

# 中国大学生计算机设计大赛



## 物联网应用类作品文档简要要求

作品编号： 2022019463

作品名称： IoT 智能城市垃圾监管系统（Garbage Manager）

作 者： 蔡汉霖 胡家齐 李政

版本编号： IoT 2.0

填写日期： 2022.04.25

### 填写说明：

- 1、本文档适用于**所有**涉及软件开发的作品，包括：软件应用与开发、大数据应用、人工智能应用、物联网应用；
- 2、正文一律用五号宋体，一级标题为二号黑体，其他级别标题如有需要，可根据需要设置；
- 3、本文档为简要文档，不宜长篇大论，简明扼要为上；
- 4、提交文档时，以 PDF 格式提交本文档；
- 5、本文档内容是正式参赛内容组成部分，务必真实填写。如不属实，将导致奖项等级降低甚至终止本作品参加比赛。

## 目 录

第一章 需求分析 .....	3
第二章 概要设计 .....	4
第三章 详细设计 .....	5
第四章 测试报告 .....	6
第五章 安装及使用 .....	7
第六章 项目总结 .....	8
参考文献 .....	9

# 第一章 需求分析

## 1. 需求分析

现当下,在城市的生态文明建设中,市政垃圾管理是一个不容忽视的重点。如图 1 所示,长期以来我国城市垃圾回收任务重、需求大,垃圾处理回收产业市场广阔。但传统的垃圾回收企业往往依靠大量人工,以及大范围的垃圾桶布设来提高垃圾处理率,这些传统方法效率低,市民垃圾投放体验差,垃圾回收公司成本高、业务重。

图表 1: 2013-2019 年中国大、中城市生活垃圾产及处置量(单位:亿吨)

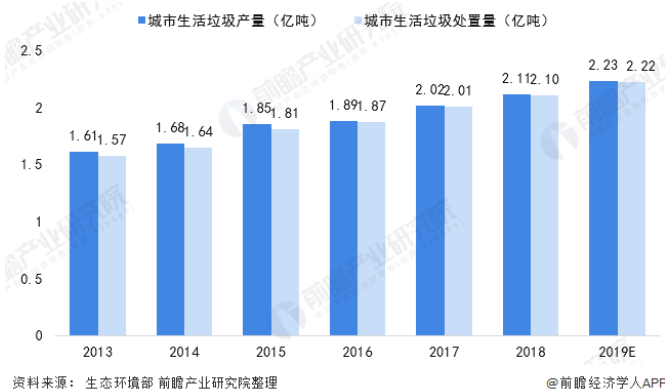


图 1 城市垃圾产量现状 (2013-2019)

## 2. 项目目标

本项目致力于建立一个能与经济社会的可持续发展需求、智能城市垃圾管理需求有机结合的新型智能 IoT 垃圾管理系统。我们首先在福州大学旗山校区投入了 7 套设备进行第一轮布局测试,并将在未来进一步探索更广泛的项目布局。在本项目中,我们将物联网系统运用到智能城市建设上,助力解决当下市政垃圾回收中存在的一系列困难。

## 3. 设计思路

该系统基于 NODEMCU<sup>[1]</sup>、GSM 芯片<sup>[2]</sup>,主要通过超声波、温度传感技术作为监测手段,对垃圾桶进行状态分析,然后采用现有机器学习模型对垃圾信息进行分类预处理,从而更高效地获取所需讯息,然后通过 NODEMCU 模块将有效数据上传到阿里云 IoT 开发平台将数据进行可视化处理,最后转存到 Web 平台<sup>[3-5]</sup>,从而市民用户、政府企业工作人员可以轻松有效的获取所需信息。于此同时,我们使用模拟退火算法进行垃圾回收路线规划,路线信息将通过 GSM 模块,向工作人员发送提醒短信,从而到达高效便捷、用户友好的“采样-计算-互联-处理”机制<sup>[6]</sup>(如图 2),助力解决当下市政垃圾回收中存在的重点、痛点、难点问题。

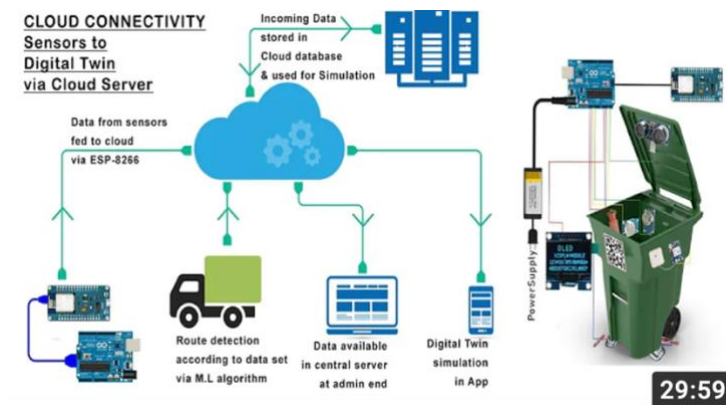


图 2 本项目“采样-计算-互联-处理”机制图

#### 4. 竞品分析、创新描述

如表 1 所示，本项目比起其他同类型竞品，主要有以下两点优势：一是考虑实际，项目成本相对较低，容易部署；二是用户友好，展现人文关怀，便于实际操作。我们充分考虑实际工作中环卫工人等基础员工存在不会使用智能设备等情况，提供多种简单的指引途径（IoT 电话提示、短信模块提示），充分考虑到实际场景，展现人文关怀。

竞品分析	项目名	优点	缺点	部署价格/每套
本项目	IoT Garbage Manager	成本低、易部署、用户友好	数据容量一般	70元左右
竞品1	2021年4C大赛银奖（同类型系统）	部署较容易，接口比较丰富	成本偏高，性价比低	150元左右
竞品2	某大厂IoT智能市政处理系统	处理速度快，数据集丰富	价格高昂，需要批量采购	1200以上

表 1 竞品分析图

## 第二章 概要设计

如图 3 所示，本系统基于通过超声波、温度传感模块，对垃圾桶状态进行数据采集，然后通过 NODEMCU 芯片 Wi-Fi 模块将数据上传到 Alibaba 云端进行数据分析（预处理），将分析后的数据量化传送到 ThingsBoard IoT 平台，再由后台进行计算处理与可视化处理。

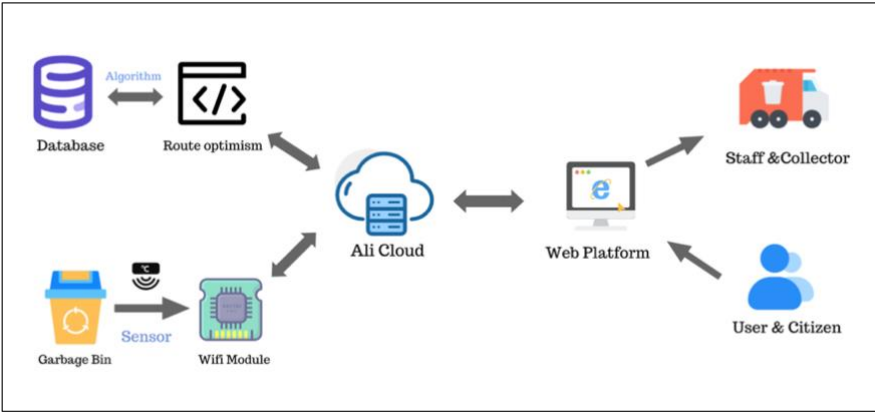


图 3 项目设计概要图

其次，IoT 后台监控中心得到该社区内各个垃圾投放点的状态数据、可视化图形等信息，然后将信息将反映在 Web 端，并分为 3 部分提供给多方用户（如图 4）：

- 1、基于普通用户：为市民等系统用户提供关于垃圾分类回收，垃圾投放处位置等信息<sup>[7-9]</sup>，方便市民轻松进行垃圾分类。
- 2、基于相关部门：为政府等垃圾处理系统服务方提供全方位，多维度的垃圾信息。按照一定的算法对垃圾水平进行预警提示。为服务方提供诸如垃圾桶安置效率评价与安置策略，垃圾车最佳排班路线等重要方案。

3、基于工作人员：通过 GSM 模块向环卫工人等垃圾处理系统基层员工提供**准确，易读**的处理指令（诸如 BOT 电话、手机短信等途径）<sup>[10]</sup>。充分考虑实际工作中环卫工人可能存在不会使用智能设备等情况，提供多种简单的指引途径，**充分考虑到实际场景与人文关怀**。



图 4 项目使用场景图

再次，Web 端的不同用户接收到讯息，并进行交互。普通用户能够通过系统平台查看附近智能垃圾桶位置，同时可以通过平台提醒工作人员进行处理；政府相关部门收到分析数据后，能够对垃圾桶安置效率评价与安置策略、垃圾车最佳排班路线进行规划，从而提高工作效率，助力市政良好管理；工作人员接收短信、电话提醒后，能够按照系统提供的最优路径<sup>[11]</sup>，及时、高效地进行垃圾处理。

最后，如图 5 所示，通过软硬件的结合，本项目达到了成本低、部署易、用户友好的“**采样-计算-互联-处理**”机制，助力解决当下市政垃圾回收中存在的重点、痛点、难点问题。

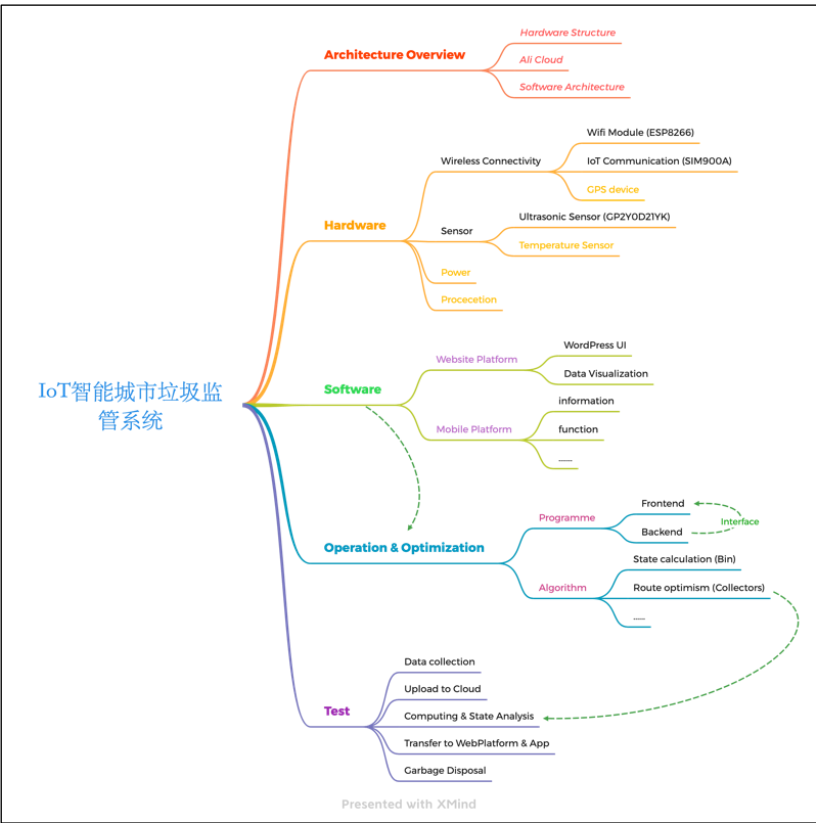


图 5 项目设计脑图

# 第三章 详细设计

重难点主要有以下三个部分：

- 1、UI 设计需要侧重于人性化，有序性，交互性。将用户重视的，大量使用的垃圾桶信息，以及工人指令信息置于明显处进行提示（如图 6-7 所示）；
- 2、数据库设计使用 MySQL 数据库，按布设区域分表存储垃圾桶信息，保证查询有效性；
- 3、关键算法的实现，采用 BFS (广度优先算法)或模拟退火算法解决最优垃圾回收路径。创建整数规划模型以及多目标规划模型解决应用中存在的集覆盖问题，提供选址的策略（如图 8 所示）。



图 6 UI 设计界面展示



图 7 数据可视化部分展示



图 8 项目 IoT 交互部分展示

## 第四章 主要测试

### 1、测试部分

- 1) 物联网数据上传测试：测试成功。垃圾桶信息可以每三秒上传一次。在物联网平台读取相应的数据信息。
- 2) 后端数据获取与处理：测试成功。后端可以顺利获取到 json 数据，并对其进行解析。成功使用模拟退火等算法对数据进行处理，并且求得最短路径。
- 3) 前端数据展示测试：测试成功。前端可以接受后端发送的数据，并且美观的展示出来。



图 9 项目测试布局地图

### 2、测试总结

目前来看，我们项目还存在诸多不足之处，例如目前仅有 Web 端（如图 9 所示），且计算速度、数据处理容量一般，同时处理多项数据、接受多个用户的访问需求，可能会出现卡顿的情况。

因此，如果有幸入选下一阶段的比赛，我们将致力于完善安卓 App 平台，使得在移动端可以更便捷的查看数据，进行交互。另外，我们将进行更大范围、更多数据、更多用户的测试，从而进一步优化、改善我们的系统——为建设智慧、绿色城市贡献青春力量！

## 第五章 安装及使用

1. 本系统硬件部分使用 Arduino IDE 作为软件环境，修改连接的物联网账户信息，烧录入 NODEMCU；
2. 使用 USB 线为 Arduino UNO、NODEMCU 供电；
3. 连接超声波&温度传感模块的 Vcc、Gnd 分别连接到 UNO 的 5V 和 GND；
4. 连接超声波&温度传感模块的 Trig、Echo 分别连接到 NODEMCU 的 D1 和 D2；
5. 串联 UNO 以及 GSM 模块，确认模块正常运作，能够与软件端口互联；
6. 将全部设备安装好后通电，安置于设备即可开始工作。



## 第六章 项目总结

**项目协调：** 三名队员实时交流进度，每周都会进行组会商讨产品的功能与实现。我组及时与指导老师沟通，听取老师的指导意见，并做出修改。针对目前的政策和实际情况，我们对产品的功能做出了适应性的调整。

**任务分解：** 我们将产品构想的功能进行模块化分解为：数据收集与上传、数据获取和后端处理、信息展示三个部分。这三个部分具有相同的重要性，每个人根据自己的优势和兴趣选择对应的部分。

**克服的困难：** 虽然队员拥有一定的基础，但是在真正着手实现一些功能的时候还是会遇到问题。例如向物联网平台传输数据，需要不断地调整两端的设置以达到数据传输的目的。后端从物联网平台获取数据也花费了较大的经历，需要同学修改请求命令，处理获取数据等等。负责前端的同学为了美观的展示信息，尝试不同的布局方式，经过层层筛选，最终选择了产品中的方案。

**水平提升：** 通过参加这次比赛，我们的动手能力得到了很大的提升。对于突如其来的问题，一开始我们不知道从何下手。但是经过不断的尝试，我们逐渐拥有了自己的解决方法，提高了工作效率。

**升级演进：** 为了进一步提高产品的工作效果和使用年限，我们希望将产品进行集成化处理。将相对松散的各个部件和接线集成在一起，装在专门设计的外壳上，增加测量精度，延长使用年限。为了使垃圾桶更加智能，我们希望增加更加精确的传感设备。为了使成本可控，我们选择了精度较低的传感设备，这限制了我们的产品，选择更加精确的传感器可以提高产品的竞争力。

**商业推广：** 目前智能垃圾桶在实际生活中的应用较少，推广难度大。但是国家提出创建绿色健康城市的口号，智能垃圾桶又迎来的希望。我们可以与政府合作，创建城市垃圾管理网路，实时监控城市的垃圾情况，提高垃圾处理效率。我们提供相应的技术支持，保证产品稳定工作。

**写在最后：** 感谢项目过程中所有队员的辛勤工作、相互配合与理解支持，一个项目的完成是需要付出许多心血的，IoT 智能城市垃圾监管系统可以说是我们本科生涯以来第一个独立完成，从 0 到 1 实现的项目，感谢在项目过程中所有给予我们帮助的老师、同学、朋友们！尤其感谢陈志聪老师对我们的指导，感谢福州大学物信学院、梅努斯国际工程学院对本项目的支持！谢谢！



## 参考文献

- [1] E. Likotiko, S. Misaki, Y. Matsuda, and K. Yasumoto, "Sgbs: A novel smart garbage bin system for understanding household garbage disposal behaviour," in 2021 Thirteenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network (ICMU), 2021, pp. 1–8.
- [2] M. A. Hoque, M. Azad, and M. Ashik-Uz-Zaman, "Iot and machine learning based smart garbage management and segregation approach for bangladesh," in 2019 2nd International Conference on Innovation in Engineering and Technology (ICIET), 2019, pp. 1–5.
- [3] T. M. N. Vamsi, G. Kalyan Chakravarthi, P. Lanka, and B. Divakar, "An iot based smart garbage monitoring and disposal support system," in 2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC), 2021, pp. 438–442.
- [4] S. K. Memon, F. Karim Shaikh, N. A. Mahoto, and A. Aziz Memon, "Iot based smart garbage monitoring amp; collection system using wemos amp; ultrasonic sensors," in 2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET), 2019, pp. 1–6.
- [5] M. Badve, A. Chaudhari, P. Davda, V. Bagaria, and D. Kalbande, "Garbage collection system using iot for smart city," in 2020 Fourth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), 2020, pp. 138–143.
- [6] D. Zhaojie, Z. Chenjie, W. Jiajie, Q. Yifan and C. Gang, "Garbage Classification System Based on AI and IoT," 2020 15th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), 2020, pp. 349-352, doi: 10.1109/ICCSE49874.2020.9201690.
- [7] S. Lokuliyana, A. Jayakody, G. S. B. Dabarera, R. K. R. Ranaweera, P. G. D. M. Perera and P. A. D. V. R. Panangala, "Location Based Garbage Management System with IoT for Smart City," 2018 13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICCSE.2018.8468682.
- [8] M. R. M. Rilfi and J. D. Kanchana, "IoT and Machine Learning Based Efficient Garbage Management System for Apartment Complex and Shopping Malls," 2021 6th International Conference on Information Technology Research (ICITR), 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICITR54349.2021.9657432.
- [9] 聂壮壮, 李伟恒, 冯海杰, 杨书豪, 刘忠途. 基于物联网的智能垃圾桶[J]. 物联网技术, 2021, 11(03): 62-63+67. DOI: 10.16667/j.issn.2095-1302.2021.03.017.
- [10] 刘梦, 程艺明, 王焯熙, 杨东伟, 孟令月, 冯国红. 基于物联网的高校智能垃圾桶设计[J]. 科技创新与生产力, 2021(07): 96-98.
- [11] 胡文帅, 徐子晴, 李秋燃, 王嫒. 基于物联网的智能垃圾桶的设计与实现[J]. 现代工业经济和信息化, 2020, 10(10): 35-37+55. DOI: 10.16525/j.cnki.14-1362/n.2020.10.15.