

RFID 系统防碰撞算法分析与改进^①

任晓奎 梁朝忠 (辽宁工程技术大学 电子与信息工程学院 辽宁 葫芦岛 125105)

摘要: 防碰撞算法是 RFID 系统中的一项必须要解决好的关键技术。当多个电子标签同时进入读写器的射频范围内时,它们将同时响应读写器的命令并返回自身的 ID 信息,这样就产生了信道争用,也就是信息冲突。在对二进制防碰撞搜索算法进行详细的定量分析的基础上提出了一种改进算法。该算法能有效地降低命令发送的总次数和减少每次命令所附带的参数长度。

关键词: 射频识别; 防碰撞算法; 搜索算法; 命令长度

Analysis and Improvement of Anti-Collision Algorithm for RFID System

REN Xiao-Kui, LIANG Chao-Zhong

(Department of Electronics and Information Engineering Liaoning University of Engineering and Technology, Huludao 125105, China)

Abstract: Anti-collision algorithm is the key technology which must be solved in the RFID system. When more than one tags enter the radio frequency range and respond to the same reader simultaneously, all of them would return their own ID information to the reader, thus creating a digital conflict. This paper proposes an improved algorithm based on analyzing a binary search algorithm. The algorithm can effectively reduce the total number of sent commands and reduce the length of the parameters attached to each order.

Keywords: radio frequency identification; anti-collision algorithm; search algorithm; command length

射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)是一种目标识别技术,它利用射频方式进行非接触式双向数据通信^[1]。射频识别系统由读写器和射频卡两部分组成,读写器向射频卡发送命令,处于射频区的射频卡根据命令返回数据,或更改射频卡内的数据。对于一个射频识别系统,其中的一个难点是同时读取多个标签。为了实现这个功能在通信上所采取的技术是“防冲撞”^[2]。能够同时读取多个标签是常被人们谈及的 RFID 比条形码更为优越的地方,但是如果如果没有“防冲撞”的功能时,RFID 系统只能读写一个标签。在这种情况下如果有两个以上的标签同时处于可读取的范围内就会导致读取的错误。防碰撞算法^[3]技术主要是要解决如何高效快速地从射频范围内的多个电子标签中选中一个,并建立连接与进行数据交换。

而暂时未被选中的标签会在以后的算法循环中被选中,直到最后一个标签被识别为止。本文在基本的二进制搜索防碰撞算法的基础上提出一种改进的算法,以期提高非接触式识别卡的识别速度。

1 算法思想

二进制搜索算法^[4]的主要思想是阅读器发送一个长度为 N 的序列号,各个标签将自身的 ID 号与接收的序列号比较,其二进制数值小于或者等于该序列号的标签将回送自身的 ID 号给阅读器,否则不作响应^[5]。这样可以缩小预选标签的范围,现在假设有 5 个标签 Tag1、Tag2、Tag3、Tag4 和 Tag5,它们自身的 ID 号分别为: Tag1: 10111100 Tag2: 11111000 Tag3: 10110100 Tag4: 11100100 Tag5: 10100010

① 收稿时间:2009-05-22

1.1 基本处理流程为:

1) 阅读器发送一个序列号为全‘1’的请求命令, 标签同时响应并把其自身的 ID 号发送给阅读器。阅读器检测出它们的最高冲突位(第 2 位), 据此下次读写器命令序列号的第一位与响应的 ID 号的第一位相同, 第 2 位为 0, 后面的剩余位为全‘1’。则读写器将得到下次请求命令的序列号 10111111。

2) 阅读器将步骤 1 所得到的新的序列号 (10111111) 发送出去。上述 5 个标签将自身的 ID 号与接收的序列号比较, 其二进制数值小于或者等于该序列号的标签将回送自身的 ID 号给阅读器, 所以 Tag1、Tag3 和 Tag5 响应读写器并返回自身 ID 号, 而 Tag2 和 Tag4 不满足条件被丢弃。这样读写器就得到 3 个标签返回码, 并检测出它们此时的最高冲突位(第 4 位), 则读写器得到下次命令序列号为 10101111。

3) 读写器发送新命令码 10101111, Tag1、Tag3 和 Tag5 将它与自身的 ID 号与之比较, Tag1 和 Tag3 不符合条件被屏蔽, 此时只有 Tag5 返回自身 ID 号, 读写器得到一个没有冲突的返回码, 与之建立通信连接。操作完成后使它处于失活状态。

4) 返回到第一步, 读写器发送命令码 11111111, 则 Tag1、Tag2、Tag3 和 Tag4 返回自身 ID 号。读写器接受它们的返回码, 并检测出最高冲突位(第 2 位), 据此得到下次命令码 10111111。

5) 读写器发送新命令序列 10111111。同理可知 Tag2 和 Tag4 被屏蔽, Tag1 和 Tag3 返回自身 ID 码, 读写器检测出返回码的最高冲突位(第 5 位)。因此能够得到下次的命令序列码 10110111。

6) 读写器发送命令 10110111。经比较可知 Tag1 被屏蔽, 只有 Tag3 返回自身 ID 码。这样读写器就得到一个没有冲突的返回码, 至此 Tag3 被识别出来。通信完成后使其失活。

7) 再返回到第一步, 发送全‘1’命令 11111111。Tag1、Tag2 和 Tag4 返回自身 ID 号, 读写器检测出返回码的最高冲突位(第二位)。据此得到下次的请求命令序列 10111111。

8) 读写器发送请求命令序列 10111111。同理可知 Tag2 和 Tag4 不符合条件被屏蔽, 只有 Tag1 返回自身 ID 号。这样一来读写器就得到一个没有冲突位的返回码, 并与之通信。操作完成后使其处于失活

状态。

9) 再次返回到第一步, 发送全‘1’请求命令码 11111111。只有 Tag2 和 Tag4 处于活化状态, 响应请求并返回自身 ID 号。读写器检测出返回码的最高冲突位(第 4 位), 据此可得下次的请求命令序列 11101111。

10) 读写器发送新请求命令码 11101111, 经比较 Tag2 被屏蔽, 只有 Tag4 返回自身 ID 号, 读写器就得到一个没有冲突位的返回码, 即 Tag4 被识别并进行通信。操作完成使其失活。

11) 再次发送全‘1’请求命令码 11111111。至此只有 Tag2 还处于活化状态。读写器能够顺利地与之进行数据交换。

2.1 二进制搜索算法分析

一次命令发送和响应过程的等效时间长度包括命令本身编码的长度、命令参数长度和标签响应该次命令的数据长度^[6]。对算法进行分析时主要考虑识别出所有标签时命令发送的总次数、命令参数长度和标签响应数据长度。基本二进制搜索算法^[7]搜索到第一个标签发送的命令次数为:

基本二进制搜索在检测到第一个标签后对其进行去活化再从头开始搜索。此时有待识别的标签是 $Q-1$ 个 因此搜索到第二个标签的命令次数是:

$$L(Q) = \text{Int}(\log(Q) / \log 2) + 1$$

基本二进制搜索在检测到第一个标签后对其进行去活化再从头开始搜索。此时有待识别的标签是 $Q-1$ 个 因此搜索到第二个标签的命令次数是:

$$L(Q-1) = \text{Int}(\log(Q-1) / \log 2) + 1 \text{ 所以搜索完全部标签所需发送的命令次数为:}$$

$$T = \sum_{q=1}^Q (\text{Int}(\log q / \log 2) + 1)$$

式中 Q 为待识别的标签个数, $\text{Int}()$ 表示对一个数取整, 即舍弃数的小数部分。

3 二进制搜索算法的改进

读写器与电子标签之间的通信码采用 Manchester 编码, 它能够很好的满足冲突位的准确识别。曼彻斯特码不是用高或者低电平来表示二进制数字 0 或 1, 它用一个电平的正跳变来表示 1, 负跳变来表示 0。当有多个标签与读写器进行通信时, 在同一个电平窗口内如果同时出现了正跳变和负跳变, 它们就会相互抵消, 出现了一个不能被识别的非曼彻

斯特码跳变,读写器就无法判断该位,也就是冲突位。在此用‘x’表示在接收端收到的无法被识别的冲突位。假设阅读器的作用范围内有5个标签,其EPC码分别为:T1:10111100 T2:11111000 T3:10110100 T4:11100100 T5:10100010

1) 读写器发送请求命令 REQUEST(EPC)。所有进入其射频范围的电子标签都会相应该命令,同时发送自身的ID序列号给读写器。读写器收到的最终返回码为 1x1xxxx0。

2) 读写器再次发送请求命令 REQUEST(10),此时已确定位数为2位。电子标签 T1, T3, T5 的前两位经比较与此次请求命令参数‘10’相同,返回自身ID序列号的剩余部分。其他的标签则被屏蔽掉。至此,读写器收到的返回EPC码为 1xxxx0。

3) 读写器再发送请求命令 REQUEST(1010),此时已确定的位数 $NVB=4$ 。标签 T5 的前4位经比较与此次命令的参数‘1010’相同,响应该次命令并返回自身ID号的剩余部分。由于 T1、T3 都被屏蔽, T5 的返回序列不会发生冲突,读写器就会发送选中命令 SELECT 给 T5,建立通信连接。通信完成后读写器通过发送去活化命令 UNSELECT 命令使其休眠,不再响应读写器的请求命令。

4) 读写器返回到上次的请求命令 REQUEST(10)。由于 T5 已处于休眠状态,响应该命令的只有 T1 和 T3,并返回自身ID号的剩余部分。读写器收到的返回EPC码为 11x100。

5) 读写器发送请求命令 REQUEST(10110)。同理,标签 T3 的前5位经比较与此次命令参数‘10110’相同,响应命令并返回自身ID号的剩余部分, T1 则被屏蔽。此时,读写器收到的是没有冲突的EPC码,读写器选中 T3 并进行其他的通信任务。操作完成则发送去活化命令 UNSELECT,使其进入休眠状态。

6) 再次返回到请求命令 REQUEST(10)。由于 T3、T5 都已被屏蔽,响应该命令的只有 T1,读写器收到的返回EPC码没有冲突位,顺利与 T1 建立通信连接,完成剩余操作。

7) 读写器再次发送请求命令 REQUEST。由于 T1、T3、T5 都已被屏蔽,只有 T2 和 T4 响应,返回自身的ID号。读写器收到的返回码为 111xxx00。

8) 读写器发送请求命令 REQUEST(1110)。标签

T4ID号的前4位经比较与命令参数‘1110’相同,于是响应此次命令返回自身ID号的剩余部分, T2 则被屏蔽掉。读写器收到的EPC码没有冲突位,建立与 T4 的通信连接。操作完成发送去活化命令 UNSELECT,使其进入休眠状态。

9) 至此,只有 T2 还处于‘活化’状态,读写器收到只有 T2 的ID序列返回码,无冲突。顺利进行通信连接。

至此,所有的进入射频范围的电子标签都已被访问,识别完成。由上述分析可知,要完成 Q 个标签的识别,共需要 $S=2Q-1$ 次发送命令。

4 实现方法与仿真

结合单片机控制系统,把要发送的命令字传送到指定的寄存器中。编写一个参数可变的命令发送子函数。调用该发送命令子函数,就可实现发送不同命令的功能。软件实现流程如图1所示:

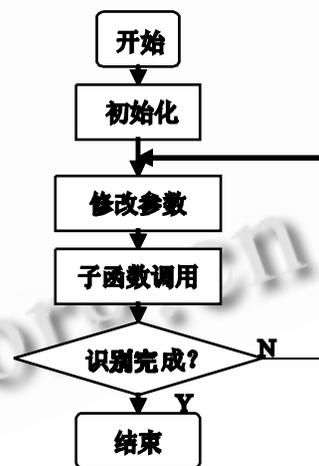


图1 软件流程图

为了直观地显示二进制搜索算法与改进后的算法在同样完成射频范围内的电子标签的识别任务同时,比较二者算法之间的命令发送次数关系,本文借用 matlab(版本 7.0)在实验室理想工作条件下进行了模拟仿真,实验由同一个电脑终端来完成。假设需要识别的电子标签的个数 $(Q=10)$,用 T 表示二进制搜索算法所需发送的命令次数, S 表示改进后算法所需发送的命令次数。二者的 matlab 解析式分别为: , 其中 ‘Int()’ 表示对数字去零取整; .通过 matlab 编程仿真,在同一个图形显示窗口中让 T 和 S 同步实时输出

显示,仿真结果如图2所示。横坐标为标签个数 Q ,纵坐标为命令所需的发送次数。由图2可知,当标签的个数大于3时,改进后的算法识别完所有标签所需要发送的命令次数 T 比二进制搜索算法所需的命令发送次数 S 要少很多,能够明显地提高读写器的识别速度,改善系统效率。

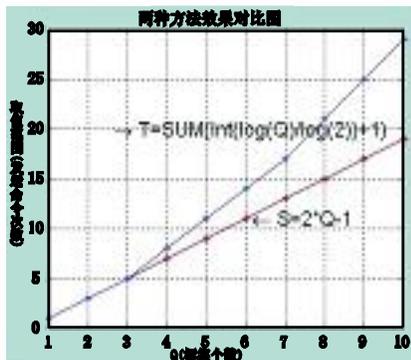


图2 两种算法效果对比图

5 结语

对基本二进制搜索算法及其改进算法进行了详细的定量分析,在此基础上提出了一种改进算法。该算法能有效地降低命令发送的总次数。实验证明改进的多状

态二进制搜索算法能够迅速有效地识别出电子标签,该算法对于大批量物品跟踪和管理具有重大的意义。

参考文献

- 1 万红,杨延昭.RFID 防碰撞算法研究与改进.微计算机信息,2009,3-2:230-231.
- 2 I-Lawkes P. Anti-collision and Transponder Selection Methods for Grouped Vicinity Cards and RFID tags. RFID Technology, 1999,27(6):694-695.
- 3 Renbol TJA, Schutje JF, Fregl YBJ, et al. Determination of patient-specific multi-joint kinematic models through two-level optimization. Journal of Biomechanics, 2005,38:621-626.
- 4 美丽芬,卢桂章,辛运帷.射频识别系统中的防碰撞算法研究.计算机工程与应用,2007,43(15):29-32.
- 5 吴京蓬,刘娜,王爽心.RFID中用于解决信道争用问题的防碰撞算法.仪器仪表学报,2006,27(6):694-695.
- 6 鞠伟成,俞承芳.一种基于动态二进制的RFID抗冲突算法.复旦学报(自然科学版),2005,44(1):46-47.
- 7 Finkenzeller K,陈大才.射频识别技术.北京:电子工业出版社,2001 © 中国科学院软件研究所 <http://www.c-s-a.org.cn>