

基于改进 Hu 矩的异常行为识别

印 勇, 张 毅, 刘丹平

(重庆大学 通信工程学院, 重庆 400044)

摘 要:提出了基于改进 Hu 矩的异常行为识别算法, 主要对跳、加速跑、摔倒、下蹲、挥手和手拿异物六种异常行为进行识别。对视频流首先要提取运动人体轮廓, 然后对所得到的轮廓进行特征提取, 这里主要提取人体运动的形状特征, 最后, 通过模板匹配的方法, 采用 Hausdorff 距离计算所需识别的当前行为特征向量与模板行为(正常行走的行为)特征向量之间的相似性, 并通过相应的阈值判定该行为是否为异常行为。实验证明, 该方法对文中给出的样本异常行为的识别率达到 100%, 有一定实用价值。

关键词:异常行为识别; Hu 矩; Hausdorff 距离

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2009)09-0090-03

Abnormal Behavior Based on Improved Hu Moments

YIN Yong, ZHANG Yi, LIU Dan-ping

(College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Proposed an abnormal behavior recognition algorithm based on improved Hu moments. There are six kinds of abnormal behavior, including jump, accelerate run, trip, squat, wave, stick in hand. Firstly, the contours of motion human are extracted. Then, the features of the shape are extracted by improved Hu moments. Finally, Hausdorff distance is used to calculate the similarity between currently shape features vector which is recognized and normal shape template one. Calculating corresponding threshold value judge whether the behavior is abnormal or not. Experiments demonstrate the proposed recognition method can identify the six abnormal behaviors with the recognition rate of 100% and have practical value.

Key words: abnormal behavior identification; Hu moments; Hausdorff distance

0 引 言

现代社会对于公共安全的要求越来越高, 安全部门在银行、宾馆、小区、广场、高速公路等各种场合都配置了成千上万的摄像头。如果全靠人力去发现感兴趣的视频信息, 既要浪费大量的人力又会产生很多漏报情况。虽然安装了无数的摄像头, 但仅仅只能作为事后取证的依据, 而不能在最快的时间内做出反应。现代图像处理技术、模式识别技术、人工智能技术, 以及计算机技术的发展, 能够很好解决以上问题。通过提取人的行为进行实时分析, 如果识别到异常行为, 就立即报警。

国内外很多学者在基于视频序列的异常行为检测上做了很多的工作, 大致可分为两类: 基于模型的方法^[1,2]和基于相似度的方法^[3,4]。第一类方法事先

建立某种准则, 然后从图像序列中提取运动目标的外形、运动等信息, 根据这些特征信息人工或使用半监督的方法定义正常行为的模型, 通常选择使用 HMM 或者图模型对由序列图像特征所表示的状态进行建模, 那些不匹配正常行为模型的观测均被认为是奇异的。在所有的正常事件被很好建模的情况下, 基于模型的方法检测性能良好。但是当正常的行为数量很大, 完全建模出现困难时, 检测效果便会下降。第二类方法利用异常行为的难定义、易发现的特点使得人们无需预先显式定义目标行为模型就可以将其检测出来。其基本原理是自动地从视频序列数据中学习正常的模式, 然后推断可疑的异常行为。

文中采用图像的 Hu 矩作为特征来度量行人动作、行为的异常与否。对视频流首先要经过背景差分进行行为检测, 然后要进行特征提取, 特征提取的方法很多, 这里选用 Hu 矩的方法, 最后进行模式识别。文中所有实验图像都是经过图像预处理, 再使用背景差分法提取的运动人体图像。实验所使用的人的行为如图 1 所示。将跳、加速跑、摔倒、下蹲、挥手和手拿异物

收稿日期: 2009-01-04; 修回日期: 2009-03-10

基金项目: 重庆市自然科学基金资助项目(CSTC, 2006BB3162)

作者简介: 印 勇(1963-), 男, 重庆人, 副教授, 博士, 研究方向为图像信息处理。

视为异常行为。

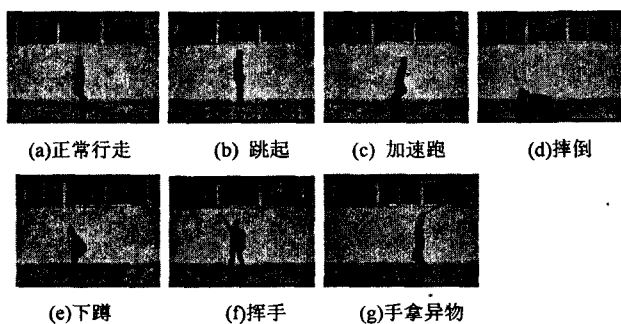


图1 人的行为

1 基于 Hu 矩的行为特征提取

1.1 Hu 矩

矩不变量是目标图像的一种区域描述,也是目标的特征匹配的常用方法。由于它对平移、旋转和尺度变化的目标具有不变性,因此可以对经区域分割得到不同目标图像区域计算其不变矩,并以不变矩作为特征量来对具有旋转和尺度变化的目标图像进行识别^[5]。

在文献[6]中,丁明跃已证明在离散状态下不变矩对比例因子不具备不变性,所以采用吕洪涛构造的一种新的不变矩算法,使其在离散状态下保持比例因子不变性,同时具备平移和旋转不变性^[7]。

当图像进行比例变化时,归一化的中心矩变成

$$\eta'_{pq} = \frac{\mu'_{pq}}{(\mu'_{00})^r} = \frac{\rho^{pq}\mu_{pq}}{\mu_{00}^r} = \rho^{p+q}\eta_{pq} \quad (1)$$

其中 ρ 是比例因子($\rho = \rho_1/\rho_0$), $r = (p+q)/2$ 。因此由二阶和三阶中心矩组成的不变矩不具备比例因子不变性。吕洪涛根据上述变换前后中心矩的变化规律,发现 7 个不变矩在比例因子 ρ 变换前后的关系为

$$\begin{aligned} M'_1 &= \rho^2 M_1 & M'_2 &= \rho^4 M_2 & M'_3 &= \rho^6 M_3 \\ M'_4 &= \rho^6 M_4 & M'_5 &= \rho^{12} M_5 & M'_6 &= \rho^8 M_6 \\ M'_7 &= \rho^{12} M_7 \end{aligned} \quad (2)$$

因此,构造一种新的不变矩 $M''_2 \sim M''_7$:

$$\begin{aligned} M''_2 &= M'_2/M'^2_1 & M''_3 &= M'_3/M'^3_1 \\ M''_4 &= M'_4/M'^3_1 & M''_5 &= M'_5/M'^6_1 \\ M''_6 &= M'_6/M'^4_1 & M''_7 &= M'_7/M'^6_1 \end{aligned} \quad (3)$$

可以看出不变矩对比例因子的变化具有不变性,同时对平移和旋转具有不变性。

1.2 行为特征提取

文中对跳起、加速跑、下蹲、摔倒、挥手、手拿异物六种异常行为进行识别研究。对于一个异常行为而言,一般持续时间为 1~2 秒,为减少数据量,采用间隔抽取视频的方法提取行为特征。这里取 3 帧为间隔,

共提取 15 帧图像为一个样本。

从正常行走视频中选择 15 帧图像作为正常行走模板,如图 2 所示。提取模板图像序列的 Hu 矩,共有 15 组数据。为了使数据便于处理,提取后的 Hu 矩经过取绝对值,然后取对数。

$$m_i = \log(\text{abs}(M'_i)) \quad i = 1, 2, \dots, 7 \quad (4)$$

这样每一帧图像的 Hu 矩特征可以用一个向量表示为:

$$\phi_j = (m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, m_7) \quad j = 1, 2, \dots, 15 \quad (5)$$

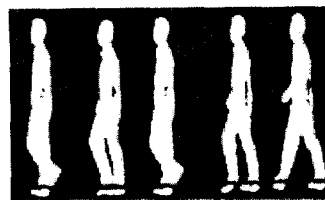


图2 正常行走序列

模板图像序列可以用一个 15×7 的集合表示:

$$A = (\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \phi_5, \phi_6, \phi_7, \phi_8, \phi_9, \phi_{10}, \phi_{11}, \phi_{12}, \phi_{13}, \phi_{14}, \phi_{15})^T \quad (6)$$

对跳起、加速跑、下蹲、摔倒、挥手、手拿异物六种异常行为进行识别研究。这六种异常行为如图 3 所示。

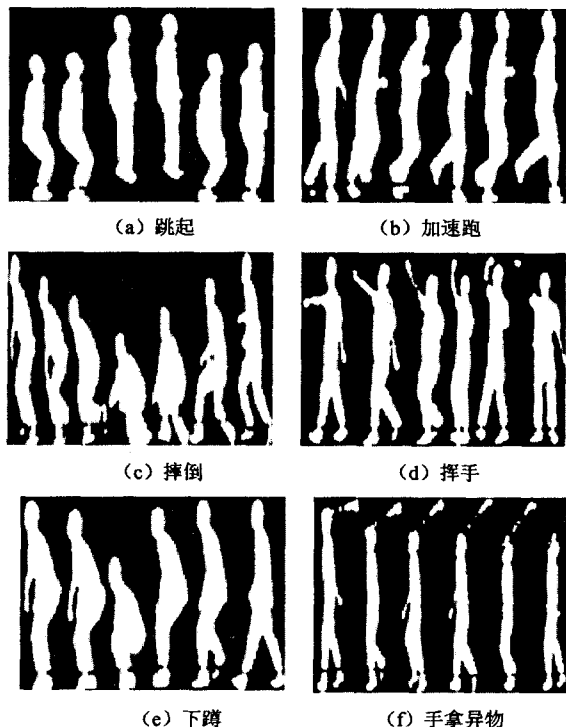


图3 异常行为序列

2 相似性测量

采用作为 Hausdorff 距离正常行为和异常行为的

相似度测量^[8]。Hausdorff 距离^[7]是一种极大-极小距离,用来测量两个点集的匹配程度。给定两个有限点集 $A = \{a_1, \dots, a_p\}$ 和 $B = \{b_1, \dots, b_p\}$, 则 A 、 B 之间的 Hausdorff 距离定义如下:

$$H(A, B) = \max[h(A, B), h(B, A)] \quad (7)$$

式中

$$\begin{aligned} h(A, B) &= \max_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\| \\ h(B, A) &= \max_{b \in B} \min_{a \in A} \|b - a\| \end{aligned} \quad (8)$$

$\| \cdot \|$ 表示某种点集 A 、 B 之间的距离范数,这里用欧式距离。 $h(A, B)$ 称为点集 A 到 B 的有向 Hausdorff 距离,它定义了点集 A 中离点集 B 所有点距离最远的点 a , 测量出点 a 到点集 B 中最近点的距离就得到 $h(A, B)$ 。同理可得到 $h(B, A)$ 。因此,可以说 Hausdorff 距离表征了两个点集之间的最大不相似程度。

3 实验结果及分析

首先在视频序列中提取 15 帧图像,求出该行为与标准模板的 Hausdorff 距离,如果距离小于一定值可以认为是正常行走行为,否则为异常行为。综合考虑识别率和误判率,得到一个折中的值,使用这个阈值进行异常行为的判断。实验结果如表 1 和表 2 所示。

表 1 正常行为与模板的 Hausdorff 距离

正常行走与模板的 Hausdorff 距离	6.9951	6.8011	5.7841	3.2063	3.9903	5.7080	2.7424
-----------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

表 2 异常行为与模板的 Hausdorff 距离

异常行为	摔倒	下蹲	跳起	加速跑	挥手	挥手	手拿异物
异常行为与模板的 Hausdorff 距离	13.8541	15.3326	10.5692	11.3683	9.1940	10.7269	11.3375

从表 1 可以看出,正常行走与模板的 Hausdorff 距离最小值为 2.7424,最大值为 6.9951;如表 2 所示,异常行为与模板的 Hausdorff 距离最小值为 9.1940,最大值为 15.3326。异常行为与模板的距离最小值大于正常行走与模板的距离最大值,说明判别不会存在误

判。在 6.9951 和 9.1940 之间取一个阈值,如取 8.0,异常行为识别率为 100%,误判率为 0。

4 结束语

使用 Hu 矩对异常行为进行识别,采用 Hausdorff 距离作为相似性的测度。从实验结果可以看出,基于 Hu 矩的异常行为的识别可以达到很好的效果。但识别率和模板的选取有很大关系,实际情况下,有可能没有捕捉到正常行走行为,就只能使用以前的模板,这样可能会对识别造成一定影响。这可以通过扩大模板库的方法增强识别性能。

参考文献:

- [1] Li Y, Xu C J, Liu J Z. Detecting Irregularity in Video Using Kernel Estimation and K - D Trees[C]// Proceedings of the 14th annual ACM international conference on Multimedia. New York: ACM press, 2006:639 - 642.
- [2] Zhou H, Kmber D. Unusual Event Detection Via Multi-camera Video Mining[C]// Proceedings of the 18th International Conference on Pattern Recognition - Volume 03. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2006:1161 - 1166.
- [3] Zhang D, Daniel G P, Beng D S, et al. Semi-supervised Adapted HMMs for Unusual Event Detection[C]// Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2005:611 - 618.
- [4] Wu X Y, Ou Y S, Qian H H, et al. A detection system for human Abnormal behavior[C]// IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems. New York: IEEE Intelligent Robots and Systems, 2005:1204 - 1208.
- [5] 王陈阳,周明全,耿国华.基于自适应背景模型运动目标检测[J].计算机技术与发展,2007,17(4):21 - 23.
- [6] 丁明跃,常金玲.不变矩算法研究[J].数据采集与处理,1992,7(1):1 - 9.
- [7] 吕洪涛,周继成.离散状态下的不变矩算法研究[J].数据采集与处理,1993,8(2):44 - 48.
- [8] 付 玮,曾接贤.基于形状特征的图像检索技术研究[J].计算机技术与发展,2007,17(11):228 - 232.

(上接第 89 页)

- Information Analysis in Flood Forecasting[C]//International Conference on Computational Science. Beijing, China:[s. n.], 2007:1056 - 1061.
- [10] Chang Fi-John, Liang Jin-Ming, Chen Yen-Chang. Flood Forecasting Using Radial Basis Function Neural Networks[J]. IEEE Transactions on system, man, cybernetics - part C: Application and Reviews, 2001, 31(4):530 - 535.
 - [11] McCulloch D R, Lawry J, Cluckie I D. Real - Time Flood

Forecasting using updated Linguistic Decision Trees[C]// IEEE International Conference on Fuzzy Systems. Hong Kong, China:[s. n.], 2008:1935 - 1942.

- [12] Zuo Jie, Tang Chang-jie, Li Chuan, et al. Time Series Prediction Based on Gene Expression Programming[C]//The 5th International Conference on Web - Age Information Management. Dalian, China:[s. n.], 2004:55 - 64.