

基于无线射频识别技术的冷冻冷藏食品 物流仓储管理系统

Research on design of refrigerated food logistics warehousing system based on RFID

刘 鹤

LIU He

(重庆工程职业技术学院财经与贸易学院, 重庆 430037)

(Chongqing Engineering Vocational Technical College of Finance and
Economics and Trade College, Chongqing 430037, China)

摘要:为解决传统条形码技术仓储管理系统的低效率、低准确性、信息传输易被干扰等问题对冷链仓储带来的不便,以射频技术和数据库为基础,设计基于无线射频识别技术(RFID)的冷冻冷藏食品的物流仓储管理系统。根据冷冻冷藏食品仓储管理的功能需求,将系统划分为仓储管理中心、手持终端系统、固定式终端系统和叉车终端系统,并完成控制系统的软件程序设计。该系统能够达到设计的要求,可有效提高冷冻冷藏食品的仓储管理效率。

关键词:无线射频识别技术;仓储管理;冷冻冷藏食品;系统设计

Abstract: In order to solve the inconvenience caused by low efficiency, low accuracy and information transmission is easy to be disturbed in warehousing system which use bar code technology, a refrigerated food warehousing system is designed on the RFID and database technology. According to the functional requirements of the refrigerated food warehouse management, the warehousing system is divided into the storage management center, the handheld terminal system, the fixed terminal system and the forklift terminal system, and the software program design of the control system is completed. It can achieve the design requirements, and improve the efficiency of storage management of frozen food.

Keywords: RFID; warehousing management; refrigerated food; software design

对于冷冻冷藏食的仓储管理,传统的系统设计主要采用普通食品的管理模式,可分为两大类型:一类为利用条形码对货物信息进行收集,但是由于其存储量小、易污损、信息

无法及时更新,并且在冷库温度较低的情况下,条形码容易出现脱落、断裂,给仓储管理带来很多不便;另一类则是采用人工管理系统对货物进行管理,但是由于人工管理误差较大,管理流程较为复杂,降低了食物管理效率。由于冷冻冷藏食品的仓储管理是食品链中连接上下游的关键节点,对食品链的质量保证发挥着重要作用。如何借助信息识别技术构造一个能够更准确、更快捷、更智能的可视化冷冻冷藏食品仓储管理系统已成为冷链仓储管理的热点问题^[1-2]。

作为新一代自动识别技术的无线射频识别技术(RFID),该项技术成功突破了条形码人工扫描的局限性,无需接触就能完成信息输入与处理,被业界专业人士形象地称为未来条形码标签的替代品,同时也无需人工干预与光学可视,操作的准确率高,即使在相对较为恶劣的环境中也能同时进行多个标签的处理与加密,具有高速读取、实时追踪等功能,也能重复读写内容^[3-4]。本研究拟从 RFID 技术的特点出发,对冷冻冷藏食品物流仓储管理的手持终端系统、仓储管理中心与固定式终端系统等进行设计,并通过实践完成软件控制,实现冷冻冷藏食品的仓储管理。

1 设计架构

1.1 系统的需求分析

为提高中国冷冻冷藏食品管理,建设较为完整的管理方式,从 RFID 技术出发,提出一种新型管理系统,该系统应满足下述三点需求:

- ① 实现 PC 端、移动端、运输工具与读写器件的有效通信;
- ② 实现标签信息读取的快速性与准确性;
- ③ 具备系统的权限管理,能够实现数据录入、查询与统计。

1.2 系统总体框架

根据冷藏仓库的特点,将仓储管理系统划分为仓储管理中心、固定式终端系统、手持终端系统以及叉车终端系统 4 个部分,其总体结构见图 1。

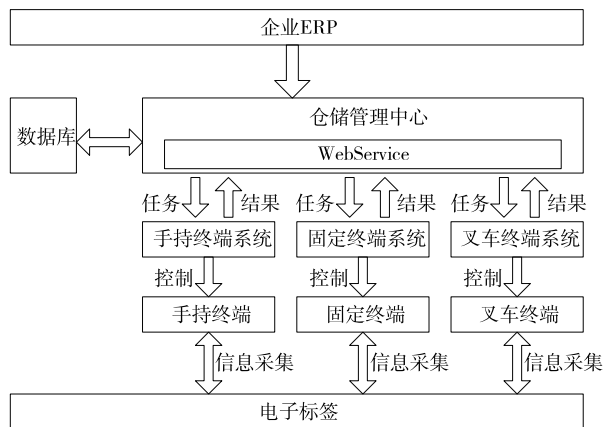


图 1 仓储管理系统总体框架

Figure 1 The framework of warehouse management system

1.2.1 仓储管理中心 系统架构的最顶层为仓储管理中心,主要用来控制仓储系统的运行,包括数据存储、查询、关联以及对应的信息管理。仓储管理中心采用终端管理系统与 Web Services 调用模块,其体系架构的一端连接各终端系统,另一端主要连接服务器,对两种模块的 Web Services 进行接口统一封装,实现接口标准化,从而消除不同平台间的界线。仓储管理中心与 ERP 系统相连,从 ERP 系统接受任务后根据任务的属性、区域、场景与时间等要求分配给下层的手持终端系统、固定式终端系统与叉车终端系统,由这些下层系统负责具体工作,仓储管理中心将信息保存至系统数据库中。

1.2.2 手持终端系统 手持终端系统是用来控制与管理手持终端设备的系统。手持终端上安装有集成天线与无线通信模块,能够进行条码扫描与 RFID 读写。手持终端系统接收来自仓储管理中心的操作任务后,手持终端的操作可以在命令的指导下完成仓储作业。

1.2.3 固定式终端系统 为满足不同环境的信息从读取,固定式终端系统可以控制与调控固定式阅读器中的密码、功率、信道等参数进行处理,以此同时,为保证数据传输的稳定性,固定式终端主要使用大网络对进行数据同行,解决冷冻冷藏食品数量多问题,实现了大量数据的传输要求。本系统主要将固定式终端用于出入库操作与装托操作。

1.2.4 叉车终端系统 叉车终端系统用于叉车出入库操作,对叉车固定式终端进行调控,其主要作用功能在于接受操作任务,并对固定终端系统下达操作命令,完成信息采集,随后通过 802.11 无限区域网将信息标准传递给仓储管理中心,最终实现信息统一管理。

1.3 冷藏管理系统的硬件框架

该系统主要由固定式与手持式 RFID 读写器、PC 机组成、电子标签组成(见图 2),其中读写器模块主要采用符合 ISO 18000、ISO 15693 等国际标准的射频模块,该模块包括 NRF24L01 射频芯片、微控制芯片 S3C2440 与天线 3 个部分,

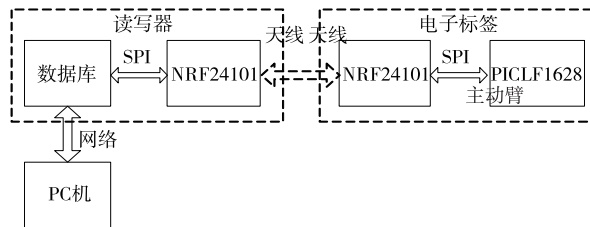


图 2 系统硬件框架

Figure 2 The framework of system hardware framework

以 SPI 接口函数实现标签数据的连接,并通过局域网、红外线与其他设备进行信息互通。

叉车固定端选用频率在 902~928 MHz,输出功率在 38 W 左右的阅读器,见图 3。这种阅读器天线配置为 12 dBi,可读取 20 m 以内、运动速度不超过 200 km/h 的标签,4 s 内正确识别的概率超过 99%;采用 DC-12 V 电源进行供电,开关电源为 1 A;能够采用 RS485 串口方式或 TCP/IP 通讯协议与上位机相连,能够在 -30~+80 °C 的环境中工作,非常适合冷库作业。



图 3 超高频 RFID 读卡器

Figure 3 The Ultra high frequency RFID card reader

本系统的货物电子标签选用超高频 RFID(UHF),这种电子标签识别速度快、识别距离远的特点非常适合进行多标签读取;而且适合使用一次性干胶纸标签,能够在低温潮湿环境中长时间使用。UHF 的射频工作距离约为 10 m,且允许使用相对较小的方向性天线来将辐射波束定向地投到某一指定区域,能够很好地抵御来自其他发射器或读写器的信号干扰,见图 4。在使用该标签时,只需贴在食品货物的托盘上,伴随货物完成整个仓储流程。

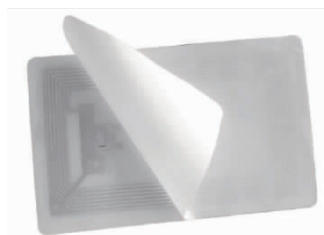


图 4 RFID 纸质电子标签

Figure 4 The electronic tags of RFID

手持式终端需要具备 802.11a/b/g CF 无线模块/集成天线、编程环境、SDK、支持多协议通讯的 900/MHz/868MHz 等硬件,因此选用 Psion-Teklogix Workabout Pro 3 作为系统的手持终端,见图 5。

1.4 系统的软件框架

仓储管理系统的软件架构是一系列相关的抽象模式,用



图 5 手持终端

Figure 5 The handheld terminal

于指导软件系统各个方面的设计^[5]。目前在开发软件时,业内出于安全性与运算效率多采用 3 层架构的考虑,更多使用 3 层架构进行软件框架搭建。考虑隔离层驱动模式的高适应性、易扩展性与易维护性,它能够对表示层与数据层进行分开设计,二者开发过程中互不影响,其中表示层设计主要考虑与用户的交互,数据层设计主要从数据库设计角度进行,业务层完成所有的业务转换,表示层和数据层可根据需求做相应的调整时不会相互之间产生影响或发生冲突,因此本文采用 3 层架构中的隔离层驱动模式进行设计。首先对系统软件的界面与系统数据库进行同步设计,然后再通过业务逻辑层实现转换。

由图 6 可知,系统软件框架以 Windows 为前台操作平台,表示层由出/入库模块与在库管理模块构成,数据层主要以 Analysis Service 数据仓库以及 SQL Server 2005 数据库为后台服务平台,业务层包括 RFID、JSP、GPS 等。系统通过对无线射频识别技术 RFID、全球定位系统 GPS 以及通信 GSM 的有效整合,可以实现冷冻冷藏食品的可视化仓储管理。RFID 模块可以在不接触货物标签的条件下通过无线网络上传给后台系统,进行仓储管理。出于可扩展性考虑与一体化管理需求,通过数据接口将 ERP、CRM、EDI 等系统集成在一起,数据流的无缝对接。

1.5 系统功能模块设计

基于 RFID 的仓储管理信息系统通过对 RFID 技术的运用,结合无线网络技术,能够有效实现对商品库存信息的可视化,大大提高仓储作业效率。基于这些需求,可以得

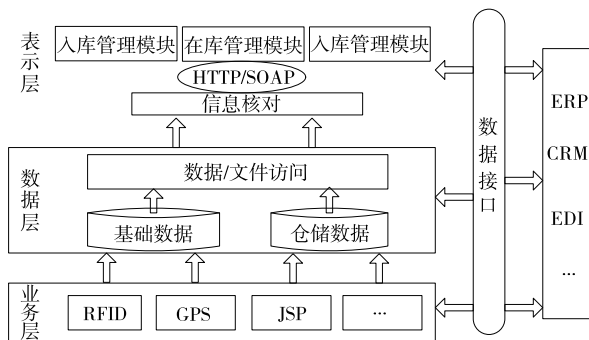


图 6 系统软件框架

Figure 6 The framework of system software framework

到本系统的几大主要模块:基础信息管理模块、系统管理模块、库存管理模块以及统计模块。

基础信息管理用于对用户信息进行管理,主要包括用户管理(包括客户与员工)、机构管理以及货物信息管理(图 7);系统管理则能够对用户进行权限分配以及后台参数配置;库存管理由入库管理、在库管理与出库管理三大部分组成,其中入库管理包括入库通知单台账、入库单台账、装卸单台账、送货凭证台账以及入库差异台账等,在库管理由移库管理与库存盘点组成,出库管理则包括出库通知单台账,出库单台账,装卸单台账、取货凭证台账以及出库差异台账等;统计模块主要用于对库存周转率分析与库存预测等。

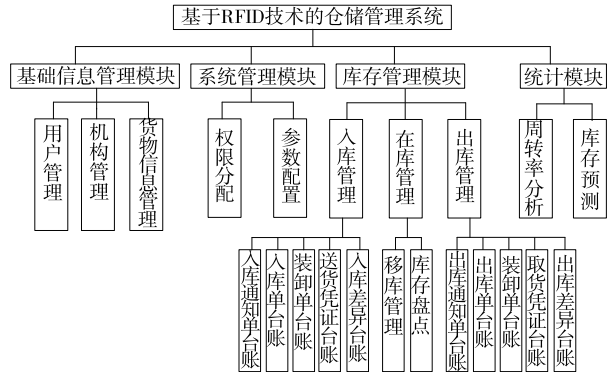


图 7 仓储管理系统功能模块设计

Figure 7 The function design of warehouse management system

2 系统的关键技术

该系统的开发平台为 Microsoft Visual Studio 2008,操作系统为 Windows 系统,编程语言为 C# 语言^[6]。选用 SQL Server 2005 作为数据库软件实现数据库模块与通信模块的开发,其中数据库模块主要用于对 RFID 读写器上传的各类标签信息进行统计管理、更新与存储;通信模块主要功能为利用无限网络技术实现固定终端、手持终端与后台 PC 服务器间的信息传递。

2.1 通信模块实现

本系统的网络通信主要通过 TCP/IP 网络协议来实现,其网络编程部分选用 Socket 接口来实现 TCP/IP 网络协议,选用 C/S 接口作为连接方式。想要让服务器通信功能正常使用,可以通过以下几个步骤:

- ① 为实现整个网络请求的信息收集,首先建立 Socket 服务器端;
- ② 为实现服务器与客户端对接,接收客户端连接请求后,向客户端发送“已完成连接”;
- ③ 关闭 socket。

2.2 数据库模块实现

2.2.1 数据库访问 本系统在 PC 服务器上使用 SQL Server 2005 作为数据库,考虑 ADO.NET 能够实现数据操作与数据的分离,为系统的数据库开发访问提供很好的便捷性^[7],因此选用 ADO.NET 来访问数据库。

ADO.NET 是一种基于 .NET 框架的数据访问组件,能够使用多种 .NET Framework 数据提供程序,包括 SQL

Server, NET Framework, ODBC, NET Framework, Oracle, NET Framework 与 OLE DB, NET Framework 等, 这些数据源提供程序能够满足业务层对象在内的多种开发要求, 从而将存储区数据与数据库数据有效连接起来。本系统在设计仓储管理系统时, 主要采用了 ADO, NET 的两种组件, 即 DataSet 与 .NET Data Provider。前者提供了一种与数据源不产生关系的表达方式, 后者则提供了 Connection、Command、Data Reader 以及 Data Adapter 4 个对象^[8-9]。

DataSet 对象能够保留从数据库中所查询的数据, 是数据的内存驻留表示形式。尽管 DataSet 允许选用无连接的应用程序, 但是在该环境中, 数据源的返回效率在不同部分均表现出低效率, 所以本系统采用 Data Provider 提供的 Data Adapter 与 Connection 对象进行信息的一次性填入, 在此过程中 DataSet 能够临时访问数据库连接直到导入完成^[10]。DataSet 属于 ADO, NET 中的高级对象, 比 Data Adapter 对象的架构要高级, 它能够在编程过程中对数据库之间的差异进行屏蔽, 保证编程模型的一致性。

为保证目标数据能够与应用程序实现双向流动, 该系统主要采用了 Connection 对象打开目标数据源的连接。

Command 对象能够对 SQL 语句 Connection 对象上的相关数据源进行存储, 并且能有效返回查询结果。将数据库与 Command 对象或 Connection 对象连接后, 运用 DataSet 对象能成功实现数据源中的数据导入内存中处理, 也能借助 DataReader 对象从数据源中得到数据并进行处理。Data Adapter 对象用于连接 Connection 对象与 DataSet 对象所表示数据源, 在采用 DataSet 来处理查询结果时, Data Adapter 对象能够对数据源进行更改和查询。

访问数据库的步骤为^[11]:

STEP1: 建立数据库于 SQL Connection 间的连接, 并同时打开数据库;

STEP2: SQL Command 发送 SQL 命令;

STEP3: 用 SQL Data Reader 对象调用 SQL DataSet 与 SQL Data Adapter 进行数据处理, 并将结果返回;

STEP4: 关闭数据库。

2.2.2 数据库设计 数据库中主要由 userinfo、Sadmininfo、roles、Storeinfo、foodinfo、ininfo 以及 outinfo 7 张数据表组成, 各数据表内容:

① userinfo 用来记录用户基本信息, 包括用户名与用户密码;

② Sadmininfo 主要用于管理存储员工信息, 其中主要包括姓名、职位、工作编号、密码与仓库编号等信息;

③ roles 用来记录角色信息, 包括角色名以及该角色参与的货物信息管理、出入库管理等情况;

④ Storeinfo 主要用于对仓库进行管理, 记录仓库名称、面积与编号信息;

⑤ foodinfo 主要用于记录食品基本情况, 主要食品编号、名称、所处仓库编号、加工时间与地点等信息资料;

⑥ ininfo 主要用于做食品入库信息记录, 其中主要包括入库时间与地点、仓库管理员编号、食品编号以及相关信息(数量、价格)等信息;

⑦ outinfo 记录出库信息, 包括出库时间、仓库编号、出库编号、经办人/领取人信息、食品编号以及相关信息(数量、

价格)等信息。

3 仓储管理系统的实现

当系统的硬件和软件完成后, 就要检验仓储管理系统的有效性。它的操作主要分为入库管理、在库管理与出库管理。通过对某大型第三方冷链仓库的试验, 可以发现基于 RFID 技术的仓储管理系统能够提高仓储效率与准确度。由于作业流程的优化, 仓储管理工作环境得到了很大改善, 仓储管理人员的工作技术也得到了很大提升。以入库操作为例, 仓库管理员不再需要对每件货物进行扫描, 只需借助升降传输机将货物以集装箱形式放置在系统提前安排好的托盘与货架中, 并使用手持无线数据终端设备对商品的标签进行扫描, 然后将终端数据读入到托盘 RFID 电子标签中, 完成入库货物的信息记录, 同时手持设备自动将入库货物状态变更为库存状态^[12]。这一系列入库流程全部由相关自动化设备按设定顺序完成, 极大地提高了入库效率。

4 结语

根据对食品行业的生产情况, 设计了面向食品生产的高速机器人的分拣系统, 并阐述其工作的过程和原理。系统以机器人运动控制和视觉系统技术为基础, 从硬件和软件两个方面进行设计, 并对设计中出现的问题给予解决。最后对设计完成的系统进行可靠性的检测, 经过验证发现系统能够精确实现分拣, 达到了设计的要求。机器人技术的使用不仅代替了复杂的劳动强度、提高了生产效率, 而且还能保证动作的精确执行, 自动化的质量得到很大提高。设计的分拣系统能够很好的实现拾取和归类的运动, 具有很大的运用空间, 此外文中分析方法为相关分拣系统设计提供一定的参考。

参考文献

[1] 王珂, 梁厚广, 苏冠群, 等. RFID 技术在肉制品追溯体系中的应用研究[J]. 食品工业, 2015, 36(1): 237-239.

[2] 邓云, 王竹怡, 钟宇, 等. 射频技术及其在低水分活度食品中的应用[J]. 食品与机械, 2013, 29(3): 250-260.

[3] 杨明, 吴晓萍, 洪鹏志, 等. 可追溯体系在食品供应链中的建立[J]. 食品与机械, 2009, 25(1): 146-151.

[4] 王丽芳, 袁国良, 郭锋. RFID 的食品仓储管理系统[J]. 科学技术与工程, 2011, 11(15): 3 567-3 570.

[5] 邓海. 浅谈软件开发中的架构设计[J]. 中国高新技术企业, 2010, 25(19): 24-26.

[6] 段德亮, 余健, 张仁才. C# 课程设计案例精编[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 132-135.

[7] 王国胜, 刘樊, 尼春雨. C# 基础与案例开发详解[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009: 98-99.

[8] Tim Patric. ADO, NET4 从入门到精通[M]. 贾洪峰, 译. 北京: 清华大学出版社, 2012: 251-272.

[9] 徐慧剑. 基于物联网 RFID 技术的智能仓储系统的设计与实现[J]. 制造业自动化, 2012, 34(4): 139-141.

[10] 欧阳平, 吴云泽, 孙文文. 基于射频识别技术的数字化仓库管理系统[J]. 航空标准化与质量, 2015, 10(5): 48-52.

[11] Kaminsky D. Explorations in namespace: white-hat hacking across the domain name system[J]. ACM, 2006, 49(6): 62-69.

[12] 赵鸿飞, 杨莉, 王琳. 基于 RFID 技术的高档牛肉物流信息追溯系统研究[J]. 物流工程与管理, 2015, 37(7): 108-110.