

基于 Halcon 的快递信息识别研究

吴泽楷

武汉轻工大学, 中国·湖北 武汉 430000

摘要: 电商行业蓬勃兴起, 快递业务规模不断膨胀。依据国家邮政局数据, 2024 年中国快递业务量已然突破千亿元大关。在海量业务需求的情形下, 传统人工录入快递信息效率相当低, 每小时仅仅能处理 100 至 200 份面单, 出错率更是高达 3% 到 5%, 根本没法满足物流行业对于高效、精准信息处理的需要。此篇围绕基于 Halcon 机器视觉软件的快递信息识别技术展开研究工作。讲述 Halcon 于快递信息识别里的应用原理, 深度解析从图像采集直至信息识别的整个流程, 同时搭建一套基于 Halcon 的快递信息识别系统。实验显示, 该系统可快速且精准地识别快递面单信息, 极大地提升物流处理效率, 降低人工成本, 给物流行业自动化信息处理提供切实可行的技术方案。

关键词: Halcon; 快递信息识别; 机器视觉; 物流自动化

Research on Express Delivery Information Identification Based on Halcon

Zekai Wu

Wuhan Polytechnic University, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: With the vigorous development of the e-commerce industry, the scale of express delivery business continues to expand. According to the State Post Bureau, China's express delivery volume has exceeded 200 billion pieces in 2024. Under the massive business demand, the traditional manual input of express information is not only inefficient, only processing 100-200 orders per hour, and the error rate is as high as 3% -5%, which is difficult to meet the needs of the logistics industry for efficient and accurate information processing. This paper focuses on the express delivery information identification technology based on Halcon machine vision software. Explain the application principle of Halcon in express delivery information identification, analyze the whole process from image collection to information identification in detail, and build a set of Halcon-based express delivery information identification system. The experiment shows that the system can quickly and accurately identify the express surface order information, greatly improve the logistics processing efficiency, reduce the labor cost, and provide feasible technical solutions for the automatic information processing in the logistics industry.

Keywords: Halcon; express delivery information identification; machine vision; logistics automation

0 前言

近年来电商行业繁荣, 快递业务量爆发式增长。国家邮政局数据表明, 2024 年中国快递业务量突破千亿元。面对这般庞大业务规模, 传统人工录入快递信息方式效率低得惊人^[1]。拿某中型物流分拣中心来说, 人工每小时仅能处理 100 到 200 份面单, 而且员工因长时间重复劳动极易疲劳, 致使出错率高达 3%~5%。这严重影响物流时效性, 还增加了运营成本。机器视觉技术因具有非接触、高精度、速度快等优点, 成为物流自动化的关键技术。Halcon 作为全球领先的机器视觉软件, 算法库丰富, 工具集强大, 在工业检测、字符识别等诸多领域广泛应用。在汽车零部件制造领域, Halcon 帮助企业快速检测零部件表面缺陷; 印刷行业, 它能精确识别印刷品的字符与图案。开展基于 Halcon 的快递信息识别研究, 对推动物流行业向智能化、自动化转变, 有着极为重要的现实意义。

1 Halcon 技术概述

1.1 Halcon 简介

Halcon 由德国 MVtec 公司打造, 是一套齐全的机器视

觉算法软件包, 具备超 2000 个函数, 涵盖图像采集、预处理、特征提取、模式匹配、测量以及分类等机器视觉所有环节。图像采集时, Halcon 支持 GigEVision、USB3Vision 等常见相机接口, 不管是 Basler、Dalsa 这类知名工业相机品牌, 还是小众品牌相机, Halcon 都可无缝连接, 保证采集到高质量图像。特征提取环节, Blob 分析函数依据设定的面积、形状等参数, 能快速提取图像里的目标区域; 边缘检测函数可以准确确定物体边缘, 为后续处理提供关键信息。Halcon 适配 C++、C#、Python 等多种编程语言, 方便开发者按实际需要开展二次开发。拿 Python 来说, 输入简单的“import halcon as ha”语句, 就能便捷调用 Halcon 库。开发者可结合 Python 众多第三方库, 像 NumPy、Pandas, 高效处理与分析数据。而且, Halcon 跨平台能力强, 能在 Windows、Linux、MacOS 等多个操作系统上运行, 确保系统部署灵活, 不管是 Windows 系统的办公环境, 还是 Linux 系统的工业现场, 都能稳定运转。

1.2 Halcon 在快递信息识别中的优势

在快递信息识别领域, Halcon 优势显著。其算法有着超强鲁棒性, 借由自适应阈值调整技术, 能依据图像灰度分

布状况自动对阈值加以调整, 切实应对各类光照条件。多尺度分析技术能够在不同分辨率层面剖析图像, 就算面单有污渍、褶皱等状况, 也能够精准提取字符特征。于某物流仓库开展实际测试时, 即便光线昏暗或者面单存在污渍, Halcon 依旧能够维持较高识别准确率。Halcon 所具备的多线程优化技术, 极大提高了处理速度, 可契合物流行业实时性需求。在物流流水线情形下, 快递包裹每秒以多个的速率经过扫描设备, Halcon 凭借高效算法与多线程处理本领, 能在极短时间内完成面单信息识别。其丰富工具库以及灵活编程接口, 给快递信息识别系统开发带来极大便利, 开发者无需从起始处编写繁杂算法, 节省大量开发时间。

2 基于 Halcon 的快递信息识别系统设计

2.1 系统总体架构

基于 Halcon 搭建的快递信息识别系统, 依托模块化设计思路, 由图像采集、图像预处理、字符分割、字符识别以及结果输出这五个模块构成且相互关联。各个模块彼此独立, 却又紧密配合, 一同达成快递面单信息的自动化识别。图像采集模块作为系统接收信息的端口, 肩负着获取快递面单图像的重要职责。它借助工业相机与 Halcon 软件的完美衔接, 能够实时且稳定地采集到高质量的面单图像, 为后续的处理工作提供可靠的数据支撑。图像预处理模块运用 Halcon 功能强大的图像处理函数库, 对采集得到的图像先后进行去噪、灰度化、二值化等处理操作。去噪环节能消除图像中的噪声干扰, 增强图像的清晰度; 灰度化操作把彩色图像转化成便于处理的灰度图像, 降低数据处理量; 二值化则能凸显图像里的字符信息, 为字符分割营造良好的条件。

字符分割模块运用投影法之类的算法, 依据 Halcon 的 projection 函数, 对预处理后的图像展开分析。通过设置恰当的水平 and 垂直投影阈值, 把面单上粘连在一起的字符分割成一个个单独的字符, 为准确识别打下基础。字符识别模块采用基于模板匹配的算法, 依靠 Halcon 的 match_template 函数, 将分割好的字符与事先建立的字符模板库作比较, 实现字符的精确识别。结果输出模块把识别出的快递信息, 存储到 MySQL 数据库里, 同时利用 Qt 开发的用户界面清晰呈现, 便于操作人员进行数据的核对和管理。

2.2 图像采集

图像采集步骤选用 MV-CE050-10GC 高分辨率工业相机, 它的分辨率达到 2592 × 1944, 能够清楚地捕捉快递面单的细节内容。配上环形 LED 光源, 在采集时相机和面单保持 30cm 垂直距离, 保障面单图像完整进入相机视野范围^[2]。把光源亮度调到 150 (0-255 灰度值), 这个参数经多次实验证实, 可有效防止阴影和反光对图像质量产生不良影响, 保证采集到的图像清晰且完整。相机帧率设定为 30fps, 符合物流流水线快速作业的要求, 能在短时间内连续采集众多面单图像。为进一步提高图像采集的稳定性, 系统配置了自动对焦和图像防抖功能。自动对焦功能可依据面单与相机的距离变动, 实时调整焦距, 让图像一直保持清晰;

图像防抖功能借助内置陀螺仪传感器, 实时监测相机抖动状况并作出相应补偿, 避免因快递包裹快速移动造成图像模糊, 确保在各类复杂工作状况下, 都能获得清晰的面单图像。

2.3 图像预处理

图像预处理环节包含灰度化、去噪和二值化三个步骤, 具体处理函数及参数如表 1 所示。

表 1 基于 Halcon 的图像预处理步骤与参数设定表

处理步骤	Halcon 函数	关键参数
灰度化	rgb1_to_gray	-
去噪	median_image	MaskSize 选择 5 × 5
二值化	threshold	采用默认 Otsu 算法参数

灰度化进程里, Halcon 运用 rgb1_to_gray 函数, 按照人眼对不同色彩的敏感程度, 把彩色图像转变成灰度图像, 减少数据处理量。去噪阶段, median_image 函数采用 5 × 5 的掩膜对图像实施中值滤波操作, 能有效地消除椒盐噪声, 并且保留住图像的边缘信息。二值化环节, Otsu 算法通过计算图像类间方差, 自动确定出最优阈值, 将灰度图像转化为黑白二值图像, 方便后续进行字符分割。实际使用时, 针对一些面单存在光照不均的状况, 还可以运用局部二值化算法, 进一步提高图像二值化的成效。

2.4 字符分割

字符分割阶段采用基于投影法的算法, 其关键原理是借助分析图像在水平和垂直方向的像素分布状况, 实现字符的准确位置确定与分割。对二值化后的图像实施水平和垂直投影操作, 运用 Halcon 的 projection 函数生成投影直方图。经大量试验测试及数据分析, 将水平投影阈值设成 50, 垂直投影阈值设为 30, 系统便能依据投影直方图的峰值与谷值, 精确判定字符的位置和大小。实际快递面单图像中, 字符粘连问题较常见, 严重干扰识别效果。为解决这一难题系统引入局部阈值调整及形态学操作^[3]。像两个因印刷瑕疵粘连的字符, 系统先进行膨胀处理, 通过增大结构元素使字符间间隙变大; 然后进行腐蚀操作, 去除因膨胀产生的多余像素, 恢复字符原本形态。在 Halcon 中, 用 dilate 和 erode 函数完成膨胀与腐蚀动作。经此处理粘连字符得以分开, 保证字符分割的正确性, 为后续字符识别提供高质量输入。

2.5 字符识别

字符识别运用基于模板匹配的算法。事先构建字符模板库, 把常见的数字、字母和汉字制成模板。模板库内字符模板的分辨率统一为 32 × 32 像素。把分割后的字符和模板库中的模板做匹配, 用 match_template 函数匹配时, 将匹配阈值设为 0.8, 找出最相符的字符。为提升识别效率, 采用分级匹配策略, 先对字符作粗分类, 把字符分成数字、字母、汉字这三大类, 再在特定类别里进行精细匹配。还能通过优化模板库, 增添不同字体、字号的模板, 进一步提升识别的准确程度。

2.6 结果输出

识别结果输出模块把识别所得的快递信息存入 MySQL

数据库，数据库表结构涵盖快递单号、收件人姓名、收件人电话等字段。借助 Qt 开发的用户界面呈现识别结果，便于操作人员进行核对与管理^[4]。界面设计秉持简洁易用准则，运用表格样式展示识别结果，针对识别存疑信息，用红色加以标注，以提醒操作人员。系统还具备数据导出功能，能够将识别结果导出成 Excel 表格，方便后续开展数据分析与统计。

3 实验与结果分析

3.1 实验设置

为全方位、科学地验证基于 Halcon 的快递信息识别系统综合性能，研究团队开展了一系列系统性实验。样本筹备期间，研究人员从众多物流分拣中心与快递网点收集到 1000 张快递面单图像，这些图像涉及顺丰、圆通、中通等主流快递公司，囊括热敏纸、铜版纸等常见材质，以及激光、喷墨印刷工艺的面单。样本里有字迹清晰、色彩鲜艳的优质面单，也有印刷模糊、色彩偏差的低质量面单。将这 1000 张样本图像按 7 : 3 的比例，分成训练集和测试集。700 张训练集图像用于搭建并训练字符模板库，训练时运用 Halcon 的特征提取函数，多次进行特征提取与分析，持续优化字符模板的边缘、轮廓等特征参数，提升模板的准确性和多样性。300 张测试集图像用来评估系统性能，为贴近物流运输实际场景，特意在其中加入 100 张带有污渍、模糊、破损等状况的面单。

实验开展时，测试集的每张图像都依照图像采集、预处理、字符分割以及识别的流程处理。借助自动化脚本记录系统识别结果与处理时长，把识别结果和预先标注好的真实面单信息作对比，统计识别准确率。实验所用的是配备 Intel Core i7 处理器的高性能计算机，有 16GB 运行内存，装的是 Windows 10 操作系统。此配置可以发挥 i7 处理器多核心运算的长处，加快 Halcon 算法的运行速度，依靠 16GB 内存与 Windows 10 系统的兼容性，确保系统稳定运转。

3.2 实验结果

历经严谨实验操作，基于 Halcon 的快递信息识别系统呈现出卓越性能。字符识别准确率层面，数字与字母总体识别准确率达 98.2%，汉字总体识别准确率为 95.3%。在清洁面单情形下，数字和字母识别准确率高达 99.5%，汉字识别准确率为 97.8%。当遭遇污渍、模糊、破损这类复杂面单时，数字和字母识别准确率虽有所下滑，却依旧维持在较高水准，污渍面单时为 97.3%，模糊面单时为 96.8%，破损面单时为 95.0%；汉字识别准确率在污渍面单中是 94.2%，模糊面单中是 92.6%，破损面单中是 90.0%。处理速度上，系统平均每张图像处理时间稳定在 0.48 秒，哪怕处理有问题的面单，也可契合物流流水线快速作业的时间需求。这意味着，基于 Halcon 构建的快递信息识别系统，识别准确率高，处理速度快，能切实应对物流场景里面单多样化的难题（见表 2）。

表 2 Halcon 识别系统在复杂面单场景下的字符识别成效表

字符类型	整体识别准确率	清洁面单识别准确率	污渍面单识别准确率	模糊面单识别准确率	破损面单识别准确率	平均处理时间 (秒)
数字和字母	98.2%	99.5%	97.3%	96.8%	95.0%	0.48
汉字	95.3%	97.8%	94.2%	92.6%	90.0%	0.48

3.3 结果分析

实验结果显示，基于 Halcon 搭建的快递信息识别系统有着出色表现。就识别准确率而言，对于数字、字母和汉字都能够做到高精度的识别，这要归功于 Halcon 功能强大的算法库以及恰当合理的模板匹配策略^[5]。处于清洁面单的场景当中，该系统的识别率极高，而当面临污渍、模糊、破损等复杂状况的面单时，自适应阈值调整和多尺度分析技术起到了作用，使得较高的识别准确率得以维持。在处理速度方面，平均 0.48 秒的处理时间，符合物流流水线对于实时性的要求，这是 Halcon 的多线程优化技术以及实验所采用的高性能硬件配置共同协作的成果。该系统在处理破损情况较为严重的面单时，识别准确率仍有提升的余地，主要是由于模板匹配算法对图像完整性的要求比较高，一旦字符特征大量缺失，匹配的难度就会增大。后续的研究可以考虑引入深度学习算法，以此进一步增强系统在复杂场景下的识别性能。

4 结语

论文聚焦基于 Halcon 的快递信息识别技术展开探究，成功构建一套高效识别系统。研究显示，该系统在快递信息识别上成果斐然，不管是清洁面单，亦或是有污渍、模糊、破损的复杂面单，都能维持较高识别准确率，处理速度快，契合物流行业实际需求，切实提高物流处理效率，降低人工成本。但系统处理严重破损面单时存在短板。往后可引入深度学习算法，凭借其强大的特征学习能力优化字符识别流程，进一步提升系统在复杂场景下的识别性能。相信伴随技术持续发展完善，基于 Halcon 的快递信息识别技术会在物流行业获得更广泛应用，为物流自动化、智能化转变增添新动力，促使整个行业迈向更高发展阶段。

参考文献：

- [1] 曾志鸿,刘军.基于HALCON的快递地址信息识别研究[J].机电信息,2019(17):1-3.
- [2] 孙东.快递包裹信息码视觉定位与识别技术研究[D].哈尔滨:哈尔滨商业大学,2022.
- [3] 马祥祥.基于机器视觉的物流分拣系统研究与应用[D].无锡:江南大学,2023.
- [4] 孙东.快递包裹信息码视觉定位与识别技术研究[D].哈尔滨:哈尔滨商业大学,2022.
- [5] 赵一帆.基于图像识别技术的快递运单信息自动检测[D].鞍山:辽宁科技大学,2021.

作者简介: 吴泽楷(1996-),男,中国湖北武汉人,硕士,从事视觉研究。