

# 智能仓储物联网的设计与实现<sup>①</sup>

李忠成

(浙江万里学院, 宁波 315101)

**摘要:** 物联网因其巨大应用前景受到各国政府和学术、工业界的重视,“智能物流”也被广泛关注。在对物联网概念、技术体系、网络结构、工作原理等研究的基础上,提出了一种基于物联网的高智能化物流仓储管理系统设计方案。重点分析了系统的总体架构、工作流程及功能模块,进而分析了系统物联网中的 RFID 系统、无线传感器监控网络和业务系统的实现方法。系统解决了传统仓储管理过程中物流信息处理效率低和出入库盘点不准确等问题,在出入库、监控、盘点、拣货等方面具有快速、便捷、准确、高效及高度自动化等优点,但在降低成本和提高安全性方面,还需进一步研究。

**关键词:** 智能物流; 物联网; 仓储管理系统; 射频识别; 无线传感器网络

## Design and Implementation of the Internet of Things in Intelligent Warehouse Management

LI Zhong-Cheng

(Zhejiang Wanli University, Ningbo 315101, China)

**Abstract:** The internet of things has been paid more and more attention for its huge application prospect by the government, academe and industry all over the world. “Intelligent Logistics” has attracted widespread concern. Based on the research on the concept, technology system, structure and basic principle, the paper proposes a highly intelligent design solution of warehouse management system applying the technology of the Internet of Things. It focuses on analyzing the working process, overall structure and functional module of the system, which follows by the further analysis of the realization of RFID system, wireless sensor monitoring network and operation system. The system solves the problems, like the low efficiency of logistics information process and inaccurate inventory check, which exist wide in the traditional warehouse management, and it is fast, convenient, accurate, efficient and highly automated, while further effort has to be made to lower cost and improve security.

**Key words:** intelligent logistics; internet of things; warehouse management system; RFID (radio frequency identification); wireless sensor network

### 1 引言

物联网被称为继计算机、互联网之后,世界信息产业的第三次浪潮,目前多个国家都在花巨资进行深入研究。物联网是由多项信息技术融合而成的新型技术体系<sup>[1]</sup>。随着物联网的提出与发展,“物联网促进物流智能化”已被广泛关注。“基于物联网的智能物流”包含三个基本要点:一是如何部署更加广泛、及时、准确的信息采集技术;二是如何把这些信息实现互

通,既满足专用的要求,也能实现方便的开放和共享;三是信息如何管理、加工、应用,解决各种现实问题,把虚拟世界的信息转化到实体世界的应用中来,也就是进入到 IBM 称之为“智慧地球”的时代。

在物流领域看来,物联网只是技术手段,目标是物流的智能化。仓储管理是现代物流的重要组成部分,本文试图通过对物联网的研究设计一种新型智能化的仓储管理系统,为“智能物流”开展细节的研究和探索。

① 基金项目:国家重大专项(2009ZX01039-001-002-004,2009ZX03001-016,2009ZX03004-005)

收稿时间:2010-12-21;收到修改稿时间:2011-01-20

## 2 物联网

### 2.1 概念

在 2005 年突尼斯举行的信息社会世界峰会上, 国际电信联盟 (ITU) 发布了《互联网报告 2005: 物联网》一文, 正式提出了物联网的概念<sup>[2]</sup>。2009 年初, 在美国总统奥巴马与美国工商业领袖举行的会议上, IBM 首席执行官提出“智慧地球”的概念, 并建议新政府投资新一代的智慧型基础设施, 从此物联网的概念进入了国家的战略层, 发达国家也纷纷效仿, 提出相应的战略对策。随即物联网概念也在中国升温, 2009 年 8 月温家宝总理指出, 在国家重大科技专项中加快推进传感网发展, 尽快建立“感知中国中心”, 2010 年物联网进入了人代会的政府工作报告。

关于物联网概念有很多解释, 简言之: 物联网是指通过射频识别装置、红外感应器、全球定位系统、激光扫描仪等信息传感设备, 按约定的协议, 把任何物品与互联网连接, 进行信息交换和通信, 以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络<sup>[3]</sup>。在这个网络中, 系统可以自动地、实时地对物体进行识别、定位、追踪、监控并触发相应事件<sup>[4]</sup>。

### 2.2 技术体系

结合实际应用对物联网涉及的核心技术进行归类 and 梳理, 主要包括感知与标识技术、网络与通信技术、计算与服务技术及管理与支撑技术四大体系<sup>[5]</sup>。

感知和标识技术是物联网的基础, 负责采集物理世界中发生的物理事件和数据, 实现外部世界信息的感知和识别。网络是物联网信息传递和服务支撑的基础设施, 通过泛在的互联功能, 实现感知信息高可靠性、高安全性传送; 通信技术包括各种有线及无线通信, 其中近距离无线通信技术将是物联网的研究重点。海量感知信息的计算与处理是物联网的核心支撑, 需要研究数据融合、高效存储、语义集成、数据挖掘等关键技术, 攻克物联网“云计算”中的虚拟化、网络计算、服务化和智能化技术; 服务和应用是物联网的最终价值体现, 需要面向典型应用需求, 提炼核心共性支撑技术, 研究规范化、通用化服务体系结构以及应用支撑环境、面向服务的计算技术等<sup>[6]</sup>。管理与支撑技术是保证物联网实现“可运行-可管理-可控制”的关键, 包括测量分析、网络管理和安全保障等方面。

### 2.3 结构与原理

如图 1 所示, 物联网划分为感知层、网络层和应

用层 3 层<sup>[7]</sup>。其中感知层用于识别物体, 采集信息; 网络层用于传递和处理感知层获取的信息; 应用层与各行各业的专业技术深度融合, 实现智能化管理。

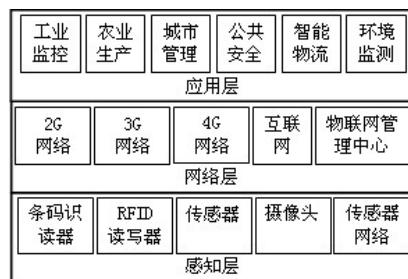


图 1 物联网结构

一个简单物联网的工作过程如图 2 所示<sup>[8]</sup>。物品在生产完成时, 贴上存储有电子产品代码(EPC)的电子标签对物品属性进行标识, 同时将这个 EPC 代码的详细信息存储在 EPC 信息服务系统的服务器中。在运输、销售、使用、回收等任何环节, 当某个读写器在其读取范围内监测到标签的存在, 就会将标签所含 EPC 数据传往与其相连的中间件, 中间件以该 EPC 数据为键值, 在 ONS 服务器获取包含该物品信息的 EPC 信息服务器的网络地址, 然后中间件根据该地址查询 EPC 信息服务器, 获得物品的特定信息, 并将信息转换为适合网络传输处理的数据格式。再将物品的信息通过网络传输到信息处理中心, 由处理中心利用应用程序完成更深层次的计算处理。

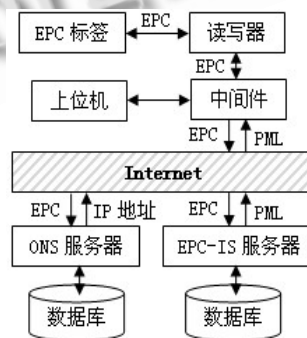


图 2 物联网工作示意图

## 3 系统设计

### 3.1 网络架构

针对仓储管理中存在的物流信息处理效率低以及出入库盘点不准确等问题, 提出一种基于物联网的仓储管理系统设计方案。方案中的仓储管理物联网通过

RFID 电子标签实现物品的自动识别和出入库,利用无线传感器网络对仓储车间进行实时监控,从而极大地提高了仓储管理的智能化水平。其系统物联网的总体结构如图 3 所示。

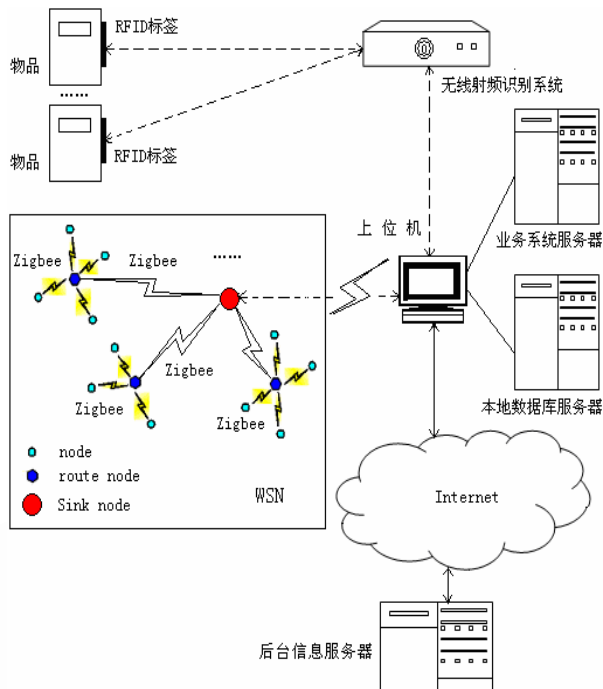


图 3 智能仓储物联网总体结构

### 3.2 系统流程

仓储管理系统的工作流程包括入库、出库、移库、盘点、拣选与分发等环节。系统采用国际上最先进的无线射频身份识别技术 (RFID),为每件物品提供一个唯一标志码 (EPC 代码),并在服务器中存储货物的相关属性信息,从而使系统能够自动识别物品,可以对物品进行跟踪和监控。另外,仓储车间还安装多个摄像头或视频传感器以及温度传感器、湿度传感器、烟雾传感器等构成无线传感器网络,并使其基本覆盖所有盲区,这样工作人员可以在监控中心随时了解仓储车间的情况,并及时处理。这样就在高效、准确、快捷的基础上,进一步提高了仓储管理的安全性。

### 3.3 系统组成

结合上述分析,智能仓储物联网主要由仓储物品识别、信息采集处理、仓储物品监控、后台信息服务器、本地数据库服务器、业务系统六大模块组成。

在仓储物品识别模块,系统采用 EPC 代码作为物品的唯一标志码,为每个物品贴上一个具有 EPC 的

RFID 标签。标签由存入 EPC 的硅芯片和天线组成,附在被标志物品上,EPC 代码内含一串数字代表物品 ID、类别、名称、供应商、生产日期、产地、入库时间、货架号等信息,信息存储在后台 EPC-IS 服务器的数据库中。同时,随着物品在仓库内外的转移或变化,这些数据可以得到实时地更新。

在信息采集处理模块,通过 RFID 数据采集接口获取物品的详细信息从而进行处理。当物品通过仓储车间入口时,由设置在仓库入口的物品标签读写器读取物品的 EPC 代码,然后根据物品的 EPC 代码访问后台 EPC-IS 服务器,获得物品的详细信息,并将相关信息保存到本地数据库,最后交由信息处理模块进行处理。仓储车间入口处可以安装多部读写器进行分类处理,还应为不可读标签提供手动编码区。

在仓储物品监控模块,通过在仓储车间内外布置一系列的传感器,包括视频传感器、温度传感器、湿度传感器、烟雾传感器等,使其基本覆盖所有盲区,自组织构成一个无线传感器网络,通过该网络与 Internet 及业务系统互联,使工作人员可以在监控中心随时了解仓储车间内外的各类情况,以便及时处理。

后台信息服务器用于存储物品的详细信息,如物品 ID、类别、名称、入库时间等,并能实时地响应远程应用程序的请求,允许通过物品的 EPC 码对物品信息进行查询。

本地数据库服务器用于存储信息采集处理模块所获得的物品信息,以便在业务系统中查询和维护。仓储工作人员可以通过无线设备或 Web 客户端随时随地查询物品的当前状态。

业务系统的功能除了出入库管理外主要就是在库管理,在库管理包括在库物品保管、在库物品查询、在库物品盘点等作业。在库物品查询、在库物品盘点作业过程中均采用 RFID 技术。

## 4 系统实现

### 4.1 RFID 标签及读写器

在智能仓储物联网中,针对仓储物品识别和信息采集处理两个模块的应用需求,建议采用西门子研发的适用于物流、仓储和配送的智能无线射频识别系统——SIMATIC RFID 系统。该系统可以将数据直接存储到附在产品上的标签中,能够可靠、快速、经济地读写数据;而且 MOBY 系列标签通信速率快、抗干扰

性强，具有不同存储容量、不同环境耐受条件的移动存储单元，有不同的读/写距离和数据传输速率，根据具体应用需求可选择配合不同的接口模块使用，可以以不同的通信方式和业务控制系统进行通信。

具体应用中可以在仓库入口和出口处各定点安装 2-4 套 SIMATIC RF 系列读写器，用于实现入/出库操作；在仓库内部再配置 2-4 套移动读写器，用于仓储盘点和物品拣选。

### 4.2 RFID 中间件及数据过滤

西门子 SIMATIC RF-MANAGER 中间件为 SIMATIC RF600 提供了一体化的软件解决方案，但并不适用于本系统物联网的物流仓储管理应用，因此需要设计一种针对系统实用的 RFID 中间件。

中间件的功能模块包括：RFID 读写器接口模块、逻辑读写器映射模块、RFID 数据过滤模块、设备管理模块、业务系统接口模块，如图 4 所示。其中：RFID 读写器接口用于中间件与 RFID 读写器的数据通信，主要有获取 RFID 数据以及下达设备管理模块的读写器指令；设备管理模块用于调整 RFID 读写设备的工作状态，配置相应的接口参数等；逻辑读写器映射模块用于将多个物理读写器或者读写器的多条天线映射成为一个逻辑读写器。一个逻辑读写器代表了一个有具体含义的数据采集点，而不管该采集点在物理上由多少个读写器和天线组成。它屏蔽了数据采集点的具体实现方式，减少了数据过滤等上层模块与下层数据采集部分的软件耦合度。对于上层业务系统来说，可见的只有逻辑读写器，所以逻辑读写器映射模块对 RFID 数据有初步过滤的功能。

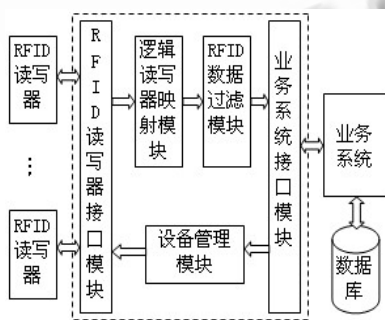


图 4 RFID 中间件设计

RFID 采集的原始数据量非常大，在实际应用中，根据具体的配置不同，每台读写器每秒可以上报数个至数十个不等的电子标签数据，如重复多次扫描同一

个电子标签，但其中只有少部分是对用户有意义的、非重复性的数据，这样大量的数据如果不过去冗余处理而直接上传，将会给整个 RFID 系统带来很大的负担。因此，系统采用数据采集事件编码的方法对 RFID 采集的数据进行过滤处理。首先对电子标签状态的改变进行编码，定义标签出现的状态编码为 0，标签状态消失的编码为 1；然后加入计时器机制，对计时器有效时间内的同一标签的状态跳变进行忽略，从而在状态定义和时间维度两个方面对数据进行去重化。该方法能够很好地消除冗余数据，减少上层系统的负荷。

### 4.3 传感器、微处理器、通信芯片及协议

在智能仓储物联网中，针对仓储物品监控模块的应用需求，采用 Zigbee 无线传感器网络和有线网络相结合并与局域网、互联网相连的设计思路实现整个仓储车间的物品监控。Zigbee 技术具有功耗极低、系统简单、组网方式灵活、成本低、低等待时间等性质，适用于此类监控系统的设计。

出于节能的考虑，仓储物品监控模块的数据采集应要求传感器体积小、低功耗、外围电路简单，最好采用不需要信号调理电路的数字式传感器。主控单元建议采用 Atmel 公司的 Atmega16L 单片机。无线通信模块建议采用 CC1000 芯片与微控器及一些外围无源元件一起构成。

### 4.4 业务系统

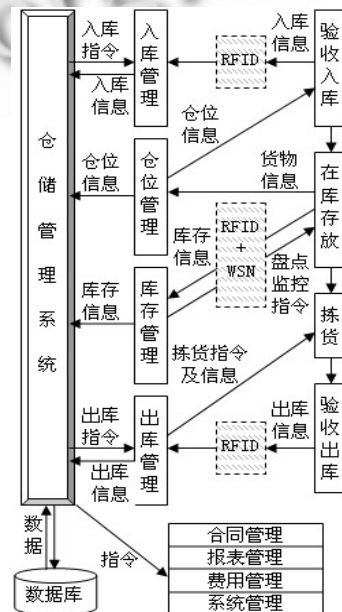


图 5 业务系统架构流程图

业务系统基于 Internet 环境,采用 B/S 模式进行开发。如图 5 所示,在 Java EE 平台上设计并实现的业务系统包括 RFID 通信管理、物品入库管理、物品出库管理、物品在库管理(包括在库物品监控、查询和盘点)、货位优化管理、合同管理、报表管理、费用管理、系统管理等模块。从而使整个基于物联网技术的仓储管理系统无缝连接,彻底实现了信息采集、仓储物品识别、仓储物品监控、后台服务器维护及本地数据库维护等功能。

## 5 结束语

智能仓储物联网解决了传统仓储管理过程中物流信息处理效率低以及出入库盘点不准确等问题,系统在出入库、监控、盘点、拣货等方面具有快速、便捷、准确、高效及高度自动化等优点。在现代物流领域,物联网已经体现出其积极的促进作用。通过该系统的分析与实现,形成一种利用物联网进行物流仓储管理的新型实用的设计方法。可以结合本文的部分基础理论知识 and 具体系统架构方法进行深入研究和探讨,在切实理解物联网原理和技术特点的基础上,进一步促进其在诸多领域的更广应用和更大发展。由于物联网要求所有的物品都贴上具有一定成本的电子标签,而且不断壮大的物联网会频繁招至各类病毒

攻击,因此物联网在仓储物流等诸多领域的应用方面,如何降低系统成本、提高网络安全性,还需要进一步深入研究。

## 参考文献

- 1 刘云浩.从普适计算、GPS 到物联网:下一代互联网的视界.中国计算机学会通讯,2009,5(12):66-69.
- 2 International Telecommunication Union, Internet Reports 2005: The Internet of things. Geneva: ITU, 2005.
- 3 王保云.物联网技术研究综述.电子测量与仪器学报,2009,23(12):1-7.
- 4 ITU NGN-GSI Rapporteur Group. Requirements for support of USN applications and services in NGN environment. Geneva:International Telecommunication Union(ITU), 2007.
- 5 孙其博,刘杰,黎彝,范春晓,孙娟娟.物联网:概念、架构与关键技术研究综述.北京邮电大学学报,2010,33(3):1-9.
- 6 范苏彬,范曲立,宗平,毛燕琴,黄维.物联网的体系结构与相关技术研究.南京邮电大学学报,2009,29(6):1-11.
- 7 刘强,崔莉,陈海明.物联网关键技术与应用.计算机科学,2010,37(6):1-4,10.
- 8 张峰,张晓鹏,吴高成.基于物联网的机场集成行李处理系统及其应用研究.计算机应用研究,2010,21(10):3771-3774, 3778.

(上接第 41 页)

监管网络可以不断优化,可以预留自动报警功能和智能识别的控制信号通道。与此同时,必须加强监管管理,加强演出场所的安全意识等,自觉杜绝不文明现象的发生。

## 参考文献

- 1 蒋伟.基于 C/S 和 B/S 模式的全国剧场信息普查系统.艺术科技,2007,(4).
- 2 YD/T 1641-2007.互联网业务服务质量技术要求.

- 3 公安部科技信息化局、全国安全防范报警系统标准化委员会.《城市监控报警联网系统系列标准》实施指南.华文出版社,2009.
- 4 徐迎新.VPN 技术在校园网安全体系架构中的应用研究.2009.
- 5 杨广精,斋丽娜.高速公路视频监控系统联网设计.信息系统与网络,2009.
- 6 蒋伟,陈磊.全国演出场所监管系统标准体系的分析研究.艺术科技,2010(6).