

# 基于机器视觉的母猪分娩检测方法研究\*

刘龙申<sup>1</sup> 沈明霞<sup>1</sup> 柏广宇<sup>1</sup> 周波<sup>2</sup> 陆明洲<sup>1</sup> 杨晓静<sup>3</sup>

(1. 南京农业大学工学院, 南京 210031; 2. 南京农业大学动物科技学院, 南京 210095;

3. 南京农业大学农业部动物生理生化重点开放实验室, 南京 210095)

**摘要:** 检测母猪分娩需对分娩限位栏内的仔猪进行目标识别, 分析了母猪分娩视频图像特征, 提出首先利用半圆匹配算法进行母猪目标分割, 排除母猪运动干扰, 基于改进的单高斯模型背景减除法进行运动目标检测, 根据运动区域的颜色和面积特征, 对仔猪进行目标识别。试验表明: 基于半圆匹配算法的母猪目标识别方法能够有效分割出母猪目标, 基于改进单高斯模型的运动目标检测方法, 对面积较大、运动缓慢的仔猪目标检测较为完整, 适用于母猪分娩检测场景。

**关键词:** 母猪分娩 机器视觉 半圆匹配 运动目标检测

**中图分类号:** S126; S828.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)03-0237-06

## 引言

规模化、集约化、自动化养猪将成为养猪业的发展趋势。在传统养殖方式中, 母猪分娩监测主要依赖饲养员的连续观察, 人力负担繁重, 工作效率低, 容易出现因疏忽而造成仔猪死亡, 另外, 人与猪接触增大了人畜共患病的传播机率。母猪分娩是养猪生产过程中关键环节之一, 准确、实时地检测母猪分娩对实现母猪自动化养殖具有重要意义。

国内外除了开展产前检测<sup>[1]</sup>, 已经开展了自动检测母猪分娩的研究。Labrecque等<sup>[2]</sup>提出采用热红外传感器监测分娩限位栏的仔猪活动区, 一旦检测到仔猪出现在活动区就通过寻呼机通知饲养员, 但是仔猪刚生下时不一定很快到达活动区, 导致该系统检测的实时性不高。陈广林等<sup>[3-4]</sup>发明了一种母猪分娩报警装置。检测器能够放置在临产母猪的产道内, 在母猪分娩开始时被顶出产道, 并无线发送检测信号。目前尚未有利用机器视觉技术进行母猪分娩检测的报道。

随着机器视觉技术的发展, 该技术在养猪行业得到了广泛应用<sup>[5-10]</sup>。为了实时检测母猪是否分娩, 需对产床内母猪和仔猪进行目标识别。本文在分析母猪分娩视频图像特征的基础上, 提出基于半圆匹配算法的母猪分娩图像分割方法和基于改进单高斯模型的运动目标检测方法, 为建立基于机器视

觉技术的母猪分娩检测系统提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

母猪分娩的视频图像采集在江苏省常州市康乐农牧有限公司进行, 选用16头长白母猪为试验对象, 试验母猪均在产床内分娩, 猪栏床面为铁丝网漏粪地板。视频图像采集设备为(1/3)" CMOS数字摄像机(MVC360F USB2.0), 图像像素为: 640 × 480, 光源为LED灯。为了方便检测母猪分娩, 摄像机安装在靠近母猪尾部的产床上方, 相对产床床面高1.5 m。采用PC(AMD 8650 2.3 GHz CPU, 2.0 GB RAM)进行视频图像处理, 开发软件为VC++ 6.0。

### 1.2 母猪分娩视频图像特征分析

在母猪分娩的视频图像中, 运动目标有母猪和仔猪, 背景为产床床面。为了检测母猪是否分娩, 需有效识别图像中是否存在仔猪目标。新生仔猪一般是不断运动的, 可以采用运动目标检测方法对仔猪进行识别, 但由于母猪的运动会造成误判, 因此利用机器视觉技术检测母猪分娩分两步实现: ①基于半圆匹配算法分割出视频图像中母猪目标, 排除母猪对目标识别的干扰。②基于改进单高斯模型进行运动目标检测, 根据运动区域的颜色和面积特征, 完成对仔猪目标识别。随机截取母猪分娩视频中一帧图像, 如图1所示。

收稿日期: 2013-03-14 修回日期: 2013-05-02

\* 公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201003011)和南京农业大学青年科技基金资助项目(KJ2011021)

作者简介: 刘龙申, 博士生, 主要从事机器视觉与测控技术在设施农业中的应用研究, E-mail: liulongshen@126.com

通讯作者: 沈明霞, 教授, 博士生导师, 主要从事机器视觉和信息农业研究, E-mail: mingxia@njau.edu.cn

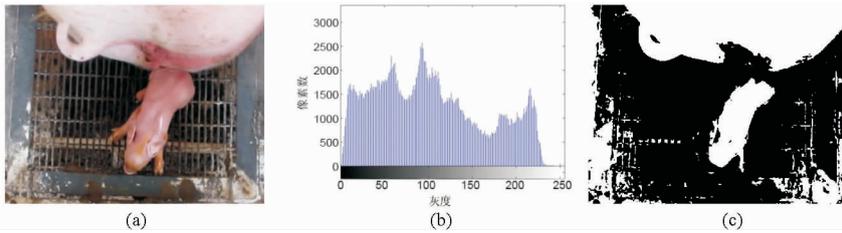


图1 母猪分娩图像

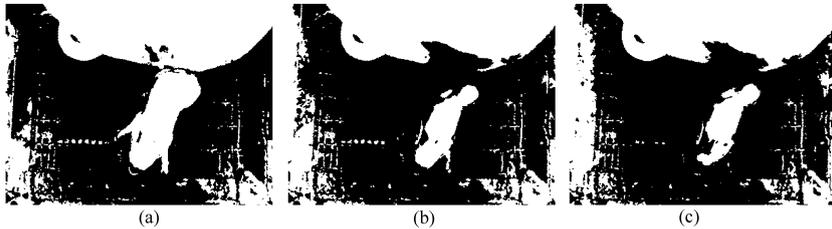
Fig.1 Sows parturition images

(a) 原始图像 (b) 灰度直方图 (c) 二值化图像

由图1b可以看出,灰度直方图中没有明显的波峰,分布范围较大。从图1c二值化图像可以看出,灰度大于阈值117的区域大部分是母猪和仔猪图像,但目标提取并不完整,并且存在很多干扰。由于仔猪与母猪的颜色比较相近,特别是与母猪臀部的颜色很接近,因此,仅利用颜色特征的简单运算,不能区分出母猪和仔猪目标。

视频图像的目标识别一般是利用颜色、纹理、形

状、运动或多特征融合进行分析处理<sup>[11]</sup>。从母猪和仔猪的形状特征分析,母猪在分娩过程中一般都是侧卧状态<sup>[12]</sup>。母猪侧卧时臀部轮廓近似于圆弧,可以利用圆弧形轮廓对母猪目标进行分割。从图1c可以看出,由于母猪外阴附近皮肤为暗红色,在二值化图像中为黑色,造成母猪臀部轮廓检测不完整。本文提取了原始图像的 $R$ 、 $G$ 、 $B$ 分量图像并二值化,如图2所示。

图2  $R$ 、 $G$ 、 $B$ 各分量二值化图Fig.2 Binary images of  $R$ ,  $G$  and  $B$ (a)  $R$ 分量 (b)  $G$ 分量 (c)  $B$ 分量

从图2可以看出,由于母猪和仔猪颜色偏红色, $R$ 分量二值化图对母猪和仔猪目标提取较为完整,母猪臀部轮廓更接近圆弧,因此,本文采用 $R$ 分量二值化图进行母猪目标分割。

### 1.3 基于半圆匹配算法的母猪目标分割

本文提出了基于半圆匹配算法的母猪目标分割方法,即利用圆心为 $(x_0, y_0)$ ,半径为 $r$ 的下半圆对二值化图像中母猪目标进行匹配,选择合适的圆心位置和半径大小,使圆弧与母猪臀部轮廓尽可能重叠,从而完成对母猪目标的分割。半圆匹配示意图如图3所示。

#### 1.3.1 半圆匹配算法数学模型

理想情况下,如果母猪臀部轮廓是标准的圆弧,而且母猪目标颜色均是白色,利用合适的半圆匹配时,半圆内图像白色部分的面积 $S_w$ 与重叠半圆面积 $S_c$ 的比值 $b$ 应为1,而实际图像中由于母猪臀部轮廓不是标准的圆弧,母猪图像的颜色也有黑色部分的噪声干扰,因此 $b$ 是接近于1的正小数,数学表达式为

$$b = \frac{S_w}{S_c} \quad (1)$$

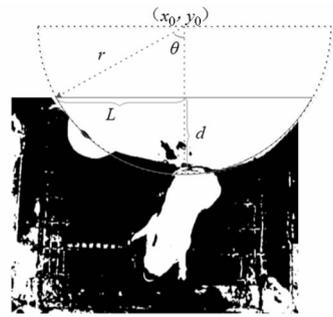


图3 半圆匹配示意图

Fig.3 Sketch of matching by semi-circle

$$S_c = \theta r^2 = r^2 \arcsin \frac{L}{r} \quad (2)$$

在分娩限位栏中,母猪躺卧的位置可能有如图4所示的4种模式。

图中黑色矩形代表采集的图像, $(a_1, b_1)$ 和 $(a_2, b_2)$ 是半圆与图像边缘的交点,半圆代表母猪的臀部,阴影部分代表图像中看到的母猪目标,阴影的面积即 $S_c$ 。由图4可以看出,计算 $S_c$ 的值可以分为4种情况。

为了计算简单,利用圆弧包围的灰度为255的

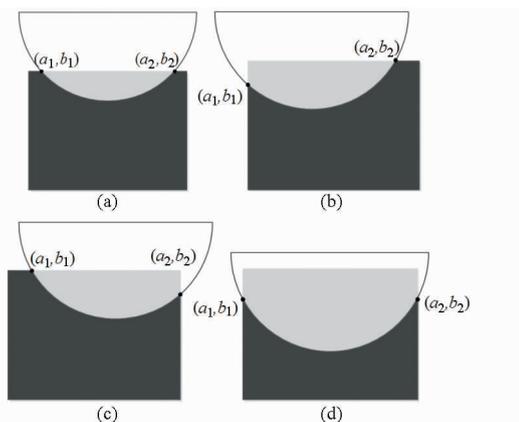


图 4 母猪躺卧模式示意图

Fig.4 Modes of sows lying

(a) 靠前躺卧 (b) 靠左躺卧 (c) 靠右躺卧 (d) 靠后躺卧

像素数表示  $S_w$ , 以圆弧包围的总像素数表示  $S_c$ 。半圆与图像匹配时, 圆弧不可能完整地包含重叠部分的每一个像素, 只能采用近似计算, 计算方法如图 5 所示。

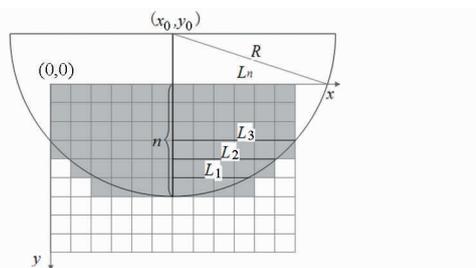


图 5 重叠面积计算示意图

Fig.5 Calculating overlap area

图中每个小方格表示一个像素, 这里为了方便说明, 放大了像素。阴影部分像素数表示半圆与图像重叠面积  $S_c$ , 计算方法是将每行像素的上边缘与圆弧相交的弦长进行四舍五入, 取整后的每行弦长数值等于该行阴影面积数值, 如果弦长大于图像宽度, 则该行阴影面积数值等于图像宽度数值。  $S_c$  计算公式为

$$L_n = \sqrt{r^2 - (r - n)^2} \quad (3)$$

$$S_{cR} = \begin{cases} \sum_{i=1}^k L_i & (L_k < 640 - x_0) \\ (n - k)(640 - x_0) & (L_k \geq 640 - x_0) \end{cases} \quad (4)$$

$$S_{cL} = \begin{cases} \sum_{i=1}^k L_i & (L_k < x_0) \\ (n - k)x_0 & (L_k \geq x_0) \end{cases} \quad (5)$$

$$S_c = S_{cR} + S_{cL} \quad (6)$$

式中  $S_{cL}$  和  $S_{cR}$  分别表示半圆中心线左右两边阴影的面积。

半圆内白色图像的面积  $S_w$  的数值等于阴影区

域内灰度为 255 的像素数。

### 1.3.2 半圆半径和圆心的确定方法

基于半圆匹配算法的母猪目标分割, 实际上就是求解合适的半圆圆心和半径, 使圆弧与母猪臀部轮廓更匹配, 从而使目标分割更完整。由于每头母猪的体型不同, 臀部轮廓的曲率也不同, 因此需要自适应地确定半圆半径  $r$  和圆心。

利用半圆与母猪目标匹配时, 半圆圆弧一定与图像边缘相交有两点  $(a_1, b_1)$  和  $(a_2, b_2)$ , 通过二值化图像很容易得到这 2 个点的坐标, 圆心  $x$  轴坐标为

$$x_0 = \frac{a_2 - a_1 + b_2 - b_1}{2} + a_1 \quad (7)$$

已知半圆的数学表达式为

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r^2 \quad (y > y_0) \quad (8)$$

由于半圆过  $(a_1, b_1)$ , 得圆心  $y$  轴坐标为

$$r = \sqrt{(a_1 - x_0)^2 + (b_1 - y_0)^2} \quad (9)$$

已知半圆圆心  $x$  轴坐标  $x_0$ , 逐渐调整  $y_0$  即可得到一个与母猪臀部轮廓最佳匹配的半圆。本文利用半圆内图像白色部分的面积  $S_w$  与重叠半圆面积  $S_c$  的比值  $b$  来判断半圆与母猪臀部轮廓的匹配程度, 计算  $b$  的方法见式 (1) ~ (6)。

由于在半径和圆心未知的情况下通过 2 点的圆有无穷多个, 如果逐一计算匹配是不现实的, 因此需要统计实际母猪侧卧时臀部轮廓半径的取值范围, 来提高计算效率。本文对 8 头试验母猪侧卧时的二值化图像进行统计, 记录与臀部轮廓匹配的半圆半径, 半径的最小值为 328, 最大值为 366, 确定半圆半径  $r$  的取值范围为 (300, 400)。

本文随机截取了 8 帧图像, 分别绘出每帧图像  $y \in [1, 480]$  范围内  $b$  的曲线, 结果如图 6 所示。

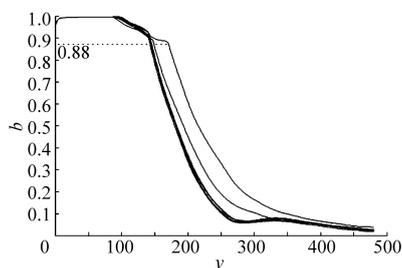


图 6 8 帧图像的  $b$  曲线分布

Fig.6  $b$ -curve of 8 frames

由图 6 可以看出, 当  $y$  小于 100 时,  $b$  基本上等于 1, 说明半圆匹配区域内几乎全是白色像素; 随着  $y$  增加,  $b$  开始缓慢减小到 0.9 左右, 然后迅速下降, 说明  $b$  等于 0.9 时匹配半圆内 90% 是白色像素, 已经达到最佳匹配程度。8 帧图像中达到最佳匹配程度时  $b$  的最小值为 0.88, 因此本文确定  $b$  等于 0.88 时  $y - 480$  即为  $y_0$ 。

## 1.4 运动目标检测

静态背景下常用的运动目标检测算法有相邻帧差法<sup>[13]</sup>、背景减除法<sup>[14]</sup>和光流法<sup>[15]</sup>。相邻帧差法对于运动慢的目标检测不完整,不利于进一步目标分析和识别。光流法运算量很大,算法复杂耗时,不适合实时处理。背景减除法算法简单,适用于摄像机固定和背景已知情况下的运动目标检测<sup>[16]</sup>。由于光照的变化和噪声的影响,背景图像不断发生变化,单纯的采用背景减除法很难检测出理想的运动目标,因此背景减除法的核心是建立背景模型。常见的背景模型有基本背景模型、基于统计学的背景模型、模糊背景模型、神经网络背景模型、基于聚类的背景模型和基于鲁棒 PCA 的背景模型<sup>[17]</sup>。考虑到实际应用的实时性要求,本文采用基于单高斯模型的背景减除法进行仔猪运动检测。

### 1.4.1 单高斯模型基本原理

对于图像中单个像素点  $f_k(x, y)$  可以看成是一个随机变量,  $f_k(x, y)$  服从正态分布  $N(\mu, \sigma^2)$ 。均值  $\mu_0$  初始化为第一帧图像中像素点均值,  $\sigma_0$  初始化为 30, 对于下一帧图像的更新算法为

$$\mu_k = \alpha f_k(x, y) + (1 - \alpha)\mu_{k-1} \quad (10)$$

$$\sigma_k^2 = \alpha (f_k(x, y) - \mu_{k-1})^2 + (1 - \alpha)\sigma_{k-1}^2 \quad (11)$$

式中  $f_k(x, y)$  为视频序列中第  $k$  帧图像在  $(x, y)$  的当前像素灰度,  $\alpha$  为更新率, 决定背景的更新速度,  $\alpha \in [0, 1]$ 。

前景检测方法为

$$D_k(x, y) = \begin{cases} 1 & (|f_k(x, y) - \mu_{k-1}| > \beta\sigma_{k-1}) \\ 0 & (|f_k(x, y) - \mu_{k-1}| \leq \beta\sigma_{k-1}) \end{cases} \quad (12)$$

式中  $D_k(x, y)$  为背景减除得到的图像像素灰度, 参数  $\beta \in [2, 3]$ 。

### 1.4.2 单高斯模型改进

本文根据母猪分娩检测的实际应用需求对单高斯模型进行改进。由于仔猪刚生下来时运动速度缓慢, 或者只是身体局部运动, 而单高斯模型把运动目标当作背景进行更新, 会造成仔猪检测不完整, 不利于后期的目标识别。本文采用选择性背景更新策略, 首先利用式(12)对  $f_k(x, y)$  判断是前景点 ( $D = 1$ ) 还是背景点 ( $D = 0$ ), 同时为每个像素点设置一个帧计数器  $C$ 。如果  $f_k(x, y)$  是背景点, 背景模型按式(10)和(11)更新; 如果  $f_k(x, y)$  是前景点,  $C$  加 1, 当  $C$  小于阈值  $T$  时, 该点背景模型不变, 当  $C$  大于阈值  $T$  时, 背景模型按式(10)和(11)更新。改进后的背景更新算法为

$$\mu_k = \begin{cases} \mu_{k-1} & (D = 1 \text{ 且 } C < T) \\ \alpha f_k(x, y) + (1 - \alpha)\mu_{k-1} & (D \neq 1 \text{ 或 } C \geq T) \end{cases} \quad (13)$$

$$\sigma_k^2 = \begin{cases} \sigma_{k-1}^2 & (D = 1 \text{ 且 } C < T) \\ \alpha (f_k(x, y) - \mu_{k-1})^2 + (1 - \alpha)\sigma_{k-1}^2 & (D \neq 1 \text{ 或 } C \geq T) \end{cases} \quad (14)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 母猪目标分割试验

为了验证半圆匹配算法对母猪目标识别效果, 随机截取了视频中 3 帧图像, 试验步骤为: ①从彩色图像中提取  $R$  分量, 将  $R$  分量图像进行灰度化, 利用 Otsu 法对灰度图二值化。②根据二值化图像求出  $(a_1, b_1)$  和  $(a_2, b_2)$ , 同时求出  $x_0$ 。③令  $y = y + 1$ , 如果  $r \in (300, 400)$ , 计算以  $(x_0, y_0)$  为圆心,  $r$  为半径区域内  $b$  的大小, 否则重复步骤③。④判断  $b$  是否小于 0.88, 如果成立, 令  $y_0 = y - 480$ , 否则返回步骤③。⑤在二值图像上画圆心为  $(x_0, y_0)$ , 半径为  $r$  的圆弧, 把圆弧以外的图像置为黑色, 完成目标分割。⑥计算本文算法匹配与人工利用半圆进行匹配的半径和圆心的误差。

试验结果如图 7 所示。

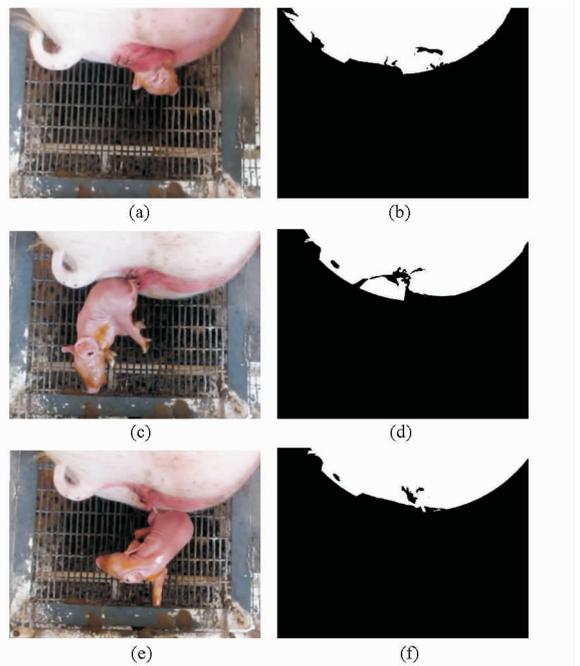


图 7 母猪目标分割结果

Fig. 7 Results of sows target segmentation

- (a) 原始图像 1 (b) 图像 1 目标分割结果  
(c) 原始图像 2 (d) 图像 2 目标分割结果  
(e) 原始图像 3 (f) 图像 3 目标分割结果

由图 7 可以看出, 基于半圆匹配算法可以有效地识别出母猪目标。但是, 由于母猪臀部轮廓不是标准的圆形, 母猪尾巴在二值化图像中为白色, 造成匹配半圆偏向尾巴一侧。另外, 由于猪场采用石灰粉消毒, 白色粉末对图像也存在干扰。

算法匹配误差数据如表 1 所示。

表1 算法匹配误差数据

Tab.1 Data of arithmetic matching error

编号	半圆半径/像素数		半径误差/像素数	半圆圆心/像素数		圆心距离误差/像素数
	匹配算法	人工法		匹配算法	人工法	
1	345	342	3	(301, -186)	(311, -181)	11.18
2	349	344	5	(353, -172)	(368, -160)	19.21
3	351	355	4	(364, -188)	(383, -189)	19.03

由表1可知,算法匹配半径误差均值为4个像素,圆心距离误差均值为16.47个像素。

## 2.2 运动目标检测试验

对比试验了改进前后的基于单高斯模型的背景减除法对运动目标检测效果,试验中背景更新率 $\alpha$ 设置为0.7,参数 $\beta$ 为2.5,试验中随机抽取一帧图像,结果如图8所示。

由图8可以看出,改进后的基于单高斯模型的

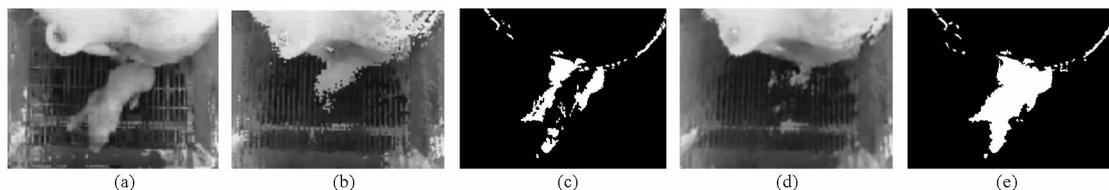


图8 运动目标检测试验结果

Fig.8 Test results of moving objects detection

(a) 视频帧图像 (b) 改进前背景图像 (c) 改进前运动目标 (d) 改进后背景图像 (e) 改进后运动目标



图9 仔猪目标识别试验结果

Fig.9 Results of piglet target recognition

(a) 原始图像R分量 (b) 母猪目标分割结果 (c) 运动目标检测结果 (d) 仔猪目标分割结果

效地去除产床床面背景,较为完整地检测出仔猪目标,但是由于母猪在分娩时挣扎运动,对仔猪目标的识别产生较大的干扰。由图9d可以看出,在分割出母猪目标以后,排除干扰,利用改进单高斯模型可以有效地识别出仔猪目标。

## 3 结论

(1)分析了母猪分娩视频图像特征,得出母猪臀部轮廓近似半圆,提出了基于半圆匹配算法的母猪目标识别方法,该方法能够有效地分割出母

背景减除法相对于传统的单高斯背景模型法,对面积较大、运动缓慢目标检测前景图更加完整,有利于后期的目标识别。

## 2.3 仔猪目标识别试验

利用母猪目标分割和运动目标检测相结合的方法对仔猪目标进行识别试验。对于分娩时的一帧图像的处理过程如图9所示。

由图9c可以看出,利用改进单高斯模型能够有

效地去除产床床面背景,较为完整地检测出仔猪目标,为利用颜色和运动特征进行仔猪目标识别奠定了基础。算法匹配与人工利用半圆进行匹配半径误差为4个像素,圆心距离误差均值为16.47个像素。

(2)改进了基于单高斯模型的背景减除法,对面积较大、运动缓慢的目标检测较为完整,适用于母猪分娩检测场景。

(3)利用半圆匹配算法分割出母猪目标,排除干扰以后,利用改进单高斯模型可以有效地识别出仔猪目标。

## 参 考 文 献

- 刘龙申,沈明霞,姚文,等. 基于加速度传感器的母猪产前行为特征采集与分析[J]. 农业机械学报, 2013,44(3):192-196.  
Liu Longshen, Shen Mingxia, Yao Wen, et al. Acquisition and analysis of sows' behavior before farrowing based on acceleration sensor[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2013,44(3):192-196. (in Chinese)

- 2 Labrecque S, Labrecque R, Labrecque G. Birth monitoring system for piglets: US, 20080266115 A1[P]. 2008-10-30.
- 3 陈广林,汪志强,薛江庭. 母猪分娩报警装置:中国, CN202069608U[P]. 2011-12-14.
- 4 陈广林,汪志强,薛江庭. 报警器(母猪分娩):中国, CN301714128S[P]. 2011-11-02.
- 5 Shao Bin, Xin Hongwei. A real-time computer vision assessment and control of thermal comfort for group-housed pigs[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2008, 62(2): 15-21.
- 6 Ahrendt P, Gregersen T, Karstoft H. Development of a real-time computer vision system for tracking loose-housed pigs[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2011, 76(2): 169-174.
- 7 朱伟兴,浦雪峰,李新城,等. 基于行为监测的疑似病猪自动化识别系统[J]. 农业工程学报, 2010, 26(1): 188-192.  
Zhu Weixing, Pu Xuefeng, Li Xincheng, et al. Automatic identification system of pigs with suspected case based on behavior monitoring[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(1): 188-192. (in Chinese)
- 8 朱伟兴,纪滨,秦锋. 基于伪球算子边缘模型的猪前景帧检测[J]. 农业工程学报, 2012, 28(12): 189-194.  
Zhu Weixing, Ji Bin, Qin Feng. Detection of foreground-frame of pig using edge model based on pseudosphere-operator[J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(12): 189-194. (in Chinese)
- 9 杨艳,滕光辉,李保明,等. 基于计算机视觉技术估算种猪体重的应用研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(2): 127-131.  
Yang Yan, Teng Guanghui, Li Baoming, et al. Measurement of pig weight based on computer vision[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(2): 127-131. (in Chinese)
- 10 何利. 基于纹理颜色特征的猪体识别的研究与实现[D]. 广州:华南理工大学, 2010.  
He Li. Research and implementation on swine body identification based on the characteristic of image texture and color [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2010. (in Chinese)
- 11 Gonzalez R C, Woods R E. 数字图像处理[M]. 3版. 阮秋琦,等,译. 北京:电子工业出版社, 2011.
- 12 Randall G C. Observations on parturition in the sow. I. Factors associated with the delivery of the piglets and their subsequent behaviour[J]. Veterinary Record, 1972, 90(7): 178-182.
- 13 Lipton A, Fujiyoshi H, Patil R. Moving Target classification and tracking from real-time video[C]//Proceedings of the 4th IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, WACV'98, 1998: 8-14.
- 14 Herrero E, Orrite C, Senar J. Detected motion classification with a double background and a neighborhood-based difference[J]. Pattern Recognition Letters, 2003, 24(12): 2079-2092.
- 15 Barron J, Fleet D, Beauchemin S. Performance of optical flow techniques[J]. International Journal of Computer Vision, 1994, 12(1): 42-77.
- 16 万纛,韩毅,卢汉清. 运动目标检测算法的探讨[J]. 计算机仿真, 2006, 23(10): 221-226.  
Wan Ying, Han Yi, Lu Hanqing. The methods for moving object detection[J]. Computer Simulation, 2006, 23(10): 221-226. (in Chinese)
- 17 吴晶. 面向运动目标检测的背景差分算法改进与实现[D]. 北京:北京邮电大学, 2012.  
Wu Jing. The research and novel improvements on background subtraction for motion detection in surveillance[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2012. (in Chinese)

## Sows Parturition Detection Method Based on Machine Vision

Liu Longshen<sup>1</sup> Shen Mingxia<sup>1</sup> Bo Guangyu<sup>1</sup> Zhou Bo<sup>2</sup> Lu Mingzhou<sup>1</sup> Yang Xiaojing<sup>3</sup>

(1. College of Engineering, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210031, China

2. College of Animal Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China

3. Key Lab of Animal Physiology and Biochemistry, Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** Automation and industrialization is the trend of pig industry. Real-time detection of parturition is one of the key technologies of sow automation farming. Video image features of sows parturition were analyzed to detect sows parturition by recognizing piglet. The moving objects were detected based on the improved single Gaussian model. Disturbance of sow moving was removed by the arithmetic of matching semi-circle. According to the color and size characteristics of newborn piglets, targets were recognized. Test results showed that the sow object could be recognized effectively by the proposed approach. The moving objects detection method based on the improved single Gaussian model detected the slow-moving piglet completely after eliminate interference.

**Key words:** Sows parturition Machine vision Matching by semi-circle Moving objects detection