

文章编号:1007-5321(2007)02-0059-04

射频识别系统中的防碰撞算法设计

王晓华, 周晓光, 孙百生

(北京邮电大学 自动化学院, 北京 100876)

摘要: 为了防止射频识别(RFID)系统中多个应答器同时向阅读器发送识别信息时产生的碰撞问题,提出了一种新的算法——基于序列号对时隙数运算的排序算法。该算法通过应答器序列号对争用周期时隙数的运算结果,获得应答器在争用帧内相应时隙的发送位,从而利用填充过的争用帧确定各个应答器在整个数据发送周期内的发送顺序,给不同的应答器分配不同的发送时序。计算机仿真表明,该算法可以有效解决射频识别系统中多目标识别的防碰撞问题,且适用于应答器数目较多的场合。

关键词: 射频识别; 序列号; 时隙数; 运算; 排序

中图分类号: TN92

文献标识码: A

The Design of Anti-Collision Algorithm in RFID System

WANG Xiao-hua, ZHOU Xiao-guang, SUN Bai-sheng

(School of Automation, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: In order to avoid signal collision occurs when more than one transponder send the recognition information to the reader with function of radio frequency identification (RFID), a compositor algorithm based on identification (ID) operating to timeslot number is proposed. The sent bits will be obtained in corresponding timeslots of the competitive frame for all transponders when used the algorithm by operating result of transponders' identifications to the timeslot number of competitive frame. So it can confirm the sending order of all transponders in the whole data-sending period by the filled competitive frame and distribute different sending orders to different transponders. The computer simulation shows that the new algorithm is more effective to solve the problem of anti-collision for multi-target recognition in RFID system compared with other existed anti-collision algorithms.

Key words: radio frequency identification; identification; timeslot number; operating; compositor

1 RFID 简介

射频识别技术(RFID, radio frequency identification)是一种非接触式自动识别技术,可以通过射频信号自动识别目标对象,获取相关数据,无需人工接触、光学可视,操作简单快捷。

RFID系统一般包括应答器、阅读器和计算机通信网络3个部分(如图1所示),应答器存储待识

别对象的相关信息,通常附着在待识别对象上;阅读器是利用射频信号读/写应答器存储信息的设备;计算机通信网络通常用于对数据进行管理,完成通信传输功能^[1]。

射频识别系统工作时,经常会有多个应答器同时处于阅读器的工作范围内。当多个应答器同时向阅读器发送识别信息时,由于所有的应答器都使用同一传输信道,所以在应答器发送信息的过程中经

收稿日期: 2006-03-20

基金项目: 信息产业部 2004 年信息产业科研(民品)计划项目(2004XK110005);北京市物流系统与技术重点实验室开放课题(2005KF1006)

作者简介: 王晓华(1978—),女,博士生, E-mail: anwenxiaohua@163.com.

常会发生碰撞,造成应答器信息相互干扰,使阅读器无法正确接收和识别应答器^[2]。

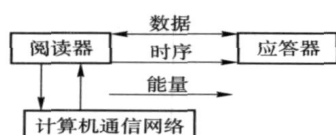


图1 RFID系统结构

2 实现防碰撞技术的软硬件方法

防碰撞技术是RFID技术中的关键技术,通常可以从硬件和软件2个方面实现。硬件实现主要是采用多址识别技术如空分多路(SDMA)法、频分多路(FDMA)法、时分多路(TDMA)法等实现,优点是响应时间较小、速度快,但是以增加系统复杂性和提高成本为代价,系统比较复杂;如果用软件方法实现,则成本较低,系统设计简单、易于修改,但是响应时间相对较长^[3-5]。

3 基于序列号对时隙数运算的排序算法

基于序列号对时隙数运算的排序算法是时分复用方法的一种。该算法简单,响应速度较快,适用于射频识别系统中含有1个阅读器和多个应答器的情况。

3.1 系统工作流程

使用该算法的系统,通常按照5个步骤完成阅读器和应答器之间的数据通信。

1) 阅读器发送信道争用开始指令(该指令带有

2个参数,即同步时钟参数和争用周期时隙数),激活其作用范围内的所有应答器。

2) 应答器接收信道争用开始指令,进行时钟同步,同步进入信道争用周期。

3) 所有应答器利用该算法确定自己的发送时隙和发送位,并在争用周期内发送的争用数据帧相应时隙的相应发送位填充数据“1”。

4) 应答器监听争用数据帧,确定自己在整个数据发送周期内的发送顺序。

5) 进入数据传送周期,各应答器按照已确定的发送顺序在对应的周期内发送数据。每个应答器发送数据后,阅读器都会在数据接收后发送休眠指令,使应答器处于休眠状态。

3.2 算法步骤

基于序列号对时隙数运算的排序算法的流程如下:在争用周期内,算法首先利用应答器序列号除以争用周期时隙数所得的余数确定应答器在争用数据帧内的发送时隙;其次,利用应答器序列号除以争用周期时隙数所得的商确定应答器在争用帧内相应时隙的发送位,然后在争用周期内发送的争用数据帧的相应时隙相应发送位填充数据“1”;最后利用填充过的争用数据帧确定应答器在整个数据发送周期内的发送顺序(即应答器的发送顺序=其发送位及其前面各发送位中“1”的总数),从而给不同序列号的应答器分配不同的发送时序。

该算法的实现过程如图2所示。设应答器序列



图2 基于序列号对时隙数运算的排序算法演示

号如图所示,争用周期时隙数为 4(最小时隙为时隙 0),发送数据为 4 位(b3b2b1b0),应答器序列号除以争用周期时隙数所得余数和商分别简称为余数和商。

3.3 算法分析

设应答器序列号长度为 L_{ID} (序列号以二进制形式表示), 应答器 j 的序列号为 I_j , 应答器数量为 M ($M = 2^{L_{ID}}$), 信道争用开始指令的发送时间为 T_0 , 休眠指令的发送时间为 T_1 , 数据发送周期的数据帧长度为 T ; 争用周期的时隙数为 M_{TS} ($M_{TS} = 2^{L_{ID}}$), 时隙长度为 t (设每个时隙内的发送数据长度为 M_{TS} 位, 位时间长度为 t_b , 即 $t = M_{TS} t_b$), 时隙 i 内有 P_i 个应答器要发送数据; 应答器 j 在争用周期内的发送时隙为 S_j , 发送位为 D_j , 序列号对 M_{TS} 的商为 Q_j , 应答器 j 在整个数据发送周期中的发送顺序 T_j , 则

$$S_j = I_j \% M_{TS}$$

$$Q_j = I_j / M_{TS}$$

应答器 j 在 S_j 时隙内的发送位 D_j 参照表 1 所示的发送数据。

表 1 发送数据参照表

Q_j	发送位 D_j	Q_j	发送位 D_j
1	最低位	4	倒数第 4 位
2	次低位
3	倒数第 3 位	N	倒数第 N 位

P_i = 争用数据帧中 i 时隙内 1 的个数

$$T_j = \sum_{i=1}^{i < S_j} P_i + \sum_{i=S_j, Q_j}^{P_i} P_i$$

(争用数据帧中应答器 j 发送位及该发送位前面各位中 1 的总数。)

系统效率 E 为

$$E = \frac{MT}{T_0 + M_{TS}t + MT + MT_1} = \frac{MT}{T_0 + M_{TS}^2 t_b + MT + MT_1} \quad (1)$$

分析式(1)可知,在 T_0 、 T_1 、 T 固定的情况下, E 主要取决于 M_{TS} 、数据争用周期的 t_b 和 M 。

4 计算机仿真

用计算机模拟该算法,验证算法的性能。

根据式(1)进行仿真,取 $T_0 = 0.05$ s, $t_b = 0.001$

s, $T = 0.1$ s, $T_1 = 0.05$ s,可以得到 M 与 E 的关系(如图 3 所示)及 M_{TS} 与 E 的关系图(如图 4 所示)。

由图 3 可知,对于时隙数固定的系统而言,当 M 较少时, E 会随着 M 的增加而快速增加;当应答器数目较多时, E 会随着 M 的增大而缓慢增大;而 M 接近满荷时,时隙数对 E 没有显著影响。但是对于同一系统,如果取不同的时隙数,则随着时隙数的增大, E 会有所下降,这是因为时间利用率下降了。

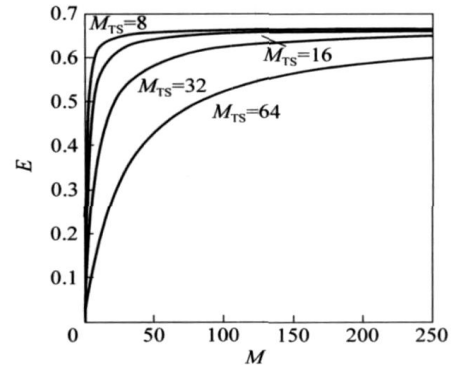


图 3 M 与 E 的关系

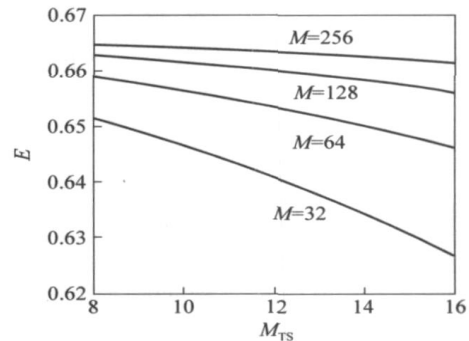


图 4 M_{TS} 与 E 的关系

由图 4 可知,对于应答器数目固定的系统而言,效率会随着时隙数的增多而缓慢下降,这是因为时间的利用率降低了;而对于时隙数固定的系统而言, E 会随着应答器数目的增多而有所提高。

综上所述,只要选取合适的时隙数和应答器数量(即接近于系统满负荷情况 $M = M_{TS}^2$),就可以优化系统性能。

5 结 论

本算法利用序列号对时隙数的运算,有效地给所有应答器分配了发送时序,解决了射频识别系统中多目标识别的反碰撞问题,且适用于应答器数量较多、实时性要求高的场合。但是该算法要求应答器在各周期内时间精确同步。

参考文献:

- [1] Finkenzeller K. 射频识别(RFID)技术——无线电感应的应答器和非接触 IC 卡的原理与应用[M]. 陈大才, 译. 北京: 电子工业出版社, 2001: 148-149.
- [2] 吴春华, 陈军. 动态 ALOHA 法在解决 RFID 反碰撞问题中的应用[J]. 电子器件, 2003, 26(6): 173-176. Wu Chunhua, Chen Jun. Application of dynamic ALOHA algorithm in solving anti-collision problem in RFID system[J]. Electronic Apparatus, 2003, 26(6): 173-176.
- [3] 沈宇超, 沈树群, 樊荣, 等. 一种用于多目标实时识别的防碰撞算法——射频识别系统中的关键技术[J]. 北京邮电大学学报, 1999, 22(1): 10-14. Shen Yuchao, Shen Shuqun, Fan Rong, et al. A anti-collision algorithm for multi-target recognition-key method in RFID system[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 1999, 22(1): 10-14.
- [4] 沈宇超, 沈树群, 王海波, 等. 射频识别系统中的防碰撞算法设计[J]. 电子科学学刊, 1999, 21(9): 702-705. Shen Yuchao, Shen Shuqun, Wang Haibo, et al. Anti-collision algorithm design in RFID system[J]. Journal of Electronic Science, 1999, 21(9): 702-705.
- [5] Shen Yuchao, Wang Haibo, Shen Shuqun, et al. A New anti-collision algorithm for multi-target real time recognition in RFID system[J]. Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, 2000, 7(3): 64-69.

开放式综合业务体系结构的研究

研究单位: 北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室

研究人员: 杨放春 王红煜 闫丹凤 徐 鹏 李静林 龙湘明 武 威 蒋现新 徐九韵 李 凯
熊文剑 翟晓波 饶少阳 王三海 刘润杰 王晓庆 喻志虎

结题时间: 2006 年 3 月

本课题由国家自然科学基金资助。

本课题针对目前电信网络技术面临的问题,围绕开放式综合业务支撑网络体系结构进行研究,主要研究内容包括开放式综合业务支撑网络体系结构模型、业务运行环境和管理机制、业务生成环境、公共会话模型和协议转换算法、业务支撑网络的管理和安全性问题、业务部署算法和营运模型等。主要成果如下:开放式综合业务支撑网络体系结构的形式化建模方法 SDriCView,基于 Parlay、网格和 SOA 技术融合的下一代网络业务控制和生成体系,基于两容器的新型业务执行环境技术,支持脚本和 API 的多层次业务生成方法,基于软交换的通用会话模型,下一代网络话务理论,下一代网络安全控制机制,支持网络层间映射的 QoS 模型,基于免疫学原理的业务冲突检测和解决方法以及智能网演进策略等。

本课题成果形成专著 9 本,发表文章 89 篇,被《SCI》收录 5 篇,被《Ei》收录 24 篇,被《ISTP》收录 14 篇;申请发明专利 19 项,其中已授权专利 8 项;指导完成与本课题相关的博士后 1 名,博士生 15 名,硕士生 20 名。