

基于IOT和RFID收发分离技术的 仓储管理系统研究

陈 刚,王发珍

(湖北物资流通技术研究所,湖北 襄阳 441002)

[摘 要]传统仓储管理模式存在着作业效率低下、管理成本高、管理水平落后等诸多问题,基于对这些问题的分析和研究,研发了基于IOT和RFID收发分离技术的仓储管理系统。该系统采用IOT技术架构结合RFID收发分离技术、RFID自组网技术等新兴技术,实现货物入库、出库方向自动判定、出入库订单异常感知、自动盘点、精确分拣、实时跟踪定位等功能。该系统的应用将极大提高仓储作业效率,减少人力投入,降低仓储管理成本,提升了仓储的自动化、信息化、智能化管理水平。

[关键词]IOT;RFID;收发分离;连续组网;智能仓储;仓储管理系统

[中图分类号]F252

[文献标识码]A

[文章编号]1005-152X(2021)11-0107-05

Research on Warehouse Management System Based on IOT and RFID Transceiver Separation Technology

CHEN Gang, WANG Fazhen

(Hubei Institute of Logistics Technology, Xiangyang 441000, China)

Abstract: In this paper, in view of such problems as low operation efficiency, high management cost, and backward management level, etc. in traditional warehouse management modes, we developed a warehouse management system based on IOT and RFID transceiver separation technology. Said system combines the IOT technology architecture with the RFID transceiver separation technology, RFID self-organizing network technology and other newly-emerging technologies to realize automatic determination of goods inbound and outbound direction, abnormal detection for inbound and outbound orders, automatic stock-taking, precise sorting, and real-time tracking and positioning, etc. The application of this system will greatly improve the efficiency of warehousing operations, reduce manpower input, lower warehousing management costs, and increase the automation, information and intelligent management level of the warehousing operations.

Keywords: IOT; RFID; separate transceiver; continuous networking; intelligent storage

0 引言

随着经济全球化的不断深入,物流业得到迅猛发展,仓储作为物流业的重要环节之一,对于经济的发展发挥着至关重要的作用。针对传统仓储管理过程中存在的作业效率低下、管理成本高、管理水平落后等问题,相关学者们通过以下几方面的研究来达到提高管理水平的目的:基于二维码技术的仓储管理系统研究,通过扫描贴在物料上的二维码来实现

物料出入库、仓储盘点等信息的自动录入和上传^[1];基于传统RFID技术的仓储管理系统研究,通过手持或固定读写器来实现物料出入库、仓储盘点等信息的自动采集和上传^[2];仓储管理机制优化研究,通过更新仓储管理理念、使用新技术、提高管理人员素质等手段来提高仓储管理水平^[3]。

本文从技术角度分析了当前常用的仓储管理系统,采用二维码技术和传统RFID技术的仓储管理系统对于提高仓储管理的自动化、信息化水平确实有

[收稿日期]2021-08-27

[作者简介]陈刚(1988-),男,湖北随州人,湖北物资流通技术研究所助理工程师,研究方向:物流技术、计量技术;王发珍(1967-),女,湖北郧县人,湖北物资流通技术研究所工程师,研究方向:物流技术、计量技术。

很大的促进作用,然而也存在一定的不足:基于二维码技术的仓储管理系统,分拣时需要将面单正对扫描机器,当面单污渍或破损时需要人工拆箱手工分拣录入系统,人力投入大,效率低下;基于收发一体RFID的仓储管理系统存在着通信距离短,无定位组网功能的问题,在入库、出库、盘点等环节耗时较长、作业效率不够高等问题。

在分析研究上述方法的基础上,本文提出了基于IOT和RFID收发分离技术的仓储管理系统,能准确、快速的采集到入库、出库的货品信息,通过实时反馈,实现整个仓库区域的可视化,并且全过程可追溯,提高了仓储作业效率、降低了仓储运营成本,提升了仓储的自动化、信息化管理水平。

1 技术概述

1.1 IOT简介

IOT是物联网的简称,是指通过信息传感设备,按照约定的协议,把物品与互联网连接起来,通过信息交换实现信息共享,包括对物品的物理特性和特定的信息进行识别、定位、跟踪、监控和管理,它是在互联网基础上延伸和扩展的网络,物联网具有全面感知、处理智能、传送可靠等特点。IOT分为三层结构:感知层、网络层、应用层。

(1)感知层:主要由各种传感器、采集器和传感器网关组成,相当于人体的神经末梢,用于实时采集物体的动态信息。

(2)网络层:由各种通信网络组成,相当于人体的神经网络,随时随地进行信息交换和通信。

(3)应用层:是物联网和用户(政府、企事业单位或家庭个人)的接口,利用各种智能计算技术,对海量的感知数据和信息进行分析并处理,实现智能化的决策和控制。

IOT可广泛地应用于智能仓储、智慧交通、智慧农业等场景。

1.2 RFID简介

RFID又称“电子标签识别”,是一种非接触式的自动识别技术,通过射频信号自动识别目标对象并获得相关数据,识别过程无需人工干预,作为条码的

无线版本,RFID技术具有条形码所不具有的防水、防磁、耐高温、寿命长、读取距离远、标签数据可以加密、存储容量更大、存储信息更改自如等优点。

传统RFID读写器的通信和激励信号是收发一体的,收发一体带来的问题是单个设备存在射频干扰,因此要求信号强度不能太强,需要通过各种调解方式来降低干扰,这就导致它的识别距离比较短,通常就是5-10m。传统RFID设备更多的使用场景是卡口式或人工操作方式,由于自发自收导致单个设备存在干扰,在多个设备同时工作时,还存在设备间的干扰;并且传统RFID设备都是采用单点识别的,这种识别没有组网和定位能力。

1.3 RFID收发分离技术概述

RFID收发分离技术是以空间隔离的方式实现收发通道分离,在一定的空间内,RFID激励器发出信号激励RFID标签,接收器采集空间内RFID标签被激励后发出的RFID标签信息,这种技术称为RFID收发分离技术。单个RFID设备的收发分离通过空间隔离的方式,避免了单个设备发送与接收通道间的干扰,同时将上下行解耦技术、蜂窝网络和频分调度技术应用在RFID管理上,解决RFID激励器和接收器在整个网络上的同步问题。通过空间隔离消除了单个设备射频干扰,通过频分调度避免了设备间的干扰,实现了区域连续覆盖,就可以使RFID设备自动去感应区域内所有RFID标签。设备间的干扰问题解决了,RFID设备就可以组成网络,通过连续组网,提供米级精确定位能力,如图1所示。

1.4 RFID分离技术与传统RFID技术的区别

RFID分离技术具有区域无线连续覆盖、自动感应、通信距离远(可达100m)、无环境干扰、连续组网、精确定位等优点。与传统RFID技术性能比较,区别见表1。

2 系统设计

基于IOT和分布式RFID网络构建了智能仓储基础设施,仓储管理的核心就是货物数据的采集、加工、分析和展示。基于IOT和RFID收发分离技术的仓储管理系统主要由设备层、RFID中间层和应用层

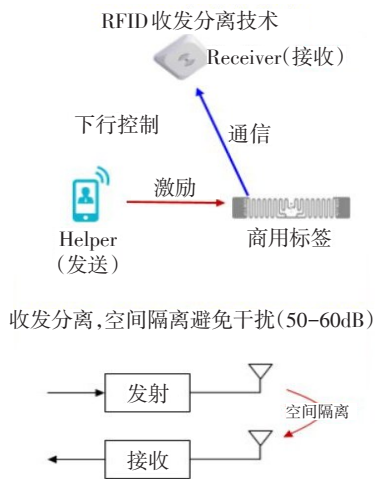


图1 RFID收发分离工作模式图

组成。

(1)设备层由激励器和接收器构成,构建了RFID分布式网络,实现数据自动采集,采集RFID标签信息和实时感知标签位置。

(2)中间层提供IOT智能仓储服务,实现RFID设备接入管理,标签信息的采集、解析。基于RFID设备的接入,构建数字孪生,包括仓库数字化建模,RFID网络拓扑关系的管理。基于数字化建模,提高实时数据分析、离线数据分析的能力,将原始数据转换为业务事件,通过流转构建业务场景。对于仓储而言,构建了资产的出入、盘点、定位等业务场景。基于IOT智能仓储服务可以有效降低顶层应用的开发难度。

表1 传统RFID技术与RFID收发分离技术的性能比较

	传统RFID技术	RFID收发分离技术
工作模式		
操作方式	手持终端或固定卡口,手动操作	区域无线连续覆盖,自动操作
识别方式	单点识别	批量、动态识别
通道及通信距离	收发一体,通信距离5-10m	收发分离,通信距离可达100m
抗干扰	自发自收,存在射频干扰和设备间干扰	收发分离,空间隔离消除射频干扰,频分调度避免设备间干扰
组网定位	无组网、无定位功能	连续组网、实现米级精确定位

(3)应用层用于仓储管理,提供智能化的业务运营管理模式,还可用于智慧物流、智慧零售等。系统总体框图如图2所示。

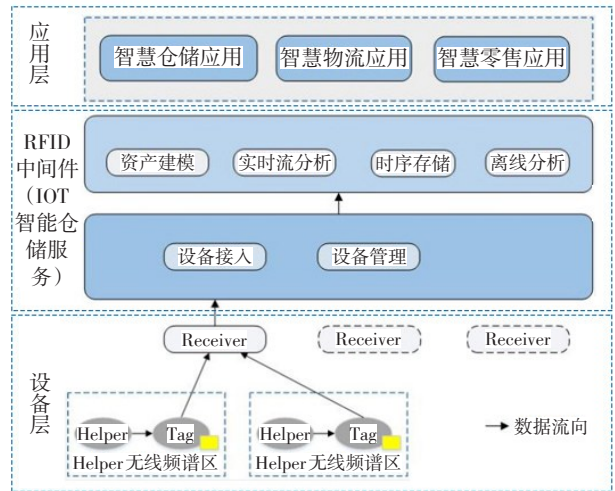


图2 系统方案设计框图

3 系统功能概述

基于IOT和RFID收发分离技术的仓储管理系统采用分布式RFID网络实现区域的连续覆盖,自动、批量、精确扫描RFID标签,通过入库、出库通道分离的方式,实现入库、出库数据的自动采集,出入事件实时校验,业务异常实时感知;通过连续组网实现区域连续网络覆盖,实现物理资产(人、车、货物)米级精确定位,轨迹实时跟踪,流转信息可追溯;还可灵活制定盘点策略,实现自动盘点,自动完成区域标签

的批量识别等功能;同时WMS与ERP系统对接,同步货物信息,实现仓储的智能化化管理。

3.1 系统业务管理概述

仓储业务包括入库、出库、盘点、分拣、货位管理等。通过WMS结合第三方管理软件,实现仓储的智能化、精细化管理。

3.1.1 出入库管理

(1)入库、出库方向判定。由于无线射频呈发散状,可抽象为扇形,在激励信号覆盖范围内的RFID标签都会被激励

并与RFID接收器进行通信,标签被识别和定位。根据两点确定一条直线的原理,在入库通道上仓库门内外分别部署一个RFID激发器,当带有RFID标签的货物依次被门外及门内的RFID激发器激励并与接收器通信,即可判定货物入库;反之,可以判定货物出库。

(2) 入库、出库作业。入库作业:货物入库时,RFID标签被部署在仓库门外、门内的识别器自动扫描、识别并上传到IOT,部署在现场的业务看板上可实时显示货物的相关信息,通过管理软件自动核对,确认货物清单无误后,WMS系统自动为货物分配位置,充分利用仓库空间规范摆放,提高空间利用率。

出库作业:由于WMS和ERP系统无缝对接,实物流与信息流同步,货物出库时,RFID标签被部署在仓库门内外的RFID识别器自动扫描、识别并上传到IOT,WMS系统自动进行出库货物信息的审核判定,并同步显示在业务看板上,确保准确、高效地完成发货任务,如图3所示。

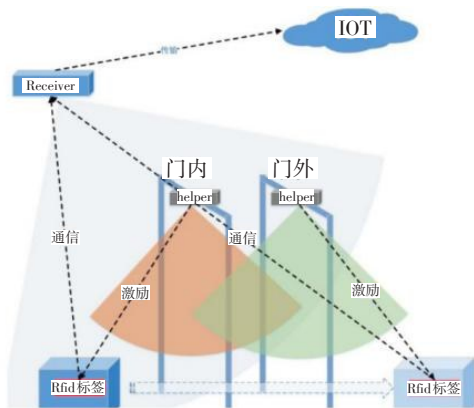


图3 出入库管理

(3) 入库、出库订单异常感知。在入库、出库的过程中,RFID设备自动扫描识别电子标签,并上传到RFID中间件与仓储管理系统进行对接,自动审核入库、出库的异常,替代了传统出入库过程中的人工扫描、审核等操作,出现业务异常时,业务看板实时显示出来以提示现场的工作人员,实现业务快速闭环,提升工作效率。

3.1.2 定位管理。基于仓库基础设施和RFID部署情况,完成仓储空间的数字化建模和RFID网络拓扑关系建模,定义物理资产(人、车、货),并将流转事件

关联到实际物理资产,达到仓储管理的智能化、可视化的目的。

分布式RFID网络实现区域的连续覆盖,提供实时定位、跟踪能力,满足精细化动态资产管理的诉求。例如:一车一码,对叉车实时定位、运动轨迹跟踪,叉车位置信息被实时采集,同时叉车运动轨迹可以实现路径优化,提升使用效率。一货一码,每个货物上的RFID电子标签,通过识别器可实现精准定位,货位显示在管理软件的货位表界面上,寻找货物位置时只需打开货位表,非常方便;同时货物在仓库中流动时,流转数据被自动采集,货物数据全流程可追溯。一人一码,刻画出人物行为轨迹,减少人员违规操作,提升工作效率。

通过“一物一码”实现每个步骤的作业流程都有码可循,出现问题既可以正向追溯至商品的最终到达地,也可以反向追溯至各业务环节,达到严格管控的目的。如图4所示

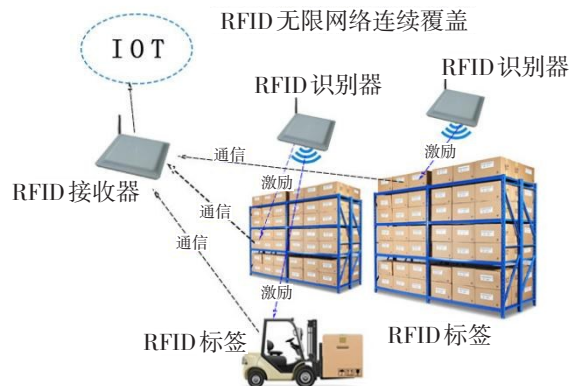


图4 定位管理

3.1.3 分拣管理。传统的分拣方式需要人工将货物标签对正扫描仪,当出现面单污浊或破损的情况,需要手工拆箱检视核对货物信息并录入货物信息,存在耗时长、人力投入大、效率低等问题。RFID标签具有抗污浊能力强、防水、防污染、穿透性强等优点,在分拣过程中,RFID标签可以被全方位精确识别,不受面单污染等影响,有效提升了分拣成功率,同时全方位立体扫描,无需手动调整面单朝向,大大提高了分拣效率。

3.1.4 盘点管理。IOT智能仓储服务构建了无人盘点模式,仓储管理人员根据盘点任务的要求,在仓储

管理系统上配置盘点策略,该盘点策略可以灵活配置,支持实时、定时盘点;支持全盘、分区盘点;支持明盘、盲盘。仓储管理系统自动识别定义的盘点策略,并拆分成对应的盘点命令,下发到现场部署的RFID设备,这些设备就会把对应区域的盘点数据自动采集上来,这种方式能快速准确地进行盘点,在出现盘点差异时,可以辅助差异快速闭环,如图5所示。

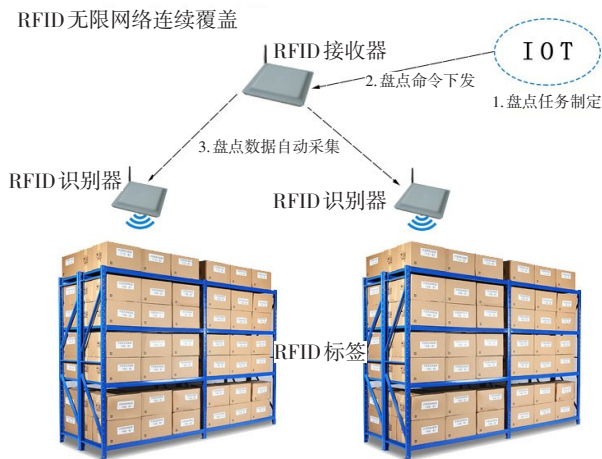


图5 盘点管理

4 数据处理

IOT数据具有价值密度小、数据体量大、数据真实且时效性高、数据质量低等特点,在任何情况下都会产生数据,其数据量远远大于传统业务的数据量。如果不进行数据处理,会面临数据存储成本高、数据质量低等问题,因此需要采取一些措施对物联网数据进行处理。

4.1 数据分析

IOT数据处理的关键是对时序数据进行分类处理,因其具备显著的时序特征,按照时间维度上报、存储、查询数据。因此在做物联网数据分析时,要对时序数据做充分的考虑,最大限度地压缩IOT设备产生巨量数据,满足海量设备高并发,实时写入的要求,同时还要满足对时序数据的查询。

如何判定数据的有效性是关键。首先从不同来源采集来的数据可利用多种数据库存储;其次进行数据预处理时,把采集来的数据导入到大型的分布式数据库中,进行归类统计;然后进行分析计算,挖

掘有用的数据,清除重复的数据形成报表。通过数据清洗,提高IOT数据实时性,数据分析简化后提高了数据的质量。IOT数据中,还可能出现一些典型的问题,比如缺值、异常跳变、重复、格式差异、噪音干扰等,通过检测消除异常数据和重复记录等,高效的数据清洗改善了数据的质量。

另外还可通过分层存储和资产模型,以分层的方式管理数据,将数据时效性分层处理,获得综合处理效率最大化;通过资产模型描述物理空间中的对象,打通物理时间与数字世界的关联,基于物联网资产模型,整合大数据分析领域的最佳实践,对物联网数据进行相应的数据分析,为智能仓储应用提供数据支撑。

4.2 RFID数据清洗

RFID收发分离技术应用在仓储管理中,能有效提高货物信息采集速度和仓储作业效率。与此同时,为了保证人、车、物在识别过程中不被遗漏,通过提高无线射频信号的覆盖范围和强度以达到提高标签识别准确率的目的,造成RFID标签在货物出入库、定位跟踪、分拣、盘点等作业过程中被重复激励,造成接收器接收到的数据出现大量冗余,占用了系统存储资源以及网络带宽资源,增大时延,导致RFID中间件系统的运行效率大大降低,对系统的数据处理能力带来了巨大压力。

通过分析RFID信号特性及数据结构,明确RFID信号的传播特性,建立RFID数据模型,采用统计方法检测数值型属性,通过数据挖掘和冗余过滤算法,对冗余数据进行清洗,消除重复记录,减轻了系统数据处理的压力。

5 结语

本文探讨的基于IOT和RFID收发分离技术的仓储管理系统,采用IOT技术架构,利用RFID收发分离技术、RFID网络连续覆盖、连续组网以及动态识别RFID标签等技术,实现货物入库出库及库存状态自动判定、出入库异常自动感知、自动分拣、在库自动盘点、货物信息实时更新、精确定位等功能,减少了人力投入,降低了仓储管理成本,大(下转第146页)