

基于 OpenCV 的图像处理技术在验证码文字识别中的应用

郭文斌

兰州资源环境职业技术大学, 甘肃 兰州 730021

DOI: 10.61369/TACS.2026070021

摘 要 : 验证码是网络平台核心的人机安全验证机制, OpenCV 是开源轻量化计算机视觉库, 集成了成熟、高效的图像处理算法, 可完整适配验证码图像预处理、干扰剔除、特征强化等全流程操作。基于此, 本文结合复杂验证码的识别难点提出针对性应用对策, 为计算机视觉技术在文本识别场景的应用提供实践思路。

关 键 词 : OpenCV; 图像处理; 验证码; 文字识别; 图像预处理

Application of Image Processing Technology Based on OpenCV in Captcha Text Recognition

Guo Wenbin

Lanzhou Resources and Environment Voc-Tech University, Lanzhou, Gansu 730021

Abstract : Captcha is a core human-machine security verification mechanism for online platforms. OpenCV, as an open-source and lightweight computer vision library, integrates mature and efficient image processing algorithms, which can fully adapt to the entire process of captcha image operations including image preprocessing, noise removal, and feature enhancement. Based on this, this paper proposes targeted application countermeasures combined with the recognition difficulties of complex captchas, providing practical ideas for the application of computer vision technology in text recognition scenarios.

Keywords : OpenCV; image processing; captcha; text recognition; image preprocessing

引言

验证码文字识别属于轻量化机器文字识别技术范畴, OpenCV 开源视觉库具备跨平台、运算高效、算法丰富、资源消耗低的优势, 可高效完成图像灰度化、降噪、二值化、形态学处理、轮廓检测等操作, 针对性解决各类验证码识别难点^[1]。因此, 探究基于 OpenCV 的图像处理技术在验证码文字识别中的应用对策, 具有重要意义。

一、验证码文字识别的现状与特点

(一) 验证码文字识别发展现状

传统人工识别效率极低, 单张识别耗时约 3-5 秒, 难以适配批量场景。随着开源图像处理技术的普及应用, 采用通用视觉库做预处理识别已经成为业内共识, 这就彻底避免了传统固定的模板约束, 通过图像的优化去噪及文字特征提取, 极大提高了识别精度。其中 OpenCV 作为一种功能完善且高效的软件被大量采用, 因为它具有多种编程语言的支持、强大的扩展性和高性能的计算能力, 使其成为轻量级验证码识别的主要选择, 并在合规系统的维护、自动化的办公室工作及网络检测等方面得到了广泛地使用, 进一步提升网络作业自动化运行效率。实测数据显示, 原

生 Tesseract-OCR 识别普通验证码准确率仅 40%-60%, 而经 OpenCV 灰度化、降噪、二值化预处理优化后, 基础数字字母验证码识别准确率可提升至 83%-87%, 单帧处理耗时仅 42ms, 实时性优势显著。目前该技术已广泛应用于系统测试、数据采集等合规场景, 针对简单静态验证码成熟度较高, 但对扭曲、粘连、强干扰的复杂验证码识别仍存在明显短板。

(二) 验证码图像核心特点

经过长期迭代, 现代验证码形成了区别于普通文本图像的典型特征, 也是机器识别难度提升的核心原因, 主要体现在干扰多样化、字符形态不规则、样式差异化显著三个维度。其一, 验证码干扰元素多元且随机, 主流平台摒弃纯色背景, 叠加点状、块状噪点与直线、曲线干扰线, 搭配渐变色彩、纹理背景等干扰元

项目信息: 甘肃省 2023 年高校教师创新基金项目基于话语分析的电信诈骗检测与预警研究编号: 2023A—224 单位: 兰州资源环境职业技术大学黄河流域生态环境产教融合研究院(数字经济产业研究室)。

素。其二，验证码字符形态无统一规范，普遍存在旋转、拉伸、扭曲、位置偏移等形变问题，字符间距混乱，粘连、重叠现象频发。其三，验证码行业样式差异极大，电商、社交、政务、企业系统的验证码在尺寸、分辨率、字符数量、干扰强度上无统一标准，涵盖极简无干扰与多层高干扰等不同等级。

二、基于 OpenCV 的图像处理技术

（一）基本架构

OpenCV 是开源免费、跨平台的计算机视觉库，兼容多系统与主流编程语言，通用性与拓展性极强。核心基础模块承担底层支撑功能，负责验证码图像的读取、存储、格式转换与标准化处理，统一图像尺寸与通道参数，规避图像参数混乱引发的处理失效问题，为后续图像处理提供规范数据。图像处理模块是核心功能模块，集成灰度变换、阈值分割、降噪滤波、形态学变换等算法，可针对性解决验证码噪点多、干扰遮挡、字符模糊、色彩冗余等问题。特征检测模块主要提取图像轮廓、边缘与形态特征，精准定位验证码字符区域，区分有效字符与背景干扰，实现字符精准切割，解决字符粘连、位置偏移的定位难题。图像转换模块可完成色彩空间与图像维度转换，将彩色图像转化为灰度、二值图像，简化数据维度，剔除无效色彩干扰、保留核心字符特征^[2]。

（二）图像处理核心技术

结合验证码的干扰特征与识别难点，OpenCV 依托各类轻量化核心算法，可实现图像全维度优化与字符特征强化，各核心技术相互配合，构成完整高效的验证码图像预处理体系，覆盖识别优化全流程^[3]。

图像灰度化是图像预处理的重要环节，其能有效排除颜色信息中冗余的部分，降低这些因素对识别正确率的影响。采用 OpenCV 可将彩色图像转化为单色的灰度图像，在保留文字外形及笔画特征的同时去除了不必要的色彩噪声，并简化了数据量。

图像二值化作为重要的预处理技术，可以提高文字特征的表现能力。OpenCV 中有固定的阈值和自动阈值两种选择方式，而后者可根据图像块的灰度变化情况来动态地设置阈值，适应于灰度分布复杂的验证码，避免了利用固定阈值可能造成字符被分割或者干扰未被滤去的情况^[4]。

图像降噪技术用于清除验证码点状噪点、细碎杂点与纹理干扰，提升图像纯净度。OpenCV 适配多类滤波算法：中值滤波可无损剔除椒盐噪点，保护字符笔画细节；高斯、均值滤波可平滑灰度波动，弱化纹理与渐变背景干扰。

形态学处理是解决字符粘连、笔画残缺、干扰残留的核心技术，包含腐蚀、膨胀、开运算、闭运算四种基础操作。腐蚀可清除细碎干扰像素与细线条；膨胀可填补字符笔画空洞、修复轻微断裂；开运算能降噪且不改变字符形态；闭运算可优化字符间隙、改善轻微粘连。

轮廓检测与字符分割是精准识别的前置关键步骤。OpenCV 可扫描预处理后的纯净图像，提取所有闭合轮廓，通过筛选轮廓参数过滤无效背景轮廓，精准定位字符区域^[5]。见表 1。

表 1 图像处理核心技术

技术名称	功能作用	OpenCV 实现要点
图像灰度化	去除色彩冗余与噪声，简化数据量，强化字形与底色明暗差，为后续处理奠基	将彩色图像转为灰度图像，保留字符外形与笔画特征
图像二值化	简化图像，消除背景、浅色噪声及细干扰线，拉大字形与背景反差	支持固定阈值、自动阈值；自动阈值适配灰度分布复杂的验证码，规避字符分割、干扰残留问题
图像降噪	清除噪点、纹理干扰，提升图像纯净度	中值滤波去除椒盐噪点、保护笔画；高斯 / 均值滤波平滑灰度波动，弱化背景干扰
形态学处理	处理字符粘连、笔画残缺、干扰残留	包含腐蚀、膨胀、开运算、闭运算，分别实现除细干扰、补笔画、保形态降噪、优化字符间隙等效果
轮廓检测与字符分割	定位字符区域，是识别前置关键	提取图像闭合轮廓，筛选参数剔除无效轮廓，精准划分字符范围

三、基于 OpenCV 的图像处理技术在验证码文字识别中的应用对策

（一）构建分层式图像预处理流程，适配多类型验证码

基于 OpenCV 的模块化及灵活性强的特点，研发人员可设计一套可不断迭代的层级化预处理方法以提高算法对不同验证码的兼容性，即先进行基础优化后，再深入降噪，接着增强特征，最后实现文字切割。自动根据自身情况确定处理阶段及算法参数配置。对于简单的干净验证码来说，只需进行灰度化 - 自适应二值化 - 简单去噪就可满足其高并发的要求，能确保速度快；对于含噪点及小干扰线这类常见验证码，需通过形态学运算去除细碎干扰信息。让字符边缘变得光滑一些^[6]。而对于碰到诸如字符粘连、多干扰项、带纹理背景等较为复杂的验证码，则会引入新的高级运算如闭合、轮廓选择以及精确定位分离等来一步步排除干扰，矫正字符缺陷。同时建立一个动态参数匹配机制，依据验证码清晰度、灰阶分布情况以及干扰强度进行能够自动调整滤波因子、二值化阈值、形态学内核大小等重要参数，防止因采用固定参数造成的过度处理或不充分处理问题，这一层叠过程可适配所有类型的验证码类型，克服了传统方案不具备通用性的缺陷，既可保证较高识别率又能提升运行速度^[7]。

在此基础上，研发人员可应用人工智能的模式识别技术判断电话诈骗的文字特征，验证数据集数据的质量及差异性，形成文本分析基础；运用自然语言处理技术提取话语特征，并通过海量中文文献数据库修正常规文本关键词频次，确定关键词的欺骗偏移度，选取主要骗术特征；以相关性较高的骗术关键词为主导因素构建风险识别规则及报警模型，并依据文本的关键词频数以及对话特征与制定的标准进行比对，准确判断诈骗风险并触发告警。

（二）优化算法组合策略，解决核心识别难点

为了突破技术瓶颈，增强识别精度，研发人员对 OpenCV 的算法组合进行优化。对于粘连字采用“形态学处理 + 边缘检测 + 自动修正分割”处理方案，采用闭操作增大字符间距，并依据字符轮廓特征区分单个边界，切割操作要准确进行，避免切割不均匀的情况出现。针对汉字笔画的损坏和破坏情况，采用小核腐蚀膨胀交替的方式精细修复笔画上的缺陷，防止大核处理造成字形失真风险^[8]。对各类噪声进行分类处理，并进行去噪操作：如利用中值滤波去除点状噪声，使用形态学的方法处理线状类的噪声，对于复杂的花纹类的背景采用高斯滤波器进行处理，可以多方位地排除掉不必要的噪声。针对不清晰的文字边缘以及弱化了的特征属性，在图像预处理中增加了边缘强化模块，使用边缘检测技术对文字边缘进行强化以区分文字块与背景区域，并强化畸变文字的主要特征；该简单算法模块无需复杂系统支持即可解决多类型 CAPTCHA 的识别工作，大幅提升了识别正确率以及可靠性^[9]。

例如，在电信诈骗文本识别场景中，自然语言处理技术可精准挖掘诈骗话术的隐性文本特征，依托该技术开展电信诈骗话语特征提取工作。正常文本数据依托清华大学 THULAC 中文词法分析模型获取，该模型基于 5800 万字大规模人工标注中文语料库训练构建，可保障正常文本词汇统计的真实性与可靠性。通过筛选有效词汇子集纳入自建训练数据集，结合诈骗文本与正常文本的词汇频次差异，量化计算各关键词的诈骗倾向权重与特征关联度，并依托筛选后的高关联特征词汇，形成适配电信诈骗文本场景的智能识别规则体系。

（三）简化处理流程，提升识别运行效率

为达到精准识别的效果，研发者可借助 OpenCV 的轻量级以及高性能特点对其流程加以优化。首先在前期预处理环节中采用缩放及截取的方式确定统一的验证码尺寸和分辨率，并将多余的边框及空白剔除出去，进而减少无效像素运算量，缩减后续处理流程时间。将算法和逻辑进行了削减和合并，避免不必要的过滤

和阈值化等操作，并用最好的图像特征匹配算法进行一对一的操作；对于灰度均一的验证码可采用固定阈值将其转化为二进制数以节省运算量。借助 OpenCV 的跨平台和低成本的优势，将代码精简化以及重新分配其部署位置，在非高性能硬件上也可快速进行图像处理，缩短识别耗时来满足自动化运维管理及大批量操作的要求，达到准确性与时效性的双重保障^[10]。

四、结语

综上所述，验证码文字识别是计算机视觉轻量化应用的重要内容，OpenCV 图像处理技术有着模块化、轻量化、高灵活度的优势，可有效净化验证码图像、强化字符特征，提升识别运行效率。轻量化计算机视觉文字识别是智能文本分析的重要技术方向。OpenCV 凭借模块化、轻量化、高灵活性的特点，可高效完成图像文本预处理、干扰剔除、字符特征强化等操作，有效提升文字识别的精度与效率。该技术除适用于复杂验证码识别场景外，还可拓展应用于电信诈骗话语的智能文本分析。在电信诈骗特征挖掘与风险识别研究中，海量繁杂、存在冗余干扰的文本数据，是影响特征提取与识别规则构建的关键难点。依托 OpenCV 图像处理能力，可对诈骗原始文本数据进行净化优化，强化核心字符与文本特征，实现海量诈骗文本的高效筛选与有效信息挖掘。经优化的高质量文本数据，能够为后续自然语言处理关键词提取、机器学习数据集校验、诈骗倾向值量化分析提供坚实的数据基础，支撑电信诈骗风险识别规则搭建、预警模型构建以及诈骗话语特征与演进规律挖掘。持续优化算法组合与参数自适应机制后，该轻量化视觉技术可深度适配诈骗文本智能分析场景，解决海量文本筛选、隐性诈骗特征识别等技术痛点，为电信诈骗智能识别与风险治理优化提供有效的技术支撑。

在后续工作中，研发人员可依托 OpenCV 的拓展性能，优化参数自适应机制与算法组合逻辑，推动轻量化计算机视觉技术在文字识别领域的深度落地。

参考文献

- [1] 金鑫豪, 池凯凯. 面向汉字点选验证码的轻量级高效识别方法 [J]. 计算机科学, 2024, 51(S2): 299-307.
- [2] 冯涛. 基于孪生神经网络的点选验证码识别方法研究 [D]. 上海财经大学. 2024.000484.
- [3] 宋鹏飞, 高文博, 张迪. 基于 OpenCV 的图像处理技术在验证码文字识别中的应用 [J]. 有色设备. 2023.06.011.
- [4] 秦志伟, 陈黎. 基于图像风格迁移技术生成图像验证码研究 [J]. 计算机与数字工程, 2023, 51(10): 2444-2451.
- [5] 肖浩宇, 耿红玉, 吕怡哈, 等. 基于关键字的大屏动态文字识别软件设计研究 [J]. 电子技术与软件工程. 2023.05.012.
- [6] 杨佳彬. 基于深度学习的场景文字检测与识别研究 [D]. 燕山大学. 2022.001503.
- [7] 骆沛然. 基于 Tesseract-OCR 的西夏文字深度学习识别研究及实现 [D]. 宁夏大学. 2022.001077.
- [8] 胡雪晴. Android 应用自动化测试中 UI 人机交互方法的设计与实现 [D]. 北京邮电大学. 2021.000681.
- [9] 叶子卿. 基于 Tesseract-OCR 的古代汉语文字识别方法的设计与实现 [D]. 南京邮电大学. 2020.000005.
- [10] 王枫, 陈小平. CNN 深度学习的验证码识别及 Android 平台移植 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2019, 19(7): 20-22+73.