

多摄像头系统的目标检测与跟踪方法研究

高翔,朱婷婷,刘洋

(南京邮电大学 自动化学院,江苏 南京 210023)

摘要:针对运动目标检测的问题,提出了一种中线检测算法。利用人体两侧关于中线几乎完全对称的特点,首先通过背景差分技术得到目标人的二进制图像,然后利用最小中位数均方差的方法对于单个目标人进行中线检测,并利用多个摄像头之间单应矩阵对应关系,得到检测目标在各摄像头中的相应位置,实现目标在多个摄像头中的目标检测。在目标跟踪的问题上,采用了一种基于MCMC(Markov Chain Monte Carlo)粒子滤波的目标跟踪算法。算法中首先建立自回归运动模型及基于目标垂直投影直方图的观测模型,然后利用粒子滤波在各个摄像头中进行跟踪。中心处理机通过匹配算法融合各摄像头中的目标跟踪数据,实现多个摄像头环境下目标的有效跟踪。

关键词:目标检测;目标跟踪;背景差分;中线;MCMC粒子滤波;多视角协同

中图分类号:TP751

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)07-0221-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.07.050

Research of Target Detection and Tracking Method for Multi-camera System

GAO Xiang, ZHU Ting-ting, LIU Yang

(College of Automation, Nanjing University of Posts and Telecommunications,
Nanjing 210023, China)

Abstract: Aiming at the problem of motion target detection, propose a median detection algorithm, which makes use of both sides of the body on the median almost perfectly symmetrical characteristic. First, obtain the binary image of target person by background subtraction. Then, detect the independent target by applying the least median of squares. Next, using the corresponding relationship of homographic matrix between multiple cameras to get the position of the detected target in each camera, achieving person detection in multi-camera system. On the problem of target tracking, adopt a target tracking algorithm based on MCMC particle filter. First, this algorithm establishes an autoregressive motion model and an observation model based on the vertical projection histogram of the detected person. Next, using the particle filter track person in each camera. The central processor has merged the tracking data of each camera by matching algorithm, realizing target tracking of multi-camera system effectively.

Key words: target detection; target tracking; background subtraction; median; MCMC particle filter; multi-view synergy

0 引言

目标跟踪作为一门跨学科的前沿技术,融合了自动控制、模式识别、图像处理、人工智能等不同领域的理论知识。长期以来,对目标跟踪的研究主要集中在对单摄像头跟踪系统的研究,而目前此类跟踪领域中存在很多问题,如目标的遮挡问题、单摄像头视野的局限性等问题,因此需要对多个摄像头的跟踪系统进行研究。

在计算机视觉研究领域中,目标跟踪是最基本、最重要的研究要点,也是当下一个非常活跃的研究领

域^[1]。多摄像头的跟踪系统对于单摄像头的跟踪系统而言,有许多无法比拟的优势。但是也会出现很多新的问题,比如多摄像头环境下的目标检测及确认、信息融合和目标跟踪等问题,这些都是目前多摄像头跟踪领域中所研究的重点及难点问题。多个摄像头组成的摄像头网络系统正逐步成为视频监控领域的主流方向^[2]。

1 基于人体中线的目标检测

基于中线的算法是在每个摄像头图像平面中检测

收稿日期:2014-08-30

修回日期:2014-12-02

网络出版时间:2015-06-23

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61104216);江苏省自然科学基金(BK2012832)

作者简介:高翔(1967-),女,教授,研究方向为测控技术、机器人;朱婷婷(1990-),女,硕士研究生,研究方向为多摄像头目标跟踪。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150623.1046.031.html>

每个目标人的中线(近似于目标人的对称轴)并定义中线匹配似然函数(该函数是用来通过不同视角间的单应关系作为几何约束),从而通过不同视角来实现目标检测的方法^[3]。

1.1 背景建模及前景检测

本实验在对目标人进行中线检测之前,先对图像序列进行预处理,即背景差分处理,以减少除了目标以外背景杂物对确定中线的的影响。背景差分法(背景减法)是在静止背景下识别及分割运动目标的一种方法。如果不考虑噪音 $n(x, y, t)$ 的影响,则输入视频图像序列 $I(x, y, t)$ 可以看作是由背景图像 $B(x, y, t)$ 和运动目标 $X(x, y, t)$ 组成。

$$I(x, y, t) = B(x, y, t) + X(x, y, t) \quad (1)$$

由式(1)可得运动目标 $X(x, y, t)$:

$$X(x, y, t) = I(x, y, t) - B(x, y, t) \quad (2)$$

而在实际情况下,由于噪音的存在,式(2)并不能得到真正的运动目标,而是由运动目标区域和噪音组成的合成后的图像 $S(x, y, t)$, 即:

$$S(x, y, t) = I(x, y, t) - B(x, y, t) + n(x, y, t) \quad (3)$$

因此要得到检测目标需要根据某种判断原则进行进一步处理,而最常用的方法为阈值分割法,如式(4):

$$X(x, y, t) = \begin{cases} I(x, y, t), & S(x, y, t) \geq T \\ 0, & S(x, y, t) < T \end{cases} \quad (4)$$

其中, T 为一阈值。

基于中线的目标检测,首先对图像进行背景差分提取前景目标。文中使用的背景差分法为融合了帧间差分的对于运动目标中提取前景区域的方法,即混合背景差分方法^[4]。文中对此方法做了改进来减少光照变化及阴影对检测的影响,在此采用归一化的颜色 RGB 模型,其中 $r = R/(R + G + B)$, $g = G/(R + G + B)$, $b = B/(R + G + B)$ 。

背景差分目标检测算法首先要对输入的图像序列进行中值滤波,得到单高斯背景模型,背景图像中每个点的高斯模型参数为 $(u_r, u_g, u_b, \sigma_r^2, \sigma_g^2, \sigma_b^2)$ 。其中, u_i 和 $\sigma_i (i = r, g, b)$ 表示背景模型中对对应点的均值及方差。背景建模以后,通过当前图像和背景图像差分获得前景区域,然后对其进行差分处理即可得到二进制图像 B_{xy} , 前景像素表示为 1, 背景像素表示为 0。

$$B_{xy} = \begin{cases} 1, & |I_i(x, y) - u_i(x, y)| > \Gamma_i \sigma_i(x, y), i \in \{r, g, b\} \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

其中, $I_i(x, y) (i = r, g, b)$ 为像素 (x, y) 的当前观测值; Γ_i 为阈值参数,可由实验过程中的经验确定。背景差分中每个像素的 r, g, b 三色分量是独立进行

的,一旦其中一个认为当前的像素是变化的像素,则认为该像素为前景像素。

1.2 中线检测

基于检测目标的全局特征限制,即认为人体在其中线两侧近似对称的特点,使用最小中位数均方差^[5]来决定独立目标的中线。最小中位数平方方法是一种用于估计模型参数的方法,它的目标是 minimized 误差平方中的中位数,得到的估计量属于稳健估计量,参数估计不容易受到少数离群数据的显著影响。

该中线由最小化前景像素与人体中线的垂直距离的中值的平方值来决定(使其达到最小)。其原理如图 1 所示。中线 L 由式(6)决定。

$$L = \arg \min_l \text{median} \{ D(I_i, l)^2 \} \quad (6)$$

其中, $D(I_i, l)$ 为第 i 前景像素 I_i 与待确定的中线 l 之间的垂直距离。

1.3 目标状态区分

本试验方法区分两种情况下的目标中线,判定规则:根据 I Haritaoglu 的方法^[6],当前帧检测图像中目标的垂直投影直方图,对垂直方向作像素统计,当结果显示两个主要的谷值之间有一明显的峰值区域时,则它被判定为一个独立的检测目标,如图 1 所示;否则判定为没有检测到独立目标。

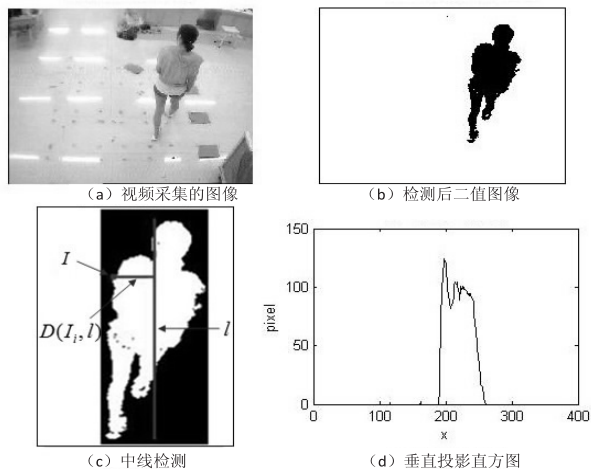


图 1 独立目标的中线检测及判定

2 基于 MCMC 粒子滤波的目标跟踪

2.1 粒子滤波

贝叶斯滤波理论和蒙特卡洛方法^[7]是粒子滤波的基础。研究贝叶斯滤波需定义一个动态系统,包括状态方程与观测方程:

$$X_k = f(x_{k-1}, v_{k-1}), z_k = h(x_k, w_k) \quad (7)$$

其中, X_k 表示系统当前状态,它由前一时刻的状态和系统转移状态噪声组成; x_k 表示系统的观测状态,它由当前时刻系统状态和观测噪声组成。

系统状态方程实质是一个隐型马尔可夫模型,即

当前时刻 t 的系统状态只和 $t - 1$ 时刻的状态有关,与之前任何时刻的状态无关。状态 x 的初始概率密度函数为:

$$P(x_k | z_{1:k-1}) = \int p(x_k | x_{k-1})p(x_{k-1} | z_{1:k-1})dx_{k-1} \tag{8}$$

利用贝叶斯定理, $P(x_k | z_{1:k-1})$ 通过上式可得出:

$$P(x_k | z_{1:k-1}) = \frac{P(z_k | x_k)P(x_k | z_{1:k-1})}{P(z_k | z_{1:k-1})} \tag{9}$$

其中, $P(x_k | z_{1:k-1}) = \int p(x_k | x_{k-1})p(x_{k-1} | z_{1:k-1})dx_{k-1}$, $p(z_k | x_k)$ 是似然性。

综上所述,贝叶斯滤波是一个不断通过先验概率、观测值和似然性来求得系统真实状态的过程^[8]。

值得注意的是,重要性采样存在粒子退化现象,即在迭代算法过程中,大部分粒子的权重会随着迭代次数的增加而变得非常小。在这一问题的研究上,姚剑敏提出的方法有效地解决了粒子退化现象^[9]。

对于目标建模,目标的特征应该尽量满足不变性、小耦合性、适应性以及鲁棒性等特点。可以选择单一的目标特征,也可以将多特征融合。通常使用二阶自回归模型来对状态转移建模,如式(10)所示:

$$X_k - X_{k-1} = X_{k-1} - X_{k-2} - N_k \tag{10}$$

二阶自回归模型可以理解为利用 $t - 1$ 时刻和 $t - 2$ 时刻的状态来表示 t 时刻的状态。

2.2 目标跟踪

中线检测后,通过独立目标与地平面的垂直关系将得到一个地平面坐标,即本研究的跟踪目标在地平面内被视作点目标。

2.2.1 单应矩阵和几何关系

在计算机视觉中,平面的单应性定义为从一个平面到另一个平面的投影映射^[10]。

为了确定单应矩阵,必须假设不同视域共享一个地平面^[11]。该假设适用于大多数监控场景。在此定义一个 3×3 矩阵:

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & 1 \end{bmatrix} \tag{11}$$

令 (x_i, y_i) 及 (x'_i, y'_i) 为地平面上两个视域中相对应的点,该两点可以通过单应矩阵 H 关联起来:

$$\begin{bmatrix} x'_i \\ y'_i \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{bmatrix} \tag{12}$$

由式(11)可知,单应矩阵共有 8 个参数,只要给定比四对更多的对应点就可以联合方程来求解这些参数。文中为了单应矩阵的精确性,采用手工方式来得

到对应点。事先在感兴趣区域均匀选取几点做上标记,由此来利用不同视角下的标记点求单应矩阵。

利用这些对应点建立方程组后,就可以采用很多算法来求解方程。单应矩阵的参数可以在最小均方意义下求解得到: $H = (A^T A)^{-1} A^T b$, 其中 A, H, b 分别表示如下:

$$AH =$$
$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'_1x_1 & -x'_1y_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -y'_1x_1 & -y'_1y_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'_2x_2 & -x'_2y_2 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 & -y'_2x_2 & -y'_2y_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'_nx_n & -x'_ny_n \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 & -y'_nx_n & -y'_ny_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{12} \\ h_{13} \\ h_{21} \\ h_{22} \\ h_{23} \\ h_{31} \\ h_{32} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_1 \\ y'_1 \\ x'_2 \\ y'_2 \\ \vdots \\ x'_n \\ y'_n \end{bmatrix} = b$$

$$\tag{13}$$

2.2.2 多摄像头信息匹配

多摄像头之间相应中线的匹配主要基于单摄像头的中线检测。不同摄像头视野匹配中线的过程中,需要用到单应矩阵作为几何限制^[12]。本节定义了一个中线匹配函数来进行目标中线的匹配。接下来,首先阐述两个摄像机之间的匹配算法。

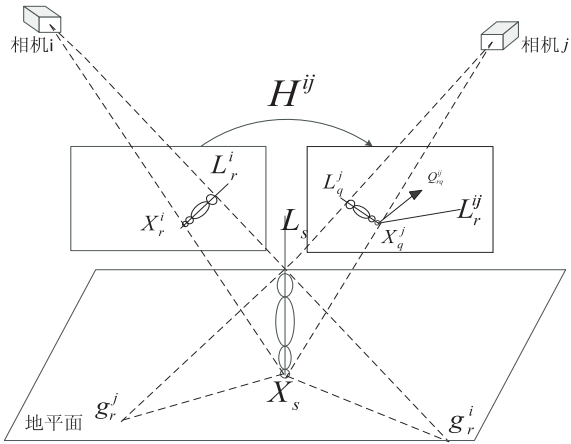


图2 多视角间目标投影关系

如图2所示, L_r^i 为相机 i 的图像坐标系中目标 r 的中线, X_r^i 为 L_r^i 的地平面坐标,即目标人与地平面的垂直交点。 L_r 为实际空间中目标 r 的中线, X_r 为 L_r 的地平面坐标。 g_r^i 为 L_r 从地平面的实际空间坐标系到相机 i 的图像坐标系的投影线。显然, L_r^i 也是 g_r^i 在相机 i 的图像坐标系中的投影。对于相机 j 中的目标 q , L_q^j , X_q^j 及 g_q^j 的定义类似。令 H^{ij} 为相机 i 的图像坐标系到相机 j 的图像坐标系在地平面上对应关系的单应矩阵。 L_r^j 为相机 j 的图像坐标系中的线,该线通过 H^{ij}

从相机 i 的图像坐标系到相机 j 的图像坐标系得到转化后的 L_r^i 。显然 L_r^j 也是相机 j 的图像坐标系中 g_r^i 的投影。令 Q_{rq}^j 为 L_r^j 与 L_q^j 的交点。显然,在实际空间中,若相机 i 的图像坐标系中有目标人 r ,相机 j 的图像坐标系中有目标人 q ,则 Q_{rq}^j 表示相机 j 的图像坐标系中该目标人中线的地平面坐标。

找到所有匹配的中线对以后,当目标人在任何两个摄像机视域的同一地平面时,就能利用相应的信息在每个单摄像机视野中提高跟踪性能。由于每个摄像机视野中目标人的中线能够精确地检测出来,一个视野中目标人的中线与由另一个视野到第一个视野的目标人的中线的转换线的交点得到的地平面坐标在第一个视野中真实的点具有很强的鲁棒性和精确性。因此在这里用该交叉点来更新前面在第一视野中检测到的地平面坐标的观察值。如图 2 所示,在中线 L_r^i 和 L_q^j 对应于同一个目标人时,交点 Q_{rq}^j 将更精确地表示估计 L_q^j 的地平面坐标。因此,即使在个别摄像机视野中目标人的地平面坐标不可见(被遮挡或未检测到)的情况下,该交点也能够找到,因此目标人的地平面坐标能够精确地定位到。

因此,检测到的地平面坐标的值 X_q^j 与交点 Q_{rq}^j 之间的距离能够用来估计对应中线 L_p^k 与 L_r^i 的相应可能性。该距离越短,中线则越匹配。以同样的方式,能够得到相机 i 的图像坐标系中的交点 Q_{rq}^j 。检测到的地平面坐标的值 X_k^p 与交点 Q_{rq}^j 之间的距离同样也能够决定 L_p^k 与 L_r^i 的估计。因此, L_p^k 与 L_r^i 的对应中线匹配函数定义如下:

$$F(L_r^i, L_q^j) = p(X_r^i | Q_{rq}^j) p(X_q^j | Q_{rq}^j) \quad (14)$$

为了在防止丢失大部分信息情况下指定 $p(X_r^i | Q_{rq}^j)$ 与 $p(X_q^j | Q_{rq}^j)$ 的可能性值,假设该概率分布为高斯分布,在此指定检测中噪声分布为高斯分布。定义 $p(X_r^i | Q_{rq}^j)$ 及 $p(X_q^j | Q_{rq}^j)$ 如下:

$$p(X_r^i | Q_{rq}^j) = 2\pi \left(\left| \sum_r^i \right| \right)^{-1/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (X_r^i - Q_{rq}^j) \left(\sum_r^i \right)^{-1} (X_r^i - Q_{rq}^j)^T \right\} \quad (15)$$

$$p(X_q^j | Q_{rq}^j) = 2\pi \left(\left| \sum_q^j \right| \right)^{-1/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (X_q^j - Q_{rq}^j) \left(\sum_q^j \right)^{-1} (X_q^j - Q_{rq}^j)^T \right\} \quad (16)$$

其中, \sum_r^i 与 \sum_q^j 为两个协方差矩阵。由于坐标 x 与坐标 y 是相互独立的, \sum_r^i 是一个由两个部分 $(\sigma_{xr}^i)^2$ 及 $(\sigma_{yr}^i)^2$ 组成的对角矩阵, \sum_q^j 则是由 $(\sigma_{xq}^j)^2$ 及 $(\sigma_{yq}^j)^2$ 组成的对角矩阵。 \sum_r^i 与 \sum_q^j 的参数由每帧中观测到的地平面坐标与相应交点的凭据距离估

计。实际上 \sum_r^i 与 \sum_q^j 可认为是独立的图像位置,如 $\sum_r^i = \sum_r^i, \sum_q^j = \sum_q^j$ 。

为了简化计算,在此定义对应距离 D_{rq}^j 为中线对,则由式(14)~(16)可得:

$$D_{rq}^j = (X_r^i - Q_{rq}^j) \left(\sum_r^i \right)^{-1} (X_r^i - Q_{rq}^j)^T + (X_q^j - Q_{rq}^j) \left(\sum_q^j \right)^{-1} (X_q^j - Q_{rq}^j)^T \quad (17)$$

D_{rq}^j 值越小,中线 (L_r^i, L_q^j) 的匹配度越高。

中线匹配算法的主要步骤如下:

(1) 两个摄像机视野中检测到的目标人的中线两两组合。创建一个所有可能中线相匹配的表 (θ) , 计算这些配对中相应的中线匹配距离。

(2) 对于表 θ 中每个匹配对 $\{m, n\}$, 将检查它们是否满足限制条件 $D_{mn}^j < D_T$, 其中 D_T 为分辨相应关系真假的预定义门限值。如果判定为假,则 $\{m, n\}$ 将在表 θ 中删除。从而表 θ 包括了满足对应关系对的限制关系。

(3) 从列表 θ 中可找到所有的配对模型。配对模型 Θ 由配对的最大对数 l 表示成: $\Theta_k = \{(L_{k_1}^i, L_{k_1}^j), (L_{k_2}^i, L_{k_2}^j), \dots, (L_{k_l}^i, L_{k_l}^j)\}$, 其中 k 表示配对模型指数。

(4) 在配对模型 Θ 中,找寻与配对模型 (λ) 相应距离最小的值:

$$\lambda = \arg \min \left(\sum_{w=1}^l (D_{k_w, k_w}^j) \right) \quad (18)$$

所有在模型 Θ_λ 中的中线对都是配对的。

(5) 标记模型 Θ_λ 中的中线对,定义二值矩阵 $C = \{C_{ij}\}$, $C_{ij} = 1$ 表示相机 i 和相机 j 视域的中线相匹配。

3 实验与分析

本实验是在两个摄像头的环境下对同一个目标人进行目标检测和跟踪,实验过程如图 3 所示。

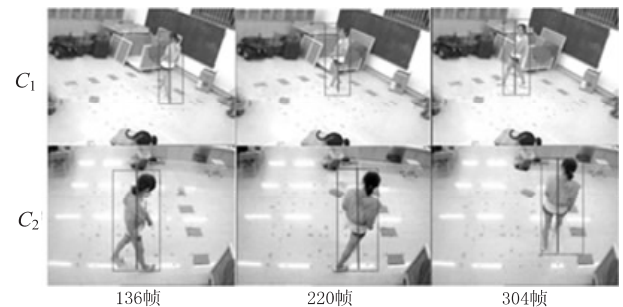


图 3 两个摄像头下目标跟踪过的几个关键帧

在算法的优越性方面,通过比较不同检测方法的正确率、误检率及算法耗时来体现检测性能。选用文献[13-14]中两种主流的人体检测算法与文中基于中线的检测方法进行比较。

文献[13]使用提取 HOG 特征的方法,单检测窗

口变尺度地在整个图像中遍历,使用线性 SVM 在每个窗口中根据 HOG 特征做出 0/1 判决。该方法在单检测窗方法中较为耗时。

文献[14]所提出的基于 Haar 小波特征的 Ada-boost 算法则被广泛应用于人脸检测,具有可接受的正确检测率和显著的高运行效率。但由于目标人的姿态特别是双腿步态变化对人体的外观影响很大,Haar 特征不能精确用于描述人体形状。

表 1 为三种算法的比较结果,可见文中方法与文献[13]方法相比,能够获得相近的检测率,并在此基础上明显加快了算法的运行速度;而对比文献[14]中方法则明显提高了检测的正确率。实验中记录比较的各种算法耗时均为在 Intel 2.75 GHz PC 机上对 240×120 分辨率图像检测单个目标人所得。

表 1 文中方法与传统检测算法性能比较

	正确率/%	漏、误检率/%	算法耗时/s
文献[13]方法	90	5.1	1.21
文献[14]方法	58.2	36.8	0.02
文中方法	86	6.6	0.35

为了表示完整性,表 2 中分别给出所有 2 个相机的查全率、查准率以及 F-措施(F-Measure)的性能。由表中可见,其查全率和查准率有显著提高。

表 2 2 个相机的运行特性

	查全率	查准率	F-M
相机 1	0.86	0.95	0.91
相机 2	0.88	0.94	0.92

4 结束语

文中分析了多摄像头目标检测与跟踪系统的一些关键问题,重点研究了目标的中线检测,阐述了一种中线检测算法,并对比了此算法与传统方法的性能。实验结果表明,该算法检测性能更优越。在准确检测目标的基础上,实现了一个具有较稳定性能的多摄像头目标检测与跟踪系统。

参考文献:

[1] 李立仁,李少军,刘忠领. 智能视频监控技术综述[J]. 中国安防,2009(10):90-95.

[2] 赵春晖,张洪才,牛恩国. 多摄像机目标跟踪系统设计[J]. 计算机测量与控制,2008,16(1):128-131.

[3] 赵霞,陆小龙,廖明. 基于 OpenCV 的角铁中线检测方法[J]. 中国测试,2010,36(3):27-29.

[4] 朱明早,罗大庸,曹倩霞. 帧间差分与背景差分相融合的运动目标检测算法[J]. 计算机测量与控制,2005,13(3):215-217.

[5] Mili L, Phaniraj V, Rousseeuw P J. Least median of squares estimation in power systems[J]. IEEE Transactions on Power Systems,1991,6(2):511-523.

[6] Haritaoglu I, Harwood D, Davis L S. W4: real-time surveillance of people and their activities[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,2000,22(8):809-830.

[7] Hastings W K. Monte Carlo sampling methods using Markov chains and their applications[J]. Biometrika,1970,57(1):97-109.

[8] 廖雪超. 基于粒子滤波和背景建模的多目标跟踪技术的研究和实现[D]. 武汉:武汉科技大学,2006.

[9] 姚剑敏. 粒子滤波跟踪方法研究[D]. 长春:中国科学院长春光学精密机械与物理研究所,2004.

[10] 林青,范晶晶,胡波. 多摄像头目标跟踪动态单应投影方法研究[J]. 复旦学报:自然科学版,2011,50(4):501-510.

[11] Komlen D, Lombarovic T, Ogrizek-Tomas M, et al. Multi-camera person tracking system[C]//Proc of MIPRO. Opatija, Croatia:[s. n.],2012.

[12] Hartley R, Zisserman A. Multiple view geometry in computer vision[M]. Cambridge:Cambridge University Press,2000.

[13] Dalal N, Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection[C]//Proc of IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. [s. l.]:IEEE,2005:886-893.

[14] Viola P, Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features[C]//Proc of IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. [s. l.]:IEEE,2001.

多摄像头系统的目标检测与跟踪方法研究

作者：[高翔](#)，[朱婷婷](#)，[刘洋](#)，[GAO Xiang](#)，[ZHU Ting-ting](#)，[LIU Yang](#)
作者单位：[南京邮电大学 自动化学院, 江苏 南京, 210023](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)
英文刊名：[Computer Technology and Development](#)
年，卷(期)：2015(7)

引用本文格式：[高翔](#).[朱婷婷](#).[刘洋](#).[GAO Xiang](#).[ZHU Ting-ting](#).[LIU Yang](#) [多摄像头系统的目标检测与跟踪方法研究](#)

[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(7)