

一种改进的二进制查询树 RFID 标签防碰撞算法

肖 菲, 杨恒新, 刘蕾蕾

(南京邮电大学 电子科学与工程学院, 江苏 南京 210003)

摘 要:在射频识别(RFID)系统中,存在阅读器与多个标签同时通信的碰撞问题,标签防碰撞技术是解决标签碰撞问题、提高标签识别效率的关键技术。在阐述传统二进制查询树算法(QT)的基础上提出了一种改进的查询树标签防碰撞算法—动态二进制查询树算法(DQT)。该算法通过曼彻斯特编码,识别出碰撞位,从而动态改变查询前缀,使阅读器的查询次数与标签的通信量大大减少,提高了标签的识别效率。仿真实验表明,DQT算法在大量标签识别场合下比QT算法更具有有效性和稳定性。

关键词:射频识别;防碰撞算法;查询树算法;曼彻斯特编码

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)06-0092-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.06.023

An Improved Binary Query Tree Algorithm for Tags Anti-collision in RFID

XIAO Fei, YANG Heng-xin, LIU Lei-lei

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

Abstract: In the RFID systems, tags anti-collision technology which can solve the tags collision problem resulting from the data transaction between the reader and multiple tags at the same time, is one of the key technologies to improve efficiency of tags identification. An improved query tree tags anti-collision algorithm is put forward on the basis of analyzing the traditional binary query tree algorithm - dynamic binary query tree algorithm. Manchester code is used in the process for tags responding to detect collision effectively, so that the new algorithm can dynamically change the query prefix, which makes the reader greatly reduces both query frequency and data iteration, and also improves the identification efficiency. The simulation results show that in the case of very large number of tags the improved algorithm is more effective and steady than traditional binary query tree algorithm.

Key words: RFID; anti-collision algorithm; QT; Manchester code

0 引言

无线射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID)^[1]是20世纪90年代兴起的一种非接触式自动识别技术,其基本原理是利用射频信号和空间耦合(电感或电磁耦合)传输特性实现对被识别物体的自动识别^[2]。RFID系统的工作原理是通过空间电磁波的耦合或传输来进行通信,以达到能够准确地自动识别出被标识的对象,进而最终达到获取标识对象相关信息的目的。它主要由阅读器(Reader)、标签(Tag)以及数据管理系统这三部分组成^[3]。

2004年初,美国CNN公布的当年对人类生活产生巨大影响的十项技术中,RFID位列第三。2005年RFEPC被著名IT技术咨询公司Gartner列为当年十大热门技术之一。随着成本的下降和标准化的实施,RFID技术的全面推广和普遍应用将是不可逆转的趋势。随着RFID技术的广泛应用,存在的问题也越来越凸显出来。目前RFID技术存在的主要问题有:安全问题、传输距离问题、碰撞问题等,其中碰撞问题严重制约着RFID的发展。目前,虽然已经有很多种防碰撞的算法,但是在算法执行效率和精确度方面各有缺陷。

收稿日期:2013-07-29

修回日期:2013-11-06

网络出版时间:2014-02-24

基金项目:江苏省自然科学基金青年基金项目(SJ212013)

作者简介:肖 菲(1989-),女,硕士研究生,研究方向为智能信息处理;杨恒新,副教授,硕士研究生导师,研究方向为无线射频识别技术;刘蕾蕾,副教授,硕士研究生导师,研究方向为新一代无线通信中的信道建模、射频芯片设计。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140224.0858.011.html>

文中在研究防碰撞算法的基础上,经过比较分析提出了一种改进的基于查询树的防碰撞算法—动态查询树算法,该算法根据曼彻斯特编码可以按位识别出碰撞位的特点动态地改变查询树前缀,有效避免了重传已知信息位的次数,大幅度提高了标签识别效率。

1 QT 算法基本原理

查询树^[4-9] (Query Tree, QT) 是一种典型的树结构算法。算法中,阅读器具有一个查询栈 Stack,栈里面保存了阅读器查询前缀 prefix,阅读器用这个前缀来询问标签。其算法原理为:阅读器发送长度为 k 的 prefix; 标签 n 位 EPC 中前 k bit 与 prefix 匹配的 tag 反馈其余的 $n-k$ bit。如果阅读器收到的标签 EPC 碰撞,再分别将 prefix 加“0”和“1”,作为新的 prefix 发送出去。如果没有碰撞,就表明一个标签被识别了。假设标签的三个 EPC 分别为“010”、“011”、“100”,图 1 给出了 QT 算法的查询树结构。

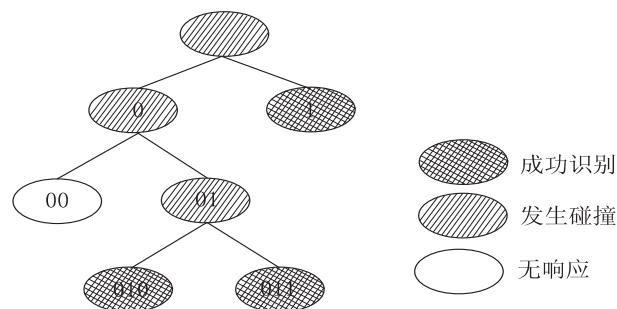


图1 查询树结构示意图

QT 算法简单,硬件成本低,但是在 QT 算法中由于不能预知标签 EPC 的分布,所以扩展查询前缀的时候会产生大量无用的前缀,导致大量的空闲时隙。因此,QT 算法对标签的 EPC 分布比较敏感,且会产生大量的空闲前缀从而导致算法低效。

2 动态查询树算法

2.1 算法约定

二进制算法属于确定性的算法,它是对标签中的所有 EPC 值进行遍历,这样减少了系统的漏读率。为了能辨认出阅读器中数据碰撞的比特位的准确位置,这里采用 Manchester 编码^[10]。该编码用电平的改变(上升沿/下降沿)来表示数值位。上升沿编码为逻辑“0”,下降沿编码为逻辑“1”,若无状态跳变,视为非法数据,作为错误被识别。当两个或多个标签同时返回的数位有不同值时,则上升沿和下降沿互相抵消,导致无状态跳变,阅读器可知该位产生错误,出现了碰撞。

假设有 3 个 RFID 标签,其 EPC 代码为 8 位,利用 Manchester 编码按位识别出碰撞位的示意图如图 2 所示。阅读器检测出 D_4, D_3, D_1 位出现碰撞,识别区域内

存在多个 RFID 标签。

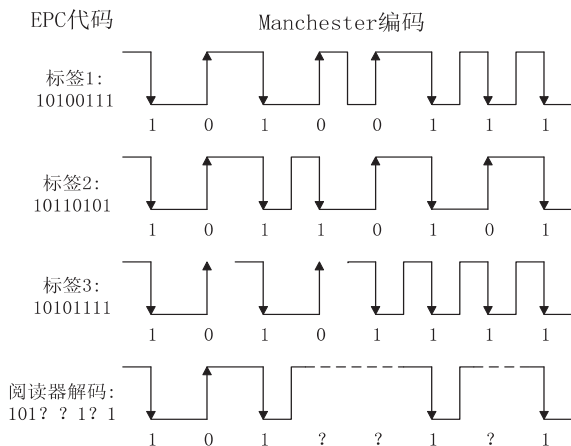


图2 Manchester 编码按位识别碰撞位

为了便于描述算法,引入 2 种命令^[11-13]:

1) Request (prefix) 请求查询指令, prefix 为查询前缀,其值随着查询的进行不断修改。开始时设定为空,此时阅读器范围内所有标签都响应,阅读器根据曼彻斯特编码检测出所有碰撞位,此后当标签对应位满足 prefix 时响应,否则不响应。

2) Sleep 休眠指令,取消被选中的标签,使标签进入“休眠”状态,该状态下不响应 Request (prefix),要重新激活标签必须使标签重新进入阅读器范围。

2.2 算法描述

在动态查询树算法中,阅读器同样具有一个查询栈用来保存阅读器查询前缀,初始状态为空。阅读器向标签发送空的查询前缀时,阅读器可读取范围内的所有标签都要做出应答。假设标签 EPC 为 $q_{n-1}q_{n-2}\cdots q_1q_0$,如果阅读器通过 Manchester 译码后得到最高碰撞位是第 m 位,则阅读器查询前缀将更新为 $q_{n-1}q_{n-2}\cdots q_{m+1}0$ 和 $q_{n-1}q_{n-2}\cdots q_{m+1}1$ 。阅读器用前缀 $q_{n-1}q_{n-2}\cdots q_{m+1}0$ 来询问标签,只有一个标签响应时,阅读器可以成功识别该标签,标签返回剩余比特。若碰撞发生,通过 Manchester 译码获得此次的最高碰撞位,将最高碰撞位之前的比特位分别增加 0 和 1 压入堆栈中,开始下一次查询。通过重复查询,直到识别出所有的标签。

为了更好地阐述动态查询树的工作过程,下面举例说明。

假设阅读器范围内有 4 个标签,其 EPC 分别为:A (11000011)、B (10100101)、C (11010010)、D (10100111)。

第一次查询,阅读器发出 Request (空) 指令后,所有标签响应,阅读器收到 1XXX0XXX。阅读器将查询栈更新为(10,11),即将 10 和 11 入栈。第二次查询,阅读器发送 Request (prefix) 指令,将堆栈中的 10 出栈,此时查询指令为 Request (10),前缀与之相同的标

签 B 和标签 D 响应,发生碰撞,阅读器识别到 1001X1。则阅读器更新查询栈为(1010010,1010011,11)。第三次查询指令为 Request(1010010),此时只有标签 B 响应,则标签 B 将 EPC 剩余比特(1)发送给阅读器,与前缀结合获得标签 B 的 EPC(10100101)。然后阅读器发送 Sleep 指令,使标签 B 转入休眠状态。此时查询栈为(1010011,11)。

以此类推,当第七次查询结束时,4 个标签已全部识别出来。表 1 给出了 DQT 算法中阅读器查询栈变化情况。由表 1 可知,此次查询阅读器查询次数为 7 次,碰撞次数为 3 次,无空闲时隙出现。

表 1 DQT 算法中阅读器查询栈

查询次数	查询前缀	标签响应状态	阅读器查询栈
1	空	1XXX0XXX(碰撞)	(10,11)
2	10	1001X1(碰撞)	(1010010,1010011,11)
3	1010010	1(标签 B)	(1010011,11)
4	1010011	1(标签 D)	(11)
5	11	0X001X(碰撞)	(1100,1101)
6	1100	0011(标签 A)	(1101)
7	1101	0010(标签 C)	(空)

3 仿真及分析

利用软件 Matlab 对上述算法的性能进行仿真实验^[14-15],并对结果进行分析。

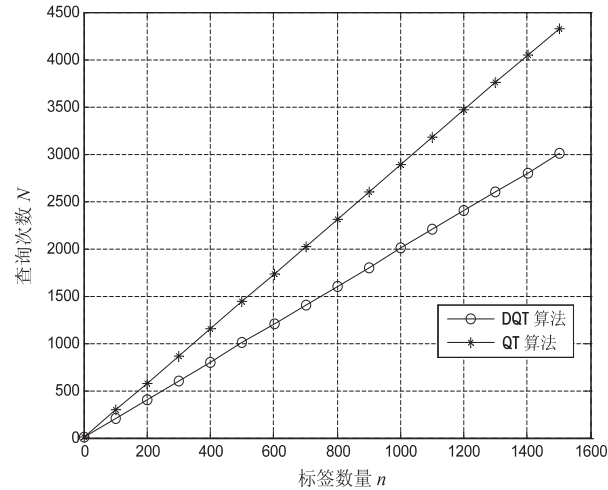


图 3 查询次数的比较

查询次数与标签数量之间的关系如图 3 所示,由图 3 可知,DQT 算法的查询次数小于 QT 算法,且随着标签数量的递增,DQT 算法的优势更加显著。由图 4 可以看出,DQT 算法的标签吞吐量相对 QT 算法有了很大的提高,且随着标签数量的增加,DQT 算法的吞吐量可以稳定在 50%,大大提高了 RFID 标签识别系统的稳定性。图 5 所示是标签 EPC 长度为 96 时,标签数量对通信量的影响。从仿真结果可以看出 DQT 算法可以在很大程度上降低阅读器与标签传输的通信

量,提高系统性能。由仿真结果可知,DQT 算法对于不同 EPC 长度的标签,其通信量都远远优于 QT 算法。对于大量标签存在的情况,DQT 算法可以减少系统的通信复杂度。

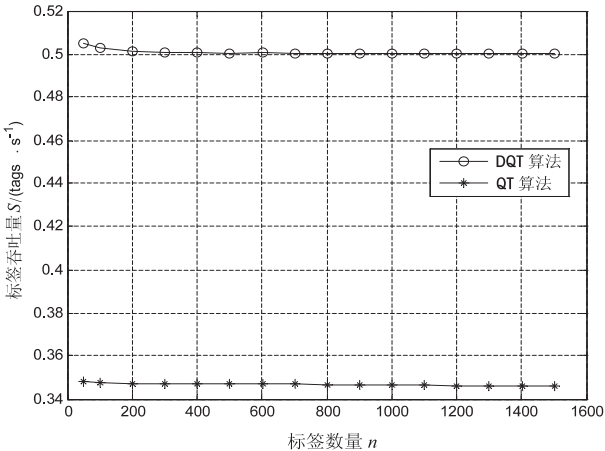


图 4 标签的吞吐量比较

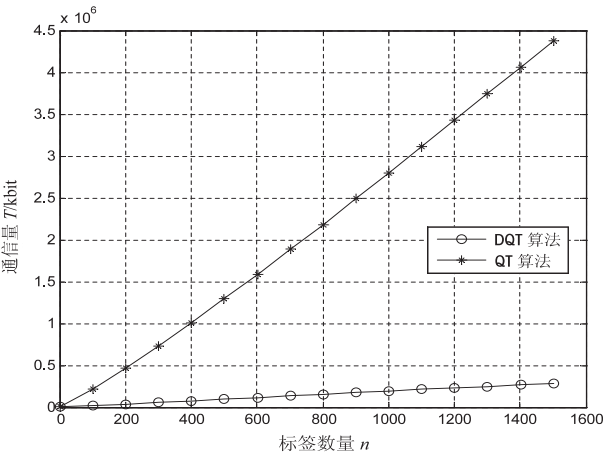


图 5 EPC 长度一定时,标签数量对通信量的影响

4 结束语

在 QT 算法中,每次遇到碰撞的时候,算法就使前缀扩展一位,而在文中提出的 DQT 算法中,通过识别最高碰撞位,动态的扩展查询前缀来加快树的分裂,减少了碰撞次数,也避免了空闲时隙的产生,并且标签返回阅读器的是匹配前缀后剩余的比特位。与 QT 算法比较,改进算法大大减少了阅读器的查询次数,提高了系统效率,降低了发送的数据量。

参考文献:

[1] 林 伟,李景霞,叶林锋. 基于多叉树搜索算法改进的 RFID 防碰撞算法[J]. 电子技术应用,2013,39(2):130-133.

[2] 周 清,蔡 明. 改进的 RFID 混合查询树防碰撞算法[J]. 计算机工程与设计,2012,33(1):209-213.

[3] 周 沫. 超高频射频识别系统标签检测性能研究[D]. 南

表 2 所有方法的平均识别率

方法名称	平均识别率/%	
	USPS 库	Honda/UCSD 库
LDA	77.23	92.17
LFDA	84.45	94.23
CSLDA	84.94	95.12
ALCBD	88.62	96.62

3 结束语

为了解决特定类思想所带来的类不平衡问题,文中提出了一种新方法从不平衡数据中获取更有效的鉴别特征,称为主动学习平衡类鉴别分析(ALCBD)方法。基于 USPS 和 Honda/UCSD 数据库上的实验表明,文中提出的 ALCBD 方法与 LDA、LFDA 和 CSLDA 三种相关方法相比,有效地提高了识别性能。

参考文献:

[1] 赵振勇,王保华,王力,等. 人脸图像的特征提取[J]. 计算机技术与发展,2007,17(5):221-224.

[2] 韩璐. 一种基于 2DLPP 和 2DLDA 的人脸识别方法研究[J]. 计算机技术与发展,2012,22(9):87-90.

[3] Baggenstoss P. Class-specific feature sets in classification[J]. IEEE Trans on Signal Processing,1999,47(12):3428-3432.

[4] 陈晓红,陈松灿. 类依赖的线性判别分析[J]. 小型微型计算机系统,2008,29(5):894-897.

[5] Japkowicz N,Stephen S. The class imbalance problem;a systematic study[J]. Intelligent Data Analysis,2002,6(5):429-

(上接第 94 页)

京:南京邮电大学,2013.

[4] 王钰. RFID 防碰撞算法研究[D]. 南京:南京邮电大学,2011.

[5] Yu Songsen,Zhan Yiju,Wang Yonghua. RFID anti-collision algorithm based on bi-directional binary exponential index[C]//Proceedings of the IEEE international conference on automation and logistics. Jinan:IEEE,2007:2917-2921.

[6] Zhao Jie,Wu Lining. The improvement of RFID anti-collision algorithm[C]//Proceedings of the 24th Chinese control and decision conference. Taiyuan:[s. n.],2012:3261-3264.

[7] 单承赣,余春梅,王聪聪. 改进的二进制查询树的 RFID 标签防碰撞算法[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2008,31(11):1801-1804.

[8] Kim S,Kim Y,Choi W,et al. A tag prediction anti-collision algorithm using extra bits for RFID tag identification[J]. International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing,2012,10(3):164-174.

[9] Galiotto C,Marchetti N,Prasad N,et al. Low access delay anti-

449.

[6] He Haibo,Garcia E A. Learning from imbalanced data[J]. IEEE Trans on Knowledge and Data Engineering,2009,21(9):1263-1284.

[7] Ertekin S,Huang Jian,Bottou L,et al. Learning on the border: active learning in imbalanced data classification[C]//Proc of the sixteenth ACM conf on information and knowledge management. New York,NY,USA:ACM,2007:127-136.

[8] Wang Jinghua,You J,Li Qin,et al. Extract minimum positive and maximum negative features for imbalanced binary classification[J]. Pattern Recognition,2012,45(3):1136-1145.

[9] Belhumeur P N,Hespanha J P,Kriegman D J. Eigenfaces vs. fisherfaces: recognition using class specific linear projection[J]. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1997,19(7):711-720.

[10] Ma Zhanyu,Leijion A. Bata mixture models and the application to image classification[C]//Proceedings of the 16th IEEE international conf on image processing. Cairo:IEEE,2009:2045-2048.

[11] Lee K C,Ho J,Yang M H,et al. Visual tracking and recognition using probabilistic appearance manifolds[J]. Computer Vision and Image Understanding,2005,99(3):303-331.

[12] Sugiyama M. Local Fisher discriminant analysis for supervised dimensionality reduction[C]//Proc of the 23rd international conf on machine learning. New York,NY,USA:ACM,2006:905-912.

[13] Sugiyama M. Dimensionality reduction of multimodal labeled data by local Fisher discriminant analysis[J]. Journal of Machine Learning Research,2007,8:1027-1061.

-collision algorithm for readers in passive RFID systems[J]. Wireless Personal Communications,2012,64(1):169-183.

[10] 王荃,滑楠,张璐,等. 基于四元查询树算法的改进防碰撞算法[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2012,13(6):75-79.

[11] Wang Tsan-pin. Enhanced binary search with cut-through operation for anti-collision in RFID systems[J]. IEEE Communications Letters,2006,10(4):236-238.

[12] Konstantinou N. Expowave: an RFID anti-collision algorithm for dense and lively environments[J]. IEEE Transactions on Communications,2012,60(2):352-356.

[13] Djeddou M,Khelladi R,Benssalah M. Improved RFID anti-collision algorithm[J]. International Journal of Electronics and Communications,2013,67(3):256-262.

[14] 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.

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

一种改进的二进制查询树RFID标签防碰撞算法

作者: [肖菲](#), [杨恒新](#), [刘蕾蕾](#), [XIAO Fei](#), [YANG Heng-xin](#), [LIU Lei-lei](#)
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): 2014(6)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201406023.aspx