

利用二维数字图像估算种猪体重

杨艳^{1,2} 滕光辉^{1,2} 李保明^{1,2}

(1. 中国农业大学 水利与土木工程学院, 北京 100083; 2. 农业部 设施农业生物环境工程重点实验室, 北京 100083)

摘要 为解决生产过程中种猪体重称量困难,难以对其生长进行实时监测的问题,提出利用二维数字图像对种猪体重进行估算的方法。利用数码相机获取种猪样本图像,采用域值分割法对图像进行分割,根据投影区域与参考系的比例关系估算得到种猪真实投影面积和体高,并建立了其与体重的回归方程。实验结果表明:用该方程估算得到的种猪体重与实际称量体重的平均相对误差为 3.2%,精度较高,验证了本方法估算种猪体重的可行性。本方法可以避免传统称量方法可能导致的猪的应激反应给生产带来的损失,降低种猪生产成本,可用于种猪生长过程的监测和研究,为种猪的现代化饲养管理提供了一种有效的监测手段。

关键词 种猪; 体重; 图像处理; 投影面积; 体高

中图分类号 TP 391.41; S 815.4

文章编号 1007-4333(2006)03-0061-04

文献标识码 A

Determination of pig weight from 2D images

Yang Yan^{1,2}, Teng Guanghui^{1,2}, Li Baoming^{1,2}

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Key Laboratory of Agricultural Bioenvironment Engineering, Ministry of Agriculture, Beijing 100083, China)

Abstract Aiming at the problem in estimating the weight of a pig by the traditional methods, we developed a new method to weight pigs by computer vision technique, in which a pig's weight was estimated by the projected areas and heights. Compared with a pig's real weight, the mean relative error of the estimated weight was 3.2%. The experimental results indicate that this hands-off method has a great significance for scientific management of pig production and does not require large labor and material resources.

Key words pig; weight; image processing; projected area; height

猪的体重是评价其饲养过程生产水平多项指标的依 据^[1]。传统的测量方法为人工接触测量,如采用体重箱和电子称等,不仅费时费力,而且会给猪造成应激反应,导致其生产性能下降,发病,甚至死亡;因此在生产实践中,猪的生长期大多只能测量 1 次体重。利用计算机和视频技术通过实时拍摄,计算机获取和分析处理视频图像来评估种猪的体尺,估算其体重,可以监测种猪生长,也有助于研究猪的行为^[2]。与传统方法相比,种猪不会受到惊扰,减少了应激和物理伤害,这对于仔猪和妊娠母猪尤为重要。

早在 1988 年 Deshazer^[3]就归纳了图像处理技

术在畜牧业中的 90 多种潜在用途,并以猪体重估计为例,分析了传统测量方法的困难和造成的损失。目前,国内外的相关研究显示,动物的体重不仅与其表面积有关,还与其体积和投影面积有很大的相关性,这就提示了可以通过图像处理的方法估算出动物体重^[4-5]。英国学者^[6]利用图像处理技术分析 3 种猪的投影面积与体重的关系,并分析了随着日龄的增加猪体重与相关形态参数的变化趋势^[7];日本学者^[8-9]用投影在猪身上的网格线的视差与猪体高的非线性关系近似估算其体高,并利用经验公式计算猪的体重,在 40~70 kg 体重范围内的平均误差

收稿日期: 2005-07-14

基金项目: 国家高技术研究发展计划资助项目(2003AA209050-2); 国家“十五”科技攻关项目(2004BA51410); 北京市教育委员会共建项目建设计划(XK100190550)

作者简介: 杨艳, 硕士研究生; 滕光辉, 教授, 博士生导师, 通讯作者, 主要从事生物环境控制与信息技术研究, E-mail: futong@cau.edu.cn

为2.1%。国内同类研究仅处于起步阶段,在利用计算机视觉监测动态方面的研究才刚刚展开,如应用图像测量手段的奶牛体型评定系统和奶牛图像信息管理系统的研究^[10]等,尚未见利用图像处理方法对种猪体重进行估算的相关研究。为此,笔者利用2台一体化网络摄像机获取种猪图片,拟通过二维数字图像得到种猪的体尺参数及其与体重的关系,并最终估算得到其体重。

1 材料与方法

1.1 实验材料

选用宁河种猪场50头处于生长阶段的长白猪作为实验对象,体重55~110 kg(电子秤称量)。选用空栏猪圈并在四周涂上绿色涂料,利用2台高清数字变焦一体化摄像机同时对物体进行实时图像采集,通过局域网在电脑上显示采集的图像并进行相应处理。实验基本装置见图1。

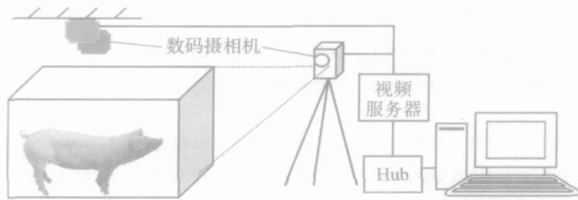


图1 实验装置示意图

Fig. 1 Sketch map of equipment used in experiment

1.2 图像获取与分析

1) 图像获取。分别将猪单独赶入实验圈,在其背部附上已知面积的卡片,墙上画上已知面积的矩形框作为参考系,当其处于正常站立姿势时拍摄其俯视图(实验样本投影图像)和侧视图(图2)。从50个实验样本中去除非标准样本(站立姿势不合要求、图像分割效果不理想等样本),选取40个样本作为实验对象。

2) 图像预处理。由于光照的影响和噪声的干扰,即使是同一头猪,在不同时间采集到的图像也有很大不同,需要对图像进行预处理,部分消除光照和噪声的影响,以提高实验精度。采用直方图均衡方法消除光照条件变化及成像设备感应曲线的不同所带来的影响;使用高斯中值滤波器对图像进行滤波,消除异常噪声^[10]。

3) 图像分割。常用的图像分割技术有阈值分割法、区域生长法、区域的分裂与合并法、边缘检测与边界跟踪法等^[11]。根据猪图像的背景特点,选用阈

值分割算法进行图像分割,参考系在整个图像处理过程中作为计算真实投影面积和体高的比例依据。比较灰度阈值分割方法和颜色信息阈值分割方法后发现,选取像素的颜色分量进行阈值分割效果较好(图3)。

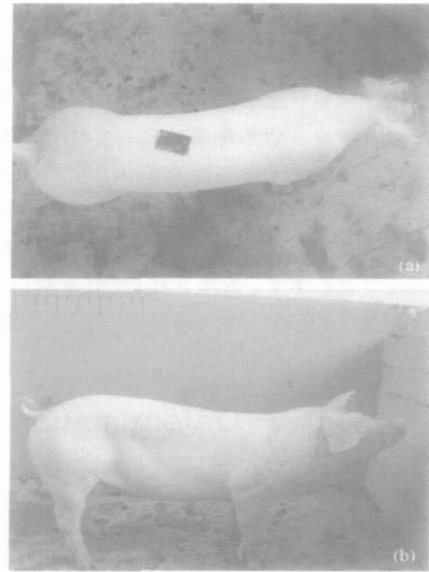


图2 实验样本的俯视(a)和侧视(b)原图

Fig. 2 Original images of top (a) and side (b) views

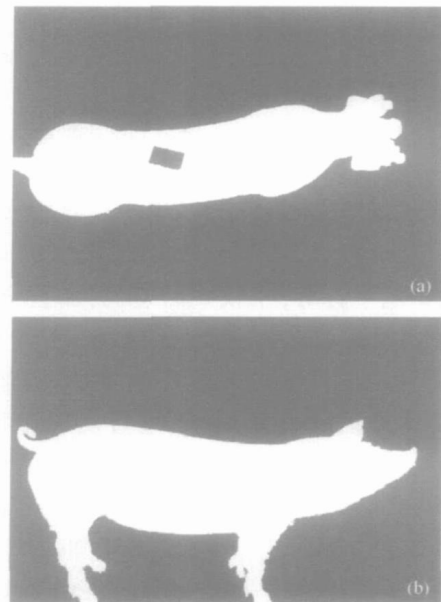


图3 分割后的二值图像:俯视图(a)和侧视图(b)

Fig. 3 Binary image after segmenting: top image (a) and side image (b)

1.3 投影面积计算

数字图像由像素点组成,所以已知像素点代表的真实面积,通过计算图像中对象物体区域的像素

点数可以求出猪的投影面积^[6]。分割处理后的二值图像白色区域灰度值为 1, 表示猪的投影区域; 黑色区域灰度值为 0, 表示背景以及参考系。由于每幅图片的拍摄高度以及拍摄对象的位置不同, 图片中参考系的面积也在变化。猪的投影区域即二值图像中白色区域与参考系的黑色区域之和, 猪的投影区域的像素点数也就是这 2 个区域的像素点之和^[6]。由于参考系的真实面积已知, 所以根据比例公式可以计算猪的真实投影面积

$$\frac{A_1}{N_1 + N_2} = \frac{A_2}{N_2} \quad (1)$$

式中: A_1 和 A_2 分别表示猪的真实投影面积和参考系真实面积; N_1 和 N_2 分别表示二值图像中白色区域的像素点数和参考系的像素点数。

1.4 体高计算

对于侧面图像, 参考系的真实长度 L_2 已知, 只需统计对象在水平位置投影的白色区域像素点数, 再根据比例计算其真实体高

$$\frac{L_1}{N_1} = \frac{L_2}{N_2} \quad (2)$$

式中: L_1 表示猪的真实体高; N_1 表示二值图像中样本在水平位置投影 (即与 x 轴上某一点对应) 的像素点数; N_2 表示图像中参考系的像素点数。

2 结果与讨论

对 40 个样本图像进行分割, 利用式 (1) 计算样本真实投影面积, 利用式 (2) 计算其真实体高, 分析投影面积和体高与样本体重的相关性, 结果见图 4。可以看出, 与体高相比, 投影面积与体重的相关性较大, 相关系数达到 0.89。此结果表明, 在实验体重范围内, 从猪的顶部获取图像, 直接利用投影面积来估测体重是可行的。

猪的体重与体积有直接关系, 将实际测量得到的猪的体重 W 与投影面积 S 、体高 H 拟合得到回归公式

$$W = 0.003 \times S^{1.2811} \times H^{0.6121} \quad (3)$$

利用式 (3) 估算得到的样本体重与实际称量体重的偏差见图 5, 平均相对误差为 3.2%。此结果说明, 用本方法估算的体重精度较高, 可以应用于实际生产中。

误差的来源主要有: 1) 用电子秤测量时, 猪的晃动给数据的读取带来一定误差; 2) 硬件设备带来的误差 (摄像机内部参数和安放位置的偏差)、环境光

照度的影响、图像的分割和处理效果带来的误差。通过提高硬件设备的测量精确度和图像处理软件的精确度可进一步降低误差, 提高估算精度。

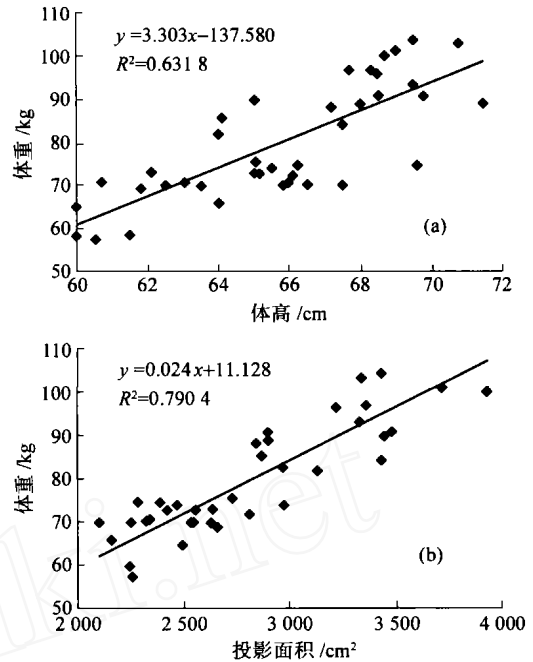


图 4 体高和投影面积与体重的相关性

Fig. 4 Relationship between height and weight (a), and projected area and weight (b)

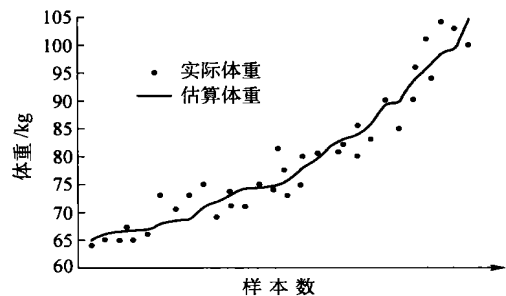


图 5 种猪样本的估算体重与真实体重

Fig. 5 Comparison of estimated weight and real one

3 结论

采用二值分割法对图像进行域值分割后, 根据投影区域与参考系的比例关系估算得到种猪真实投影面积和体高与体重的回归方程, 利用此方程可对种猪体重进行估算, 估算结果与实际体重的相对误差为 3.2%。本方法可以避免传统称量方法可能导致的猪的应激反应给生产带来的损失, 减少人力物力, 从而降低种猪生产成本, 并且有利于对种猪生长过程进行监测和研究。本方法为种猪的现代化饲养管理提供了一种有效的监测手段。

本研究在实验过程中得到天津宁河种猪场的大力支持与配合,在此深表谢意。

参 考 文 献

- [1] 赵书广. 中国养猪大成 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [2] Meat and Livestock Commission. MLC Pig Yearbook [M]. 1989. <http://www.mlc.org.uk/>
- [3] Deshazer J A, Moran P, Onyango C M, et al. Imaging systems to improve stockmanship in pig production [J]. Divisional Note DN 1459, 1988
- [4] Minagawa H, Ichikawa T. Determining the weight of pigs with image analysis [J]. Trans ASAE, 1994, 37(3): 1011~1015
- [5] Minagawa H. Estimating pig weight with a video camera [C]. Proc 5th Intern Livestock Environment Symp, Bloomington: ASAE I: 453~460
- [6] Schofield C P, Marchant J A, et al. Monitoring pig growth using a prototype imaging system [J]. Journal of Agric Engineering. 1999, 72: 205~210
- [7] Marchant J A, Schofield C P. Pig growth and conformation monitoring using image analysis [J]. Animal Science, 1999, 68: 141~150
- [8] Minagawa H, Taira O, Nissato H. A hands-off method to estimate pig weight by light projection and image analysis [C]. Proc 6th Intern Livestock Environment Symp. Louisville: ASAE, 2001: 72~79
- [9] Minagawa H, Taira O, Nissato H. A color technique to simplify image processing measurement of pig weight by a hands-off method [J]. ASAE 701P1303, 2003
- [10] 陈顺三. 奶牛体型线性评定的图像处理技术研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 1986
- [11] 阮秋琦. 数字图像处理学 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2001

www.cnki.net