

基于自适应分组的帧时隙 ALOHA 算法 在 RFID 中的研究

魏 静,冯秀芳

(太原理工大学 计算机科学与技术学院,山西 太原 030024)

摘 要:RFID 利用无线射频技术来自动识别标签物品,它能快速、实时、准确地采集和处理信息。防碰撞技术是 RFID 系统的一项关键技术。现有的防碰撞算法可分为两类:基于 ALOHA 的防碰撞算法和基于二叉树的防碰撞算法。基于 ALOHA 的防碰撞算法存在标签饥饿的问题;基于二进制树的防碰撞算法其算法性能受标签识别码长度的影响。文中提出了一种基于自适应分组的帧时隙 ALOHA 算法——ASFSA。仿真结果表明,当标签数目非常大时,该算法的防碰撞性能依然优于现有的帧时隙 ALOHA 算法。

关键词:射频识别;防碰撞;自适应分组;帧时隙 ALOHA

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)11-0057-04

Research on a Frame-slotted ALOHA Based on Adaptive Splitting Method for RFID

WEI Jing, FENG Xiu-fang

(College of Computer Science and Technology, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: RFID uses wireless radio frequency technology to automatically identify tagged objects, it can be quick, real-time, accurate collection and processing of information. The technology of anti-collision is a key point in RFID system. To avoid data collision, there are two approaches: ALOHA based algorithm and binary tree (BT) based algorithm. ALOHA-based algorithm has the tag starvation problem; Deterministic tree-based algorithm has the problem that their performances are influenced by the length of tag IDs. In this paper, propose a ASFSA algorithm, which based on frame-slotted ALOHA algorithm and adaptive splitting method. The simulation results show that the anti-collision performance of the ASFSA algorithm outperforms that of current framed slotted ALOHA when a very large number of tags.

Key words: radio frequency identification; anti-collision; adaptive splitting; frame-slotted ALOHA

0 引 言

射频识别系统(Radio Frequency Identification, RFID)利用射频信号通过空间耦合实现无接触信息传递并通过所传递的信息达到自动识别的目的^[1]。自20世纪90年代兴起以来,RFID系统就凭借数据存储量大、识别时间短、保密性好等优点在货物销售、物流仓库、安保及交通管理等众多领域得到了广泛的应用^[2,3]。RFID系统由一个阅读器和一组电子标签组成。阅读器是与天线连接的发送与接收的模块,而标

签是功能很小的与天线连接的小芯片^[4]。

在RFID系统中,存在许多问题,如:防碰撞、数据处理、安全和隐私等等,其中防碰撞问题是一个重要问题^[5]。阅读器与所有标签公用一个无线通道,它们之间的工作方式有三种,分别为无线电广播方式、多路存取工作方式、多个读写器给多个电子标签同时发送数据的工作方式。在第二种工作方式中,多个电子标签同时将数据传送给读写器,导致数据传输经常发生碰撞,解决这种碰撞问题需要用到多路存取的方法。在无线通讯中,多路存取主要有空分多路(SDMA)、码分多路(CDMA)、频分多路(FDMA)和时分多路(TDMA)。在RFID的防碰撞技术中,考虑到RFID系统中使用同一个频率,因此普遍采用时分多址技术,时分多址法是最有实际应用价值也是最常见的一类防碰撞方法^[6]。随着阅读器通信距离的增加,其识别区域的面积也逐渐增大,多个标签同时处于阅读器的识别范围

收稿日期:2012-02-24;修回日期:2012-05-27

基金项目:山西省科技基础条件平台项目(2011091003-0103);山西省回国留学人员科研资助项目(2011-028)

作者简介:魏 静(1987-),女,山西长治人,硕士研究生,研究方向为物联网、RFID技术;冯秀芳,教授,研究方向为无线传感器网络、物联网技术、人工智能、虚拟现实。

之内导致数据传输经常发生碰撞问题,因此需要对防碰撞进行深入的研究。

1 RFID 多标签防碰撞算法

现有的 TDMA 防碰撞算法可以分为基于 ALOHA 机制的算法^[7,8]和基于二进制树两种类型^[9-11]。

1.1 基于 ALOHA 机制的防碰撞算法

ALOHA 算法是一种随机接入方法,当任意一个标签接收到阅读器广播的识别命令之后,立即以定长信息包形式向阅读器发送其标识符,在标签发送数据的过程中,若有其他标签也在发送标识符,则它们之间的信号发生叠加导致冲突。阅读器接收信号之后,检测是否有冲突发生,阅读器正确识别标签标识符并发送确认消息;如果发生冲突,阅读器就发送冲突确认,标签接收到冲突确认之后,随即独立地等待一段时间后重新发送以避免冲突,直到发送成功为止。这种算法被称为纯 ALOHA 算法,简单易于实现,但信道利用率仅为 18.4%。

时隙 ALOHA(S-ALOHA)算法将纯 ALOHA 算法的时间分为若干时隙,每个时隙大于等于标签标识符发送的时间长度,并且每个标签只能在时隙开始时刻发送标识符。S-ALOHA 算法的信道利用率达到 36.8%。

在 S-ALOHA 基础上,将若干时隙组织为一帧,阅读器按照帧为单元进行识别,这就是帧时隙 ALOHA(FSA)。其识别过程如下(见图 1):

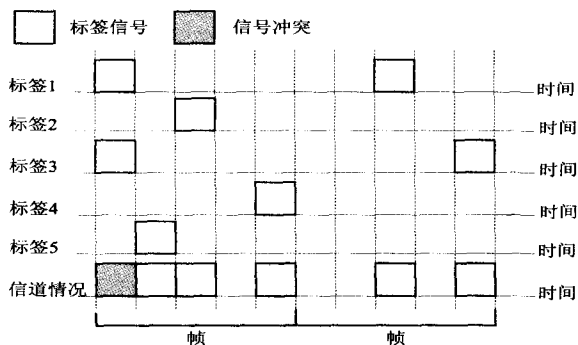


图 1 帧时隙算法

a. 开始新的一帧,阅读器广播帧长 f , 并激活场中所有标签;

b. 标签接收到帧长,随即独立地在 $0 \sim (f-1)$ 中选择一个整数存在寄存器 SN 中,作为自己发送标识符的时隙序号;

c. 阅读器启动一个新时隙,如果标签 SN=0,立即发送标识符,否则,SN 减一不发送标识符;

d. 如果发送成功,则该标签立即进入休眠状态,如果发生冲突,则标签进入等待状态,在下一帧中再选择一个时隙重新发送;

e. 这个过程重复下去,直到阅读器在某一帧中没有收到任何标签信号,则认为所有标签已被成功识别。

FSA 算法中帧长度是固定的,当标签数远大于帧长度时,冲突概率增大,识别时间极大的增加;相反,如果帧长度远大于标签数时,会造成时隙的巨大浪费,也会增加识别时间。从理论上很容易证明,当帧长度等于标签数目时,FSA 的性能达到最优^[8]。为了解决 FSA 的局限性,出现了动态自适应设置帧长度的算法(DFSA)。目前流行的动态帧时隙算法有两种:一种是根据前一帧通信获取的空时隙数目、发生碰撞的时隙数和成功识别标签的时隙数目,来估计当前标签数从而设置下一帧的最优长度;另一种方法是根据前一时隙的反馈动态调整帧长为 2 的整数倍,这种算法最有代表性的是 EPCglobal Gen2 标准中设计的 Q 算法^[12]。

1.2 基于二进制树的防碰撞算法

基于二进制防碰撞算法的基本思想是按照递归的工作方式将冲突的标签集合划分为两个子集,直到集合中只剩下一个标签为止。划分子集的算法有两种,一种是让标签随机选择所属集合,这种算法称为随机二进制算法;另一种是按照标签标识符进行划分,这种算法称为查询二进制树算法。查询二进制树算法是一个无状态协议,标签只需要根据阅读器广播的标识符前缀作比较即可。

随机二进制树算法要求每个标签维持一个计数器 count,计数器初始值设定为 0。其识别过程如下:时隙开始时,如果标签计数器 count 的值为 0 则立即发送自己的标识符,否则该时隙不回复。时隙结束后,阅读器将接收结果(冲突或不冲突)反馈给标签,标签根据反馈结果调整计数器:

a. 该时隙冲突,发送标识符的标签从 0 和 1 中随机选择一个数据,并将其加到自己的计数器上,没有发送标识符的标签直接将自己的计数器加一;

b. 该时隙没有冲突,要么没有标签发送数据,要么只有一个标签成功发送数据,被识别的标签进入静默状态,没有成功识别的标签将自己的计数器减一。

这个过程一直持续到所有标签都被成功识别为止,如图 2 所示。

2 ASFSA 算法

在动态帧时隙算法中,当帧长度等于标签数目时,系统的性能达到最优。但是,在实际应用中,ALOHA 算法随着标签数量的扩大,性能会急剧恶化^[13]。帧的长度不可能无限增大,每个相应系统有自己的最大帧极限 F_{\max} ,当帧长度大于 N_{\max} 时,实际识别时间比最佳识别时间增加 20% 以上^[7]。本节介绍一种 ASFSA 算法,该算法将自适应分组的方法应用到动态帧时隙算

隙发送标识符,如果成功识别则标签静默,在下一帧中再选择一个时隙重新发送,直到所有标签成功识别;

当 $2N_{\max_id} > F_{\max}$ 时,从 PS_{\max_id} 组开始每组标签依次采用帧长 $F = N_i$ 的帧时隙 ALOHA 算法进行标签识别,直到所有组标签都成功识别。

3 ASFSA 算法仿真结果及分析

系统识别效率是衡量 RFID 防碰撞算法性能的重要指标,文中使用 MATLAB 对提出的 ASFSA 算法进行仿真,仿真了在不同标签数目下 ASFSA 算法的系统识别效率,并与帧时隙 ALOHA 算法和二进制树搜索算法的系统识别效率进行了比较。系统识别效率定义为成功识别的标签数和识别所用时隙数的比值,如图 4,ASFSA 算法的系统识别效率优于其余两种算法。电子标签的 ID 码为随机产生的 64bit 数据。在仿真时不考虑标签的运动、传输误码等因素。

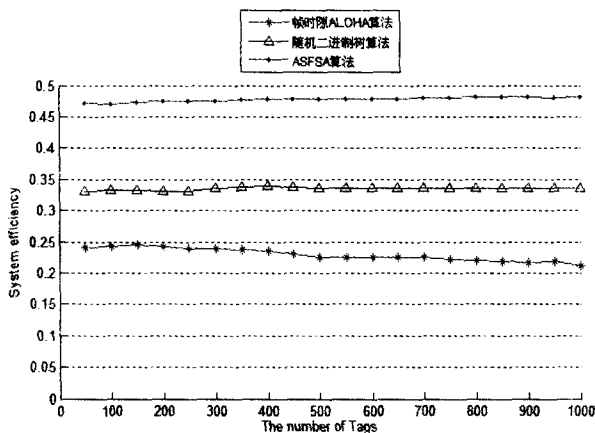


图4 防碰撞算法的系统效率比较

4 结束语

传统的帧时隙 ALOHA 算法识别标签时需要的最优帧长随标签数目的增加而增加,在实际应用中由于系统硬件所限制,帧长度不可以无止境的增大,当标签数目非常大时,传统帧时隙 ALOHA 算法的系统识别效率会急剧下降,但文中所提出的 ASFSA 算法很好地

解决了这一问题,并且执行过程简单,可以使标签数目非常大时系统的识别效率也没有大的影响。

参考文献:

- [1] Lu I S J, Flores M. Performance of RFID tags in near and far field [C]//ICPWC' 2005. India; New Delhi, 2005.
- [2] Raza N, Bradshaw V, Hague M. Applications of RFID technology [C]//IEEE Colloquium on RFID Technology. London, England; [s. n.], 1999.
- [3] 宁焕生,张瑜,刘芳丽. 中国物联网信息服务系统研究[J]. 电子学报, 2006(12A): 2514-2517.
- [4] 郭雷勇,谭洪舟,高守平,等. RFID 系统阅读器反碰撞算法分类与研究[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(9): 13-16.
- [5] 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.
- [6] 吴跃前,辜大光,范振粤,等. RFID 系统防碰撞算法比较分析及其改进算法[J]. 计算机工程与应用, 2009(3): 210-213.
- [7] Prodanoff Z G. Optimal frame size analysis for framed slotted ALOHA based RFID networks [J]. Computer Communications, 2010, 33(5): 648-653.
- [8] Bueno-Delgado M V, Vales-Alonso J. On the optimal frame-length configuration on real passive RFID systems [J]. Journal of Network and Computer Applications, 2011, 34(3): 864-876.
- [9] Shih Dong-Her, Sun Po-Ling, Yen D C, et al. Taxonomy and survey of RFID anti-collision protocols [J]. Computer Communications, 2006, 29: 2150-2166.
- [10] Capetanakis J I. Tree algorithms for packet broadcast channels [J]. IEEE Trans. on Inform. Theory, 1979, 25(5): 505-515.
- [11] 余松森,詹宜巨,彭卫东. 基于返回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.
- [12] EPCglobal Inc. EPCTM radio-frequency identify protocols class-1 gen-2 UHF RFID protocol for communications at 860 MHz version 1.2.0 [S]. Lawrenceville; EPCglobal Inc, 2008.
- [13] 姜丽芬,卢桂章,辛运帷. 射频识别系统中的防碰撞算法研究[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(15): 29-32.

(上接第 56 页)

Control in Cognitive Radio Networks: A Game-theoretical Approach [C]//ICC 08. [s. l.]: IEEE Communications Society, 2008: 3296-3302.

- [9] 王薇,李晓辉. CDMA 系统中基于 SVM 的多用户检测算法[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(1): 140-142.
- [10] 喻的雄,蔡跃明,钟卫. CDMA 系统中一种新的分布式博弈功率控制算法[J]. 电子与信息学报, 2008, 30(2): 443-446.

[11] 朱·弗登博格,让·梯若尔. 博弈论[M]. 黄涛,郭凯译. 北京:中国人民大学出版社, 2002.

- [12] 巫房贵,刘海林. 基于非合作博弈的联合功率与速率控制算法[J]. 通信技术, 2010, 43(6): 160-163.
- [13] 张红伟. CDMA 系统中基于代价函数的联合功率控制算法[J]. 通信学报, 2003, 24(6): 75-81.
- [14] 张志勇. 精通 MATLAB [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2010.