

基于物联网的智慧城市固体废物垃圾卡车调度及路径规划方案研究

蒋伟宏

(湖南省通信产业服务有限公司金迅网络分公司,湖南长沙 410000)

【摘要】智慧城市的提出用以改善现代城市教育文化、医疗卫生、公共服务和交通等关键问题。文章提出了一种固体废物垃圾车调度及路径规划方案,利用城市物联网的基础设施,通过垃圾桶中的传感器来实时监测垃圾剩余容量,以系统总成本最小为目标,计算出垃圾卡车的出车时间和路径。仿真结果表明:此方案优于传统的固体废物垃圾车调度及路径规划方案。

【关键词】物联网;固体废物;垃圾车调度;路径规划

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2019.01.002】

【中图分类号】TN929.5; TP391

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2019)01-0005-03

Research on scheduling and path planning for solid waste truck in smart cities of IoT network

JIANG Wei-hong

(Hunan Communication Industry Services Co., Ltd. Jinxun Network Branch, Changsha, Hunan, China 410000)

Abstract:The smart city is proposed to improve the key issues of education culture, health care, public services and transportation in modern cities. This paper proposes a solid waste garbage truck scheduling and path planning plan. Using the infrastructure of IoT network in city, the residual capacity of the garbage can be monitored in real time through the sensors in the trash can, and the time and path of the truck's departure is calculated with the objective of the minimum total cost of the system. The simulation results show that the scheme is much better than the traditional solid waste garbage truck scheduling and path planning.

Keywords: Internet of things; solid waste; garbage truck scheduling; path planning

物联网概念的提出以使人们的生活更智能、方便。智慧城市的发展已成为改善城市环境质量的推动力^[1-2]。当前城市生活垃圾及时收集及运走以保持其干净整洁已成为当前需重点解决的问题。传统的基于物联网的固体废物垃圾车调度及规划路线解决方案通常先根据每个区域的固体废物量,确定每个区域中垃圾桶的数量和每个路线的垃圾车数量,未考虑每个垃圾桶垃圾的进入率,并以固定时间进行垃圾收集,只考虑静态路线,因而在最小化成本和环境卫生方面存在效率较低等问题^[3-4]。

本文设计了基于智慧城市中物联网的自动垃圾车调度和路径规划方案^[5]。其方案思路为:固体废物都

存放于装有物联网设施的垃圾桶中,系统通过垃圾桶中传感器采集的实时信息,考虑垃圾桶中固体废物进入率的不同,计算出垃圾卡车上车时间及卡车动态路线,同时为降低管理成本,尽量减少所有垃圾卡车路线的总长度,即考虑动态路径规划,对垃圾卡车进行动态调度,为每辆卡车生成一条路线,因而系统运行成本较低,更具优势^[6]。

1 系统结构设计

本研究针对智慧城市的固体废物收集问题,并提出了一套方案,以降低系统运行总成本,其系统结构设计如图 1 所示。在该系统结构中,垃圾被扔进垃圾桶,每个垃圾桶都装有一个传感器来测量垃圾桶的剩

【收稿日期】 2018-06-12

【作者简介】 蒋伟宏(1969-),男,湖南邵阳人,湖南通服金迅网络分公司工程师,研究方向:仪器仪表、电子技术及信息科学。

余容量,其传感器通过 3G/4G 或有线网络连接到了互联网,系统后端服务器收集垃圾的传入率和垃圾桶的剩余容量实时数据,将卡车调度和路线规划的计算结果转发给垃圾卡车。最后,垃圾卡车按照后端服务器的指令通过指定的路线访问指定的垃圾桶。

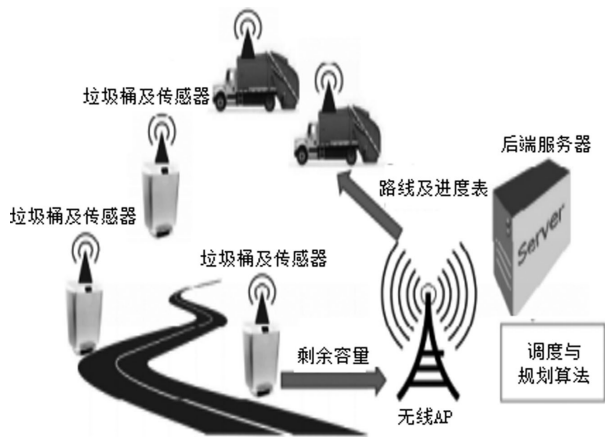


图 1 系统结构设计图

本设计目标是在智慧城市环境必须清洁的条件下,当垃圾桶满后立即派出垃圾车,并以最短路径收集垃圾桶中的固体废物,且考虑附近垃圾桶可能很快就会满需再叫一辆垃圾卡车的情况,并使固体废弃物的处理总成本降至最低。

2 系统调度及路径规划流程

图 2 流程图概括了本文的系统设计方案。该系统解决方案含多个阶段,以减少路线的总长度。地图中的垃圾桶和道路被视为图中的节点和边,并被分析以生成每对节点的最短路径。节点的实时状态和垃圾进入速率被作为输入数据。装满节点及其他即将被填满节点都作为所考虑的节点,垃圾卡车应该经过考虑的节点,利用深度优先遍历和捷径算法返回填埋场。

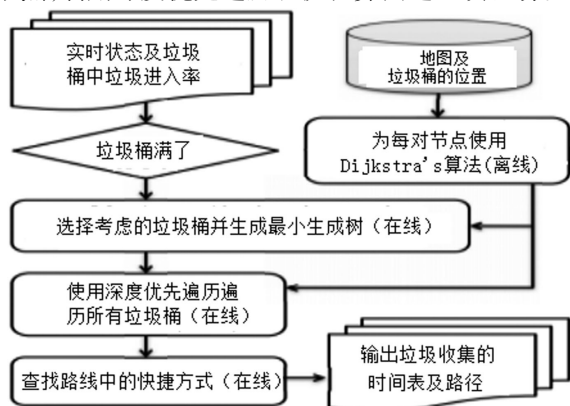


图 2 系统流程图

2.1 输入分析与节点选择

系统通过分析输入图中的垃圾桶和道路的数据,得到图的节点和边。然后用 Dijkstra 算法做离线预处理,以导出图中每对节点的的最短路径。当固体废物管理系统处于联机状态时,如果节点已满,垃圾车应

该马上送出,在发送一辆垃圾卡车前,其所经过的路径规划必须包含有所考虑节点的位置,且考虑节点是由垃圾收集阈值选择的。如果节点的剩余容量值低于垃圾收集阈值,则该节点被选择为需考虑的节点。如果节点的剩余容量值不低于垃圾收集阈值,则该节点不被选择为需考虑的节点。

2.2 路径规划算法

在考虑了垃圾车所需经过节点位置后,方案必须推导出一条路径来遍历被考虑的节点并使路由的长度尽可能短。为此,构造一个最小生成树来连接所有被考虑的节点和源节点(填埋场)。使用最小生成树,从源节点开始执行一个深度优先遍历,遍历所有被考虑的节点,并返回到源节点。图 3 中为最小生成树图,其中 S 是源节点,A、B、C 和 D 是所需考虑的节点。深度优先遍历的结果是 S→A→B→A→C→A→S→D→S,但是可以建立一些捷径来减少该路由长度。如果从 C 到 D 的最短路径比路径 C→A→S→D 更短,方案将构建捷径 C→D, 如果从 B 到 C 的最短路径比 B→A→C 路径更短,方案将构建捷径 B→C。因有两条捷径,所以最后的路线是 S→A→B→C→D→S。

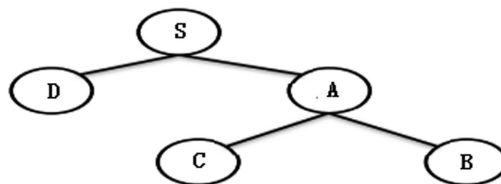


图 3 最小生成树图

3 系统仿真

3.1 仿真设置

本仿真实假设某智慧城市有 30 个大型公共垃圾桶,每周都有固定的垃圾车收集固体废物。填埋场被认为是图中的源节点。因此,方案含源节点共有 31 个节点,每一对节点的距离由谷歌 MAP API 生成,并用作边的长度。当使用 MAP API 时,选择最小距离(单位为 km)。仿真实验采用以下 6 种设置方式。

其中静态设置方式中城市垃圾桶被分成 7 组,当组中的一个节点满时,发送垃圾车,以静态路径方式收集垃圾桶中的固体废物。EM-1.0 方式表示垃圾收集阈值为 0%;EM-0.9 方式表示垃圾收集阈值为 10%;EM-0.8 方式表示垃圾收集阈值为 20%;EM-0.7 方式表示垃圾收集阈值为 30%;EM-0.6 方式表示垃圾收集阈值为 40%。

静态方式代表传统的固体废物收集方法,当垃圾桶满时必须立即派发垃圾卡车。每个垃圾桶固体废物的进入率由每小时 1%到每小时 10%均匀分布产生。x%/h 表示在 1 小时内输入的固体废物消耗了垃圾桶容量的 X%。当垃圾桶的剩余容量为 0%,说明垃圾桶

被认为是满的,垃圾卡车将被派去收集固体废物。

3.2 仿真比较

仿真实验中假设每个垃圾桶的固体废物的进入速率均匀从每小时 1%到每小时 10%,并且总成本为不同设置方式在 1000 小时的卡车运行路线总长度。所有垃圾桶被初始化为空,设置方式在 1000 小时内的卡车路线总长度对比情况如图 4 所示。不同设置方式下平均路径数量、平均每路径总距离、平均每路径节点数的仿真数据对比如表 1 所示。

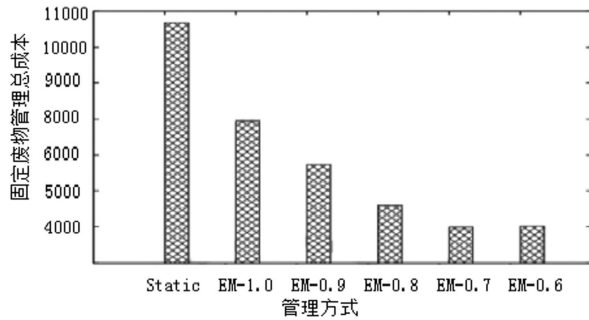


图 4 不同调度与路径规划设置方式比较图

表 1 方案中不同方式仿真数据表

方式	平均路径数量	平均每路径总距离	平均每路径节点数
Static	281.73	40.39	8.55
EM-1.0	451.73	17.58	3.42
EM-0.9	296.72	22.72	5.49
EM-0.8	195.26	28.66	8.82
EM-0.7	152.43	32.75	11.96
EM-0.6	135.96	36.93	14.67

不同设置方式下不同固体废物到达率情况的路线总长度仿真对比情况如图 5 所示。

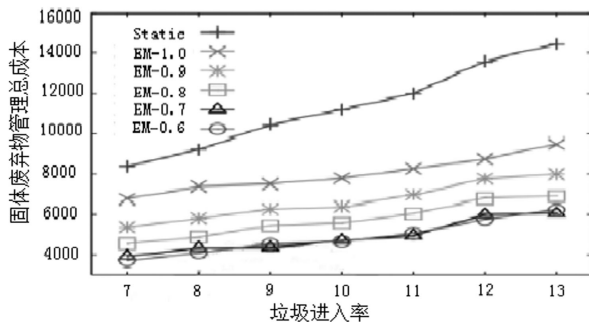


图 5 不同固体废物到达率对比图

根据图 5 的仿真结果可看出:在相同条件下所有方法(EM-1.0,EM-0.9,EM-0.8,EM-0.7,EM-0.6)的总成本比静态方法的总成本低。在这种情况下,垃圾收集阈值的最佳设置是 30%,即 EM-0.7。当垃圾收集阈值高于 30%时,例如 EM-0.6,总成本将大于 EM-0.7。

另外从图 5 的仿真结果可看出:不同设置方式在不同垃圾进入速率的情况下,当垃圾桶的固体废物进入速率由每小时 1%至每小时 K%均匀分布产生(K 为 7 至 13),当固体废物进入速率增加时,静态方法与本文方案之间的差距更显著,本文方案与静态方法相比,可保证降低成本大于 15%。

4 总结

本文研究方案通过垃圾桶中的传感器报告剩余容量和垃圾进入率,通过服务器收集数据并生成时间表和垃圾卡车路线,垃圾卡车通过给定的路线收集节点中的固体废物,以最小系统总成本解决了固体废物收集的问题,相比静态方法有较大性能提高。

【参考文献】

[1]欧培宇.基于物联网垃圾处理智能调度系统的应用[J].企业科技与发展,2016(13):5-9.
 [2]新汉电脑股份有限公司.城市垃圾处理物联网系统云终端设备[J].世界电子元器件,2015(1):24-26.
 [3]尚利堃,杜明义,靖常峰,刘扬,张建廷.基于 GIS 和物联网的多部门协同餐厨垃圾管理[J].物联网技术,2018(5):33-36.
 [4]姜璐.DEX 医院基于“互联网+”的管理信息系统建设研究[D].西安:西北大学,2016.
 [5]冯杰,郝家贞.对物联网组网架构的探究[J].信息与电脑(理论版),2017(8):20-22.
 [6]郭秀红.物联网技术在现代物流管理中的应用研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2017(4):27-29.