

9-1-2020

Research about Method of Face Detection and Tracking Based on Active Vision

Enzeng Dong

Complex System Control Theory and Application Key Laboratory, School of Electrical Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China;

Shengxu Yan

Complex System Control Theory and Application Key Laboratory, School of Electrical Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China;

Jigang Tong

Complex System Control Theory and Application Key Laboratory, School of Electrical Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the [Artificial Intelligence and Robotics Commons](#), [Computer Engineering Commons](#), [Numerical Analysis and Scientific Computing Commons](#), [Operations Research](#), [Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Systems Science Commons](#)

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Research about Method of Face Detection and Tracking Based on Active Vision

Abstract

Abstract: Based on *the method of combining the Camshift algorithm mixing Kalman filter with Adaboost algorithm, a face-detection and tracking algorithm on the active vision was proposed*. The algorithm proposed realized the face automatic detection and tracking by using Adaboost algorithm and Camshift mixed algorithm; according to the positional relation of target centroid and the view centre, and the difference of area between the region of the face target and the view, *the Pan-Tilt-Zoom (PTZ) control algorithm was designed*. Through the rules designed for pan, tilt and zoom control, the algorithm achieved the goal of automatic adjusting the intrinsic parameters of PTZ camera. The active vision algorithm proposed *was tested* in the hardware platform. The experiment results show that the algorithm has higher efficiency, and can do real-time detecting and tracking human face, which expands the range of camera tracking.

Keywords

Camshift, Adaboost, target detection, active vision, Pan-Tilt-Zoom control

Recommended Citation

Dong Enzeng, Yan Shengxu, Tong Jigang. Research about Method of Face Detection and Tracking Based on Active Vision[J]. Journal of System Simulation, 2015, 27(5): 973-979.

基于主动视觉的人脸检测与跟踪算法研究

董恩增, 闫胜旭, 佟吉钢

(天津理工大学自动化学院复杂系统控制理论及应用重点实验室, 天津 300384)

摘要: 基于融合 Kalman 滤波的 Camshift 算法与 Adaboost 算法相结合的方法, 提出了一种基于主动视觉的人脸检测与跟踪算法。利用 Adaboost 算法与融合的 Camshift 算法实现人脸自主检测与跟踪; 根据目标形心与视场中心的位置关系以及人脸区域与视场的面积关系, 设计了云台控制算法。该控制算法通过对云台摄像机进行水平、垂直和变焦控制, 达到自动调整云台摄像机参数的目的。基于硬件平台对所提出的主动视觉算法进行实验验证, 实验结果显示, 主动视觉算法具有较高的运行效率, 能够实时的检测和跟踪人脸目标, 扩大了摄像机的跟踪范围。

关键词: Camshift; Adaboost; 人脸检测; 主动视觉; 云台控制

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2015) 05-0973-07

Research about Method of Face Detection and Tracking Based on Active Vision

Dong Enzeng, Yan Shengxu, Tong Jigang

(Complex System Control Theory and Application Key Laboratory, School of Electrical Engineering,
Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China)

Abstract: Based on the method of combining the Camshift algorithm mixing Kalman filter with Adaboost algorithm, a face-detection and tracking algorithm on the active vision was proposed. The algorithm proposed realized the face automatic detection and tracking by using Adaboost algorithm and Camshift mixed algorithm; according to the positional relation of target centroid and the view centre, and the difference of area between the region of the face target and the view, the Pan-Tilt-Zoom (PTZ) control algorithm was designed. Through the rules designed for pan, tilt and zoom control, the algorithm achieved the goal of automatic adjusting the intrinsic parameters of PTZ camera. The active vision algorithm proposed was tested in the hardware platform. The experiment results show that the algorithm has higher efficiency, and can do real-time detecting and tracking human face, which expands the range of camera tracking.

Keywords: Camshift; Adaboost; target detection; active vision; Pan-Tilt-Zoom control

引言

目标检测和跟踪是计算机视觉研究方面中最活跃的研究分支之一。机器视觉是计算机获取外部信息在目标跟踪算法研究方面的一个相对成

熟的领域, 基于视觉的目标跟踪技术在军事、民用领域都有十分广阔的应用前景。而主动视觉的出现与发展极大地增强了机器视觉的适用性和实用性。主动视觉能够模仿人的视觉功能, 对外界环境信息进行感知、处理, 得到感兴趣的目标, 并且能够根据运动目标的位置智能的改变视角^[1]。该方法首先需要通过图像处理的方法对感兴趣的目标进行检测, 然后根据检测到的目标区域信息控制 PTZ 云台摄像机做出相应的动作, 实现目标的自主检测与跟踪。



收稿日期: 2014-05-05 修回日期: 2014-09-15;
基金项目: 国家自然科学基金(61172185); 天津市高等学校科技发展基金计划项目(20120829);
作者简介: 董恩增(1977-), 男, 天津, 博士后, 副教授, 研究方向为嵌入式系统、模式识别等; 闫胜旭(1985-), 男, 河南, 硕士, 研究方向为嵌入式系统、机器视觉; 佟吉钢(1975-), 男, 天津, 博士后, 讲师, 研究方向为嵌入式系统、智能家居等。

<http://www.china-simulation.com>

1 研究现状

在目标检测与跟踪的系统中,传统固定摄像机无法智能的检测跟踪目标且视野有限,不能实现大范围的监测跟踪,而云台(Pan-Tilt-Zoom, PTZ)摄像机能够水平、垂直转动以及实时变焦,扩大摄像机跟踪的范围^[2]。目前主动视觉跟踪技术主要使用静止摄像机和 PTZ 云台摄像机相结合的方法^[3-4],即用一个静止摄像机监控大场景画面,检测并跟踪运动目标,利用跟踪到的目标位置驱动 PTZ 摄像机对准监控目标。但在实际应用中,由于监控环境和成本的限制,多为单个 PTZ 摄像机的独立使用,周金光等提出了一种在单 PTZ 摄像机自主跟踪过程中生成全景视频的方法^[5],即利用单台 PTZ 摄像机进行目标跟踪。

近年来,针对主动视觉算法的研究得到广泛关注,用到的目标跟踪算法主要有 Camshift 算法^[6]和粒子滤波算法^[7]等。相对于计算复杂的粒子滤波算法,与 Kalman 滤波器融合后的 Camshift 跟踪算法具有更强的实时性,并且能够克服大面积与目标颜色相近的背景干扰、目标被严重遮挡时跟踪失效等问题^[8]。但 Camshift 跟踪算法需要手动选取跟踪对象区域,影响算法的自动跟踪目标的性能。朱承志将 Adaboost 算法^[9-10]与 Camshift 算法相结合^[11],通过 Adaboost 算法初始化 Camshift 跟踪算法的入口参数,从而达到自动检测与跟踪的目的。

本文提出了一种基于主动视觉的人脸检测与跟踪方法,根据所检测到的人脸信息设计云台控制算法,使所提出的主动视觉方法能够克服摄像机视场的限制,扩大目标检测与跟踪范围。最后,基于搭建的 PTZ 摄像机实验平台,对所提出的主动视觉的人脸检测与跟踪方法进行验证,并对其实时性与准确性进行了深入分析。

2 主动视觉融合算法的研究与实现

2.1 人脸检测算法

人脸检测即检测图像中是否有人脸出现以及

出现的位置,Viola 等^[12]提出的 AdaBoost 算法能够实时地检测人脸,该算法分为 2 个过程,即分类器训练过程和人脸检测过程。首先通过提取 Haar 特征来构建分类器:初始并归一化给定训练图像数值;对每一个特征训练一个弱分类器并将它们叠加构成强分类器,再将若干个强分类器串联成级联分类器。本文使用开源计算机视觉库(OpenCV)中的 Adaboost 算法对人脸样本训练和检测人脸,主要是根据训练出的多层分类器结构对由摄像机输入的图像进行分层筛选。

2.2 人脸跟踪算法

本文采用融合 Kalman 滤波的 Camshift 跟踪算法进行人脸跟踪,利用 Kalman 滤波器的预测功能对下一帧中人脸目标的位置进行最优估计,缩小 Camshift 算法的搜索范围,从而提高人脸目标跟踪的实时性和准确性。

2.2.1 Kalman 滤波器

Kalman 滤波是一种现行递归滤波器,根据系统前一时刻的状态对下一时刻的状态做最优估计,经过预测和不断的更新修正使结果具有无偏、稳定和最优的特点。

Kalman 滤波器方程如下:

状态预测方程:

$$\hat{x}'_k = A\hat{x}_{k-1} \quad (1)$$

状态修正方程:

$$\hat{x}_k = A\hat{x}_{k-1} + K_k(z_k - C_k A\hat{x}_{k-1}) \quad (2)$$

$$K_k = \frac{P'_k C_k^T}{C_k P'_k C_k^T + R_k} \quad (3)$$

其中:向量 $\hat{x}'_k$ 为通过上一时刻的修正值 $A\hat{x}_{k-1}$ 预测出来估计值; $\hat{x}_k$ 为获得测量值后的状态修正值; $P'_k = AP_{k-1}A^T + Q_{k-1}$ 为预测的均方误差; K_k 为 Kalman 增益系数; $P_k = (I - K_k C_k)P'_k$ 为修正后的协方差。

2.2.2 Camshift 跟踪算法

Camshift 算法将 Meanshift 算法扩展到连续图像序列,对视频中的所有视频帧进行 Meanshift 运

算, 并且将上一帧的结果作为下一帧 Meanshift 算法搜索窗的初始值。Meanshift 算法是一种密度函数梯度估计的方法, 通过多次迭代寻优找到概率分布的极值来确定目标位置, 过程如下:

- (1) 在颜色概率分布图中选取大小为 s 的搜索窗;
- (2) 计算搜索窗的质心位置坐标

$$x_c = \frac{M_{10}}{M_{00}} \quad y_c = \frac{M_{01}}{M_{00}} \quad (4)$$

其中零阶矩 $M_{00} = \sum_x \sum_y I_c(x, y)$, 一阶矩 $M_{10} = \sum_x \sum_y x I_c(x, y)$, $M_{01} = \sum_x \sum_y y I_c(x, y)$, $I_c(x, y)$ 是坐标的像素值, (x, y) 为搜索窗的质心坐标。

- (3) 调整搜索窗口的大小

$$\text{搜索窗宽度: } s = 2\sqrt{\frac{M_{00}}{256}} \quad (5)$$

$$\text{搜索窗长度: } h = 1.2s \quad (6)$$

- (4) 搜索窗口位置调整:

移动搜索窗的中心到质心, 如果移动距离大于预设的固定阈值, 则重复(2), (3), 直到搜索窗的中心与质心间的移动距离小于预设的固定阈值。

将 Adaboost 人脸检测算法与融合 Kalman 滤波器的 Camshift 算法相结合, 并以此作为 PTZ 摄像机控制的基础, 结合后的算法流程图如图 1 所示。

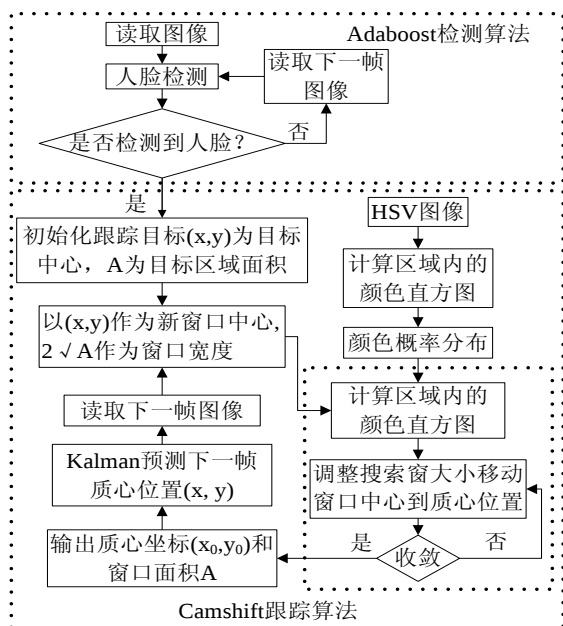


图 1 人脸检测与跟踪算法流程图

2.3 PTZ 云台控制

PTZ 云台控制是根据人脸检测与跟踪算法对前一帧图像处理结果得到的人脸区域形心以及区域面积, 计算出形心 $O(x, y)$ 与摄像机视场中心 $O_0(x_0, y_0)$ 之间的位移 $(x - x_0, y - y_0)$ 和人脸区域面积与摄像机视场面积之间的关系 $\text{Area} / (D_1 \times D_2)$ (其中 Area 为人脸区域面积, D_1, D_2 分别为摄像机视场水平与垂直宽度), 调节 PTZ 摄像机使其视场中心与目标形心重合以及控制摄像机变焦, 从而对下一帧图像目标进行检测跟踪。

2.3.1 PTZ 摄像机水平/垂直转动控制

PTZ 摄像机读入的视频图像的视场大小为 $D_1 \times D_2$, 设定摄像机视场中心区域大小为 $A_{set} = (D_1 / 4) \times (D_2 / 4)$ 。若检测出的人脸区域质心与视场中心位移超出设定阈值时控制云台做相应的转动, 即当人脸目标中心偏离视场中心点距离 $x - x_0 \geq D_1 / 16$ (水平转动阈值 $D_1 / 16$) 或 $x - x_0 \leq -D_1 / 16$ 时发送控制命令控制云台向右或向左运动; 当人脸目标中心偏离视场中心点距离 $y - y_0 \geq D_2 / 16$ (垂直转动阈值 $D_2 / 16$) 或 $y - y_0 \leq -D_2 / 16$ 时发送控制命令控制云台向上或向下运动。PTZ 摄像机水平/垂直转动控制如图 2 所示。

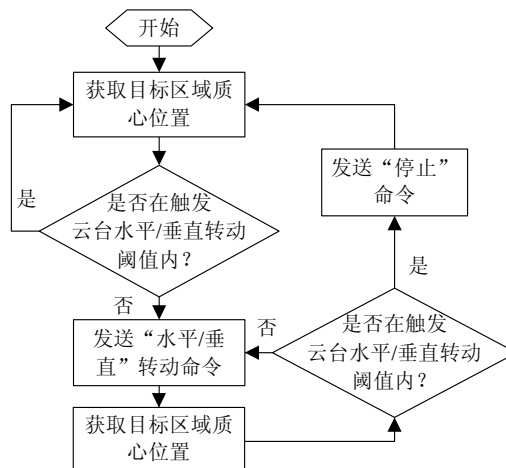


图 2 PTZ 摄像机水平或垂直转动控制

为了达到人脸目标的实时准确跟踪, 根据人脸目标偏离视场中心点的方向和距离的不同设置不

同的水平、垂直转动速度 $xspeed$ 和 $yspeed$ ，分别如式(13)(14)所示。

在相同的摄像机分辨率下，镜头的焦距不变。

$$\text{水平方向: } f = \frac{D_1 / 2}{\tan \theta'} = \frac{x - x_0}{\tan \alpha} \quad (7)$$

$$\text{垂直方向: } f = \frac{D_2 / 2}{\tan \varphi'} = \frac{y - y_0}{\tan \beta} \quad (8)$$

运动目标相对于 PTZ 摄像机移动的水平角度和垂直角度分别为：

$$\text{水平角度: } \alpha = \arctan\left(\frac{x - x_0}{D_1 / 2} \times \tan \theta'\right) \quad (9)$$

$$\text{垂直角度: } \beta = \arctan\left(\frac{y - y_0}{D_2 / 2} \times \tan \varphi'\right) \quad (10)$$

云台在水平方向和垂直方向上，每转动 1° 所用的时间 t_x 和 t_y 。

$$\text{水平方向: } t_x = \frac{T_G \times \frac{\alpha}{\alpha + \beta}}{\alpha} = \frac{T_G}{\alpha + \beta} \quad (11)$$

$$\text{垂直方向: } t_y = \frac{T_G \times \frac{\beta}{\alpha + \beta}}{\beta} = \frac{T_G}{\alpha + \beta} \quad (12)$$

从而得到云台的水平和垂直转动速度：

$$\text{水平转动速度: } xspeed = \frac{Countx}{t_x} \quad (13)$$

$$\text{垂直转动速度: } yspeed = \frac{County}{t_y} \quad (14)$$

其中： θ' ， φ' 分别为摄像机的最大视场角； α ， β 分别为目标相对摄像机转过的角度； T_G 为每组视频序列的时间间隔； $Countx$ ， $County$ 分别为 PTZ 摄像机的水平与垂直转动惯量。

2.3.2 PTZ 摄像机变焦控制

如图 3 为摄像机镜头缩放控制流程图，当人脸目标远离或者靠近摄像机时，投影到视场上的人脸区域就会相应的改变，若目标区域面积与设定区域面积差值达到某一阈值时进行镜头缩放，即当人脸目标区域面积 $Area - Aset > Aset/16$ (本文采用阈值 $Aset/16$) 时对云台镜头进行缩小控制，反之 $Area - Aset < -Aset/16$ 对云台镜头放大控制。

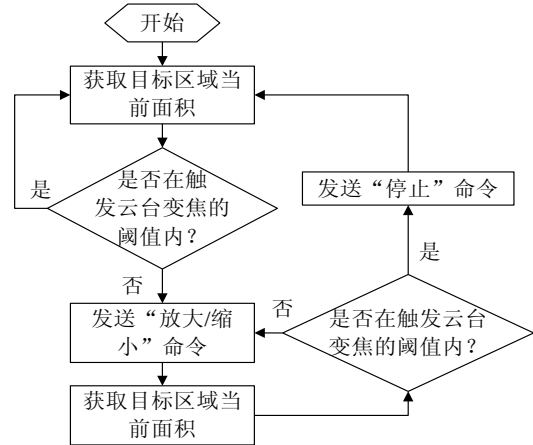


图 3 PTZ 摄像机镜头放大/缩小控制

3 实验结果与分析

3.1 实验平台设计

实验硬件平台包括计算机、SONY D70P 云台摄像机、Boser 采集卡、RS232/RS485 通信模块。云台摄像机作为系统的视频输入，通过 RS485 通讯模块向摄像机发送控制信号。其中 SONY D70P 云台摄像机的控制协议为 SONY VISCA 协议，视场大小为 640×480 。如图 4 所示为该系统所用的硬件连接及实物图。

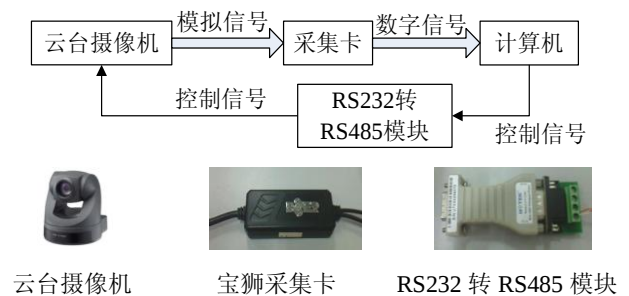


图 4 硬件连接及实物图

3.2 实验结果分析

基于 VS2010 编译环境和 OpenCV 视觉函数库，算法验证均在联想 QiTianM4330 台式机上运行，CPU 主频为 2.6 GHz，内存大小为 1.82 G。

将融合 Kalman 滤波的 Camshift 算法与粒子滤波算法在跟踪速率和效果上进行了比较，实验结果表明 Camshift 算法在跟踪效率上有明显的优势，

如表 1(单位为帧/秒)和图 5 所示。可以得出, 在同一实验平台上, 两种方法跟踪精度相当, 但在实时性上融合的 Camshift 算法较计算复杂的粒子滤波算法具有更大的优势。

表 1 Camshift 算法与粒子滤波算法跟踪效率

算法	1	2	3	4
Camshift 算法	24.986	24.998	25.047	24.987
粒子滤波算法	4.832	5.546	4.468	4.167



(a) 融合 Kalman 滤波器的 Camshift 算法跟踪效果



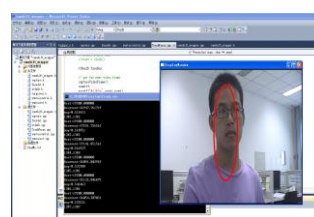
(b) 粒子滤波算法跟踪效果

图 5 融合 Kalman 滤波的 Camshift 与离子滤波算法比较

对 Adaboost 算法与融合的 Camshift 算法结合后的效果进行了验证。如图 6(a)为仿真操作界面, 包含软件编写界面、图像显示界面以及目标区域坐标显示界面等; 图 6(b)为 HSV 颜色空间 Hue 通道图像; 图 6(c)为 Adaboost 算法在 Hue 通道得到的人脸目标, 区域坐标(340,159), 区域宽和高均为 154 像素, 即 Camshift 算法的初始化窗口; 窗口初始化后, Kalman 滤波器根据得到的目标信息预测下一帧图像中目标位置、宽高, 然后将该信息传递给 Camshift 算法, 具体计算出目标区域的位置、宽度、高度以及方向角。如图 6(d)为 Kalman 与 Camshift 跟踪时的目标区域, 目标位置和大小随着目标的运动而改变, 此时位置为(317, 245), 宽度为 105, 高度为 205。

如图 7 所示为加入云台控制算法前后的跟踪效果比较, 第 1 幅图目标在视场的中心位置, 第 2 幅为目标向上运动跟踪效果, 第 3 幅为目标向右运动跟踪效果, 第 4 幅为目标远离摄像机时的跟踪效果。从图 7(a)中可以得出由于摄像机视场大小和摄

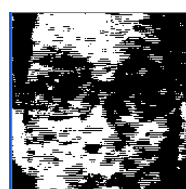
像机焦距的限制, 人脸目标在移动时质心可能移出摄像机视场区域, 并且目标远离摄像机时区域面积会变小, 导致 Camshift 算法在帧图像中无法计算出目标的质心以及面积, 从而造成人脸目标检测与跟踪的失败; 从图 7(b)可得出, 当目标移动时云台控制算法可以适当的调整摄像机参数, 使摄像机水平、垂直转动以及变焦动作, 从而使人脸目标能够始终位于摄像机视场中心和保持合适的大小。



(a) 仿真操作界面



(b) Hue 通道图像

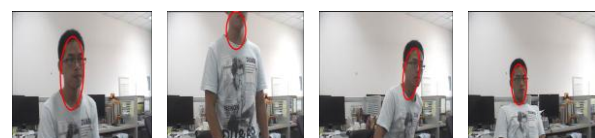


(c) Adaboost 检测到的目标

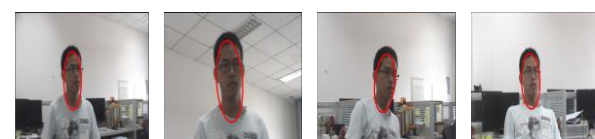


(d) Camshift 的跟踪区域

图 6 仿真操作界面以及检测与跟踪的目标区域分析



(a) 加入云台控制前的人脸检测与跟踪效果



(b) 加入云台控制后的人脸检测与跟踪效果

图 7 加入 PTZ 云台控制前后的人脸检测与跟踪对比

为验证所提出的人脸主动视觉算法的执行速率, 将加入云台控制前后算法的执行速率进行了统计分析, 如表 2 所示(单位为帧/秒)。从表中可以得出加入云台控制后, 人脸检测与跟踪算法运行速度无明显下降。

表 2 加入云台控制前后算法处理速度比较

控制方法	1	2	3	4
无云台控制	24.994	24.996	25.005	25.040
有云台控制	24.992	24.808	25.014	24.992

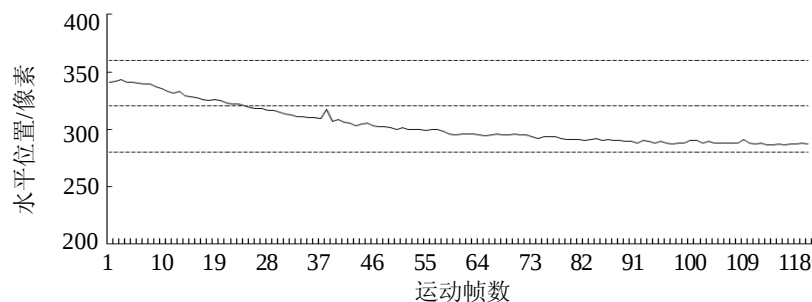
基于主动视觉检测与跟踪算法在大范围场景(云台水平转动约 270°, 垂直转动约 60°)下的跟踪效果如图 8 所示, 包含了云台摄像机的水平、垂直转动以及变焦, 从而扩大了目标跟踪范围, 克服摄像机视场的限制。

对融合算法的跟踪误差进行了深入分析。图 9 为算法跟踪过程中的误差分析, 图 9(a)为运动的人脸目标在水平方向上与视场中心点坐标的偏差; 图

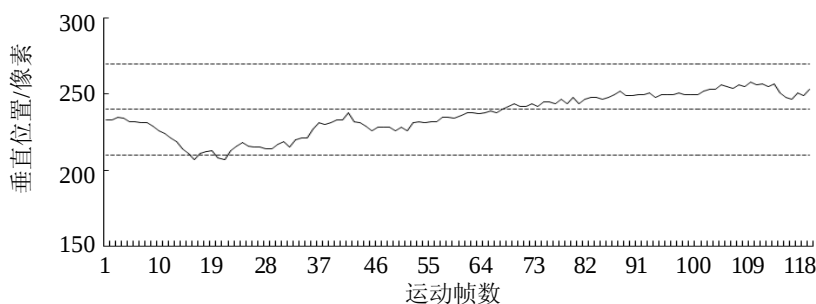
9(b)为运动的人脸目标在垂直方向上与视场中心点坐标的偏差; 图 9(c)人脸目标在运动过程中区域面积与设定区域面积间的偏差。从图中可以得出, 人脸目标在运动过程中质心位置始终在视场中心附近, 区域面积也能够保持合适的大小。



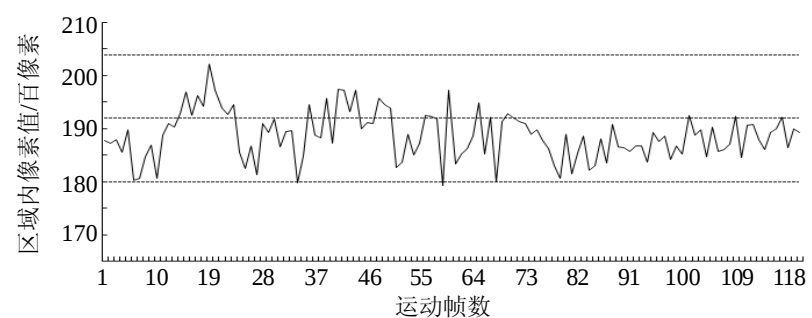
图 8 大范围场景下的跟踪效果



(a) 运动目标水平方向偏差曲线



(b) 运动目标垂直方向偏差曲线



(c) 目标区域面积与设定区域面积偏差曲线

图 9 目标跟踪过程中的偏差分析

4 结论

以融合 Kalman 滤波的 Camshift 目标跟踪算法为基础, 将其与 Adaboost 人脸检测算法结合, 实现了人脸目标的自动检测与跟踪; 同时, 为实现对人脸目标的检测与跟踪的主动视觉功能, 设计了 PTZ 云台摄像机控制算法, 扩大了人脸目标的跟踪范围。最后通过主动视觉实验平台对所提出的算法进行了实验验证。实验结果表明, 所设计的主动视觉算法具有较高的运行效率, 云台控制算法计算量小, 对目标检测与跟踪速度影响甚微, 能够实时检测和跟踪人脸目标, 扩大了摄像机的跟踪范围, 增强了跟踪效果, 实现了对人脸目标的主动检测和跟踪。

参考文献:

- [1] 夏轩, 刘华平, 许伟明, 等. 基于DSP的主动视觉系统[J]. 机器人, 2012, 34(3): 354-362.
- [2] 张雪波, 路晗, 方勇纯, 等. 室外环境下PTZ摄像机全自动标定技术及其应用[J]. 机器人, 2013, 35(4): 385-393.
- [3] Hyun-Cheol Choi, Unsang Park, Anil K Jain. PTZ Camera Assisted Face Acquisition, Tracking & Recognition [C]// Biometrics: Theory Applications and Systems (BTAS), 2010 Fourth IEEE International Conference on Biometrics Compendium. Washington, DC, USA: IEEE, 2010: 1-6.
- [4] 石皓, 赖世铭, 刘煜, 等. 一种用于鱼眼PTZ主从监控系统的标定方法 [J]. 系统仿真学报, 2013, 25(10): 2412-2417. (Shi Hao, Lai Shiming, Liu Yu, Zhang Maojun. Calibration Method Based on Master-slave Surveillance System Composed by Fish-eye Camera and PTZ Dome Camera [J]. Journal of System Simulation (S1004-731X), 2013, 25(10): 2412-2417.)
- [5] 周金广, 黄磊, 刘昌平. PTZ自主跟踪中的全景视频生成[J]. 中国图象图形学报, 2011, 16(1): 110-117.
- [6] 刘士荣, 孙凯, 张波涛, 等. 基于改进Camshift算法的机器人运动目标跟踪[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(S2): 223-226.
- [7] 相入喜, 李见为. 多特征自适应融合的粒子滤波跟踪算法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2012, 24(1): 97-103.
- [8] 刘士荣, 姜晓艳. 一种改进的Camshift/Kalman运动目标跟踪算法[J]. 控制工程, 2010, 17(4): 470-474.
- [9] 曹莹, 苗启广, 刘家辰, 等. AdaBoost算法研究进展与展望[J]. 自动化学报, 2013, 39(6): 745-758.
- [10] 文学志, 方巍, 郑钰辉. 一种基于类Haar特征和改进AdaBoost分类器的车辆识别算法[J]. 电子学报, 2011, 39(5): 1121-1126.
- [11] 朱承志. 基于OpenCV的人脸检测与跟踪[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(26): 157-161.
- [12] Viola P, Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features [C]// Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (S1063-6919). USA: IEEE, 2001, 1: 511-518.

《系统仿真学报》荣获“2014 中国最具国际影响力学术期刊”证书

由中国学术期刊(光盘版)电子杂志社与清华大学图书馆联合成立的中国学术文献国际评价研究中心, 以美国汤森路透 Web of Science 收录的 1.2 万余种期刊为引文统计源, 首次研制发布了 2012《中国学术期刊国际引证年报》(CAJ-IJCR 年报)。第一次给出了我国 5600 余种中外文学学术期刊总被引频次、影响因子、半衰期等各项国际引证指标, 并采用了新的国际影响力综合评价指标 CI 对期刊排序, 发布了“中国最具国际影响力学术期刊”(排序 TOP5%)和“中国国际影响力优秀学术期刊”(排序 TOP5-10%), 在国内外学术界产生了较大反响。之后, 2013 年版年报, 将引文统计源期刊扩展到 1.44 万多种。目前, 2014 版国际、国内年报与 TOP5%和 TOP5-10%期刊的遴选业已完成,《系统仿真学报》被列入“2014 中国最具国际影响力学术期刊”行列。

我学报连续 2 年被列入 TOP5%国内一流的中国最具国际影响力学术期刊, 走向世界, 进入国际一流, 指日可待!