

# 茶叶识别技术研究现状

程永辉, 黄彪, 周远书, 周仁宇, 严兰

贵州理工学院机械工程学院, 贵州 贵阳  
Email: 1045885485@qq.com

收稿日期: 2021年1月23日; 录用日期: 2021年2月18日; 发布日期: 2021年2月25日

---

## 摘要

茶叶识别技术是实现智能化采茶设备以及摆脱常规采茶所需庞大劳动力问题的重要技术支持。目前, 最常用的茶叶识别方式为基于机器视觉的识别技术中的深度学习目标检测以及图像特征识别的方法, 通过汇总分析茶叶识别技术的研究现状以及对于其存在的问题进行总结并预测发展趋势, 来为我国茶叶采集智能化发展提供借鉴与参考。

## 关键词

茶叶识别, 智能化采茶, 研究现状

---

# Research Status of Tea Identification Technology

Yonghui Cheng, Biao Huang, Yuanshu Zhou, Renyu Zhou, Lan Yan

School of Mechanical Engineering, Guizhou Institute of Technology, Guiyang Guizhou  
Email: 1045885485@qq.com

Received: Jan. 23<sup>rd</sup>, 2021; accepted: Feb. 18<sup>th</sup>, 2021; published: Feb. 25<sup>th</sup>, 2021

---

## Abstract

Tea Identification Technology is an important technical support to realize intelligent tea picking equipment and get rid of the huge labor force problem needed by conventional tea picking. At present, the most commonly used tea recognition methods are deep learning object detection and image feature recognition based on machine vision, by summarizing and analyzing the research status of tea identification technology and summarizing the existing problems and predicting the development trend, this paper provides reference for the development of tea collection intelli-

gence in China.

## Keywords

Tea Identification, Intelligent Tea Picking, Research Status

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

中国是茶叶种植大国, 据统计, 我国目前茶叶种植面积达 257.9 万公顷, 茶叶产量为 189 万吨, 内销量为 125 万吨, 出口量为 32.2 万吨。从相关报告中显示, 2016 年我国茶叶的销售量为 182 万吨, 同比增加了百分之五; 2017 年茶叶销售量超过了 190 万吨, 和 2016 年相比同比增加了百分之 4.4; 2018 年茶叶销售量达到了 200 万吨左右, 2019 年为 206 万吨, 预计在 2023 年时, 茶叶消费量将超过 251 万吨。站在我国茶叶行业市场销售额统计上来看, 2016 年、2017 年、2018 年以及 2019 年茶叶市场销售额分别为 2148 亿元、2353 亿元、2400 亿元、2840 亿元, 预计到 2023 年将超过 4000 亿元[1]。茶叶的采集中主要是对于茶叶嫩芽的分拣, 机械分拣十分困难, 导致在如此庞大的茶叶种植面积下, 茶叶采集方式绝大多数还是采用传统的人工采集方式进行茶叶的分拣。效率低下, 耗费极大的人力物力。

中国是茶叶大国, 其茶叶种植具有面积大、分布广、地形复杂等特点, 全程机械化生产是中国茶叶发展的必经之路[2], 要实现真正离开人工的智能化采茶设备, 最重要的就是对于茶叶识别技术的研究, 因此国内各方也对于茶叶识别技术展开深入研究, 其中最主要的研究方向是基于图像处理的茶叶识别技术、基于深度学习的茶叶识别技术以及基于机器人视觉的茶叶识别技术。通过对于茶叶识别技术的研究解决当下茶叶采集困难的问题是我国茶叶发展的重中之重。因此通过分析国内外采茶技术的发展状况以及当下茶叶识别技术的发展, 为我国智能化采茶发展提供借鉴于参考是有必要的, 对我国茶叶行业的发展前景以及趋势加以展望。

## 2. 茶叶识别技术研究动态

现有的茶叶识别技术多为基于机器人视觉的茶叶识别技术, 通过茶叶的外形、颜色等几何外观来分拣茶叶。少部分识别方法为基于其化学特征来进行识别, 例如气味、嫩芽特殊的化学组成成分等。通过茶叶的几何外观来识别茶叶是目前涉猎最广, 使用最多的识别方法之一, 而基于深度学习的识别方法由于研究较晚, 目前仍处于开发阶段。

### 2.1. 机器视觉技术

机器视觉建立在计算机视觉理论工程化基础上, 涉及到光学成像、视觉信息处理、人工智能以及机电一体化等相关技术。借助光学装置和非接触的传感器获得被检测物体的特征图像, 并通过计算机从图像中提取信息, 进行分析处理, 进而实现检测和控制的装置[3]。

机器视觉技术自二十世纪六、七十年代被提出, 经过不断地发展, 在上世纪九十年代被广泛应用到工业环境中。目前, 欧美、日本等国家在机器视觉领域的研究处于领先地位, 相应的应用也比较成熟[4], 近几年, 机器视觉的蓬勃发展, 并诸多行业和领域得到广泛应用, 视觉测量和品质判断具有良好的发展

空间。其中深度学习技术以及图像处理技术被广泛应用到茶叶的智能化识别中来。

### 2.1.1. 基于图像特征的识别技术

在对于图像的识别中,绝大多数是利用图像的颜色、几何形状、脉络纹理等方法来进行识别以及与复杂的背景进行图像分割。颜色特征主要包括颜色直方图、颜色矩;在形状特征方面,Hu 和 Zernike 矩通过一个基函数对叶片图像进行映射,曲率尺度空间构成一个轮廓拐点的多尺度组织,提出了轮廓质心描述符,用于描述轮廓上的点到质心距离的集合;在纹理特征方面,分形维数、小波变换、Gabor 小波变换、局域二值模式都是常用于提取问题特征的方法,被应用到了计算机视觉的各个领域。除此之外,SIFT, HOG (Histogram Of oriented Gradients, 梯度方向直方图)也被应用在植物图像的识别研究中[5]。

对于茶叶的识别,目前用的最多的是基于其 RGB 模型或其几何外形的识别方法,通过嫩芽与老叶之间颜色的不同来区分。如沈阳工业大学张博等[6]的基于 RGB-D 的茶叶识别与定位技术研究,依靠嫩芽与背景(老叶、茎、土壤)颜色和大小不同在彩色图像上进行识别。沈阳工业大学王子瑀等[7]采用提取颜色特征的方法检测茶叶嫩芽。对采集到的茶叶图像做滤波降噪处理,随后比较分析茶叶图像在 RGB、HSI、Lab、YIQ 四个颜色模型下的颜色特征,对比后提取 G-B 颜色特征并灰度化。浙江大学张程等[8]提出了基于茶叶图像颜色特征和纹理特征的分类方法,使用量化的颜色直方图法提取图像颜色特征,使用灰度共生矩阵法提取图像纹理特征,合并两类特征后导入支持向量机分类器,从而实现茶叶种类和等级的自动识别。

### 2.1.2. 基于深度学习的目标检测

深度学习指的是构建含有多隐层的机器学习模型,利用大量数据进行训练,得到丰富的更具代表性的特征信息,从而对样本进行分类和预测,提高分类和预测的精度[9]。自从 2006 年 Hinton 提出利用神经网络对多媒体数据中的高层特征进行自动学习以来,基于深度学习的目标检测已成为计算机视觉领域中一个重要的研究热点[10]。2012 年, Krizhevsky 等人提出了一种 AlexNet 的深度卷积神经网络;2013 年, Facebook 通过启用深度学习技术帮助分析理解其相关数据,有助于预测理解用户的心情和动向,同年, Lin 等提出了一种创新网络——网络中的网络(Network In Network, NIN);2015 年, 微软的亚洲研究院提出了“深层残差网络”(Deep Residual Networks);2017 年, Sabour 等人首次提出了胶囊网络(CapsNet)的概念;2018 年, 谷歌在深度强化学习取得突破性进展的前提下,提出了一个“世界模型”,该模型由强化学习组建的神经网络模型构成,用于预测人工智能“梦境”时期的外部环境[11]。

基于深度学习的目标检测算法对复杂背景下的茶叶嫩芽具有较高的检测精度,为复杂背景下茶叶嫩芽的智能化采摘设备的研究提供了基础。近年来,我国学者也通过深度学习对茶叶的识别进行了开发研究。如安徽农业大学徐高健等[12]选用了基于 VGG-16、ResNet-50 和 ResNet-101 特征提取网络的 Faster R-CNN 深度网络模型分别对茶叶嫩芽数据样本进行训练,同时,该方法与三种相同特征提取网络的 SSD 深度网络模型进行对比,为茶叶的智能化采摘提供了技术支撑。黄山学院吕军等[13]为确定合理有效的茶叶嫩芽采摘时间,提出一种基于 AlexNet 卷积神经网络的茶叶嫩芽状态智能识别方法,为嫩芽智能采摘提供理论依据。浙江理工大学罗浩伦等[14]为快速、准确地检测茶叶嫩芽,提出了基于 VGG16 卷积神经网络的茶叶嫩芽自动检测方法。能够有效地减少特征选择和重叠等对检测结果的影响。

## 2.2. 基于化学成分进行的茶叶识别

在茶叶识别技术的研究中,通过特殊的化学组成成分来进行茶叶嫩芽的识别也是不少学者研究的方向。通过使用了气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)、电子鼻和电子舌分别对茶叶进行检测,得到其化学成分、香气和滋味信息,以此来区分特征识别物。目前对于通过该方法来进行茶叶识别的技术研究较少,

且多为识别不同种类茶叶之间的区别，并未运用到识别嫩芽与老叶之间的区别。如上海应用技术学院王帅等[15]检测出有机正山小种红茶、普通一级正山小种红茶和普通二级正山小种红茶的 46 种、48 种和 55 种香气物质，含量最多的香气物质分别是香叶醇、芳樟醇和氧化芳樟醇，通过检测到的香叶醇、氧化芳樟醇和芳樟醇含量来确定茶叶种类。

### 2.3. 现有茶叶识别方法优缺点分析

在现有的茶叶识别技术中，依靠茶叶的颜色特征来进行茶叶识别的方法使用最多，也是识别方法中最容易实现的一项技术，但是依靠嫩芽与老叶之间颜色或者形状上的区别来进行识别，由于茶叶自身背景颜色的原因，识别正确率较低，茶叶采集效率低下。基于深度学习的目标检测技术融入到茶叶识别中是目前茶叶识别领域中研究最多的技术，该方法相对于传统的图像识别方法识别精度更高，用处广，但其实现难度相对较大，在茶叶识别领域与目前仍处于研究阶段。而基于茶叶化学成分的方法来识别茶叶的技术识别精度相对较高，但目前基于此项进行的研究较少，相对去其他茶叶识别方法，近几年没有实质性的进展。

## 3. 国内外茶叶机械化采摘技术发展状况

### 3.1. 国外采茶技术的研究背景与现状

日本早已于 20 世纪初进行了茶叶采摘机研究和应用。日本早期使用大剪刀采茶，后期用了背负式与手持式等小型单人采茶机[16]。在 20 世纪 70 年代 1976 年，大型自走式、乘坐式采茶机投入使用，比如鹿岛 III 型采茶机、茶试二号拖拉机装载采茶机和克罗拉采茶机[17]。20 世纪 30 年代，前苏联从日本进口采茶大剪刀，农学家沙多夫斯基便制作出了第一台轮型采茶机样机，其主要成果在于实现了往复切割。但在此后的研制工作中，前苏联却几乎毫无成效，直到 20 世纪 70 年代前后研制出的切割式采茶机[18]。澳大利亚、印度、法国、英国、阿根廷等国也曾不同程度地开展了采茶机的研制工作。随着科技的发展，实现自动化机械采摘是国外大宗茶以及优质茶叶的采摘技术的发展趋势，而名茶的采摘，但由于历史和饮茶习惯，国外智能化的采茶设备的研究几乎是空白。

### 3.2. 国内采茶技术的研究背景与现状

我国对于茶叶采摘机械的研究起步于二十世纪中叶。上世纪七十年代，我国的各大农业学科高校以及科研院所开始了对大宗茶采摘机械自动化设备的开发[19]。中国提出了包括机动和手动的往复式，还有水平钩刀式与螺旋滚刀式等采茶机的理念。并且国内多个地区大量地开展了对机械化采茶的研究，研制采茶机。于 20 世纪 80 年代初，中国农业科学院茶叶研究所等机构研制出了双人采茶机[20]。

2012 年 9 月，肖宏儒等人研制出了我国第一台乘坐自走式采茶机样机。并且其在田间的试验成功，标志着我国采茶机发展的巨大进步。我国虽然是茶的故乡，但是茶叶的机械化采摘起步相对较晚。目前整体机械化水平还很低，自动化、智能化基本为零。

## 4. 茶叶识别技术痛点分析

在茶叶的识别过程中，茶叶的嫩芽部分会被老叶遮挡的非常严重，不同种类茶叶和相同种类不同产地的茶叶之间也存在一定的差异。不同茶叶种植环境不一样，有的茶叶种植在丘陵，有的种植在平原，拍摄时的角度势必会有不同。再者，不同从茶叶种植密度不同，这样会导致嫩芽遮挡的程度差异很大，而遮挡问题也是茶叶识别和采摘的难点之一[21]。由于光照的影响会使嫩芽出现遮挡呈现暗色调或者老叶透光后呈现翠绿色，有些茶叶嫩芽的舒展度不高，叶片的脉络不清晰且较密集，反之老叶的舒展度较高，

这些种情况都使嫩芽图像识别和检测出现了问题[22]。其次茶叶识别会受到现场环境的干扰,例如日照光线的变化,光线的变化会导致茶叶反馈回机器视觉的信息出现偏差导致识别出现问题,这也是目前室外图像识别技术的问题之一。

## 5. 茶叶识别技术未来展望

我国是茶叶生产和消费大国,目前国内茶叶生产自动化程度还较低,耗费的人力物力较大,随着科技的不断发展,劳动力日益短缺,所以实现茶叶的智能化采集具有重要意义。而茶叶识别技术的研究是实现智能化采茶设备的必要条件,由于茶叶识别技术目前还不成熟,极大的限制了我国茶叶采集智能化发展的道路,本文重点综述了基于机器视觉的识别方法、基于化学模型的茶叶识别方法。其中基于深度学习的茶叶识别技术发展前景较好,识别准确度高,但技术难度较高。而基于茶叶图像特征的茶叶识别技术研究相对较多,但是相对于深度学习技术准确率较差,普遍存在的问题就是嫩芽与非茶叶的背景杂色难以区分。未来中等和优质茶叶的采摘作业会继续向自动化水平更高的机械化方向发展,采茶机械由单纯的机械设备向集机械、电子、液压、信息技术、光学、计算机视觉、智能控制等先进技术为一体综合设备转变。名茶的采摘将由智能采茶机器人来完成。因此,茶叶识别技术将变得尤为重要。

## 基金项目

高层次人才启动项目(XJGC20190927);贵州省科技计划项目(黔科合基础[2019]1152号);国家级大学生创新创业项目(项目编号:202014440015)。

## 参考文献

- [1] 邹溪. 茶叶行业及茶叶行业质量现状的研究[J]. 福建茶叶, 2020, 42(9):49-50.
- [2] 王文明, 肖宏儒, 宋志禹, 韩余, 丁文芹. 茶叶生产全程机械化技术研究现状与展望[J]. 中国农机化学报, 2020, 41(5): 226-236.
- [3] 朱云, 凌志刚, 张雨强. 机器视觉技术研究进展及展望[J]. 图学学报, 2020, 41(6): 871-890.
- [4] 朱良. 机器视觉在工业机器人抓取技术中的应用[D]: [硕士学位论文]. 中国科学院研究生院(沈阳计算技术研究所), 2016.
- [5] 胡直峰. 植物图像识别方法研究及实现[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2017.
- [6] 张博. 基于 RGB-D 的茶叶识别与定位技术研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2020.
- [7] 王子钰. 基于图像的茶叶嫩芽检测技术研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2020.
- [8] 张程, 王进, 鲁晓卉, 陆国栋, 唐小林, 李文萃. 基于图像颜色和纹理特征的成品茶种类与等级识别[J]. 中国茶叶加工, 2020(2): 5-11.
- [9] 王琨, 刘大茂. 基于深度学习的茶叶状态智能识别方法[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2015, 29(12): 120-126. [http://dx.chinadot.cn/10.3969/j.issn.1674-8425\(z\).2015.12.020](http://dx.chinadot.cn/10.3969/j.issn.1674-8425(z).2015.12.020)
- [10] 赵永强, 饶元, 董世鹏, 张君毅. 深度学习目标检测方法综述[J]. 中国图象图形学报, 2020, 25(4): 629-654.
- [11] 孙肖肖. 基于深度学习的茶叶嫩芽检测和叶部病害图像识别研究[D]: [硕士学位论文]. 泰安: 山东农业大学, 2019.
- [12] 许高建, 张蕴, 赖小猷. 基于 Faster R-CNN 深度网络的茶叶嫩芽图像识别方法[J]. 光电子·激光, 2020, 31(11): 1131-1139.
- [13] 吕军, 夏华鹤, 方梦瑞, 周礼赞. 基于 AlexNet 的茶叶嫩芽状态智能识别研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2019, 31(2): 72-78. <http://dx.chinadot.cn/10.3969/j.issn.1002-2090.2019.02.012>
- [14] 罗浩伦, 冯泽霖, 冉钟南, 马杰, 吕军. 基于 VGG16 网络的茶叶嫩芽自动检测研究[J]. 农业与技术, 2020, 40(1): 15-17. <http://dx.chinadot.cn/10.19754/j.nvyjs.20200115005>
- [15] 王帅. 基于化学成分和香气滋味的有机正山小种红茶识别算法研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海应用技术学院, 2016.

- [16] 尚凯歌. 茶叶采摘机器人机械结构设计及控制系统研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 长春理工大学, 2019.
- [17] 韩余, 肖宏儒, 秦广明, 宋志禹, 丁文芹, 梅松. 国内外采茶机械发展状况研究[J]. 中国农机化学报, 2014, 35(2): 20-24. <http://dx.chinadoi.cn/10.13733/j.jcam.issn.2095-5553.2014.02.006>
- [18] 王财盛. 基于机器视觉的采茶机割刀控制方法研究与设计[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江工业大学, 2017.
- [19] 范元瑞. 并联式自动采茶机的设计与研究[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛科技大学, 2019.
- [20] 王焜. 采茶机器人运动学分析及仿真[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2018.
- [21] 赵博杰. 基于机器视觉的茶叶嫩芽识别关键技术研究[D]: [硕士学位论文]. 鞍山: 辽宁科技大学, 2020.
- [22] 白雪, 蒋思中. 茶叶嫩芽图像的自动识别与检测研究[J]. 电脑知识与技术, 2020, 16(16): 207-208.