

运动序列图像中目标点的自动定位与跟踪研究

曾 燕, 成新文

(四川理工学院计算机学院, 四川 自贡 643000)

摘 要:目标跟踪是视频运动图像数据分析前期的一项关键技术,通过对目标点的定位跟踪,以便研究人员在跟踪过程中提取运动目标的相关参数,有助于对视频图像中目标的运动技术进行分析。结合模板匹配快速定位算法与 Mean Shift 算法,研究了运动图像序列中目标点的自动定位与跟踪问题。实验结果显示,算法具有良好跟踪效果。

关键词:定位;跟踪;模板匹配;Mean Shift

中图分类号:TP393.1

文献标志码:A

目标跟踪是计算机视觉领域中的关键技术,如智能监控、流量统计以及体育运动信息的视频分析等。通过对目标运动轨迹的准确跟踪,可以对一段运动视频进行高层的语义分析和理解,比如体育运动训练中引入运动物体的视觉分析技术^[1],在对目标点的定位跟踪中提取运动对象的运动参数,以便采用科学的训练方法,对提高运动成绩有着显著的效果。

在视频跟踪中,首先要获取运动目标的图像序列,将现实中连续的视频运动对象分析转化为对离散图像序列中目标点的分析。该分析过程包括以下几个主要步骤^[2]:(1)从图像背景中提取出运动目标;(2)标记并定位出运动图像序列中目标点的位置;(3)对这些目标点进行跟踪。其中运动目标的识别定位跟踪是一个关键步骤,是图像分析和理解的基础。在运动图像研究的早期目标点的定位跟踪该过程都是人工进行,由于需要处理的图像很多,导致人工定位跟踪需要花费大量的时间,限制了大量图片的分析,其过程非常复杂,并且定位精度低,很不适合于运动视频图像的分析。因此,在处理过程中能采用自动的快速定位方法,将大大加快处理速度。

本文将运动图像中目标点的快速定位采用模板匹

配算法,结合后期跟踪过程中采用的 Mean Shift 跟踪算法来实现目标关节点的定位跟踪。

1 算法的原理

1.1 模板匹配快速定位算法

在运动图像序列中实现快速定位主要采用模板匹配^[3]的方法,其主要思想是:在分析过程中,首帧图像的目标点位置由人工输入,作为先验知识,后续各帧图像的处理利用首帧图像中目标位置的先验知识对运动目标点在前后帧中进行精确配准,得到后帧图像中运动目标的准确位置,进而实现图像中运动目标点的智能化计算机自动定位,提高处理的速度和精度。

在配准时发现,我们研究的对象仅为图像中运动目标点这部分,因此采用窗口块配准方法,不需对整个图像画面进行配准,也就是人工在首帧中选定目标点窗口块区域后,在后续帧中只需对窗口块内的图像进行匹配。由于基于高速摄像机或摄影机拍摄的图像,连续两帧图像中运动目标点位置只在一个很小的邻域范围内变化,因此,该方法采用基于序列图像中连续两帧之间对应像素灰度差分的图像配准算法:

收稿日期:2012-10-11

基金项目:人工智能四川省重点实验室项目(2010RY006)

作者简介:曾 燕(1978-),女,四川自贡人,讲师,硕士,主要从事人工智能图像视觉方面的研究,(E-mail)zg261365@suse.edu.cn

$$MAD(m,n) = \frac{1}{M^2} \sum_{g=1}^M \sum_{l=1}^M |X_i(g+m,l+n) - X_{i-1}(g,l)| \quad (1)$$

式(1)充分利用了两幅图像的梯度信息,以上一帧中的灰度矩阵为参照,在当前帧中窗口块内进行匹配,计算出绝对平均误差^[6,8]。

式(1)中: m 、 n 为搜索区域的子块中像素点的坐标,参考帧中目标模板的大小为 $M \times M$, $X_i(g+m,l+n)$ 为当前帧中搜索模块的像素灰度值, $X_{i-1}(g,l)$ 为前一帧中目标模板(即参考模板)的灰度值。当 $MAD(m,n)$ 为最小值时认为匹配成功。

通过上述算法就可实现运动图像中目标点的快速自动定位。

1.2 Mean Shift 跟踪算法

在对运动图像序列的视觉跟踪领域中,Mean Shift 算法是一种基于特征概率密度统计的建模方法,它出色的解决了视频图像序列中相邻两帧图像之间运动目标的匹配问题,能够始终将被跟踪目标保持在图像的中心区域,可以快速、有效的跟踪目标对象。Mean Shift 这个概念最早是由 Fukunaga 等人^[4]于1975年在一篇关于概率密度梯度函数的估计中提出来的。随着对 Mean Shift 算法的逐渐改进及结合,引入核函数,并结合其核直方图,根据样本点的 Bhattacharyya 相似度,Mean Shift 算法在后续帧中迭代地搜索目标模型的最佳候选区域。它把非刚体的跟踪问题近似为一个 Mean Shift 最优化问题,使得跟踪可以实时地进行。

Mean Shift 形式^[5]:

$$M(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K(x_i - x)w(x_i)(x_i - x)}{\sum_{i=1}^n K(x_i - x)w(x_i)} \quad (2)$$

其中, $K(x)$ 是核函数, $w(x)$ 是采样点 x 的权重。Mean Shift 向量 $M(x) - x$ 总是指向概率密度增加最大的方向,反复将数据点朝着 Mean Shift 向量方向移动直至收敛的过程被称为 Mean Shift 算法。

在 Mean Shift 算法进行目标跟踪时发现,目标的跟踪是通过相邻两帧之间的相似度函数 Bhattacharyya 系数 $\hat{\rho}(y)$ 来确定目标所处的位置的。

$$\hat{\rho}(y) = [\hat{p}(y), \hat{q}] = \sum_{u=1}^m \sqrt{\hat{p}_u(y) \hat{q}_u} \quad (3)$$

式中, \hat{q}_u 为模型图像中的核直方图, $\hat{p}_u(y)$ 是中心坐标位置为 y 的核直方图。

由 Mean Shift 的性质可知,其总是向 Bhattacharyya 系数的局部极值(峰值)移动,因此当核窗口的位置移动

到峰值时,将在目标所处位置收敛,从而完成对目标的定位。

1.3 Kalman 滤波

Mean Shift 算法可以很准确的对运动目标进行跟踪,但如果目标在运动过程中受到遮挡时,Mean Shift 算法对目标的跟踪将失败。因此,在大量基于 Mean Shift 算法的运动图像视觉跟踪研究中,都引入 Kalman 滤波来进行参数识别,进而使在发生遮挡时对后续状态进行预测。

Kalman 滤波^[9]是用一种高效可计算的方法来估计过程的状态,并使估计均方误差最小。Kalman 滤波器应用广泛且功能强大,它可以估计信号的过去和当前状态,甚至能估计将来的状态,即使并不知道模型的确切性质。

Kalman 滤波的状态方程和观测方程:

$$\begin{aligned} X(k+1) &= F(X(k), u(k)) + r_k \\ W(k+1) &= H(X(k+1)) + y_k \end{aligned} \quad (4)$$

其中, r_k 、 y_k 为系统噪声和观测噪声, F 和 H 分别为状态矩阵和观测矩阵,通过状态方程对目标进行后续估计,可以保证目标脱离遮挡后跟踪窗口仍能正确对目标跟踪。

在 Mean Shift 跟踪算法中融入 Kalman 可以对短时间内被遮挡的目标进行可行的后续估计,从而弥补单一 Mean Shift 跟踪算法不具备状态预测能力的缺点。

2 实验结果

运动图像序列中的模板匹配快速定位算法,计算量相对于一般搜索方法少了很多,而且精度较高。因此,本文在运动图像序列的初期图像帧的定位中采用该算法来快速准确自动定位运动目标点。而在后续的图像帧序列中,随着目标点大小的变化,以及目标发生遮挡问题时,模板匹配算法快速定位算法逐渐无法再实现目标点的有效定位。而 Mean Shift 算法的改进算法中的核函数窗宽自动选取,很好的解决了当目标出现大小变化时的准确跟踪。与此同时,在 Mean Shift 算法结合 kalman 滤波的改进算法中,也有效的解决了目标点在运动过程中发生遮挡后的持续、稳健跟踪。该定位跟踪过程的流程,如图1所示。

图2是采集到的定位跟踪图像序列。在第1帧图像中的运动目标点的位置由人工来定位,在第5帧和第9帧图像中可以看见定位是准确的。随着图像中目标点的拉近,即目标点大小发生变化后,本文所采用的方法仍然可以很好的跟踪目标点。图3是用本文方法对遮挡问题的处理,我们希望跟踪视频对象的眼睛部位,

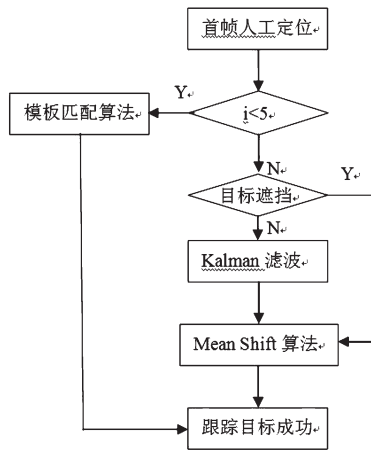


图 1 定位算法跟踪流程

如第 10 帧图像中的红色方框所示。在第 32 帧左右, 视频人物的手开始遮住其眼睛部位, 如 39 帧所示, 在第 44 帧左右时我们又重新明确的看到视频人物眼睛部位。



图 2 定位跟踪图像序列



图 3 有遮挡的目标跟踪图像序列

3 结束语

本文所采用的在运动图像序列的初期图像帧的定

位中采用模板匹配快速定位算法, 在后续图像帧的跟踪中采用改进的 Mean Shift 跟踪算法, 两者相结合的算法来定位跟踪目标点取得了较好的效果。本文定位跟踪的对象目前还限定在一个目标对象, 在进一步的研究中, 希望能实现运动对象的多目标定位跟踪。

参考文献:

- [1] 王兆其, 张勇东, 夏时洪. 体育训练三维人体运动模拟与视频分析系统[J]. 计算机研究与发展, 2005, 42(2): 344-352.
- [2] 郝艳. 举重运动图像序列中人体关节点的识别与跟踪[D]. 南宁: 广西师范大学, 2006.
- [3] 王宗平, 蒋勇, 束婷婷. 运动中人体关节点自动定位的实现[J]. 南京体育学院学报, 2000, 14(4): 9-12.
- [4] Fukunaga K, Hostetler L D. The estimation of the gradient of a density function, with applications in pattern recognition[J]. IEEE Transaction on Information Theory, 1975, 21(1): 32-40.
- [5] Cheng Yizong. Mean shift, mode seeking, and clustering. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1995, 17(8): 790-799.
- [6] 马亚妮, 李振斌, 熊正英. 运动序列图像中人体关节位置快速定位与应用[J]. 北京体育大学学报, 2001, 24(1): 47-49.
- [7] 高媛媛, 刘强国. 基于 Matlab 的分布式图像序列跟踪系统[J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2011, 24(6): 656-658.
- [8] 王江涛, 杨静宇. 遮挡情况下 Kalman 均值偏移的目标跟踪[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(18): 4216-4220.
- [9] Brown R G, Hwang P Y C. Introduction to random signals and applied Kalman Filtering[M]. 2nd ed. USA: John Wiley & Sons Inc, 1992.

Study on Automatic Location and Track About the Target Point of Sports Serial Images

ZENG Yan, CHENG Xin-wen

(School of Computer Science, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract: Object tracking is one of the key technologies in video surveillance. The motion parameters in the process can be extracted by the researchers through the location and track of the target point, which contributes to the sports technique analysis in video surveillance. In this paper, based on a fast locating algorithms on template matching and Mean Shift algorithms, automatic location and track about the target point of sports serial images is studied. The experience result shows that the algorithm has a good tracking effect.

Key words: location; track; template matching; Mean Shift