

The Research of Intelligent Medical Waste Management Based on Internet of Things

Chenguang Zheng, Xingzhang Wen, Lidong Wang*

Qianjiang College, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang
Email: violet_wld@163.com

Received: Jun. 27th, 2019; accepted: Jul. 8th, 2019; published: Jul. 15th, 2019

Abstract

The existing methods for medical waste are relatively backward, and most of them use manual operation. This paper studies the intelligent management of medical waste and provides the detailed scheme, including closed-loop medical waste management model, RFID-based real-time positioning and monitoring on Medical dustbin, and cloud-based intelligent analysis. Our research contributes to the all-round intelligent safety management of medical waste.

Keywords

Medical Waste, Internet of Things, RFID

基于物联网的医疗废弃物智能管理技术研究

郑晨光, 温兴漳, 王李冬*

杭州师范大学钱江学院, 浙江 杭州
Email: violet_wld@163.com

收稿日期: 2019年6月27日; 录用日期: 2019年7月8日; 发布日期: 2019年7月15日

摘要

现有的医疗废弃物管理手段相对落后, 大多采用人工操作的方法。本文通过针对医疗废弃物的智能管理进行了详细的研究和方案设计, 包括医疗废弃物闭环管理模型, 基于RFID标签的医疗垃圾箱的实时定位和监控, 以及基于信息云平台框架的智能分析技术, 力求实现医疗废弃物的全方位智能化安全管理。

*通讯作者。

关键词

医疗废弃物, 物联网, RFID

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

医疗废弃物, 是指医疗卫生机构在医疗、预防、保健以及其他相关活动中产生的具有直接或者间接感染性、毒性以及其他危害性的废物。这些物质中往往带有传染性病菌、病毒以及化学和放射性污染, 具有较大的危险性。如果处置不当, 不仅会对环境产生污染, 还会造成疾病的传播, 进而对广大人民群众的身心健康和生命安全构成巨大威胁。

国家环保局颁布的《医疗废物管理条例》中明确规定, 医疗废弃物必须委托具有医疗废弃物处理资格的单位(医疗废弃物处理厂)集中处理, 医疗废弃物处理厂应完成医疗废弃物处理的记录、传输、打印与数据处理任务; 应建立《医疗废物运送登记卡》和《危险废物转移联单》; 对医疗废弃物进场运输车车牌号、来源、质量、进场日期和时间、离场时间等进行登记等。因此医疗机构必须要构建积极有效的医疗废物管理制度和管理方式, 确保这些制度的执行能够有效约束医院处理医疗垃圾的过程, 同时对医疗废弃物的分类、管理、运送、销毁等全过程进行有效管理, 避免由此而产生的医疗事故和交叉感染。

目前中国医疗废物的管理体系很不完善, 我国每年医疗废弃物产生量达到上百万吨, 但集中处置率仅为 10%。当前的医疗废弃物收集、运输和处理过程中普遍存在以下问题[1] [2] [3]:

1) 管理手段相对落后, 大多采用人工操作的方法。如发生人为疏漏或责任心不强的现象, 易导致重大医疗安全事故的发生。

2) 信息采集、反馈相对滞后, 医疗废弃物难以实现全过程追溯, 调度流程不合理, 废物交接环节难以控制, 处理环节中各个对象难以实时监控。而当前信息技术的发展已经使得医疗废弃物处理过程的实时监控管理成为可能, 尤其是射频识别 RFID 技术的发展, 为医疗废弃物处理各个环节中的对象状态和信息的实时采集、控管提供了可实现的技术基础和保障。

本文针对医疗废弃物智能管理进行研究, 并设计相应的技术方案。具体的技术方案设计如下: 利用射频识别技术跟踪医疗废物的全生命周期的整个过程, 通过 RFID 标签实现对医疗垃圾箱的实时定位和监控, 同时借助条码和 RFID 标签的绑定实现对每个医疗垃圾包进行实时的监控和定位, 并在统一的监控调度中心实现对医疗垃圾的全过程管理, 从而使医疗安全生产管理水平大幅提升。同时借助信息云平台框架和智能分析技术, 以及 RFID 定位技术, 实现医疗废弃物的全方位智能化安全管理。

2. 国内外研究现状

医疗废物传染性控制, 更需要有一整套完整、科学且行之有效的方法和专业技术队伍作保障, 以确保在医疗废物分类收集、运输、贮存和处理处置过程中不发生医疗废物传染事件[4] [5] [6]。为此, 各国在其行业规范中, 对医院以及运输、贮存、处理处置企业的相关责任进行了明确, 避免责任混淆, 利于主管部门监管; 对运输、贮存和处理处置企业施行了许可证制度, 禁止不具备从业经验和基础设施的企业从事医疗废物处理; 对手机、运输、贮存、处理处置等活动执行了联单管理制度, 防止医疗废物遗失,

杜绝不法交易；对医疗废物的分类、收集容器、运输车辆和贮存场所明确了标准，促使医院和运输、贮存单位的工作严格、规范；对运输和处理处置规定了突发事件应急措施，防止医疗废物的污染环境；对医疗废物的无害化处理效果制定了标准，彻底消除医疗废物的感染性；对企业回收利用资源及其技术应用给予了鼓励和倡导，这是发展循环经济的重要方面。总之，国际上，对医疗废物实行的是全过程管理，确保人类的身体健康及其所依存的生活环境不受损害和污染。从技术实现上，国外已经有部分医院开始结合物联网技术和人工手段进行医疗废弃物的整个生命周期的监督[7][8]。

国内医疗废物处理通常采用以下流程：

科室产生医疗废物→分类放入垃圾箱黄袋内(利器放入利器盒)→垃圾箱满时由各科保洁员打包、封存，按分类登记数量，护士与保洁员交接并签名，粘贴标签(标明产生科室、废物名称)→送暂存处，按分类入收集箱内→保洁员与暂存工作人员交接，登记数量并签名→暂存处加锁→医疗垃圾集中处理中心。上述模式存在以下漏洞：工人是否在规定时间内去收集、交接废物情况无法跟踪管理；医疗废物运送是否走污染专运路线无从知晓；回收废物数量是否正确无法核实；如果采用基于物联网的医疗废弃物管理技术可实现对工人收集时间、科室交接情况、废物分类收集、废物收集数量、废物运送路线、暂存处汇总、暂存处交接等所有过程全程自动追溯的闭环管理。虽然目前已有公司采用 RFID 技术实现医疗废弃物的管理，但缺乏系统化的全方位管理技术，比如缺乏医院内的闭环管理、多标签的防冲突机制、以及废物垃圾箱的精确实时定位等技术，同时无法满足医疗废弃物的大数据管理化的需求。

3. 关键技术与系统设计

3.1. 关键技术

为了开展医疗废弃物闭环管理模型研究，确定在物联网环境下的医疗废弃物标准化模型；开展医疗物联网实时定位技术(RTLS)的设计，形成高效安全的医疗废弃物追随管理解决方案；开展基于物联网技术的医疗废弃物云信息平台构建，结合大数据分析平台实现医疗废弃物的追溯、监控、查询、分析等全程管理。

1) 医疗废弃物闭环管理模型

传统医疗废物管理流程是指工人每天从医院各科室把医疗废物回收至暂存处，并定期转运给专业废物处理公司的过程。传统流程中所有交接记录由人工登记，以纸质登记本的方式进行处理，管理部门无法控制，存在着工人是否在规定时间内去收集、交接废物情况、是否走污染专运路线、回收废物的数量是否正确等诸多弊端。医疗废物闭环管理模式可实现对工人收集时间、科室交接情况、废物分类收集、废物收集数量、废物运送路线、暂存处汇总、暂存处交接等所有过程都有计算机系统采集和记录，实现可追溯的闭环管理。

依据国务院 2003 年颁布的《医疗废物管理条例》、浙江省卫生厅 2013 年颁布的《关于切实加强和规范医疗废物管理的通知》等管理条例，需要开展在物联网环境下的医疗废弃物闭环管理模型研究，设计以感知技术为特点的管理流程，重点针对闭环管理模式中的 5 个活动关键点(收集时间点、科室交接人员、交接废物及种类、运送路径、转交暂存点时间及数量)开展研究，实现物联网与医疗废弃物闭环管理的紧密结合。

2) 实时定位技术(RTLS)

首先，利用 3G/4G 无线网络架构，将平面空间画分成许多子空间。然后，在系统架设阶段，量测在不同位置、不同方向所接收到不同 RFID 读取器的讯号，并根据各个讯号的强度建立无线电索引地图(RadioIndexMap)。之后，系统定位使用者便可从 RFID 读取器所接收到的使用者信号强度与无线电索引地图比对运算。最后，融合距离无关定位算法 LANDMARC，通过比较参考点的信号强度值与待定位标

签的信号强度值，求出离待定位标签距离最近的几个参考标签，并根据这几个最邻近参考标签的坐标加权求出待定位标签的坐标。

3) 医疗废弃物云信息平台及应用系统

首先搭建基于 Hadoop 集群的分布式存储平台，通过 Apriori 并行算法对信息检索的用户查询日志中的医院-点击频度关系、查询词相关性进行统计计算，得到科室、部门甚至医院为分析粒度的废物处理情况。其中，Apriori 并行算法需要利用并行框架实现 Apriori 算法，同时将医疗废物生成图表与医疗物资消耗情况进行对比分析，通过 MapReduce 框架实现快速高效的分布式计算。

3.2. 系统架构设计

如图 1 所示，医疗废弃物由医院的工人通过移动终端 PDA 进行扫描回收，每个废弃物都打印条形码，并和垃圾箱上的 RFID 标签进行绑定，标签具备唯一的 ID 号，可重复数据写入，也可以同步获得重量信息。在回收的时候，同样需要收集重量、时间、医院信息等，这些信息也会通过物联网同步发送到医疗废弃物云信息平台。医疗废弃物回收之后，可以通过专用的医疗垃圾收集运送车，送往垃圾处理厂。每辆医疗垃圾车具备 RFID 标签，系统通过 RFID 实时定位技术监控垃圾的运行路径和位置。医疗废弃物处置中心可以对接收的废弃物与云信息平台里储存的数据进行对比，如果具体的类型数据、重量数据相同则允许接收，否则作报警处理。

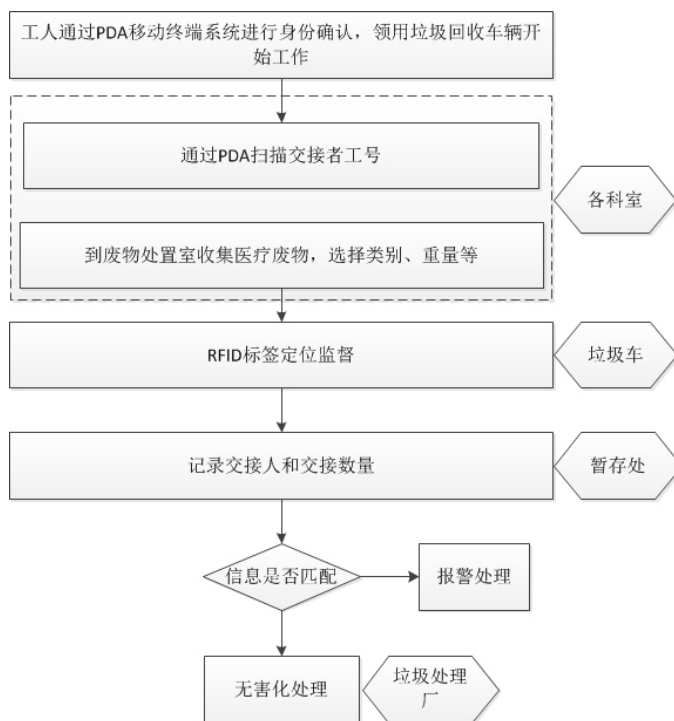


Figure 1. The workflow of medical waste management system

图 1. 医疗废物管理系统工作流程图

2) 运行环境设计

PC 服务器四台：满足当前主流配置即可；

EDA 设备：Motorola MC55；

无线网络：建议 802.11n 规格；

物联网：满足 ISO/IES18000；

其他：员工编码条码、回收垃圾车、条码打印设备、条码打印纸。

3) 系统技术框架与详细功能设计

本文设计的医疗废弃物智能管理系统采用分层设计思想(见图 2)，包括信息采集层、数据服务层、应用层。其中，信息采集层包括 FRID 标签设备、视频监控设备、报警设备及移动车载设备，能够对医疗废弃物产生、中传、运输整个过程记录，有效防范管理盲区。数据服务层包括 WIFI/3G/4G 无线网络架构，分布式 Hadoop 集群搭建，以及物联网中间件系统和实时定位技术，有效实现信息获取、信息过滤和分布式存储与计算。应用层具体功能模块如表 1 所示。

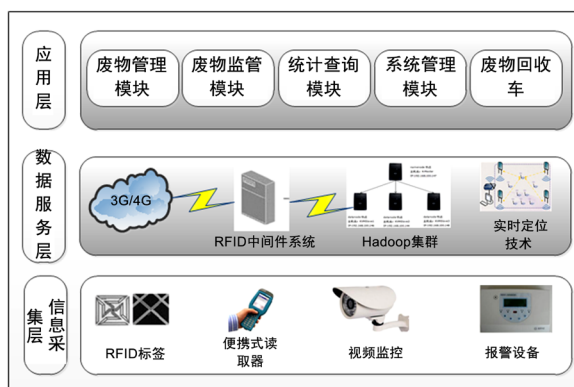


Figure 2. Technical framework

图 2. 系统技术框架图

Table 1. Function model on application layer

表 1. 应用层功能模块

序号	功能模块	功能描述
1	废物管理模块	回收管理
2		暂存站入库管理
3		出库管理
4		运送管理
5		销毁管理
6	废物监管模块	监管处理功能
7		监管整改跟踪功能
8		类型查询
9	统计查询模块	时间查询
10		科室查询
11		废物处理报表
12		实施效果评估
13	系统管理模块	用户管理
14		权限管理
15		日志管理
16		数据接口管理
17		数据备份管理
18		联机手册
19		废物回收车

4. 总结

本文针对医疗废弃物的智能管理进行了详细的研究和方案设计,通过 RFID 标签实现对医疗垃圾箱的实时定位和监控,同时借助信息云平台框架和智能分析技术,实现医疗废弃物的全方位智能化安全管理。

基金项目

本文系浙江省自然科学基金(LY19F020022),2017年杭州市社会发展科研自主申报项目(20170533B05)研究成果之一。

参考文献

- [1] 王德玉,王金彦,董春辉. 医疗废弃物处理现状及对策[J]. 山东医药, 2006, 46(33): 79.
- [2] 来文平. 基层医院医务人员处理医疗废弃物的现状与问题[J]. 全科医学临床与教育, 2010, 87(6): 696-697.
- [3] 牟宏霖,李仕雄. 某省医疗废弃物处理现状调查研究及管理措施建议[J]. 环境与职业医学, 2008, 25(2): 217-219.
- [4] 范厚明,李阳,齐桐萱,褚文强. 辽宁医疗废弃物回收管理现状与对策[J]. 大连海事大学学报: 社会科学版, 2013, 12(1): 33-35.
- [5] 张浩军,张映华,周垚,王燕,杨亚红,张俭,苏莉,王俊玲. 医疗机构医疗废弃物管理现状[J]. 中国消毒学杂志, 2012(7): 593-594.
- [6] 丁芸,王彩霞. 社区卫生服务中心医疗废弃物管理中存在的问题与管理对策[J]. 互利管理杂志, 2011, 11(12): 866-868.
- [7] 燕燕,贾越博,王甜宇. 基于物联网技术的医疗废弃物管理系统设计构想[J]. 科技视界, 2015(29): 161-161.
- [8] 杜鹏,梁恒,沈晓芳. 医疗废弃物的危害及管控现状与处理技术[J]. 科技创新导报, 2017, 14(5): 149-151.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8801, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/> 顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: csa@hanspub.org