

物联网环境下超高频射频识别系统中多卡识别的实现

刘 颖

(防灾科技学院,河北 三河 065201)

摘 要: 提出一种基于多服务器的物联网环境下超高频射频识别系统中多卡识别的实现方法,对高频射频识别系统进行分析,并研究超高频射频识别系统中的能量和数据传递方式,在此基础上通过建立多服务器系统模型,设计物联网环境下超高频射频识别系统的分组加密算法,根据超高频射频识别系统中的冲突,完成防冲突分析,最后通过对识别系统中识别卡片的选择,完成物联网环境下超高频射频识别系统中多卡识别. 实验证明,所提方法能够提高系统的存储容量,实现远距离无障碍读取,具有使用范围广,安全保密性好等优点,具有良好的使用价值.

关键词: 物联网;超高频射频识别系统;多卡识别

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2017)11—0104—04

Realization of Multi-Card Recognition in UHF RFID System in Internet of Things

LIU Ying

(Institute of Disaster Prevention, Sanhe 065201, China)

Abstract: In this paper, a multi-card identification method based on multi-server system is proposed. The high frequency radio frequency identification system is analyzed and the energy in the UHF RFID system is studied. And data transmission mode, so as to complete the ultra-high frequency radio frequency identification system anti-collision analysis, on the basis of the establishment of multi-server system model, and the design of the Internet environment UHF radio frequency identification system packet encryption algorithm, Identify the conflict in the system, complete the anti-collision analysis, and finally through the recognition system to identify the card selection, complete the Internet environment under the ultra-high frequency radio frequency identification system in multi-card recognition. Experiments show that the proposed method can improve the storage capacity of the system, realize the long distance barrier reading, has a wide range of use, good security and other advantages, and has good use value.

Key words: internet of things; UHF radio frequency identification system; multi - card identification

1 引言

超高频射频识别系统是一种无线射频信号的电磁感应或电磁传播空间耦合的研制对被标识物体自动识别技术^[1-2]. 物联网技术已经达到了很高的水平,超高频射频识别技术在很多邻域得到了普遍应用^[3],有人提出了超高频射频识别系统与智能编码技术相结合的物联网环境下超高频射频识别系统中多卡识别实现方法^[4],此方法通过对超高频射频识

别系统原理的详细表述,实现了超高频射频识别系统相关电子标签的应用模块及重要技术的研究,虽然该方法实现超高频射频识别系统中多卡识别,但由于其性能指标和实际可用性不高,难以被广泛使用^[5],这个问题引起相关专家学者广泛关注,成为研究热点问题,随着对其研究深入,产生了大量研究成果^[6-7].

文献[8]通过对几种常见识别系统的比较,深入分析了射频识别系统的组成、特点以及应用领域等,

并对射频识别系统的关键技术进行深入研究. 根据实际需要、确定识别系统的组成要素, 并对射频识别系统硬件进行选择, 完成射频识别系统设计, 从而得到识别过程. 但这种方法无法实现多卡识别, 应用范围受到限制. 文献[9]提出通过超高频射频识别系统标签设计完成多卡识别的方法, 首先介绍识别系统的研究环境以及选题意义, 对识别系统设计原理进行详细的表述, 研究超高频射频识别系统的各个关键模块, 并对已有系统安全技术进行分析, 获取电子标签的距离性能, 完成超高频射频识别系统标签的设计, 在此基础上进行多卡识别, 但这种识别方法存在能耗较大的问题, 不利于广泛使用. 文献[10]提出射频识别系统多卡识别的实现方法, 通过对射频识别电子标签被同时处理时防冲突算法的研究, 并分析时隙 ALOHA 法和二进制收索法 RFID 系统中的防冲突算法原理, 建立数学模型分析整个射频系统的平均响应时间和吞吐量, 给出防冲突解决方案, 通过动态二进制收索算法降低传送时间, 但这种方法存在多卡识别耗时长, 识别的准确度低的问题.

针对上述问题, 提出一种基于多服务器的物联网环境下超高频射频识别系统中多卡识别的实现方法, 并进行实验分析. 实验证明, 所提方法能够提高系统的存储容量, 实现远距离无障碍读取, 具有使用范围广, 安全保密性好等优点, 具有良好的使用价值.

2 物联网下超高频射频识别系统中多卡识别的实现

随着物联网技术发展, 物联网广泛应用在人们生活中各个领域, “物联网”成为人们生活中听到和接触最多科技词汇之一, 物联网环境下超高频射频识别系统通过物联网实现超高频射频识别系统, 成为新的研究热点.

2.1 物联网环境下超高频射频识别系统能量和数据传递

在超高频射频识别系统中, 阅读器发射的调制信号中携带有能量信息, 当电磁波在空中传递时, 距离发射天线 r 处的功率谱密度可以表示为

$$P(r) = \frac{P_{TX, reader} \cdot G_{reader}}{4\pi r^2} = \frac{EIRP}{4\pi r^2} \quad (W/m^2) \quad (1)$$

式中, $P_{TX, reader}$ 表示超高频射频识别系统中阅读器射频功放产生的发射功率; G_{reader} 表示系统中阅读器天线的增益; EIRP 表示超高频射频识别系统的有效全

向辐射功率, 定义为发射机供给天线的功率与在给定方向上天线绝对增益的乘积.

设定 $A_{e, tag}$ 表示超高频射频识别系统标签天线的有效面积, 可以表示为

$$A_{e, tag} = \frac{G_{tag}\lambda^2}{4\pi} \quad (2)$$

式中, G_{tag} 表示超高频射频识别系统标签芯片增益; λ 表示自由空间载波波长, $\lambda = c/f$, 其中 c 表示能量传输的光速; f 表示自由空间载波频率.

距离发射天线 r 处的标签天线可接收到的能量 $P_{RX, tag}$ 可以表示为

$$P_{RX, tag} = P(r)A_{e, tag} = EIRP \frac{A_{e, tag}}{4\pi r^2} \quad (W) \quad (3)$$

从上式可以看出, 标签天线的有效面积 $A_{e, tag}$ 与天线的增益和电磁波的波长有关. 通过上述论述, 得到理想状态下, 给定 EIRP 值, 得到标签天线接收到的能量 $P_{RX, tag}$ 可以表示为

$$P_{RX, tag} = EIRP \frac{G_{tag}\lambda^2}{(4\pi r)^2} \quad (W) \quad (4)$$

在实际中, 由于极化、天线不匹配以及环境散射等外界因素的存在, 电子标签接收的最高能量会大大减少, 为此, 引入匹配因子 τ 和天线反射系数 Γ .

$$\Gamma = \frac{Z_c - Z_{ant}^*}{Z_c + Z_{ant}^*} \quad (5)$$

式中, Z_c 为超高频射频识别系统中标签芯片输入抗阻; Z_{ant} 为超高频射频识别系统中传输天线的抗阻; Z_{ant}^* 为系统中天线阻抗共轭, 则匹配因子 τ 表示为

$$\tau = 1 - \Gamma^2 = 1 - \left| \frac{Z_c - Z_{ant}^*}{Z_c + Z_{ant}^*} \right|^2 \quad (6)$$

加入匹配因子, 标签天线接收到的能量 $P_{RX, tag}$ 为

$$P_{RX, tag} = EIRP \frac{G_{tag}\lambda^2}{(4\pi r)^2} \cdot \tau \quad (W) \quad (7)$$

当 $Z_c - Z_{ant}^* = 0$ 时, 即标签芯片的输入阻抗与天线阻抗共轭匹配, 当 $\Gamma = 0$, 得到 $\tau = 1$, 此时标签天线接收到的能量与发射的能量完全匹配, 天线接收到的能量最大. 为了提高超高频射频识别系统的工作范围, 要完成标签芯片的输入阻抗与天线阻抗在最远距离处共轭匹配, 降低能量传递过程中的能量消耗.

数据传递过程中, 最终是对数据信号进行调制, 考虑到超高频射频识别系统标签无源工作特点, 在超高频射频识别系统中阅读器到标签最底端链路用幅移键控调制方法, 检测阅读器的上层链路利用散射调制方法.

ASK 调制用公式可描述成:

$$\nu_m(t) = A_0 [1 + m \cdot \nu_c(t)] \cos \omega t \tag{8}$$

式中, $\nu_c(t)$ 、 $\nu_m(t)$ 分别表示调制信号和调制后的信号; A_0 、 ω 分别表示超高频射频识别系统中载波的信号幅度和频率; m 表示 ASK 调制的调制系数.

根据式(7) 得到散射调制反射能量可以表示为

$$\begin{aligned} P_{S-mod} &= \text{EIRP} \frac{G_{\text{tag}} \lambda^2}{(4\pi r)^2} \cdot \Gamma^2 \\ &= \frac{P_{\text{RX,tag}}}{\tau} \left| \frac{Z_c - Z_{\text{ant}}^*}{Z_c + Z_{\text{ant}}} \right|^2 \quad (\text{W}) \\ Z_c &= Z_{\text{tag}} \parallel Z_{\text{mod}} \end{aligned} \tag{9}$$

式中, Z_{tag} 为超高频射频识别系统标签芯片除去调制模块的输入阻抗, Z_{mod} 为超高频射频识别系统部分组成的阻碍, 综上所述可快速实现系统能量和数据传递.

2.2 基于多服务器系统多卡识别的实现

一般的超高频射频识别系统结构主要包括超高频射频识别标签、超高频射频识别阅读器以及一个服务器, 本文提出的基于多服务器系统多卡识别的实现方法通过设立多个服务器, 每个服务器分别读取标签, 从而实现多卡识别. 基于多服务器系统的多卡识别中, 最终要的是密钥的生成, 其生成效果直接影响超高频射频识别系统的安全保密性, 本文中通过 MIBS 算法完成密钥生成, 其具体过程如下.

设定 K 表示用户密钥, E_K 表示加密函数, 对于一个分组长度为 $2W$ 的 n 轮 MIBS 算法, 其机密过程如图 1 所示, 其中 $k^1, k^2, \dots, k^n$ 表示由用户密钥 K 生成的子密钥. $2W$ 长度的明文被分为 L_0 和 R_0 两部分, 通过 n 轮迭代后两部分组合成密文, 其运算逻辑关系可表示为

$$\begin{cases} L_i = R_{i-1} \oplus F(L_{i-1}, k^i) \\ R_i = L_{i-1} \end{cases} \tag{10}$$

将当前状态 $s_{31}, s_{30}, \dots, s_0$ 输入 F 函数, 并将其与同轮子密钥 $k^i = k_{31}^i, k_{30}^i, \dots, k_0^i (1 \leq i \leq 32)$ 按位进行异或, 具体过程如式(11) 所示.

$$s_j = s_j \oplus k_j^i, 1 \leq j \leq 31 \tag{11}$$

在超高频射频识别系统中, 防冲突算法主要分为空分多址法、时分多址法、频分多址法以及码分多址法, 针对超高频射频识别系统的特点及防冲突算法的复杂度, 本文选用时分多址(TDMA)的防冲突算法, 缓解标签或阅读器冲突.

3 实验结果与分析

为了证明本文提出的物联网环境下超高频射频识别系统中多卡识别的实现方法的有效性和可行

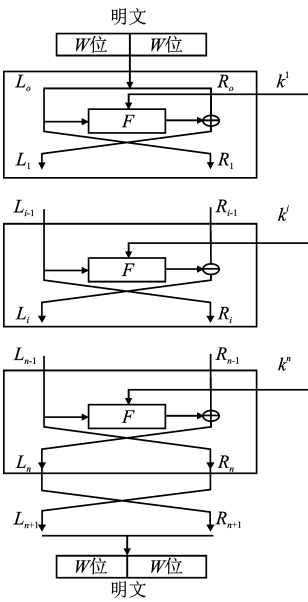


图 1 MIBS 算法加密过程

性, 进行了一次仿真实验, 实验是在 Windows 7 Ultimate 的操作系统下进行的, CPU 型号是 3.2 GHz 的 Intel Core I3, 运行平台为 Microsoft Visual Studio. NET 2010. 通过将本文提出的多卡识别方法与文献[7]和文献[8]所提的多卡识别方法进行对比, 完成本次实验.

首先, 分别利用本文提出的多卡识别方法与文献[7]和文献[8]所提多卡识别方法进行单卡识别和多卡识别, 识别总耗时(min)通过式(12)进行计算.

$$t = \sum \frac{\text{EIRP} \cdot G_i}{Z_c} \otimes \gamma_i \tag{12}$$

式中, G_i 表示第 i 种方法的辐射范围; γ_i 表示第 i 种方法的调节参数. 通过上式, 得到三种识别方法进行单卡识别的总耗时对比结果如表 1 所示.

表 1 三种方法进行单卡识别耗时对比

实验次数/ 次	本文方法/ min	文献[7]/ min	文献[8]/ min
50	14	21	18
100	26	40	35
150	39	59	52
200	51	77	67
250	63	98	85
300	75	119	101
400	87	141	119
500	98	164	136

在识别过程中, 为保证平均耗时的准确性, 以 50 次实验数据为一组, 识别的平均耗时(s) 定义为

$$t_0 = \frac{\sum \frac{\text{EIRP} \cdot G_i}{Z_c} \otimes \gamma_i - \sum (T - T')}{50} \quad (13)$$

式中, $\sum (T - T')$ 表示识别过程中其他工作时间的总和, 根据上式, 得到三种识别方法进行多卡识别的平均耗时对比如图 2 所示。

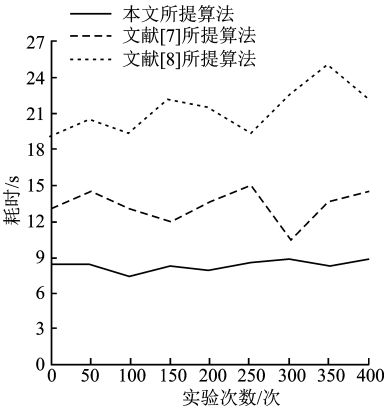


图 2 三种方法进行多卡识别平均耗时对比

从图 2 可以看出, 本文所提方法能够有效降低识别耗时, 且本文所提多卡识别方法平均耗时最小与最大之差距小, 说明本文所提方法进行多卡识别, 识别花费时间较稳定, 图 2 中三条折线的起点表示三种方法的理论耗时, 从中可以看出, 本文所提方法的理论耗时与实际耗时差距最小。

分别利用本文所提多卡识别方法与文献[7]和文献[8]所提多卡识别方法能耗进行对比, 为保证实验的准确性, 在进行多卡识别时, 利用相同数量内容的卡片进行识别, 能耗(N)的计算方式如下:

$$N = \sum \frac{\text{EIRP} \cdot \omega}{1 - \Gamma^2} + |1 - Z_{\text{mod}}| \quad (14)$$

通过上述, 得到三种多卡识别方法的能耗对比, 对比结果如图 3 所示。

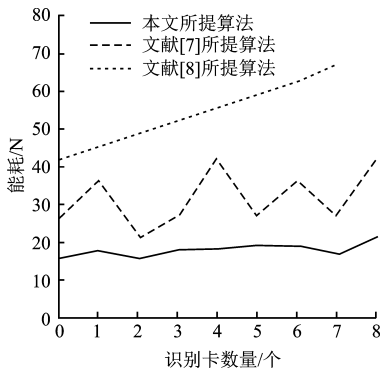


图 3 三种方法进行多卡识别能耗对比

从 3 可以看出, 本文所提方法在能耗方面与文

献[7]相比, 能耗折线波动较小, 与文献[8]相比, 能耗不随着识别卡片数量的变化而变化。综上所述, 本文所提方法能够提高超高频射频识别系统中多卡识别的稳定性, 具有良好的使用价值。

4 结束语

由于超高频射频识别系统具有识别范围广、距离远、深度高等优点, 受到了广泛关注, 使得超高频读写器、电子标签等得到了设计与开发。随着超高频射频识别系统得到广泛的应用, 对其要求也越来越高, 超高频射频识别系统中多卡识别的实现, 大大提高了超高频射频识别系统研究水平, 增大了超高频射频识别系统应用范围, 对识别系统性能起积极作用。

参考文献:

[1] 周世杰, 张文清, 罗嘉庆. 射频识别(RFID)隐私保护技术综述[J]. 软件学报, 2015, 26(4): 960-976.

[2] 刘金艳, 冯全源. 无线射频识别多标签防碰撞算法综述[J]. 计算机集成制造系统, 2014, 20(2): 440-451.

[3] 李志坚, 赖顺桥. 一种基于碰撞位指示的射频识别标签防碰撞算法[J]. 电子与信息学报, 2014, 36(12): 2842-2847.

[4] 刘占杰, 赵宇, 刘开华, 等. 基于嵌入式技术的大容量射频识别系统设计与实现[J]. 计算机应用, 2014, 34(8): 2447-2450.

[5] 黄凯, 张然, 卑璐璐. 一种紧凑型宽频带圆极化射频识别天线设计[J]. 工矿自动化, 2015, 41(5): 34-38.

[6] 冯娟, 曾立华, 刘刚, 等. 融合多源图像信息的果实识别方法[J]. 农业机械学报, 2014, 45(2): 73-80.

[7] 段汉俊, 吴海峰, 曾玉. 物理层超高频射频识别标签信号分离中的信道估计[J]. 电子与信息学报, 2016, 38(1): 119-126.

[8] 金泽芬, 武传坤. 改进的基于多比特识别的射频识别标签防碰撞算法[J]. 计算机应用, 2015, 35(1): 10-14.

[9] 李翠, 石林. 基于射频识别的安全认证协议设计[J]. 计算机工程, 2016, 42(3): 172-176.

[10] 李栋. 基于 RFID 的物流信息系统的构建[J]. 电子设计工程, 2016, 24(8): 105-108.

作者简介:

刘 颖 女, (1976-), 硕士, 副教授. 研究方向为物联网.
E-mail: liuyingg@yeah. net.