

工业场景下的人工智能教学案例设计

刘敏

王耀南

湖南大学电气与信息工程学院, 长沙 410082

湖南大学电气与信息工程学院, 长沙 410082

摘要 本文针对目前高等教育中人工智能教学偏向理论教学, 缺乏与工业场景相结合的问题设计了基于深度网络智能识别的烧结机点火料面识别教学案例。通过案例驱动理论知识学习的方式, 加深学生对工业生产场景中实时工业数据集构建、图像分类、模型算法的设计与部署以及不同模块间的实时通信的理解, 培养学生的实际问题分析能力、方案的设计以及理论知识的应用能力, 提高学生的解决实际工程问题的能力。

关键字 教学案例, 人工智能, 烧结机点火料面识别系统

Artificial Intelligence Teaching Case Design in Industrial Scenarios

Liu Min

Wang Yaonan

College of Electrical and Information Engineering
Hunan University
Changsha 410082, China;
liu_min@hnu.edu.cn

College of Electrical and Information Engineering
Hunan University
Changsha 410082, China
yaonan@hnu.edu.cn

Abstract—This paper addresses the problem that the teaching of artificial intelligence in higher education is currently biased towards theoretical teaching and lacks integration with industrial scenarios, and designs a teaching case of sintering machine ignition material surface recognition based on deep network intelligence recognition. Through the case study driven theoretical knowledge learning, students deepen their understanding of extraction of real-time industrial images, image segmentation, design and deployment of model algorithms and real-time communication between different modules in industrial production scenarios, cultivate their practical problem analysis ability, solution design and theoretical knowledge application ability, and improve their ability to solve practical engineering problems.

Keywords—Teaching case; Artificial intelligence; Sintering machine ignition surface recognition system

1 引言

近年来, 智能制造是很多工业发达国家积极推进和重点发展的领域, 美国、欧洲和日本等都将目光转向人工智能等核心技术, 并不断取得新的突破和应用。我国也先后发布了《新一代人工智能发展规划》、《“十三五”国家科技创新规划》, 提出了面向2030年我国新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施, 加快建设创新型国家和世界科技强国^[1-2]。

为了适应新形势, 高校也亟需开展人工智能与智能制造结合的教学, 瞄准国家战略和重大需求, 培养新型应用型科技人才。让侧重于理论的人工智能技术更容易被学生理解, 同时智能制造背景结合, 则

需设计人工智能在真实工业场景下的教学案例。通过理论教学与实践教学相结合的方式引导学生了解学术前沿, 学习先进的人工智能技术, 同时锻炼学生解决实际工程问题的能力。而在后续的教学探索与实践, 面对此类关键问题, 根据产业需求不断完善教学内容, 将高等教育的人工智能课程的教学由面向理论转变成面向产业、面向需求, 推向更新的发展^[3-4]。

2 高校人工智能案例的现状

许多高校在教学人工智能相关课程时多偏向于理论知识, 然而这些知识概念是抽象的, 难以理解, 同时缺乏一定的实验教学和实际案例支撑, 学生很难直观地感受人工智能算法在工业场景中的实际作用。部分高校开设深度学习课程时会规划相应的实验课时, 然而设计的实验案例与理论知识缺乏统一性, 导致学生忽略了人工智能算法本身的作用, 无法达到教学的实际意义。例如陆军军医大学的张小勤等人^[5]提出案例式的教学模式, 选择将深度学习作为核心教学内容并引入教学, 通过 AI 辅助宫颈癌早期

* **基金资助:** 中国高等教育学会创新创业教育分会“‘四新’建设与创新创业教育”研究课题项目“‘四新’与创新创业教育高质量发展研究——‘新工科’背景下人工智能创新创业人才培养模式的改革与实践”(IEECKT202108); 2022年湖南省普通高等学校教学改革研究立项项目“基于专创融合的自动化专业创新创业人才培养模式的研究与改革”(HNJG-2022-0501)。

筛查作为实际案例让学生体验项目实践的整个过程,培养学生应用所学知识解决实际医学问题的能力,虽然此案例涉及人工智能方面的知识,但是更偏向于医学领域,无法较好的让学生深入了解人工智能的知识。另一方面,人工智能算法的更新速度十分迅猛,技术的迭代很快,传统的教学实验所使用的算法以及相关案例已经被正在发展的人工智能算法所取代,实验案例具有一定的滞后性,与实际的工业生产脱节,无法向学生呈现最先进的实验结果,难以体会人工智能算法对工业社会的巨大影响力。例如西安理工大学的王文卿等人^[6]设计了基于 Faster R-CNN 的颌面部囊肿识别的综合实验案例,主要帮助学生深入理解图像处理等相关的理论知识,掌握颌面部囊肿识别的实现过程,同时熟练掌握 Python 语言程序设计,将理论知识转化为具体的实践操作,然而教学案例所使用的 Faster R-CNN 是 2016 年的算法,较为滞后。基于以上调研,人工智能新案例需要将典型的、最新的人工智能算法融入实际的工业生产环境中,将实验案例实时地更新、优化,向学生展示当下人工智能领域中最新的研究成果,实现理论学习与实际工业生产接轨。

3 人工智能案例的新探索

针对当前人工智能教学偏向理论教学,缺乏与工业场景相结合的问题,这是由于当下人工智能不断推进应用到工业领域,产业规模持续壮大,技术创新日益活跃,人工智能技术飞速的发展。良好的教学设计案例应当基于实际,来源于工业生产和生活,知识点能够很好的分解和整合,案例应当对学生有一

定的启发学习思考的能力,与学生现有的知识体系相符合。本文从实际的钢铁生产现场出发,设计了基于深度学习智能识别的烧结机点火料面识别教学案例,从案例所需的理论知识和实践知识两方面出发,设计烧结机点火料面自动分类的教学案例。通过以案例驱动理论知识学习的方式,带领学生从理论走向生产场景,向学生展示深度学习技术在传统工业领域的实际作用,培养学生问题分析能力,方案设计以及实践编程能力,提高学生解决实际工业场景问题的能力。

在钢铁生产中,降低烧节点火煤气消耗对于钢铁企业节能降耗,减少污染物排放具有积极的意义。传统的方法是人工经验进行判断,凭经验判断工况,易造成工况波动,控制不及时,导致烧结产品质量和产量不达标,严重影响稳定生产。采用基于深度学习智能识别的烧结机点火料面识别系统实现烧节点火料面自动识别分类可以燃料利用率,降低工业生产运营成本,提升整个钢铁生产制造行业的智能化水平。基于深度学习智能识别的烧结机点火料面识别系统涉及到摄像机标定、图像采样、料面图像分割、图像识别分类以及视觉识别系统与烧节点火控制系统之间的协同通信等多种技术,理论知识复杂,与工业生产紧密结合,而传统的教学方式缺少与实际相结合的教学案例,脱离工业生产背景,重理论、轻工程应用的教学方式无法满足现在工业界对理论应用型人才的需要。因此需要探索设计与实际相结合的教学案例使得学生直观地感受深度学习算法在实际工业生产环节的应用价值,同时可以提升学生将理论运用于实践的能力。

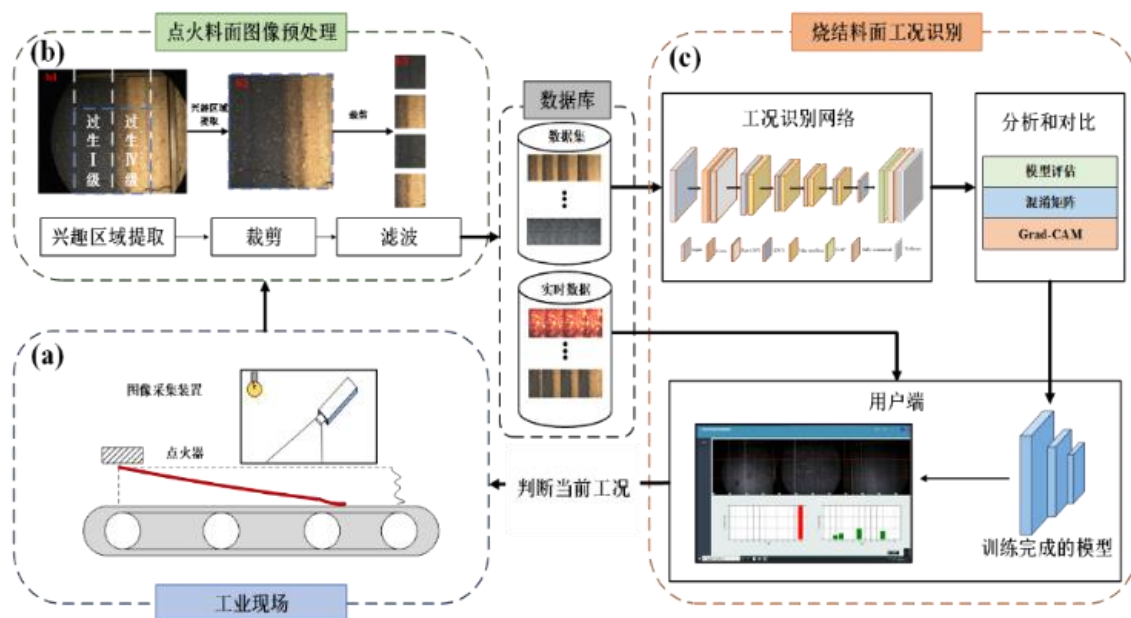


图 1 烧结机点火料面燃烧状态识别总体流程图

对于烧结机点火料面识别系统，引入深度学习方法，研发一种能够识别烧结机点火料面状态的智能化技术，大幅提高烧结机点火料面燃烧状态的识别准确率，钢铁冶炼的质量问题提供有力技术保障。整个系统可分为工业现场实时图像采集、点火料面图像预处理以及烧结料面工况识别三个部分，如图 1 所示。

采用多相机对烧结机点火料面状态进行监控，在料面上方等距布置图像传感器来监控料面燃烧状态，在不同区域对料面内进行全方位的监控，并利用数据通信模块将料面数据实时传输到控制终端。由于采集的原始图像包含多个烧结通道，导致同一图片中出现不同的烧结情况，通过 ROI 提取和裁剪获得具有代表性的烧结表面图像，在图像中间获得两个完整的烧结通道，根据烧结通道的宽度，将提取的图像裁剪成分辨率为 512×512 像素的块，使用高斯滤波来消除系统加热产生的噪声的影响。最后由烧结料面识别算法对裁剪好的图像进行识别判断，实现不同区域料面燃烧状态的精准控制，完成控制系统及时对料面火焰燃烧状态进行实时控制。

4 实验案例设计

通过人工智能的理论方法与工业实践相结合方式，提升学生的算法建模能力和工程应用能力。具体以烧结机点火料面识别系统作为教学研究对象，将实现烧结表面的智能监测作为教学内容，即将数据集的构建、算法模型设计和模型部署方法作为 3 个重要实验内容，引导学生学习人工智能方法中深度学习相关的基础知识和框架，并完成算法开发应用

的整个流程。通过该实验案例，教师侧重于传授人工智能方法在实际问题中的解决思路、方法和步骤，并且结合案例训练学生基础框架和代码的能力，案例具体分为 3 个部分，具体内容如下：

4.1 数据集的构建

（在人工智能方法应用过程中，数据集的构建是至关重要的，直接影响着人工智能方法的效果。在人工智能领域中计算机视觉方向存在一些经典的数据集，比如包含 1400W+张样例图片的 ImageNet、用于物体检测、分割任务的 COCO 数据集和用于人脸识别的 PubFig 数据集等。但是这些数据除了供学习和实验之外，在实际的生产环境下很难起到帮助作用。面对专业领域和定制化场景，往往需要自己动手采集和制作数据集。数据集的构建通常包括数据集采集、数据集打标签、数据集预处理。根据细分的任务目标不同，有不同的数据集构建方式，如分类任务一般采用人工标注的形式，目标检测任务则一般借助于工具进行描框（如图 2 所示）。学生通过本部分的实验熟悉构建数据集的过程，实现分类任务和目标检测任务数据集的构建。

本实验以从工业现场采集的烧结料面原始图像为例，完成分类任务数据集的构建。首先通过感兴趣区域提取、裁剪和高斯滤波等方法对原始图像进行预处理（如图 3 所示），构建出原始的数据集。然后根据烧结料面图像的灰度、反光程度等特征进行人工打标签，将数据集划分为不同的类别，最后将划分完成的数据集随机划分为训练集、测试集与验证集（如图 4 所示）。



图 2 labelimg 图像标注工具

4.2 基于深度学习的烧结料面识别分类算法

根据工业现场的实际需求进行深度学习网络的设计是机器视觉工程师必备的技能之一。在本案例中以烧结过程的工业场景为例，为学生分析工业现场的需求和人工智能方法所带来的优越性。具体来讲，烧结现场的工业自动化水平比较低，对于烧结质

量的监控通常采用人为观察烧结料面的方式，这种方式不但浪费了人力，同时效率低下。所以为了提升工厂的自动化水平，降低成本，拟采用深度学习方法替代人工进行烧结料面的检测。学生在本实验中可以了解到工业生产过程中的实际需求和主要目标，然后体会人工智能方法在工业生产制造中对于效率和准确率显著影响。

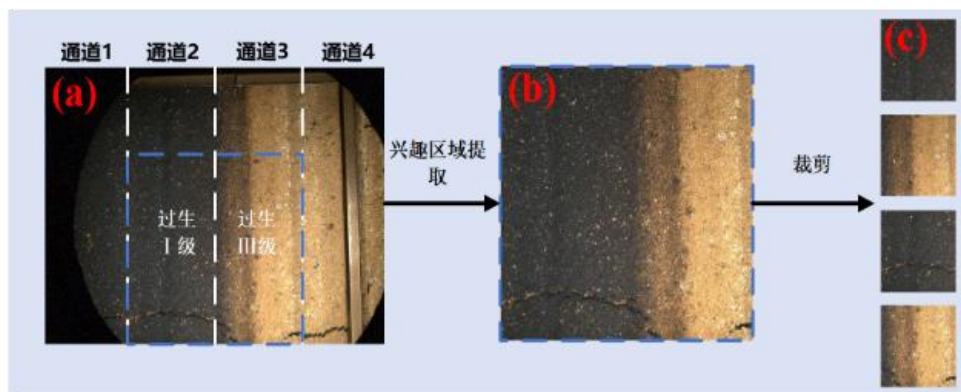


图 3 烧结点火料面预处理过程

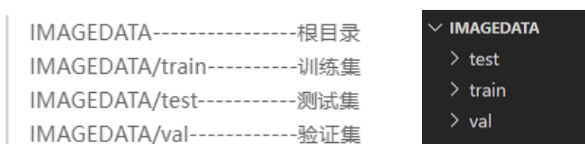


图 4 训练集、测试集和验证集的划分

本实验以先进的 HLWS-Net（如图 5 所示）神经网络为例，为同学们讲解如何实现烧结料面图像的实时识别和分类。HLWS-Net 是根据两种分流器模块（如图 6 所示）进行构建的。两个分流结构包括过渡层、致密层和连接层。首先通过 1×1 的卷积构建过渡层，对输入的特征进行降维，减少特征图数量，降低参数。然后经过致密层，通过两种带有不同卷积模板的分支来提取大小不同的特征，最后通过连接层融合特征。残差的分流器结构通过残差结构实现了特征重用，提升了识别效果。在本实验中，通过教对神经网络的讲解，来增强学生对于深度学习网络的理解。然后学生通过使用在案例一中构建的数据集来完成网络的训练和预测，并使用准确率、召回率和精准率等指标对训练得到模型进行评估和考察。在实验过程中往往不能一次性获得一个满意的模型，需要反复的调整算法参数、数据，不断评估训练生成的模型，最终获得一个满意的模型。在这过程不仅仅锻炼了学生代码能力和对 pytorch 框架的熟悉程度，同时也可以体会到数据集对于网络性能的影响。



图 5 烧结点火料面人工检测方法

4.3 算法模型部署

模型训练好之后，就到了 AI 模型实际应用的最后一环—模型部署。模型部署是将已经训练好的模型，部署到实际的应用场景中，所以模型部署更多是工程化的过程，就是解决实际的模型应用问题。模型部署的流程包括图像的输入、模型推理、数据存储和可视化展示（如图 7 所示）。在本实验中使用 C# 构建前端界面，通过 pywin32 将算法模型部署为 Windows Service 服务程序作为后台模型推理程序，并与 SQL 数据库连接，存储预测结果，最终在界面上显示料面等级（如图 8 所示）。在本实验中学生在老师的引导下，将自己训练完成的网络进行模型部署，体会模型大小对于效率的影响。通过该实验学生可以提升核心技术应用能力，并且在后续实验设计中，

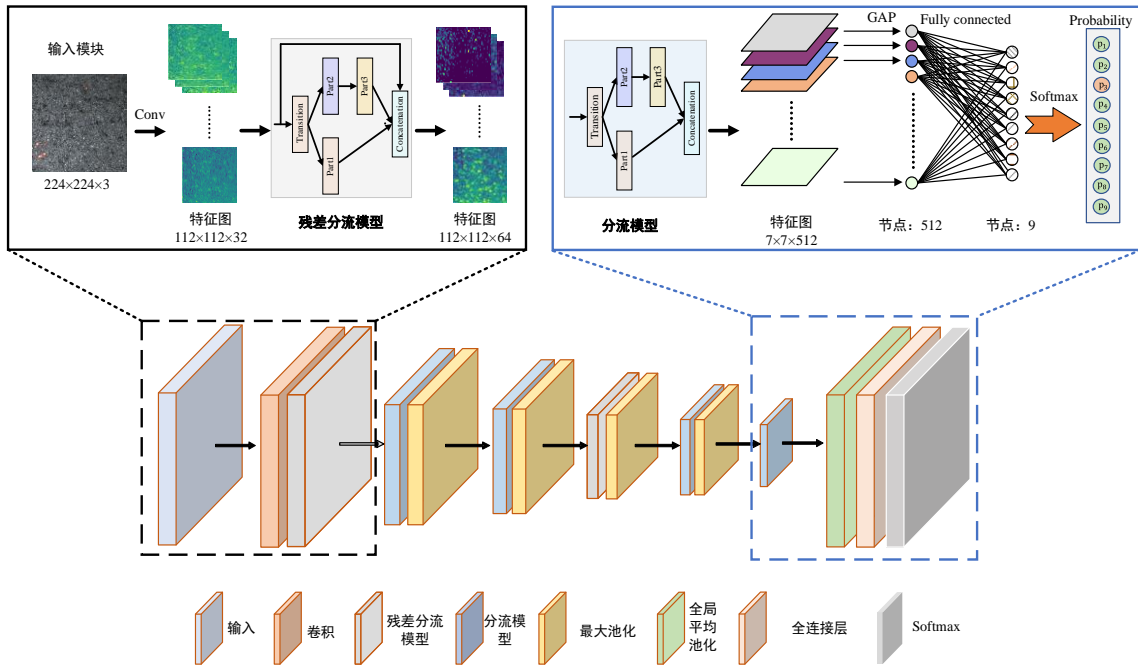


图 6 HLWS-Net网络结构

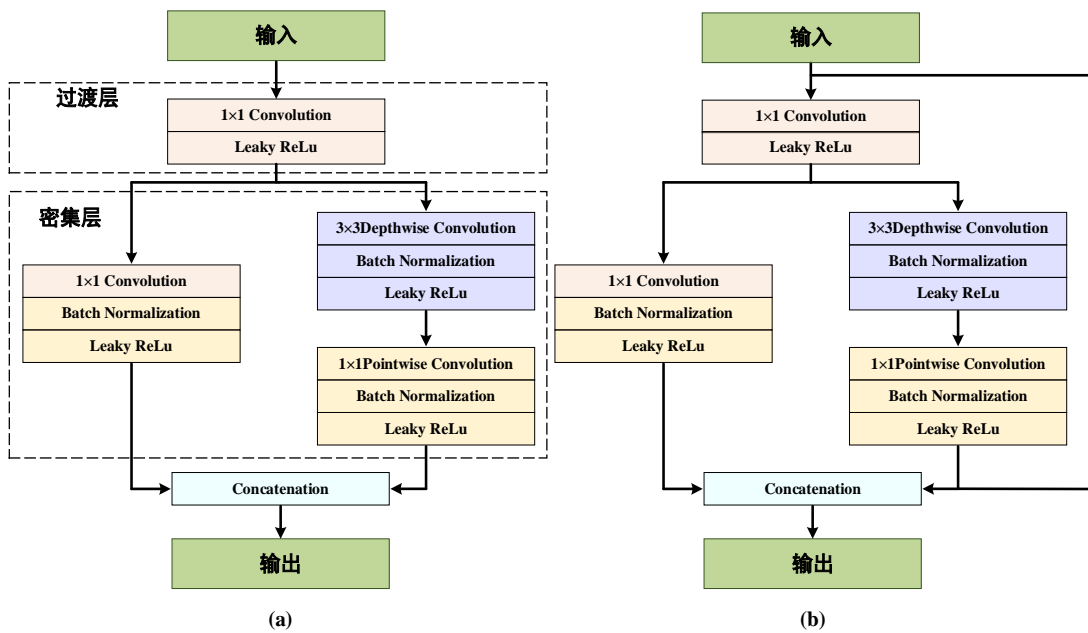


图 7 构建的不同模型 (a) 轻量级分流模型 (b) 残差轻量级分流模型

考虑增加模型的剪枝与量化部分实验，进一步提升学生的工程应用能力。

在上述三个实验环节中，实现了专业基础知识的传授和分析解决问题能力的培养，同时还注重学生自主学习能力的锻炼，这也是人工智能专业培养目标的三个层次。学生在实验过程中需要团队协作，完成每一阶

段的实验和记录实验数据，汇总在实验中遇到的问题及解决方案，最终撰写实验报告并在实验结束时展示相关结果。

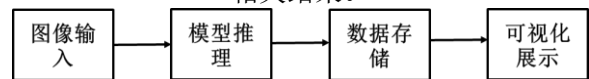


图 8 算法部署流程

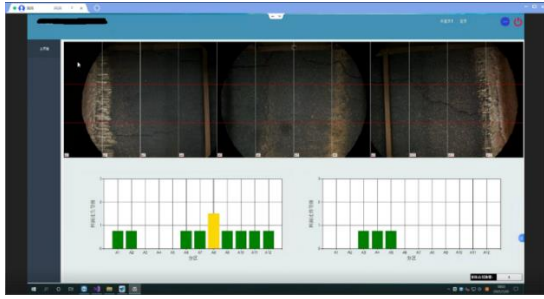


图 9 前端可视化界面

5 结束语

本文采用真实的工业场景应用为背景，设计了烧结机点火料面识别系统教学案例。通过案例与理论一体化教学的方式，加深了学生对于人工智能方法中数据集构建、算法模型设计和模型部署等技术的理解，并且对于人工智能方法实际应用的步骤有了更全面的认识。该案例贴合实际工程需求，注重人工智能方法与工业场景的结合，培养了学生分析问题、抽象问题、

算法设计能力以及核心算法综合应用能力，进一步提升学生的工程应用能力。

参考文献

- [1] 王志燕. 混合式教学模式下促进学生深度学习的设计与实践研究[J]. 工业和信息化教育, 2022(11): 4-7
- [2] 周斌, 卢红, 郑银环, 等. 面向新工科人才培养的智能制造工程专业实践教学体系建设与研究[J]. 科技视界, 2021(34): 49-52.
- [3] 卢冶, 张其亮等. 基于“课程融合、网教结合、校企联合”的软件人才培养模式研究[J]. 计算机教育, 2018(11): 45-48
- [4] 陈龙, 张伟, 赵英良, 黄鑫, 张喆, 仇国巍. 新工科背景下大学计算机人工智能实验案例设计[J]. 计算机教育, 2022(03): 29-33
- [5] 张小勤, 谭立文, 吴毅, 刘丽. 基于案例式的医学本科生人工智能课程教学与实践[J]. 重庆医学, 2020, 49(13): 2226-2228
- [6] 王文卿, 张春丽, 张纪乾, 刘涵, 李余兴. 基于 Faster R-CNN 的颌面部囊肿识别综合实验设计[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(09): 59-63.