

# 基于 ALOHA 的分组动态帧时隙 RFID 系统防碰撞算法

李飞高<sup>1</sup>, 张贵林<sup>2</sup>

(1. 河南职业技术学院 电气工程系, 河南 郑州 450046;  
2. 郑州轻工业学院 电气信息工程学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 针对动态帧时隙 ALOHA 算法在标签数目增大时, 时延太大和硬件要求太高的问题, 提出了分组动态帧时隙 ALOHA 算法——GDFSA. 该算法通过估算电子标签的数量, 根据最佳帧长度对标签进行分组, 然后再对标签进行分组识别. 实验结果表明, 该算法能够有效解决无线射频识别系统电子标签识别时的碰撞问题, 提高系统自动识别的效率.

**关键词:** 无线射频识别技术; 防碰撞; 电子标签; ALOHA 算法; GDFSA 算法

**中图分类号:** TN92      **文献标志码:** A

## Grouping dynamic framed slotted RFID anti-collision algorithm based on the ALOHA

LI Fei-gao<sup>1</sup>, ZHANG Gui-lin<sup>2</sup>

(1. Dept. of Electr. Eng. He'nan Polytechnic Zhengzhou 450046, China;  
2. College of Electr. and Infor. Eng. Zhengzhou Univ. of Light Ind. Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** Aiming at the problem that dynamic frame slotted ALOHA algorithm (DFSA) delay is too big and its hardware requirement is too high when tag number increases. The grouping dynamic framed slotted ALOHA algorithm (GDFSA) was proposed. The algorithm determined the number of the tags' group and identified the tags by grouping through the tags quantity estimation method and according to the optimum frame length. The test results showed that GDFSA algorithm which could effectively solve the problem of the tag collision in radio frequency identification (RFID) system and improved the identification efficiency and channel availability.

**Key words:** radio frequency identification technology; anti-collision; electronic tag; ALOHA algorithm; GDFSA algorithm

## 0 引言

无线射频识别技术 RFID (radio frequency identification) 是一种非接触式自动识别技术. RFID 系统

主要由天线、读写器、电子标签、中间件和系统应用软件几部分组成. 在 RFID 系统中阅读器和电子标签通过天线相互通信, 从而识别电子标签. 但是在阅读器的识别域内, 当多个标签同时读取读写器发

收稿日期: 2012 - 01 - 26

作者简介: 李飞高 (1976—), 男, 河南省濮阳市人, 河南职业技术学院讲师, 主要研究方向为物理与电子信息技术.

出的信息时,会出现多个标签同时占用同一信道向读写器发送信息的情况,造成信道阻塞,此时阅读器就无法识别这些标签的具体身份或代码.这种现象就是电子标签碰撞或冲突,本文中统称为碰撞.

电子标签防碰撞的解决方案主要是从硬件和软件2个方面考虑.在硬件方面主要采用移动通信技术,如空分复用(SDMA)、频分复用(FDMA)、码分复用(CDMA)等方式;软件方面是通过设计系统算法实现防碰撞,其基本方法主要有ALOHA算法、二进制树搜索算法.硬件方法读取标签的速度虽然比较快,但是系统结构比较复杂、实现的成本比较高,所以一般采用系统结构比较简单,且便于修改和升级的软件方式解决标签碰撞问题.本文将主要分析ALOHA算法及改进型ALOHA算法,在此基础上提出分组动态帧时隙ALOHA算法(GDFSA).

## 1 ALOHA 算法及改进型 ALOHA 算法分析

ALOHA 算法基于 ALOHA 协议,在 RFID 系统中,电子标签向读写器发送信息时,如果其身份被识别,阅读器就会发出确认信息,如果标签没有收到读写器的确认信息,则说明其数据由于标签碰撞而遭到破坏,需等待一段时间后再随机地发送数据,一直到收到读写器确认的信息为止. ALOHA 算法具有实现简单性的优点,但其吞吐率较低,最大值为 18.4%<sup>[1]</sup>,比较适于只读电子标签系统.

时隙 ALOHA 算法 SA (slotted ALOHA) 是在基本 ALOHA 算法的基础上把时间分成多个离散的时间片段,即时隙(slot),每一个时隙就是一条信道,供标签与阅读器通信.正常情况下一个标签占用一个时隙,否则会发生标签的碰撞,另外要求标签只能在每个时隙内开始时发送数据包. SA 算法吞吐率是 ALOHA 算法的 2 倍,其最大值为 36.8%<sup>[1]</sup>.

帧时隙 ALOHA 算法 FSA (framed slotted ALOHA<sup>[2]</sup>) 把若干个时间上连续的时隙作为通信单元,即帧. FSA 帧算法减少了对阅读器识别域内标签的重复处理,降低了系统处理数据的复杂性.但由于其帧长固定不变,当标签数大于帧时隙数时,标签会产生严重的碰撞,当标签数小于帧时隙数时,会造成时隙空闲,浪费信道.

动态帧时隙 ALOHA 算法 DFSA (dynamic framed slotted ALOHA) 为了防止 FSA 算法中由于帧

内时隙数相对标签数量较少时发生碰撞,而较多时时隙空闲的问题,由阅读器在其识别域内根据标签数量动态地调整帧长度,使帧内时隙数与标签数大体相当,从而有效防止标签的碰撞,达到有效识别标签的目的.但这种算法在标签数目较多时不适合.

## 2 GDFSA 算法的设计与实现

本文提出 GDFSA (grouping dynamic framed slotted ALOHA) 算法旨在解决 DFSA 算法在标签数量较大时标签的碰撞问题,提高标签识别率.在 DFSA 算法的基础上, GDFSA 算法选择理想帧长为 256,并把阅读器识别域内的标签分成若干组,然后在各组标签内利用 DFSA 算法对标签进行识别.

### 2.1 标签估算方法

F. C. Schoute<sup>[3]</sup> 提出了由一帧中发生碰撞次数  $M_c$  的大小推算标签数量  $n$  的公式,即

$$n = 2.3922 \times M_c \quad (1)$$

王亚奇<sup>[4]</sup> 根据空闲时隙的概率提出了新的估算方法:假设一个帧长度是  $N$ , 标签的数目是  $n$ , 在一帧的一个时隙中,空闲时隙的概率为

$$P_{idle} = \binom{n}{0} \left(\frac{1}{N}\right)^0 \left(1 - \frac{1}{N}\right)^n = \left(1 - \frac{1}{N}\right)^n \quad (2)$$

根据阅读器发出第一个帧,就可以知道帧长和空闲时隙所占比率,由此可以利用公式(2)估算标签的数目.

H. Vogt<sup>[5]</sup> 预测法是通过比较实际与理论上成功、空闲和碰撞的时隙数,然后计算误差最小值来预测标签数,其公式如下:

$$\varepsilon = \min_N \left| \begin{pmatrix} c_o \\ c_l \\ c_k \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} a_o \\ a_l \\ a_k \end{pmatrix} \right|$$

其中  $c, a$  表示实际测得的时隙数和理论上的时隙数;  $l, k, \rho$  表示识别成功、空闲、碰撞时隙.在  $N$  取值范围  $[c_l + 2 \times c_k, \dots, 2 \times c_k (c_l + 2 \times c_k)]$  内找到  $\varepsilon$  的最小值,其所对应的  $N$  值就是预测的标签数.

以上 3 种估算标签的方法,应根据实际情况进行选择.由于后 2 种估算方法比较复杂,所以本文选择第 1 种算法对阅读器识别域内标签进行估算.

### 2.2 标签分组

DFSA 算法根据标签数量来动态调整帧长,能有效地识别标签.但是当标签数量较大时,阅读器不能无限增加帧大小.阙大顺等<sup>[6]</sup> 研究显示标签数

小于 512 时性能表现良好, 标签数目大于 512 时, 所需时隙数将随标签增加呈指数级增长<sup>[6]</sup>.

在 GDFSA 算法中, 最大帧长度不超过 512. 实际中一般阅读器设定最大帧长为 256, 即 8 位二进制数, 其小于 512, 所以将 256 作为 GDFSA 算法的理想帧长度. 如果阅读器识别域内标签总数远远大于 256, 就把标签进行分组处理, 具体方法如下.

假设标签总数为  $n$ , 当  $n \leq 256$  时作为一组, 当  $n \gg 256$  时, 组数为标签数除以 256 的取整  $m$  代表组数, 即  $m = \text{int}(n/256)$ .

假设标签的识别码有 12 位, 则前 4 位是分组码, 后 8 位是组内识别码, 能够识别标签的上限是 4 096 个标签. 标签分组见表 1. 如果标签数目庞大, 系统会根据具体情况会自动调整分组码的位数, 从而提高识别能力.

表 1 标签分组表

$m$	分组码	最大帧长度	组内码
0	0000	256	
1	0001	256	00000000—
2	0010	256	11111111
...	...	...	
15	1111	256	

### 2.3 GDFSA 算法的步骤

GDFSA 算法的步骤如下: 1) 阅读器发出探查帧, 判断碰撞的情况, 根据公式①估算识别域内标签的数量; 2) 依据估算结果对标签进行分组, 生成组代码与  $m$  值; 3) 按照组从小到大的顺序排列识别; 4) 组内识别同 DFSA 算法, 本组识别完成后自动执行  $m = m + 1$ , 进一步循环识别; 5) 确认阅读器识别域内标签全部被识别, 统计标签数量, 识别结束.

### 2.4 性能分析

系统识别率

$$S = \frac{n - 256 \times m}{2^k} \left( 1 - \frac{1}{2^k} \right)^{(n - 256 \times m - 1)}$$

其中  $n$  为读写器识别域内标签数;  $m$  是标签组数,  $0 \leq m \leq 15$ ;  $2^k$  动态帧长;  $k$  为二进制数位数,  $0 < k \leq 8$ ;  $256 \times m + 2^{k-1} < n \leq 256 \times m + 2^k$ .

在 Matlab 中对 GDFSA 与 DFSA 进行性能仿真对比, 结果见图 1. 对比可知, 当标签数量  $n \leq 256$  时, GDFSA 与 DFSA 性能相当; 但是当  $n > 256$  时,

GDFSA 算法可以使 RFID 系统识别率高于 35%, 且性能比较稳定, 而 DFSA 算法系统的识别率随标签数量 ( $n > 256$  时) 增加呈指数下降.

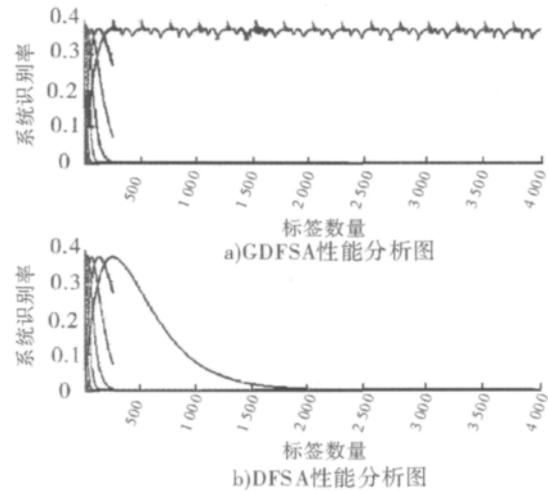


图 1 性能仿真对比图

## 3 结论

针对 DFSA 算法在标签数目增大时, 时延太大和硬件要求太高等问题, 提出了 GDFSA 算法. 该算法利用理想帧长, 根据标签估算的结果, 对标签分组, 然后利用 DFSA 对标签进行识别. 该方法防止了大量标签识别时的碰撞, 提高了系统的识别率和信道利用率. 但是这种方法对于海量标签识别时间较长, 可以利用该算法结合 SDMA 技术, 缩短 RFID 系统对电子标签的识别时间.

### 参考文献:

- [1] 谢春艳. RFID 系统的关键技术——防碰撞技术的研究[D]. 上海: 华中师范大学, 2008.
- [2] 赵军辉. 射频识别技术与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008: 203 - 204.
- [3] Schoute F C. Dynamic frame length ALOHA[J]. IEEE Trans on Com, 1983, 31(4): 565.
- [4] 王亚奇. RFID 系统防碰撞算法的研究[D]. 南京: 南京邮电大学, 2008.
- [5] Vogt H. Multiple object identification with passive RFID tags[C]//Proc of IEEE Int Conf on Syst Man and Cyb, Washington: IEEE Comp Society, 2002: 651 - 656.
- [6] 阙大顺, 汪盛虎, 张浩. 帧时隙 ALOHA 的快速防冲突算法[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(35): 49.