

基于图像分割的马体尺测量系统设计

张婧婧,程芸涛

(新疆农业大学 计算机与信息工程学院,新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要:基于马体与背景的图像分割技术,以马体测量系统为设计目标,展开其体高、体长、胸围、管围指标的机器测量与系统设计研究。在图像处理部分,采用单阶段的实例分割模型YOLACT,在MS-COCO数据集上实现马体与背景的分割;在数据测量部分,借助Matlab平台中提供的多种方法及库函数,依次完成了马体尺测量系统的界面设计、图像导入、坐标定位、距离测量、回归分析、测量值筛选、数据显示及保存等内容。通过引入胸径、管径的二维参数,建立马体胸围与管围的三维预测方程;采用图像的局部放大功能,加强马体特征点定位的准确性;在验证马体尺测量值的有效性时,采用rcoplot方法进行数据的残差分析;借助Matlab-GUI工具,进行体尺测量系统的可视化设计,为马体尺的快速获取及智能化测量提供典型范例。

关键词:YOLACT;COCO数据集;Matlab仿真;体尺测量;线性回归

中图分类号:TP242.6⁺2

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2020)03-0177-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2020.03.034

Design of Horse Size Measurement System Based on Image Segmentation

ZHANG Jing-jing, CHENG Yun-tao

(School of Computer and Information Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract:Based on the image segmenting technology of horse body and background, taking the horse body measurement system as the design objective, the machine measurement and system design of its body height, body length, chest circumference and pipe circumference are studied. In the image processing, YOLACT, a single-stage instance segmentation model, is used to segment horse body and background by using MS-COCO data set. In the data measurement, the interface design, image import, coordinate positioning, distance measurement, regression analysis, selection of measurement values and data display of horse body measurement system are completed successively with the help of various methods and library functions provided by the platform of Matlab. By introducing the two-dimensional parameters of breast diameter and pipe diameter, the three-dimensional prediction equation of horse's chest and pipe diameter is established; the accuracy of calibrating horse's feature points is enhanced by using the local enlargement function of image; the residual analysis of data is carried out by rcoplot method when verifying the validity of horse's measurement value; and the visualization design of horse's body measurement system is carried out by means of the tool of Matlab-GUI. It provides a typical example for fast acquisition and intelligent measurement of horse's body size.

Key words:YOLACT;COCO data set;Matlab simulation;body measurement;linear regression

0 引言

基于图像信息处理方法提取动物体尺的研究领域,国内相关研究始于二维图像的分析^[1]。例如,江杰等人利用背景差分法提取羊体轮廓^[2-3];刘波等人运用自动阈值分割与形态学处理进行轮廓分割^[4];赵忠鑫等人研究了基于Kinect传感器搭建的羊体尺测量系统,利用深度图像的多元信息提取羊的体尺^[5];谭鹤

群等人利用机器视觉和数字图像处理技术建立白鲢体长方向截面积分布模型^[6];徐建瑜等人利用机器视觉技术测量出鱼体侧面积,并将面积与质量进行数据拟合建立模型,评价鱼的质量^[7]。相较于国内研究现状,国外对动物体尺进行测度的设备专利较多^[8]。测度动物的体型,建立结构化专用装置,其优势在于方便图像采集和标定,实现对感兴趣参照点进行线性测量^[9],不

收稿日期:2019-04-28

修回日期:2019-08-28

网络出版时间:2019-12-05

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金(2018D01A17)

作者简介:张婧婧(1981-),女,硕士,高级实验师,研究方向为农业信息化技术。

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20191205.1134.060.html>

足之处在于建立结构化装置成本较高,还必须诱导动物到指定位置。此外,激光或其他点云获取设备也适用于体尺测量^[10-11],但对测量环境要求较高。

目前,依据新疆马业协会发布的地方标准,马体尺测量的主要指标包括马的体长、体高、胸围、管围、体重等^[12]。除体重外,其他四项体尺指标的测量可参考图 1 的测量标准。

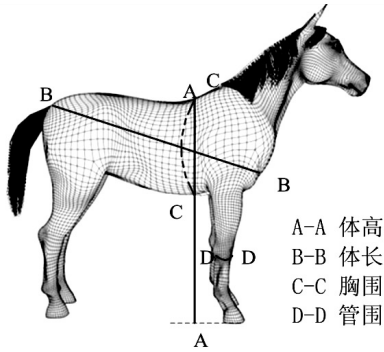


图 1 马体尺测量的示意图

- 体高:从髻甲顶点到地面的垂直距离;
- 体长:从肩端到臀端的直线距离;
- 胸围:在肩脚骨后缘垂直绕胸一周的长度;
- 管围:左前管部上 1/3 部的下端最细处,水平绕其一周的长度。

如图 1 所示,A-A 线、B-B 线、C-C 线、D-D 线分别为马的体高、体长、胸围、管围。目前人工测量马体的身高、体长过程,通常采用的工具包括卷尺、测杖、圆形测定器及测角计等,测量中需要与马体直接接触。基于深度学习及平面测量技术,本设计获取了马体尺的四项指标,并初步完成马体尺测量的可视化系统设计,旨在探讨马体尺的信息化提取与非接触测量的主要方法。

1 图像采集与实例分割

1.1 YOLO 目标检测

为了解决马体与背景的分割问题,基于 MS-COCO 数据集,采用深度学习的单级目标检测器 YOLO 进行马体的目标检测,并通过一个简单的全卷积网络 YOLACT 实现了马体与背景实时的实例分割测试。

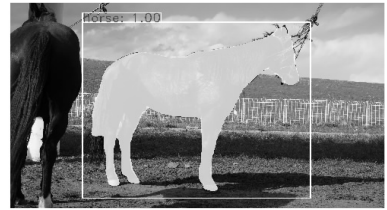
YOLO 检测器将目标检测视为回归问题,省去了 region proposal 过程,实现了端到端的网络,可直接得到输入图像的分类及位置。该算法以速度著称,且具有更好的实时性,适合应用于实际的检测任务。

在马体目标检测过程中,打开一帧马体图像,并使用 YOLO v3 进行目标检测,将获得带有分类类别、位置坐标、外接边框宽高信息的马体对象,如图 2(b)所示,筛选出其中类别为 horse 的检测对象,并去除类别

置信度较小的对象,检测效果如图 2 所示。



(a)伊犁马原图



(b)马体的目标检测

图 2 YOLO 目标检测的测试

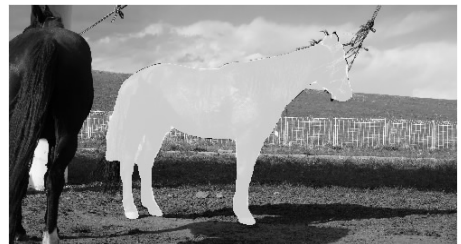
1.2 YOLACT 分割及图像变换

快速、单阶段的实例分割模型 YOLACT 将马体与背景的分割过程分为两个并行任务:

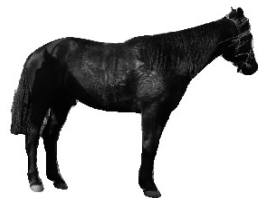
- 一是利用 FCN 来产生一系列与待测图像大小一致的“prototype masks”,且不依赖于特定实例。
- 二是为目标检测分支添加一个输出,对每个 anchor 预测“mask coefficients”,即实例的表示编码为 prototype 域的表达。

最后使用 NMS 对所预测的 mask 进行处理。

设计中采用 YOLACT 进行马体与背景的分割,旨在发挥其在 MS-COCO 数据集上约 30 mAP 的快速分割表现,对伊犁马匹图像进行 YOLACT 实例分割的效果如图 3 所示。



(a)YOLACT 分割



(b)图像变换

图 3 YOLACT 实例分割的效果

2 马体尺的测量

2.1 马体尺的获取方式

基于马体的分割图像,其体尺的测量需建立与图

像之间的准确关联,才能获取有效数据。如体高、体长属于平面测距,可通过像素距离获取比例相关的体尺尺寸;而马体的胸围与管围数据属于立体指标,在单幅平面图像中获取该指标的技术受限,本设计中借助马体尺各指标间的回归特性,同时引入两项平面参数,通过拟合多元线性回归方程,实现马体三维指标的预测。

2.2 马体尺测量实验

基于 Matlab 仿真平台^[13],借助其 GUI 工具,马体尺测量系统的开发需要依次完成界面设计、图像导入、坐标定位、距离测量、回归分析、测量值筛选、数据显示及保存等流程。

(1) 界面设计。

基于线性回归理论,设计进行了马体尺三维预测,而随马体年龄变化,其体尺的回归特性也不尽相同^[14-15]。同一品种马形体变化的年龄可细分为 0~10 岁的 11 个阶段,因此系统登录后的界面中首先布置了 11 个 Matlab-GUI 工具中的单选按钮: radiobutton,用于选择待测马匹相应的年龄段,旨在区别不同马体年龄的体尺特征。

系统主界面设计中采用了包括 axes、edit、pushbutton 及 text 等 Matlab-GUI 工具中提供的各类控件。鉴于系统面板的尺寸有限,测量马体的体高、体长与其胸径、管径数据采用了不同的 axes,以利于在获取数据中降低操作的失误率。

(2) 导入图像。

限于前期系统面板的设计尺寸,实验中首先进行图像平面测距值与马体人工测量值的比例匹配,选取约 220 * 186 像素的伊犁马体图像并以 .jpg、.tif 等文件格式保存于 Matlab 工程文件中,旨在用于 axes 中嵌入图像。

(3) 坐标定位。

在马的体高、体长的测量中,只需存储鼠标点击前后的两次坐标并计算两者之间距离,即可测量其相关尺寸。但受面板尺寸影响,为了准确定位鼠标,笔者为系统添加了图像的局部放大功能,将关键特征点以 2 倍像素放大,加强定位精度。

(4) 距离测量。

确认鼠标点击的任意两点 A_1 、 A_2 的像素坐标后,编写 dist() 函数,或直接调用 Matlab 中的 pdist() 函数即可获得两像素点间的距离,即为体高、体长数据。

(5) 回归分析。

基于线性回归理论,获取数量相当的马体尺样本值后,挑选各自的因变量、自变量,即可建立胸围、管围的多元线性回归方程,如式(1)所示:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_p x_p + e \quad (1)$$

马体尺指标中,适当选取自变量及应变变量 $x_1, x_2,$

\dots, x_p, y 应遵循其相关性原则,调用 corrcoef() 函数,可以得到马体的体高、体长、胸围、管围、胸径、管径(胸径、管径测量指标为新引入的二维参数,其实际坐标与图 1 中 C-C、D-D 点重合)之间相关程度的数据,选取相关程度高的变量即可拟合显著性较强的回归方程。本设计中采用 Matlab 提供的多元函数 regress 完成了胸围、管围的回归分析。

根据马体尺指标的相关度测试,首先以 100 匹伊犁马的三项体尺数据(胸径、体长、体高)为自变量 x_1, x_2, x_3 ,以待测体尺(胸围)为因变量 y ,进行线性回归拟合,其结果如式(2)所示:

$$y = -7.2982 + 0.9273 * x_1 - 0.023 * x_2 + 0.7713 * x_3 \quad (2)$$

其中, $r^2 = 0.8393, F = 27.8605, P = 1.3728 \times 10^{-6}$ 。由 P 可知,式(2)的回归模型成立。

随后,更换马体尺数据(管径、体高、体长)的自变量 x_1, x_2, x_3 ,以管围为因变量 y ,进行回归分析,其拟合结果如式(3)所示:

$$y = 9.5648 + 0.0517 * x_1 - 0.0120 * x_2 + 0.4703 * x_3 \quad (3)$$

其中, $r^2 = 0.9480, F = 97.1776, P = 1.7502 \times 10^{-10}$ 。由 P 可知,式(3)的回归模型成立。

在回归分析过程中,数据拟合还有一些不可忽视的环节。如马体尺的预测方程将根据马品种不同而有所变化,对同一品种的马匹而言,其年龄不同也将影响回归方程的拟合效果。因此为了提高回归方程的显著特性,只能对马体尺样本空间的多样性及复杂性加以划分,且扩大样本容量以换回更少的测试误差。

此外,针对马体非标准的两类站姿,实验中还讨论了相关回归方程的修正方法,旨在加强体测系统的测量能力。其主要方式为引入体重指标,以便替换因为站姿不准而无法准确获取的其他参数,进而修正预测方程。

(6) 测量值的筛选。

为了直观验证测试值的准确性,实验中将已测的体尺数据代入回归方程进行残差分析,以便有效判断其值是否在回归方程的误差范围内波动。如图 4(a) 中第 20 组测量值代入方程,偏离中轴线较远,则该值测量结果无效,不保存;对呈现中轴线左右波动不大的测试值,即可认定为有效数据,如图 4(b) 所示。在 Matlab 中进行残差分析仅需调用 rcoplot(r, rint) 函数,为系统逐一筛选测试值提供了便利。

(7) 数据显示及保存。

设计中,马体四项体尺指标通过 edit 控件在测量界面中显示,同时体尺数据还需发送至uitable 及 excel 文档保存。

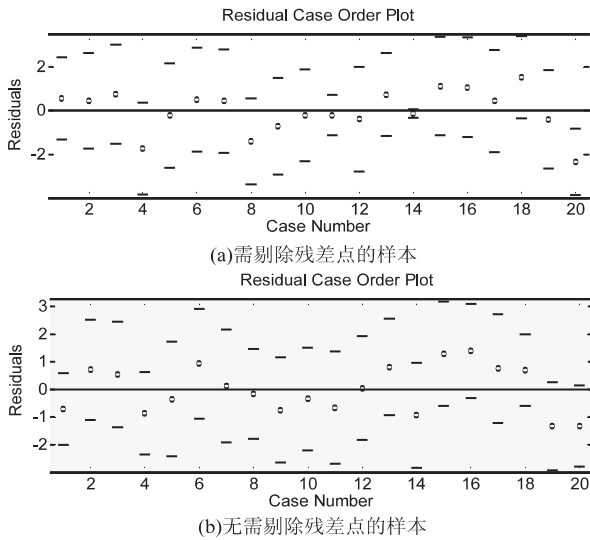


图 4 Matlab 中的残差分析

根据上述设计流程,笔者完成了马体尺测量系统的初步开发,其测试界面如图 5 所示。

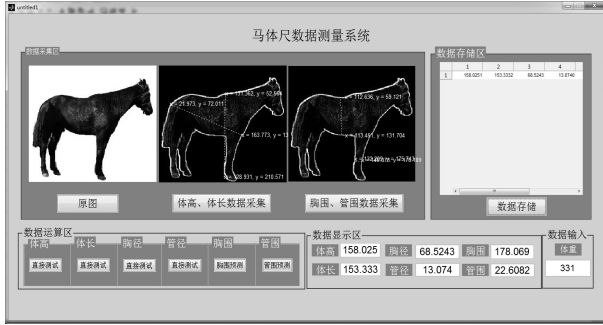


图 5 体尺测量系统的测试效果

3 结束语

本设计基于 MS-COCO 数据集得到训练模型,采用实例分割模型 YOLACT 进行马体与背景的分割,实现马体目标的检测。将检测获得的马体图像通过 Matlab 仿真平台中提供的多种方法及库函数进行处理,在此基础上完成体测系统的初步设计与开发。设计的不足之处在于测量过程无法自动获取马体尺的特征点,降低了系统的自动化程度,增加了误操作的可能性。

参考文献:

[1] 刘同海,滕光辉,付为森,等.基于机器视觉的猪体体尺测量点提取算法与应用[J].农业工程学报,2013,29(2):161-168.

[2] 江杰,周丽娜,李刚.基于机器视觉的羊体体尺测量[J].计算机应用,2014,34(3):846-850.

[3] 江杰,岳伟,曹孟珍.基于机器视觉的羊体体尺测量方法研究[J].内蒙古科技大学学报,2015,34(4):322-327.

[4] 刘波,朱伟兴,霍冠英.生猪轮廓红外与光学图像的融合算法[J].农业工程学报,2013,29(17):113-120.

[5] 赵建敏,赵忠鑫,李琦.基于 Kinect 传感器的羊体体尺测量方法[J].江苏农业科学,2015,43(11):495-498.

[6] 刘伟,谭鹤群,黄丹,等.白鲢质量与截面积沿体长方向分布模型[J].农业工程学报,2012,28(12):288-292.

[7] 王文静,徐建瑜,吕志敏,等.基于机器视觉的水下鲜鲈鱼质量估计[J].农业工程学报,2012,28(16):153-157.

[8] ZWERTVAEGHER I, BAERT J, VANGELYTE J, et al. Objective measuring technique for teat dimensions of dairy cows [J]. Biosystems Engineering, 2011, 110(2):206-212.

[9] KRIESEL M S. Apparatus and methods for the volumetric and dimensional measurement of livestock: USA, 7214128 [P]. 2007-05-08.

[10] LEBERL F, IRSCHARA A, POCK T, et al. Point clouds: lidar versus 3D vision [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2010, 76(10):1123-1134.

[11] GARLIE T N, OBUSEK J P, CORNER B D, et al. Comparison of body fat estimates using 3D digital laser scans, direct manual anthropometry, and DXA in men [J]. American Journal Of Human Biology, 2010, 22(5):695-701.

[12] 张婧婧,李勇伟.基于 3D 的马体尺测量及数据修正方法设计[J].江苏农业科学,2018,46(21):246-250.

[13] 梁文东.基于 MATLAB 的玉米果穗图像轮廓提取[J].农业网络信息,2014(6):21-23.

[14] 欧阳明松,徐连民.基于 MATLAB 的试验数据拟合[J].南昌工程学院学报,2010,29(4):24-28.

[15] 沈国琪,陈万明.基于多元线性回归与 BP 神经网络分析的失业预测建模实证研究[J].工业技术经济,2014(2):103-112.