



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102542289 B

(45) 授权公告日 2014.06.04

(21) 申请号 201110423349.2

审查员 谭明敏

(22) 申请日 2011.12.16

(73) 专利权人 重庆邮电大学

地址 400065 重庆市南岸区黄桷垭崇文路2号

(72) 发明人 高陈强 余迪虎 李璐星 李强 查力

(74) 专利代理机构 重庆市恒信知识产权代理有限公司 50102

代理人 刘小红 高敏

(51) Int. Cl.

G06K 9/62 (2006.01)

G06T 7/20 (2006.01)

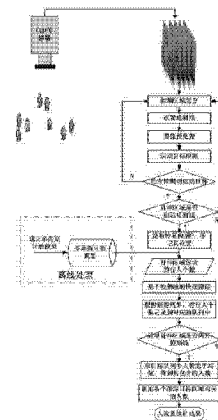
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于多高斯计数模型的人流量统计方法

(57) 摘要

本发明涉及智能视频监控及图像处理与分析,公开了一种人流量统计方法,首先利用带人数标记的训练视频序列图像样本建立多高斯计数模型,然后基于多高斯计数模型对未知人数的视频进行实时统计人流量。具体为,首先根据运动目标检测,提取前景运动目标,然后根据运动目标面积,外接矩形框长宽等特征提取特征向量,进而在特征向量集的基础上建立多高斯计数模型,最后基于多高斯计数模型分析未知运动目标区域中包含的行人个数,从而实现人流量统计。本发明通过建立多个高斯计数模型,避免了对单个行人进行识别和跟踪带来的困难,能够较好地统计不同检测区域中运动目标区域包含的行人个数,提高了行人个数统计精度,从而提高了人流量统计的准确性。



1. 一种基于多高斯计数模型的人流量统计方法,其特征在于,包括如下步骤,将视频图像分割为检测子区域,将当前帧图像和背景图像做差分,得到差分图像,提取背景图像,计算检测子区域中当前图像与背景图像的差分图像中各灰度区间像素值的标准方差的最大值 σ_{\max} ,并根据公式:

$T = \max(T_1, \sigma_{\max})$, $Th_s = \min(T_2, T)$ 求取分割阈值 Th_s ,以 Th_s 作为阈值,对图像进行分割,得到二值图像,二值图像形态学处理获得前景运动目标,其中, T_1, T_2 为设置的阈值,满足关系 $T_2 > T_1 > 0$;将隶属于一个连通域的运动目标用矩形框标记出来,提取该矩形框运动目标特征向量获得特征向量集;以运动目标面积 s 、矩形框长 h 、宽 w 三个特征构造运动目标第 n 次出现在检测子区域为 $R_{i,j}$,行人个数为 k 时的特征向量 $F_{i,j,k}^n$,将具有相同行人个数的特征向量组成特征向量集合,根据特征向量调用公式: $\mu_{i,j,k} = \frac{1}{N} \left(\sum_{n=1}^N F_{i,j,k}^n \right)$ 计算特征向量

集的均值向量 $\mu_{i,j,k}$,根据均值向量利用公式: $C_{i,j,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left((F_{i,j,k}^n - \mu_{i,j,k})(F_{i,j,k}^n - \mu_{i,j,k})^T \right)$ 计算协

方差矩阵 $C_{i,j,k}$,根据公式: $G_{i,j,k}(x) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} |C_{i,j,k}|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(x - \mu_{i,j,k})^T C_{i,j,k}^{-1}(x - \mu_{i,j,k})\right\}$

建立检测区域为 (i, j) ,检测行人个数为 k 时,对应的高斯计数模型为 $G_{i,j,k}$,并把处于同一个子区域的 $G_{i,j,k}$ 归为一个高斯计数模型子集 $G_{i,j}$,所有的高斯计数模型子集构成多高斯计数模型,式中, x 为随机向量, T 表示转置, N 为样本特征向量个数;判断运动目标外接矩形框是否与检测线相交,若不相交,则对下一帧图像进行处理,直到其外接矩形框到达检测线为止;若相交,提取当前运动目标的特征向量,根据当前运动目标所处的子区域,根据运动目标外接矩形框中心点坐标确定所处的子区域 $R_{i,j}$,在多高斯计数模型中获得子区域 $R_{i,j}$ 对应的高斯计数模型子集 $G_{i,j}$,即 $G_{i,j} = (G_{i,j,1}, G_{i,j,2}, \dots, G_{i,j,N_p})$,利用公式: $NUM=k$ if $(G_{i,j,k}(F) = \max(G_{i,j,1}(F), G_{i,j,2}(F), \dots, G_{i,j,N_p}(F)))$ 计算当前运动目标中包含的人数。

2. 根据权利要求 1 所述的人流量统计方法,其特征在于,获得运动目标区域包含的人数后,采用快速目标跟踪关联方法获得该目标区域对应的计数队列,并将当前运动目标人数存入该队列,当目标离开检测线时,计算队列的平均值得到该目标区域包含的人数。

3. 根据权利要求 2 所述的人流量统计方法,其特征在于,快速目标跟踪关联方法具体为:假设 $P1$ 和 $P2$ 分别为前后两帧图像中运动目标外接矩形的右上角顶点,其坐标分别为 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) ,如满足条件:(1)前后两帧图像中的运动目标区域与检测线的交线段重叠或者部分重叠;(2)坐标 $x_1 < x_2$,则为同一个目标。

一种基于多高斯计数模型的人流量统计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,尤其涉及一种人流量统计的方法及系统。

背景技术

[0002] 现有的视频监控中,大多数只是简单的实现视频传输,然后依靠人眼观察来实现场景监控以及计数等工作。这种人力监控方式存在大量的不足之处,如比较枯燥,监控人员很容易产生疲劳而导致工作失误,此外,随着人力成本提高,依靠人力监控计数这一手段将不再适合。

[0003] 目前基于计算机视觉的人流量统计系统所采用的方法可以分为三类:一是基于行人检测跟踪的方法;二是基于特征点轨迹聚类的方法;三是基于低层特征回归的方法。

[0004] 基于行人检测跟踪的方法的核心在于多目标检测,这种方法是通过背景差分或者机器学习的方法得到前景区域,然后采用运动形态联合分割或者模板匹配的方法完成人流量统计的任务。通常情况下,该算法可以获得较高的检测精度。如申请号为201010114826.2的中国专利申请文件中所提到的方法,首先通过分类器对当前图像进行人头粗检测,然后对粗检测结果进行边缘特征细筛选处理,虽然通过上述方法能够有效提高人头的检测率,但是,当人群密度较高,发生遮挡等情况时,存在人头漏检,或者多检的情况,最终导致检测结果不够准确,而且该方法计算量较大,难以实时处理。

[0005] 基于特征点轨迹聚类的方法首先通过跟踪一些特征点,对具有一致运动特性的特征点轨迹进行聚类分析达到人数统计的目的。该算法能够有效减少摄像机视角的影响。然而,特征点本身难以稳定可靠的跟踪,因此该算法统计精度比较低。

[0006] 基于低层特征回归的方法首先利用背景差分得到前景区域,然后计算前景区域中的特征如面积、边缘、纹理等,最后通过各种回归函数如线性、高斯过程回归、神经网络等建立特征与人流量的函数关系。该算法跳过了对于单个行人目标的检测跟踪过程,降低了计算复杂度,在一定程度上可以达到实时性要求。但是其通用性不够理想,而且统计精确度与前景像素提取的依赖关系较大,因此该方法难以获得精确的人数信息。

[0007] 综上所述,现有技术中的人流量统计方法中难点主要在于如何对具有较大密度的流动人群进行较高精度的统计,且算法的复杂度不能过高,并满足实时应用需求。

发明内容

[0008] 本发明针对现有基于计算机视觉的人流量统计技术中存在的上述问题,提出一种基于多高斯计数模型的实时人流量统计方法,以解决现有人流量统计方案对较高密度流动人群统计不准确的问题。

[0009] 本发明解决上述技术问题采用如下技术方案:

[0010] 一种基于多高斯计数模型的人流量统计方法,包括:输入图像预处理、运动目标检测、运动目标特征向量提取和多高斯计数模型建立、运动目标跟踪、以及人流量统计等步骤。具体为:

[0011] 在实际检测中,往往只对场景中某区域感兴趣,因此首先选取兴趣区域(region of interest, ROI),后续的所有图像处理操作均在该兴趣区域内完成。将兴趣区域分割为多个面积大小相等的检测子区域,采用前景图像与背景图像作差分的运动目标检测方法,获得前景运动目标;将隶属于一个连通域的运动目标用矩形框标记出来,提取该矩形框运动目标特征向量获得特征向量集,提取运动目标特征向量,同一个子区域中具有相同人数的目标特征向量组成特征向量集;基于特征向量集建立对应的高斯计数模型,在同一子区域上获得的高斯计数模型组成高斯模型子集,所有子区域上的模型子集组成最终的多高斯计数模型;人流量统计时,设置检测线,对未知人数的视频图像序列进行图像预处理和运动目标检测;对与检测线相交的运动目标区域进行目标跟踪,判断运动目标外接矩形框是否与检测线相交,若不相交,则对下一帧图像进行处理,直到其外接矩形框到达检测线为止,若相交,提取当前运动目标的特征向量;在跟踪过程的每一帧图像中提取当前运动目标的特征向量,根据当前运动目标所处的子区域,采用对应的高斯模型子集分析当前运动目标中的人数,采用快速目标跟踪关联方法获得该目标区域对应的计数队列,并将得到的人数存入该目标区域对应队列;当运动目标离开检测线时,计算队列中人数的平均值,得到人流量统计。

[0012] 将场景中兴趣区域分割为一系列检测子区域,如可分割为 $M \times N$ 个面积相同的检测子区域,采用 R_{ij} 表示第 i 行, j 列的子区域 ($1 \leq i \leq M$, $1 \leq j \leq N$),其中 M , N 根据检测视场的大小,以及视场中行人大小,确认其值。一般情况下,检测子区域面积大小可为检测视场中三到四个行人面积大小。对分割后的视频图像进行平滑滤波处理,减少噪声的影响。

[0013] 提取背景图像,对检测子区域中当前帧图像和背景图像进行差分处理,得到差分图像。

[0014] 计算差分图像中不同灰度区间像素值的标准方差,并根据这些标准方差中的最大值确定分割阈值,对图像进行分割和二值图像形态学处理,提取前景运动目标。

[0015] 将隶属于一个连通域的运动目标用其外接矩形框标记出来,并提取该运动目标区域的特征向量 F 。

[0016] 根据矩形框中心点所处的位置,确定运动目标第 n 次出现所在的检测子区域为 R_{ij} ,行人个数为 k 时的特征向量 $F_{i,j,k}^n$ (本发明实施例中包含运动目标面积为 s (像素个数),矩形框长 h 、宽 w 三个特征),将具有相同行人个数的特征向量组成特征向量集合 $TF_{i,j,k}$ 。基于特征向量集建立对应的高斯计数模型 $G_{i,j,k}$ 。具体为:

[0017] 采用公式: $\mu_{i,j,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F_{i,j,k}^n$ (其中 N 表示检测子区域为 R_{ij} ,检测人数为 k 时,对应的样本特征向量个数),计算特征向量集 $TF_{i,j,k}$ 的均值向量 $\mu_{i,j,k}$,根据均值向量采用公式: $C_{i,j,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N ((F_{i,j,k}^n - \mu_{i,j,k})(F_{i,j,k}^n - \mu_{i,j,k})^T)$ 计算其协方差矩阵 $C_{i,j,k}$,根据公式:

$G_{i,j,k}(x) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} |C_{i,j,k}|^{3/2}} \exp\left(-\frac{1}{2}(x - \mu_{i,j,k})^T C_{i,j,k}^{-1} (x - \mu_{i,j,k})\right)$, 建立检测子区域为 $R_{i,j}$, 检测行人个数为 k 时, 对应的高斯计数模型为 $G_{i,j,k}$ 。

[0018] 将对应相同检测子区域的高斯计数模型 $G_{i,j,k}$ 组成高斯计数模型子集 $G_{i,j}$, 将多个高斯计数模型子集 $G_{i,j}$ 组成多高斯计数模型 G 。

[0019] 进行人流量统计时, 设置检测线, 对未知人数的视频图像序列进行图像预处理和运动目标检测, 判断运动目标外接矩形框是否与检测线相交, 若不相交, 则对下一帧图像进行处理, 直到其外接矩形框到达检测线为止, 若相交, 则提取当前运动目标的特征向量, 根据其所处的子区域 $R_{i,j}$, 调用对应的高斯计数模型子集 $G_{i,j}$ 计算当前运动目标中包含的行人人数, 并将得到的人数存入该运动目标对应的队列; 继续跟踪运动目标, 在后续帧中根据其所处的子区域调用对应的高斯计数模型子集, 计算该运动目标包含的行人人数并存入对应的队列; 当运动目标离开检测线, 进行人流量统计, 即, 计算队列中人数的均值, 得到当前跟踪目标的人数。

[0020] 本发明通过对兴趣区域中的运动目标检测, 建立高斯计数模型进行运动目标人数计算, 能够在高密度的人流量时进行较高精度的人流量统计, 并降低了计算复杂度, 达到实时性要求。

附图说明

- [0021] 图 1 本发明实施例中基于多高斯计数模型的人流量统计方法的流程图;
 [0022] 图 2 本发明实施例中多高斯计数模型建立阶段流程图;
 [0023] 图 3 本发明实施例中前景运动目标检测流程图;
 [0024] 图 4 本发明实施例中目标跟踪示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本发明作详细描述。

[0026] 本发明提出的一种基于多高斯计数模型的人流量统计用于实时监控系统的。通过运动检测获得前景运动目标, 根据多高斯计数模型分析当前图像中的人数, 实现人流量统计。

[0027] 图 1 为本发明实施例中基于多高斯计数模型的人流量统计流程图。如图 1 所示, 本发明实施例中在进行人流量统计前需要建立多高斯计数模型。

[0028] 将场景中兴趣区域分割为一系列检测子区域。对分割后的视频图像进行平滑滤波处理。

[0029] 提取背景图像, 对检测子区域中当前帧图像和背景图像进行差分处理, 得到差分图像。

[0030] 计算差分图像中不同灰度区间像素值的标准方差, 并根据这些标准方差中的最大值确定分割阈值, 对图像进行分割和二值图像形态学处理, 提取前景运动目标。

[0031] 将隶属于一个连通域的运动目标用其外接矩形框标记出来, 并提取该运动目标区域的特征向量 F 。

[0032] 根据矩形框中心点所处的位置,确定运动目标第 n 次出现所在的检测子区域为 $R_{i,j}$,行人个数为 k 时的特征向量 $F_{i,j,k}^n$ (本发明实施例中特征向量包含运动目标面积为 s (像素个数),矩形框长 h 、宽 w 三个特征),将具有相同行人个数的特征向量组成特征向量集合 $TF_{i,j,k}$,基于特征向量集建立对应的高斯计数模型 $G_{i,j,k}$ 。具体为:

[0033] 采用公式: $\mu_{i,j,k} = \frac{1}{N} \left(\sum_{n=1}^N F_{i,j,k}^n \right)$ (其中 N 表示检测子区域为 $R_{i,j}$,检测人数为 k

时,对应的样本特征向量个数),计算特征向量集 $TF_{i,j,k}$ 的均值向量 $\mu_{i,j,k}$,根据均值向

量采用公式: $C_{i,j,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left((F_{i,j,k}^n - \mu_{i,j,k})(F_{i,j,k}^n - \mu_{i,j,k})^T \right)$ 计算其协方差矩阵 $C_{i,j,k}$,根据公式:

$G_{i,j,k}(x) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} |C_{i,j,k}|^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2}(x - \mu_{i,j,k})^T C_{i,j,k}^{-1} (x - \mu_{i,j,k})\right)$, 建立检测子区域为 $R_{i,j}$, 检

测行人个数为 k 时,对应的高斯计数模型为 $G_{i,j,k}$ 。

[0034] 将对应相同检测子区域的高斯计数模型 $G_{i,j,k}$ 组成高斯计数模型子集 $G_{i,j}$,将多个高斯计数模型子集 $G_{i,j}$ 组成多高斯计数模型 G 。

[0035] 进行人流量统计时,设置检测线,对未知人数的视频图像序列进行图像预处理和运动目标检测,判断运动目标外接矩形框是否与检测线相交,若不相交,则对下一帧图像进行处理,直到其外接矩形框到达检测线为止,若相交,则提取当前运动目标的特征向量,根据其所处的子区域 $R_{i,j}$,调用对应的高斯计数模型子集 $G_{i,j}$ 计算当前运动目标中包含的行人人数,并将得到的人数存入该运动目标对应的队列;继续跟踪运动目标,在后续帧中根据其所处的子区域调用对应的高斯计数模型子集,计算该运动目标包含的行人人数并存入对应的队列;当运动目标离开检测线,进行人流量统计,即,计算队列中人数的均值,得到当前跟踪目标的人数。

[0036] 图2为本发明实施例中多高斯计数模型建立流程图,具体包括如下几个步骤:

[0037] 通过现场拍摄获得带人数标记的视频图像序列。

[0038] 对检测区域进行划分。选择输入的视频图像的兴趣区域,然后将兴趣区域划分为一系列检测子区域,将场景中兴趣区域分割为一系列检测子区域,如可分割为 $M \times N$ 个面积相同的检测子区域,采用 $R_{i,j}$ 表示第 i 行, j 列的子区域($1 \leq i \leq M$, $1 \leq j \leq N$),其中 M , N 根据检测视场的大小,以及视场中行人大小,确认其值。一般情况下,检测子区域面积大小可为检测视场中三到四个行人面积大小。对分割后的视频图像进行平滑滤波处理,减少噪声的影响。

[0039] 图像预处理。

[0040] 将兴趣区域的输入视频序列图像转化为灰度图像序列,预处理模块对灰度图像序列进行滤波,消除图像中的噪声。本发明实施例采用高斯平滑对图像进行滤波。

[0041] 运动目标检测。提取背景图像:根据监控场景的特点,选择合适的背景图像提取。

将当前帧图像与背景图像进行差分运算获得差分图像,进行图像阈值分割和二值图像形态学处理,获得前景运动目标。

[0042] 特征向量提取。

[0043] 获取矩形框中运动目标面积,以及矩形框的长度和宽度。以运动目标面积为 (S),矩形框长 (k),宽 (w) 三个特征构造特征向量,即 $F_{i,j,k}^n = (S, w, k)^T$ 。 $F_{i,j,k}^n$ 表示第 n 次出现的运动目标所在的子区域为 $R_{i,j}$,行人个数为 k 时的特征向量;

[0044] 将同一个子区域内人数相同的目标连通域(即具有相同 i, j, k) 的特征向量 $F_{i,j,k}^n$ 组成特征向量集合 $TF_{i,j,k}$ 。

[0045] 分析各个特征向量集中向量个数,如向量个数小于 N ,则继续提取特征向量,其中 N 的取值越大越好,根据经验一般取 $N \geq 30$ 。当特征向量集中向量个数大于等于 N ,根据特征向量集,建立单高斯计数模型 $G_{i,j,k}$ 。单高斯计数模型 $G_{i,j,k}$ 的建立过程如下:

[0046] 调用公式: $\mu_{i,j,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F_{i,j,k}^n$ 计算特征向量集 $TF_{i,j,k}$ 的均值向量 $\mu_{i,j,k}$,根据

均值向量利用公式: $C_{i,j,k} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N ((F_{i,j,k}^n - \mu_{i,j,k})(F_{i,j,k}^n - \mu_{i,j,k})^T)$ 计算其协方差矩阵 $C_{i,j,k}$,根据

协方差矩阵建立检测区域为 $R_{i,j}$,检测行人个数为 k 时,对应的高斯计数模型 $G_{i,j,k}$

: $G_{i,j,k}(x) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} |C_{i,j,k}|^{1/2}} \exp(-\frac{1}{2}(x - \mu_{i,j,k})^T C_{i,j,k}^{-1} (x - \mu_{i,j,k}))$, 式中, x 为随机向量, T 表示转置。

[0047] 当对所有的向量集 $TF_{i,j,k}$ 建立对应的高斯计数模型后,处于同一个子区域(即具有相同 i, j) 的高斯计数模型 $G_{i,j,k}$ 组成高斯计数模型子集 $G_{i,j}$,所有的高斯计数模型子集 $G_{i,j}$ 组成多高斯计数模型 G ,即 $G_{i,j} \subset G$ 。

[0048] 完成多高斯计数模型建立后,可以根据该计数模型进行人流量统计。如图 1 所示,具体包括如下步骤:

[0049] 通过单个 CCD 成像传感器通过垂直拍摄获得视频序列图像。对检测区域进行区域划分。

[0050] 设置检测线,最好选择兴趣区域的中线,如图 4 的线段 L1。对图像进行预处理,运动目标检测。

[0051] 若未检测到运动目标,则转至下一帧继续处理;若检测到运动目标,则判断运动目标外接矩形框是否与检测线相交,若不相交,则转至下一帧继续处理,否则提取当前运动目标的特征向量 F (与多高斯计数模型建立阶段的特征向量一样)。估计当前运动目标区域包含的人数,具体包括如下步骤:

[0052] 根据运动目标外接矩形框中心点坐标确定其所处的子区域 $R_{i,j}$,在多高斯计数模型中获得子区域 $R_{i,j}$ 对应的高斯计数模型子集 $G_{i,j}$,即 $G_{i,j}$ 为 $G_{i,j,1}, G_{i,j,2}, \dots, G_{i,j,w}$ 组成的

集合。把当前特征向量 F 分别带入模型（高斯函数） $G_{i,j,1}, G_{i,j,2}, \dots, G_{i,j,N_p}$ 中计算，则计算结果为最大值的模型 $G_{i,j,k}$ 对应的人数为当前运动目标区域包含的人数，其值等于 k 。即：

$$[0053] \quad NUM = k \quad y(G_{i,j,k}(F) = \max(G_{i,j,1}(F), G_{i,j,2}(F), \dots, G_{i,j,N_p}(F)))$$

[0054] 计算当前运动目标中包含的人数 NUM 。其中， \max 表示模型子集 $G_{i,j,1}(F), G_{i,j,2}(F), \dots, G_{i,j,N_p}(F)$ 中的最大值。

[0055] 获得运动目标区域包含的人数后，可通过基于检测线的快速跟踪方法，获得该目标区域对应的计数队列，并把当前获得人数估计存入该计数队列中。将统计人数记录到该检测目标对应的队列中。

[0056] 如图 3 所示为前景运动目标检测流程图，具体包括如下步骤：

[0057] 提取背景图像：根据监控场景的特点，选择合适的背景图像提取方法。如：对于一些背景不变化或者变化很小的特殊环境（如部分室内环境），直接拍摄背景图像，而后保持背景图像不变。对于背景变化明显的场景（如自然场景），使用基于直方图的背景建模法得到背景图像，具体为：统计序列图像在同一像素点位置上像素值的灰度直方图，出现次数最多的灰度值作为该点的背景像素值。

[0058] 获得差分图像：运动目标检测处理模块中，把从视频图像序列中获取的当前图像帧与背景图像进行差分运算，获得差分图像。

[0059] 差分图像阈值分割：获取的差分图像为标准的 8 位灰度图像，因此其像素值范围为 $[0, 255]$ ，依次求取差分图像中灰度范围分别为 $[0, 255]$ 、 $[1, 255]$ 、 \dots 、 $[254, 255]$ ，总共 254 个灰度区间内像素值的标准方差，然后计算这个 254 个标准方差的最大值 σ_{\max} ，并设置两个阈值 T_1, T_2 ($T_2 > T_1 > 0$)，(T_1, T_2 可根据输入视频图像质量选取，一般情况下， $T_1 = 30$ ， $T_2 = 60$)，根据 T_1, T_2 确定中间阈值 T ，通过如下公式求取最终的分割阈值 Th_1 ；

$$[0060] \quad T = \max(T_1, \sigma_{\max}),$$

$$[0061] \quad Th_1 = \min(T_2, T),$$

[0062] 其中 \max 、 \min 分别表示求取两个数值的最大值和最小值。以 Th_1 作为阈值，对图像进行分割，得到二值图像。

[0063] 二值图像形态学处理：在二值图像中进行形态学滤波，即通过形态学腐蚀操作删除一些面积较小的虚假目标区域，并通过膨胀操作把一些断裂的目标区域进行区域合并。然后，采用 8 近邻连通域搜索算法搜索各个连通区域，用连通域的外接矩形进行标记，由此获得前景运动目标。

[0064] 目标快速跟踪方法如图 4 所示，具体包括如下步骤：本实施例中目标跟踪的目的就是实现连续两帧图像中运动目标区域的关联，即判断前后两帧图像中与检测线相交的运动目标是否为同一个目标。

[0065] 图 4 中展示了单个运动目标和前后距离较近的两个目标情况下，前后两帧图像中的状态。图中，区域 R1 为视频输入图像；区域 R2 为兴趣区域（可以根据实际需要选择适当

的形状以及大小的兴趣区域);区域 R3 为运动目标的外接矩形框;线段 L1 为检测线,一般选择兴趣区域的中线;线段 L2 为运动目标与检测线的交线段;P1,P2 为前后两帧(第 K 帧和第 K+1 帧)图像中外接矩形框的右上角的顶点。

[0066] 假设 P1 和 P2 的坐标分别为 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) (图像坐标系,即图像左上角为原点, X 轴正方向为水平向右, Y 轴正方向为垂直向下),通过两个约束条件来判别前后两帧图像中的运动目标是否为同一个目标,即:(1) 前后两帧图像中的运动目标区域与检测线的交线段重叠或者部分重叠;(2) 坐标 $x_1 < x_2$ 。若前后两帧图像中的运动目标同时满足(1)和(2)两个约束条件,则判断为同一个目标,否则判断为不同的目标。对于只包含单个运动目标的情况,用约束(1)即可实现正确判断,如图 4(a)所示。但对图 4(b)的前后距离较近的两个运动目标的情况,尽管前后两帧的交线段重叠,但是必须通过约束(2)才能实现正确判断。由于处理帧频较高,(1)和(2)两个约束判断条件可以实现绝大多数情况的正确判断,该算法简单、高效。

[0067] 若运动目标离开检测线,即运动目标与检测线连续三帧不相交时,满足计数条件,计算当前运动目标对应的计数队列中行人人数的均值 \bar{N} ,得到当前运动目标所包含的人数。然后累加各个队列行人人数的均值,得到总的人流量 $pedestrian_Total$,从而实现人流量统计。

[0068] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应该指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

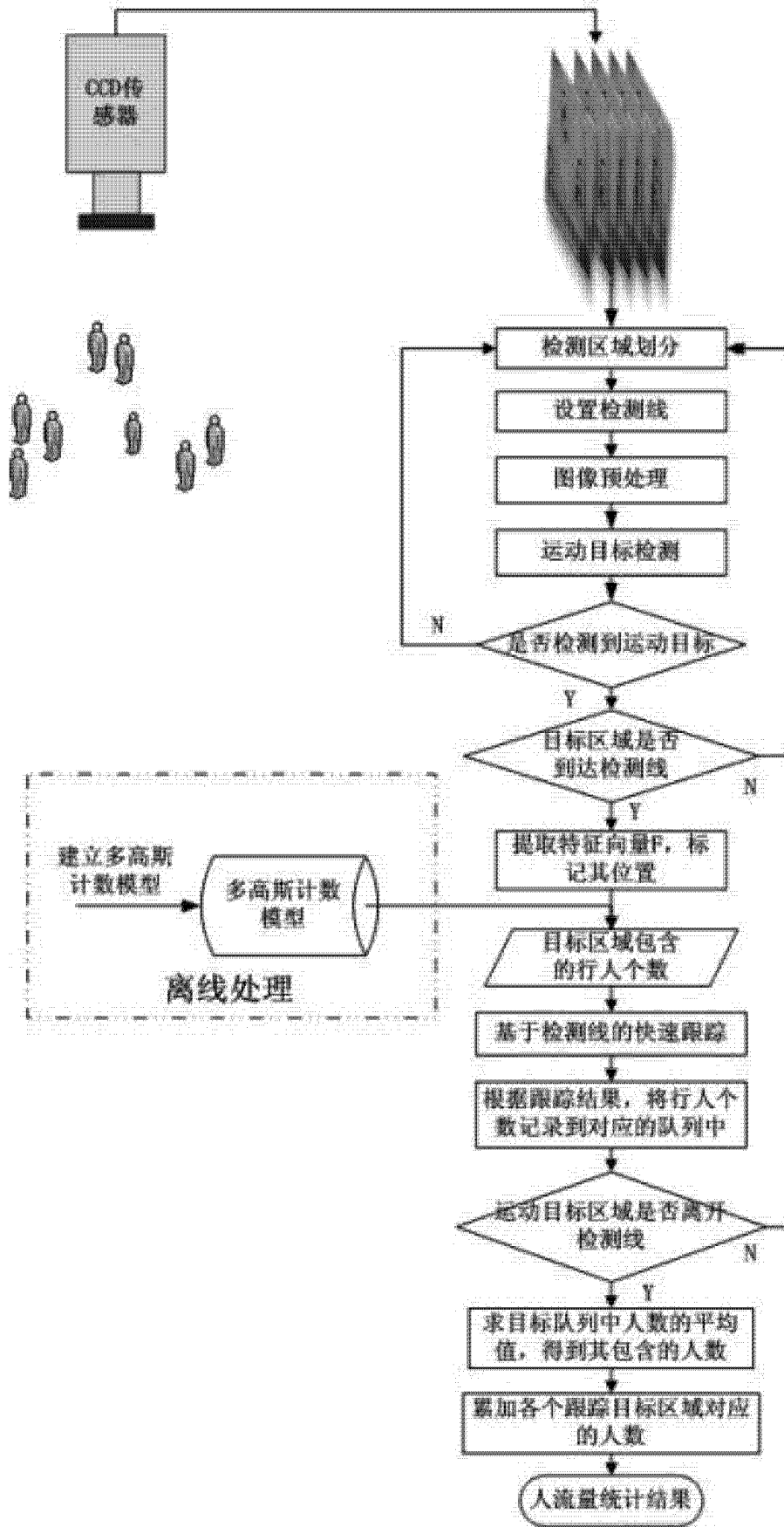


图 1

带人数标记的视频图像序列

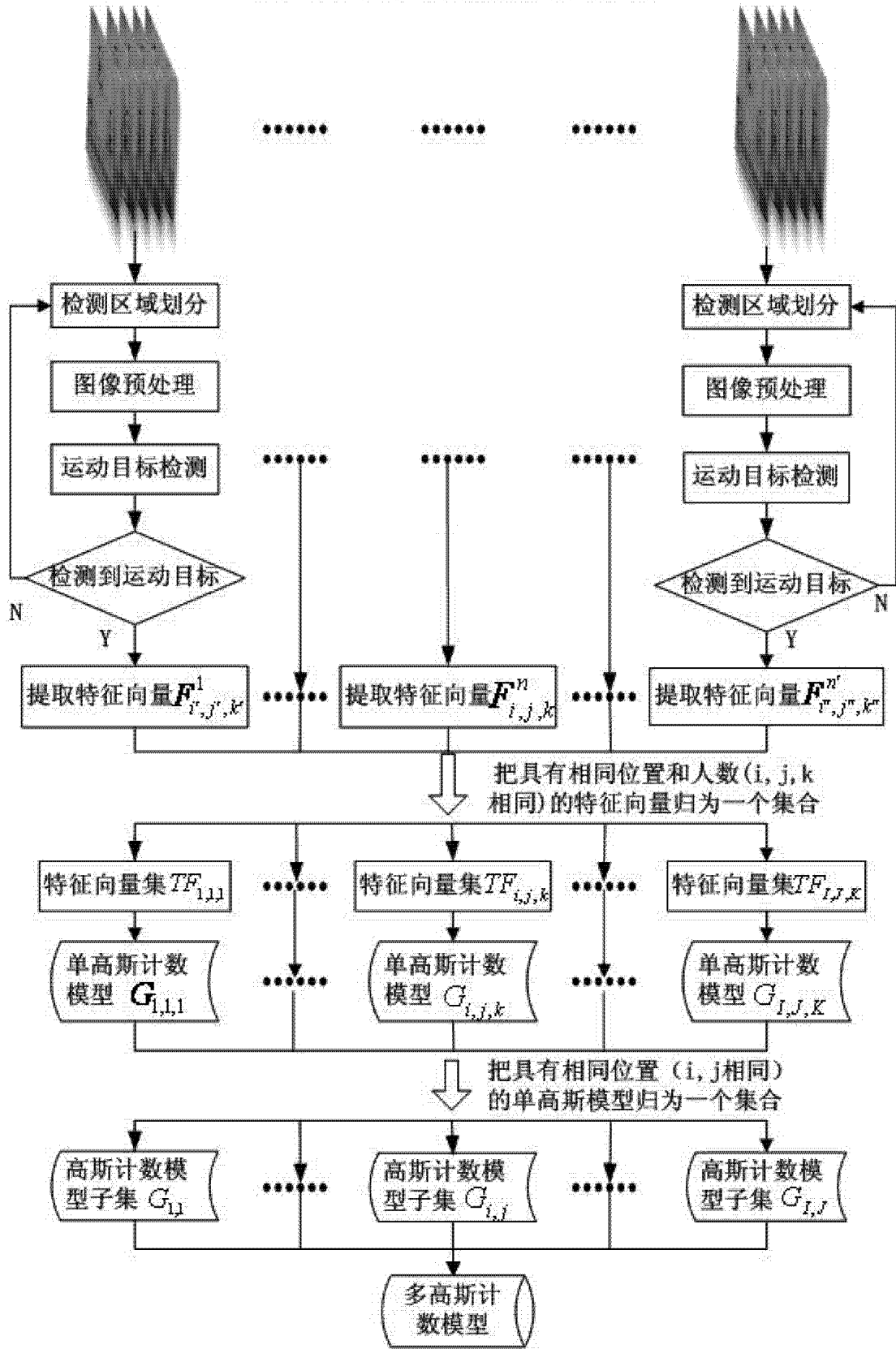


图 2

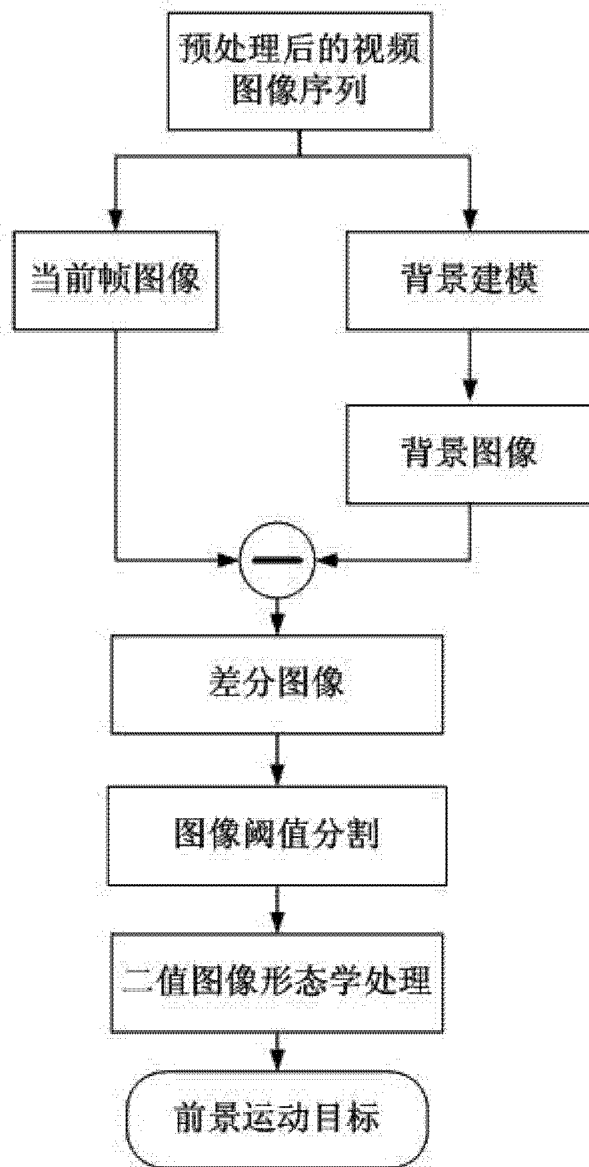


图 3

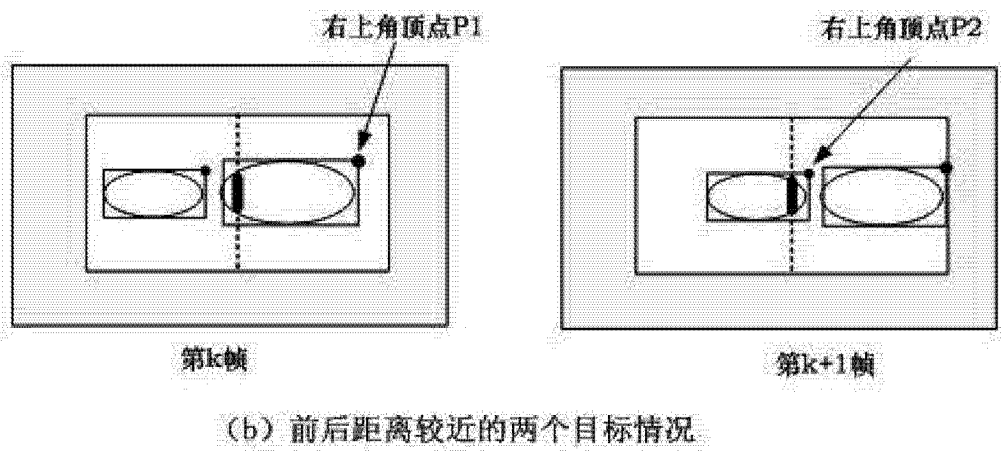
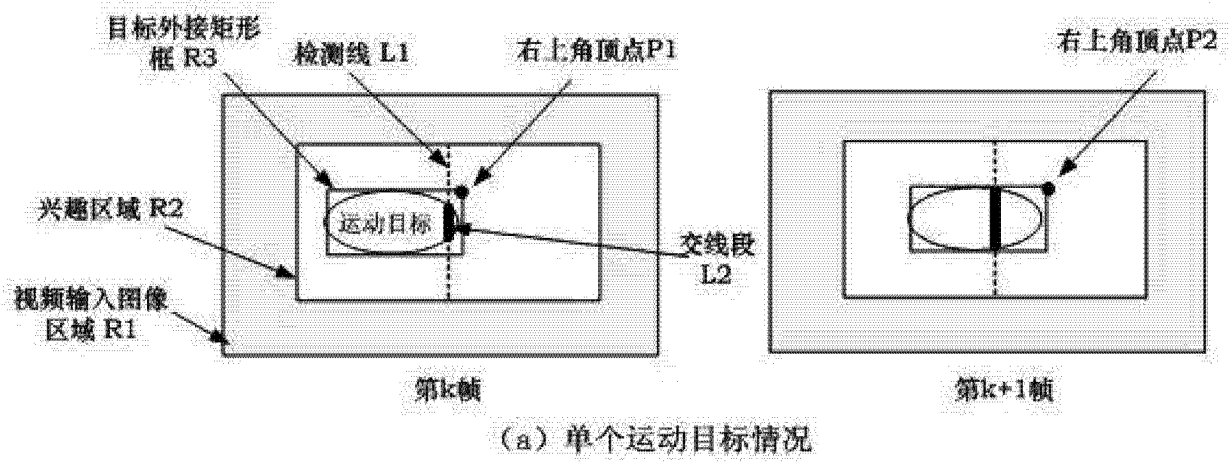


图 4