

一种改进的查询树 RFID 标签防碰撞算法

姜 武, 杨恒新, 张 昀

(南京邮电大学 电子科学与工程学院, 江苏 南京 210003)

摘 要: RFID 技术是一种非接触式的自动识别技术。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。基于查询树防碰撞算法查询次数多的特点, 文中提出了一种混合查询树防碰撞算法 (HQT)。该算法结合动态二叉查询树和四叉查询树的优点, 根据标签返回的碰撞信息动态地选择二叉查询树和四叉查询树的询问机制, 提高了标签的识别效率, 同时减少了阅读器识别标签所需的通信量。仿真结果表明, 其吞吐率提高到 59% 左右。该算法能够提高系统的整体性能, 特别是当标签数目多、标签 ID 位数长时, 优势更加明显。

关键词: 射频识别技术; 防碰撞算法; 混合; 吞吐率; 查询树

中图分类号: TP301.6

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2015)02-0086-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2015.02.020

An Improved Query Tree Anti-collision Algorithm in RFID Systems

JIANG Wu, YANG Heng-xin, ZHANG Yun

(College of Electronic Science and Engineering, Nanjing University of Posts and
Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: RFID is a non-contactless automatic identification technology. With the large-scale application of RFID, tag collision problems affect the performance of RFID systems seriously, and the anti-collision algorithm is the key to solve the problem. Based on the binary-tree search algorithm which requires more times to identify all tags, an Hybrid Query Tree (HQT) anti-collision algorithm for RFID system is presented in this paper. The algorithm combines the advantages of binary query tree with 4-ary query tree, according to the information return from label to choose different query mechanism between binary query tree and 4-ary query tree dynamically. So it can quickly identify all tags by reducing the number of query-responses, and improves the efficiency of the identification. The simulation results show that throughput of the algorithm is increased to 59%. Moreover, This algorithm can improve the overall performance of the system, especially when the number of labels is large, the bit of tag ID is long.

Key words: RFID; anti-collision algorithm; hybrid; throughput; query tree

0 引 言

射频识别技术 (Radio Frequency Identification, RFID) 利用无线电波和电磁感应原理来实现能量和数据信息的传递, 是一种易于操控、快捷实用的自动化识别技术^[1]。RFID 系统主要由阅读器、标签和信息系统三部分组成^[2]。首先由阅读器发射一定频率的射频信号, 在工作区域内的标签产生感应电流, 从而被激活; 然后标签将自身的编码等信息发送给阅读器, 阅读器对接收的信号进行解调和解码; 最后传送到后台主系统进行相关处理, 主系统根据逻辑运算判断该标签的合法性, 针对不同的设定做出相应的处理和控制^[3]。

伴随着物联网技术的发展, RFID 技术在物品的管理与追踪等领域得到了广泛的应用^[4]。在 RFID 系统中, 在阅读器的读取范围内可能存在大量的标签。当有两个或两个以上的标签同时向阅读器发送数据时, 阅读器就会出现接收数据冲突而产生标签碰撞^[5]。针对这种情况, 虽然很多人已经提出一些标签防碰撞算法, 其中包括随机性的 ALOHA 算法^[6]和确定性的二进制算法^[7], 但在识别效率等性能方面仍有待改进, 以提高 RFID 系统的整体性能。

基于不同 RFID 防碰撞算法的特点, 文中提出了一种混合型的查询树防碰撞算法 (HQT)。该算法首

收稿日期: 2014-03-04

修回日期: 2014-06-10

网络出版时间: 2014-12-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (61302155)

作者简介: 姜 武 (1988-), 男, 硕士研究生, 研究方向为智能信息处理; 杨恒新, 副教授, 研究方向为无线射频识别技术; 张 昀, 讲师, 研究方向为通信信号中的盲信号处理和神经网络。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20141227.1341.020.html>

先通过曼彻斯特编码找出标签返回信息中的碰撞位^[8],然后根据碰撞信息动态地改变阅读器发送的查询前缀。当阅读器发送一个查询前缀时,标签自身 ID 的前 m 位与该前缀进行比较,如果相互匹配,则该标签进行应答,并返回剩余的 ID 号,否则阅读器发送下一个查询前缀。该算法能够有效地解决标签的碰撞问题,实现标签的快速、高效读取^[9]。

1 标签防碰撞算法相关原理

1.1 RFID 标签防碰撞算法的编码

基于 HQT 算法,在识别的过程中,根据标签的碰撞响应,需要不断地修改查询前缀。阅读器除了需要能够检测碰撞之外,还要能够根据标签的返回信息确定发生碰撞的准确比特位,因此 RFID 系统采用曼彻斯特编码。在曼彻斯特编码中,以电平跳变的方向来判断该数据是 0 还是 1,其编码规则^[10]是:每个比特的中间有跳变;二进制“0”表示从低电平到高电平的跳变;二进制“1”表示从高电平到低电平的跳变。具体原理如图 1 所示。

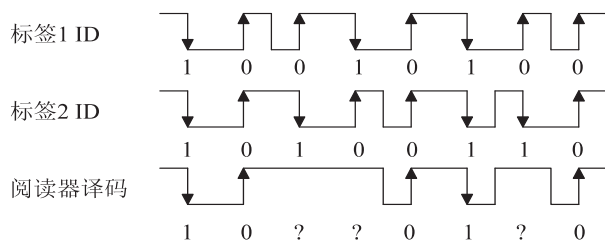


图1 曼彻斯特编码原理

1.2 查询树算法

在查询树 (QT) 算法^[11]中,阅读器发送长度为 m 的查询前缀,标签将自身 ID 的前 m 位与该查询前缀进行比较,当这两者相同时,标签做出响应,并把自身 ID 的剩余位发送给阅读器。当只有一个标签做出响应时,该标签被成功识别;当有多个标签对阅读器的命令做出响应即发生碰撞时,阅读器在原查询前缀的基础上增加一位 0 或 1 作为新的查询前缀,继续进行查询,直到只有一个标签响应为止^[12-13]。

为了更好地说明该算法的识别过程,假设有 4 个标签: A、B、C、D, 它们的 ID 分别为 0010、1110、0001、1101。则它们的识别过程如图 2 所示。

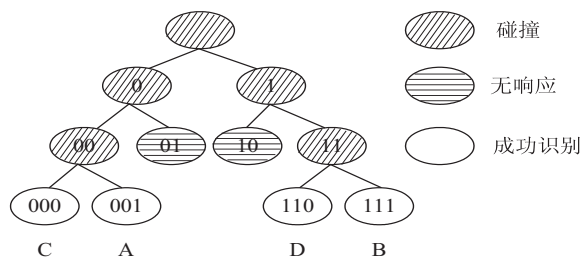


图2 查询树算法识别过程

由图 2 可知,由于阅读器查询树算法会产生很多空时序,并且逐位把标签分配到不同的时序,使得阅读发送查询命令的次数很多,从而导致算法的效率降低。

2 混合查询树算法

2.1 算法描述

目前在查询树算法的基础上,有很多改进的算法。文献[8]提出了一种利用曼彻斯特编码找出标签返回信息的具体碰撞位置,然后在此基础上改变查询前缀的算法。此算法的最大优点是在识别的过程中不会产生空时序,但当产生碰撞时,该算法在原查询前缀的后面仅增加一位比特 0 或者 1,来构成新的查询前缀,使得查询速度比较慢,特别是当待识别标签的数量较多、标签 ID 的长度比较长时,该算法的查询效率较低。文献[13]提出了一种基于四元查询树算法,虽然该算法在搜索的初期可以有效地减少碰撞,但随着分支内标签数量的减少会产生大量的空闲时序,因此搜索效率并没有得到提高。

根据动态二叉查询树和四叉查询树的优缺点,文中提出一种混合查询树防碰撞算法。首先采用曼彻斯特编码找出标签返回信号中发生碰撞的准确比特位;然后将该信号高于最高碰撞位的比特位保持不变,作为最初的查询前缀 $p_{m-1} \cdots p_1 p_0$;最后判断最高碰撞位和次最高碰撞位是否连续,如果不连续,则在查询前缀 $p_{m-1} \cdots p_1 p_0$ 的基础之上分别增加 0 和 1,即为 $p_{m-1} \cdots p_1 p_0 0$ 和 $p_{m-1} \cdots p_1 p_0 1$ 作为新的查询前缀;如果连续,那么在查询前缀 $p_{m-1} \cdots p_1 p_0$ 的基础上分别增加 00、01、10 和 11,即 $p_{m-1} \cdots p_1 p_0 00$ 、 $p_{m-1} \cdots p_1 p_0 01$ 、 $p_{m-1} \cdots p_1 p_0 10$ 和 $p_{m-1} \cdots p_1 p_0 11$ 作为新的查询前缀。根据碰撞位信息动态地改变查询前缀,能够很好地结合动态二叉查询树和四叉查询树的优点,使得查询次数减少,进而数据传输的通信量减小,提高了系统的效率。算法流程如图 3 所示。

详细算法步骤如下:

步骤 1:阅读器发送 request (NULL) 请求命令,作用范围内的所有标签做出响应。

步骤 2:判断标签返回信号中的最高碰撞位和次最高碰撞位是否连续,如果不连续,则转到步骤 3;如果连续,则转到步骤 4。

步骤 3:标签返回信号中高于最高碰撞位的比特位保持不变,且作为查询前缀,并在该查询前缀的基础上分别增加 0 和 1,构成两个新的查询前缀。阅读器发送新的查询前缀,若只有一个标签响应,则该标签被成功识别,且标签发送剩余的比特位给阅读器;若发生碰撞,则转到步骤 2。

步骤 4:标签返回信号中高于最高碰撞位的比特

位保持不变,且作为查询前缀,并在该查询前缀的基础上分别增加 00、01、10 和 11,构成四个新的查询前缀,阅读器发送新的查询前缀,若只有一个标签响应,则该标签被成功识别,并发送剩余的比特位给阅读器;若发

生碰撞,则转到步骤 2;若没有标签响应,则发送剩余的查询前缀,进行下一轮查询。
步骤 5:重复以上步骤,直到识别所有的标签。

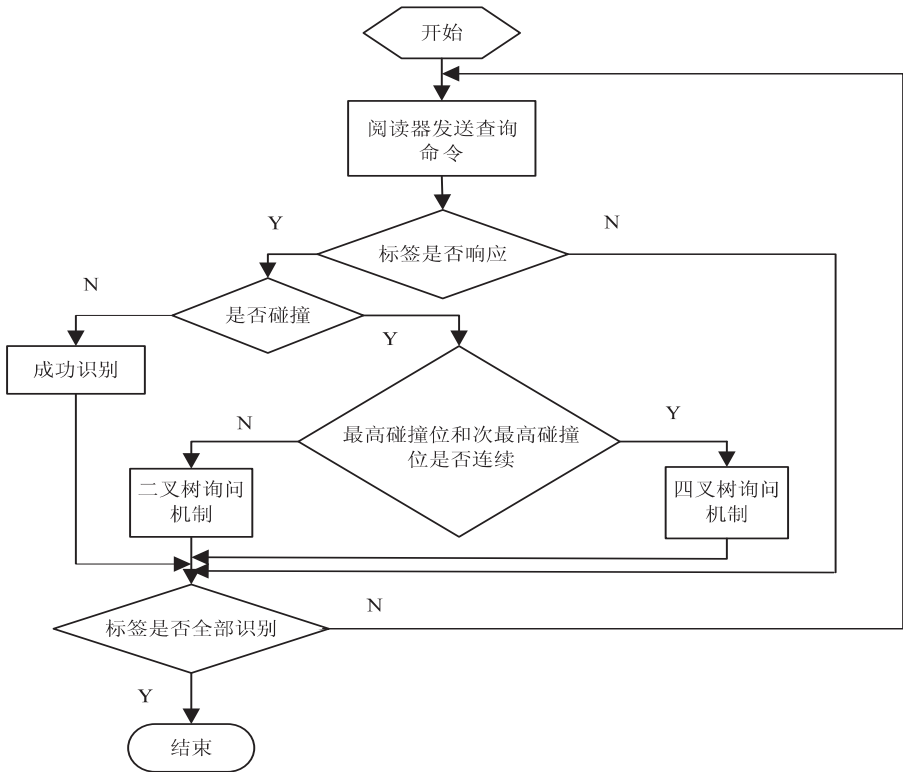


图 3 混合查询树算法流程

假设有 7 个待识别标签 A、B、C、D、E、F、G,它们的 ID 分别为 10100011、11001100、10101001、10101100、10001101、11001001、11101001,定义 ID 号的左边为高位。其识别过程如表 1 所示。

表 1 混合查询树算法查询过程

次数	查询前缀	查询结果	待查询前缀
1	NULL	碰撞	100 101 110 111
2	100	识别 E	101 110 111
3	101	碰撞	101000 101001 101010 101011 110 111
4	101000	识别 A	101001 101010 101011 110 111
5	101001	空时序	101010 101011 110 111
6	101010	识别 C	101011 110 111
7	101011	识别 D	110 111
8	110	碰撞	110010 110011 111
9	110010	识别 F	110011 111
10	110011	识别 B	111
11	111	识别 G	空(查询结束)

由表 1 可知,该算法的查询次数为 11 次。与其他算法相比,该算法的查询次数明显减少,提高了识别效率。

2.2 算法仿真验证

为了更好地说明该算法的优越性,文中利用 Matlab 仿真工具对该算法进行仿真验证^[14-15],在查询次

数、吞吐量等方面,将该算法与不同查询树算法进行了对比,如图 4 和图 5 所示。

仿真结果表明,混合查询树算法与查询树算法和动态二叉查询树算法相比,在查询次数、吞吐率等性能方面有明显的改善,其吞吐率提高到 59% 左右。在同等条件下标签识别的花费时间更少,算法的识别效率更高。

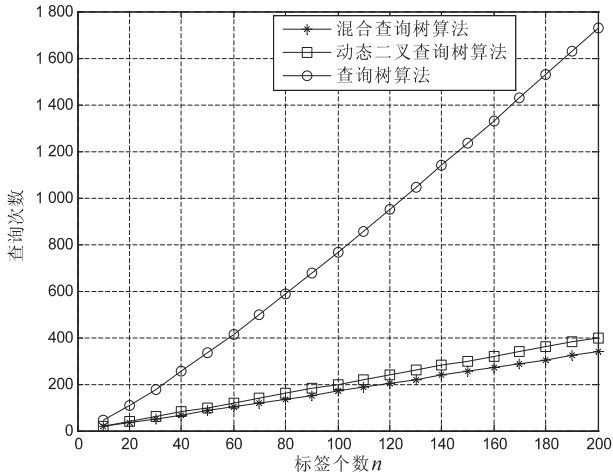


图 4 查询次数比较

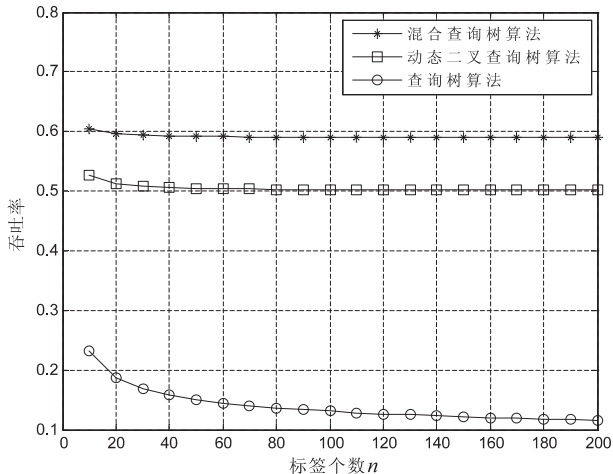


图 5 吞吐率比较

3 结束语

在传统 QT 算法基础之上,文中提出一种混合查询树防碰撞算法 (HQT)。该算法能够根据碰撞位的具体信息,动态地改变查询前缀,使得整个识别过程中的查询次数减少。仿真结果表明,该算法与其他两种算法相比,性能方面有所提高。

参考文献:

[1] 单剑锋,陈明,谢建兵. 基于 ALOHA 算法的 RFID 防碰撞技术研究[J]. 南京邮电大学学报:自然科学版,2013,33(1):56-61.

[2] 肖海慧,王红明. 一种基于 DFSA 防碰撞协议的 FBF 改进算法研究[J]. 计算机应用与软件,2013,30(7):305-308.

[3] 胡玲敏. RFID 系统的防碰撞算法研究[D]. 杭州:杭州电子科技大学,2012.

[4] Li Zhonghua, He Chunhui, Tan Hongzhou. An enhanced tag estimation method applied to tag anti-collision algorithm in RFID systems[C]//Proceedings of the international conference on information science and technology. Nanjing: IEEE, 2011:703-708.

[5] Yang Xi, Wu Haifeng, Zeng Yu, et al. Capture-aware estimation for the number of RFID tags with lower complexity[J]. IEEE Communications Letters, 2013, 17(10):1873-1876.

[6] 魏静,冯秀芳. 基于自适应分组的帧时隙 ALOHA 算法在 RFID 中的研究[J]. 计算机技术与发展,2012,22(11):57-60.

[7] Yuan Zhengwu, Duan Lidan. Research on the tag estimation and frame length of the ALOHA algorithm[C]//Proceedings of the 5th international conference on BioMedical engineering and informatics. [s. l.]:[s. n.], 2012:1511-1514.

[8] 王玉琢. UHF RFID 系统防碰撞研究[D]. 北京:北京邮电大学,2011.

[9] 丰硕,高飞,薛艳明,等. 一种改进的 RFID 标签防碰撞算法[J]. 微计算机信息,2011,27(1):49-50.

[10] 伍继雄,江岸,黄生叶,等. RFID 系统中二叉树防碰撞算法性能的提升[J]. 湖南大学学报:自然科学版,2010,37(12):82-86.

[11] Shin Jongmin, Jeon Byeongchan, Yang Dongmin. Multiple RFID tags identification with m-ary query tree scheme[J]. IEEE Communications Letters, 2013, 17(3):604-607.

[12] 刘森. 基于 RFID 的物联网感知层查询树防碰撞算法研究[D]. 长春:吉林大学,2013.

[13] Ryu J, Lee Hoin, Seok Y, et al. A hybrid query tree protocol for tag collision arbitration in RFID systems[C]//Proceedings of the IEEE international conference on communications. Glasgow: IEEE, 2007:5981-5986.

[14] 周晓光,王晓华,王伟. 射频识别(RFID)系统设计、仿真与应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.

[15] 张志涌,杨祖樱. MATLAB 教程 R2011a[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2011.

一种改进的查询树RFID标签防碰撞算法

作者：[姜武](#)，[杨恒新](#)，[张昀](#)，[JIANG Wu](#)，[YANG Heng-xin](#)，[ZHANG Yun](#)

作者单位：[南京邮电大学 电子科学与工程学院, 江苏 南京, 210003](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2015 (2)

引用本文格式：[姜武](#). [杨恒新](#). [张昀](#). [JIANG Wu](#). [YANG Heng-xin](#). [ZHANG Yun](#) 一种改进的查询树RFID标签防碰撞算法

[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015 (2)