

混合背景下像素均值运动目标特征提取算法

陆兴华, 叶铭铭, 刘铭原

(广东工业大学华立学院, 广东 广州 511325)

摘要:针对传统方法在混合差分背景下对运动目标检测准确性不好的问题,为了提高运动目标检测识别能力,提出一种基于混合背景差法和像素均值技术的运动目标提取算法。构建运动目标的三维成像模型,对运动目标图像采用混合差分背景分割方法进行图像的模板匹配和自适应分割处理,结合几何边缘重构方法进行运动目标的像素特征提取,对运动图像使用混合差分背景分割方法进行图像的模板匹配和自适应分割处理;采用角点检测方法进行运动目标图像纹理渲染,对运动目标图像的像素信息采用帧分解和像素均值技术进行运动目标的特征提取;结合二值化处理技术进行运动目标的边缘轮廓检测和特征搜索,实现混合差分背景下的像素均值运动目标特征提取。仿真结果表明,采用该算法进行运动目标特征提取的图像处理能力较好,输出图像质量较高,特征提取的准确性较好,提高了运动目标的特征提取和检测能力。

关键词:混合差分背景;像素均值;运动目标;特征提取;图像处理

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)07-0023-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.07.005

Feature Extraction Algorithm for Moving Target with Pixel Mean in Hybrid Differential Background

LU Xing-hua, YE Ming-ming, LIU Ming-yuan

(Huali College Guangdong University of Technology, Guangzhou 511325, China)

Abstract:In order to solve the problem of poor accuracy of traditional methods for moving target detection in hybrid differential background, and improve the ability of moving target detection, a moving target extraction algorithm based on mixed background difference method and pixel mean technique is proposed. The 3D imaging model of moving object is constructed, and the image template matching and adaptive segmentation are processed by using mixed differential background segmentation method, and the pixel feature extraction of moving object is carried out by combining geometric edge reconstruction method. The mixed differential background segmentation method is used for image template matching and adaptive segmentation, and corner detection method is used for texture rendering of moving object image. The pixel information of moving object image is extracted by frame decomposition and pixel mean technology, and the edge contour detection and feature search of moving object are carried out by combining binary processing technology. The feature extraction of moving target with pixel mean value in mixed differential background is realized. The simulation shows that the algorithm has better image processing ability, higher output image quality and better accuracy of feature extraction, and improves the ability of feature extraction and detection of moving targets.

Key words:mixed differential background; pixel mean; moving object; feature extraction; image processing

0 引言

随着计算机图像处理技术的不断成熟,采用图像信息处理技术进行运动目标检测,在目标探测识别和导航定位中具有广阔的应用前景。对运动目标的检测是建立在目标特征提取基础上^[1],结合目标图像的自适应成像和像素信息特征提取,进行目标定位和精确

检测,研究运动目标特征提取和检测技术,在运动目标成像和三维特征识别中具有很好的应用价值,研究运动目标特征提取技术,在图像模式识别和探测制导控制中具有很好的应用价值^[2]。

对运动目标的检测和三维特征提取包括两大步骤,首先进行运动目标图像的远程成像和像素特征分

收稿日期:2018-08-11

修回日期:2018-12-17

网络出版时间:2019-03-21

基金项目:2018 年广东省大学生科技创新培育项目(pdjhb0635)

作者简介:陆兴华(1981-),男,硕士,副教授,CCF 会员(56467M),通讯作者,研究方向为嵌入式技术、无人机飞行稳定性控制方法、机器人运动控制方法;叶铭铭(1996-),男,CCF 会员(85572G),研究方向为计算机图形学、计算机算法应用。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190321.0942.066.html>

割处理,结合特征分割和自适应特征分离方法进行图像目标特征提取,然后采用像素均值技术进行图像三维特征提取,分析运动目标图像的边缘信息,实现运动目标的自适应成像处理,提高目标成像和识别能力^[3]。传统方法中,对运动目标的特征提取技术主要有小波分析技术、超像素特征分割技术、模板匹配技术以及块匹配技术等。文献[4]中提出一种基于图形自适应渲染和纹理特征分割的运动目标图像特征三维提取技术,采用三维红外点扫描方法进行运动目标图像的纹理渲染和点跟踪识别,提高运动目标的检测和特征识别能力,但该算法进行运动目标特征提取的实时性不好,检测过程的收敛性不强;文献[5]中提出一种基于自适应特征分解的运动目标图像三维特征提取方法,建立运动目标图像的统计形状模型,采用自适应模板匹配方法进行特征分解,实现对运动目标图像轮廓特征提取和重构,提高运动目标图像的三维特征提取能力,但该算法在混合差分背景下的检测准确性不好。

针对传统方法存在的弊端,文中提出一种基于混合背景差法和像素均值技术的运动目标提取算法。首先构建运动目标的三维成像模型,对运动目标图像采用混合差分背景分割方法进行图像的模板匹配和自适应分割处理。然后对运动目标图像的像素信息采用帧分解和像素均值技术进行运动目标的特征提取,实现混合差分背景下的像素均值运动目标特征提取。最后进行仿真实验分析,验证该方法在提高运动目标特征提取和检测能力方面的优越性能。

1 运动目标图像三维结构模型和分割处理

1.1 运动目标图像三维分块结构模型

为了实现运动目标图像的三维特征提取和检测优化,首先构建运动目标的三维成像模型。采用红外扫描技术进行运动目标的原始图像采集,在运动目标图像像素特征分布的仿射不变区域中提取运动目标图像的三维特征量,结合边缘轮廓检测和特征重构技术^[6],进行图像的分块匹配和信息融合处理,得到的运动目标图像三维成像模型如图 1 所示。

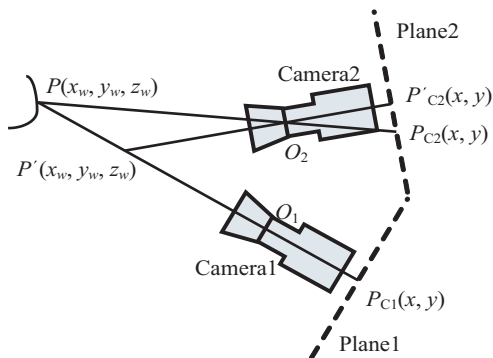


图 1 运动目标的三维成像模型

在图 1 所示的运动目标图像特征采集模型中,采用两个红外图像采集传感器进行目标图像的运动特征提取。在成像三维拓扑结构模型中,假设图像采集节点 P , 运动目标图像特征采集的基准坐标为 (X_w, Y_w, Z_w) 。 O_1 和 O_2 是运动目标图像特征采集节点 Camera₁ 和 Camera₂ 的像素中心位置, Plane₁ 和 Plane₂ 是运动目标特征提取的模板配准平面, 构建三维坐标系, 以 Camera₁ 和 Camera₂ 为坐标轴构建运动目标图像的成像平面。采用 RGB 特征分解方法进行运动目标的颜色空间分解^[7], 设 $\{w_1, w_2, \dots, w_d\}$ 表示三维运动目标成像的关联分布权向量, 在混合差分背景下, 运动目标成像的边缘轮廓长度为 $L = x_{\max} - x_{\min}$, 目标模板匹配的宽度为 $W = y_{\max} - y_{\min}$, 高 $H = z_{\max} - z_{\min}$, 设运动目标图像的分块模型 $f(x_i, y_i)$ 的任一特征点 $f(x_{i+m}, y_{i+n})$ 为三维像素分布的角点, 采用如下 4 个向量量化函数 x_1, x_2, x_3 和 x_4 进行图像的向量量化处理:

$$\begin{cases} x_1 = p_1 - m \\ x_2 = p_2 - m \\ x_3 = p_3 - m \\ x_4 = m \end{cases} \quad (1)$$

其中, m 为目标图像的三维分块维数。

目标图像的表面三维特征帧信息为 $I(x, y)$, 三维分块的几何矩为 η , 像素不变矩为 R_x , 其估计值为:

$$\begin{cases} \eta = \arg \min_{\eta} L(\eta) \\ R_x = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_k x_k^H \end{cases} \quad (2)$$

其中, $L(\eta)$ 表示运动目标图像的像素配准系数。采用二值化处理进行图像的边缘分割, 采用像素均值分割技术进行运动目标图像重建^[8]。

1.2 图像分割处理

对运动目标图像采用混合差分背景分割方法进行图像的模板匹配和自适应分割处理, 运动目标图像的边缘像素集表示为:

$$I_{if}(x, y) = I * G(x, y, \sigma_i) \quad (3)$$

$$I_{iv}(x, y) = I * \text{stdfilt}(x, y, w_i) \quad (4)$$

$$S_{gif}(x, y) = -\log(P_{if}(x, y)) \quad (5)$$

其中, $G(x, y, \sigma_i)$ 表示运动目标三维成像在 4×4 子网格区域内的颜色空间像素值。

采用多维像素重组方法, 构建模板匹配系数 $\theta(k)$ 、 $\Delta x(k)$ 和 $\Delta y(k)$, 三维运动成像的特征融合分量为:

$$I(x) = J(x)t(x) + A(1 - t(x)) \quad (6)$$

其中, A 为运动目标图像三维分块尺度信息; $t(x)$ 为像素分布密度; $J(x)t(x)$ 为边缘轮廓点的像素强度。

将图像的前一帧作为参考帧,采用图像统计信息和梯度信息融合方法,得到信息融合结果 $s(X, Y)$, 图像的模板差异值表示为:

$$\text{NCut}(A, B) = \frac{\text{cut}(A, B)}{\text{assoc}(A, V)} + \frac{\text{cut}(A, B)}{\text{assoc}(B, V)} \quad (7)$$

其中, $\text{assoc}(A, V)$ 是活动轮廓向目标边缘演化的像素点子集; $\text{assoc}(B, V)$ 也是类似的定义,采用灰度像素特征分解,得到活动轮廓分割值:

$$\min_c \left(\min_{y \in \Omega(x)} \left(\frac{I^c(y)}{A^c} \right) \right) = \tilde{t}(x) \min_c \left(\min_{y \in \Omega(x)} \left(\frac{J^c(y)}{A^c} \right) \right) + (1 - \tilde{t}(x)) \quad (8)$$

其中, $\tilde{t}(x)$ 为局部二值梯度拟合间隔; A^c 为图像中的弱边缘幅值; $I^c(y)$ 为时延尺度。

轮廓曲线 C 将图像划分为互不重叠的混合差分像素区域,即:

$$\tilde{t}(x) = 1 - \min_c \left(\min_{y \in \Omega(x)} \left(\frac{I^c(y)}{A^c} \right) \right) \quad (9)$$

其中, $I^c(y)$ 为初始像素集; A^c 表示轮廓的长度。

根据上述对三维运动图像的分割处理,提高运动目标的特征提取能力。

2 运动目标特征提取优化

2.1 像素特征提取和像素均值技术

在构建运动目标的三维成像模型,对运动目标图像采用混合差分背景分割方法进行图像的模板匹配和自适应分割处理的基础上,进行运动目标特征提取。文中提出一种基于混合背景差法和像素均值技术的运动目标提取算法。结合几何边缘重构方法进行运动目标的像素特征提取^[9-11],对运动目标图像的像素信息采用帧分解,得到边缘轮廓的特征分解的基函数为:

$$W_u(a, b_m) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-aT/2+b_m}^{T/2} \left| \frac{1}{\sqrt{T}} \right|^2 dt = \frac{1}{\sqrt{a}T} \left(\frac{T}{2} + \frac{aT}{2} - b_m \right) \quad (10)$$

在区域分割模板 $m * n$ 内对水平集图像进行初始化处理,得到新的局部区域活动轮廓模型为 $t(x) = e^{-\beta d(x)}$, 其中 $0 < t(x) < 1$, $t(x)$ 表示图像的像移,在运动状态下得到水平像素集:

$$L(a, b_m) = \log \left(\frac{|V| |V_m \cap V_n|}{|V_m| |V_n|} \right) \quad (11)$$

采用模板匹配技术进行图像像素均值处理^[12],得到混合差分函数为:

$$r(t) = \alpha A \cos(2\pi(f_0 + f_d)(t - d)) + w(t) \quad (12)$$

采用像素均值技术,得到运动目标图像的平滑函数为:

$$\text{ind}(P) = \{ (x, y) \in U^2 \mid a(x) = a(y), \forall a \in P \} \quad (13)$$

采用 NCut 准则进行图像像素均值分割^[13],得到混合差分特征量见式 7。

在满足 NCut 值最小的约束条件下,结合局部梯度分解方法,得到运动目标的特征分解式为:

$$H(X) = - \sum_i \mu_i \sum_j p_{ij}(A) \log(p_{ij}(A)) \quad (14)$$

对提取的特征点采用图形跟踪渲染方法进行信息融合和特征提取处理,结合混合差分背景分离方法,提高图像特征提取能力^[14]。

2.2 运动目标特征提取输出

对运动目标图像的像素信息采用帧分解和像素均值技术进行运动目标的特征提取,结合二值化处理技术进行运动目标的边缘轮廓检测和特征搜索。设运动目标图像的分块模型 $f(x_i, y_i)$ 的任一特征点 $f(x_{i+m}, y_{i+n})$ 为三维像素分布的角点,局部评价亮度信息满足 $(-1 \leq m \leq 1, -1 \leq n \leq 1, m \neq 0, n \neq 0)$, 基于区域的活动轮廓模型进行边缘轮廓检测,采用角点检测方法进行运动目标图像纹理渲染。令 $R(x, y)$ 表示运动目标图像的参考点和特征点的关联系数, $\det(u(x, y, \sigma_l, \sigma_d))$ 表示图像的梯度模, $\text{trace}(u(x, y, \sigma_l, \sigma_d))$ 表示矩阵的迹,根据变分法和 Euler-Lagrange 方程进行运动目标图像特征提取,分为如下几个步骤实现:

Step1: 设定运动目标图像的参考模板, $\sigma_l^{(n)} = k^n \sigma_0$, $\sigma_d^{(n)} = t \sigma_l^{(n)}$, 按照水平集函数提取信息熵,取值为 3.0。根据运动目标图像在 (x, y) 处的边缘轮廓,计算在多维尺度 $\sigma_l^{(n)}(1, 2, \dots, n)$ 上的特征量。

Step2: 保持水平集在演化过程的边缘特征点几何不变性,得到运动目标图像的边缘像素集为 $L(a, b_m) = \log \left(\frac{|V| |V_m \cap V_n|}{|V_m| |V_n|} \right)$ 。

Step3: 在运动目标图像的每个渲染尺度 $\sigma_l^{(n)}(1, 2, \dots, n)$ 上,计算满足 Step1 和 Step2 的每个像素点,提取运动目标图像的局部灰度项,结合混合差分算法,得到分块区域 $G_{\text{new}} = (1 + \mu T)(1 + \lambda T) G_{\text{old}}$ 。

Step4: 用规则化的 Heaviside 函数进行像素均值处理,把满足收敛条件的运动目标图像作为参考图像,把满足 Step1、Step2、Step3 步骤的图像三维特征提取值作为参考特征值,计算运动目标图像特征提取信息熵:

$$I(i, j) = X \sum_{k=1}^P I_{(k)}(i, j) \times 2^{k-1} \quad (15)$$

其中, $X = \{X_t \mid t \in T\}$ 表示能量泛函。

Step5: 采用混合差分算法和像素均值技术,实现对运动目标的特征提取和目标参数估计。

综上所述,文中设计的运动目标特征提取算法实现流程如图 2 所示。

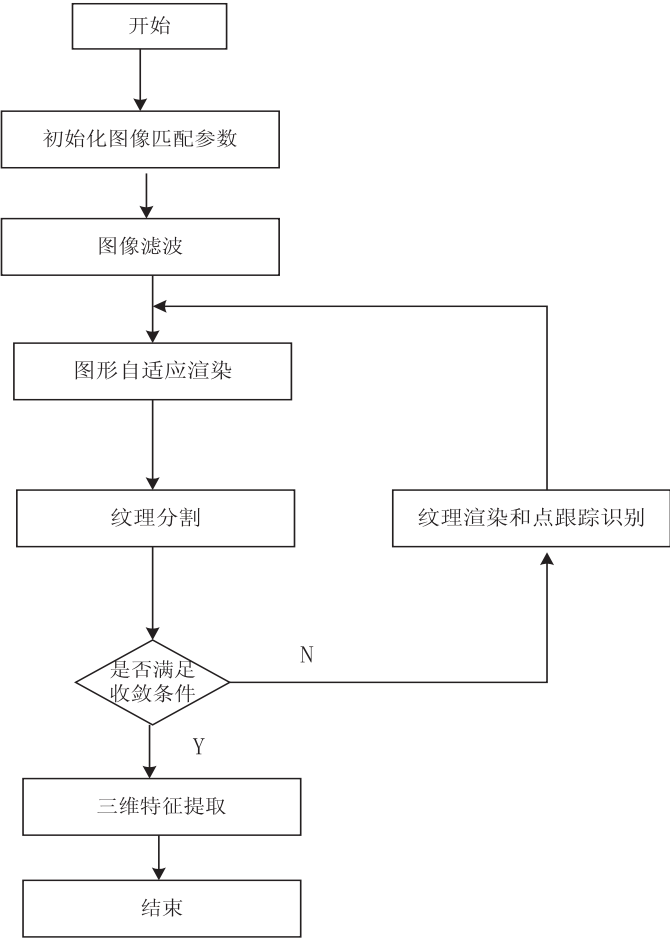


图 2 算法实现流程

3 仿真实验与结果分析

为了验证文中方法在实现运动目标图像三维特征提取和优化识别中的应用性能,对其进行仿真实验。实验中运动目标图像算法处理实验部分采用 Matlab 7 设计,运动目标图像的特征分解尺度设定为 2.4,模板尺度为 300 * 300 和 500 * 500,像素集为 250 * 250, $\theta = 0.5$, $\lambda_1 = 1$, $\lambda_2 = 1$, $\mu = 0.001 * 255 * 255$, $\nu = 1$,图像的空间像素欠采样值为 $d_{xy} = 3$,噪点强度为 5 dB 和 12 dB,运动目标成像的分辨率为 2 000 * 2 000。根据上述仿真参量设定,取两组采集的运动目标图像 Boat 和 GULF 进行测试,得到原始的运动目标图像如图 3 所示。



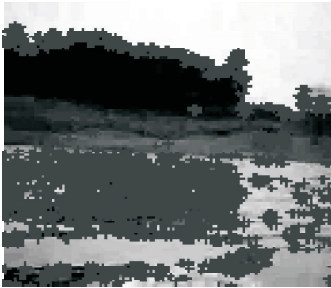
(b) GULF

图 3 原始图像

以图 3 的原始图像作为研究对象,进行运动目标的特征提取和像素均值分割处理,得到的特征提取结果如图 4 所示。



(a) Boat



(a) Boat



(b) GULF

图4 运动目标图像的特征提取结果

分析图4得知,采用文中算法进行运动目标特征提取的图像处理能力较好,特征提取的准确性较好,提高了运动目标的特征提取和检测能力。测试不同方法进行特征提取的输出质量,得到的对比结果如图5所示。

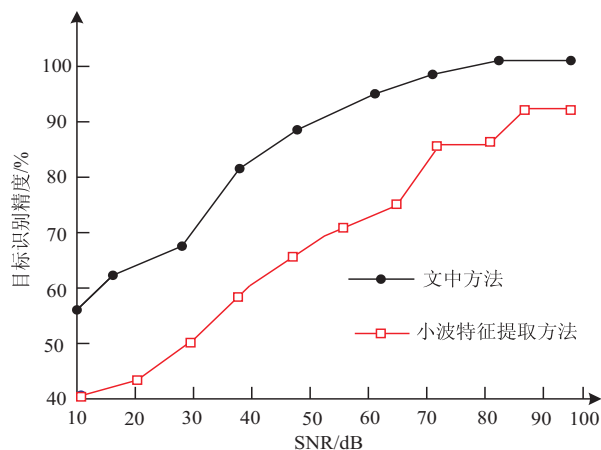


图5 运动目标特征提取性能对比

分析图5得知,文中方法进行运动目标特征提取的输出图像质量较高,说明特征提取性能较好,对目标的检测能力有较大提升。

4 结束语

提出一种基于混合背景差法和像素均值技术的运动目标提取算法。构建运动目标的三维成像模型,对运动目标图像采用混合差分背景分割方法进行图像的模板匹配和自适应分割处理,结合几何边缘重构方法进行运动目标的像素特征提取,对运动目标图像的像素信息采用帧分解和像素均值技术进行运动目标的特征提取,结合二值化处理技术进行运动目标的边缘轮廓检测和特征搜索,实现混合差分背景下的像素均值运动目标特征提取。研究表明,采用该算法进行运动目标特征提取的图像处理能力较好,输出图像质

量较高,特征提取的准确性较好,提高了运动目标的特征提取和检测能力。该算法在目标识别和检测方面具有重要应用价值。

参考文献:

- [1] 张晓琳,张冲,杨涛.基于改进布谷鸟算法的火焰图像阈值分割算法[J].微电子学与计算机,2017,34(1):66-70.
- [2] WEN Ying, LU Yue, YAN Jingqi, et al. An algorithm for license plate recognition applied to intelligent transportation system[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2011, 12(3): 830-845.
- [3] 张龙,乔铁柱.一种红外图像的二值化分割算法研究[J].红外技术,2014,36(8):649-651.
- [4] MEHER S K. Recursive and noise-exclusive fuzzy switching median filter for impulse noise reduction[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2014, 30: 145-154.
- [5] HSIEH M H, CHENG F C, SHIE M C, et al. Fast and efficient median filter for removing 1-99% levels of salt-and-pepper noise in images[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2013, 26(4): 1333-1338.
- [6] 王骏飞,黄樟灿, TALAB A M A.一种针对图像细节优化的BM二值化方法[J].武汉理工大学学报,2014,36(8):127-132.
- [7] 孟立娜,韩其睿.一种全局和局部相结合的二值化方法研究[J].计算机技术与发展,2012,22(11):116-119.
- [8] 王波,孔祥维,尤新刚.利用颜色滤波矩阵估计原图的拼接定位盲取证[J].电子与信息学报,2012,34(1):200-206.
- [9] 郭丙华,岑志松.小波去噪和神经网络相融合的超分辨率图像重建[J].激光杂志,2016,37(2):61-64.
- [10] CHEN R, YANG G, ZHU N. Detection of object-based manipulation by the statistical features of object contour[J]. Forensic Science International, 2014, 236: 164-169.
- [11] 张新明,尹欣欣,涂强.动态迁移和椒盐变异融合生物地理学优化算法的高维多阈值分割[J].光学精密工程,2015,23(10):2943-2951.
- [12] 张龙,乔铁柱.一种红外图像的二值化分割算法研究[J].红外技术,2014,36(8):649-651.
- [13] 蔡自兴,彭梦,余伶俐.基于时序特性的自适应增量主成分分析的视觉跟踪[J].电子与信息学报,2015,37(11):2571-2577.
- [14] 谭海鹏,曾炫杰,牛四杰,等.基于正则化约束的遥感图像多尺度去模糊[J].中国图象图形学报,2015,20(3):386-394.