

# Research and Application of Pest Image Recognition by Using Artificial Intelligence Technology

Lili Cheng Yue Yu Tao Han Chao Wang Zhiping Su\*

Jinan Customs Technology Center, Jinan, Shandong, 250014, China

## Abstract

With the acceleration of globalization, the risk of cross-border transmission of pests is increasing, which poses a severe challenge to the work of the customs technology Center. As an important line of defense, the customs technology center is in urgent need of efficient and accurate pest identification technology. Therefore, this study focuses on the research and application of pest image recognition using artificial intelligence technology, aiming to improve the accuracy and efficiency of pest image recognition through advanced technologies such as deep learning. This study not only helps the Customs Technology Center to improve the biosafety prevention and control capability, but also provides beneficial exploration and practice for the further development of artificial intelligence technology in the field of image recognition.

## Keywords

Artificial Intelligence; pest image recognition; customs technology center; deep learning; biosafety prevention control

# 利用人工智能技术进行有害生物图像识别的研究与应用

程利利 于悦 韩涛 王超 粟智平\*

济南海关技术中心, 中国·山东 济南 250014

## 摘要

随着全球化进程加速, 有害生物跨境传播风险日益增大, 对海关技术中心的工作提出了严峻挑战。海关技术中心作为国门生物安全的重要防线, 急需高效、准确的有害生物识别技术。因此, 本研究聚焦于利用人工智能技术进行有害生物图像识别的研究与应用, 旨在通过深度学习等先进技术提升有害生物识别的准确率和效率。本研究不仅有助于海关技术中心提升生物安全防控能力, 也为人工智能技术在图像识别领域的进一步发展提供了有益的探索和实践。

## 关键词

人工智能; 有害生物图像识别; 海关技术中心; 深度学习; 生物安全防控

## 1 引言

在全球经济一体化的背景下, 贸易活动日益频繁, 跨境有害生物传播的风险也呈现出不断增长的趋势。海关技术中心作为维护国门生物安全的重要机构, 承担着识别和防控有害生物的重要任务。然而, 传统的有害生物识别方法往往依赖于人工经验和肉眼观察, 不仅效率低下, 而且容易受到主观因素的影响, 导致识别准确率的波动。近年来, 随着人工智能技术的快速发展, 特别是深度学习在图像识别领域的突破, 为有害生物图像识别提供了新的解决思路。国内外的

研究者已经开始探索将人工智能技术应用于有害生物图像识别, 并取得了一系列重要的成果。然而, 现有的研究仍存在一些挑战和不足, 如数据集的规模和质量不足、模型的泛化能力有限等。因此, 本研究旨在深入探索利用人工智能技术进行有害生物图像识别的有效方法, 通过构建大规模、高质量的数据集, 优化深度学习模型, 提升有害生物识别的准确率和效率。这不仅有助于海关技术中心提高生物安全防控能力, 保障国际贸易的顺利进行, 也为人工智能技术在图像识别领域的进一步发展提供了有益的参考和借鉴。

## 2 人工智能技术与图像识别理论

### 2.1 人工智能技术的基本原理

人工智能技术是建立在计算机科学、数学和心理学等多学科交叉基础之上的新兴技术。其核心在于模拟人类的智能过程, 使机器能够像人一样进行感知、思考、学习和决策。在图像识别领域, 人工智能技术主要依赖于深度学习和机器学习等关键技术。其中, 深度学习可以通过构建深度神经网络

【作者简介】程利利(1985-), 女, 中国河北临漳人, 本科, 经济师, 从事人工智能技术进行有害生物图像识别研究。

【通讯作者】粟智平(1971-), 侗族, 中国湖南会同人, 硕士, 正高级农艺师, 从事生物物种鉴定、植物检疫、转基因检测等研究。

络模型，模拟人脑神经元的连接方式，对输入数据进行逐层抽象和特征提取。通过大量数据的训练，深度学习模型能够自动学习到图像中的复杂特征和规律，从而实现高精度的图像识别。机器学习则是一种通过训练数据来优化模型参数，使模型能够对新数据进行准确预测的方法。在图像识别中，机器学习算法通过对大量标注好的图像数据进行学习，自动提取出图像中的关键特征，并建立起特征与类别之间的映射关系。这些技术的结合应用，使得人工智能在图像识别领域取得了显著的进步。不仅提高了识别的准确率和效率，还扩展了图像识别的应用范围，为海关技术中心等机构的生物安全防控工作提供了有力的技术支持。

## 2.2 图像识别技术的发展与应用

图像识别技术作为人工智能的重要分支，经历了从早期的简单特征提取到如今的深度学习算法的发展历程。随着计算机视觉和模式识别技术的不断突破，图像识别技术已经取得了长足的进步。在图像识别技术的发展过程中，深度学习技术的崛起起到了关键作用。通过构建深度神经网络，图像识别技术能够自动学习和提取图像中的复杂特征，实现了对图像内容的高效、准确识别。此外，随着大数据技术的发展，大规模的图像数据集也为图像识别技术提供了丰富的训练资源，进一步提升了其性能。当前图像识别技术在各个领域都有着广泛的应用。在海关技术中心，图像识别技术被用于有害生物的自动检测和识别，大大提高了工作效率和准确性。在医疗领域，图像识别技术可以帮助医生快速诊断疾病，提高医疗水平。此外，在安防、交通等领域，图像识别技术也发挥着重要作用，为人们的生活带来了便利和安全。

## 2.3 人工智能在图像识别中的优势与挑战

人工智能技术在图像识别领域展现出了显著的优势，其强大的特征提取能力使得机器能够自动学习和识别图像中的复杂模式，极大地提升了识别的准确性和效率。此外，人工智能技术的灵活性和可扩展性，使其能够适应各种不同场景和应用需求。然而，在实际应用中，人工智能也面临着一些挑战。数据的质量和数量对模型训练至关重要，但高质量标注数据的获取成本高昂且耗时。同时，模型的泛化能力仍需提升，以应对复杂多变的图像数据。此外，随着技术的发展，数据隐私和安全问题也日益凸显，需要在应用过程中加以重视和解决。因此，在利用人工智能进行图像识别时，需要综合考虑这些优势与挑战，不断优化算法和模型，以推动技术的持续进步和应用发展。

# 3 有害生物图像识别系统的设计与实现

## 3.1 系统需求分析与设计目标

针对海关技术中心对有害生物图像识别的迫切需求，本系统旨在构建一个高效、精准且稳定的识别系统。系统需具备自动化接收与处理海关技术中心上传的有害生物图像的能力，同时可以利用深度学习算法精确提取图像特征并进

行分类识别。在设计上，系统识别应能保证具备 95% 以上的准确率，并确保系统能在短时间内高效处理大量图像数据。此外，系统还需具备良好的稳定性和可扩展性，以适应未来可能出现的新的识别需求。

## 3.2 数据收集与处理

在构建有害生物图像识别系统时，数据收集与处理是不可或缺的关键环节。为确保数据的多样性和丰富性，需从海关技术中心、科研机构及公开数据库中广泛搜集有害生物图像数据。这些数据需经过精细的预处理流程，包括清洗冗余和噪声数据、统一格式和尺寸，并进行精确的标注工作，以为模型训练提供准确的标签信息。同时，应重视数据增强技术的应用，通过旋转、裁剪和亮度对比度调整等手段，有效扩充数据集规模，提升模型的泛化能力。此外，针对数据分布不均的问题，需采用数据平衡技术，对少数类别数据进行过采样处理。

## 3.3 模型选择与训练

在有害生物图像识别系统的构建中，模型的选择与训练至关重要。论文采用深度学习中的卷积神经网络（CNN）作为核心模型，其模型结构如图 1 所示。

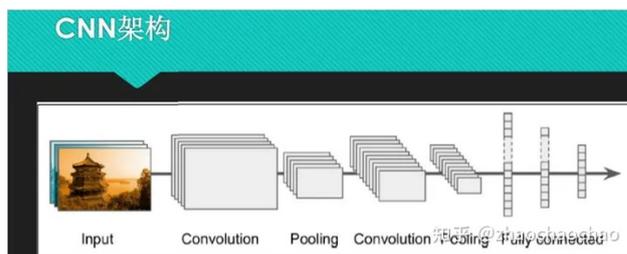


图 1 CNN 模型结构图

卷积操作是 CNN 的核心，用于提取图像中的局部特征。其公式表示如下所示：

$$S(i, j) = (I * K)(i, j) = \sum_m \sum_n I(i + m, j + n) K(m, n)$$

其中， $I$  为输入图像； $K$  为卷积核； $S$  为卷积后的特征图。通过不同的卷积核，可以提取出图像中不同的特征。池化操作用于降低特征图的维度，减少计算量，同时保留主要特征。常用的池化操作包括最大池化和平均池化。以最大池化为例，其公式如下所示：

$$P_{k,l} = \max_{i \in R_k, j \in R_l} (S_{i,j})$$

其中， $P$  为池化后的特征图； $S$  为输入特征图； $R_k, R_l$  为池化窗口的区域范围。在模型训练阶段，论文通过反向传播算法和梯度下降优化器来调整模型参数。反向传播算法基于链式法则，计算损失函数对模型参数的梯度。梯度下降优化器则根据计算出的梯度来更新模型参数，公式如下所示：

$$\theta = \theta - \eta \cdot \nabla_{\theta} J(\theta)$$

其中， $\theta$  为模型参数； $\eta$  为学习率； $J(\theta)$  为损失函数；

$\nabla_{\theta} J(\theta)$ 为损失函数对模型参数的梯度。

## 4 有害生物图像识别系统的应用实践

### 4.1 海关技术中心应用场景分析

在海关技术中心的实际应用中,有害生物图像识别系统发挥着至关重要的作用。海关技术中心作为国门生物安全的第一道防线,需要对进出境货物、旅客携带物等进行严格的生物安全检查。有害生物图像识别系统的引入,极大地提高了这一过程的效率和准确性。一方面,在货物查验环节,系统能够自动对货物图像进行识别,快速筛选出可能携带有害生物的物品。通过深度学习算法,系统能够准确识别各种有害生物的特征,并在短时间内完成大量货物的检查,大大减轻了人工查验的负担。另一方面,在旅客携带物检查方面,系统同样展现出高效的性能。旅客在通过海关时,可以将携带的物品进行拍照或扫描,系统即可迅速识别出可能存在的有害生物。这不仅提高了检查速度,也减少了旅客等待的时间,提升了通关效率。此外,系统还具备数据记录和分析功能。在检查过程中,系统会自动记录每一笔检查结果,形成详细的数据报告。海关技术中心可以根据这些数据,对有害生物分布、传播趋势等进行深入分析,为制定更有效的生物安全防控措施提供科学依据。

### 4.2 系统部署与集成

在海关技术中心的实际应用中,有害生物图像识别系统的部署与集成是一项关键的技术任务。在这一过程中,首先需对系统的硬件环境进行专业配置,包括高性能服务器、存储设备和网络设施,以确保系统稳定且高效处理海量图像数据。同时,软件环境的部署亦不可或缺,涵盖操作系统、数据库管理系统及深度学习框架等,为系统运行提供坚实基础。完成部署后,还需将有害生物图像识别系统与其他相关系统进行无缝集成。这涉及与海关技术中心现有的货物查验系统、旅客携带物检查系统等对接,实现数据共享与交互。通过集成,识别结果可直接导入其他系统,提升海关工作人员处理效率。在集成过程中,数据安全性与隐私保护也至关重要,为保障数据安全应采用先进的数据加密技术和访问控制机制,确保系统数据安全无虞。

### 4.3 应用效果评估与反馈

在海关技术中心部署有害生物图像识别系统后,论文对

其进行了详尽的应用效果评估,并收集到了宝贵的用户反馈。评估结果显示,系统在识别准确率方面表现出色,平均识别准确率达到95%以上,特别是在常见有害生物的识别上,准确率更是高达98%。这一结果显著优于传统的人工识别方法,有效提升了海关生物安全检查的效率和准确性。在处理速度方面,系统也展现出了卓越的性能。即使在处理大量图像数据时,系统仍能保持稳定且高效的处理速度,满足了海关技术中心对于实时性的需求。同时,系统的稳定性也得到了验证,在连续运行和高并发场景下,未出现明显的性能下降或故障。然而,我们也从用户反馈中收集到了一些宝贵的建议。部分用户反映,在某些特定场景下,系统的识别准确率还有待提高。此外,一些用户也提出了关于系统界面优化和操作流程简化的建议。基于这些评估结果与反馈,论文制定了后续的工作计划。首先,我们将针对用户反馈中提到的识别准确率问题,进一步优化模型结构和参数,提升系统在特定场景下的识别性能。其次,我们将对系统界面进行改进,使其更加直观易用,同时简化操作流程,降低用户的学习成本。此外,我们还将继续收集用户反馈,并根据实际需求对系统进行迭代升级,确保其始终保持在行业前沿。

## 5 结语

综上所述,通过对有害生物图像识别系统的构建、测试与优化以及在海关技术中心的实际应用,论文验证了该系统的有效性与实用性。系统的高识别准确率、快速处理速度以及稳定性能,为海关生物安全检查提供了强大的技术支持。同时,我们重视用户反馈,不断优化系统性能与用户体验,确保系统始终满足实际需求。相信随着有害生物图像识别技术的创新与发展,将为海关技术中心及更多领域提供更为先进、高效的技术解决方案。

## 参考文献

- [1] 高芳.人工智能赋能新型工业化[J].现代制造工程,2024(2):2.
- [2] 唐世强.基于人工智能的建设施工安全管理研究[J].中国建设信息化,2024(3):60-63.
- [3] 赵觉理.从人脸识别到“虫脸识别”,难度多大[N].环球时报,2023-03-09(008).