

文章编号: 0253-2239(2008)05-0860-06

一种基于算法融合的红外目标跟踪方法

管志强 陈 钱 钱惟贤 胡永生

(南京理工大学电光学院, 江苏 南京 210094)

摘要 视频目标跟踪的难点在于快速、准确地在帧与帧之间匹配目标。由于红外图像目标与背景的反差低, 图像的边缘模糊并且灰度级动态范围小, 使红外目标跟踪难度比可见光更大。本文提出一种针对红外目标跟踪的融合算法, 该方法融合直方图和不矩的特点。首先利用目标的直方图计算简单快速的特点, 由均值平移算法快速找到局部最优解, 但由于该局部最优解仅为直方图匹配的最优解, 缺少目标形状特征, 与实际目标位置存在一定的偏差; 其次, 利用边缘不变矩作为修正特征修正误差, 避免跟踪误差逐渐累计并最终导致跟踪失败, 以提高跟踪的稳定性和精度。实验结果表明, 该算法能够消除跟踪过程中的漂移现象, 提高跟踪精度。

关键词 红外目标; 目标跟踪; 直方图; 不变矩; 均值平移

中图分类号 TP391 文献标识码 A

Infrared Target Tracking Algorithm Based on Algorithm Fusion

Guan Zhiqiang Chen Qian Qian Weixian Hu Yongsheng

(School of Optoelectronics, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing, Jiangsu 210094, China)

Abstract The difficulty in video tracking is how to find the matching points of target from frame to frame accurately and reliably. Because of the low contrast between infrared target and background, the blurred edge and low dynamic range of grey lever, the infrared target tracking is more difficult than visible target. An infrared target tracking algorithm is proposed based on histograms and moment invariant. We use the mean shift algorithm based on histogram to calculate the suboptimal matching point rapidly and efficiently. Because the histogram does not contain the target's shape features, the suboptimal matching point always has some errors. These errors should be amended to avoid accumulating tracking-error and the tracking-point drifting away from the object gradually. So moment invariant is used to modify these errors and improve the tracking stability and accuracy. Experimental results show that this algorithm is able to eliminate drifting phenomenon and enhance the tracking stability and accuracy.

Key words infrared target; object tracking; histogram; moment invariant; mean shift

1 引 言

图像序列中运动目标的跟踪和分割是计算机视觉研究的重要内容, 它在航空航天、智能机器人、自动监控系统、医学图像分析以及视频压缩等领域都具有广泛的应用。国内外学者对此进行了大量的研究, 并提出了许多有效的方法, 例如光流法、豪斯多夫(Hausdorff)法、相关匹配和跟踪特征点法等。

直方图具有较好稳定性, 不受目标的外形和比例变化的影响, 抗部分遮挡, 计算方法简单和计算量小

的特点。Comaniciu 等^[1]利用直方图, 使用均值平移的方法对彩色图像中的目标进行跟踪, 发展了一种在目标运动不很复杂的条件下, 时间复杂度很小, 而跟踪精度却较高的跟踪算法。Zhang 等^[2]将均值平移算法与粒子滤波方法相结合, 取得较好的跟踪效果。不变矩特征是描述图像旋转、缩放、平移(RST)不变性的数学特征, Hu^[3]给出了连续函数矩的定义, 并热核了 7 个 2 阶和 3 阶不变矩的表达式, 即 Hu 不变矩。Chen^[4]提出了基于边界的计算区域不变矩的快速算

收稿日期: 2007-08-28; 收到修改稿日期: 2007-11-14

基金项目: 国防预研项目(0405030103)资助课题。

作者简介: 管志强(1982-), 男, 内蒙古人, 博士研究生, 主要从事红外图像处理和目标探测识别技术等方面的研究。

E-mail: gzq_njust@163.com

导师简介: 陈 钱(1964-), 男, 江苏无锡人, 教授, 博士生导师, 主要从事光电探测与成像技术等方面的研究。

E-mail: chenq@mail.njust.edu.cn

法,并通过实验验证了算法的有效性。Mehdian 等^[5]利用不变矩确定物体的方位等等。

红外图像的目标与背景反差很低,图像的边缘模糊和灰度级动态范围低,其直方图的信息量较少,仅基于直方图作为目标的匹配特征,虽然可以较快的搜索到局部最优解,但不可避免地在跟踪过程中产生误差,随着该误差的积累,将会使跟踪点逐渐漂移目标;另一方面,基于不变矩等目标形状边缘特征的搜索匹配点,随着目标运动范围的扩大,需要扩大搜索范围从而导致算法实时性无法保证。

本文将直方图和不变矩结合起来,融合均值平移算法快速定位和不变矩定位精确的特点,将算法分为两步,首先由基于直方图的均值平移算法进行快速粗定位;然后利用不变矩进行精确定位。解决了因基于直方图的定位误差累计导致跟踪目标逐步漂移而最终导致跟踪失败的问题。实验结果表明,该算法解决了跟踪过程中漂移的问题,提高了跟踪的稳定度和精度,并且实时性也得到保证。

2 运动目标提取

本文所描述的系统使用背景减除法提取运动目标,背景减除法的关键是背景图像的描述模型即背景模型,它是背景减除法分割运动前景的基础。背景模型可以用单分布概率模型来描述,最常用的描述场景背景点颜色分布的概率密度模型是高斯分布。

单高斯分布背景模型^[6]适用于单模态背景,它把每个像素点的灰度值分布用单个高斯分布 $N(\mu_t, \sigma_t)$ 表示,下标 t 表示时间。设像素点的当前灰度值为 I_t ,记 $d_t = |I_t - \mu_t|$,若 d_t 的值大于 3 倍的方差,则该点被判定为运动前景点,否则认为该点与高斯分布相匹配,为场景背景像素点。

单高斯分布背景模型的更新指描述场景背景的高斯函数参量的更新,引入学习率。表示参量的更新速度,如果被判为运动前景点,就不参与更新,则像素点高斯分布参量按如下公式更新:

$$\mu_{t+1} = \begin{cases} (1-\alpha)\mu_t + \alpha I_t & d_t < 3\sigma_t \\ \mu_t, & \text{else} \end{cases} \quad (1)$$

$$\sigma_{t+1} = \begin{cases} (1-\alpha)\sigma_t + \alpha d_t^2 & d_t < 3\sigma_t \\ \sigma_t, & \text{else} \end{cases}$$

μ_{t+1} 是更新后的均值。 α 为更新速率,选取靠经验值,本文选取 α 为 0.01。

则目标分割公式为

$$B_i = \begin{cases} 1 & d_i > 3\sigma_i \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (2)$$

经过分割后,目标经过形态学方法和区域标记处理后^[7],被跟踪目标在位置为 y 、宽度为 h 的矩形窗内。

3 基于算法融合的目标跟踪

经过上面获得的运动目标的大小和位置后,进入目标跟踪状态。直方图具有计算简单、稳定性好的特点,但丢失了目标的形状和边缘特征;不变矩描述目标特征虽然准确但计算复杂,在大范围的搜索中无法保证实时。本文融合这两种特征的优点,利用直方图的快速性进行初级定位,而后由不变矩在小范围内精确定位。

3.1 基于直方图的目标初级定位

目标在图像中的像素位置以 $\{x_i\}, i=1, \dots, n_k$ 表示,图像的灰度级为 m 。则目标灰度的概率分布可表示为

$$p_u(y) = C_h \sum_{i=1}^{n_k} \delta[b(x_i) - u], \quad (3)$$

式中函数 $b: R^2 \rightarrow \{1, \dots, m\}$ 是位于 x_i 的像素向颜色索引的映像,在灰度图像表现为灰度值,彩色图像则对应颜色空间的某个向量,而 δ 是 delta 函数, C_h 为归一化系数。

在当前帧中找到目标位置的任务可以归纳如下^[8]:假设目标模型的颜色和(或者)纹理特征 z 具有密度函数 q_z ,而中心在 y_t 的候选目标具有特征分布 $p_z(y_t)$ 。于是问题可转化为找到离散的位置 y ,使它的密度函数 $p_z(y_t)$ 与目标密度函数 q_z 最相似。

引入 Bhattacharyya 系数评价直方图匹配程度,对于目标模型为 m 的直方图,设目标的离散密度函数估计为 $\hat{q} = \{\hat{q}_u\}_{u=1, \dots, m}$ 及在位置 y 的候选目标密度函数为 $p(y) = \{p_u(y)\}_{u=1, \dots, m}$,则目标与候选目标的相似系数为

$$\rho(y) = \rho[p(y), \hat{q}] = \sum_{u=1}^m \sqrt{p_u(y)\hat{q}_u}, \quad (4)$$

为了寻找 Bhattacharyya 系数 $\rho[p(y), \hat{q}]$ 的最大值,在搜索过程中使用了均值平移算法。算法描述如下:

1) 初始化位置 \hat{y}_0 的目标密度函数为 $\{p_u(y_0)\}_{u=1, \dots, m}$ 并且计算相似系数

$$\rho[p(y_0), \hat{q}] = \sum_{u=1}^m \sqrt{p_u(y_0)\hat{q}_u}, \quad (5)$$

2) 计算权值 $\{w_i\}_{i=1, \dots, n_h}$, 公式如下:

$$w_i = \sum_{u=1}^m \sqrt{\frac{\hat{q}_u}{p_u(\hat{y}_0)}} \delta[b(x_i - u)], \quad (6)$$

3) 计算更新位置 \hat{y}_1 :

$$\hat{y}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} x_i \omega_i g\left(\left\|\frac{\hat{y}_0 - x_i}{h}\right\|^2\right)}{\sum_{i=1}^{n_h} \omega_i g\left(\left\|\frac{\hat{y}_0 - x_i}{h}\right\|^2\right)}, \quad (7)$$

4) 计算 $\{p_u(y_1)\}_{u=1, \dots, m'}$ 并且计算

$$\rho[p(y_1), q] = \sum_{u=1}^m \sqrt{p_u(y_1)q_u}, \quad (8)$$

5) 更新 $\hat{y}_1 \leftarrow \frac{1}{2}(\hat{y}_0 + \hat{y}_1)$ 直到

$$\rho[p(y_1), q] \geq \rho[p(y_0), q], \quad (9)$$

6) 如果 $\|\hat{y}_1 - \hat{y}_0\| < \epsilon$ 则迭代结束, 否则 $\hat{y}_1 \leftarrow \hat{y}_0$, 跳转步骤 2。

均值平移利用目标直方图作为特征, 通过迭代的方法寻找局部最优匹配点, 避免了全局范围搜索导致效率下降。但由于红外图像目标动态范围小, 目标/背景的衬比度低, 使得利用均值平移进行目标跟踪时, 从跟踪开始阶段目标便出现目标跟踪位置误差, 随着跟踪过程的不断延续, 如果该误差得不到修正, 将最终导致跟踪失败。

利用均值平移算法可以快速地并且以较小的偏差在下一帧找到目标的位置, 在使用均值平移算法进行跟踪时, 平均的迭代次数在 4 次左右, 说明该算法具有很高的效率, 图 1 是对某序列图像跟踪的迭代次数曲线。

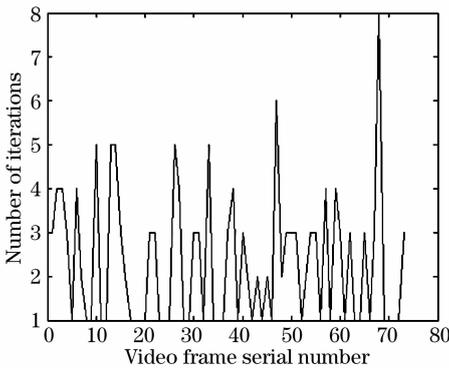


图 1 均值平移算法迭代次数

Fig. 1 Number of mean shift algorithm iterations

3.2 基于不变矩的修正定位

经过上述算法初级定位之后, 匹配点已在最优附近, 因此只要利用不变矩在小范围内进行精确匹配定位, 修正误差, 以避免漂移现象。

不变矩特征是描述图像 RST 不变性的数学特征, Hu 给出连续函数矩的定义, 并给出 7 个 2 阶和 3 阶不变矩的表达式, 即 Hu 不变矩。

设 $f(x, y)$ 是封闭区域 R 上的连续函数, 在区

域 R 外 $f(x, y) = 0$, 则 $f(x, y)$ 的 $p+q$ 阶矩与中心矩定义为

$$m_{pq} = \iint_R x^p y^q f(x, y) dx dy, \quad (10)$$

$$\mu_{pq} = \iint (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) dx dy,$$

式中 $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$, $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$, $p, q = 0, 1, \dots$, 中心矩对函数平移保持不变, 正规化后的中心矩对函数尺度伸缩保持不变, 表达式为

$$\eta_{pq} = \mu_{pq} / \mu_{00}^{\gamma}, \quad (11)$$

其中 $\gamma = \frac{p+q}{2} + 1$, $p = 0, 1, \dots, q = 0, 1, \dots$ 。

由 Hu 式推导出 7 个不变矩, 当函数 $f(x, y)$ 平移、旋转及伸缩时其值保持不变, 表达式如下:

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02}, \\ \phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2, \\ \phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (\eta_{03} - 3\eta_{21})^2, \\ \phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{03} + \eta_{21})^2, \\ \phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12}) \times \\ &\quad [(\eta_{30} + \eta_{12}) - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + \\ &\quad (3\eta_{21} + \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \times \\ &\quad [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2], \\ \phi_6 &= (\eta_{20} + \eta_{02}) \times \\ &\quad [(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{03} + \eta_{21})^2] \\ &\quad + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{03} + \eta_{21}), \\ \phi_7 &= (3\eta_{12} - 3\eta_{21})(\eta_{21} + \eta_{03}) \times \\ &\quad [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + \\ &\quad (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12}) \times \\ &\quad [(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2], \end{aligned} \quad (12)$$

以上矩与不变矩都是基于区域的, 并且是在函数连续的条件定义的。对于数字图像, 其函数表达式与区域都属于离散情况, 相应的 $p+q$ 阶矩与中心矩的表达式由原来积分变为求和, 即

$$m_{pq} = \sum_{(x,y) \in R} \sum x^p y^q f(x, y), \quad (13)$$

$$\mu_{pq} = \sum_{(x,y) \in R} \sum (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y),$$

式中 $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$, $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$, $p, q = 0, 1, \dots$ 。当尺度伸缩时, Du 等^[9]推导出正规化中心矩变化前后的关系式, 给出了一种新的不变矩表示式, 使其同时具有 RST 不变性。修正后不变矩的最终表达式为

$$\begin{aligned} M_1 &= \phi_2 / \phi_1^2, & M_2 &= \phi_3 / \phi_1^3, & M_3 &= \phi_4 / \phi_1^3, \\ M_4 &= \phi_5 / \phi_1^6, & M_5 &= \phi_6 / \phi_1^4, & M_6 &= \phi_7 / \phi_1^2. \end{aligned} \quad (14)$$

图像的边缘信息构成了描述目标的主要信息, 本文采用基于边界的不变矩作为图像匹配特征, 图像边界不变矩具有 RST 不变的特性, 因此采用边缘作为匹配特征。本文采用文献[10]的计算方法。

3.3 算法描述

在均值平移算法快速定位的基础上, 利用边缘不变矩定位精确的特点, 仅在小范围内进行不变矩匹配, 减少算法运行时间。并且使用两步搜索算法以进一步减少算法复杂度, 搜索步骤如图 2 所示。

	1		1		1
	1		0		1
2	2	2			
2	1	2	1		1
2	2	2			

图 2 两步搜索算法

Fig. 2 Two-step search algorithm

算法具体步骤如下:

1) 由背景减除法提取分割目标, 提取目标模

板, 计算目标模板的边缘不变矩 $M_1 \sim M_6$;

2) 对每一帧由均值平移算法不超过 4 次迭代, 搜索新帧的目标, 找到次优匹配点。

3) 以最优点为中心, 以图像的边缘不变矩作为特征。由式 $d = \sum_{i=1}^6 |M'_i - M_i|$ 作为匹配测度^[11], 由二步搜索算法结果作为最优匹配结果。

4 实验结果

本文试验选取视频中的一段, 视频大小为 768×578 的 8 位红外制冷热像仪视频, 帧频 25 Hz, 所跟踪的目标是道路上行驶的车辆。使用均值平移算法对其中一个目标进行跟踪(图 3), 分割出目标大小为 17×17 , 在图像的第 4 帧, 可以看到跟踪框已经偏离了目标区域, 随着跟踪的继续, 该跟踪逐渐偏离目标发生漂移, 最终导致跟踪失败。而利用本文算法, 在跟踪的每一次都进行误差修正, 图 4(a)、图 4(c)、图 4(e)、图 4(g) 分别是均值平移结果, 图 4(b)、图 4(d)、图 4(f)、图 4(h) 分别是修正后结果。

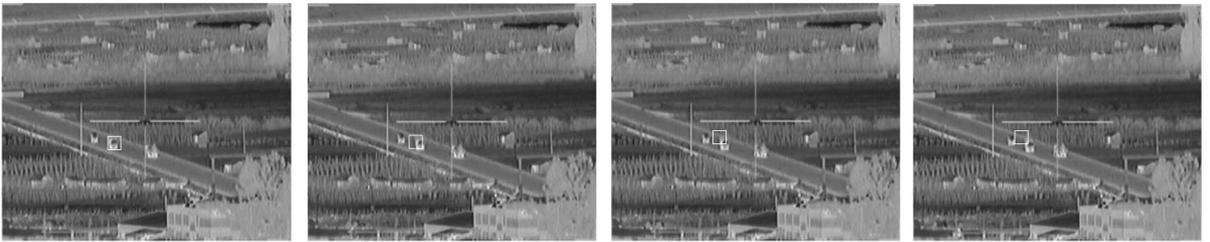


图 3 均值平移算法跟踪结果

Fig. 3 Tracking results by mean shift algorithm

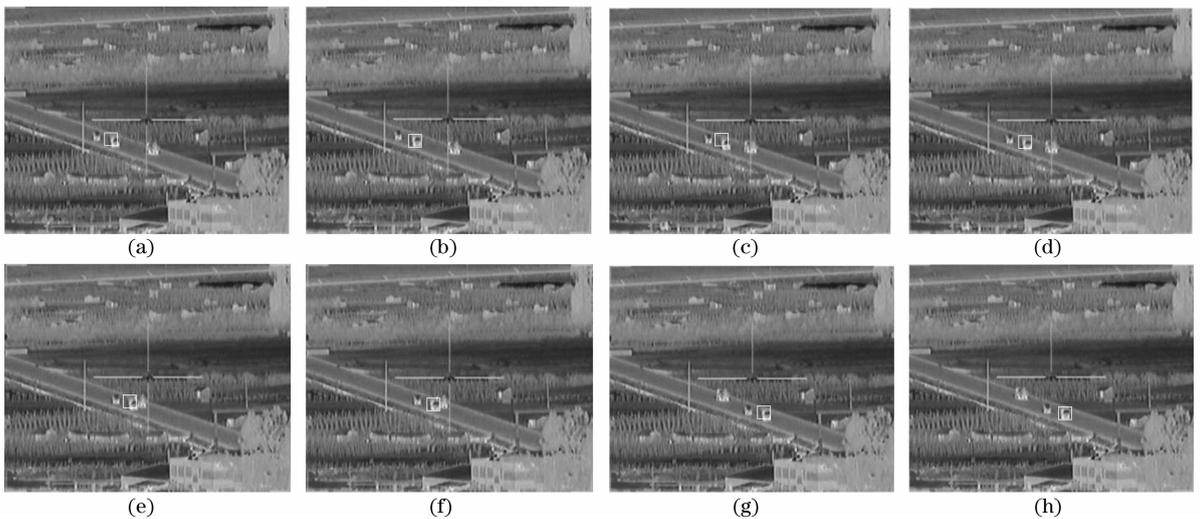


图 4 本文算法跟踪结果。(a), (c), (e), (g) 是每步均值平移结果, (b), (d), (f), (h) 分别是修正后结果

Fig. 4 Tracking results using this method. (a), (c), (e), (g) are the results using mean shift algorithm and (b), (d), (f), (h) are the amended results

从经过修正前后的直方图相似度(图 5)和不变矩特征(图 6)的距离对比可以看出,虽然修正前后的直方图差异不大,但是用边缘距测度距离差异却很明显,说明直方图匹配得到的‘最优解’并非实际意义的最优。

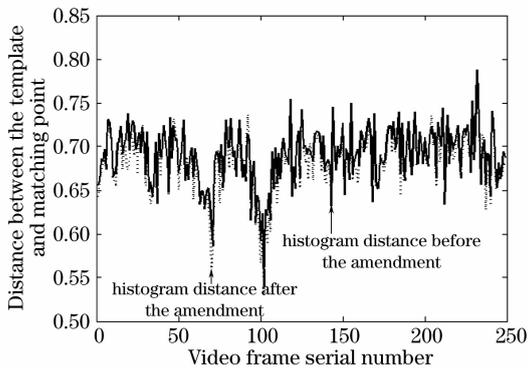


图 5 修正前后目标与模板直方图特征距离

Fig. 5 Histogram distance between unamended and amended matching points

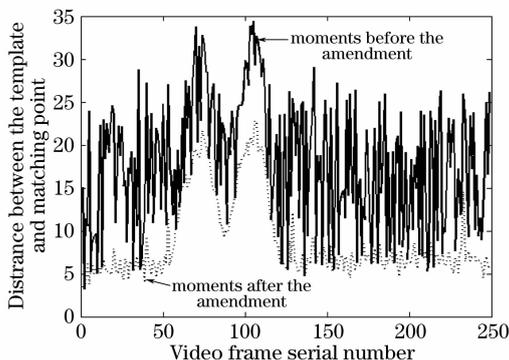


图 6 修正前后目标与模板不变矩特征距离

Fig. 6 Moment invariant distance between unamended and amended matching points

根据前面的分析可知,使用均值平移算法的跟踪精度较低,对上面图像序列中另一个目标分别使用均值平移[图 7(a)]和本文算法[图 7(b)]进行跟踪的目标中心点轨迹,该目标作匀速直线运动,使用

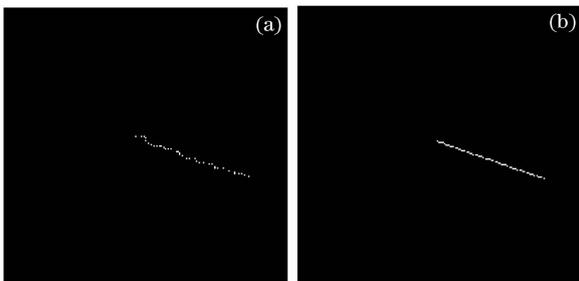


图 7 均值平移和本文算法轨迹图

Fig. 7 Trace of meanshift (a) and the algorithm based on algorithm fusion (b)

均值平移算法虽然能够跟踪该目标,分别用直线对两组轨迹进行拟合,拟合的平方误差分别为 54.06 和 330.21。使用本文算法跟踪轨迹的精度要明显高于均值平移算法。

以上跟踪试验在 P4 2.6 GHz 的电脑上运行,分别对运行时间进行测试,对目标尺寸在 30×30 以下,在每帧搜索过程中,单独使用均值平移算法限定了最大迭代次数,其运行时间可以预测,平均处理时间为 20 ms 以内。边缘不变矩处理时间为 90 ms,而搜索半径范围为目标半径,约 10 个像素左右,处理时间平均为 120 ms 以内,平均帧频为 10 帧,对于地面目标跟踪,基本可以满足实时要求。如果采用边缘不变矩方法跟踪目标,并具有同样的搜索半径,处理时间将会超过 2 s 以上。无法满足实时性要求。

5 结 论

由于红外图像固有的缺陷,使得快速而准确地跟踪目标变得十分困难。本文所提出的算法首先依据目标的直方图特征,利用均值平移算法,快速地初步定位目标位置;然后在该位置的基础上,利用边缘不变矩特征,进行目标的精确定位。从而弥补了均值平移算法仅通过直方图而忽略的目标的形状和边缘特征,使得因定位误差累计而导致跟踪失败的缺陷。实验表明,该算法对跟踪性能有很大的提高,对跟踪精度也有所改善。并且能够满足实时性要求,具有较高的实用价值。

参 考 文 献

- 1 Dorin Comaniciu, Visvanathan Ramesh, Peter Meer. Real-time tracking of non-rigid objects using mean shift[C]. *Proc. IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2000. 142~149
- 2 Bo Zhang, Weifeng Tian, Zhihua Jin. Joint tracking algorithm using particle filter and mean shift with target model updating [J]. *Chin. Opt. Lett.*, 2006, **4**(10): 569~572
- 3 Ming-Kuei Hu. Visual pattern recognition by moment invariants [J]. *IRE Transon. on Informa. Theory*, 1962, **8**(2): 179~187
- 4 Chaur-Chin Chen, Tung-I. Tsai. Improved moment invariants for shape discrimination[C]. *Proc. SPIE*, 1992, **1771**: 270~280
- 5 Mehrdad Mehdian, H. Rahnejat. A sensory gripper using tactile sensors for object recognition, orientation control, and stable manipulation [J]. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 1989, **19**(5): 1250~1261
- 6 Christopher Richard Wren, Ali Azarbayejani, Trevor Darrell *et al.*. Pfunder real-time tracking of the human body [J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1997, **19**(7): 780~785
- 7 Liu Guixi, Shao Mingli, Liu Xianhong *et al.*. Video moving object auto-extraction in real scene [J]. *Acta Optica Sinica*,

- 2006, **26**(8): 1150~1155
- 刘贵喜, 邵明礼, 刘先红等. 真实场景下视频运动目标自动提取方法[J]. 光学学报, 2006, **26**(8): 1150~1155
- 8 Hu Minghao, Ren Mingwu, Yang Jingyu. A real-time moving object tracking algorithm based on histogram model [J]. *Computer Engineering and Applications*, 2004, **40**(3): 71~74
- 胡明昊, 任明武, 杨静宇. 一种基于直方图模式的运动目标实时跟踪算法[J]. 计算机工程与应用, 2004, **40**(3): 71~74
- 9 Du Yajuan, Pan Quan. Application of a new moment invariant features on image recognition[J]. *Chin. J. System Eng. and Electron.*, 1999, **21**(10): 71~75
- 杜亚娟, 潘泉. 一种新的不变矩特征在图像识别中的应用[J]. 系统工程与电子技术, 1999, **21**(10): 71~74
- 10 Wang Junqing, Shi Zelin, Huang Shabai. An improved image matching algorithm based on moment invariant [J]. *Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 2005, **18**(2): 228~233
- 王俊卿, 史泽林, 黄莎白. 一种改进的基于不变矩的图像匹配算法[J]. 模式识别与人工智能, 2005, **18**(2): 228~233
- 11 Zhu Juanjuan, Guo Baolong. Features tracking algorithm for video stabilization[J]. *Acta Optica Sinica*, 2006, **26**(4): 516~521
- 朱娟娟, 郭宝龙. 电子稳像的特征点跟踪算法[J]. 光学学报, 2006, **26**(4): 516~521

中国光学学会 2008 年学术年会征稿通知

光学学会 2008 年学术年会将于 2008 年 11 月 20~25 日在福建省泉州市举办。该会议由中国光学学会主办, 华侨大学、泉州市人民政府、福建省光学学会联合承办。大会名誉主席: 王大珩、母国光, 大会主席: 周炳琨, 副主席: 徐至展、曹健林、王启明, 节目委员会主席: 庄松林、刘旭, 组织委员会主席: 王启明、谢树森, 大会秘书长: 倪国强。

会议共设 18 个学术研讨专题。

- 1) 工程光学和光学制造: 非成像光学系统及其优化设计, 自由曲面光学元件的设计、制造及测试技术, 衍射光学系统的设计、制造技术, 新型光学材料及其在光学系统中的应用, 光学系统超分辨及焦深延拓技术, 光学成像的矢量场理论, 高效光学加工工艺研究, 微纳光学制造技术;
- 2) 生物医学光子学: 组织光学与成像, 生物光子学与显微成像, 光子医学诊断与治疗;
- 3) 光电技术与系统: 光电器件、光电系统集成及应用, 光电成像与图像处理, 发光、显示与固体照明系统, 光电功能材料及其应用, 光电虚拟测试技术, THz 与超快光子学, 光子技术与光子集成技术, 光信息的获取、传输与存储;
- 4) 光学薄膜技术新进展;
- 5) 光纤与集成光学理论、器件及应用, 光纤与集成光学理论基础, 光纤与集成光学技术及新器件, 光纤与集成光学在信息和能源领域的应用;
- 6) 精密光学测量新进展;
- 7) 光传感器技术及其应用: 先进光传感器敏感材料技术(红外到紫外波段, 宏观和介观多层薄膜结构及新型光传感材料), 光敏芯片和电路芯片(设计、工艺和工艺检测技术), 焦平面组件封装和性能测试技术(非致冷焦平面组件、多光谱红外探测组件), 焦平面组件在光电系统中的应用(遥感系统、光谱仪等), 焦平面组件可靠性技术;
- 8) 非线性光学与介观光学: 非线性光学新效应和新应用, 波长、亚波长尺度下光传播、作用与调制, 介观光子学器件;
- 9) 光纤传感和光通信: 光纤传感与光通信器件及材料, 光纤传感与光通信用新型光纤, 光纤传感与光通信系统及网络;
- 10) 激光物理、技术与应用: 高功率激光与新型激光器, 超短脉冲激光与非线性光学, 激光器件与材料;
- 11) 激光制造技术及产业化;
- 12) 激光在医学领域中的应用与研究;
- 13) 全息与光信息处理: 光学全息技术及应用, 微纳结构光学及应用, 数字光学信息处理;
- 14) 瞬态光子学: 飞秒/阿秒技术和瞬态过程诊断技术, 光与物质相互作用的超快现象研究, 高速成像和高速图像处理技术;
- 15) 新型光学材料及其应用: 光学和激光晶体, 信息光存储材料与相关技术;
- 16) 颜色科学与成像技术: 颜色视觉、色差色貌评价, 颜色测量, 彩色图像处理技术;
- 17) 原子相干性及其应用;
- 18) 部分相干光学及其应用: 部分相干光束光谱和偏振变化的理论, 部分相干涡旋光束及其应用, 湍流大气中的部分相干光学。

参会者可通过会议指定网站递交摘要, 经专家评审录用后提交全文。会议摘要截止时间是 2008 年 6 月 20 日, 全文截止时间是 2008 年 9 月 10 日。

会议指定《光学学报》、《中国激光》、《光子学报》、《中国激光医学杂志》为会议优秀论文的收录发表期刊(正刊或增刊)。会议出版光盘版会议论文集。

有关会议投稿的相关信息见中国光学学会网站 www.cncos.org。