

基于深度学习模型的地铁站内行人异常行为分析研究

刘海波

南京地铁运营有限责任公司

DOI:10.12238/ems.v6i9.8960

[摘要] 本文主要研究了基于深度学习模型的地铁站内行人异常行为分析。首先介绍了研究背景和目的,指出地铁内行人异常行为可能威胁到系统的正常运行和乘客的安全,因此需要及时的监测和干预。接着,文章详细阐述了行人异常行为的类型,包括逆行行走、穿越轨道、滞留在车门区域、危险物品携带、妨碍紧急设备、在站内吸烟、拥挤推挤等。然后,文章介绍了深度学习的理论基础,包括卷积神经网络的基本原理和YOLO检测模型的特点。最后,文章提出了一种基于YOLO模型的行人异常行为的检测与报警方法,并通过实验验证了该方法的有效性。

[关键词] 地铁、深度学习模型、异常行为分析

Research on Abnormal Behavior Analysis of Pedestrians in Subway Stations Based on Deep Learning Models

Liu Haibo

Nanjing Metro Operation Co., Ltd

[Abstract] This article mainly studies the analysis of abnormal pedestrian behavior in subway stations based on deep learning models. Firstly, the research background and purpose were introduced, pointing out that abnormal behavior of pedestrians in the subway may threaten the normal operation of the system and the safety of passengers, and therefore requires timely monitoring and intervention. Next, the article elaborates on the types of abnormal pedestrian behavior, including walking in reverse, crossing tracks, being stuck in the car door area, carrying dangerous goods, obstructing emergency equipment, smoking inside the station, and crowding and pushing. Then, the article introduces the theoretical basis of deep learning, including the basic principles of convolutional neural networks and the characteristics of YOLO detection models. Finally, the article proposes a detection and alarm method for pedestrian abnormal behavior based on the YOLO model, and the effectiveness of the method is verified through experiments.

[Keywords] subway, deep learning models, abnormal behavior analysis

一、背景与目的

对地铁行人异常行为分析的背景和重要性的论述背景介绍。

随着城市化进程的加速,地铁系统已经成为大多数大城

市不可或缺的交通工具。然而,人口密集和高频的使用也为地铁系统带来了一系列挑战。人们的行为可能因各种原因而变得异常,这可能威胁到系统的正常运行和乘客的安全。

安全保障:地铁系统作为大规模公共交通工具,乘客的

安全是首要任务。通过异常行为分析,可以及时发现潜在的安全隐患,采取措施以防范事故。

事故预防:异常行为的及时识别有助于预防事故的发生。例如,识别行人在禁止区域滞留或行为异常的情况,可以防止碰撞、坠落等事故。

运营效率优化:通过分析行人的行为模式,可以更好地了解地铁系统的运行状况。这有助于优化车站布局、增加服务设施,提高整体运营效率。

应急响应:异常行为分析可以作为紧急情况的预警系统。在火灾、地震等紧急状况下,可以迅速识别人员聚集、逃生堵塞等异常情况,有针对性地进行应急响应。

人流管理:地铁系统常常面临高峰期和低谷期,通过分析行人行为,可以更好地进行人流管理,减少拥挤和排队时间,提高整体客流体验。

总体而言,地铁行人异常行为分析的背景和重要性直接关系到地铁系统的可持续发展和乘客的生命安全。通过合理运用先进技术和数据分析手段,可以更好地应对日益复杂的城市交通环境,确保地铁系统的顺畅运行和乘客的舒适出行。

二、行人异常行为

地铁内可能发生的行人异常行为包括:

逆行行走:行人沿着换乘通道方向逆行,可能导致与正常行走方向的乘客相撞,增加碰撞风险。

穿越轨道:行人在不安全的地方穿越轨道,这种行为可能导致电击、碰撞或其他严重的安全问题。

滞留在车门区域:行人在车门关闭时仍然停留在车门附近,可能导致车门夹人或影响车辆正常关闭。

危险物品携带:行人携带可能对他人造成伤害的危险物品,如尖锐物品、易燃易爆品等。

妨碍紧急设备:行人阻碍了紧急设备的使用,如灭火器、紧急通道等,影响应急响应。

在站内吸烟:吸烟是很多地铁系统禁止的行为,可能导致火灾风险,同时影响其他乘客的健康。

拥挤推挤:在高峰期,一些行人可能采取过于激进的方式挤上或挤下车辆,可能导致推挤伤害或坠落。

这些异常行为可能对地铁系统的安全性和正常运营造成影响,因此需要及时的监测和干预。通过技术手段和人员巡逻等方式,地铁系统可以更好地应对这些潜在的问题。

三、深度学习的理论基础

图像深度学习技术是一种基于深度学习的图像处理技术。

它通过使用深度学习算法,如卷积神经网络(CNN),对图像进行自动分析和理解,从而实现图像分类、目标检测、图像生成等任务。

其主要步骤包括数据预处理、特征提取、模型训练、模型评估与优化、模型应用,具体内容如下:

1、数据预处理:对原始图像进行去噪、灰度化等处理,提高图像质量。

2、特征提取:通过卷积神经网络(CNN)提取图像特征。

3、模型训练:使用提取出的特征训练分类模型,如支持向量机(SVM)、神经网络(NeuralNetwork)等。

4、模型评估与优化:使用测试集评估模型的准确率,对模型进行优化。

5、模型应用:将训练好的模型应用于实际场景中,实现图像识别功能。

深度学习的核心是特征提取,即卷积神经网络。

人工神经网络(Artificial neural network ANN)是一种自适应非线性动态系统,由大量的简单基本元件—神经元相互连接而成的。每个神经元的结构和功能相对比较简单,但大量神经元组合产生的系统行为却非常复杂。通俗的说就是由多个神经元组成神经层,多个神经层就组成人工神经网络。

谓卷积 Convolution,是一种数学运算过程。在图像处理领域,对图像进行卷积操作,实际上是一个对图像滤波的过程,卷积核可以看成是滤波器。卷积的数学公式如下。

$$f(x,y) \bullet w(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t) f(x-s,y-t) \quad (3.1)$$

其中 $I=f(x,y)$ 是可以看成是一幅图像, $f(x,y)$ 是图像 I 上面 x 行 y 列上点的灰度值。而 $w(x,y)$ 可以被叫做滤波器、卷积核、响应函数等等,而 a 和 b 定义了卷积核 $w(x,y)$ 的大小。从公式 3.1 中,可以看出,卷积实际上是提供了一个权重模板,这个模板在图像上滑动,并将卷积核的参数至与像素值一一对应,然后对这个权重模板覆盖的所有像素进行加权,并将结果作为这个卷积核在图像上该点的响应。

卷积神经网络可以提取图片特征主要基于以下几个关键机制:

1. 局部感受野:卷积核在图像上滑动,每个卷积核只关注局部区域的信息,这样可以捕捉到图像局部的特征,比如边缘、纹理等; 2. 权值共享:同一个卷积核在不同位置使用

相同的参数,这大大减少了参数数量,同时也使得模型能够检测到在不同位置出现的相同特征模式;3.多层结构:通过多个卷积层的堆叠,能够逐渐提取从低级到高级的特征,从简单的边缘等特征到更复杂的物体形状等特征;4.非线性变换:卷积层后通常会有非线性激活函数,如ReLU,使得模型能够学习到更复杂的特征表示;5.池化操作:池化可以降低特征图的尺寸,减少数据量,同时也能提取主要特征,增强特征的鲁棒性和不变性。

这些机制共同作用,使得卷积神经网络能够有效地从图像中提取出具有代表性和区分度的特征,从而为图像识别、分类等任务提供有力支持。

四、地铁内行人异常行为的检测与报警

4.1 YOLO 检测模型

YOLO (You Only Look Once) 是一种利用卷积神经网络进行目标检测的算法。它的特点是只需扫视一次图像,就能够确定图像中物体的类别和位置。由于只需看一次,YOLO 被称为无区域 (Region-free) 的方法,与基于区域 (Region-based) 的方法不同,后者需要先找出图像中可能存在物体的区域。

YOLO 的优势是速度快,适合实时检测的场景,但是它的准确度相对较低,容易出现漏检和误检的情况。YOLO 目前已经发展到第八代,每一代都在前一代的基础上进行了改进和提高。

4.2 基于 YOLO 模型的行人异常行为的检测与报警

将 YOLO 模型应用于地铁行人异常行为检测中,主要有以下几个步骤:

1. 数据收集: 收集地铁车站内的视频数据,这些数据应包含各种行人异常行为的样本,例如跌倒、奔跑、逆行、抽烟等。
2. 数据标注: 对收集到的数据进行标注,即标记出视频中行人的位置和异常行为的类别。
3. 模型训练: 使用标注好的数据训练 YOLO 模型,让模型学习如何识别和定位行人以及异常行为。
4. 模型评估: 使用测试数据对训练好的模型进行评估,以确定模型的准确性和性能。
5. 实时检测: 将训练好的模型部署到地铁车站的监控系统中,实时检测行人的异常行为,并及时发出警报或通知相关人员。

该系统整体可以分为摄像头接入、后台服务器处理以及前台展示等三个主要部分,三个部分彼此衔接完成监控视频

的接入、异常行为检测、业务逻辑处理、前台展示管理等功能。

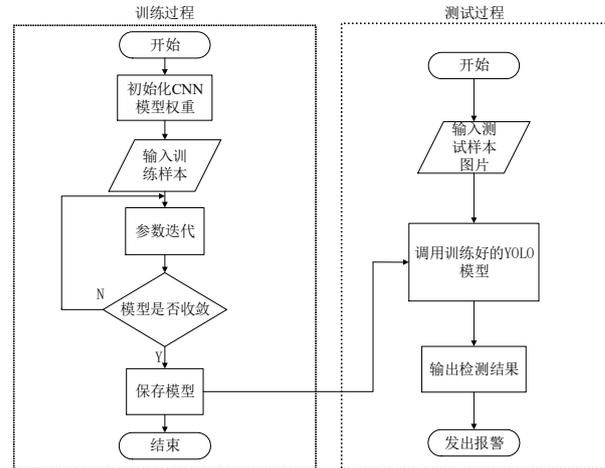


图 4.1 模型的训练与测试

第一部分调用 Python 中的 OpenCV 来获取本地摄像头视频流或者网络摄像头 rstop 流,进而得到摄像头所监控到的视频帧。第二部分是后台服务器处理部分,通过调用训练完成并保存完整参数权重的 YOLO 模型,检测 OpenCV 转换后的每一帧数据,对该帧中的目标行人进行位置检测,获取该帧中的行人位置信息以及标签信息,通过对比检测,识别出行人具体的跌倒、奔跑、逆行、抽烟等行为。第三部分是调用告警信息,通过报警管理模块则展示曾经发生过的报警记录,比如发生异常行为的时间范围、报警类型、发生异常的类型等信息。

五、结论

目前,南京地铁已经投入多条线路,地铁出行已经是南京市民的重要的交通工具,尤其是 3 号线柳州东路段,日均客流量约 3 万人次,经常发生乘客拥挤跌倒等异常行为,给运营带来极大的困难与安全问题。

通过深度学习模型对地铁内行人异常行为的检测与告警可以及时发现乘客的危险行为,如打架斗殴、翻越闸机、靠近轨道等,从而快速采取措施避免事故发生,保障乘客和地铁设施的安全,同时对乘客行为的有效监管可以促使乘客自觉遵守规则,营造更舒适的乘车体验,进而提升地铁的整体服务质量。

[参考文献]

- [1]秦彬鑫,路红,邱春,等.一种基于运动分析的行人异常行为检测[J].电讯技术,2022,62(4):457-465.
- [2]陈宜稳,王威,王润生.基于视频区域特征的行人异常行为检测[J].计算机应用,2007(10):2610-2611,2614.