

基于无线传感器网络的仓储监控管理系统关键技术研究

刘 军

(北京物资学院信息学院, 北京市 101149)

摘 要: 仓储作业需要配备先进的仓储监控管理系统。在传统仓储作业管理信息系统中附加基于无线传感器网络的仓储环境监测和仓储作业设备运行状态监控功能, 可以构建基于无线传感器网络的仓储监控管理系统, 从而实现对仓储信息、仓储环境监测、仓储设备监控、仓储作业调度的统一计算机管理。由于无线传感器网络固有的技术特性, 将无线传感器网络应用于仓储监控管理, 需要针对仓储对象的特殊性, 解决三个方面的关键技术问题, 即研制开发具有单节点多参数检测与传送能力的无线传感器网络节点设备, 建立混合式无线传感器网络; 重点研究无线传感器网络节点的三维空间部署, 满足网络覆盖度和连通度的要求, 其中一种有效的节点部署方案, 就是将确定的仓储空间进行基于立方体或球体的有限元划分; 研究几类信息的综合处理与信息融合, 满足对仓储信息与仓储作业调度进行统一计算机管理的需要。

关键词: 无线传感器网络; 仓储; 监控; 节点部署

中图分类号: F253.4

文献标识码: A

文章编号: 1007-8266(2010)07-0017-03

一、引言

无线传感器网络(Wireless Sensor Network, 简称 WSN)由部署在监测区域内的大量廉价、能量和处理能力等有限的微型传感器节点组成, 以无线通信方式形成一个多跳的自组织网络系统, 从而能够相互协作地感知、采集、处理网络覆盖区域中监测对象的信息并报送给观察者。无线传感器网络具有低功耗、低成本、分布式监测、自组织以及不需要固定基础设施支持等优点, 可用于环境和设备状态监测、安全预警、抢险救灾等多个方面。^[1]

无线传感器网络在物流管理中的应用具有很大的发展潜力, 将无线传感器网络应用于现代物流管理能够有效弥补现有物流监控管理在系统实时性、可靠性、有效性等方面的不足。如何将无线传感器网络成功应用于物流生产和管理, 已经成为业内研究人员关注的热点问题。

二、仓储监控管理系统

仓储是物流过程中一个重要的作业环节, 随着社会经济的快速发展, 现代仓储系统不断向规模化、专业化、信息化方向发展。为实现货物储存、中转、配送以及信息传递等基本功能, 现代仓储系统不仅需要配备先进的搬运、传送、存放、标识、计量等自动化作业设备, 建立高效的作业流程, 还需要配备特定的仓储监控管理系统。

1. 仓储作业管理

仓储作业管理信息系统不仅能对仓储作业过程中发生的出入库货物的品种、数量、时间、频率以及库中结存等各种数据进行详细记录, 而且能够利用这些信息对各作业环节进行有效控制, 通过对这些信息进行分析处理, 制定合理的操作策略, 维持必要的库存水平, 保证仓库中货物的正常移动, 确保进货、订单拣选、发货等作业环节衔接通畅。^[2]

2. 仓储环境监测

为最大限度地降低环境变化对货物造成的不良影响, 需要对仓储作业环境变化进行实时监测, 并通过各种调节手段保证最佳的环境状况, 确保货物出入库及储存期间的安全。表征仓储环境状况的参数较多, 包括温度、湿度、光照度、空气含氧量、振动、库存货物的位置等。仓储环境监测就是要利用各种先进的检测手段对上述参数进行实时测量、记录、计算、报警等, 以达到监控仓储运行环境安全状况和为将来改善仓储作业环境提供历史分析数据的目的。

3. 仓储作业设备监控

仓储作业设备尤其是传送和拣选设备, 其工作状况的正常与否直接影响着整个仓储作业的安全性。因此, 仓储自动化程度越高, 就越需要对作业设备运行状态进行实时监测、记录、报警和处理。现代仓储系统一般都需要配备作业设备监控系统, 对关键作业设备进行实时监测和安全处理, 其目的在于确保仓储作业高度的可靠性、

高度的安全性和较高的效率。

4. 基于无线传感器网络的仓储监控管理系统

仓储生产包括货物入库、储存保管、拣选、出库等作业环节,仓储生产的组织必须坚持安全、高效、低耗的原则,应充分利用先进的作业流程、自动化机械设备以及管理信息系统,实现仓储的快进快出,提高仓储效率,降低生产成本。^[3]随着仓储规模的不断扩大以及自动化水平的不断提高,配备先进的仓储监控管理系统,成为现代仓储系统管理的必然选择。

把无线传感器网络应用于环境监测和设备状态监控,具有独特的技术优势,将无线传感器网络应用于仓储环境监测和仓储作业设备运行状态实时监控并不存在技术上的障碍。可以设想,在传统仓储作业管理信息系统中附加基于无线传感器网络的仓储环境监测和仓储作业设备运行状态监控功能,构建基于无线传感器网络的仓储监控管理系统,就可以实现对仓储信息、仓储环境监测、仓储设备监控和仓储作业调度的统一计算机管理。

三、应用中的几项关键技术

无线传感器网络具有电源能量有限、通信能力有限、节点计算能力有限、传感器节点数量多且分布范围广、网络动态性强、感知数据流大、以数据为中心等特点^[4]。将无线传感器网络应用于仓储监控管理,需要针对应用环境的特殊性,重点研究解决三个方面的技术难题。

1. 单节点多参数检测与传送

仓储系统存储的货物不同,需要监测的环境参数不同,设定参数的安全范围值也就不同。^[5]但有一点是共同的,那就是仓储系统同时需要监测的参数通常不止一个,一般是四五个,甚至有时多达十几个。例如,对于粮仓环境至少需要监测温度、湿度、光照度、空气含氧量四个参数。因此,在现有技术的支持下,充分考虑无线传感器网络的固有特性,以满足测量精度

的要求和节能为目标,^[6]研制开发具有感知和传送多参数能力的无线传感器网络节点设备,是实现基于无线传感器网络的仓储环境监测的第一步。

仓储作业设备运行状态监控功能的实现,需要从实际出发根据仓储系统配置设备的重要性、作业流程的安全性以及作业信息管理系统的需求来确定。通常,仓储作业设备需要监测的参数不止一个,如位置、位移、速度、加速度、转速等,因此用于作业设备运行状态监控的无线传感器网络节点设备也应该具备感知和传送多个参数的能力。

根据应用模式的不同,无线传感器网络可分为主动式和反应式两类。主动式无线传感器网络以恒定的速率周期性地发送所监测的对象数据,适用于对实时性要求不高的情况;反应式无线传感器网络只是在被观测变量发生突变时才传送数据,一般用于处理事件发生概率较低的情况。考虑到仓储环境参数测量与设备状态监测的实时性需求,应研制开发面向实时监测的混合式无线传感器网络,在兼顾数据采集、数据处理及数据无线传送功能的同时,重视对长生命周期和实时性的要求。

2. 节点的三维空间部署

网络节点部署是无线传感器网络在具体应用中需要首先解决的问题,它直接关系到网络监测信息的准确性、完整性和时效性。所谓节点部署,就是在一定的区域内,采取适当的策略布置传感器节点,以满足某种特定的需求。优化节点数目与节点分布形式,高效利用有限的传感器网络资源,最大程度地降低网络能耗,这些都是节点部署时需要注意的问题。^[7]

仓储系统是在三维空间内存储货物,仓储作业设备也是在三维空间内装配或移动,因此无线传感器网络在仓储系统中的节点部署自然也是在三维空间内的部署。目前,无线传感器网络节点部署方面比较有价值的研究成果主要集中于二维平面,无线传感器网络节点三维空间部署方面的研究较

少,而可以直接应用的研究成果更少。刘华峰、金士尧研究了基于体心立方格的三维传感器网络部署与组织,提出了具体的实施技术方案,尽管该成果距离实际应用仍然很远,却为我们研究仓储系统无线传感器网络节点三维空间部署提供了思路。^[8]

研究发现,一种有效的节点部署方案是将确定的仓储空间进行基于立方体或球体的有限元划分,并赋予每个有限元三维空间物理地址,采用某种优化算法^{[9][10][11]}确定最优节点数目和分布。考虑到仓储三维物理尺寸一般都在百米之内,无线传感器网络选用星型网络拓扑结构,这样节点数目和分布计算就会变得相对简单一些,节点定位与能源管理也会变得相对容易一些。

3. 信息处理与信息融合

在研制开发具有感知和传送多参数能力的无线传感器网络节点设备时,应综合考虑无线传感器网络节点与上位监测应用软件在信息处理分工和信息使用等方面的问题。无线传感器网络节点的计算能力、存储容量是有限的,可以考虑把物理定位、采集数据预处理、超限报警判断等初级信息处理工作交给无线传感器网络节点完成,而将与仓储作业相关的信息处理、信息融合及监控处理等安排在上位计算机监控和信息处理中心完成。

仓储监控管理系统的上位计算机是系统的大脑,是实现仓储管控一体化的核心,其中传统仓储作业管理系统的功能一项都不能少。无线传感器网络采集的信息可以作为仓储作业安排的参考,这种方案是较低层次的应用。而要真正提升仓储管理水平,必须满足运行环境对安全性的要求,并以对来自无线传感器网络信息的响应力度级别设置为依据,研究无线传感器网络采集的信息如何影响作业流程的动态调整。

四、总结

仓储作业需要配备先进的仓储监

控管理系统。开发基于无线传感器网络的仓储监控管理系统,需要研制开发具有感知和传送多参数能力的无线传感器网络节点设备,建立混合式无线传感器网络;为满足网络覆盖度与连通度的要求,需要重点研究无线传感器网络节点的三维空间部署,一种有效的节点部署方案是将确定的仓储空间进行基于立方体或球体的有限元划分;为满足对仓储信息与仓储作业调度的统一计算机管理,需要研究几类信息的综合处理与信息融合。

资助本文的研究项目已经完成了系统整体构成框架设计、仓储环境监测参数分析、无线传感器网络节点设备研制、上位监控界面开发等工作,并在实验室完成了联网测试。下一步工作是针对具体的示范工程,确定需要监测的环境信息和需要监控的作业设备,以无线传感器网络节点的三维空间部署与组织管理为切入点,研究基

于无线传感器网络信息动态调整仓储作业流程的技术方案,以管控一体化的思想为指导,集成工程应用系统。

* 本文系北京市教育委员会科技计划项目“仓储运行环境监测系统开发”(项目编号:KM200910037001)和北京市属高等学校人才强教计划项目“科研创新团队项目”(项目编号:PHR201007145)、“学术创新人才项目”(项目编号:PHR201006129)的阶段性研究成果。

参考文献:

[1]王璐超,刘军.无线传感器网络在物流中应用的关键技术与前景分析[J].物流技术,2010,29(5):141-143.

[2],[3]刘军,左生龙.基于构件开发仓储作业管理信息系统[J].中国流通经济,2004(10):37-39.

[4]李建中,高宏.无线传感器网络的研究进展[J].计算机研究与发展,2008,45(1):1-15.

[5]朱晓东,刘军.仓储环境监测参数分

析[J].物流技术,2009,28(10):25-27.

[6]袁朝辉,王高峰.基于数据融合确保目标检测精度的传感器节点布置[J].计算机科学,2009,20(22):51-54.

[7],[9]傅质馨,徐志良,黄成,吴晓蓓.无线传感器网络节点部署问题研究[J].传感器世界,2009,36(9):2737-2741.

[8],[10]刘华峰,金士尧.基于体心立方格的三维传感器网络部署与组织[J].计算机工程与科学,2008,38(4):109-112.

[11]姚焯善,王雷,汤念,张大方.基于立方体剖分的传感器网络快速三维k-覆盖判定算法[J].计算机应用,2007,27(2):507-509.

[作者简介]刘军(1963-),男,山西省大同市人,北京物资学院信息学院教授、硕士生导师、科研处处长,主要研究方向为计算机控制系统理论与应用、信息处理技术等。

责任编辑 陈静

Research on the Key Technology of Warehouse Monitoring and Management System Based on WSN

LIU Jun

(Beijing Wuzi University, Beijing101149, China)

Abstract: It is viewed in this paper that warehouse storage production needs to be armed with advanced warehouse monitoring and management system. If the monitoring function of warehouse environment and equipment operating situation based on WSN is added into traditional warehouse operation management system, forming warehouse monitoring and management system based on WSN, it will achieve the unified computer management of warehouse information, environmental and equipment monitoring and warehouse operation. Considered the inherent qualities of WSN, when WSN is applied in warehouse monitoring and management of different storage subject, it is necessary to focus on three key technology problems of single node and multi-parameters monitoring and delivering problem, 3-d space node deployment, information processing and information fusion. In this paper, how to study and solve these key technology problems is discussed, current research situation of the project is summed up and further research contents are given.

Key words: wireless sensor networks (WSN); warehouse storage; monitoring; node deployment