

基于深度学习农业工程学科文献检索服务优化研究

李晶晶 井荣娟 李庆达

黑龙江八一农垦大学图书馆 黑龙江 大庆 163000

摘要：农业工程学科对于农业现代化发展具有重要的支撑作用，文献检索在科学研究中具有重要作用。现有文献检索服务在实际操作中存在检索效率不高、精度不高、容易遗漏丰富信息等局限性。信息化手段的出现促进了文献检索服务的快速发展，本文通过深度学习中的图像分类模型进行了农业工程学科的图像分类试验。结果表明，AlexNet 模型对于农业工程学科检索图像的平均分类准确率为 82.97%，基于深度学习的农业工程学科文献检索服务的实现及优化是可行的，能够为农业工程学科文献检索服务提供新的思路和实践方法，为用户提供更为准确、快速、便捷的文献检索服务。

关键词：深度学习；农业工程；检索服务；AlexNet 模型

引言：

近年来，农业工程学科逐渐受到关注，农业工程科学与技术对推动农业农村全面现代化及其生产方式、生活质量和生态环境改善作出了独特的贡献^[1]。农业工程学科的发展和建设始终是伴随农业农村现代化的需求演进而成长的^[2]，作为农业现代化的重要支撑，农业工程研究的范围也越来越广泛，突出了其在现代农业发展中的重要作用。为了进行有价值的科学研究，文献检索在科研人员全面获取相关文献信息、及时了解学科的新问题、新观点，以开展进一步研究的过程中体现了其重要性^[3-4]。通过大量的文献检索和总结，专家学者能够更加准确把握学科未来发展走向，为中国式现代化提供更为高效、有力和可持续发展的学科及人才支撑^[5]。

基于深度学习检索方法在文献检索方面的研究已日趋成熟，其检索精度也不断提高。本文基于图像分类技术，重点在农业工程学科开展文献检索服务的实现及优化研究。以期为科研人员提供更好的检索服务，为农业工程学科文献检索服务提供一种新的思路和实践方法，为用户提供更为准确、快速、便捷的文献检索服务。

一、材料与方法

将深度学习中的图像分类技术应用于文献检索服务中，从而实现农业工程学科服务的优化和提高。在文献检索服务中，图像分类技术可用于图书、论文等文献资源的自动分类、索引、标签等方面，有效降低人工成本和提高检索准确度。图像分类技术还可以对文献中的图片、图表等内容进行自动识别和分类，让用户可以更加直观地查看文献内容。本文将利用图像分类技术实现农业工程学科的文献中图片信息的自动识别和分类，提高农业工程学科服务的水平和质量。

(一) 图像数据集构建

农业工程学科的研究方向众多，本文通过结合《全球工程前沿 2022》报告 - 农业领域、2022 年农业工程类期刊最新中科院分区及 2022 农业 9 大学科领域研究热点前沿 - 农业信息与农业工程，选择其中的 10 个研究方向 / 领域，通过中国知网的图片搜索功能查找、下载并保存图片。

在中国工程院、科睿唯安公司与高等教育出版社联合发布的《全球工程前沿 2022》报告中，报告了 9

个领域的工程研究前沿和工程开发前沿，通过研判工程科技创新前沿方向，引领工程科技未来创新发展。在农业领域的工程研究前沿和工程开发前沿如表 1 所示。

表 1 农业领域的工程研究前沿和工程开发前沿

序号	工程研究前沿	工程开发前沿
1	作物从头驯化及野生种质资源开发利用	新发和再现重大动物疫病监测与预警
2	重要动物病原的免疫抑制与逃逸机制	动物精准基因编辑育种技术
3	土壤高效固碳与调控机制	智能制种技术
4	园艺作物产品器官发育与品质调控	园艺作物基因编辑技术应用
5	水产动物多倍体育种	林木全基因组选择育种
6	作物绿色栽培技术	基于 RNA 干扰的病虫害防控技术
7	畜禽多基因聚合育种	农业自主作业机器人
8	粮食安全对气候变化的响应	有机污染物催化降解技术
9	木材形成的分子生物学机制	饲用抗生素替代技术与产品
10	植物抗病小体的发现	作物无人化智慧栽培技术
11	养殖环境 - 畜禽 - 肠道微生物 - 营养素代谢互作网络机制	生态智能池塘养殖技术

2022 在北京召开的中国农业农村科技发展高峰论坛暨中国现代农业发展论坛中，遴选获得了 2022 农业 9 大学科 71 个农业研究热点，其中在农业信息与农业工程领域包含 12 个研究热点，如表 2 所示。

表 2 农业信息与农业工程领域的研究热点

类别	前沿名称
热点	区块链技术在农产品供应链中的应用
前沿	农林渔业废弃生物质定向转化与生物炼制
热点	机器视觉和图像处理技术在农业中的应用
热点	基于深度学习的植物病虫害识别
热点	生物基功能性食品薄膜包装材料的制备与应用
前沿	基于农业废弃物的生物炭材料制备与应用
热点	基于无人机的作物表型信息获取与解析
热点	农业机器人的设计、开发与应用
热点	农业废弃生物质微生物发酵转化与应用
热点	农林生物质高效分离与转化机制
热点	农业生物质基复合材料创制与应用
热点	纳米材料的绿色合成及农业应用

(二) 模型搭建

本文选择比较常用的图像分类模型 AlexNet 开展试验，通过对最终的试验结果分析，验证提出的将图像分类技术应用于农业工程学科文献中图片信息的自动识别和分类的可行性。

AlexNet 网络通过多 GPU 进行训练，尽量使用更多特征图并减少计算量，通过 LRN 归一化，抑制反馈较小神经元，放大反馈较大神经元，通过 ReLU 激活函数加快模型收敛，引入 Dropout 防止过拟合。以 AlexNet 为基础，构建农业工程学科的图像检索分类模型。卷积层从图像中某一小区域像素中就能有效提取更深层次特征信息。其计算过程如公式 (1) 所示。

$$Conv_{out} = \frac{Conv_{in} + 2p - F_{Conv}}{S_{Conv}} + 1 \quad (1)$$

池化层通常应用在卷积层后，以进一步减少运算量，AlexNet 网络采用最大池化 (Max-pooling)，通过保留图像中最显著特征，减少信息丢失。其计算过程如公式 (2) 所示。

$$Mp_{out} = \frac{Mp_{in} - F_{Mp}}{S_{Mp}} + 1 \quad (2)$$

式中， Mp_{in} 代表最大池化中输入图像尺寸 (像素)； F_{Mp} 代表池化层卷积核尺寸 (像素)； S_{Mp} 代表池化步长。

模型训练与测试使用 Pycharm 作为 Python 语言编译器。处理器为 Inter(R) Core(TM) i5-1035G1 CPU @1.00GHz 1.19，运行环境为 Windows10 系统，64 位，显示适配器参数为 Inter(R) UHD Graphics、NVIDIA GeForce MX350，最终构建了如图 1 所示的 AlexNet 网络。

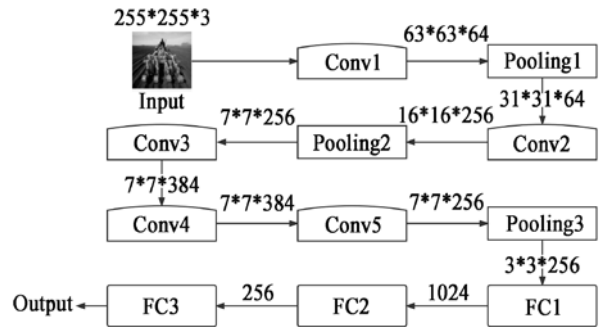


图 1 AlexNet 网络结构

输入图像大小为 $255 \times 255 \times 3$ ，经过 5 层卷积 (Conv) 和 3 层池化 (Pooling) 得到 $3 \times 3 \times 256$ 特征图。卷积核从 7 到 5 再到 3 不断变小，特征图也通过重叠式最大池化在第 1、2、5 层折半式缩小，通过全连接层 (FC) 得到最终分类结果。

二、结果与分析

(一) 评价指标

以准确率和平均准确率评价模型性能。在模型训练过程中，需要设置一定的迭代次数探究模型运行稳定性，设置迭代次数为 300，记录模型开始趋于稳定时的迭代次数，与总迭代次数取差值后，对这段范围内的模型迭代的准确率取平均值，记为模型平均准确率。

模型准确率计算公式如下：

$$A = \frac{N_C}{N_T} \times 100\% \quad (3)$$

式中，A 代表准确率，100%； N_T 代表所有样本数量； N_C 代表分类正确样本数量。

模型平均准确率的计算公式如下：

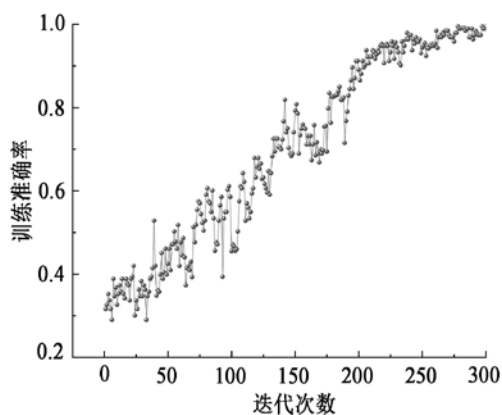
$$A = \frac{e_T}{e} \times 100\% \quad (4)$$

式中，e 代表模型稳定后剩余的迭代次数，epoch； e_T 代表剩余的每次迭代后分类准确率之和。

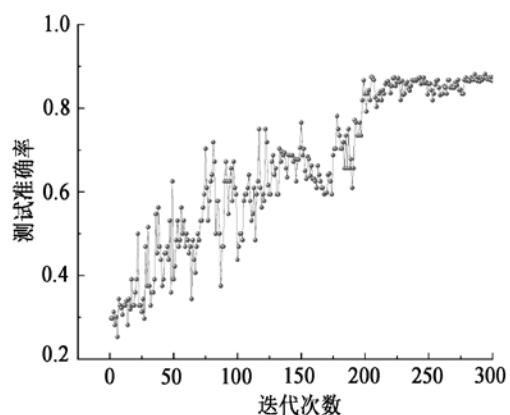
(二) 模型训练与测试结果

使用模型对图片数据集进行训练与测试，迭代 300 次后的模型训练与测试结果如图 2 所示。

在模型训练过程中，模型最高分类准确率能够达到 99.48%，每次的训练时间为 2.73 s；在测试过程中，模型最高分类准确率达到 88.12%。模型在迭代次数为 200 次左右开始趋于稳定，模型稳定后根据公式 (5) 计算得到模型训练时的平均分类准确率为 95.48%，模



(a) 模型训练结果



(b) 模型测试结果

图2 AlexNet 训练与测试结果

型测试时的平均分类准确率为 85.47%。

(三) 展望

本文利用图像分类方法对农业工程学科文献中的图片进行分类取得了较好的效果，可以应用图像分类技术改进和完善农业工程学科的文献检索服务，对于该技术的未来展望如下：

(1) 尝试使用深度学习其他算法进行研究，寻找

更加匹配的算法；对算法进行改进、优化等操作，建立更适合农业工程专业领域的图片检索模型。

(2) 模型需要大量的训练数据和计算资源，通过设计更具针对性的文献检索系统，不断优化，提高检索精度和效率。

(3) 利用图像分类技术和自然语言处理技术相结合，完善检索系统的精度和效率。

结 语：

应用 AlexNet 网络对农业工程学科 10 个研究方向图片进行了分类，模型在迭代 200 次左右趋于稳定，模型训练时平均分类准确率为 95.48%，模型测试的平均分类准确率为 85.47%。应用深度学习技术，优化了文献检索流程，通过分析图片并从中抽取特征，提高了检索效率和精度。通过自动识别并提取文献的关键信息，能够减少输入错误，并开发更多的信息资源。

通过深度学习技术构建的学科分类模型在实际使用时的最高分类准确率能够达到 90%，对于大部分的研究方向来说，分类准确率能够达到 80% 以上，平均分类准确率为 82.97%。应用图像分类技术可以成为未来农业工程学科文献检索中的一种重要手段，为科研人员提供更好的检索服务。

参考文献：

- [1] 齐飞, 朱明, 周新群, 等. 农业工程与中国农业现代化相互关系分析 [J]. 农业工程学报, 2015, 31(01): 1-10.
- [2] 李莉, 王应宽, 傅泽田, 等. 世界农业工程学科研究进展及发展趋势 [J]. 农业工程学报, 2023, 39(03): 1-15.
- [3] 李南. 高校开设文献检索与利用课的探索 [J]. 黑龙江教育学院学报, 2014, 33(04): 56-57.
- [4] 曾永松, 苟廷颐. 基于学科服务视角的文献信息检索技能探讨 [J]. 山西科技, 2019, 34(04): 55-57.
- [5] 许文松. 科研工作中科技文献检索的重要作用 [J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2022, 38(01): 55-57.

本文系 CALIS 全国农学文献信息中心研究项目“基于深度学习的高校学科文献检索服务优化研究”（项目编号：2024020）的研究成果。

作者简介：李晶晶（1988.1—），女，汉族，辽宁锦州人，硕士研究生，馆员，研究方向：文献学。