

一种改进的动态帧时隙 ALOHA 算法

陈燕, 李娜娜, 张娜

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450001)

摘要:针对目前动态帧时隙 ALOHA 算法所需时隙数较多的问题,基于电子标签数量和发生碰撞概率的关系,提出了一种改进的动态帧时隙 ALOHA 算法.在改进算法中,帧长的确定不需事先估算电子标签的数量,而只需根据上一帧中电子标签发生碰撞的概率来确定.仿真试验表明,改进算法所需的时隙数和计算量较少.

关键词:射频识别;动态帧时隙 ALOHA 算法;时隙数

中图分类号:TP391 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2012.06.011

An improved dynamic frame slotted ALOHA algorithm

CHEN Yan, LI Na-na, ZHANG Na

(College of Computer and Communication Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Aiming at the problem that the dynamic frame slotted ALOHA algorithm required more timeslots, an improved dynamic frame slotted ALOHA algorithm was proposed through analyzing the relation between the number of electronic tag and probability of collision, which determine the length of frame don't need estimate the number of tags, only need a frame timeslot conflict probability. Simulation results showed that the improved algorithm has less timeslot and computation.

Key words: RFID; dynamic frame slotted ALOHA algorithm (DFSA); timeslot

0 引言

射频识别 RFID (radio frequency identification) 是一种非接触式的自动识别技术,应用广泛.它以射频信号作为信息和能量传递的媒介,完成与被测物体间的信息交互^[1].在很多场合,读写器需要在很短时间内准确地识别出多个电子标签,但是多个电子标签相互独立且共享同一个射频信道,因此若多个电子标签在同一时刻发出信息,就会造成信号混叠,发生碰撞.

基于时隙的 ALOHA 算法是电子标签防碰撞中常用的一种方法,其中动态帧时隙 ALOHA (dynamic

frame slotted ALOHA, DFSA) 算法由于能够适应电子标签数量不同的场合,具有较高的电子标签识别效率,被广泛应用于 RFID 系统.帧时隙 ALOHA 算法 (frame slotted ALOHA, FSA) 把多个时隙组成一个帧,电子标签在每帧内随机选择一个时隙发送信息.

在 FSA 算法中,一帧内的时隙数量即帧长是固定不变的,因此当电子标签数量远大于帧长时,读取电子标签的时间会大大增加;当电子标签数量远小于帧长时,则会造成时隙浪费.而在 DFSA 算法中,帧长能够随阅读区域中电子标签的数量而动态改变,当待识别电子标签数大于帧长时会增加帧长度;反之,则会减小帧长度.因此在 DFSA 算法中,如

收稿日期:2012-11-01

基金项目:河南省科技攻关项目(112102210321)

作者简介:陈燕(1979—),女,河南省南阳市人,郑州轻工业学院讲师,硕士,主要研究方向为射频识别技术、嵌入式系统.

何确定帧长是提高电子标签识别效率的关键技术。

目前,大多数帧长确定方法是先估算待识别电子标签的数量,然后再确定帧长.文献[2]假设电子标签参与响应时间按照泊松分布,该算法简单易行,但电子标签数量估算误差较大;文献[3]根据阅读器检测到的某一帧中空闲时隙数、成功发送的时隙数、碰撞的时隙数和概率估计量来寻求最优解,该方法需要的总时隙数较少,对电子标签数量的估计相对精确,但是计算量较大;文献[4]通过定义碰撞比,并利用逼近算法来估算电子标签数量,其迭代过程复杂,耗时较长,识别效率较低;文献[5]通过迭代算法先计算出在不同帧长情况下发生不同次数碰撞时的电子标签数,并把计算结果存放在数组 $C(2, 2^8)$ 中,然后直接读取矩阵数据获得电子标签数量,从而提高系统的效率,但该方法中存放表格需要占用一定的内存空间.另外,虽然理论上当帧长等于待读取的电子标签数量时,算法能达到最高的工作效率,但实际应用中读写器能设定的帧长通常是定值,估算出电子标签数量后还需进一步调整,文献[6-7]给出了估算的电子标签数量和帧长的对应关系.本文拟提出一种改进的 DFSA 算法,只需根据上一帧中发生碰撞的概率即可直接确定下一帧的帧长,不需事先估算电子标签的数量,减少计算量和所需的时隙数.

1 改进的 DFSA 算法

1.1 帧长的确定

假设电子标签总数为 n ,帧长为 L ,由于各个电子标签相互独立,因此在某一个时隙中同时出现 k 个电子标签的概率为

$$P_k = C_n^k \left(\frac{1}{L}\right)^k \left(1 - \frac{1}{L}\right)^{n-k}$$

有 2 个及以上的电子标签选中某一时隙,即发生碰撞的概率为

$$P_k(L, n) = 1 - \left(1 - \frac{1}{L}\right)^n - \frac{n}{L} \left(1 - \frac{1}{L}\right)^{n-1} \quad \text{①}$$

由式①可得,帧长分别为 16, 32, 64, 128 和 256 时,电子标签数量和发生碰撞的概率 $P_k(L, n)$ 的关系,如图 1 所示.当帧长确定时,电子标签数量和发生碰撞的概率呈单调递增关系.

为了便于实现,通常读写器设定的帧长为 2^Q ($Q=0, \dots, 8$),即 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256. 不同电子标签数量对应的帧长见表 1.

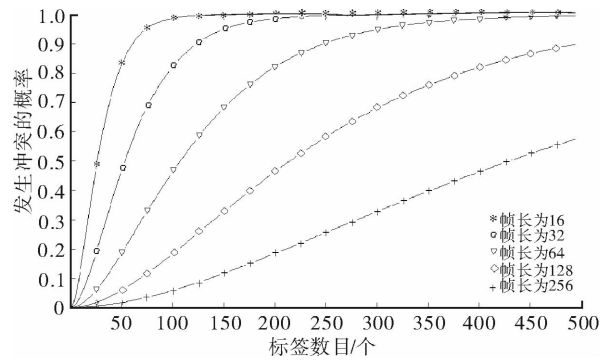


图 1 电子标签数量和发生碰撞概率的关系曲线

表 1 不同电子标签个数对应的帧长度

电子标签数目/个	帧长度	分组数/组
884—1 141	256	4
623—883	256	3
355—622	256	2
177—354	256	1
89—176	128	1
45—88	64	1
23—44	32	1
12—22	16	1
5—11	8	1
1—4	4	1

根据图 1 和表 1,本文改进算法中初始帧长为 16,发生碰撞的概率可由发生碰撞的时隙数/帧长求得.确定帧长的过程如下.

1) 由于 $P_k(16, 12) = 0.170\ 3$, $P_k(32, 23) = 0.160\ 7$, $P_k(64, 45) = 0.156\ 1$, $P_k(128, 89) = 0.153\ 8$, $P_k(256, 177) = 0.152\ 6$, $P_k(16, 22) = 0.043\ 7$, $P_k(32, 44) = 0.401\ 6$, $P_k(64, 88) = 0.400\ 5$, $P_k(128, 176) = 0.400\ 0$, $P_k(256, 354) = 0.402\ 5$,因此当发生碰撞的概率为 15% ~ 40% 时,帧长保持不变.

2) 由于 $P_k(64, 22) = 0.045\ 9$, $P_k(128, 44) = 0.046\ 5$, $P_k(256, 88) = 0.046\ 8$,因此当发生碰撞的概率为 4% ~ 15% 时,帧长缩小为原来的 1/2.若帧长为 16,则帧长保持不变.

3) 当发生碰撞的概率小于 4% 时,帧长缩小为原来的 1/4.其中,若帧长为 16,则帧长保持不变;若帧长为 32,则帧长缩小为原来的 1/2.

4) 由于 $P_k(16, 45) = 0.780\ 8$, $P_k(32, 89) = 0.770\ 6$, $P_k(64, 177) = 0.765\ 4$, $P_k(128, 355) = 0.765\ 6$,因此当发生碰撞的概率为 40% ~ 76% 时,

帧长扩大为原来的 2 倍. 若帧长为 256, 则帧长保持不变.

5) 当发生碰撞的概率大于 76% 时, 帧长扩大为原来的 4 倍. 其中若帧长为 256, 则帧长保持不变; 若帧长为 128, 则帧长扩大为原来的 2 倍.

1.2 改进算法的步骤

Step1: 阅读器发送请求命令, 该命令包含初始的时隙数, 本文算法中初始时隙数为 16.

Step2: 电子标签接收到阅读器的命令后, 在 (1, N) 中随机选择一个时隙, 同时将自己的时隙计数器复位为 1.

Step3: 如果电子标签的时隙计数器等于电子标签自己所选择的时隙数, 则电子标签向阅读器发送信息; 否则, 电子标签不发送信息, 并保留自己的时隙数.

Step4: 若阅读器只收到 1 个电子标签的响应, 则在阅读器正确读取电子标签信息后, 电子标签进入休眠状态; 若阅读器收到多个电子标签的响应, 统计发生碰撞的时隙数 $N_c = N_c + 1$, 通过 (N_c /帧长) 确定发生碰撞的概率.

Step5: 阅读器根据 1.1 中帧长的确定算法, 按照该帧发生碰撞的概率动态地调整下一帧的帧长 N, 然后转到 Step1, 开始下一帧的识别.

2 仿真结果与分析

为了检验本文所提出的改进算法的识别效率, 分别在不同电子标签数量情况下, 对 FSA 算法、DFSA 算法、文献 6 所提出的算法和本文提出的算法进行仿真分析. 其中文献 [6] 提出的算法是先根据文献 [3] 的方法进行电子标签的估算, 然后根据估算出的电子标签数量确定帧长.

在每个仿真实验中, 给定电子标签的数量区间是 1~400. 为了提高仿真精度, 仿真结果是经过 100 次运算的平均值. 仿真结果见图 2.

从图 2 可以看出, 本文提出的改进算法和文献 [6] 提出的算法所需的时隙数较小, 即识别效率较高. 文献 [6] 需要通过寻找使实际测得的成功、空闲和碰撞的时隙数值与理论上的成功、空闲和碰撞的时隙数值的差值最小, 从而确定电子标签数, 然后再确定帧长. 而本文提出的算法仅根据每一帧发生碰撞的时隙数就可确定下一帧的帧长, 其计算量要远小于文献 [6] 提出的算法. 所以, 本文所提出的算法具有计算量较小、所需时隙数较少的优点.

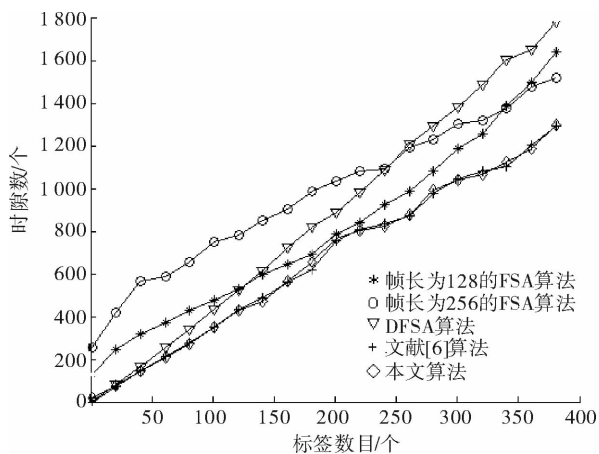


图 2 仿真结果

3 结论

在 DSFA 算法中, 帧长的确定算法决定了电子标签的识别效率. 针对目前大多数帧长的确定方法是先估算待识别电子标签的数量, 然后再确定帧长, 计算过程复杂这一问题, 本文基于不同帧长情况下电子标签数量与发生碰撞的概率关系, 提出了改进的动态帧时隙 ALOHA 算法, 简化了帧长的确定过程, 仅仅根据上一帧发生碰撞的概率即可确定下一帧的帧长, 从而减小了计算量, 提高了 DSFA 算法的识别效率.

参考文献:

- [1] 单承轸, 单玉峰, 姚磊, 等. 射频识别 (RFID) 原理与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [2] Schoute F C. Dynamic frame length ALOHA [J]. IEEE Transactions on Communications, 1983, 31(4): 565.
- [3] Vogt H. Efficient object identification with passive RFID tags [C] // International Conference on Pervasive Computing, Berlin: Springer-Verlag, 2002: 98 - 113.
- [4] Cha Jae-Ryong, Kim Jae-Hyun. Novel anti-collision algorithms for fast object identification in RFID system [C] // Proceedings of 11th International Conference on Parallel and Distributed Systems, Washington: IEEE Computer Society, 2005: 63 - 67.
- [5] 黄仁, 张静, 程平. 一种 ALOHA 算法的帧长度调整方法 [J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(9): 115.
- [6] 尹君, 何怡刚, 李兵, 等. 基于分组动态帧时隙的 RFID 防撞算法 [J]. 计算机工程, 2009, 35(20): 267.
- [7] 李飞高, 张贵林. 基于 ALOHA 的分组动态帧时隙 RFID 系统防撞算法 [J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2012, 27(3): 80.