



# 基于 YOLOv8 的女裤结构特征识别方法

李 梦<sup>a</sup>,陈敏之<sup>b</sup>

(浙江理工大学, a. 服装学院; b. 国际时装技术学院, 杭州 310018)

**摘 要:** 为实现服装款式图的匹配与样板图的快速生成,提高服装企业制版效率,提出了一种基于 YOLOv8 的女裤结构特征识别方法,通过对女裤结构特征的识别来匹配相似的款式图。根据女裤制版规则,建立女裤结构特征分类体系,得到需要识别的结构特征,包含廓形、腰部结构、臀部结构、裆部结构、门襟和口袋等 6 个模块,并将其细分为 23 个类别;按照分类体系对结构特征进行编码,得到类别标签;以人台式款式图为研究对象,绘制女裤样本,通过制定和统一样本标注规则,创建了可用于结构特征识别的数据集;采用 YOLOv8 对增强后的款式图数据集进行识别,并将模型应用于相似款式图的匹配和样板图的快速生成。结果表明:该方法能够有效地对女裤结构特征进行分类,整体分类精确率为 97.8%,平均精度均值达到 99.0%,可为服装结构特征识别和应用提供有效途径。

**关键词:** 女裤结构特征; YOLOv8; 女裤制版; 款式图识别; 相似款式图匹配

**中图分类号:** TS 941.71

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-3851 (2025) 07-0507-08

**引用格式:** 李梦,陈敏之. 基于 YOLOv8 的女裤结构特征识别方法[J]. 浙江理工大学学报(自然科学), 2025, 53(4): 507-514.

**Reference Format:** LI Meng, CHEN Minzhi. A structural feature recognition method of women's pants based on YOLOv8[J]. Journal of Zhejiang Sci-Tech University, 2025, 53(4): 507-514.

## A structural feature recognition method of women's pants based on YOLOv8

LI Meng<sup>a</sup>, CHEN Minzhi<sup>b</sup>

(a. School of Fashion Design & Engineering; b. Zhejiang International Institute of Fashion Technology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** To facilitate the matching of clothing style sketches and the swift generation of template maps, so as to improve the pattern-making efficiency of apparel enterprises, a YOLOv8-based method for identifying structural features of women's pants was proposed. This method matches similar style sketches by recognizing the structural features of women's pants. According to pattern-making rules for women's pants, a classification system for structural features was established, encompassing six key modules: silhouette, waist structure, hip structure, crotch structure, placket, and pockets, which were further subdivided into 23 categories. These structural features were then encoded according to the classification system to obtain category labels. Taking mannequin-based style sketches as the research object, samples of women's pants were drawn. By formulating and unifying sample annotation rules, a dataset suitable for structural feature recognition was created. The enhanced dataset of style sketches was recognized using YOLOv8, and the model was applied to match similar style sketches and rapidly generate pattern drawings. The results indicate that this method can effectively classify the structural features of women's pants, with an overall classification accuracy of 97.8% and a mean average precision of 99.0%. It provides an effective approach for the recognition and application of garment structural features.

**Key words:** structural characteristics of women's pants; YOLOv8; women's pants plate making; pattern recognition; similar style sketch matching

收稿日期: 2024-11-18 网络出版日期: 2025-03-06

作者简介: 李 梦(1998—),女,湖北十堰人,硕士研究生,主要从事服装数字化方面的研究。

通信作者: 陈敏之, E-mail: cmz\_m@163.com

0 引 言

传统的服装制版需要制版师人工分析款式图信息并绘制样板图,容易受主观判断的影响,造成款式特征误判、款式图到样板图的转换差异大以及生产效率低等问题<sup>[1]</sup>。依据款式图与样板图之间的对应关系,利用服装款式图的全局与局部特征对款式图进行识别,能实现款式图的自动分类以及相似款式的检索,完成样板的自动转化,从而提高服装企业的生产效率。

近年来,利用深度学习技术进行服装图像的特征提取和识别分类等相关研究得到了广泛关注<sup>[2]</sup>。针对服装局部特征风格难以识别的问题,Yue 等<sup>[3]</sup>提出一种基于服装图像和设计问题图的联合组成的卷积神经网络模型,实现了不同款式的服装风格的识别。吴欢等<sup>[4]</sup>采用 CaffeNet 卷积神经网络模型解决了廓形相似、类别相同的女裤款式图难以识别的问题,提高了服装廓形的识别准确率。江慧等<sup>[5]</sup>通过构建服装款式的风格特征模型,实现了服装风格的款式相似度计算。目前对款式图的识别侧重于色彩、纹理与风格等<sup>[6-7]</sup>全局特征的分类,而服装样板如裤子还需要考虑省道、门襟等细部特征。

针对上述问题,本文提出了一种基于 YOLOv8 的女裤结构特征识别方法。该方法将相似款式图的匹配转化为对款式图中结构特征的识别。参照女裤制版知识,选定款式图中需要识别的结构特征共有 23 个,并设计类别标签,为构建数据集提供依据;通过绘制人台式款式图和制定标注规则,构建了女裤数据集;选择 YOLOv8 作为识别实验的模型,实现

了女裤结构特征的准确识别;最后将模型输出的结构特征类别标签,与数据库中类别标签对应的款式图进行匹配,检索出相似款式图,并依据款式图与样板图的对应关系,调用并修改样板图得到目标样板,实现样板的快速生成。由于该模型能够快速定位和识别图像中的细节特征,因而能提高服装结构特征识别技术在服装检索系统中的应用价值。

1 女裤款式图结构特征

1.1 结构特征分类

本文以女裤人台式款式图为研究对象,其结构特征主要描述制版规则的款式信息,不考虑服装面料材质、色彩和花边等具有装饰性的细节。参考女裤制版方法<sup>[8]</sup>,绘制基础框架,再绘制局部细节的模式,总结出对款式图需要识别的结构特征,包括裤长、廓形、腰部结构、臀部结构、裆部结构和内部细节等 6 个模块,具体的分类体系如图 1 所示。本文统一将长裤作为研究对象,故不对裤长进行分类。廓形可归纳为直筒裤、锥形裤、阔腿裤、喇叭裤、紧身裤和萝卜裤;腰部结构的设计通常是腰位的变化和腰下造型设计,其中腰位分为高腰、中腰和低腰 3 类,裤装腰部的省道和褶裥只是工艺的不同,故腰下造型可分为省道(褶裥)、较多褶裥、无褶裥。臀部结构按照臀围松量大小分为合体臀、较宽松臀、宽松臀;裆部结构主要考虑裆部位置,可分为常规裆位、低裆位;内部细节设计有门襟和口袋(腰部口袋),门襟包括有门襟和无门襟,口袋分为贴袋、挖袋和插袋和无袋等 4 类。经过 15 名专家评定所设计的分类体系涵盖了现有的大部分女裤款式。

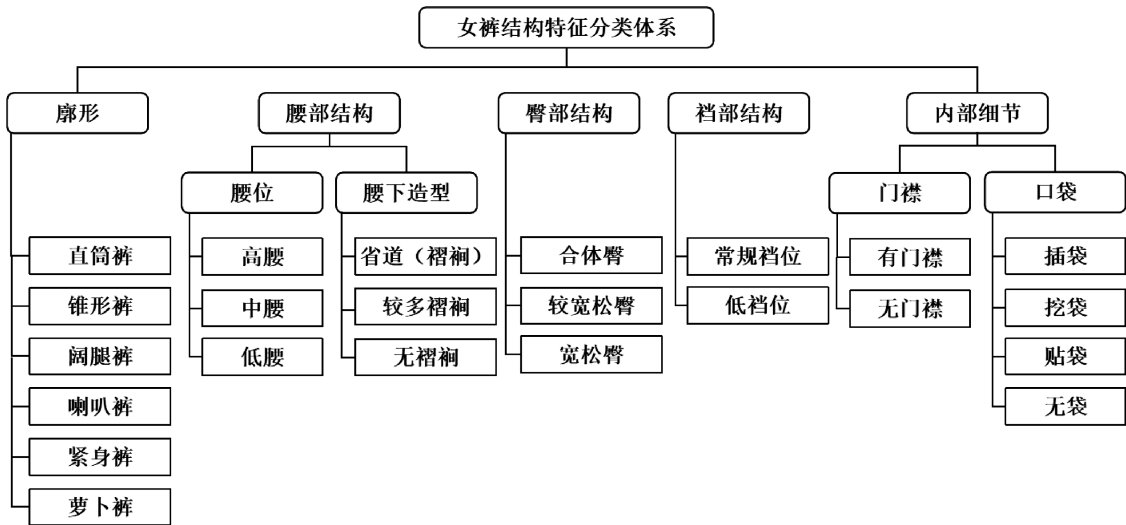


图 1 女裤结构特征分类体系

1.2 标签设计

对款式图中的特征进行标签设计是将繁杂信息简单化表达,有利于更好地归纳款式结构特征以及构建款式图数据集。依据女裤结构特征识别体系,

本文共设计了 7 类标签,每类标签又包含了不同类别,编码结果如表 1 所示。将每个类别按照字母与数字组合的方式进行编码,以便于后续样本标注和数据整理。

表 1 女裤结构特征编码

廓形		腰部结构		臀部结构	裆部结构	内部细节	
廓形 A		腰位 B	腰下造型 C	臀围松量 D	裆位 E	门襟 F	口袋 G
直筒裤 A1		高腰 B1	省道 C1	合体臀 D1	常规裆位 E1	有门襟 F1	贴袋 G1
锥形裤 A2		中腰 B2	较多褶裥 C2	较宽松臀 D2	低裆位 E2	无门襟 F2	插袋 G2
阔腿裤 A3		低腰 B3	无褶裥 C3	宽松臀 D3			挖袋 G3
喇叭裤 A4							无袋 G4
紧身裤 A5							
萝卜裤 A6							

2 识别实验

2.1 模型选择与搭建

本文采用 YOLOv8 作为女裤结构特征识别的模型。该模型仅进行一次前向传播就可以同时实现标定框的位置预测和类别预测,常用于目标检测、实例分割和关键点检测等任务。与 Faster R-CNN、SSD、低版本 YOLO 相比,YOLOv8 具有更高的检测精度、更快的检测速度、更轻量化以及更广泛的应用场景等优点<sup>[9]</sup>。同时,YOLOv8 适用于背景信息简单的黑白人台式款式图的深度学习,能够快速识别图像中的底层特征和细节特征。

YOLOv8 结构主要由输入端(Input)、主干网络

(Backbone)、颈部(Neck)和检测头(Head)等 4 个模块组成<sup>[10]</sup>。用于女裤结构特征识别的 YOLOv8 结构如图 2 所示。其中主干网络的初始端由两个 3×3 的卷积核的 Conv 模块提取款式图的初步特征,C2f 扩大网络感受野并增强网络深度,SPPF 模块使用快速的空间金字塔池化操作,以提取更全面的特征信息并减少冗余的计算;Neck 模块采用上采样、下采样调整图像尺寸和 Concat 操作,以实现不同尺度的特征信息融合,并将结果输入 Head 网络;Head 部分的 3 个检测头,负责检测大、中、小尺寸的目标特征,并采用 2 个任务分支对图像进行分类和回归预测,输出图像的分类信息和标定框的位置信息。

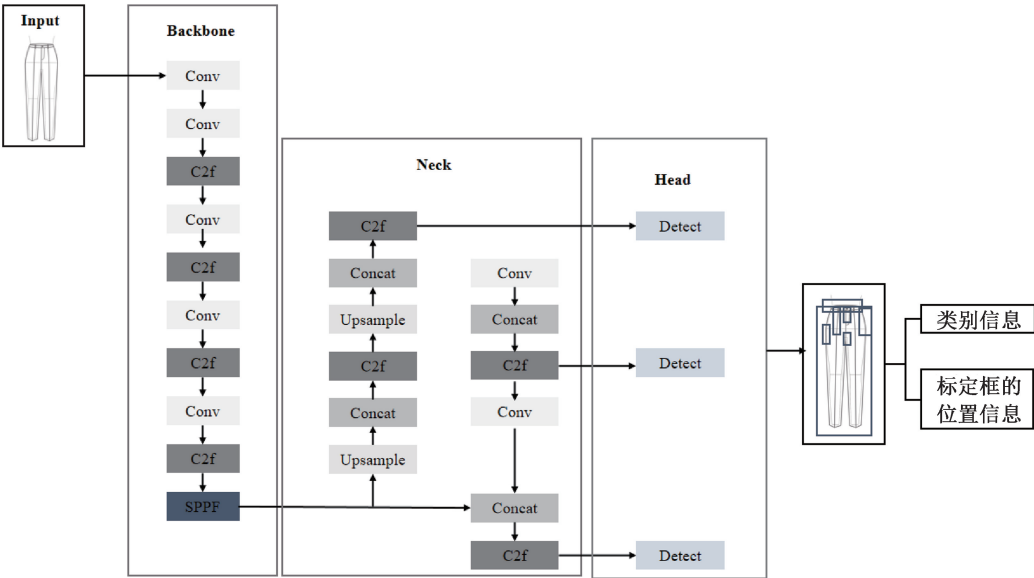


图 2 YOLOv8 结构图

2.2 数据集构建

2.2.1 数据集准备

为了准确地判别女裤的廓形和臀围松量,本文

选用“人台式”款式图<sup>[11]</sup>作为研究对象,它能直观地反映女裤的着装效果以及服装与人台间的关系。按照 160/66A 标准女体下装人台的尺寸和关键围度

数据,将人台进行等比例缩小实现二维平面转化,减少多余线条对款式图特征提取时的干扰。收集服装企业和相关网站的女裤款式图,参照这些图像和分类体系,利用 Coreldraw X8 绘图软件在二维人台底图上绘制 2500 余张女裤款式图,获得了款式多样的女裤数据集。其中每种廓形的款式图各 416 张,其余特征数量最少为 402 张,数量最多为 1378 张。采

用数据增强处理数据,扩充数据集,并通过数据调节改善数据集中同一特征不同类别分布不均问题,提高模型泛化能力。数据增强包括图像的明暗变化、随机旋转、垂直翻转、加入椒盐噪声和高斯模糊等,图像增强后的效果如图 3 所示。增强后的数据集有款式图 18016 张,不同类别的结构特征数量分布相对平衡。

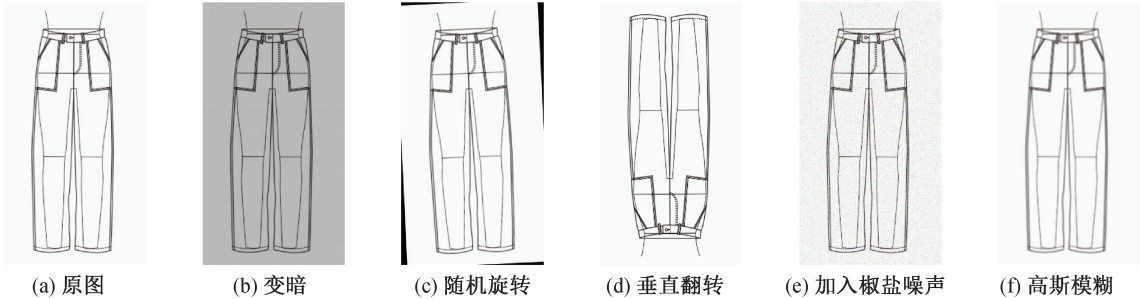


图 3 数据增强示例

2.2.2 数据集的标注

依据女裤结构特征的类别标签,运用 Labelimg 对数据集进行标注,并采用 txt 文档记录结构特征的标注框类型及二维坐标信息。女裤款式图中省道口袋等特征相对直观,而臀围松量大小和廓形不能直观地判断,需要参考腰下褶裥和臀部至大腿中部的轮廓线内凹外展的程度进行判断。款式图标注示例如图 4 所示。为了规范和统一数据集,本文制定了标注规则,具体如下。

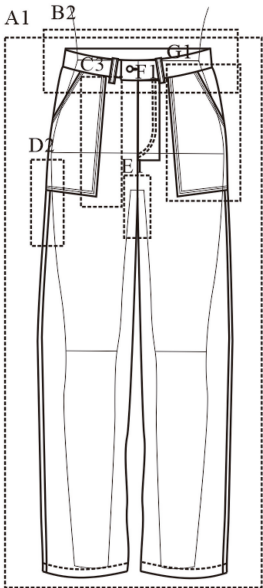


图 4 款式图标注示例

- a) 对于口袋和腰下造型等左右对称的特征,标注时不区分左右,仅标注一边;同时为了标注界面清晰,腰下造型仅标注左边,腰部口袋仅标注右边。
- b) 腰位以人台腰围线为参照进行类别判断,腰

- 位的标注需包含裤子的腰部和人台的腰围线。
- c) 臀部结构以裤装与人体臀围线和大腿之间的距离为判断依据,标注时需包含部分裤子和人台的侧轮廓。
- d) 档位的判断以人台裆部和裤子的内侧缝线的交点为参照,标注时需将两者进行整体标注。
- e) 有门襟时需要标注门襟的整体结构,无门襟时以前中线为参照按门襟一般所在位置标注。

2.3 YOLOv8 实验

2.3.1 环境与参数设置

本文的实验硬件环境为 Windows 11 系统, GPU 为 Nvidia RTX 4060,硬盘 512 GB SSD,并以 Pytorch 为框架,Cuda 为训练环境。模型训练过程的具体参数值如表 2 所示,YOLOv8 输入的女裤款式图经过输入端的缩放、裁剪、归一化等预处理操作后图像分辨率为  $640 \times 640$  像素,共训练 200 个 epoch。

表 2 训练参数

参数名称	参数值
epoch/个	200
Batch_size/张	16
权重衰减	0.0005
类别数/类	23
学习率	0.001
优化器	SGD
图像分辨率/像素	$640 \times 640$

2.3.2 模型训练

将数据集按照 8:2 的比例进行划分,其中训练集 14413 张,验证集 3603 张。训练集用来确定模型



的学习参数,验证集主要用来测试和评估模型性能。模型从训练集中随机选取参加训练的图像,并输入卷积层提取特征,通过移动感受野对图像不断进行卷积和最大池化,再经过特征融合后获得不同语义的特征图,最后由全连接层输出结构特征的类别标签和标定框位置。YOLOv8 采用 BCE 二元交叉熵作为分类损失函数,如式 (1) 所示,通过比较模型输出的概率值和真实的标签值来评估模型的表现。回归损失采用 CIOULoss+DFL 结合计算边框回归,该损失函数以交叉熵的形式让网络更快地聚焦到目标位置,具体如式 (2)~(3) 所示:

$$L = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [y_i \log(x_i) + (1 - y_i) \log(1 - x_i)] \quad (1)$$

其中: $L$  表示模型的分类损失, $N$  为样本数量, $x_i$  为模型的预测概率, $y_i$  为真实的标签值。

$$L_{\text{DFL}} = -\frac{1}{b} \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^J [f^2 \log(s(z_{ij})) + (1 - f^2) \log(s(1 - z_{ij}))] \quad (2)$$

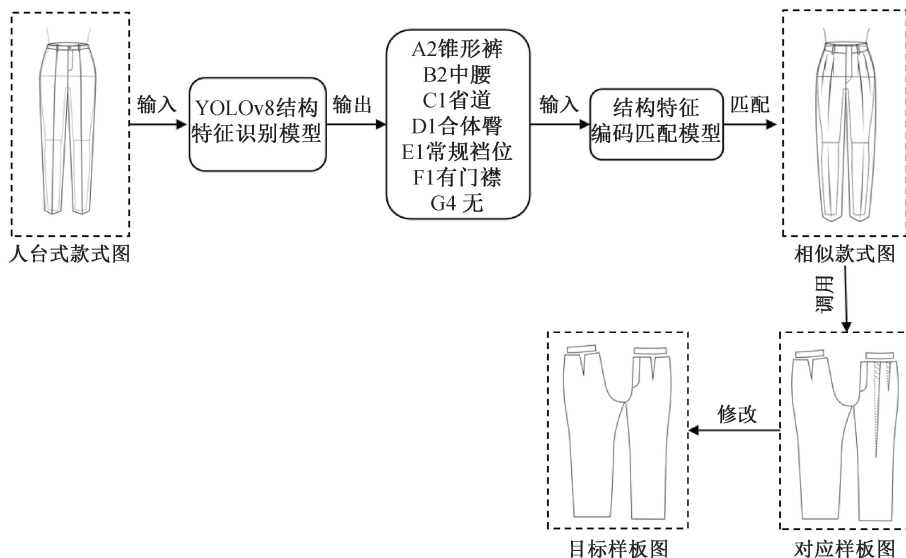


图 5 女裤结构特征识别网络模型应用示例

## 2.4 结果分析

为验证 YOLOv8 模型在女裤结构特征识别分类任务中的整体准确率,对训练好的模型进行多指标的评估。图 6 为模型训练时的损失函数曲线图,从图中可知随着训练轮数增加模型的定位、分类损失数值越小,模型识别效果越好。图 7 为模型训练的平均精度均值(mAP)曲线,当模型的  $IoU$  设置为 0.5,训练次数达到 100 时,所有结构特征的 mAP 曲线在 99% 附近趋于稳定,得到 mAP 值为 99.0%,且在训练过程中没有过拟合或欠拟合现象。

$$L_{\text{CIOU}} = 1 - IoU + \frac{d^2}{c^2} + \omega v \quad (3)$$

其中: $b$  为边界框的数量, $J$  为离散区间数量, $f$  为真实与预测边界框的差值, $s$  为 sigmoid 函数, $z$  为预测边界框的位置分布; $IoU$  为真实框与预测框的交并比, $d$  为两个边界框中心点的欧氏距离, $c$  为边界框对角线的长度, $\omega$  和  $v$  分别为与长宽比相关的权重和度量。

### 2.3.3 模型应用

本文通过 YOLOv8 女裤结构特征识别实验,完成相似款式图的检索以及样板的快速生成,具体方法如图 5 所示。将女裤人台式款式图作为结构特征识别网络模型的输入,识别输出为结构特征编码,即类别标签。结构特征编码通过匹配模型,与数据库中款式图对应的结构特征编码进行匹配,快速检索出具有相同结构特征的款式图,完成相似款式图的匹配;数据库中的女裤款式图与结构图是对应的数据,通过匹配的款式图,调用并修改对应的样板图,得到目标样板。

将验证集在训练好的模型中进行测试,采用混淆矩阵、精确率(Precision)、召回率(Recall)和  $F_1$  值作为 YOLOv8 模型评估指标,其中  $F_1$  是精确率和召回率的调和平均数。精确率、召回率和  $F_1$  数值越接近 1,证明模型的识别效果越好<sup>[12]</sup>。图 8 为验证集测试后得到的混淆矩阵,混淆矩阵的行和列分别表示模型预测的类别和实际的类别,对角线表示正确识别的样本数量,颜色越深则该类别预测正确的数量越多。从图 8 中可以看出:可视化的混淆矩阵不仅能计算所有类别预测的正确数量和错误数量,

还能反映各类别的数量差异情况;如,喇叭裤 A4 的总数量为 600,其中预测的正确数量为 586,错误数

量为 14,并且廓形的各个类别的总数量分布相对均衡,均在 610 范围浮动。

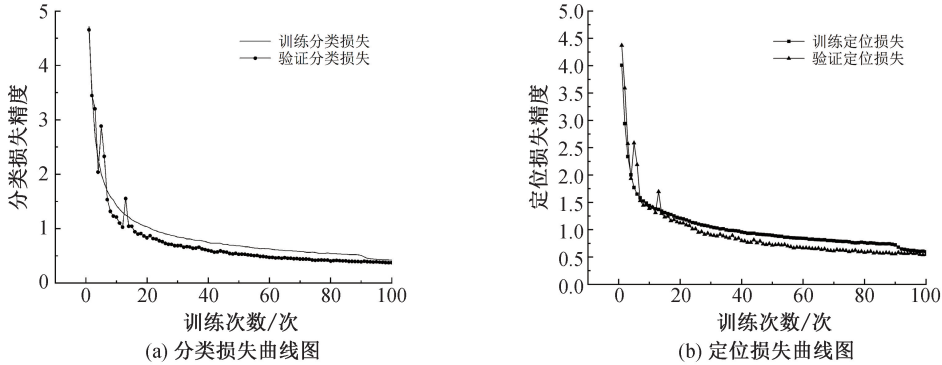


图 6 模型损失函数曲线图

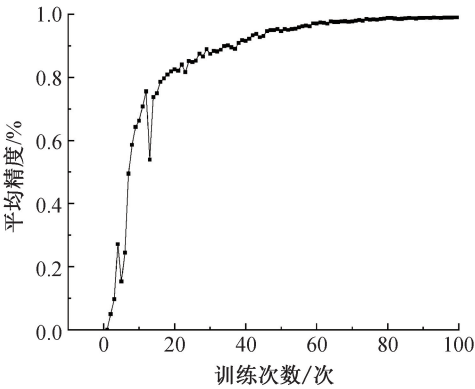


图 7 模型 mAP@0.5 曲线图

模型在女裤结构特征中的检测准确率对比如图 9 所示。从图 9 中可知:模型识别准确率最高为 99.5%,最低为 77.9%;其中廓形、腰位的准确率最高均在 94.0%以上,而腰下造型和臀部结构的准确率较低分别为 83.2%、79.6%,其他特征则居中。从数据集中各特征的分布数量发现,数据集多少并不是影响类别识别准确率的主要原因。在女裤结构特征识别过程中,腰部省道或褶裥有一部分会被裤子口袋遮挡,造成图像识别困难;臀围松量需要依据与人体臀部以及大腿中部的偏移程度来衡量,人台底图的存在会对臀部结构的识别形成干扰。侧缝口

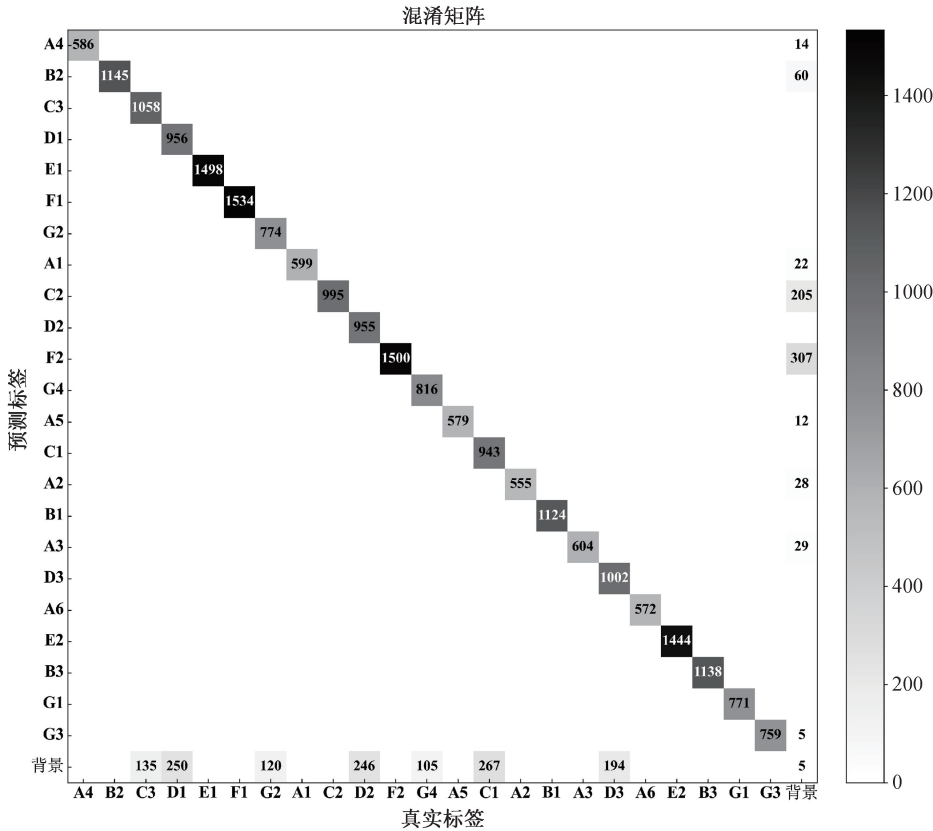


图 8 验证集测试后得到的混淆矩阵

袋遮挡了部分臀围线,同样也降低了图像识别的准确率。通过验证集计算出模型的总体精确率为 97.8%,召回率为 98.3%, $F_1$  值为 0.98,表明模型

不仅适用于外轮廓的识别,还具备对内部细节特征良好的识别能力。部分遮挡的特征信息影响了模型的特征识别准确率。

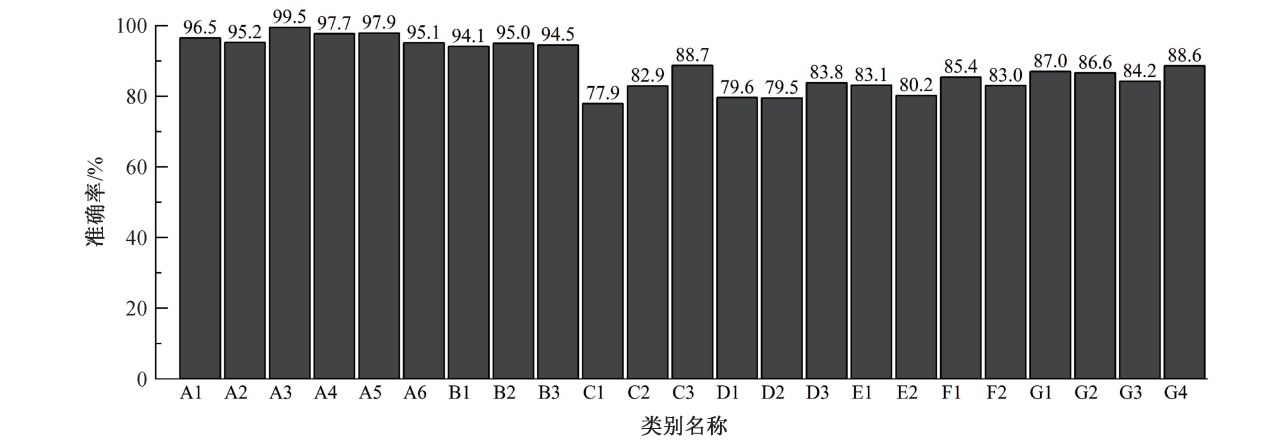


图 9 不同特征类别准确率

采用 YOLOv8 对女裤结构特征识别的结果如表 3 所示,从表中可以看出,模型对各个特征的识别准确率较高,其中廓形的识别准确率最高。通过

YOLOv8 的深度学习方法可以实现对女裤结构特征的准确识别。

表 3 女裤结构特征检测识别结果

检测图像	检测结果	检测图像	检测结果
	萝卜裤(A6):0.96 中腰(B2):0.94 较多褶裥(C2):0.95 宽松臀(D3):0.90 低裆位(E2):0.80 无门襟(F2):0.89 插袋(G2):0.97		阔腿裤(A3):0.98 低腰(B3):0.94 无褶裥(C3):0.85 宽松臀(D3):0.76 低裆位(E2):0.90 无门襟(F2):0.89 挖袋(G3):0.86
	直筒裤(A1):0.97 中腰(B2):0.94 省道(C1):0.98 较宽松臀(D2):0.85 常规裆位(E1):0.89 有门襟(F1):0.83 无(G4):0.91		喇叭裤(A4)0.93 中腰(B2):0.94 无褶裥(C3):0.92 合体臀(D1):0.88 常规裆位(E1):0.91 有门襟(F1):0.87 插袋(G2):0.92

3 结 论

本文提出了一种基于 YOLOv8 的服装结构特征识别方法,并将女裤款式图的匹配转化为对结构特征的识别,实现相似款式图的匹配和样板的快速生成。主要结论如下:

a) 结合制版师绘制样板图的方法建立女裤结构特征分类体系,并对这些结构特征设计分类标签,提高了数据读取和分类效率。

b) 利用人台为底图建立女裤人台式款式图样本库,通过数据增强方法扩充数据集,提高了模型的泛化能力;基于 YOLOv8 的深度学习方法对数据集展开训练,采用混淆矩阵对验证集的测试结果进行可视化,训练后模型的总体精确率为 97.8%,mAP 值达到 99.0%,其中廓形识别精度最高,表明模型能够自动实现对服装款式结构特征的识别和分类。

本文提出的女裤结构特征识别方法在服装款式图检索和服装制版系统中有一定的应用前景,但针对款式图被遮挡、信息不全等问题,模型的识别准确率还有待提高。后续研究将进一步提高模型对较复杂的图像的识别能力,如考虑增加分割线,对女裤结构特征进行更细致的分类,进而拓展其在服装款式图检索系统中的应用。

团队介绍

陈敏之学术团队专注于纺织工程学研究,主要研究方向包括服装数字化技术、服装人体功效学、服装智能制造等。团队包括教授 1 名,硕士研究生 10 余名。陈敏之,浙江理工大学国际教育学院、国际时装技术学院副院长,2012 年 6 月获东华大学服装学院博士学位,曾赴纽约州立大学时装技术学院做访问学者。团队承担浙江省自然科学基金 3 项、主持(参与)科研项目 20 余项、纺织工业科学技术奖 2 项;获得发明专利、外观专利、软件著作权 5 项,发表了 20 余篇学术论文,多篇 SCI、EI 收录;参编国家“十一五”规划教材、浙江省“十一五”重点教材各 1 部,主持(参与)省教育厅数字化着装预测模型、杭州市经贸委服装 MC 关键技术等纵向课题以及服装企业信息化生产流程管理等横向课题的研究。团队近期在服装智能数字化技术领域取得显著进展,开发的多种服装智能生成系统有效提高了企业生产的经济效益。

(责任编辑:张会巍)

参考文献:

[1] 李涛,杜磊,黄振华,等. 服装款式图识别与样板转换技术研究进展[J]. 纺织学报, 2020, 41(8): 145-151.

[2] 陈巧红,陈翊,孙麒,等. 服装图像分类技术综述[J]. 浙江理工大学学报(自然科学版), 2019, 41(5): 631-64.

[3] Yue X D, Zhang C, Fujita H, et al. Clothing fashion style recognition with design issue graph[J]. Appl Intell, 2021, 51 (6): 3548-3560.

[4] 吴欢,丁笑君,李秦曼,等. 采用卷积神经网络 CaffeNet 模型的女裤廓形分类[J]. 纺织学报, 2019, 40(4): 117-121.

[5] 江慧,马彪. 基于服装风格的款式相似度算法[J]. 纺织学报, 2021, 42(11): 129-136.

[6] 刘蓉,谢红. 基于改进的 AlexNet 网络的服装廓形识别[J]. 北京服装学院学报(自然科学版), 20, 43(3): 64-69.

[7] 夏明,宋婧,姜朝阳,等. 基于连衣裙结构特征匹配的款式识别技术[J]. 纺织学报, 2020, 41(7): 141-146.

[8] 张文斌. 服装结构设计[M]. 北京:中国纺织出版社, 2006: 70-74.

[9] 李海源,黄俊. 基于 YOLOv8 的无人机红外航拍目标检测方法[J/OL]. 激光杂志:1-9(2024-07-14)[2024-11-11]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1085.TN.20240710.200.006.html>.

[10] 张恩召,李磊,汪建华,等. 基于改进 YOLOv8 的船板焊缝质量检测方法[J]. 陕西科技大学学报, 2024, 42(6): 172-179.

[11] 周幸子. 连衣裙款式图的识别和样板的自动生成研究[D]. 上海: 东华大学, 2021: 5-7.

[12] 范博淦,王淑青,陈开元. 基于改进 YOLOv8 的航拍无人机小目标检测模型[J/OL]. 计算机应用. (2024-10-17)[2024-11-02]. <https://link.cnki.net/urlid/51.1307.tp.20241017.1040.004>.