

文章编号:1007-2985(2013)05-0066-04

基于分组处理的 RFID 防碰撞算法*

田旺兰,李梦醒,谭 跃

(湖南城市学院通信与电子工程学院,湖南 益阳 413000)

摘 要:防碰撞算法是射频识别系统实现多目标识别的关键技术.针对基于二叉树的标签防碰撞算法存在识别次数较多和通信数据量较大的问题,提出一种新的基于分组处理的防碰撞算法.该算法将标签进行分组处理,直接用 4 个 2 位长的查询前缀去分裂标签集,读写器检测到数据中有 2 个碰撞位后不再接收后续数据,整个识别过程采用后退策略.仿真结果表明,该算法在查询次数和数据传输量均有较大提高.

关键词:射频识别;防碰撞;二叉树;分组处理;后退策略

中图分类号:TP301.6

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.1007-2985.2013.05.016

射频识别(Radio Frequency Identification,RFID)技术是近年来新兴的一种非接触自动识别技术.由于 RFID 具有识别距离远、数据容量大、可以非视距通信等特点^[1],被广泛应用在物流跟踪、供应链管理、电子支付等领域^[2].典型的 RFID 系统通常由读写器、电子标签和后台计算机系统 3 个部分构成^[3].RFID 系统通过在读写器与电子标签之间构建一个无线双向信息传输通道来实现电子标签的自动识别.当多个标签同时响应读写器时,标签信号会相互干扰,读写器不能正确识别标签信息,发生标签碰撞^[4].标签碰撞会减慢识别过程,甚至读写器无法识别标签.因此需要防碰撞算法去解决标签碰撞问题,以提高系统识别效率.

目前,大多数标签防碰撞算法都是基于时分多址技术,主要有 2 大类:基于 ALOHA 的概率性算法和基于树的确定性算法^[5-6].由于基于树的算法不存在“标签饥饿”问题,被得到广泛应用.二叉树算法根据标签 ID 或者随机产生的二进制 0 和 1 把标签集划分成 2 个子集.若有碰撞,继续分裂子集,直到每个集合中只含有 1 个标签,读写器就能识别作用范围内所有标签.典型的基于树的算法包括二叉树搜索算法(Binary Search Tree,BS)^[7]、动态二叉树搜索算法(Dynamic Binary Search Tree,DBS)^[8]、后退式二叉树搜索算法(Regressive Binary Search Tree,RBS)^[9]等.陈炳才等^[10]在结合 DBS 与 RBS 算法优点的基础上,提出了一种基于堆栈的动态减位防冲突算法(Reduces Dynamic binary algorithm on Stack,RDS),RDS 算法能够减少读写器与标签的数据传输量,但是识别标签所需的查询次数却仍与 RBS 算法相当.王雪等^[11]提出了一种锁位后退防碰撞算法(Bit-locking backoff anti-collision algorithm,BLBO),BLBO 算法采用后退机制,并且每轮查询中,读写器和电子标签都只处理那些在第 1 轮查询中发生碰撞的位.所以,BLBO 算法能够显著地降低数据通信量,但是查询次数却没有得到改善,与 RBS 算法相同.王春华等^[12]提出了一种改进的基于堆栈的二进制树防冲突算法(IBSTS),IBSTS 算法用堆栈存储识别过程产生的信息,读写器和标签只处理上一轮查询中发生碰撞的位,算法采用后退机制,IBSTS 算法在数据通信量方面有较大改善,但查询次数还是与 RBS 算法相等.

* 收稿日期:2013-06-11

基金项目:湖南省教育厅科学研究资助项目(11C0249)

作者简介:田旺兰(1977-),女,湖南娄底人,湖南城市学院讲师,硕士,主要从事 RFID 技术、无线传感网络研究;李梦醒(1972-),男,湖南宁乡人,湖南城市学院副教授,博士,主要从事现代信号处理在通信系统中的应用研究;谭 跃(1974-),男,湖南安化人,湖南城市学院副教授,博士,主要从事自动控制研究.

同时考虑通信数据量与查询次数 2 个方面,笔者提出一种新的基于树的防碰撞算法(New tree-based anti-collision Algorithm,NTA).提出的算法对标签进行分组处理,直接用 4 个 2 位长的查询前缀去分裂标签集,并且识别过程采用后退策略以提升系统的识别效率.

1 NTA 算法

1.1 相关命令

(1) 查询命令:REQUEST(p, m).当 $m=0$ 时, p 为 2 位长的查询前缀,标签把查询前缀 p 与 ID 进行比较,如果两者匹配,则发送 ID 剩余的部分. $m=1$ 时, p 为最高碰撞位的位置,ID 第 p 位为‘0’的标签应答 ID 第 p 位以后的数据.

(2) 分组处理命令:GROUPING($Group_num$).标签接收到此命令后,随机产生一个 $0 \sim Group_num$ 之间的数,并存储于存储器 TG 中,TG 中值相等的标签在同一组.

(3) 分组选择命令:SELECT_GROUP(GN).TG 中与 GN 相等的分组被选中.读写器在算法开始时或识别完一个组中的标签后发送此命令.

(4) 有效标签:TAG-ACTIVE.读写器识别一个标签后,发送此命令,如果标签中计数器 $TC > 0$,则进行 TC 减 1 操作.

(5) 停止命令:STOP.读写器检测到接收的数据中有 2 个碰撞位后,发送此命令,标签立即停止发送数据.

(6) 选择标签:SELECT(P).

(7) 读出标签数据:READ-DATA(P).

(8) 标签去选择:UNSELECT(P).

1.2 NTA 算法

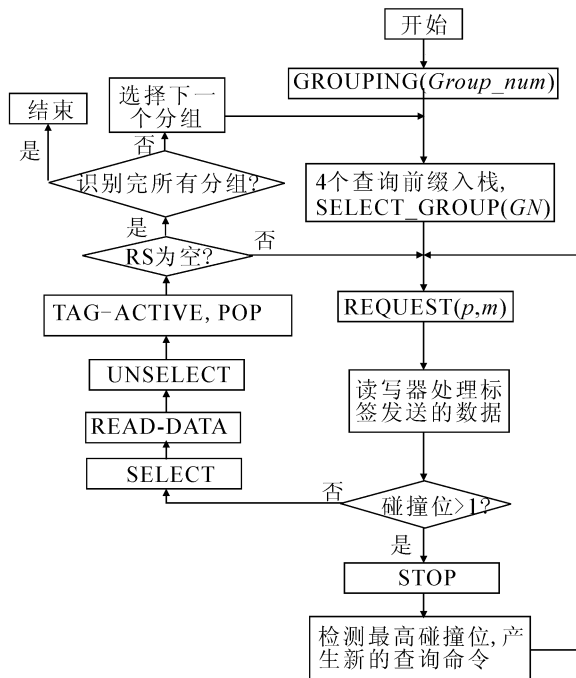


图 1 NTA 算法防碰撞处理流程

文中算法把读写器作用区域内所有标签进行分组,从小到大依次识别每个标签分组就可以识别所有标签.读写器根据标签 ID 的前 2 位,可以生成 4 个查询前缀“00”、“01”、“10”、“11”.读写器根据这 4 个查询前缀可以把每个分组中的标签分裂成 4 个子集.读写器发送 2 位长的查询前缀,直接选中那些与查询前缀匹配的标签进行识别.每个标签分组经过这样处理,能缩短每次从根节点开始识别的分解延迟.读写器对整个标签分组的识别过程采用后退策略,以减少查询次数.图 1 为 NTA 算法的防碰撞处理流程.

NTA 算法的主要步骤如下:

(1) 读写器发送分组命令 GROUPING($Group_num$)进行标签分组处理,所有标签产生 $[0 \sim Group_num]$ 之间随机数并存储入 TG.

(2) 读写器把 4 个查询前缀入栈 RS.发送 SELECT_GROUP(GN)命令,选中第 GN 组标签.当第 1 次发送分组选择命令时, $GN=0$,选择第 0 组标签.

(3) 读写器发送查询命令 REQUEST(p, m)命令.第 1 次发送 REQUEST 命令时, p 为查询前缀“00”, $m=0$.

(4) 读写器对标签发送的数据进行译码,根据译码结果判断是否有碰撞发生.如果没有碰撞发生,读写器可以识别 1 个标签.如果只有 1 个碰撞位,读写器可以用‘0’和‘1’代替此碰撞位,同时识别 2 个标签.读写器识别标签后,依次发送 SELECT 和 READ-DATA 命令,读出标签中存储的数据信息.之后,读写器

发出 UNSELECT 命令,让成功读写的标签进入休眠状态.接着,读写器发送 TAG-ACTIVE 命令,那些 $TC > 0$ 的标签进行 TC 减 1 操作.读写器对 RS 进行出栈操作,获得新的查询命令.

如果检测到接收的数据中有 2 个碰撞,读写器发送 STOP 命令,停止接收后续数据.读写器检测最高碰撞位置 p ,并把 m 设置成 1,生成新的查询命令参数.算法跳至步骤(3),继续查询过程.

(5) 当被选中分组中所有标签都被识别完时, $GN++$,选中下一个标签分组进行识别,算法跳至步骤(2).当 $GN = Group_num - 1$ 时,为最后 1 个标签分组,并且该分组中的所有标签都被识别完时,整个算法识别过程结束.

2 算法分析

2.1 算法分析

假设读写器作用区域内存在 N 个标签,标签被划分成 $Group_num$ 组.识别这 N 个标签所需的总查询次数为识别每个分组所需的查询次数之和.假设识别第 i 个分组中的标签所需的查询次数为 $Q(i)$,传输的数据为 $D(i)$ (其中 $0 \leq i < Group_num$).那么识别 N 个标签总的通信次数为

$$Q(N) = \sum_{i=0}^{group_num-1} Q(i),$$

数据通信量为

$$D(N) = \sum_{i=0}^{Group_num-1} S(i).$$

由此可知,NTA 算法识别 N 个标签的整体性能由识别每个分组的性能决定,优化 NTA 算法必须从每个标签分组着手.如果标签产生的随机数绝对随机,每个分组中标签的数量都是 $N/Group_num$,那么优化 1 个标签分组的性能就能使整个算法达到最大效率.

2.2 标签分组分析

以 1 个标签分组为实验,标签 ID 为 96 bit,随机生成,标签数量从 2 个逐渐增加到 15 个,在理想信道下进行仿真.观察识别该分组标签所需的平均查询次数和平均传输的数据量这 2 个方面的性能,程序连续运行 5 000 次取平均值.

图 2 为识别每个标签所需的平均查询次数.当标签数量大于 5 时,平均查询次数随着标签数量的增加而增大.当标签数量小于 5 时,平均查询次数会随着标签数量的下降会快速上升.

图 3 为平均识别 1 个标签产生的空查询数.当标签数量小于 7 时,空时隙数随着标签数目的减少会急剧增加.当标签数量大于 7 时,空查询次数逐渐降低,并趋于 0.

图 4 为识别每个标签所传输的平均数据量,平均传输的数据量随着标签数量的增加呈上升趋势.分组中标签越多,平均传输的数据就会越多.

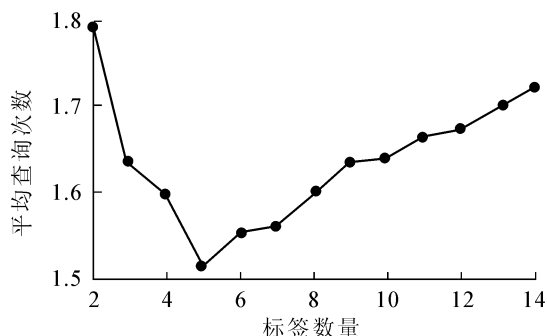


图 2 平均查询次数与标签数量关系曲线

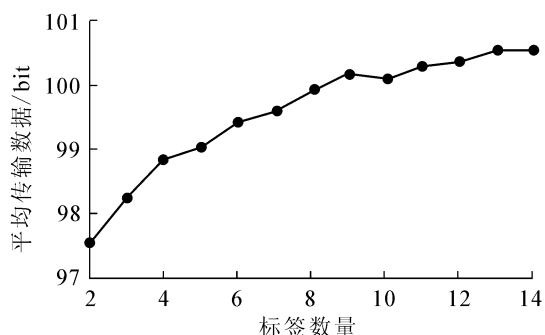


图 4 平均传输的数据与标签数量关系曲线

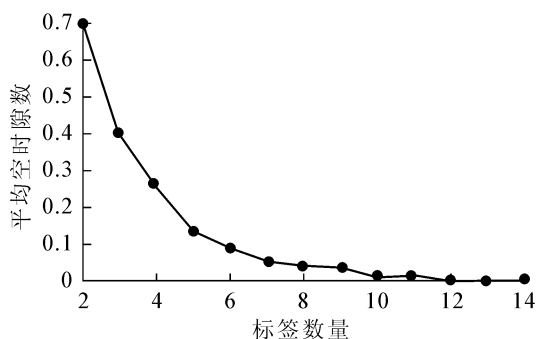


图 3 平均空查询数与标签数量关系曲线

综合考虑查询次数、传输的数据量、空时隙等因素,并且考虑到实际应用中标签产生的随机数并不是绝对随机,文中每个分组中标签数量的期望值为 7,即总的分组数为 $N/7$

3 仿真分析

文中提出的算法(NTA)与二叉树搜索算法(BS)、动态二叉树搜索算法(DBS)、后退式二叉树搜索算法(RBS)、陈炳才等^[10]提出的 RDS 算法与王雪等^[11]提出的 BLBO 算法进行比较,标签数量从 50 取到 1 000,间隔 50. 通过对比不同标签数目下读写器成功识别所有标签所需的总查询次数和传输的总数据量来比较算法效率. 不计控制、前后缀、校验冗余等开销,在理想信道下进行仿真. 假设标签 ID 长 96 bit, ID 随机生成. 为提高数据精度,连续仿真 100 次取平均值.

图 5 为各算法识别标签所需的查询次数比较. 从图中可以看出,BS 算法和 DBS 算法所需的查询次数最多. RBS 算法平均每识别 1 个标签需要查询 2 次. RDS 算法和 BLBO 算法所需的查询次数与 RBS 算法相等. 由于 NTA 算法采用分组策略,减少了每次应答标签的数量,并且采用 2 位长的查询前缀代替从根节点开始识别,故而能够减少查询次数. 在这几种算法中,NTA 算法所需的查询次数最少,平均识别 1 个标签约需要查询 1.6 次.

图 6 为各算法数据传输量的比较. 这几种算法中,BS 算法识别标签所传输的数据最多,DBS 算法有所提高,为 BS 的 50%. 由于 RBS 算法所需的查询次数远远少于 BS 和 DBS, RBS 算法的数据传输量比 BS 和 DBS 都要少. RDS 算法和 BLBO 算法都是基于后退机制的改进算法,它们的数据传输量相对 RBS 算法都有不同程度的改善. 由于 NTA 算法减少了读写器的查询次数,并且标签只应答最高碰撞位以后的数据. 所以,NTA 算法能够降低数据传输量,约为 DBS 算法的 1/6,优于 RBS、RDS 和 BLBO 等算法.

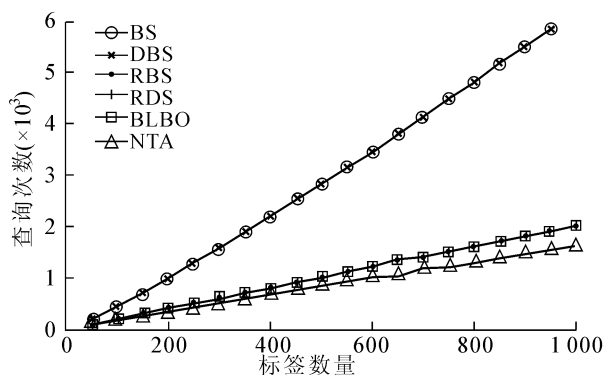


图 5 不同算法识别标签的查询次数的比较

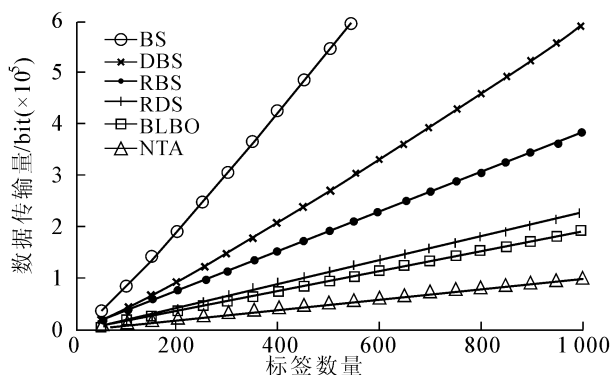


图 6 不同算法数据传输量的比较

4 结语

提出了一种改进的基于树的防碰撞算法. 新的算法把标签进行分组处理以减少每次应答标签的数量, 用 4 个查询前缀去分裂标签集以减少从根节点开始识别的分解延时, 算法整个识别过程采用后退策略. 通过仿真分析得出了 1 个适当的标签分组数, 使算法的整体性能达到了最佳. 仿真实验证明了算法的有效性, 在标签密集的场所, 可有效地减少查询次数、降低数据传输量, 提高识别效率.

参考文献:

- [1] 王中祥, 王俊宇, 刘丹, 等. BIS: 一种降低空时隙开销的 RFID 防碰撞算法 [J]. 通信学报, 2009, 30(9): 1-6.
- [2] KLAIR D K, CHIN K W, RAAD R. A Survey and Tutorial of RFID Anti-Collision Protocols [J]. IEEE Communication Surveys and Tutorials, 2010, 12(3): 400-421.
- [3] MOESSNER M, GUL N K. Secure Authentication Scheme for Passive Class1 Generation2 RFID Tags [J]. Computer Networks, 2011, 51(6): 273-286.
- [4] 陈章, 廖明宏. 快速 RFID 防冲突算法 [J]. 计算机应用, 2010, 30(1): 18-20.
- [5] EOM J B, LEE T J. An Efficient Framed-Slotted ALOHA Algorithm with Pilot Frame and Binary Selection for Anti-Collision for RFID Tags [J]. IEEE Communications Letters, 2008, 12(11): 861-863.

Exploration of College Graduates Employment in Minority Nationality Regions

—Taking Jishou University as an Example

XIONG Wen-bin

(Employment Guidance Center for Graduates, Jishou University, Jishou 416000, Hunan China)

Abstract: Compared with other colleges and universities, colleges in minority nationality regions find greater difficulties in work of graduate employment. In order to realize the full employment of the graduates of colleges and universities in minority nationality regions, a suitable work path for the university employment must be explored. We must improve the employment execution force, improve the security force, and expand employment ideas to enhance employment work force. The overall quality of graduates must also be promoted to increase their competitiveness. Colleges must serve the local economic construction so as to enlarge the influence of the college.

Key words: colleges in minority nationality regions; graduates; employment; basic path

(责任编辑 陈炳权)

(上接第 69 页)

- [6] QUAN C H, HONG W K, LEE Y D, et al. A Study on the Tree Based Memoryless Anti-Collision Algorithm for RFID System [J]. Korean Information and Processing Society Transactions, 2001, 11(6): 851 - 862.
- [7] FINKENZELLER K. 射频识别技术 [M]. 第 3 版, 吴晓峰, 陈大才, 译. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [8] 谢振华, 赖声礼, 陈 鹏. RFID 技术和防冲突算法 [J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(6): 223 - 226.
- [9] 余松森, 詹宜巨, 彭卫东, 等. 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] 陈炳才, 徐东升, 顾国昌, 等. 一种基于堆栈存储的 RFID 防冲突算法 [J]. 计算机应用, 2009, 29(6): 1 483 - 1 486.
- [11] 王 雪, 钱志鸿, 胡正超, 等. 基于二叉树的 RFID 防碰撞算法的研究 [J]. 通信学报, 2010, 31(6): 49 - 57.
- [12] 王春华, 许 静, 彭关超, 等. 改进的 RFID 标签识别防冲突算法 [J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(31): 104 - 107.

Tree-Based Anti-Collision Algorithm Radio Frequency Identification System

TIAN Wang-lan, LI Meng-xing, TAN Yue

(College of Communication and Electron Engineering, Hunan City University, Yiyang 413000, Hunan China)

Abstract: The anti-collision algorithm is the key technology of radio frequency identification system to achieve multi-target recognition. To solve the problem of too many identification times and transmitted bits in some binary tree based schemes, a new tree-based anti-collision algorithm is proposed. The algorithm divides tags into several groups. Four query prefixes which consist of two bits are directly used to split tag set, and the backtrack strategy is adopted to reduce identification times. The simulation results show that the algorithm significantly improves the query times and the data transmission.

Key words: radio frequency identification; anti-collision; binary Tree; grouping process; backtrack strategy

(责任编辑 陈炳权)