

# 基于 EPC 网络的智能物资管理系统应用研究

叶 宁<sup>1,2</sup>, 王忠勤<sup>1</sup>, 王汝传<sup>1,3</sup>, 林巧民<sup>1</sup>

(1. 南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003;

2. 南京人口管理干部学院 信息科学系, 江苏 南京 210042;

3. 南京大学 计算机软件新技术国家重点实验室, 江苏 南京 210093)

**摘 要:**随着射频识别及网络技术的发展, 鉴于 EPC 网络环境下人们对获取智能化信息服务的需求不断提高, 文中结合 EPC 网络的特点提出了一种基于 EPC 网络的智能物资管理系统, 重点介绍了系统的总体架构和软硬件平台。该系统主要采用全球产品电子代码(EPC)的编码体系、射频识别(RFID)、信息网络技术以及代理 Agent 技术, 通过 Internet 将物品信息进行交换与共享, 从而实现物品信息的自动采集和自动处理。采用本系统对物品进行智能化管理, 能够有效提高物品管理的自动化程度。

**关键词:**全球产品电子代码; EPC 中间件; 射频识别; Agent; 物资管理系统

**中图分类号:** TP39

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2012)10-0209-04

## Research on EPC Network-based Intelligent Material Management System

YE Ning<sup>1,2</sup>, WANG Zhong-qin<sup>1</sup>, WANG Ru-chuan<sup>1,3</sup>, LIN Qiao-min<sup>1</sup>

(1. Dept. of Computer Science and Technology, NJUPT, Nanjing 210003, China;

2. Dept. of Information Science, Nanjing College for Population Programme Management, Nanjing 210042, China;

3. State Key Laboratory for Novel Software Technology, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** With the development of radio frequency identification and network technology, considering the intelligent information services were increasingly demanded under the EPC network environment, an intelligent material management system based on the EPC network was put forward, and the whole structure, hardware and software platform were introduced. This system, which adopted the coding system from global electronic product code (EPC), radio frequency identification, information network technology and proxy Agent technology, achieved the automatic acquisition and processing by exchanging and sharing of item information through the Internet. As a result, the system achieved the intelligent management of supplies and improved the degree of automation of materials management.

**Key words:** EPC; EPC middleware; RFID; Agent; material management system

## 0 引 言

1999 年麻省理工大学成立 Auto-ID Center, 致力于自动识别技术的开发和研究。Auto-ID Center 在美国统一代码委员会(UCC)的支持下, 将 RFID 技术与 Internet 结合, 提出了产品电子代码(EPC)概念<sup>[1]</sup>。EPC 网络系统是一个非常先进的、综合性的复杂系统, 其最终目标是为每一单品建立全球的、开放的标识标

准, 现阶段 EPC 已纳入全球统一标识系统<sup>[2]</sup>。

当前的物资管理系统采用手工记录或者条形码扫描的方式来登记进出仓库的物品, 不仅人力成本及出错率均高, 而且无法及时统计与更新物品现存数量, 对于时间、信息准确性以及决策等方面的支持不足。随着人们对智能化水平的要求不断提高, 电子标签成本的降低, 射频识别技术及网络技术的发展, EPC 网络系统已成为实现智能物资管理的关键支撑技术, 其自动识别、实时跟踪、信息共享等特点, 使面向 EPC 网络的智能物资管理系统成为现实。

文中提出一种基于 EPC 网络的智能物资管理系统, 采用全球产品电子代码(EPC)的编码体系、射频识别(RFID)系统及信息网络系统, 设计实现在 EPC 网络环境下的物资管理系统, 实现物品信息的自动采集、自动处理以及信息交换和共享。

**收稿日期:** 2012-03-06; **修回日期:** 2012-06-12

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(61003039); 江苏省“六大人才高峰”(2010DZXX026); 江苏省高校自然科学基金(09KJB510020); 江苏省高校研究生研究与创新项目(CXZZ11\_0405)

**作者简介:** 叶 宁(1971-), 女, 博士, 副教授, 研究方向为计算机软件在通信中的应用、无线传感器网络; 王忠勤(1988-), 男, 硕士研究生, 研究方向为基于网络的计算机软件应用技术。

## 1 基于 EPC 网络的智能物资管理系统架构

基于 EPC 网络的智能物资管理系统应用模型主要包括两部分,如图 1 所示。

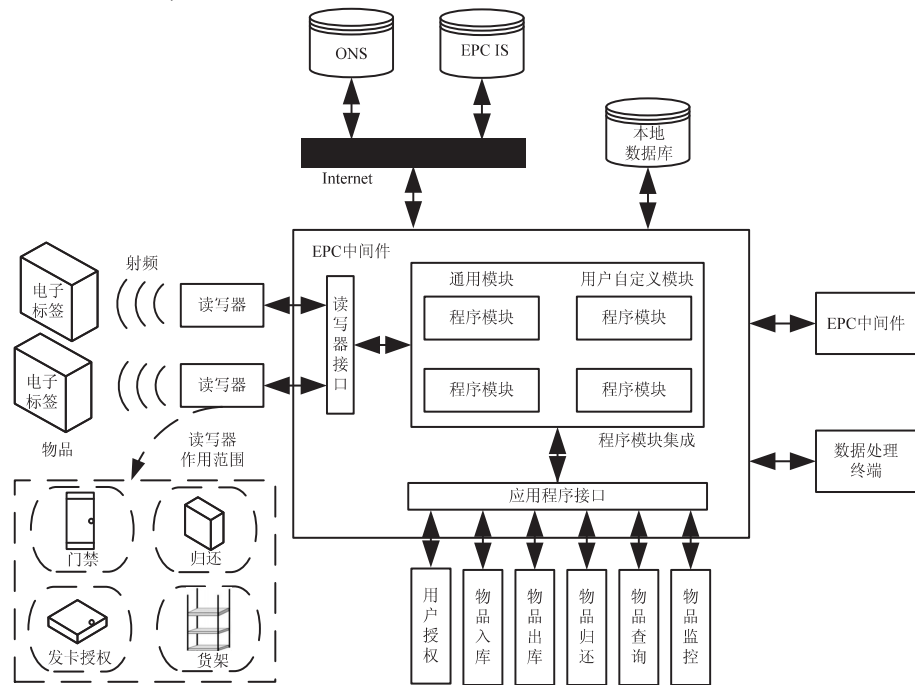


图 1 基于 EPC 网络的智能物资管理系统应用模型

### (1) 射频识别系统

射频识别系统主要由 EPC 电子标签与 RFID 读写器构成。RFID 读写器读取电子标签中的 EPC 产品电子码,并将该信息传输至后台终端中进行相应处理。

电子标签存储产品电子代码(EPC),并将其粘贴于物品上,可在全球范围内识别该标签信息。

RFID 读写器与后台终端相关联,用于读取标签中的 EPC 并通过后台终端将该数据输入至信息网络系统。EPC 电子标签与 RFID 读写器之间利用无线感应方式进行信息交换<sup>[3]</sup>,是物联网感知层中的重要组成部分。

### (2) 信息网络系统。

信息网络系统由本地局域网和因特网构成,主要用于对物品信息进行有效的管理。信息网络系统是由 EPC 中间件、对象名称解析服务(ONS)和 EPC 信息服务(EPC IS)构成。

在由射频识别系统和信息网络系统所组成的 EPC 网络系统中,其工作流程如下:

①RFID 读写器所读取的 EPC 只是一个信息参考(即指针),EPC 中间件处理和管理该指针,根据该指针查询其在因特网中所对应的全球唯一的 IP 地址,并从该 IP 地址中查询该物品所对应的先关物品信息。

②对象名称解析服务(ONS)主要是提供网络数据库服务,EPC 中间件可在 EPC 信息服务器中查询该 EPC 对应的产品信息,同时可由 EPC 中间件复制,最

终能够将产品信息传送至物品生命周期的每条供应链上。

## 2 系统设计与实现

智能物资管理系统主要由 RFID 信息采集终端、信息网络终端和控制终端组成。RFID 是一种通用的技术概念,是指利用无线电波来识别物体<sup>[4]</sup>,实现与 EPC 电子标签的数据交换。基于 RFID 技术在实物商品的生产与配送<sup>[5]</sup>、航运与港口业务<sup>[6]</sup>、库存管理<sup>[7]</sup>等领域的优势,本系统采用 RFID 技术实现物品的信息采集。

控制终端获取物品 EPC,将 EPC 作为信息参考,从网络信息终端获取物

品的相关信息,在控制终端上实现用户授权、物品入库、物品出库、物品归还、物品查询以及物品监控的功能。

### 2.1 硬件平台设计与实现

本系统主要采用符合 GEN-2<sup>[8]</sup>的 EPC 电子标签、DT9051-UHF 蓝牙低频短距离 RFID 读写器、DT9020-UHF 超高频中距离 RFID 读写器、上位机、服务器、道闸和网络摄像机。

如图 2 所示,RFID 读写器采集 EPC 标签信息,通过本地局域网上传至物资管理中心。网络摄像机采集的视频信息,通过本地局域网连接至物资管理中心,并将视频上传至服务器中以备日后调取。道闸通过 RS-485 串口数据线连接至物资管理中心,物资管理中心根据已获取的 EPC 进行判断,控制道闸的升降,实现对出入仓库人员有效管理。

#### (1) RFID 信息采集终端。

RFID 信息采集终端主要包括附着于物品上的 EPC 电子标签和 RFID 读写器,如图 3 所示。

对于 64 位、96 位和 256 位三种 EPC 序列长度,AUTO-ID 中心将其定义为 7 种 EPC 版本结构<sup>[9~11]</sup>。基于 96 bits 序列的 EPC-96 是当前最流行的命名方案<sup>[12]</sup>,本系统采用 EPC-96 实现对单一物品的编码标识。

RFID 读写器用于激活标签,读取电子标签 EPC 存储区数据。

GEN-2EPC 标签通信在 RFID 读写器的 UHF 频段

(800 ~ 960 MHz),其通信距离可以达到 2 ~ 10 米<sup>[13]</sup>。本系统采用的 DT9051-UHF 蓝牙低频短距离 RFID 读写器读写距离为 1 ~ 2 米,DT9020-UHF 超高频中距离 RFID 读写器读写距离为 1 ~ 6 米。

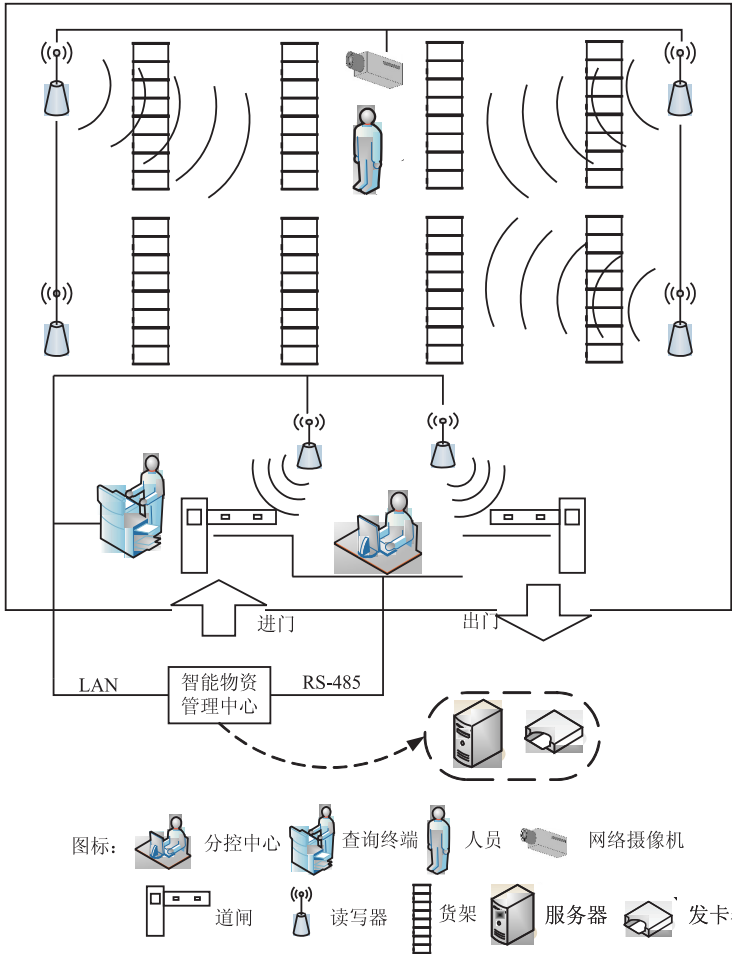


图 2 基于 EPC 网络的智能物资管理系统硬件连接图



图 3 EPC 电子标签、RFID 读写器

(2)信息网络终端。  
信息网络终端主要包括 EPC 中间件、对象名称解析服务器(ONS)、EPC 信息服务器(EPC IS)和后台数据库服务器。  
EPC 中间件是连接底层读写器与上层应用程序的

枢纽,用于对读写器所读取的 EPC 数据流的处理。在数据发送至应用程序之前,对其进行相关预处理,包括标签数据校对、数据传送和存储,同时也用于协调读写器之间、数据处理终端之间的操作,对其进行相关任务的管理。

本地对象名称解析服务(ONS)是 EPC 中间件与 EPC IS 之间的枢纽,能够为 EPC 中间件标识用于存储产品信息的服务器,其功能类似于域名解析服务(DNS),是一种自动的网络服务系统。

EPC IS 存储产品的相关数据信息,用于在一定范围内实现数据的交换与共享,是一种模块化、可扩展的数据与服务接口。

在 Auto-ID Center 提出的 EPC 网络架构中,在零售商处不设置 ONS 和 EPC IS 服务器<sup>[14]</sup>,因此本系统不包括 ONS 和 EPC IS 服务器,但需通过 Internet 访问 ONS 和 EPC IS 获取和上传物品信息。

后台数据库服务器用于备份 EPC 物品信息,对于在本地流通的物品,无需通过 Internet 访问生产商或供货商的 ONS 服务器。

(3)控制终端。

控制终端包括安装有智能物资管理平台的上位机、道闸和网络摄像机。

智能物资管理平台(见 2.2 节(2))作为应用程序,接收 EPC 中间件发送的

数据,根据程序的预先定义,对每一独立事件进行响应,实现对道闸和网络摄像机的控制。

2.2 软件设计与实现

(1) EPC 中间件。

EPC 中间件采用基于 JADE(JAVA Agent Development Framework)软件开发框架,通过代理 Agent 技术,实现各种设备(包括 RFID 读写器、摄像机、道闸等设备)的集成。不同设备传输的信息具有不同的消息格式和传输协议,通过各设备的 Agent 在 UDP/IP 协议上传输统一的 XML 消息,来实现设备之间的通讯,如图 4 所示。

本系统 EPC 中间件分为两层:Ubiquity Agent 架构<sup>[15]</sup>和 TagCentric Agent 应用架构<sup>[16]</sup>;

①Ubiquity Agent 架构:是 EPC 中间件的基础,是实现可扩展为普适计算应用的通用核心架构。主要实现基本的通信功能:消息订阅、消息发布、消息 Post(即无消息反馈)、消息 Send(即有消息反馈)和消息实时处理。同时,用于判定设备 Agent 处理的消息类型以

及如何处理该消息,可通过创建特定应用程序 Agent 实现对给定消息的处理,如下所示,将消息转换为 XML 格式信息。

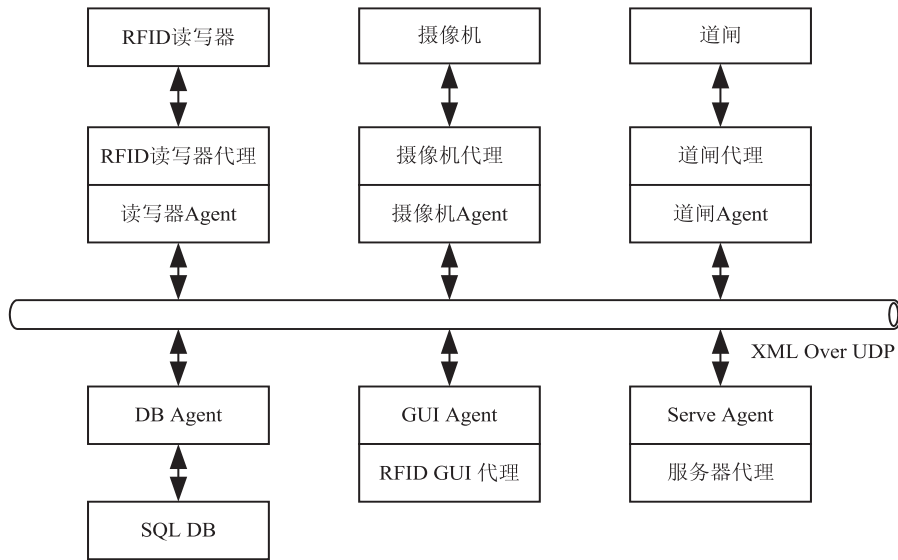


图 4 Agent 结构体系图

```
<? xml version = "1.0" encoding = "UTF-8"? >
<DeviceInfoList DeviceID = "device1" >
<DeviceIP>10. 10. 138. 180</DeviceIP>
<AdminID>RFID_Reader1</AdminID>
<AgentType>1 (XML-based agent) </AgentType>
<Description>Entrance_RFID </Description>
</DeviceInfoList>
```

②TagCentric Agent 应用架构:是 EPC 中间件特定的 Agent 框架,在 Ubiquity Agent 架构的基础上实现 RFID 相关的应用程序,包括获取 EPC 标签信息,存入用户指定的数据库;获取视频信息,存入服务器;控制道闸起降。同时,当某 Agent 处于激活状态时,管理界面及时更新并显示该 Agent 对应的设备状态。

## (2) 智能物资管理平台。

本系统主要基于 Visual Studio 2008 开发环境,运用 SQL Server 2005 Developer 实现后台数据库访问,采用 C#语言编程实现智能物资管理平台的设计。智能物资管理平台通过 EPC 中间件获取 EPC 标签信息、视频信息等,将 EPC 对应的物品信息实时上传至信息网络终端,实现对物资的有效管理。

①用户授权:对用户进行身份授权,并授予其对不同物品的使用权限,并对进入仓库的用户进行有效的管理,允许已授权的用户进入仓库,并储存所有的入库记录;

②物品入库:录入物品相关属性信息,上传至信息网络终端;

③物品出库:人员携带物品出库时,比较用户与物品的权限等级,判定用户能否正常出库,并储存所有的

出库记录;

④物品归还:自动完成物品归还操作;

⑤物品查询:查询物品的相关属性信息;

⑥实时监控:实时反映物品库存情况,对重要物品进行监控,一旦丢失及时通知管理员,能够在设防时间内与视频监控系统联动,实现防盗报警功能。

## 3 结束语

在物联网中,产品电子码 EPC 能够对全球范围内的每个物品建立唯一标识,通过读写器采集标签信息并通过网络上传至信息网络终端,能够在一定范围内

实现对物品信息共享与透明化管理。文中基于上述思想,设计实现基于 EPC 网络的智能物资管理系统,该系统具有以下优势:

(1)实现对库存物品的可视化管理,操作简单,有效降低库存管理的难度;

(2)实时显示库存状态,通过自动识别和网络实时交互的方式确保数据的实时性,缩减对仓库物资盘点的周期;

(3)采用非接触的射频技术提高物资出入库的效率与准确率,降低人工干预程度,提高了自动化程度;

(4)系统具有开放式结构及模块化功能设计,扩展性强。

## 参考文献:

- [1] Thiesse F, Michahelles F. An overview of EPC technology[J]. Sensor Review, 2006, 26(2): 101-105.
- [2] Ye S X, Qiu R G. Global Identification Code Scheme for Promptly Retrieving the Pertinent Information of a Worldwide Uniquely Identifiable Object[C]//4th International Conference on Control and Automation. [s. l.]: [s. n.], 2003: 1000-1004.
- [3] Roberts C M. Radio frequency identification (RFID)[J]. Computers & Security, 2006, 25(1): 18-26.
- [4] Auto-ID Center. Technology Guide[EB/OL]. 2002. www. autoidcenter. org.
- [5] Mintchell G. It's automatic; automation shifts transmission assembly into high gear[J]. Control Engineering, 2002, 49(6): 12-12.
- [6] D'Amico E. Steering clear of new costs[J]. Chemical Week,

(下转第 216 页)



图 4 给出了在设计载荷 600kg 条件下,单个起落架收操作和放操作的电机四象限运行(预设转速 = 160r/s,  $P = 0.125$ ,  $I = 0.05$ )转速实验数据,数据表明,该控制器有良好的速度控制效果。

表 3 冗余切换主要技术指标

检测参数	技术指标	鉴定次数	鉴定指标
前起切换	$\leq 1s$	100	$\leq 0.5s$ (正常切换)
左主起切换	$\leq 1s$	100	$\leq 0.5s$ (正常切换)
右主起切换	$\leq 1s$	100	$\leq 0.5s$ (正常切换)

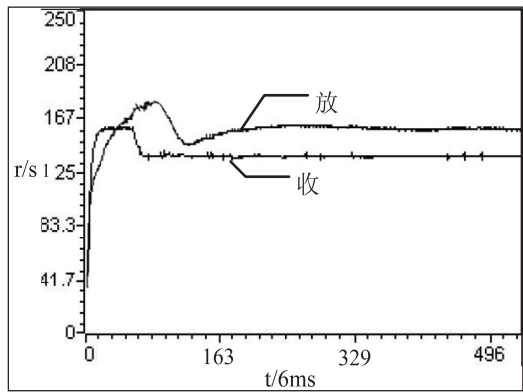


图 4 电机四象限运行转速

5 结束语

文中设计的起落架全电控制器,控制效果好,上锁准确,满足小型飞机起落架低功率收放控制实验要求,经过长时间的实际测试和运行,具有稳定性好、可靠性高的特性。另外,该起落架全电控制器具有很高的可扩展架构,在此基础上可实现更高的可靠性和更广泛的实用性。

参考文献:

[1] 孙继勇. 小型飞机起落架收放机电作动器研究[J]. 机电工程技术,2009,38(7):53-55.

[2] Verschoor M. The More Electric Architecture Revolution[J]. Aerotech magazine,2005,1(1):3-7.

[3] Lester F. Beyond the More Electric Aircraft[J]. Aerospace America,2005,47(6):35-40.

[4] 胡务农,刘 向,张玮萍. 非相似余度功率电传作动器研究[C]//中国航空学会 2005 年学术年会论文集. 北京:中国航空学会,2005.

[5] Janker P, Claeysen F. New Actuators for Aircraft and Space Applications[C]//International Conference on New Actuators. Germany:[s. n.],2006:14-16.

[6] Wijekoon T, Empringham L, Wheeler P. Dual-output motor control unit for an electromechanically actuated nose landing gear[C]//35th Annual Conference of IEEE. [s. l.]:[s. n.],2009:2563-2568.

[7] 刘 军,李金飞,俞金寿. 无刷直流伺服电机四象限运行分析[J]. 上海交通大学学报,2009,43(12):1910-1915.

[8] 张 毅,杨 林,李立明,等. 电动汽车无刷直流电动机的回馈制动控制[J]. 上海交通大学学报,2005,39(9):1457-1460.

[9] 季小尹,宋保维,严卫生. 牵引用永磁无刷直流电机的四象限运行控制[J]. 测控技术,2007,26(6):48-50.

[10] 徐科军,陈志辉,傅大丰. TMS320F2812 DSP 应用技术[M]. 北京:科学出版社,2010.

[11] 李 宏,徐德民,焦振宏. 永磁无刷直流电动机不同 PWM 调节方式比较[J]. 微电机,2005,39(8):67-70.

[12] 李昕奇,金 勇. 基于 DSP2812 的电动机测速方法的研究[J]. 测量与检测技术,2011,33(4):81-82.

(上接第 212 页)

2002,164(36):30-32.

[7] Smaros J, Holmstrom J. Viewpoint: reaching the consumer through grocery VMI[J]. International Journal of Retail and Distribution Management,2000,28(2):55-61.

[8] Luk W T, Shum K M, Cheng L M. Second-generation RFID[J]. IEEE Security & Privacy,2008,6(4):21-27.

[9] Brock D. The Electronic Product Code™ - A Naming Scheme for Physical Objects[R]. Massachusetts: Auto-ID Center, 2001.

[10] Brock D. The Compact Electronic Product Code™ - a 64-bit Representation of the Electronic Product Code™[R]. Massachusetts: Auto-ID Center,2001.

[11] Engels D W. EPC-256: The 256-bit Electronic Product Code™ Representation[R]. Massachusetts: Auto-ID Center, 2003.

[12] Zhang X, Hu T, Janz B D. Radio Frequency Identification: The Initiator of a Domino Effect[C]//The 9th Southern Associa-

tion for Information Systems Conference. [s. l.]:[s. n.], 2006.

[13] Duc D N, Lee H, Kim K. Enhancing Security of EPCGlobal Gen-2 RFID against Traceability and Cloning[C]//Proc of The 2006 Symposium on Cryptography and Information Security. Hiroshima: Institute of Electronics, Information and Communication Engineers,2006:17-20.

[14] Staake T, Thiesse F, Fleisch E. Extending the EPC network: the potential of RFID in anti-counterfeiting[C]//The 2005 ACM Symposium on Applied Computing. [s. l.]:[s. n.], 2005:1607-1612.

[15] Hoag J E, Thompson C W. Architecting RFID Middleware[J]. IEEE Internet Computing, 2006,10(5):88-92.

[16] Qadirand S, Siddiqi M U. Performance Evaluation of a Secure Low Level Reader Protocol (LLRP) Connection[J]. International Journal of Computer Science and Network Security, 2009,9(3):40-49.