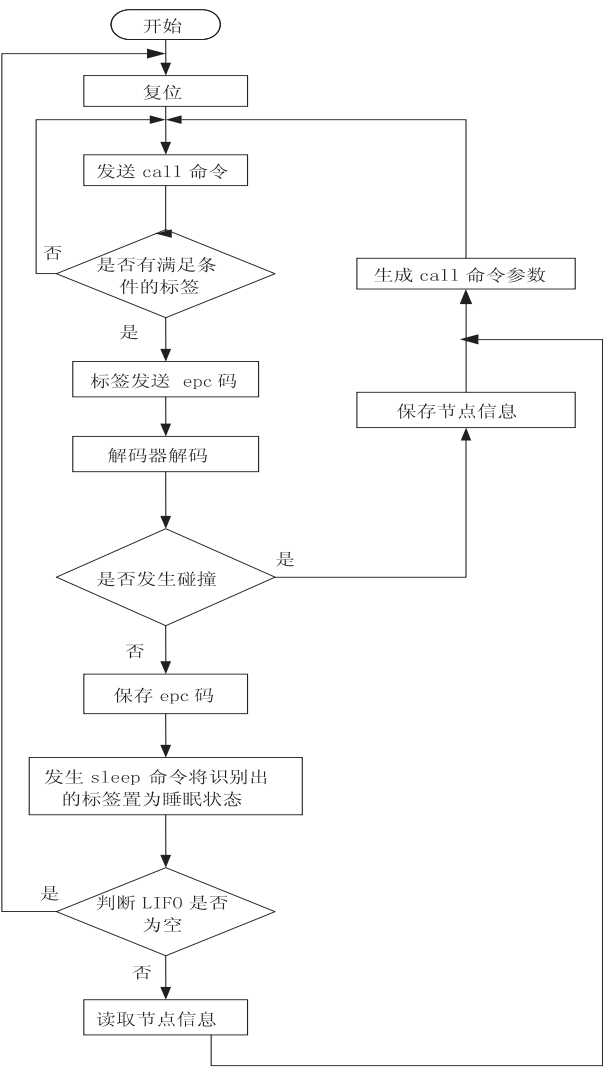


图3 跳跃式二进制防碰撞算法流程图

标签同时向读写器发送信息,输入为曼彻斯特码格式的混叠数据,对于没有碰撞的位,曼彻斯特码叠加在一起后其信号波形仍然反映明确的1或0数据,只需要按照正常的解码方式解码即可。然而对于数据发生碰撞时,发送数据信息的上升和下降部分相互抵消了,根据这一特点解码器便可以准确地定出碰撞位。曼彻斯特解码器工作流程图如图4所示。

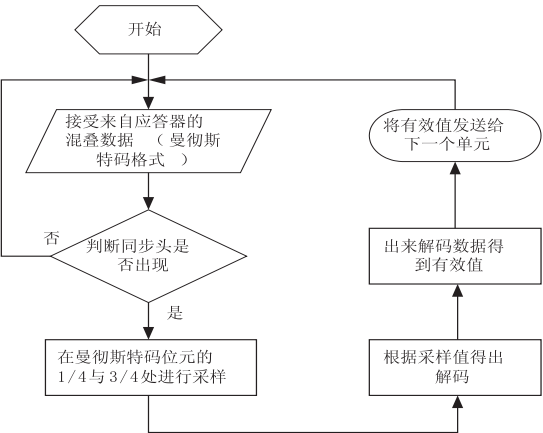


图4 曼彻斯特解码器工作流程图

在曼彻斯特解码器模块中定义了一个用来检测标签发送的曼彻斯特码同步头的移位寄存器。当检测到标签发送过来的信号的同步头,解码器开始解码工作。利用循环计数的计数器来实现采样信号的产生,该循环计数器在高频时钟的上升沿到来时自动加1。在曼彻斯特编码位1/4,3/4处对应的计数器数值为高电平,循环周期与曼彻斯特编码时钟周期相等。当解码器在解码完成后向控制器发送一个data_ready脉冲信号,EPC码解码完成。

2.5 防碰撞算法模块的实现

防碰撞算法模块对解码数据和相关的标志信息进行处理,得到新的防碰撞命令参数,并将其送到状态机模块。防碰撞算法模块信号流程图如图5所示。

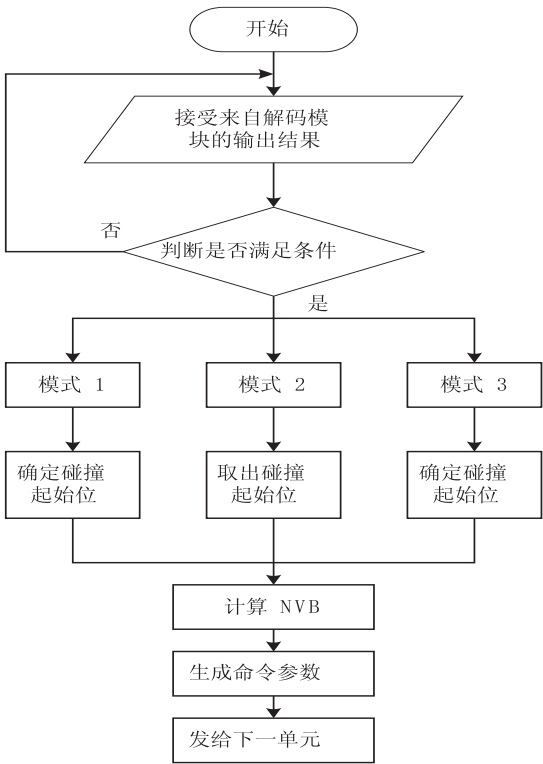


图5 防碰撞算法模块信号流程图

2.6 防碰撞算法状态机模块的实现

跳跃式二进制树形防碰撞算法的程序模块包括:曼彻斯特编码模块、曼彻斯特解码模块、用于存储节点信息的LIFO栈模块和算法状态机。编码器模块、解码器模块和LIFO栈模块在算法状态机的控制下协调工作。另外算法状态机模块还承担了处理解码数据生成call命令及sleep命令参数的任务。

状态机与各个模块之间的关系如下:

- (1)状态机与编码模块:状态机通过内部的状态转换向编码模块发送call,sleep命令信号和epc及m参数。编码模块接收到call,sleep命令后开始工作。
- (2)状态机与解码模块:状态机监测解码模块,当解码模块解码完成后向状态机发送一个data_ready信

号,状态机接收到 data_ready 信号后,接收解码器发来的数据。

(3)状态机与 LIFO 模块:当状态机需要写入或读取节点信息时,会发送 lifo_wr(写入控制信号)和 lifo_rd(读取控制信号)给 LIFO 栈,LIFO 栈接收到控制信号后首先建立起读写地址,然后进行读写数据的操作。

3 结束语

标签碰撞降低了标签的识别速率,增加了 RFID 系统的时间开销以及无源标签的能量消耗。文中结合二进制树算法和后退式索引算法,提出了一种新型的防碰撞算法——跳跃式动态二进制防碰撞算法。该算法通过曼彻斯特码解码,实现碰撞位的位置判断,算法在执行过程中跳过了完整二进制树的空闲节点。性能分析和 FPGA 实现测试显示,该算法识别效率接近于 50%,在识别效率以及吞吐率方面都有很大的改善。该算法实用性好,开发流程简单,研发时间短,便于移植与更新。

参考文献:

- [1] 徐斌富,沈少武,黄志敏,等.基于 FPGA 的 RFID 防碰撞算法的硬件实现[J].武汉大学学报(理学版),2009,55(2):196-200.
- [2] Chen Ying,Zhang Fuhong. Design on UHF RFID reader software[C]//ISECS International Colloquium on Computing,

Communication,Control and Management. [s. l.]:[s. n.],2009:575-578.

- [3] 张学军,王娟,王锁萍.基于标签识别码分组的连续识别防碰撞算法研究[J].电子与信息学报,2011,33(5):1159-1165.
- [4] 张学军,蔡文琦,王锁萍.改进型自适应多叉树防碰撞算法研究[J].电子学报,2012,40(1):193-198.
- [5] 康东,石喜勤,李勇鹏,等.射频识别(RFID)核心技术与典型应用开发案例[M].北京:人民邮电出版社,2008.
- [6] Li Zhonghua,He Chunhui,Tan Hongzhou. Survey of the Advances in Reader Anti-collision Algorithms for RFID Systems [C]//2011 Chinese Control and Decision Conference (CCDC). [s. l.]:[s. n.],2011:3771-3776.
- [7] Yuan Lifan,He Yigang,Hou Zhouguo,et al. A New Method of Signal Processing in RFID System [C]//2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering. [s. l.]:[s. n.],2008:1040-1043.
- [8] Liang B,Hu A Q, Qin Z Y. Trends and brief comments on anti-collision techniques in radio frequency identification systems [C]//Proceedings of the 6th Int Conf on ITS Telecommunications. Chengdu,China:[s. n.],2006:241-245.
- [9] 余松森,詹宜巨.基于后退式索引的二进制树形搜索反碰撞算法及其实现[J].计算机工程与应用,2004,40(16):26-28.
- [10] 王铖岑. RFID 系统防碰撞算法[J].计算机技术与发展,2010,20(1):29-32.

(上接第 58 页)

务选择算法。实验证明该方法能有效解决上述问题。

服务数量较大会影响算法的性能,因此降低算法的执行时间是未来的一项研究工作。开放的 Internet 环境中存在多个 QoS 注册中心并且各决策中心对 QoS 的描述方法存在不同,因此异构多决策者的服务选择算法是未来另外的一项研究工作。

参考文献:

- [1] Zeng L Z,Benattallah B,Ngu A H H. QoS-Aware middleware for Web services composition[J]. IEEE Trans. on Software Engineering,2004,30(5):311-327.
- [2] Tran V X,Tsuiji H,Masuda R. A new QoS ontology and its QoS-based ranking algorithm for Web services[J]. Simulation Modeling Practice and Theory,2009,17(8):1378-1398.
- [3] Ortiz G,Bordbar B. Aspect-oriented quality of service for web services: A model-driven approach[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Web Services. Los Angeles, CA,USA:IEEE Computer Society,2009:559-566.
- [4] Wang Ping. QoS-aware web services selection with intuitionis-

tic fuzzy set under consumer's vague perception[J]. Expert Systems with Applications,2009,36(3):4460-4466.

- [5] 杨放春,苏森,李幀.混合 QoS 模型感知的语义 Web 服务组合策略[J].中国科学 E 辑:信息科学,2008,38(10):1697-1716.
- [6] 张龙昌,邹华,杨放春.群体 Pareto 最优的 Web 服务组合决策方法[J].高技术通讯,2011,21(7):665-672.
- [7] 夏亚梅,程渤,陈俊亮,等.基于改进蚁群算法的服务组合优化[J].计算机学报,2012,35(2):270-281.
- [8] 杨玉梅,黎仁国,符红霞,等.基于遗传算法的 WSMO 服务组合模型研究[J].计算机技术与发展,2012,22(7):116-120.
- [9] Shih Hsu-Shih,Shyur Huan-Jyh, Lee E S. An extension of TOPSIS for group decision making [J]. Mathematical and Computer Modeling,2007,45(7-8):801-813.
- [10] Jahanshahloo G R,Lotfi F H,Davoodi A R. Extension of TOPSIS for decision-making problems with interval data: Interval efficiency[J]. Mathematical and Computer Modeling,2009,49(5-6):1137-1142.

跳跃式二进制防碰撞算法的设计与实现

作者: [孙科学](#), [张瑛](#), [周明秀](#)
作者单位: [南京邮电大学 电子科学与工程学院, 江苏 南京 210046](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjz201304016.aspx