

超高频 RFID 标签可重用仓储管理系统的设计

曾炼成,傅卓军,沈岳

(湖南农业大学 信息科学技术学院,湖南 长沙 410128)

摘要:超高频 RFID 标签感应距离远、读取速度快和抗干扰能力强,应用于仓储管理系统可以提高其管理效率。针对中小型仓储应用提出物品入库关联 RFID 标签,出库解除关联,RFID 标签可重复使用。采用静态字典编码和时间压缩算法对单一仓储物品信息压缩编码至 128 比特,通过对 RFID 标签顺序增计数编号,二维表被简化为线性表并存储在 RFID 阅读器中,RFID 阅读器将仓储数据同步更新管理数据库。讨论了仓储管理系统 RFID 阅读器的硬件及软件设计架构。仓储物品信息压缩编码和数据顺序存储降低了系统对 RFID 阅读器硬件和存储资源的需求。

关键词:射频识别;标签;编码;可重用;仓储管理

中图分类号:TP274*.2

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)09-0153-03

Design on Warehouse Management System Based on Reusable UHF RFID Tags

ZENG Lian-cheng, FU Zhuo-jun, SHEN Yue

(Information Science and Technology Institute, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: Ultra-high frequency RFID tags with such features as long response distance, fast read speed and high anti-interference can improve warehouse management system efficiency. A novel warehouse management method is proposed, in which RFID tag is reused by linking and unlinking with cargo. Through static dictionary coding and time compressing, the information of a cargo is coded into 128 bits data. A linear table is stored into RFID reader through increasing the RFID tag's ID. RFID reader synchronizes warehouse data to management database. Finally, the structure of hardware and software about RFID reader is discussed. The information compressing and data sequential storage in warehouse management system reduces the requirements for RFID reader on hardware and storage resources.

Key words: radio frequency identification (RFID); tags; encoding; reusable; warehouse management

0 引言

与条形码等传统识别方式相比,RFID 标签抗污染能力强、无须直接接触、无须光学可视、无须人工干预即可完成信息输入和处理,操作方便快捷^[1]。超高频(UHF)RFID 标签的感应距离远、读取速度快,抗干扰能力强,适当的条件下识别率高^[2],可识别运动物体并可同时识别多个标签^[3],广泛地用于物品追溯^[4,5]、供应链^[6,7]和人员跟踪等。RFID 技术能够实现仓储管理的快速入库和出库,大幅度降低库存盘点人力资源^[8,9]。

当前 UHF RFID 标签的价格仍然较高,UHF RFID 阅读器价格昂贵,这制约了 RFID 技术在中小型仓储中的应用。通过对仓储物品信息编码,入库时关联

RFID 标签,出库后更新管理数据并解除关联,使 RFID 标签得以循环重复使用,降低 RFID 标签使用成本;利用静态字典编码和线性表顺序存储在 RFID 阅读器同步保存仓储数据,提高仓储管理的灵活性。从而有效促进 RFID 技术在中小型仓储领域内的规模应用。

1 基于超高频 RFID 标签的仓储管理系统

如图 1 所示为基于超高频 RFID 标签的仓储管理系统,它由仓储管理数据库和 RFID 系统组成,包含 RFID 阅读器对入库/出库物品信息采集和同步数据库两个过程。RFID 系统由 RFID 标签和阅读器终端组成,读写器和标签都带有天线,阅读器可以搜索一定范围内的 RFID 标签并通信。不同于低频和高频 RFID 的能量耦合,超高频无源 RFID 标签采用反向散射工作方式^[10],标签利用接收到的由读写器发出的射频能量,将编码信息利用反向散射调制回去,其工作距离较远^[11]。以 Ti 公司 EPC Gen2 标签为例,使用导电银浆印制天线,响应距离可达 7 米^[12]。

收稿日期:2011-03-04;修回日期:2011-06-09

基金项目:国家农业科技成果转化资金项目(2010GB2D200316);湖南省科技计划项目(2009SK3039)。

作者简介:曾炼成(1974-),男,湖南隆回人,硕士,讲师,研究方向为嵌入式系统,RFID。

物品入库时,RFID 标签粘贴于物品外包装纸箱,RFID 阅读器读取 RFID 标签的 EPC 存储区数据(UII 码),建立 RFID 标签和物品信息编码关联。物品出库时,回收粘贴于物品外包装的 RFID 标签,便携式终端读取 RFID 标签的 EPC 存储(UII 码),记录出库信息后同步数据库更新库存并解除该物品和 RFID 标签的关联。解除关联信息后的 RFID 标签备循环重复使用。

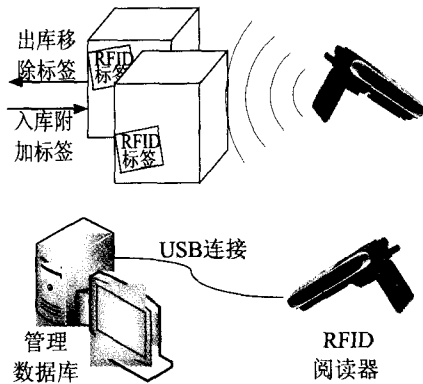


图 1 基于超高频 RFID 标签的仓储管理系统

仓储管理数据库作为仓储管理的服务器,通过 USB 连接 RFID 阅读器实现数据同步,将 RFID 阅读器在物品入库/出库时采集信息及时更新管理数据库。RFID 阅读器同步其出库信息后,解除 RFID 的关联信息,阅读器上只保留仓储库存物品的标签关联信息。

2 仓储物品信息编码

物品信息编码是 RFID 阅读器存储 RFID 标签对应仓储物品信息的基础。通过对物品信息编码压缩,RFID 阅读器高效存储数目庞大的人/出库物品信息并同步管理数据库。如表 1 所示,为了完整地记录入库物品信息,物品信息编码包括类别、品名、入库时间、出库时间、货位号、供货方以及提货方。

表 1 仓储物品信息编码

类别	品名	入库时间	出库时间	货位号	供货方	提货方
8 bit	16 bit	32 bit	32 bit	8 bit	16 bit	16 bit

在物品编码信息中,类别的划分是用于方便货物分类存储的;品名是物品的商品名称,是物流过程的统一名称;入库时间和出库时间是分别对应入库附加 RFID 标签的时间和出库移除 RFID 标签的时间,并据其分析入库和出库情况、统计仓储和管理库存;货位号是物品堆码的位置编号,供货方和提货方分别表征物品入库来源和出库去向。

2.1 静态字典编码

字典编码(dictionary coding)是文本压缩的分支之一,属于无损压缩。仓储物品编码信息中的类别、品名、供货方和提货方都是文本信息。由于仓储管理的特点,在入库前入库申请已进行相关信息的登记,也就

是说这些文本信息是管理数据库预先知道的,可以采用静态字典编码。

具体的编码方法是管理数据库中预先知道的文本信息如类别、品名、供货方和提货方分别按其字符串首字拼音顺序排列,构建成静态字典,字符串对应顺序的编码。如类别字典中的第一个条目为“安防器材”,对应 8 比特二进制编码为“0000 0001”。

静态字典条目的容量取决与编码的长度,8 比特编码最大可以包含 255 个条目,16 比特编码最大可以包含 65535 个条目,能满足仓储物品的类别、品名、供货方和提货方的编码需求。当管理数据库对静态字典添加条目及其编码,只需要对 RFID 阅读器进行同步更新编码字典。

2.2 时间压缩编码

入库时间和出库时间包含日期和时钟两部分,日期编码为 16 比特,时钟编码 16 比特。

日期的编码方式以过去的某一天为基准日,将当前日期减去基准日来实现日期的编码。如以 2010 年 12 月 31 日为基准日,如果入库日期为 2011 年 3 月 1 日,则只需要存储 60;若编码值为 75 则日期为 2011 年 3 月 15 日。存储 16 位时,周期为 179 年 201 天。

采用同样的方法对时钟进行编码,以 0 时 0 分作为基准,当前时钟减去基准时钟来实现时钟的编码。如入库时钟为 14 时 30 分,则存储 870;若编码值为 575,则时钟为 9 时 35 分。

日期和时钟各自使用 16 比特二进制编码合并得到时间的编码,以 2011 年 3 月 15 日 9 时 35 分为例,时间编码的十六进制表达为“00 4b 02 3f”。

3 仓储数据线性表顺序存储

3.1 超高频 RFID 标签存储特性

目前超高频无源 RFID 标签广泛使用 EPC Gen2 标签,它符合 ISO/IEC 18000-6C 标准,使用规模大,价格也相对较低。EPC Gen2 标签中,16 比特为 1 字,其存储器空间分为保留内存、EPC 存储器、TID 存储器和用户存储器四个存储体(见图 2)。

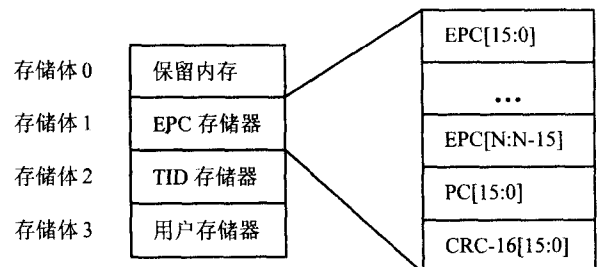


图 2 RFID 标签存储空间

存储体 0 是保留内存,包含 32 位的灭活口令(Kill Password)和访问口令(Access Password)。访问口令保

护标签锁存/解锁操作,灭活口令保护标签灭活操作。

存储体1是EPC存储器,其自低地址往高地址依次为CRC-16、协议控制(PC)字和EPC字组。依据ISO18000-6C标准,EPC存储器容量为128比特,CRC-16为16位冗余校验码,协议控制(PC)字指示反向散射的物理层信息,故可写入数据区为EPC字组,其容量为96bit。协议控制(PC)字和EPC字组合称UII(Unique Item Identifier)。

存储体2是TID存储器,TID(Tag ID)电子标签永久不变的唯一标识号,其内容只读。

存储体3是用户存储器,用户存储器内数据可读可写。不同标签的用户存储器容量不同,容量越大价格越高。通常需要在附加离线信息在标签上时才选用较大的用户存储器标签。

3.2 仓储数据线性表顺序存储

RFID标签不同于条形码只标识到类别,RFID标签可以标识到单品。RFID阅读器存储仓储数据表包含RFID标签的ID号(UII码)和它标识的仓储物品信息编码两个字段。

由于仓储管理是标签循环使用的闭环应用场合,可以利用RFID标签EPC存储区的可写入特性,以顺序增计数编码。这样,以顺序排列的RFID标签UII码字段就可以省略,从而使二维表可以以线性表存储。而且,由于仓储物品信息编码长度固定,计算线性表中的偏移就可以读取相应的记录。

4 仓储管理系统RFID阅读器

可重用存储管理系统中,入库关联RFID标签和出库解除关联是在RFID阅读器上完成的。因而,RFID阅读器是超高频RFID可重用存储管理系统中的关键设备。文中上节已述,RFID标签标识的单一仓储物品编码信息是以线性表存储在RFID阅读器上,对存储空间进行物理地址读写来实现的。当前市售的基于操作系统Windows CE的RFID阅读器价格昂贵,其对存储空间进行物理地址读写存储线性表的效率低且实现机制复杂,故有必要设计一种不带操作系统方便进行读写物理地址的RFID阅读器,用于该仓储管理系统。

RFID阅读器在仓储管理是具有键盘输入和屏幕显示的便携式设备,需要有必需的图形用户界面。 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 是美国Micrium公司出品的一款针对嵌入式系统的优秀图形软件,其源码公开、可移植、可裁减,稳定性和可靠性高,故在本系统中采用了 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 来设计RFID阅读器的图形用户界面,并在其框架下编程实现仓储数据线性表顺序存储。

仓储管理系统RFID阅读器的硬件系统组成如图

3所示,仓储管理系统RFID阅读器由微处理器LPC1768、超高频RFID模块、32Mbit SPI Flash存储和其他外设组成。LPC1768是NXP公司采用ARM新一代低成本、低功耗Cortex-M3核的32位微处理器,内置512kB Flash存储、64kB RAM以及8kB引导存储。为了能保存足够多的存储数据,扩展32Mbit串行Flash(如M45PE32),LPC1768内置高速SSP口可以快速读写SPI Flash。LPC1768连接RFID模块经天线实时读取无源超高频RFID标签。读取的标签数据对应关联的仓储编码信息,经静态字典解码和时间解压缩后,标签关联物品信息在 $\mu\text{C}/\text{GUI}$ 设计的用户界面上显示。

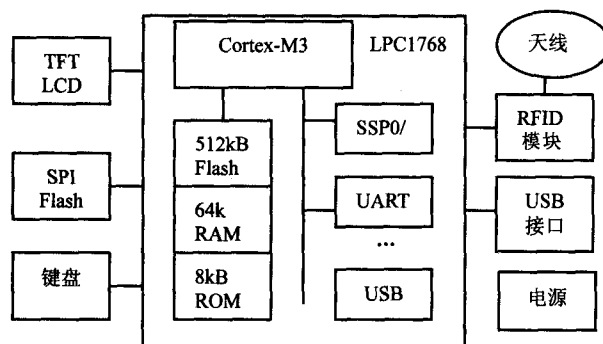


图3 RFID阅读器的硬件系统组成

5 结束语

基于超高频RFID的仓储管理系统利用超高频RFID标签感应距离远、读取速度快的特点,显著提高了仓储管理的效率。当前RFID技术大多部署在闭环应用场合,中小型存储管理系统是典型的闭环应用,RFID标签可重复使用,这样就有效减低了仓储管理系统的运行成本。

信息编码可以有效减少数据容量和提高存储效率,仓储物品信息编码压缩成固定长度的序列,使RFID阅读器能够高效存储仓储数据,提高了仓储管理的灵活性。通过将RFID阅读器仓储数据同步更新管理数据库,进一步提升了仓储管理的效率和质量。

参考文献:

- [1] Gandino F, Montruccio B, Rebaudengo M. Analysis of an RFID-based Information System for Tracking and Tracing in an Agri-Food chain [J]. RFID Eurasia, 2007(9):1-6.
- [2] 许佳鹏,赵方柯,宏力,等.一种纸箱级RFID仓储系统设计与实现[J].微计算机信息,2009,25(5):185-187.
- [3] 严颖,汪峰.基于RFID的单品生产实验系统的监控系统设计[J].计算机技术与发展,2010,20(3):234-238.
- [4] 王玉泉,朱韶红.基于RFID技术的智能货架的研究[J].微计算机信息,2010,26(23):132-133.

(下转第159页)

事件说明路况问题,例如拥堵。位置说明发生问题的具体位置,用路段表示。持续时间用一个数值表示,电子地图每刷新显示一次,该值减1,当该值为0时,则其路况恢复为通畅状态。

4.2 地图匹配

电子地图中显示的汽车位置与实际汽车位置间的误差主要来源于 GPS 定位误差、电子地图误差及坐标投影变换误差^[11,12]。

由于误差的存在,在实际系统中,为了获得精确的车辆定位,采用地图匹配算法来提高车辆导航系统的精度,算法如下:

(1) 定义 L 为车辆周围所有的路段,即 $L = \{L_1, L_2, L_3, \dots, L_n\}$;

(2) 根据车辆行驶方向,删除路段方向与车辆行驶方向相差较大的,余下的路段集记为 L' ;

(3) 将车辆在 L' 中的所有路段上做投影,求出车辆位置到投影点的距离,把投影距离较远的路段删除,余下的路段集记为 L'' ;

(4) 对 L'' 中余下的路段,按照公式(1)计算权值:

$$W = \text{distance} * \text{FAC1} + \text{angle} * \text{FAC2} \quad (1)$$

其中,

distance: 车辆到路段的投影距离;

FAC1: 距离权值因子;

angle: 车辆行驶方向与路段方向的夹角;

FAC2: 方向权值因子;

(5) 此时, L'' 中的每条路段都有一个权值,这个权值表明了这条路段是最优候选路段的可能性,权值越小,其可能性越大。

5 结束语

基于 GPRS 的实时路况车载导航终端以路段为单位描述路况信息,路况划分为四个等级,采用 GPRS 作为信息传播手段,系统实现采用开源软件,运行稳定,

具备优良的性能和较小的数据传输量。但是,以路段为单位刻画路况信息,交通信息的收集、终端用户对路段的分割方法必须保持一致,限制了系统的可扩展性。

参考文献:

- [1] 秦晓军, 兰 滨. 基于 RDS-TMC 技术的车辆动态导航系统[J]. 计算机应用研究, 2006(5): 182-184.
- [2] EN 50067: 1998. Specification of the radio data system (RDS) for VHF/FM sound broadcasting in the frequency range from 87,5 to 108,0 MHz [S]. 1998.
- [3] EN ISO 14819-1. Traffic and Traveller Information (TTI): TTI Messages via Traffic Message Coding (Part 1): Coding Protocol for Radio Data System Traffic Message Channel (RDS-TMC) - RDS-TMC Using ALTERNATE-C [S]. 2003.
- [4] Lv Jie. GPRS Technology [M]. Beijing: University of Posts and Telecommunications Press, 1998.
- [5] 黄宇红, 孙少陵. 通用分组无线业务 (GPRS) [J]. 电信科学, 2000(5): 7-10.
- [6] 黄作维, 周 明. GPS/GPRS 支持下的嵌入式车载终端的实现[J]. 计算机测量与控制, 2009, 17(11): 2205-2208.
- [7] 黄镇谦, 李春贵. 基于 GPS 和 GIS 的公共交通监控平台[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(3): 231-234.
- [8] 詹书波. 导航电子地图技术及其应用[D]. 北京: 北京航空航天大学, 1996.
- [9] Tang A Y, Adams T, Usery E L. A Spatial Data Model Design for Feature-based Geographical Information Systems[J]. Geographical Information Systems, 1996, 10(5): 643-659.
- [10] GB/T20612.1-2006. 交通及出行者信息 (TTI) 经交通报文编码的 TTI 报文[S]. 2006.
- [11] Haunert J, Brenner C. Vehicle localization by matching triangulated point patterns[C]//Proceedings of the ACM International Conference on Advances in Geographic Information Systems. Seattle, USA: [s. n.], 2009: 344-351.
- [12] Bulusun, Heidemann J, Estrin D. GPS-less low cost outdoor localization for very small devices[J]. IEEE Personal Communications Magazine, 2000, 5(7): 28-34.
- [5] 梁昌勇, 周 伟, 蔡美菊, 等. 双频标签管理模式下的汽车质量跟踪系统研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(5): 171-174.
- [6] Kwon K, Yoon Y, Ryu J, et al. RFID Warehouse Management in the Small and Medium Enterprises based on Manufacturing Industry[C]//The 3rd ICUT. Vietnam: [s. n.], 2008.
- [7] 刘 峰, 王 高, 李仰军, 等. 基于超高频 RFID 的便携式仓储管理终端系统[J]. 机械工程与自动化, 2009(5): 50-52.
- [8] 王浩远, 梁昌勇, 俞家文, 等. 基于 RFID 技术的汽车总装 MES 系统研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(9): 222-226.
- [9] Schuster E W, Allen S J, Brock D L. Global RFID: the value of the EPC global network for supply chain management[M]. New York: Springer, 2006.
- [10] Nikitin P V, Rao K V S. Theory and Measurement of Back-scattering from RFID Tags[J]. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2006, 48(6): 212-218.
- [11] Texas Instruments. Texas Instruments UHF EPC Gen 2 Strap [EB/OL]. 2011-02-27. http://www.ti.com/rfid/docs/manuals/pdfSpecs/RI-UHF-STRAP_ProdBulletin.pdf.
- [12] Texas Instruments. TI UHF Gen2 Protocol Reference Guide [EB/OL]. 2011-02-27. <http://focus.ti.com/lit/ug/scbu001/scbu001.pdf>.

(上接第 155 页)