

文章编号:1007-2985(2013)04-0059-04

# 基于帧差和 Otsu 的红外行人分割算法<sup>\*</sup>

张书真

(吉首大学信息科学与工程学院,湖南 吉首 416000)

**摘要:**针对红外图像中行人与环境对比度较低,直接进行分割易产生误分割问题,提出一种基于帧差和 Otsu 的红外行人分割算法.首先选取红外视频序列中时间间隔较短的 2 帧图像求其帧差图像,对帧差图像采用 Otsu 分割得到运动目标的部分区域;然后对基准帧也采用 Otsu 方法分割,并将帧差图像分割结果与基准帧分割结果相乘,得到目标区域的种子像素;最后在基准帧分割图像上,通过连通性判断得到最终的行人分割区域.实验结果表明,该算法很好地克服了环境带来的干扰,鲁棒性强,能有效实现红外行人目标的分割.

**关键词:**基准帧;帧差;Otsu 法;修正的阿尔法均值滤波;连通性

**中图分类号:**TP391.41

**文献标志码:**A

**DOI:**10.3969/j.issn.1007-2985.2013.04.013

红外热成像技术是根据成像物体的热辐射情况得到图像的灰度分布,因此不受烟雾、黑暗等因素的影响.目前基于红外图像的目标提取与识别技术是模式识别研究领域的热点<sup>[1-2]</sup>.红外行人目标成像几乎不受肤色、纹理和阴影的影响,在智能交通系统、安全监控系统等领域都有着广泛的应用.但是,红外图像是灰度图像,存在对比度低、噪声大、目标边缘模糊等问题,直接对红外图像进行分割一般难以取得好的分割结果.而行人是一种非刚体目标,行人目标较小,因此精确地实现红外行人分割仍然是一个难题.

笔者提出一种基于帧差和 Otsu 的红外行人分割算法,在采用帧差法去除了绝大部分背景后,通过 Otsu 分割得到行人目标区域部分像素,然后对基准帧进行 Otsu 分割,2 次分割结果相乘得到行人区域的种子像素,利用种子像素在基准帧分割基础上找到对应连通区域即为行人目标区域.实验证明该算法能有效地实现红外图像行人目标的分割.

## 1 帧差图像的选择

帧差图像常用于运动目标的检测<sup>[3]</sup>,由于相邻的几帧时间间隔较短,做差分后图像受光线变化影响较小,检测有效而稳定,只对图像的运动信息敏感,但该方法检测出的目标位置精确度不高.

设同一视频序列的 2 帧红外图像分别为  $f(x, y, t_1)$  和  $f(x, y, t_2)$ , 则这 2 幅图像在时间  $t_1$  和  $t_2$  时的帧差图像可表示为  $D_{12}(x, y) = f(x, y, t_1) - f(x, y, t_2)$ . 若设  $f(x, y, t_1)$  为基准帧,为找到基准帧中运动目标的位置,限定约束条件为

$$D(x, y) = \begin{cases} |D_{12}(x, y)| & |D_{12}(x, y)| > 0, \\ 0 & |D_{12}(x, y)| = 0. \end{cases} \quad (1)$$

通过(1)式计算后,2幅图像的差异将体现出运动目标的大致所在区域.

<sup>\*</sup> 收稿日期:2013-04-25

基金项目:湖南省教育厅科学研究资助项目(12C0314)

作者简介:张书真(1977-),女(白族),湖南桑植人,吉首大学信息科学与工程学院讲师,硕士,主要从事图像处理、模式识别研究.

为比较完整地提取到基准帧的运动目标,做帧差的 2 幅图像的时间差可稍微大点,文中选择采集序列的相隔 3 帧的 2 幅图像做差分.如图 1 所示,选取红外视频序列中 2 幅图像做差分得到含运动信息的像素.

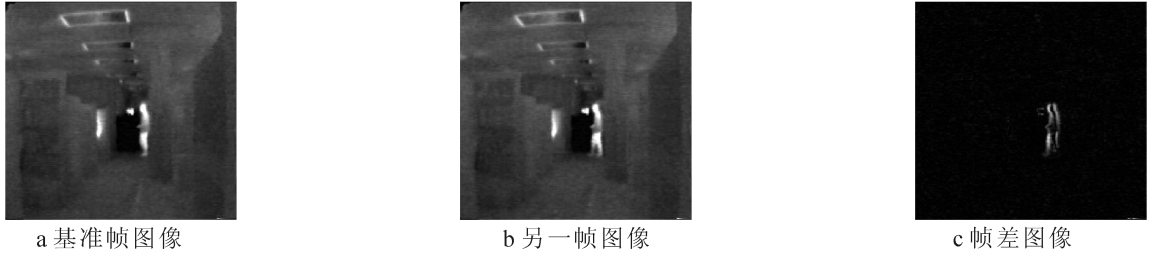


图 1 获取帧差图像的示例

## 2 Otsu 阈值法

帧差图像中运动目标为高亮度区域,要分割出这些运动目标,常采用阈值法,Otsu 法是一种适用广泛、经典易行的方法<sup>[4-5]</sup>.Otsu 法(又称为最大类间方差法)的原理:若图像分割为目标类和背景类,则最佳阈值为使这 2 个类的类间方差最大时对应的灰度值.

设图像的灰度值级为  $L$ ,图像直方图归一化为  $P_i = \frac{n_i}{N}$ ,其中  $n_i$  为灰度值为  $i$  的像素数目, $N$  为图像总的像素数目.若用阈值  $t$  将图像划分为背景类  $C_b: \{0, 1, \dots, t\}$  和目标类  $C_o: \{t+1, \dots, L-1\}$ ,则  $C_o$  和  $C_b$  类的概率  $\omega_o = \sum_{i=0}^t P_i, \omega_b = \sum_{i=t+1}^{L-1} P_i, C_o$  和  $C_b$  类的均值  $\mu_o = \sum_{i=0}^t iP_i/\omega_o,$

$$\mu_b = \sum_{i=t+1}^{L-1} iP_i/\omega_b,$$

图像总的均值  $\mu = \sum_{i=0}^{L-1} iP_i.$

而对于任意  $t$  满足  $\omega_o\mu_o + \omega_b\mu_b = \mu, \omega_o + \omega_b = 1$ .由此可得  $C_o$  和  $C_b$  类的类间方差为  $\sigma_B^2(t) = \omega_o(\mu_o - \mu)^2 + \omega_b(\mu_b - \mu)^2 = \omega_o\omega_b(\mu_o - \mu_b)^2$ ,最佳阈值满足  $T = \text{Arg} \max_{0 \leq t \leq L-1} \{\sigma_B^2(t)\}.$

对图 1c) 的帧差图像进行 Otsu 分割,分割效果如图 2 所示.



图 2 帧差图像分割结果

## 3 红外行人目标分割

通过 Otsu 分割后,可大致得到行人所在位置,但是由于是对帧差图像做分割,行人的部分区域在做差值时被减掉了.采用(1)式计算的绝对帧差还会增加非基准帧的运动信息,因此准确的行人分割需要恢复被减掉的区域,去掉多余的非基准帧的运动信息.

在原始的红外行人图像中,周围环境温度一般低于行人温度,因此图像中行人目标亮度相对较高,直接对原始图像进行阈值分割通常会将行人完整提取出来.考虑到原始图像存在大量噪声干扰,对原始红外图像先做 1 次混合滤波处理后,再用进行 Otsu 阈值分割.混合滤波函数选用修正的阿尔法均值滤波函数<sup>[6]</sup>,设原始红外图像为  $g(x, y)$ ,滤波函数表达式为  $h(x, y) = \frac{1}{mn - d} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(x, y)$ .其中:  $S_{xy}$  是中心

为  $(x, y)$ ,邻域为  $m \times n$  的范围内去掉最高灰度值  $d/2$  个像素和最低灰度值  $d/2$  个像素后,余下的像素所在区域;当  $d$  的取值范围为  $0 < d < mn$  时,可以去除多种混合噪声.

虽然直接对原始红外行人图像进行分割会提取出较完整的行人区域,但同时也会有高亮度背景的干扰出现.帧差图像分割能有效去除背景的干扰,因此考虑将帧差图像分割结果和原始图像分割结果相乘,可得到必然属于行人的部分目标区域,并将该区域作为种子像素,找到在原图像分割的对应连通区域,即为最终行人目标的分割结果.

目标分割过程见图 3.对图 1a)混合滤波后,利用 Otsu 方法分割得到的结果如图 3a)所示,将 3a)图像与图 2 相乘,得到种子像素的区域如图 3b)所示,通过连通性判断得到最终行人目标分割结果如图 3c)所示.

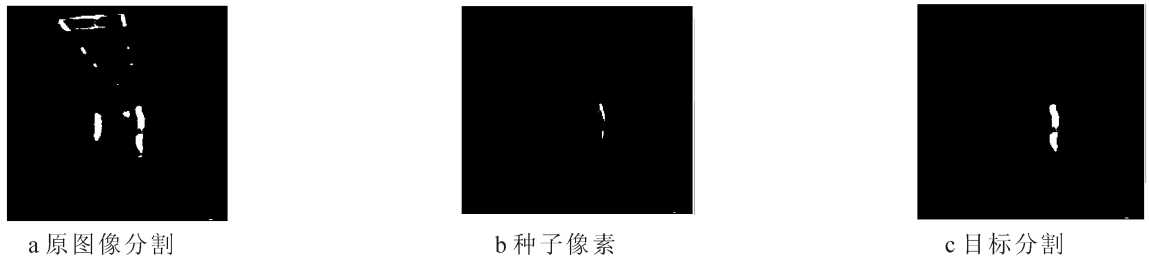


图 3 目标分割过程

## 4 实验结果与讨论

仿真实验是在 AMD Athlon II X4 640、3.01 GHz CPU 和内存为 3.25 GB 的微处理器上进行的,编程环境为 Matlab7.9. 实验对 OTCBVS 数据库中的红外图像序列进行测试,现取其中 2 幅代表性图像加以说明.

强背景下分割结果如图 4 所示. 原图像背景中存在大量的高亮度灰度区,直接分割会出现极大干扰,经帧差处理后,高亮背景得到有效抑制,最终提取出的行人区域非常理想.

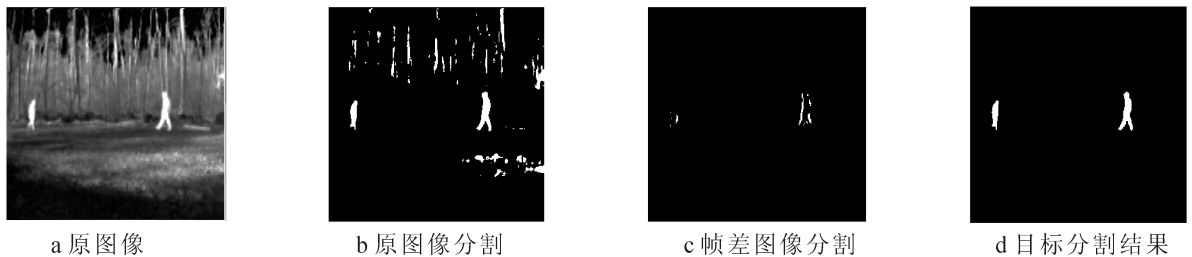


图 4 强背景下分割结果

行人目标较小时分割结果如图 5 所示. 图像中行人目标相对较小,帧差图像对运动信息敏感,即使当目标较小时,也能很好地实现目标的有效分割.

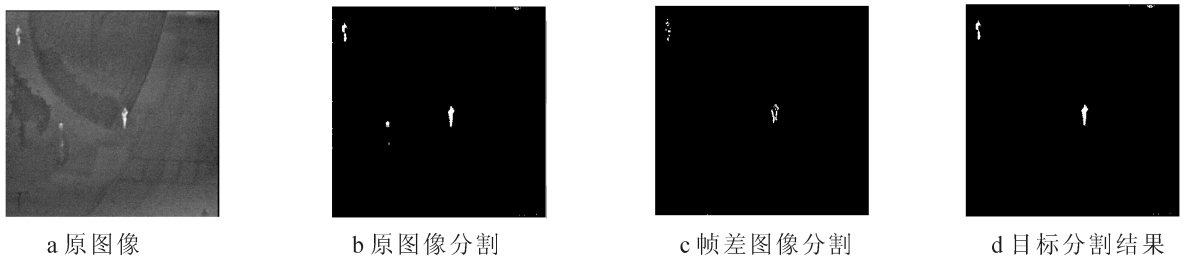


图 5 行人目标较小时分割结果

## 5 结语

提出一种基于帧差和 Otsu 的红外行人分割算法. 因为直接对基准帧进行 Otsu 分割会产生大量的背景干扰,而帧差图像仅对运动信息敏感,能有效去除图像背景,但帧差图像提取的行人目标不完整,所以利用帧差图像分割结果与原图分割结果相乘,得到种子像素,并利用原图分割的目标区域连通性,判断得到行人目标分割结果. 实验结果表明,该算法抗噪性能良好,能快速有效地实现红外行人目标的分割.

### 参考文献:

- [1] 王春华,马国超,马 苗. 基于目标提取的红外与可见光图像融合算法 [J]. 计算机工程,2010,36(2):197-200.
- [2] 梁英宏. 红外视频图像中的人体目标检测方法 [J]. 红外与激光工程,2009,38(5):931-935.
- [3] 蒋艳军,谭佐军,余贞贞,等. 红外图像阈值分割算法的研究 [J]. 红外,2008,29(13):33-35.
- [4] 李佐勇,刘传才,程 勇,等. 红外图像统计阈值分割方法 [J]. 计算机科学,2010,37(1):282-286;298.
- [5] 陈 峥,石勇鹏,吉书鹏. 一种改进的 Otsu 图像阈值分割算法 [J]. 激光与红外,2012,42(5):584-588.
- [6] GONZALEZ R C, WOODS R E. Digital Image Processing [M]. Second Edition. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2008.

- [19] BENESI H A, HILDEBRAND J H. A Spectrophotometric Investigation of the Interaction of Iodine with Aromatic Hydrocarbons [J]. *J. Am. Chem. Soc.*, 1949, 71: 2 703 - 2 707.
- [20] 张叔良, 易大年, 吴天明. 红外光谱分析与新技术 [M]. 北京: 北京医药科技出版社, 1993.

## Preparation and Characterization of Inclusion Complex Arteannuin with $\beta$ -Cyclodextrin

TAN Qing-hua, YANG Jiang-jing, TANG Yan-hui, DUAN You-gou  
(College of Chemistry and Chemical Engineering, Jishou University, Jishou 416000, Hunan China)

**Abstract:** The preparation and characterizations of the inclusion complex of arteannuin (ART) with  $\beta$ -cyclodextrin ( $\beta$ -CD) were investigated. The properties of arteannuin with  $\beta$ -cyclodextrin were characterized and analyzed by phase solubility analysis and infrared spectrography (IR). Results showed that  $\beta$ -cyclodextrin could increase the solubility of arteannuin; the inclusion constants of arteannuin with  $\beta$ -cyclodextrin ( $\beta$ -CD) was calculated as 77.44 L/mol; IR spectra showed that the intensity of a few characteristic absorption peak of ART decreased, the peak shape was widened and the displacement changed or disappeared under the influence of inclusion complex. It is concluded arteannuin and  $\beta$ -cyclodextrin can form stable inclusion complexes.

**Key words:** arteannuin;  $\beta$ -cyclodextrin; inclusion complex; inclusion constant; infrared spectrum (IR)

(责任编辑 易必武)

(上接第 61 页)

## Pedestrian Segmentation Algorithm in Infrared Images Based on Frame Difference and Otsu

ZHANG Shu-zhen  
(School of Information Science and Engineering, Jishou University, Jishou 416000, Hunan China)

**Abstract:** The contrast between pedestrians and environment is low in infrared images, which will result in the problem of faulty segmentation. This paper puts forward a pedestrian segmentation algorithm in infrared images based on frame difference and Otsu. Firstly, two frames with a short time interval of an infrared video sequence are used to obtain a frame difference image, and Otsu method is applied to get some moving target regions in the frame difference image. Then, the reference frame is also segmented by Otsu method, and the seed pixels of target regions can be gained by multiplying the result of the frame difference image segmentation with the result of the reference frame segmentation. Finally, according to region connectivity of the segmentation image of the reference frame, pedestrian areas are determined. Experimental results show that the proposed algorithm can overcome the interference of the environment, has strong robustness, and can effectively realize pedestrian segmentation in the infrared image.

**Key words:** reference frame; frame difference; Otsu method; alpha-trimmed mean filter; connectivity

(责任编辑 陈炳权)