

基于机器视觉的梭子蟹质量估计方法研究

张超¹, 徐建瑜^{1*}, 王文静²

(1. 宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211; 2. 佛山职业技术学院 电子信息系, 广东 佛山 528100)

摘要: 传统梭子蟹养殖定期质量估计的方法是捕捞部分梭子蟹进行称重, 会对其造成物理和应激伤害, 且检测过程中受到人为因素干扰, 因此利用机器视觉技术对梭子蟹的质量进行估计。通过摄像头拍摄不同生长阶段的梭子蟹图像, 对图像进行模板校正及图像分割, 提取梭子蟹面积特征参数。利用最小二乘法对面积和质量进行拟合, 其中二次多项式相关性最好可达到 0.9220, 测试平均相对误差 6.40%, 证明该方法可以满足梭子蟹质量估计的要求。

关键词: 梭子蟹; 质量估计; 图像处理技术; 数据拟合

中图分类号: TP183

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 02-0049-03

三疣梭子蟹简称梭子蟹(*Portunus trituberculatus*), 是我国大型海产经济蟹类, 具有生长快、环境适应能力强、市场价格高、国内外价格稳定等特点^[1]。在梭子蟹养殖过程中需定期进行质量估计, 为调整投饵量、分级捕获和控制养殖密度提供依据。传统的质量估计方法是定期捕捞部分梭子蟹称重, 这种方法需要与梭子蟹直接接触, 很容易触发梭子蟹的攻击行为, 从而造成游泳足脱落等物理伤害和不可避免的应激伤害; 而且这种传统的检测方法不可避免地会受到人为因素的干扰, 影响检测效率。因此迫切需要开发新的方法解决梭子蟹质量估计的问题。

机器视觉是一种新型检测技术^[2-3], 具有经济、无接触和精度高等特点, 在水产养殖生物生物量估计方面有着广阔的应用前景。国内外学者在水产养殖生物质量估计方面做了研究。刘伟等^[4]运用图像处理技术建立白鲢沿体长方向的质量分布模型。王文静等^[5]建立了鲢鳙类鱼面积、形状参数与质量的预测模型。Mathiassen 等^[6]综合利用了二维和三维特征尺寸的线性回归方法, 对加工过程中鲱鱼的重量进行快速估计, 平均误差 14 g。但上述的实验对象都是鱼类, 而关于蟹类质量估计方法的研究还未见报道。

笔者以梭子蟹为研究对象, 拍摄不同生长阶段梭子蟹图像, 运用图像处理技术, 提取梭子蟹的像素面积, 通过校正板校准得到其真实面积, 利用最小二乘法对面积和质量进行拟合, 建立梭子蟹面积与质量的预测模型。

1 梭子蟹图像采集装置与材料

梭子蟹图像采集装置组成与连接如图 1 所示, 所用主要仪器设备: M0814-MP 型镜头($f=8$ mm, F1.4)、千兆网 CCD 彩色工业相机(JAI, CB-200GE-S, 分辨率 1624×1236)、千兆网线、计算机(Thinkpad E430)、电子秤(感量 0.1 g)和 WF-6662A 型三脚架(伟峰集团, 工作高度 700~1 550 mm)。

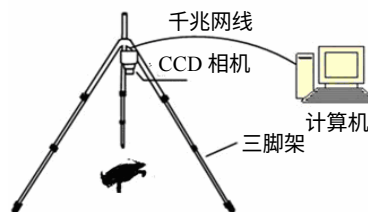


图 1 图像获取装置

试验在宁波鑫亿鲜活水产有限公司养殖场内进行, 时间为 7~9 月。在这段期间内每隔 10 d 左右拍摄 1 次, 每次随机选取健康梭子蟹 30 只左右, 尺

收稿日期: 2013-07-20.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journallg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 浙江省重大科技攻关专项计划项目(2011C11049); 宁波市自然科学基金(2013A610158)。

第一作者: 张超(1989—), 男, 湖北黄冈人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 计算机视觉与图像处理。E-mail: 352498686@qq.com

*通信作者: 徐建瑜(1973—), 女, 黑龙江牡丹江人, 博士/副教授, 主要研究方向: 生物图像处理。E-mail: xujianyu@nbu.edu.cn

寸大小兼有. 图像采集前, 先调节三脚架高度与 CCD 相机镜头水平, 调整焦距、曝光量等参数, 拍摄校准板图像, 然后保持三脚架的位置不变, 依次将梭子蟹放在校准板的区域内获取图像, 并用电子秤称重. 图像以 tif 格式、 1624×1236 分辨率保存到计算机中. 试验共拍摄 200 多张图像, 选用 133 张用于建立质量预测模型, 24 张进行误差验证.

2 图像处理

图像处理应用程序在 VS2008 开发环境下, 结合 EmguCV 库编写完成, 处理流程如图 2 所示.

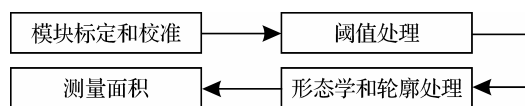


图2 图像处理流程

2.1 图像校准

相机在拍摄过程中, 由于拍摄角度、镜头的影响, 会使得获得的图像倾斜、失真, 需要采用校准模板对图像进行非线性校准. 校准模板为 $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ 的正方形, 采用圆点阵列, 圆的直径为 0.4 cm , 圆心间距为 1 cm . 拍摄的校准模板如图 3(a)所示, 同样条件下拍摄的梭子蟹图像如图 3(b)所示. 使用仿射变换对模板表面分布规则的特征点建立查找表, 查找分析特征点, 计算变形量, 然后对原图进行修正, 校准后图像如图 3(c)所示.

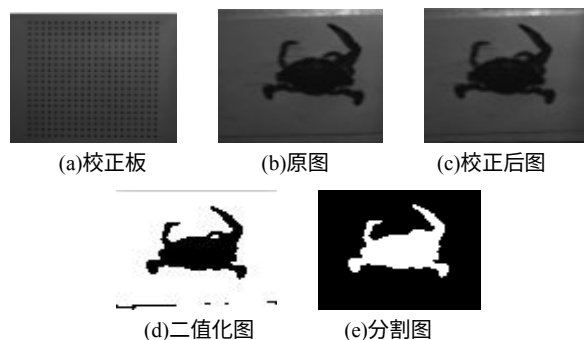


图3 图像处理

2.2 图像分割

为提取梭子蟹的面积参数, 需要将梭子蟹从背景中分割出来. 阈值法是传统的图像分割方法之一^[7-8], 因其实现简单、计算量小、性能较稳定, 在形体简单的生物图像分割领域得到广泛应用. 最大类间方差法是阈值法中常用的一种, 其根据一维灰度直方图求解分割阈值, 二值化后的图像

如图 3(d)所示. 可以看到二值化后图像不能将目标完全分离, 则利用形态学开闭运算清除毛躁部分和小面积伪目标, 最后利用轮廓特性的圆形度因子^[9], 外接矩形长宽比和面积参数除去背景, 将梭子蟹分割出来, 分割后的图如图 3(e)所示.

2.3 面积参数的获取

根据分割后的图像可提取梭子蟹的像素面积, 对比校准板可得梭子蟹的真实面积, 公式为:

$$y = N_y L_b L_b, \quad (1)$$

式中, y 为梭子蟹的面积, cm^2 ; N_y 为梭子蟹的像素面积, L_b 为单个像素的长度, cm .

表1 拟合结果

拟合方法	拟合方程	决定系数
线性	$y = 1.562x - 19.277$	0.9219
多项式	$y = -0.0003x^2 + 1.6066x - 20.349$	0.9220
幂次	$y = 0.1839x^{1.4467}$	0.8967

表2 相对误差分析

编号	面积/ cm^2	实际质量/g	估计质量/g	相对误差/%
1	73.28	84.6	95.78	13.21
2	70.20	89.5	90.95	1.63
3	76.02	94.4	100.05	5.98
4	77.66	97.1	102.62	5.68
5	82.16	114.9	109.62	4.60
6	71.33	91.2	92.72	1.67
7	58.68	68.5	72.90	6.42
8	135.65	174.1	192.06	10.32
9	69.91	78.1	90.51	15.89
10	97.18	142.2	132.94	6.51
11	71.28	98.0	92.64	5.47
12	90.60	141.4	122.75	13.19
13	56.51	75.4	69.47	7.86
14	74.70	113.4	98.00	13.58
15	61.45	87.4	77.24	11.62
16	72.10	94.2	93.94	0.28
17	95.43	131.8	130.24	1.18
18	74.50	101.4	97.68	3.67
19	93.85	136.6	127.79	6.45
20	86.39	119.2	116.21	2.51
21	71.41	94.8	92.13	2.05
22	35.16	37.4	35.77	4.36
23	75.70	102.1	99.55	2.49
24	54.54	62.3	66.38	6.54

3 结果与分析

面积和质量数据拟合使用的最小二乘法^[10-11]是通过误差的平方和最小化来寻找数据的最佳匹配函数,主要有线性拟合、二次多项式拟合、幂次拟合。因此,分别对面积和质量以上述方式进行拟合,结果见表1。由结果可知,拟合效果最好的是二次多项式,其拟合决定系数为0.9220,确定的拟合方程如下:

$$y = -0.0003x^2 + 1.6066x - 20.349, \quad (2)$$

式中, y 为梭子蟹质量, g; x 为梭子蟹面积, cm^2 。

用测试集的样本数据对拟合方程进行测试,将预测值与实际质量进行比较,表2结果表明,预测总平均相对误差为6.4%。

4 结论

(1)图像处理采用阈值处理及开闭运算,通过圆形度因子、外接矩形长宽比和面积等轮廓特征剔除伪目标,可以准确地分割梭子蟹与背景;(2)用最小二乘法对面积与质量进行二维拟合,其中二次多项式拟合效果最好,决定系数0.9220,平均相对误差6.4%,精度可以满足实际需求。

参考文献:

[1] 程国宝,史会来,楼宝,等.三疣梭子蟹生物特性及繁

养殖现状[J].河北渔业,2012(4):59-61.

[2] 朱从容.计算机视觉技术在水产养殖中的应用[J].浙江海洋学院学报,2008,27(4):439-443.

[3] 徐建瑜,崔绍荣,苗香雯,等.计算机视觉技术在水产养殖中应用与展望[J].农业工程学报,2005,21(8):174-178.

[4] 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.

[5] 王文静,徐建瑜,吕志敏,等.基于机器视觉水下鲢鳙鱼类质量估计[J].农业工程学报,2012,28(16):153-157.

[6] Mathiassen J R, Misimi E, Toldnes B, et al. High-speed weight estimation of whole Herrin (*Clupea harengus*) using 3D machine vision[J]. Journal of Food Science, 2011, 76(6):1-7.

[7] 肖刚,应晓芳,高飞,等.基于领域灰度差值的二维Ostu分割方法研究[J].计算机应用研究,2009,26(4):1544-1547.

[8] 赵晖,林成龙,唐朝京.基于峰值聚类趋势检验含噪声图像快速阈值分割法[J].信号处理,2009,25(11):1666-1674.

[9] 张红涛,毛罕平,邱道尹.储粮害虫图像识别中的特征提取[J].农业工程学报,2009,25(2):126-130.

[10] Diao J, Lei X D, Hong L X, et al. Single leaf area estimation models based on leaf weight of eucalyptus[J]. Journal of Forestry Research, 2010, 21(1):73-76.

[11] Gümüş B, Balaban M O. Prediction of the weight of aquacultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by image analysis[J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2010, 19(3/4):227-237.

Machine Vision Based Weight Estimation of Swimming Crab

ZHANG Chao¹, XU Jian-yu^{1*}, WANG Wen-jing²

(1. Faculty of Information Science and Technology, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2. Department of Electronics and Information, Foshan Polytechnic, Foshan 528100, China)

Abstract: The traditional means of weight estimation for swimming crabs is catching some samples to weigh, which may raise some unwanted issues such as safety problems, high labor cost, time-consuming, human subjectivity and low efficiency. In this paper, the machine vision technology is applied to facilitate the weighing process. First, the image and the weight data of a swimming crab at different growth stages are collected. Then the image is digitally processed for correction and segmentation through which the area of swimming crab can thus be identified. Data fitting between area and weight is conducted using the least squares technique. It is found that the best fitting can be obtained using quadratic polynomial with correlation coefficient being 0.9220 and average relative being 6.40%, suggesting the validation of the proposed method for weight estimation of swimming crabs.

Key words: swimming crab; weight estimation; image processing; data fitting

(责任编辑 章践立)