

高海林, 费宛莹, 李阳, 等. 自动化药房中药饮片识别系统开发[J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(7): 106–110. DOI: 10.20169/j.issn.2095–2163.240716

自动化药房中药饮片识别系统开发

高海林¹, 费宛莹¹, 李阳¹, 王晓冬¹, 屠晨坤¹, 李雪²

(1 南京医科大学康达学院 医学信息工程学部, 江苏 连云港 222000; 2 连云港市妇幼保健院 麻醉科, 江苏 连云港 222000)

摘要: 传统药房采购的中药饮片入库时, 往往需要经过人工审核的方式确保中药饮片进入对应的药箱, 中药饮片在配药出库时也要经过人工干预保证发药正确。针对中药饮片入库和出库审核时间较长的问题, 前端上利用 QT Designer 软件完成了自动化药房中药饮片识别系统的 UI 显示界面设计; 后端上使用 TensorFlow 里的 Keras 框架搭建 14 层的卷积神经网络模型, 完成了 14 000 张数据集上的模型训练, 训练集获得准确率为 96.07% 的模型; 通过信号槽函数设计和训练模型外置与调用, 实现了软件前后端的交互。自主开发的自动化药房中药饮片识别系统软件具有本地图片识别、拍照识别、连续识别这 3 种识别功能, 可以有效辅助药房人员进行中药饮片出入库审核, 提高工作效率。

关键词: 中药饮片; Tensorflow; 卷积神经网络; Keras 框架

中图分类号: TP311; TP399

文献标志码: A

文章编号: 2095–2163(2024)07–0106–05

Development of an automated pharmacy Chinese medicine decoction piece recognition system

GAO Hailin¹, FEI Wanying¹, LI Yang¹, WANG Xiaodong¹, TU Chenkun¹, LI Xue²

(1 Department of Medical Information Engineering, Kangda College, Nanjing Medical University, Lianyungang 222000, Jiangsu, China; 2 Department of Anesthesiology Lianyungang Maternal and Child Health Hospital, Lianyungang 222000, Jiangsu, China)

Abstract: When traditional pharmacies purchase traditional Chinese medicine decoction pieces for storage, they often need to go through manual verification to ensure that the Chinese medicine decoction pieces enter the corresponding medicine box. Traditional Chinese medicine decoction pieces also need to undergo manual intervention to ensure correct dispensing during dispensing and delivery. In response to the problem of long review time for traditional Chinese medicine decoction pieces entering and leaving the warehouse, the UI display interface design of the automated pharmacy traditional Chinese medicine decoction piece recognition system was completed using QT Designer software on the front-end, and a 14 layer convolutional neural network model was built using the Keras framework in TensorFlow on the back-end. The model was trained on 14 000 datasets, and an accuracy of 95.07% was obtained on the training set. The interaction between the front-end and back-end of the software was achieved through the design of signal slot functions and the external deployment and invocation of training models. The self-developed automated pharmacy Chinese medicine decoction piece recognition system software has three recognition functions: local image recognition, photo recognition, and continuous recognition. The software can effectively assist pharmacy personnel in reviewing the entry and exit of Chinese medicine decoction pieces, improving work efficiency.

Key words: Chinese herbal pieces; Tensorflow; convolutional neural network; Keras framework

0 引言

随着生活水平的提高, 人们对养生保健知识的

需求越来越强烈, 老年人群体更喜欢利用中药调理身体^[1-2]。多数西药为独立包装盒, 且包装盒上有明确的药品名称和相应的条形码, 西药的入库、配

基金项目: 连云港市重点研发(社会发展)计划项目(SF2318); 南京医科大学康达学院第二期品牌专业建设工程资助项目(JX206000302); 南京医科大学康达学院医学信息模拟及预测科研团队资助项目(KD2022KYCXTD003); 南京医科大学康达学院 2023 年度科研发展基金项目(KD2023KYJJ024)。

作者简介: 高海林(1991-), 男, 硕士, 助教, 主要研究方向: 物理计算以及图像识别; 李阳(1991-), 男, 硕士, 助教, 主要研究方向: 流感病毒进化关系挖掘与复杂疾病病理学分析。

通讯作者: 费宛莹(1991-), 女, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 图像识别。Email: 1455883500@qq.com

收稿日期: 2024-01-23

药、传送、打包等过程基本可以实现自动化^[3-4]。然而,传统药房采购的中药饮片入库时,往往需要人工审核,确保中药饮片进入对应的药箱;中药饮片在配药出库时也要经过人工干预,保证发药正确,上述过程往往需要具有相关中药知识的专业人员通过经验和感官来进行操作,存在误判风险高、效率低等问题,也增加了患者排队取药的时间^[5-6]。

对于中药饮片识别,目前常用的技术手段主要有化学成分分析、物理显微成像及光谱分析等^[7]。这些技术手段通常存在操作复杂、专业知识要求高、检测时间长等问题,不适合在自动化药房里推广使用。

卷积神经网络(CNN)是一类包含卷积计算且具有深度结构的前馈神经网络,是深度学习的代表算法之一^[8-9]。卷积神经网络具有表征学习能力,能够按其阶层结构对输入信息进行平移不变分类,因此也被称为“平移不变人工神经网络”^[10]。卷积神经网络一直是图像识别领域的核心,当学习数据充足时,卷积神经网络通常会有稳定的表现,因此可以采用卷积神经网络解决药饮片的识别问题。文献[11]提出一种基于注意力机制的轻量级中药识别网络模型(Attention-TCM-Net),在所建立的数据集上 top-1 准确率均值达到了 99.25%,宏准确率达到了 99.52%;文献[12]针对已建立的 60 种中药饮片图像库,提出改进后的“SE-ResNeXt”神经网络用于中药饮片识别,识别精度达到 92.45%。文献[13]中采用 EfficientNet 神经网络用于中药饮片识别,并基于 ImageNet 预训练的参数微调来加快模型训练时的收敛速度,避免过拟合,针对已建立的 80 种中药饮片图像库,识别准确率为 94.3%。上述研究通常是优化改进已有的卷积神经网络模型,且在特定的数据集上训练与测试,并不能直接实现中药饮片正确且快速出入库。

1 开发平台简介

自动化药房中药饮片识别系统软件开发采用 Python 编程语言,系统开发需要的软件平台主要有 Anaconda Navigator、PyCharm 和 QT Designer,此外还需要安装的第三方库有 OpenCV、TensorFlow、Pyqt6、Pyqt6-webengine、Pyinstaller 等。

Anaconda 是一个安装、管理 python 相关包的软件,还自带 python、Jupyter Notebook、Spyder 等,常用来管理环境和安装第三方库;QT Designer 主要用于完成自动化药房中药饮片识别系统的软件界面设

计;OpenCV 主要完成打开摄像头和保存图片等功能;TensorFlow 框架负责搭建卷积神经网络模型、训练模型、保存和调用模型等;Pyinstaller 负责将 Python 文件打包成对应可执行的 exe 程序。

2 软件开发

自动化药房中药饮片识别系统软件开发主要分为前端和后端两部分。前端主要软件显示界面的设计;后端采用 TensorFlow 框架里的 Keras 框架搭建卷积神经网络模型,训练模型并实现中药饮片的识别功能。

2.1 软件前端开发

自动化药房中药饮片识别系统软件开发的显示界面采用 QT Desiegner 软件设计,显示界面主要由 3 部分构成,分别为“自动化药房中药饮片识别系统”标题、“载入图片”和“显示结果”输入输出以及按钮部分。自动化药房中药饮片识别系统的显示界面如图 1 所示。

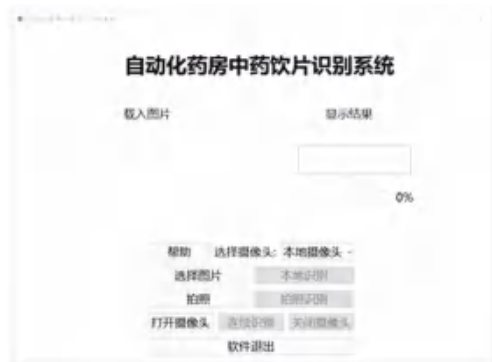


图 1 自动化药房中药饮片识别系统显示界面

Fig. 1 Display interface of automated pharmacy traditional Chinese medicine decoction recognition system

为防止使用人员误操作,使用了 3 组连锁控制,分别对应软件的 3 种识别功能。首次打开软件时,“选择图片”、“拍照”和“打开摄像头”按钮处于可以点击的使能状态;“本地识别”、“拍照识别”、“连续识别”和“关闭摄像头”按钮处于禁能状态。“选择图片”按钮被单击时,“本地识别”按钮才将处于使能状态。其它两组连锁控制与之类似。

2.2 软件后端开发

自动化药房中药饮片识别系统后端开发主要涉及深度学习的 Keras 框架以及 OpenCV、os 等库的使用。利用 Keras 框架进行中药饮片识别的过程主要有准备数据集、构建模型、编译模型、训练模型、评估模型、保存模型、调用模型等步骤。中药饮片识别过程如图 2 所示。

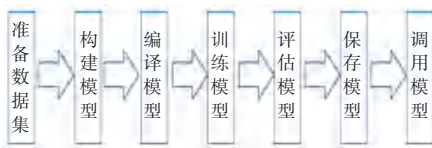


图2 中药饮片识别过程

Fig. 2 Identification process of traditional Chinese medicine decoction pieces

2.2.1 准备数据集

数据集中的图片有较高的分辨率,训练后的结果通常会更好。中药饮片数据集是由高像素、大画幅的工业相机拍照后获取到的,每张中药饮片图片的分辨率均大于 $2\ 560 \times 1\ 920$ 。本文后端软件开发的中药识别种类为 35,因此数据集文件夹的个数为 35,每个数据集文件夹内有 400 张高清图片,数据集总图片数为 14 000。

2.2.2 构建模型

利用 Keras 框架进行图像识别的模型通常有两大类:函数式模型(Model)和序贯模型(Sequential)。函数式模型(Model)的特点是多输入多输出,层与层之间是任意连接的,编译速度慢;序贯模型(Sequential)的特点是单输入单输出,即层与层之间只是相邻关系,没有跨层连接,输入和输出之间是一条路通到底,编译速度快,操作也比较简单^[14-15]。

本文软件后端开发采用的是自建的序贯模型。对于序贯模型,卷积神经网络越深,小目标特征提取越困难,甚至会出现无法提取小目标特征的情况^[16]。卷积神经网络模型的层次结构同样也会影响训练时间,网络层次越深,获得训练较好模型的时间越久^[17-18]。经过多次测试,软件后端开发最终采用的是 14 层的卷积神经网络结构,具体参数见表 1。

表1 自建卷积神经网络模型结构

Table 1 Structure of self built convolutional neural network model

神经网络层	输出	参数
Conv2D	(None, 254, 254, 64)	1 792
MaxPooling2D	(None, 127, 127, 64)	0
Conv2D	(None, 125, 125, 64)	36 928
MaxPooling2D	(None, 62, 62, 64)	0
Conv2D	(None, 60, 60, 64)	36 928
MaxPooling2D	(None, 30, 30, 64)	0
Conv2D	(None, 28, 28, 128)	73 856
MaxPooling2D	(None, 14, 14, 128)	0
Conv2D	(None, 12, 12, 256)	295 168
MaxPooling2D	(None, 6, 6, 256)	0
Conv2D	(None, 4, 4, 512)	1 180 160
GlobalAveragePooling2D	(None, 512)	0
Flatten	(None, 512)	0
Dense	(None, 35)	17 955

2.2.3 编译模型

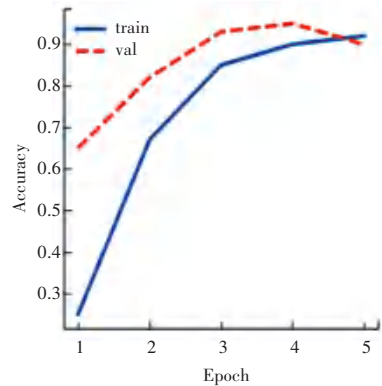
编译模型优化器选用“adam”,损失函数选用“sparse_categorical_crossentropy”。

2.2.4 训练模型

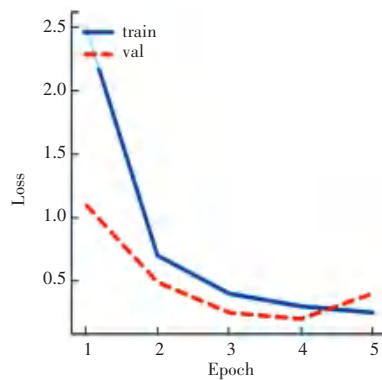
将 14 000 张数据集图片按照 8 : 1 : 1 的比例分为训练集、测试集和验证集。

在卷积神经网络模型层次固定的条件下,增加重复训练次数,会得到较好的模型参数,但也有可能出现过拟合的问题。中药饮片识别的卷积神经网络模型训练采用多次重复接力训练的方式,即加载模型、训练模型、保存模型,之后重复上述过程进行训练。

经过若干次重复训练后,可以在验证集上验证准确率,实际测得模型的准确率为 96.07%。第一轮训练过程中,训练集和测试集上的准确率和损失率变化情况如图 3 所示。



(a) 准确率变化



(b) 损失率变化

图3 训练过程中准确率和损失率的变化情况

Fig. 3 Changes of accuracy rate and loss rate during training

2.3 软件前后端交互

软件开发的前后端交互是通过信号槽函数设计和训练模型外置与调用实现的。

2.3.1 信号槽函数设计

在 PyQt6 中,每一个 QObject 对象和所有继承自 QWidget 的控件都支持信号、槽机制。当特定事

件发生时发出一个信号, 相对应的槽函数会响应对应信号。信号和槽函数可以是一对一也可以是多对多。信号、槽机制的工作机制如图 4 所示。

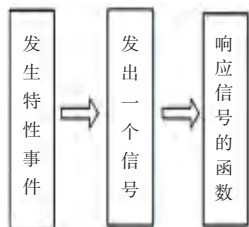


图 4 信号、槽函数工作机制

Fig. 4 Working mechanism of signal and slot functions

自动化药房中药饮片识别系统软件显示界面按钮部分就是通过连接相应槽函数实现图像识别功能。本地图片识别功能的流程如图 5 所示。

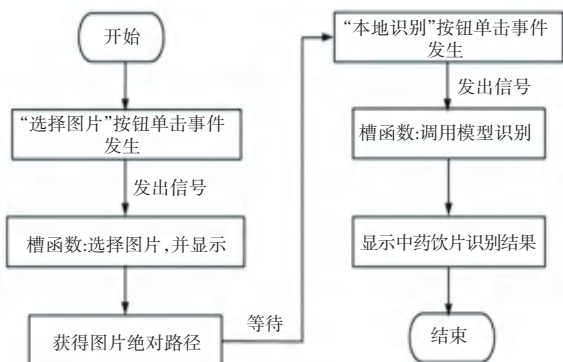


图 5 本地图片识别的流程

Fig. 5 Flow chart of local picture recognition

在本地图片识别功能中, “选择图片”后程序将自动连接到对应槽函数, 完成选择图片并显示的功能, 同时获得选中图片的绝对路径; 选择“本地识别”, 程序将连接到本地识别的槽函数, 槽函数内调用保存的模型, 完成图片识别和中文名称显示。拍照识别和连续识别功能的信号、槽函数处理过程与上述类似。

2.3.2 训练模型外置与调用

训练模型外置设计是将 Keras 框架保存的模型放置在特定文件夹内, 软件运行时会自动调用该文件夹内的模型进行中药饮片识别。由于中药品种数量繁多, 软件后端开发无法在短时间内获得所有中药的图片训练集, 只能逐步增加训练集图片。当医院药房采购中药饮片新品种时, 需要重新训练模型, 后期用户在使用软件时, 只需更新相关文件, 软件会自动调用更新好的模型进行中药饮片识别。

3 软件测试

为测试自动化药房中药饮片识别系统可靠性,

进行了软件的 3 种功能测试。

3.1 本地图片识别测试

随意选择数据集中的一种中药饮片图片, 打开自动化药房中药饮片识别系统软件, 测试下载图片的本地识别功能, 测试效果如图 6 所示。

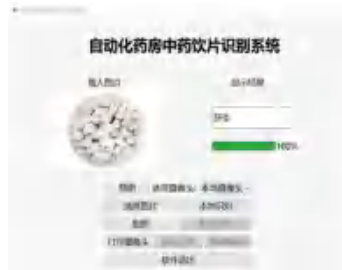


图 6 本地图片识别测试

Fig. 6 Local image recognition test

3.2 拍照识别测试

将数据集中的任意一种中药饮片放在高显色性光源下的固定位置, 测试拍照识别功能, 测试效果如图 7 所示。

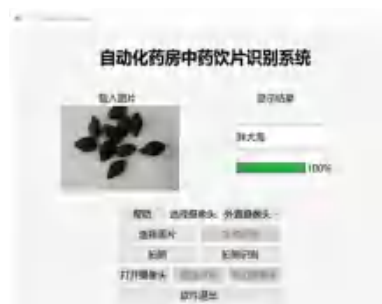


图 7 拍照识别测试

Fig. 7 Photo recognition test

3.3 连续识别测试

连续识别是中药饮片在传送带上等待入库或者出库时进行的, 软件将实时识别中药饮片。在测试连续识别功能时, “载入图片”方框内动态显示摄像头捕捉到的照片, “显示结果”方框内的识别进度滚动条动态刷新识别过程, 动态显示识别结果。关闭摄像头后的截图测试效果如图 8 所示。

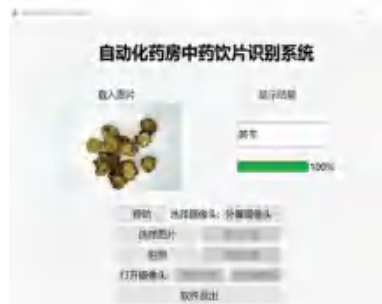


图 8 连续识别测试

Fig. 8 Continuous recognition test

4 结束语

本文自主开发自动化药房中药饮片识别系统,可以实现对中药饮片的本地图片识别、拍照识别、连续识别。软件功能模块之间有明显的分隔,按键的连锁控制可以防止操作人员误操作;训练模型外置与调用设计可以方便后期软件升级。该软件可有效辅助药房人员审核,提高了工作效率,为自动化药房的发展奠定了基础。

参考文献

- [1] 苏昆林. 自动化中药房控制系统的设计与实现[D]. 南京:南京理工大学, 2013.
- [2] 陈凯先. 21世纪中医药发展的战略思考[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2007(1): 6-9.
- [3] NORMILE D. The new face of traditional Chinese medicine[J]. Science, 2003, 299(5604): 188-190.
- [4] 张谊, 万华, 涂淑琴. 基于计算机视觉的中药饮片分类技术综述与案例研究[J]. 计算机应用, 2022, 22(10): 3224-3234.
- [5] 王元根. 中药自动配药嵌入式系统设计与实现[D]. 北京:北京交通大学, 2018.
- [6] 邓苏平. 中药饮片包装存在的不足及需要解决的问题[J]. 中国药房, 2010, 21(31): 2969-2970.
- [7] 李晓平, 唐秀能. 医院门诊药房快速发药系统的设备选型[J]. 医疗装备, 2016, 29(13): 34-36.
- [8] 崔兆文, 王武. 基于卷积神经网络的白细胞二分类的研究[J]. 智能计算机与应用, 2022, 12(6): 155-159, 165.
- [9] 颜乾坤, 肖玉芝, 杜秀娟, 等. 基于卷积神经网络的食物识别及实现[J]. 智能计算机与应用, 2023, 13(12): 154-157.
- [10] 周亦敏, 李锡麟. 基于卷积神经网络的手势识别研究[J]. 智能计算机与应用, 2020, 10(10): 27-31.
- [11] 吴冲. 基于深度学习的中药材鉴别方法研究[D]. 成都:四川大学, 2021.
- [12] 陈岩. 基于改进卷积神经网络的中药饮片识别[D]. 兰州:西北师范大学, 2022.
- [13] 常杨. 中药饮片自动调剂异常识别与处理系统研究[D]. 徐州:中国矿业大学, 2022.
- [14] 高海林, 李阳, 费宛莹, 等. 基于Keras框架的普朗克常数计算方法研究[J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(31): 22-24, 47.
- [15] 冯邦军. 基于Keras卷积神经网络的分拣蔬菜识别的设计[J]. 自动化应用, 2023, 64(10): 176-178, 181.
- [16] 孟祥然, 李琦, 张腾达. 时间卷积网络在热负荷预测中的应用[J]. 智能计算机与应用, 2023, 13(2): 47-52.
- [17] 吕建峰, 邵立珍, 雷雪梅. 基于深度神经网络的图像修复算法综述[J]. 计算机工程与应用, 2023, 59(20): 1-12.
- [18] 李文静, 白静, 彭斌, 等. 图卷积神经网络及其在图像识别领域的应用综述[J]. 计算机工程与应用, 2023, 59(22): 15-35.