**第一章 项目概况**

**1.1 概述**

近年来，随着城市化的发展，我国的城市范围越来越大，人们的物质消费水平不断提升，相对应的垃圾产生量也在迅速增长，目前，城市里每天会产生2.55万t左右的生活垃圾，人均每天产生1.1kg，而且数量还在上涨。如此多的垃圾，如果不对其进行快速识别与智能清扫，将会造成资源的大量浪费以及对环境的巨大破坏。维护城市整洁，打造宜居的城市生态环境，保持优美的市容市貌就显得尤为重要。

城市路面的垃圾检测与清扫已经成为城市相关管理部门日常工作的重要内容。然而，现有的城市路面的垃圾检测与清扫主要依靠环卫工人巡查并及时处理，并且在清扫过程中需要承担一定的交通风险。另一方面，纯人工的检测处理方式很难对区域垃圾数量进行分析，无法对不同的区域进行分析，以至于无法合理的安排人力与物力。由于需要耗费大量的人力物力，并且受天气、交通、节假日、人员休假与工作时间等各种外界因素的影响，人工检测的方法在一定程度上存在不足。

随着国内外各大城市“智慧城市”，尤其是“智慧城管”工作的开展，如何提高城市市容市貌环境检测评估的信息化、智能化水平成为一个重要的研究课题。对此我们展开了初步的研究，发现城市路口的摄像头和沿街拍摄的360°街景图像可以充分利用起来，通过搭建云服务器，设计并不断优化卷积神经网络、对生活垃圾中的垃圾进行了高效智能识别,并及时提醒环卫工人或智能环卫机器人前往清理，为构建生态文明城市提供一种智能化解决方案。

**1.2 产品与服务**

**1.2.1 产品名称**

城市垃圾自动检测及清理系统

**1.2.2 产品功能**

（一）已实现功能

1．自动图像采集系统

利用城市的摄像头和沿街拍摄的360°街景图像，定时拍摄图像并上传至系统数据库。并通过对图像的归一化处理，使其按等比例缩放。

2．可配置系统

①拍照频率设置

可以对不同环境、不同位置的摄像头设定不同拍照频率和垃圾预警阈值。

②自动保护系统设置

搭载水位传感器与空气质量传感器，当雨水或浓雾影响检测结果超出一定阈值时，系统自动关闭耗能设备，节约能源。

3.自动图像识别标识系统

通过计算机视觉识别所得图片，人工智能自动识别垃圾的位置，把垃圾的数量情况上传至数据库。当垃圾数量超过预警阈值时系统将会自动通知人工前来打扫。

4.供电系统

摄像头采用太阳能与蓄电池混合供电

（二）可以扩展定制功能

1.配置回归分析系统

该系统可以不同位置所检测的垃圾多少来对拍照频率和垃圾预警阈值进行微调，以取得最高的效率。

2.与第三方对接

该系统可以尝试与环卫督查等部门对接，更方便地评估城市卫生情况。

3.机器人清扫系统

该系统可以与自动清扫机器人进行连接，当垃圾数量超过预警阈值时系统将会自动通知机器人，进一步节省人力。

**1.2.3 技术创新**

技术创新在于突破性地把城市摄像头与人工智能联系在一起：利用深度学习实现了垃圾的自动识别，把垃圾检测运用在街道等场景。

**1.2.4 核心优势**

（一）本系统解决了传统的人工识别垃圾的效率低的问题：用全自动的计算机视觉代替费时费力的人工，减少了人力成本的投入。

（二）由于使用计算机视觉的识别方法，理论上在图像生成后可以立即判断出垃圾的位置并进行标注，效率大大提高。同时由于该系统基于深度学习，故理论上只要存在足够的数据集，加以训练迭代，可以切换不同的检测场景，应用面较广。

（三）本系统摄像头可以直接使用交管部门的摄像头，大大降低了安装成本。

（四）本系统使用太阳能并搭载自动保护系统设置，极大地降低了能源的消耗。

**1.2.5 核心壁垒**

（一）图像预处理技术

针对垃圾的形状、颜色、纹理等特点，通过实验验证，开发出一系列适合机器学习算法的图像预处理算法。

（二）数据集的建立

由于是检测神经网络，相符的带标记的数据集很难找到。通过人工标记加半监督的方式把数据集进行扩充，并转化为我们需要的数据。

（三）基于模型的建立与改进

比较研究多个深度神经网络模型与相关算法，研究适用于城市垃圾检测的深度神经网络模型：最终确立运用Faster R-CNN作为模型，ReNext101作为主干特征提取网络；基于垃圾数据集进行数据增强，改善训练方法，加快模型的训练速度与准确性。

**1.2.5应用范围**

该系统可以应用在街道、公园、河流、森林等需要快速自动地识别并定位垃圾的场景。通过搭载基于人工智能的深度学习算法可以实现场景垃圾的自动识别与标定。借助各个区域的图像标注，可以为城市管理部门提供垃圾分布。

**1.2.6 项目收益**

主要经济指标：技术成果转化收入累计\*\*\*万元以上

应用和产业化前景：将本项目应用到城市环卫行业的监督和检测中，相关的技术可以延展到人脸识别、车辆识别等检测，同时也可以迁移到其他环境，市场前景广阔。

**1.3 市场概述**

**1.3.1 行业现状**

由于人民生活水平的不断提高,城镇化的高速推进,我国生活垃圾产生量逐年增加，垃圾问题日益突出。随着城镇化进程的加快及垃圾处理产业链的完善，带动了我国环卫行业迈入发展快车道。与此同时，随着环卫市场化规模加大以及垃圾分类业务的拓展，环卫装备行业作为与环境民生工程密切相关的成长性产业，也进入了加速放量阶段。

但从现在的垃圾识别行业来看，大多是利用人工实地检测，其信息化能力较低，人工智能能力尤其欠缺。因此，对环卫行业的成品检测智能设备与智慧分析服务，需要借助产学研合作途径。

对于我国环卫工人工作重、工资低、老龄化严重的现状，近年来机械化的发展虽然减轻了一定的劳动强度，但环卫工人的压力依旧很大，因此本产品适用于智能化、自动化水平较低以及劳动密集、人力成本较高的行业中，作为物品的自动化检测，降低人力成本。

**1.3.2 市场痛点**

当前市场的环卫服务公司可以通过融资租赁的形式获得环卫设备的使用权，以保证“轻资产”的运营模式，但是“重人力”这一特性毫无疑问给环卫服务企业带来了诸多弊端。

首先，传统环卫作业依靠人力，导致人力成本巨高不下。目前，环卫企业的平均净利润低于10％，这其中人力成本在企业总运营成本中占比达到60％至70％。其次，环卫工人招聘困难，老龄化严重。目前，中国约有180万环卫工人，但平均收入仅为2086元／月，比全国平均最低工资高12％左右。而现在，就业选择多元化，外卖员、网约车司机等相对门槛较低的职业待遇普遍高于环卫工人，因此越来越多的工人选择其他行业，环卫行业劳动力短缺问题日渐严峻。另一方面，在社会老龄化加剧的背景下，环卫人员老龄化更加严重，50岁以上的工人占比超过70％。这意外着未来15年，将有大批环卫工人退休，却没有足够的劳动力替补。此外，环卫作业危险系数较高。因为环卫作业大多在公路等开放道路，易发生交通事故，并且冬寒夏暑和恶劣天气，环卫工人仍必须在户外进行作业，长期以往对身体和心理损伤极大。环卫工人工作时间长，在凌晨和深夜仍需轮班。而凌晨和深夜行驶的车辆更有可能因疲劳驾驶而发生交通事故，这进一步增加了环卫作业的风险性。

现有的垃圾识别系统在成熟的管理监督模式方面有所欠缺，举报的大多是当垃圾已经到了妨碍生活和出行的情况，缺乏时效性，不能对城市存在的所有垃圾进行检测，使环卫工人不能及时到位进行清理，会严重影响市容市貌。

就我国发展情况而言利用神经卷积网络进行垃圾识别还处于初期阶段，目前使用的图像分类算法还没有很好的应用于垃圾处理相关领域，一些应用的算法还存在很多问题，如识别精度不高、泛化性能较差、处理速率低下等。面对以上问题，应该在网络结构中融合注意力机制模块和特征融合模块用于提高垃圾图像分类的精准性与鲁棒性。

城市垃圾自动检测及清理系统能够有效节省人力成本，可为环卫服务节约60％以上的人力，缩减40％以上的成本。不同于人工作业，城市垃圾自动检测及清理系统可以在深夜、清晨及其他任何时段工作。一辆小型自动驾驶扫路车的作业效率约相当于6－10名环卫工人人工作业的效率。城市垃圾自动检测及清理系统代替人力，环卫工只需监督环卫车作业或者做补扫工作，有效降低环卫工人作业危险性。

1.4 战略规划

1.4.1 研发战略

创新(没写完)

1.4.2运营战略

（一）产品战略：

本产品采用技术入股的方式，以研发人员的知识或知识产权、技术诀窍等作为资本股份，投入合资经营或联营企业，从而取得该企业的股份权。享有和资本入股一样按股份比例对企业所有权和按股分红的权利，对企业的经营管理权由各方协商确定。

（二）市场战略：

本产品坚持创新、差异化策略，以智能化的产品为主要发展方向。加大产品的研发、生产、市场投入以及在全国范围内城市的应用和普及。充分发挥我们产品的价格和成本优势，保证销售额在稳定的基础上上升。加大投入、大力发展新兴的第三市场，优先发展产品在第三市场的拓展、销售额，迅速增加产品在第三市场的销售额。

（三）生产战略：

采用生产经营一体化战略，通过组织机构的改造和借助现代信息技术的支撑把产品设计开发、采购供应、销售服务、资金策划、成本核算等原来相对独立的管理职能，集成为相互渗透、紧密联系，彼此协调一致的应用经营统一体。招揽技术员工，并做好人员培训服务。

做好设备维修管理以及培训设备的正确使用。精心维护保养和预防维修及改善维修工作，管理思想从以修为主改为以防为主，尽量减少影响系统正常进行的突发性技术故障。提高设备维护技术，学习和推广应用设备维修的新技术，并且做好备品备件的供应以及隐私安全工作。做好技术业务培训，采取各种方法培训设备管理与维修人员，提高各级设备管理人员的技术素质和业务水平以适应设备管理的新要求。

**第二章 技术与产品**

**2.1硬件基础**

在硬件方面，通过对垃圾识别系统的改进，本系统依托摄像头装置为主体，并根据城市垃圾检测的特点对装置进行创新性扩展，包括：用于远程连接的物联网设备；用于对数据集进行预处理的图像处理设备；用于自动保护系统的水位、空气质量等传感器；用于提供优良光照条件的照明设备以及对采集结果进行储存、以便后续回溯的存储设备等。

在实际产品制作过程中，本团队进行了大量的技术可行性研究和预实验来确保产品的可行性和优越性，为产品的硬件积累了大量参数，为硬件的改进和优化提供了较大空间。

在应用上，摄像头应用广泛且可以直接与交管部门对接，目前市场上可供选择的国内外传感器非常丰富，且准确率较高，硬件实现较为容易。

**2.2算法基础**

基于计算机视觉的垃圾图像识别算法可以完成对于街道垃圾的实时监控，通过采集大量的街道垃圾数据集训练良好参数的识别模型，可以将其应用在街道的摄像头实时识别垃圾。

**2.2.1垃圾图像识别技术**

目标检测是计算机视觉领域中的一个重要研究方向，也是其他复杂视觉任务的基础。作为图像理解和计算机视觉的基石，目标检测是解决分割、场景理解、目标跟踪、图像描述和事件检测等更高层次视觉任务的基础。

基于计算机视觉的垃圾识别主要是利用图像分析技术对目标进行检测识别，识别过程主要包括图像预处理，特征提取和分类三个步骤。其中依据特征提取方式可以划分为传统机器学习方法和深度学习方法。特征提取旨在从底层数据抽取部分具有代表性的特征信息对垃圾图像进行表征。特征提取和降维有关，特征提取的好坏直接影响识别方法的精确度和鲁棒性，也对泛化能力有至关重要的影响。

传统方法利用特征工程提取目标数据的特征信息，寻找数据之间的关系和内部存在的规律。对于大规模的数据集，直接将数据作为模型输入，训练的到的模型并不一定学习到正确的规律，且时间成本和人工成本较高。而深度学习技术，只需将大量的数据集输入复杂的网络模型，就能代替人工特征工程。

**2.2.2基于传统机器学习方法的垃圾图像识别**

传统的目标检测一般使用滑动窗口的框架，主要包括三个步骤：利用不同尺寸的滑动窗口框住图中的某一部分作为候选区域；提取候选区域相关的视觉特征。比如人脸检测常用的Harr特征；行人检测和普通目标检测常用的HOG特征等；利用分类器进行识别，比如常用的SVM模型。

传统的目标检测中，多尺度形变部件模型DPM（Deformable Part Model）[是出类拔萃的，连续获得VOC（Visual Object Class）2007到2009的检测冠军， DPM把物体看成了多个组成的部件（比如人脸的鼻子、嘴巴等），用部件间的关系来描述物体，这个特性非常符合自然界很多物体的非刚体特征。DPM可以看做是HOG+SVM的扩展，很好的继承了两者的优点，在人脸检测、行人检测等任务上取得了不错的效果，但是DPM相对复杂，检测速度也较慢，从而也出现了很多改进的方法。

**2.2.3基于深度学习的垃圾图像识别**

深度学习的基础是卷积神经网络。卷积神经网络是多层神经网络的一种特殊状态，在传统的多层神经网络中，层与层之间采用完全连接，而卷积层则是采用局部连接的方式。CNN的基本结构为输入层、卷积层、池化层、全连接层和输出层。通常卷积层和池化层交替设置。卷积层由多个特征面组成，CNN 的卷积增加层通过卷积操作提取输入的不同特征。池化层旨在通过降低特征面的分辨率来获 得具有空间不变性的特征，池化层起到二次提取特征的作用。相对于传统方法，深度学习方法不需要手动提取特征，且能够提取更为高级的特征。

基于深度学习方法的垃圾识别可分为垃圾图像识别和垃圾目标检测，前者重要是识别图像中废弃物，后者则是确定废弃物在图像中的位置后，对候选框中的物品种类进行识别，包含定位和识别两个任务。

基于深度学习的目标检测发展起来后，很多之前研究传统目标检测算法的研究者也开始转向深度学习。其实效果也一直难以突破。比如文献中的算法在VOC 2007测试集合上的mAP只能30%多一点，文献中的OverFeat在ILSVRC 2013测试集上的mAP只能达到24.3%。2013年R-CNN诞生了，VOC 2007测试集的mAP被提升至48%，2014年时通过修改网络结构又提升到了66%，同时ILSVRC 2013测试集的mAP也被提升至31.4%。

深度学习相关的目标检测方法也可以大致分为两派：基于区域提名的，如R-CNN、SPP-net、Fast R-CNN、Faster R-CNN、R-FCN；端到端（End-to-End），无需区域提名的，如YOLO、SSD。

R-CNN是Region-based Convolutional Neural Networks的缩写，中文翻译是基于区域的卷积神经网络，是一种结合区域提名（Region Proposal）和卷积神经网络（CNN）的目标检测方法。Ross Girshick在2013年的开山之作《Rich Feature Hierarchies for Accurate Object Detection and Semantic Segmentation》奠定了这个子领域的基础，这篇论文后续版本发表在CVPR 2014，期刊版本发表在PAMI 2015。

R-CNN是第一个真正可以工业级应用的解决方案， 在此之后又先后出现了SPP-net、Fast R-CNN、Faster R-CNN、R-FCN、YOLO、SSD等研究。这些创新的工作其实很多时候是把一些传统视觉领域的方法和深度学习结合起来了，比如选择性搜索（Selective Search)和图像金字塔（Pyramid）等。

Faster R-CNN首先利用卷积结构提取图像特征图，提取到的特征图用于后续的区域候选网络（RPN）层和全连接层。然后目标区域池化将特征提取得到的特征图与RPN得到的区域候选图像块相结合，提取目标区域的特征图，最后完成识别。

Oluwasanya Awe等对TrashNet数据集进行了简单改动，利用软件手动合成实验所需的混合垃圾图像。通过微调预训练Faster R-CNN模型的两个完全连接层claacore和bboxpred，将混合垃圾图像分为填埋、回收和纸张，且最终识别精度分别为69.9％、74.4％和60.7％。其中模型对纸张的识别能力较低，导致该结果的原因主要是纸张颜色与图片背景过于接近。此外，即使是精度最高的回收类别也74.4％，三者的平均精度68.3％，远低于垃圾图像识别。马雯等利用ResNet50代替Faster R-CNN中原始的VGG16基础网络，精度提高的同时时间消耗有所减少，同时采用Soft-NMS代替原来的NMS，最终达到了81.77%的平均精度。

本解决方案选择Faster R-CNN作为Basline，在此基础上进行修改，形成最终的解决方案。

**2.2.2算法可行性分析**

在目标检测任务的分支中，行人识别任务是从大量的摄像头角度的复杂街道背景下将其中的行人识别并标注，具有极其广泛的应用：智能辅助驾驶，智能监控，行人分析以及智能机器人等领域，这个领域目前的研究非常活跃。

在现实应用中，可以认为街道场景下的垃圾识别任务其背景、检测方式、任务复杂度与行人识别任务有较高的相似度，与此同时，由于街道场景相关的目标检测任务是大量存在的，在数据集方面可以通过爬虫大量获取与街道场景相关的目标检测任务数据集，如PASCAL VOC、MSCOCO、ILSVRC等，而街道背景相关的目标检测算法也有较高的识别准确率，因此针对摄像头下的街道垃圾目标检测任务具有可行性。

**2.3算法设计**

**2.3.1数据集准备**

本项目的数据集主要来源为自采集的街道垃圾数据集以及搜索引擎关键字爬虫获得，人工标注垃圾坐标位置，建立初代的街道垃圾图像数据库，有利于今后的数据集扩充。在后续扩充工作中，将基于弱监督学习筛选出符合标准的数据集，加入到接到垃圾图像数据库中，从而最终创建大规模数据集用于训练，增强模型的泛化能力。

**2.3.2数据集预处理**

首先通过探索性数据分析(Exploratory Data Analysis)将数据大致归类并对异常或难样本采取数据清洗，去除缺失值和噪声数据，将数据集按照 PASCAL VOC格式进行4:1的比例划分为训练集和测试集。对图像统一进行数据预处理：统一等比缩放成符合骨干网络

**2.3.3模型设计**

本项目使用Faster R-CNN模型，以ResNext101作为模型的骨干神经网络，与普通的Faster R-CNN模型相比，针对算法与应用场景，主要对以下图像的特性以及应用需求进行改进：

（一）针对街道垃圾的多样性，运用了准确度更高的ResNext101。相比于ResNet，ResNext在结构的参数复杂度不变的优势下，以增加Cardinality来提升检测的准确率。

（二）针对街道背景的复杂性，使用数据融合将VOC2007数据集与含有垃圾的城市场景数据进行融合后作为训练数据，在不增加数据标注量的同时，可以降低背景类的差异，从而增强算法的鲁棒性。

（三）针对数据集缺少的问题，采用半监督的方法并在训练中运用了实时数据增强的随机预处理，引入一个随机数对数据图片进行随机裁剪、增加随机扰动、HSV色彩增强来实现数据增强。

（四）\*\*对模型的损失函数进行修改（如图2-1），尝试利用

Focal loss作为损失函数，从而在迭代时获得更准确的检测框。

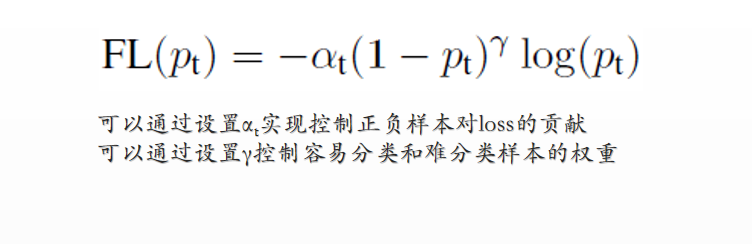


图2-1 损失函数

（五）\*\*由于数据集为人工标注，难免会出现错误，可以运用了标签平滑，对分类问题中错误标注进行解决，从而更好地去泛化网络。

（六）待补充······

**2.3.3设备介绍**

产品名称：智能街道垃圾识别系统

产品介绍: 智能街道垃圾识别系统基于人工智能深度学习技术，针对街道上存在的垃圾进行智能化、自动化的检测，可以精准识别出街道垃圾，通知负责人员回收。

产品特点：无人值守、全智能、全自动操作、无需配备专业人员

智能检测街道垃圾，解决垃圾识别痛点问题

**2.4创新技术**

本项目提出了一套一体化的智能城市垃圾识别方案。通过自动化采集图片、智能化识别算法，解决清洁工人人数少、压力大、老龄化严重的痛点；提高作业效率，优化人力成本；同时为行业提供易于推广且足够精细的卫生评定参考标准；进行缺陷大数据的统计与分析，工程师可依据大数据分析进行工艺提升，提升识别准确率的同时也提高了城市的整体形象。

**2.4.1 智能化解决方案**

本项目的技术核心为基于深度神经网络的图像自动处理与垃圾的自动识别（模型与算法）。深度学习是目前人工智能领域，尤其是机器视觉领域的热门研究课题，并在理论与应用研究获得了不少成果与应用案例。从深度学习的应用落地项目，尤其是“智能+”行业应用来看，绝大部分的产品方案基于开源的深度神经网络模型和框架，结合实际应用场景来做模型优化与参数调整，从而实现自身产品与功效的智能化。

**2.4.2 人工智能算法**

首先对采取的部分数据集进行人工标注，其标注信息包括垃圾标注框及其四维向量(x, y, w, h)和其garbage标签，剩下的数据集标注由半监督来完成。之后对缺失值和噪声数据进行人工数据清洗，对图像统一进行数据增强，来扩增数据集，从而提高检测的准确率，防止过拟合，最后将数据集按照4：1划分训练集和测试集。将图像输入至Faster R-CNN网络中，进行正向传播：图片先通过ResNext101获得特征层，在FPN网络中生成先验框并进行调整获得建议框。之后利用排序、非极大值抑制等方法筛选建议框与特征层一起输入至RoiPooling层中。RoiPooling层对输入进行分区域池化，获得同等尺寸的局部特征层。最后对局部特征层进行检测预测与回归预测，对建议框再次筛选与微调。之后对回归参数进行反向传播，在反向传播时使用梯度下降进行收敛。

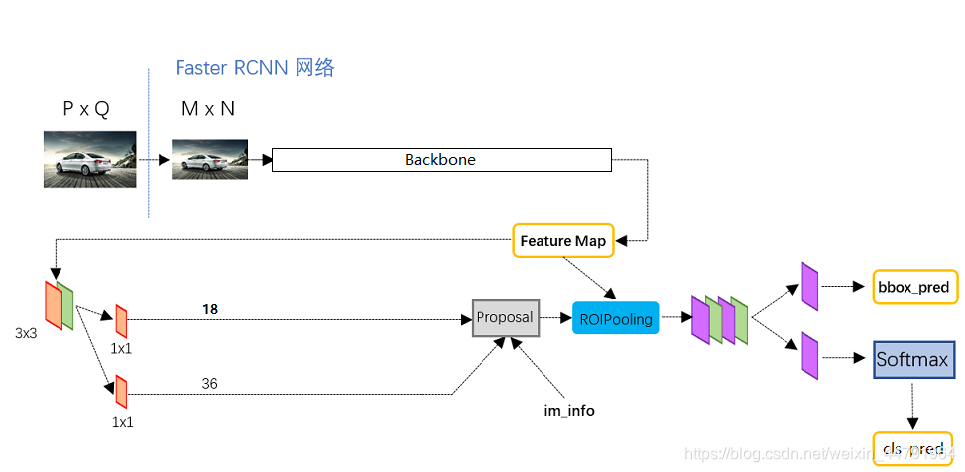


图2-2 Faster R-CNN网络模型图

**2.5 核心竞争力**

**2.5.1 技术对比**

如表所示，同人工传统搜寻垃圾相比，本系统准确率高、速度快、效益好，具体对比如下表：

表 2-1 技术对比

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 比较类别  比较指标 | 人工智能城市垃圾识别 | 传统人工识别 |
| 检测速度 | 单次检测和识别在0.8秒以内 | 不同环境，不同环卫工人，寻找垃圾地速度不同 |
| 自动化程度 | 实现检测的自动化 | 无 |
| 检测可靠性 | ···（待补充） | 人工识别 |
| 数据库回归分析技术 | 对图片建立数据库，可对其进行分析利用 | 无 |
| 人力成本 | 检测过程中不消耗任何的人力成本 | 需要大量环卫工人 |
| 发展前景 | 可与环境等部门进行合作，也可以应用到其他场景的智能检测，互联网发展前景巨大 | 无 |
| 安全性 | 没有任何的危险性 | 环卫工人寻找垃圾具有一定的危险性 |

**2.5.2 产品优势**

（一）安装成本低，安装后可以快速投入使用，实现检验的简便和快捷，实现所有垃圾的在线、实时检测，省去了人工搜寻的步骤。

（二）可以通过数据库对垃圾进行分析，不单单停留于对垃圾进行检测的范畴中，针对每一个城市、区域的检测图片进行记录，分析数据对垃圾清理方式做出有效地指导。

（三）具有庞大的市场与发展潜力，随着人们生活水平的逐步提高与国家对垃圾检测与分类的政策逐步出台，智能垃圾检测的市场逐步打开，然而现在智能化的系统普及率较低，越来越多城市急需一套成熟的方案去解决垃圾自动检测的问题。未来，城市垃圾自动识别还能应用于其他环境，经过系统的不断学习，城市垃圾检测技术将会越来越成熟。

# 第四章 市场分析

## 4.1 市场概述

目前国内外街道垃圾的日常清理为每日定时对大部分道路使用大型扫路器械进行大规模清洁。但因为道路清洁主要靠居民的日常维护，国内会有清洁工人进行清洁，造成日常道路或街道旁会出现小面积的垃圾无法及时清理，影响城市环境。根据国家统计局数据，2019年末。我国道路清扫保洁面积约为92.21亿平方米，2012-2019年年平均复合增长率为7.02%；从清运和清扫规模来看，按照清扫单价12元/平方米来算，2019年我国道路清扫规模约为1107亿元。目前，我国年城市机械化清扫率在65%~70%之间。说明仍有一部分垃圾靠人工清理或因无法定位垃圾位置导致无法进行清理，严重影响环境。

目前城市垃圾定位主要依靠居民通过软件向当地环保局进行举报及环卫人员大规模进行对自己负责区域进行搜寻。有一部分城市正在通过物联网及地理信息系统、全球定位系统等对垃圾进行地定位。本项目为使用所有可以使用到的高分辨率摄像头对垃圾进行分辨传输信息到中枢系统对垃圾进行及时定位和清理。

**4.1.1产业规模和市场前景分析**

2015年-2019年，我国环卫服务市场规模不断扩大，2019年市场规模约为1742亿元，预计2020年-2022年将以平均复合增长率7%持续增长，2022年将超过2000亿元人民币的市场规模。在当前阶段，国内环卫服务市场主要分为道路清扫保洁、垃圾清运和维护清洁三部分，其中主要的为道路清扫保洁，占比超过一半，达72%；其中日常维护和养护保洁占比为12%。未来五年是我国环保事业发展的高峰期，随着国家对大环保格局的推进，作为以末端治理为主的传统环保产业将失去竞争优势，财政环保投资的主要方向将会侧重于智慧环保领域。

本项目同样致力于沙滩、森林、河流海洋及景区的垃圾定位监测。目前市场产业规模较小，但未来发展潜力巨大，未来市场巨大。也通过对沙滩、海洋等区域垃圾检测产品的研发进一步扩大市场以带来巨大的经济效益和社会效益。

**4.1.2技术壁垒、贸易政策**

针对目前城市道路垃圾大小及城市高分辨率的摄像头的安装状况，能满足该分辨率要求的摄像头众多，无技术壁垒。目前本项目团队正在寻求与各市级环境卫生局及交通局取得合作，使用交通局摄像系统对道路垃圾进行定位。本项目属与智慧城市创建应用领域。全球都在致力于创建数字地球。

**4.1.3优势与不足**

优势：城市垃圾自动检测可以使城市环境卫生管理更加的智能化、精细化、规范化、便捷化、实时化和高效化。使城市垃圾管理能够更快捷有效地处理各种常规或突发事件，打造一个无时无刻都是清洁干净的美丽都市。除此之外，使用城市垃圾自动检测系统可以大大减少人力成本，及时安排清洁工人有目的地进行清理，即省时又省力。同时可以减少环卫工人人数，让环卫工人是流动的，而不是如今固定一个区域，本项目将大大减少人力成本。

不足：城市垃圾自动检测系统需要对整个城市可以使用的高分辨率摄像头进行调用，这也就意味着那个需要环境卫生部门与全市更方面进行有力有效的配合，存在令人十分困扰的调配协作问题。同时城市垃圾自动检测系统需要分辨率较高的摄像头，如果想覆盖整个城市的话，存在摄像头数量有限或分辨率较低，导致无法进行有效的识别的问题。

**4.1.4 城市垃圾检测行业现状**

目前中国并未出现一种远程进行垃圾检测，对垃圾进行及时定位的产品，城市垃圾的检测及定位主要依靠环卫人员和群众们通过一些小程序等向环境卫生局进行反馈。但是，目前有一款自动驾驶的环卫车配备了可以检测自己当前道路垃圾的设备道路上自动驾驶环卫车使用道路高分辨率摄像头，仍需人为操控，导致人力成本巨高不下。并且这种垃圾检测类似于人工对短距离垃圾定位，检测和清理，同样当处于大规模清扫的时间之外，对城市垃圾无法进行维护，无法进行及时的定位，无法远距离定位。并且这种垃圾检测只局限于可以使用清扫车进行打扫的主干道。由人工进行小规模清扫的街道无法起到作用。

**4.1.5 深度学习在图像及视频检测的技术现状**

高清摄像头获取高分辨图片已经在全国道路及城市的各个角落大规模应用，但目前摄像头获取的高分辨图像以视频存在，需要人工截取图片进行检测。深度学习在视频分类上的应用总体而言还处于起步阶段，未来还有许多工作要做。从ImageNet训练得到的图像特征可以直接有效地应用到各种与图像相关的识别任务(例如图像分类、图像检索、物体检测和图像分割等等)，和其它不同的图像测试集，具有良好的泛化性能。但是深度学习至今还没有类似的可用于视频分析的特征。要达到这个目的，不但要建立大规模的训练数据集，还需要研究适用于视频分析的新的深度模型。此外训练用于视频分析的深度模型的计算量也会大大增加。因此，研究基于深度学习的视频图像自动分析技术，实现目标检测具有极高的经济价值。

**4.1.6 国内外发展现状**

国内：中国一些城市主要采用小型盘刷吸、扫结合的扫路机进行定时大规模清扫，同时进行人工小规模清扫及日常维护。国内除了定时的的面积清扫，主要由人工进行日常维护，耗时耗力。并且由于人工的一些缺陷，导致无法及时定位垃圾位置进行清理。有部分试点城市进行无人驾驶扫路机。

国外：美国、日本和西欧各国已有大型、中型、小型三种适用于各种作业的清扫机械进行大规模清扫。机械清扫率达100%。部分国家存在大量自动识别垃圾检测设备。清扫工作机有吸尘式、吸扫结合式等类型，发展趋向是清扫机械的专业化、自动化和标准化。例如，德意志联邦共和国的机械制造业基本上采用工业标准规定的部件和机组进行组装。未安排人工进行日常维护。

## 4.2 目标市场及客户

**4.2.1 目标市场**

该项目目标市场为主要针对城市街道清洁的各级环卫组织及机构。当前国内主要是国家各级环境卫生局，对全国92.21亿平方米的道路进行日常清扫和维护，若是按原来的定时大规模清理，有环卫工人进行日常维护及小规模的清理。会存在耗时耗力，无法及时进行定位和清理，遗漏等问题。所以该技术的泛用性将较好的适应国内外环卫组织和机构进行升级及创建智慧城市的需求。

同样的本项目也可针对沙滩、森林、景区、社区、河流海洋等不同区域的垃圾即时定位的需求。从长远角度来说，产业数据化和智能化能够有效地为产品赋值，伴随着检测标准和检测能力的提升，将不断提高城市垃圾检测及清理能力，并紧跟国家一系列智慧环卫创建措施，达到更好地经济效益和社会效益。

这些需求是国家政府迫切需要的，也是创建智慧城市，数字地球的必经之路。创建社会主义现代化强国的必需要求。

**4.2.2客户和供应商**

本产品当前用户为国家各级环境卫生局。

本产品供应商为国家各级交通局等，提供高分辨率图像数据。

## 4.3 社会效益

**4.3.1 政策效益**

2016年1月，国家发改委印发了《“互联网+”绿色生态三年行动实施方案》的通知，提出大力发展“智慧环保”的要求，明确了具体的执行单位及时限，标志着智慧环保正事提上了国家日程。2016年3月，环保部印发了《生态环境大数据建设总体方案》的通知，提出“一个机制、两套体系、三个平台”，一个机制即生态环境大数据管理工作机制，两套体系即组织保障和标准规范体系、统一运维和信息安全体系，三个平台即大数据环保云平台、大数据管理平台和大数据应用平台。

**4.3.2 经济效益**

以深度学习建设城市垃圾自动检测为基础，面向各级环保管理部门，并且支持应用系统的动态加载，共享交换数据资源。项目建设通过协同服务，统一规划，既可盘活有关的数据资源，防止政府部门信息进行重复的采集建设，可以节省人力成本并且提高信息利用率与时效性，从而产生直接的经济效益。通过城市垃圾自动检测建设，将在城市道路街道垃圾检测及定位等方面来为环保行政部门提供相应的监管手段，来提高环保部门的管理效率，提升保护环境的效果。

城市垃圾自动检测系统的应用大大的节省了管理成本，管理方法更加科学，环卫作业更加智能，通过系统的数据统计分析让我们的决策更高效。同时，城市垃圾自动检测系统能够助环境资源再生利用，提升经济收益，全方位推动行业的不断发展。同时使用城市垃圾实测系统可以减少大量人力和物力。同时也可以使城市街道更洁净，对环境有无限益处，最后可以创造不可估量的经济效益和社会效益。

# 第六章 发展战略

## 6.1 发展模式

本产品的发展模式分为四步走。

（一）初创期

本阶段着重设备的科研以及人工智能软件的设计，做出成品，进行试点，同时不断优化产品，使其存在有一定程度的能力和市场竞争力。

（二）发展成长期

在本阶段，设备和软件已经十分完备，可以针对某一方面的稳定高效服务，之后寻求有环境卫生局进行试验运行，在此期间不断完善。

（三）成熟期

本阶段无论是软件还是硬件都已经十分完备，此时我们通过数据共享来将业务拓展其他领域，并不只是局限于道路城市，可以扩展到海洋，河流，沙滩等我们生活中的所有区域。

（四）扩展期

本阶段在所有区域可以进行精准垃圾识别定位监测之后，可以与人工智能结合，及时反馈信息给人工智能，实现全自动化垃圾清理。

## 6.2 运营模式

围绕产学研结合模式，产业、学校相互配合，发挥各自优势。前期学校联合政府共同投资、共同参与研究开发活动、共同承担研究开发风险并共同分享研究开发成果。后期学校以知识或知识产权、技术诀窍等与政府相关部门进行长期合作。充分发挥市场机制配置资源的基础性作用，不断发展和完善产学研有机结合推动自主创新的机制。通过委托研发、联合研究、人才培养、共建研究机构等形式，建立与科研机构和高等学校合作创新的战略伙伴关系。坚持政府投入引导与政策措施激励并举，进一步增强科研机构、高等学校面向社会的创新服务功能，激发科技人员服务企业的积极性。进一步加大对产学研联合创新的支持，完善相应的组织方式和组织流程，发挥产业技术创新战略联盟组织承担科技计划项目的作用。

### 6.2.1 技术开发

若现有产品无法满足客户的需求，可根据客户要求对其进行全方位私人定制的技术开发服务，更具适用性。

### 6.2.2 现场应用

为客户提供产品的同时，提供现场的技术指导，提高产品使用效率，遇到特殊情况，能够在第一时间提供解决方案等。

## 6.3 未来发展策略

### 6.3.1 策略分析

目前城市垃圾自动检测主要应用于城市扫路机，使用高分辨率的摄像头对当前道路垃圾进行检测定位。由于城市扫路机清扫范围及清扫的时间都有一定的限制，造成这种垃圾检测系统收效甚微，反而因为需要人工及时进行反馈，提高了人力成本。然和如果利用城市各方面的高分辨率摄像头对全市的垃圾进行及时的检测，定位和反馈，将减少人力成本，及时清扫垃圾，创建一个美好环境，对环境保护起到积极作用。且城市垃圾自动检测系统适用范围极广，这些优势也会随着项目的成熟而逐渐显现。从而与人工智能合作形成城市垃圾清理的一套体系。

### 6.3.2 多区域垃圾检测前瞻

海洋、河流垃圾检测：

目前海洋、河流漂浮垃圾检测方法是通过现场调查来确定漂浮垃圾的位置和其他信息。一般通过下述几种方式进行:其一是使用飞机对某一海域漂浮垃圾进行调查观测，该方法若在较好的海况条件下,有计划的进行,可获取较准确可信的资料。另一种简便的方法是借助其它海上或者河流监测船、游船或货船共同进行，这样可以减少投资。但因为这种垃圾检测方法需要人为检测垃圾位置，耗人力，且因人有一定的缺陷会造成细小垃圾的遗漏或者重复标记，给垃圾检测带来了难度。机器视觉在成本、速度方面远比人类优秀。利用机器视觉技术进行表面缺陷检测与分类，具有检测准确、缺陷识别范围较广、可靠性高且高效等特点，是本项目可以拓展的方向。

景区垃圾检测：

目前景区的垃圾检测主要由大量的环卫工人寻找并进行清理，及通过游客反馈等进行垃圾定位再进行清理。由于景区面积极大，人员较多，对垃圾进行定位及时清理的难度极大。并且由于处于景区这一特殊位置，其高分辨率的摄像头遍布整个景区，如果使用垃圾自动检测系统，这将是一大优点，既可以减少人力，也可以对垃圾进行定位，及时清理，提高景区形象。

其他应用场景如：森林，沙滩等生活中的各个区域。通常这些区域的垃圾检测均是人工，耗时耗力，垃圾清理结果也不是很突出，同时也无法实时的定位垃圾。这些原因造成很多区域存在垃圾堆积现象。

总之，对于传统垃圾检测方式，我们认为城市垃圾自动检测系统有一下优点：

1. 能够及时反映垃圾位置及相关垃圾信息，可以代替人工。
2. 能够在夜晚等人工无法进行检测时段进行检测，不受时间和空间限制。
3. 系统终端使得检测人员可以同时获取整片区域垃圾信息，以便进行人员安排。
4. 信息化程度高，对于垃圾检测更加精准高效。