



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101577052 B

(45) 授权公告日 2011.06.08

(21) 申请号 200910142936.7

审查员 崔琳

(22) 申请日 2009.05.14

(73) 专利权人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市金寨路 96 号

(72) 发明人 曹先彬 林人俊 许言午 吴长侠

汪中 宁博 李彤

(74) 专利代理机构 北京市立方律师事务所

11330

代理人 张磊

(51) Int. Cl.

G06T 7/60(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101251927 A, 2008.08.27, 全文.

CN 101286239 A, 2008.10.15, 全文.

JP 特开 2007148907 A, 2007.06.14, 全文.

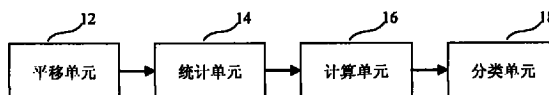
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

俯空车辆检测装置和方法

(57) 摘要

一种俯空车辆检测装置,包括:平移单元,平移第一帧车辆图像与其相邻的第二帧车辆图像在世界坐标系上重合;统计单元,利用像素颜色统计分别获得所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中的车辆候选区域;计算单元,对所述车辆候选区域和其对应重合的像素区域进行图像差分计算,以获得所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆候选区域;以及分类单元,根据样本训练得到的分类器对所述运动车辆候选区域进行分类,以检测出所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆区域。本发明在保证实时性需求的前提下,具有高检测率和低误报率。



1. 一种俯空车辆检测方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - a) 平移第一帧车辆图像与其相邻的第二帧车辆图像在世界坐标系上重合;
 - b) 利用像素颜色统计分别获得所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中的车辆候选区域,所述步骤 b 包括以下步骤:
 - b1) 统计所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中各种像素颜色的比例;
 - b2) 根据最大比例的像素颜色分别确定所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中的道路区域;以及
 - b3) 去除所述道路区域来确定所述车辆候选区域;
 - c) 对所述车辆候选区域和其对应重合的像素区域进行图像差分计算,以获得所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆候选区域;以及
 - d) 在样本训练所得的分类器中对所述运动车辆候选区域进行分类,以检测出所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆区域,所述步骤 d 包括以下步骤:
 - d1) 调整所述运动车辆候选区域的大小与所述训练样本的大小一致;
 - d2) 计算所述调整的运动车辆候选区域的特征值;
 - d3) 比较所述运动车辆候选区域的特征值与所述训练样本特征阈值,以判断所述运动车辆候选区域中所述运动车辆区域。
2. 如权利要求 1 所述的车辆检测方法,其特征在于,还包括利用车辆尺寸大小过滤掉所述车辆候选区域中的建筑物区域及 / 或噪点区域的步骤。
3. 如权利要求 1 所述的车辆检测方法,其特征在于,还包括利用车辆尺寸大小确定所述车辆候选区域。
4. 如权利要求 2 所述的车辆检测方法,其特征在于,通过比较所述车辆尺寸对应的像素区域面积与所述车辆候选区域,将所述车辆候选区域中远大于所述车辆尺寸对应的像素区域的建筑物区域和 / 或远小于所述车辆尺寸对应的像素区域的噪点区域过滤掉。
5. 如权利要求 3 所述的车辆检测方法,其特征在于,通过比较所述车辆尺寸对应的像素区域面积与所述车辆候选区域,将所述车辆候选区域中基本上等于所述车辆尺寸对应的像素区域的区域确定为所述车辆候选区域。
6. 如权利要求 1 所述的车辆检测方法,其特征在于,所述步骤 a 包括以下步骤:
 - a1) 提取所述第二帧车辆图像中预定数量像素区域;
 - a2) 获得所述第一帧车辆图像中与所述预定数量像素区域的像素差异对应最小的区域;以及
 - a3) 平移所述预定数量像素区域与所述像素差异对应最小的区域重合。
7. 如权利要求 1 所述的车辆检测方法,其特征在于,所述分类器为层叠分类器或树状分类器。
8. 一种俯空车辆检测装置,其特征在于,所述装置包括:

平移单元,所述平移单元平移第一帧车辆图像与其相邻的第二帧车辆图像在世界坐标系上重合;

统计单元,所述统计单元利用像素颜色统计分别获得所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中的车辆候选区域,所述统计单元根据统计的所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中各种像素颜色的最大比例,确定所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像

中道路区域和所述车辆候选区域；

计算单元,所述计算单元对所述车辆候选区域和其对应重合的像素区域进行图像差分计算,以获得所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆候选区域;以及

分类单元,根据样本训练所得的分类器对所述运动车辆候选区域进行分类,以检测出所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆区域,所述分类单元调整所述运动车辆候选区域的大小与所述训练样本的大小一致;计算所述调整的运动车辆候选区域的特征值;以及比较所述运动车辆候选区域的特征值与所述训练样本的特征阈值大小,以判断所述运动车辆候选区域中所述运动车辆区域。

9. 如权利要求 8 所述的车辆检测装置,其特征在于,还包括过滤单元,所述过滤单元利用车辆尺寸大小过滤掉所述车辆候选区域中的建筑物区域及 / 或噪点区域。

10. 如权利要求 8 所述的车辆检测装置,其特征在于,还包括确定单元,所述确定单元利用车辆尺寸大小确定所述车辆候选区域。

11. 如权利要求 9 所述的车辆检测装置,其特征在于,所述过滤单元通过比较所述车辆尺寸对应的像素区域面积与所述车辆候选区域,将所述车辆候选区域中远大于所述车辆尺寸对应的像素区域的建筑物区域和 / 或远小于所述车辆尺寸对应的像素区域的噪点区域过滤掉。

12. 如权利要求 10 所述的车辆检测装置,其特征在于,所述确定单元通过比较所述车辆尺寸对应的像素区域面积与所述车辆候选区域,将所述车辆候选区域中基本上等于所述车辆尺寸对应的像素区域的区域确定为所述车辆候选区域。

13. 如权利要求 8 所述的车辆检测装置,其特征在于,所述分类单元为层叠分类器或树状分类器。

俯空车辆检测装置和方法

技术领域

[0001] 本发明属于智能交通领域,尤其涉及一种俯空车辆检测的装置和方法。

背景技术

[0002] 城市交通监控系统作为减少交通事故和交通拥挤的有效技术,已经在各大城市广泛应用。利用无人驾驶飞机搭载摄像头的俯空平台由于其造价低、视野广的优势,已经成为一个研究热点。正因如此,在俯空平台下检测道路交通中的运动车辆已成为研究界和产业界极为关注的关键技术。

[0003] 近年来,国内外研究者在车辆检测方面取得了许多成果,为此设计出的算法必须满足以下要求:1) 实时性需求:算法的运行速度必须比视频的拍摄速度快;2) 检测率需求:算法必须尽可能多地检测出视频流中的运动车辆;3) 误报率需求:算法必须尽可能减少非运动车辆被误报为运动车辆;

[0004] 现有的车辆检测算法主要可以分为三类并存在以下缺点:1) 帧差法:受光照和环境变化影响很大;2) 背景差除法:不能应用与运动平台;3) 光流法:计算复杂,不能满足实时性需求。为此有必要设计一种有效的车辆检测技术。

发明内容

[0005] 本发明的目的旨在至少解决现有技术中的上述问题之一。

[0006] 为此,本发明的实施例提出一种具有高检测率和低误报率的俯空车辆检测方法和装置。

[0007] 根据本发明的一个方面,本发明实施例的俯空车辆检测方法包括以下步骤:a) 平移第一帧车辆图像与其相邻的第二帧车辆图像在世界坐标系上重合;b) 利用像素颜色统计分别获得所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中的车辆候选区域;c) 对所述车辆候选区域和其对应重合的像素区域进行图像差分计算,以获得所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆候选区域;以及 d) 在样本训练所得的分类器中对所述运动车辆候选区域进行分类,以检测出所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆区域。

[0008] 根据本发明进一步的实施例,所述步骤 b 包括以下步骤:b1) 统计所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中各种像素颜色的比例;b2) 根据最大比例的像素颜色分别确定所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中的道路区域;以及 b3) 去除所述道路区域来确定所述车辆候选区域。

[0009] 根据本发明进一步的实施例,还包括利用车辆尺寸大小过滤掉所述车辆候选区域中的建筑物区域及/或噪点区域的步骤。其中通过比较所述车辆尺寸对应的像素区域面积与所述车辆候选区域,将所述车辆候选区域中远大于所述车辆尺寸区域的建筑物区域和/或远小于所述车辆尺寸区域的噪点区域过滤掉。

[0010] 根据本发明进一步的实施例,还包括利用车辆尺寸大小确定所述车辆候选区域。

其中通过比较所述车辆尺寸对应的像素区域面积与所述车辆候选区域,将所述车辆候选区域中基本上等于所述车辆尺寸区域对应像素区域的区域确定为所述车辆候选区域。

[0011] 根据本发明进一步的实施例,所述步骤 a 包括以下步骤:a1) 提取所述第二帧车辆图像中预定数量像素区域;a2) 获得所述第一帧车辆图像中与所述预定数量像素区域的像素差异对应最小的区域;以及 a3) 平移所述预定数量像素区域与所述对应区域重合。

[0012] 根据本发明进一步的实施例,所述步骤 d 包括以下步骤:d1) 调整所述运动车辆候选区域的大小与所述训练样本的大小一致;d2) 计算所述调整的运动车辆候选区域的特征值;d3) 比较所述运动车辆候选区域的特征值与所述训练样本特征阈值,以判断所述运动车辆候选区域中所述运动车辆区域。

[0013] 根据本发明进一步的实施例,所述分类器为层叠分类器或树状分类器。

[0014] 根据本发明的另一方面,本发明实施例的俯空车辆检测装置包括:平移单元,所述平移单元平移第一帧车辆图像与其相邻的第二帧车辆图像在世界坐标系上重合;统计单元,所述统计单元利用像素颜色统计分别获得所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中的车辆候选区域;计算单元,所述计算单元对所述车辆候选区域和其对应重合的像素区域进行图像差分计算,以获得所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆候选区域;以及分类单元,根据样本训练所得的分类器对所述运动车辆候选区域进行分类,以检测出所述第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆区域。

[0015] 根据本发明进一步的实施例,所述统计单元根据统计的所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中各种像素颜色的最大比例,确定所述第一帧车辆图像与所述第二帧车辆图像中道路区域和所述车辆候选区域。

[0016] 根据本发明进一步的实施例,还包括过滤单元,所述过滤单元利用车辆尺寸大小过滤掉所述车辆候选区域中的建筑物区域及/或噪点区域。或者包括确定单元,所述确定单元利用车辆尺寸大小确定所述车辆候选区域。

[0017] 根据本发明进一步的实施例,所述分类单元调整所述运动车辆候选区域的大小与所述训练样本的大小一致;计算所述调整的运动车辆候选区域的特征值;以及比较所述运动车辆候选区域的特征值与所述训练样本的特征阈值大小,以判断所述运动车辆候选区域中所述运动车辆区域。

[0018] 根据本发明进一步的实施例,所述分类单元为层叠分类器或树状分类器。

[0019] 本发明提出了一种由粗到精的车辆检测方法,先利用图像处理速度快的优点从兴趣区域中迅速获取运动车辆候选区域,然后利用分类算法精确度高的优点,从候选区域中准确获取运动车辆信息。本发明针对俯空平台下的运动车辆检测,从错综复杂的城市交通背景中检测出运动车辆,在保证实时性需求的前提下,具有高检测率和低误报率。

[0020] 本发明附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0021] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0022] 图 1 为本发明俯空车辆检测装置的结构方框图;

[0023] 图 2 为本发明俯空车辆检测方法的步骤流程图 ; 以及

[0024] 图 3 为本发明实施例的车辆检测效果图。

具体实施方式

[0025] 下面详细描述本发明的实施例, 所述实施例的示例在附图中示出, 其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的, 仅用于解释本发明, 而不能解释为对本发明的限制。

[0026] 现在参考图 1, 图 1 为本发明俯空车辆检测装置的结构方框图。如图所示, 本发明的车辆检测装置包括平移单元 12、统计单元 14、计算单元 16 和分类单元 18。

[0027] 平移单元 12 用于读入原始视频中相邻的两帧车辆图像, 并将第二帧图像与第一帧图像进行平移, 使得它们在世界坐标系上重合。为了在后续的图像差分中能检测出前后两帧图像的差异, 这里的相邻可以是具有 3-6 帧间隔的两帧, 具体取决于原始视频的 fps (每秒帧数)。

[0028] 考虑到一般的视频流两帧图像之间的时间间隔为 20ms 到 40ms, 而在这段时间内, 进行俯空检测的飞机基本上可以看成是做直线运动而无旋转。这里, 平移单元 12 可以只取第二帧图像上几个具有代表性的区域, 并在第一帧图像上寻找与第二帧图像像素差异最小的区域, 并根据这些区域做平移操作, 使两帧图像基本落在统一的世界坐标系中。

[0029] 统计单元 14 则利用像素颜色统计分别获得第一帧车辆图像与第二帧车辆图像中的车辆候选区域。在一个实施例, 考虑到在俯空拍摄高度下, 例如 60 到 90 米的高度下, 道路颜色在整幅图像的颜色直方图中所占比例最大。即, 图像中面积最广的颜色被认为是道路颜色。

[0030] 因此, 统计单元 14 通过统计图像的颜色直方图, 可获取所占比例最大的颜色为道路颜色, 从而获取道路信息。利用得到的道路区域颜色, 将整个图像分割成不相连的区域, 并将第一帧和第二帧图像中的道路区域去除掉, 从而可以提取到车辆候选区域。

[0031] 实际上, 获取的车辆候选区域中可能包括车辆和路旁建筑物等与道路颜色存在明显差异的区域。考虑到图像中路旁的建筑物所占的像素面积远远大于车辆对应的像素面积, 而一些微小的噪点所占的像素面积又远远小于车辆的像素面积, 因此可以用车辆大小来过滤掉一些非车辆区域,

[0032] 因此, 在一个实施例中, 本发明的车辆检测装置还可以包括过滤单元 (图中未显示), 过滤单元利用车辆实际的尺寸大小来过滤掉上述车辆候选区域中可能存在的建筑物区域及 / 或噪点区域。并且 / 或者, 本发明的车辆检测装置还可以包括确定单元 (图中未显示), 确定单元利用车辆尺寸大小确定车辆候选区域。从而利用过滤单元和 / 或确定单元可以进一步提高获取的车辆候选区域的准确性。

[0033] 在一个实施例中, 假设车辆候选区域中的区域面积为 p (pixel × pixel), 如果 $p > \frac{AS^2f^2}{H^2}$ 或者 $p < \frac{aS^2f^2}{H^2}$ 成立, 则表示该区域不是车辆区域, 其中 A 表示车辆实际所占的区域面积大小, S 为图像解析度, f 为摄像机的焦距, H 为摄像机的高度。

[0034] 过滤单元通过比较车辆尺寸对应的像素区域面积与上面确定的车辆候选区域中的像素区域, 将其中两帧图像中远大于车辆尺寸区域的建筑物区域和 / 或远小于车辆尺寸

区域面积的噪点区域过滤掉。

[0035] 当然,如果基本上 $p = \frac{AS^2f^2}{H^2}$,则确定单元可以进一步确定该区域对应为车辆候选区域。

[0036] 在上述确定车辆候选区域之后,计算单元 16 对第一帧车辆图像和第二帧车辆图像中的车辆候选区域分别进行图像差分计算,即差分计算各个车辆候选区域和其对应重合的像素区域,将第二帧图像上各点的像素值与第一帧图像上对应像素的像素值做差。如果像素差为 0 则表示图像没有发生变化,如果非 0 则表示图像在该点发生了变化,即产生了运动。通过记录产生运动的区域作为运动车辆的候选区域,计算单元 16 可以获得第二帧车辆图像相对第一帧车辆图像车辆产生运动的运动车辆候选区域。

[0037] 至此,本发明首先利用上述单元的图像处理操作从兴趣区域中迅速获取运动车辆候选区域,因此具有速度快的优点。但是,实际上面获取的运动车辆候选区域还可能包括路旁一些运动的非车辆物体,例如行人和摩托车等等,因此需要对候选区域进行进一步细化来准确获得运动车辆。

[0038] 下面,在上述得到运动车辆候选区域的基础上,分类单元 18 根据训练样本得到的分类器对这些运动车辆候选区域进行精确分类,从而更高精度地检测出第二帧车辆图像相对第一帧车辆图像的运动车辆区域。

[0039] 分类单元 18 可以是层叠分类器、树状分类器等用于样本分类的设备。

[0040] 分类单元 18 中包括通过正样本(车辆图片)和负样本(非车辆图片)在离线状态下训练获得的已训练样本,所用样本的数量和质量将直接影响分类器的分类结果。在分类阶段开始的时候,分类单元 18 读入事先训练好样本的特征集合、分类器的层数、各层所用的特征以及特征值。

[0041] 分类单元 18 可以利用双线性变换,将得到的所有车辆候选区域调整大小与训练样本大小一致,并计算调整后的运动车辆候选区域的特征值大小。然后,通过比较运动车辆候选区域的特征值与训练样本的特征阈值大小,从而进一步从运动车辆候选区域中分类出运动车辆区域。

[0042] 如果分类单元 18 通过特征值比较判断对应的运动车辆候选区域为正样本,则保留;否则删除该候选区域。

[0043] 在层叠分类器实施例中,对于分类器中的任何一个单分类器,用其中的每一个特征 i 的阈值检测运动车辆候选区域,获得对应特征的比较结果 $f_i(x)$: 0 表示为非车辆,1 表示车辆。然后计算候选区域所有 T 个特征 i 对应的权重求和 $f(x) = \sum_{i=1}^T w_i f_i(x)$,如果 $f(x) \geq \theta$,其中 θ 表示样本判断阈值,则判断候选区域为运动车辆区域。如果判断为车辆,则进入下一层单分类器,执行相应的该层分类,否则将该区域从候选区域中删除。直至完成所有层的分类,这时确定的车辆则为本发明检测的运动车辆。

[0044] 另外,本发明还提出了一种俯空车辆检测方法。本发明包括以下步骤:a) 平移第一帧车辆图像与其相邻的第二帧车辆图像在世界坐标系上重合;b) 利用像素颜色统计分别获得第一帧车辆图像与第二帧车辆图像中的车辆候选区域;c) 对车辆候选区域和其对应重合的像素区域进行图像差分计算,以获得第二帧车辆图像相对所述第一帧车辆图像的运动车辆候选区域;以及 d) 在样本训练得到的分类器中对运动车辆候选区域进行分类,以

检测出第二帧车辆图像相对第一帧车辆图像的运动车辆区域。

[0045] 下面参考图 2, 将结合该实施例详细描述本发明俯空车辆检测方法的步骤。

[0046] 如图所示, 从原始输入视频中读取相邻的两帧车辆图像, 第一帧图像和第二帧图像。为了在后续的图像差分中能检测出前后两帧图像的差异, 这里的相邻可以是具有 3-6 帧间隔的两帧。

[0047] 在步骤 102 中, 将第二帧图像与第一帧图像进行平移, 使得它们在世界坐标系上重合。在一个实施例中, 可以只取第二帧图像上几个具有代表性的区域, 并在第一帧图像上寻找与第二帧图像像素差异最小的区域, 根据这些区域做平移操作, 使两帧图像基本落在统一的世界坐标系中。

[0048] 然后, 在步骤 104 和步骤 108 中分别提取第一帧图像与第二帧图像中的非道路区域。考虑到在俯空拍摄高度下, 道路颜色在整幅图像的颜色直方图中所占比例最大。即, 图像中面积最广的颜色被认为是道路颜色。因此, 通过统计图像的颜色直方图, 可获取所占比例最大的颜色为道路颜色, 从而获取道路信息。利用得到的道路区域颜色, 将第一帧和第二帧图像中的道路区域去除掉, 从而可以提取到非道路区域。

[0049] 这里的非道路区域可以是粗略确定的车辆候选区域, 实际上, 获取的车辆候选区域中可能包括车辆和路旁建筑物等与道路颜色存在明显差异的区域。当然为了进一步提高车辆候选区域的获取精度, 下面可以接着执行步骤 106 和步骤 108, 从而将第一帧图像和第二帧图像中提取的区域中的非车辆区域删除掉。

[0050] 在步骤 106 和步骤 108 中, 考虑到图像中路旁的建筑物所占的像素面积远远大于车辆对应的像素面积, 而一些微小的噪点所占的像素面积又远远小于车辆的像素面积, 因此可以用车辆大小来删除其中的一些非车辆区域,

[0051] 在一个实施例中, 可以利用车辆实际的尺寸大小来过滤掉上述车辆候选区域中可能存在的建筑物区域及 / 或噪点区域。在一个实施例中, 本发明还可以利用车辆尺寸大小确定车辆候选区域, 即删除掉非车辆区域, 从而进一步提高获取的车辆候选区域的准确性。

[0052] 在一个实施例中, 假设车辆候选区域中的区域面积为 p (pixel × pixel), 如果 $p > \frac{AS^2f^2}{H^2}$ 或者 $p < \frac{aS^2f^2}{H^2}$ 成立, 则表示该区域不是车辆区域, 其中 A 表示车辆实际所占的区域面积大小, S 为图像解析度, f 为摄像机的焦距, H 为摄像机的高度。

[0053] 通过比较车辆尺寸对应的像素区域面积与上面确定的车辆候选区域中的像素区域, 将其中两帧图像中远大于车辆尺寸区域的建筑物区域和 / 或远小于车辆尺寸区域面积的噪点区域过滤掉。

[0054] 当然, 如果基本上 $p = \frac{AS^2f^2}{H^2}$, 则可以确定该区域对应为车辆候选区域。

[0055] 在上述确定车辆候选区域之后, 步骤 112 中对第一帧车辆图像和第二帧车辆图像中的车辆候选区域分别进行图像差分计算, 即差分计算各个车辆候选区域和其对应重合的像素区域, 将第二帧图像上各点的像素值与第一帧图像上对应像素的像素值做差。如果像素差为 0 则表示图像没有发生变化, 如果非 0 则表示图像在该点发生了变化, 即产生了运动。通过记录产生运动的区域作为运动车辆的候选区域, 可以获得第二帧车辆图像相对第一帧车辆图像车辆产生运动的运动车辆候选区域。

[0056] 至此,本发明利用上述图像处理操作从兴趣区域中迅速获取运动车辆候选区域。实际上,获取的运动车辆候选区域还可能包括路旁一些运动的非车辆物体,例如行人和摩托车等等,因此需要对候选区域进行进一步细化来准确获得运动车辆。

[0057] 因此接着,在上述得到运动车辆候选区域的基础上,结合样本训练分类器对这些运动车辆候选区域进行进一步的精确分类,从而更高精度地检测出第二帧车辆图像相对第一帧车辆图像的运动车辆区域。

[0058] 分类器可以是层叠分类器、树状分类器等用于样本分类的设备,其中包括通过正样本(车辆图片)和负样本(非车辆图片)。在离线状态下通过步骤 202 训练样本获得训练分类器。在进行分类时,首先利用双线性变换,将得到的所有车辆候选区域调整大小与分类器要求的训练样本大小一致(步骤 114)。

[0059] 然后,在分类器分类步骤 116 中,分类阶段开始时首先读入事先训练好样本的特征集合、分类器的层数、各层所用的特征以及特征值。

[0060] 通过计算调整后的运动车辆候选区域的特征值大小,并比较运动车辆候选区域的特征值与训练样本的特征阈值大小,从而进一步从运动车辆候选区域中分类出运动车辆区域。

[0061] 如果在分类步骤中判断对应的运动车辆候选区域为正样本,则保留,即输出检测到的运动车辆;否则删除该候选区域。

[0062] 在层叠分类器实施例中,对于分类器中的任何一个单分类器,用其中的每一个特征 i 的阈值检测运动车辆候选区域,获得对应特征的比较结果 $f_i(x)$:0 表示为非车辆,1 表示车辆。然后计算候选区域所有 T 个特征 i 对应的权重求和 $f(x) = \sum_{i=1 \text{ to } T} w_i f_i(x)$,如果 $f(x) \geq \theta$,其中 θ 表示样本判断阈值,则判断候选区域为运动车辆区域。如果判断为车辆,则进入下一层单分类器,执行相应的该层分类,否则将该区域从候选区域中删除。直至完成所有层的分类,这时确定的车辆则为本发明检测的运动车辆。

[0063] 图 3 给出了本发明一个实施例的运动车辆检测效果图,图中的方框部分即为利用本发明检测到的运动车辆区域。从图可知,本发明具有较高的检测率和低误报率。

[0064] 本发明提出了一种由粗到精的车辆检测方法,先利用图像处理速度快的优点从兴趣区域中迅速获取运动车辆候选区域,然后利用分类算法精确度高的优点,从候选区域中准确获取运动车辆信息。本发明专门针对俯空平台下的运动车辆检测,在用户给出俯控视频或者由无人驾驶飞机拍摄视频的前提下,从错综复杂的城市交通背景中检测出运动车辆,在保证实时性需求的前提下,具有高检测率和低误报率。实验表明,本发明的检测率能达到 92%,误报率低于 3%,并且能满足实时性需求。

[0065] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同限定。

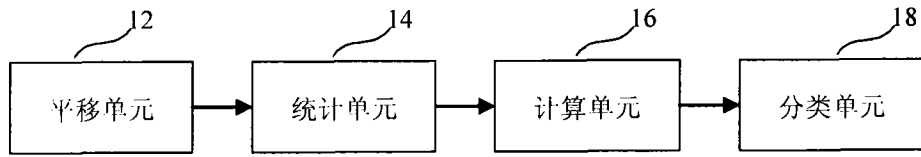


图 1

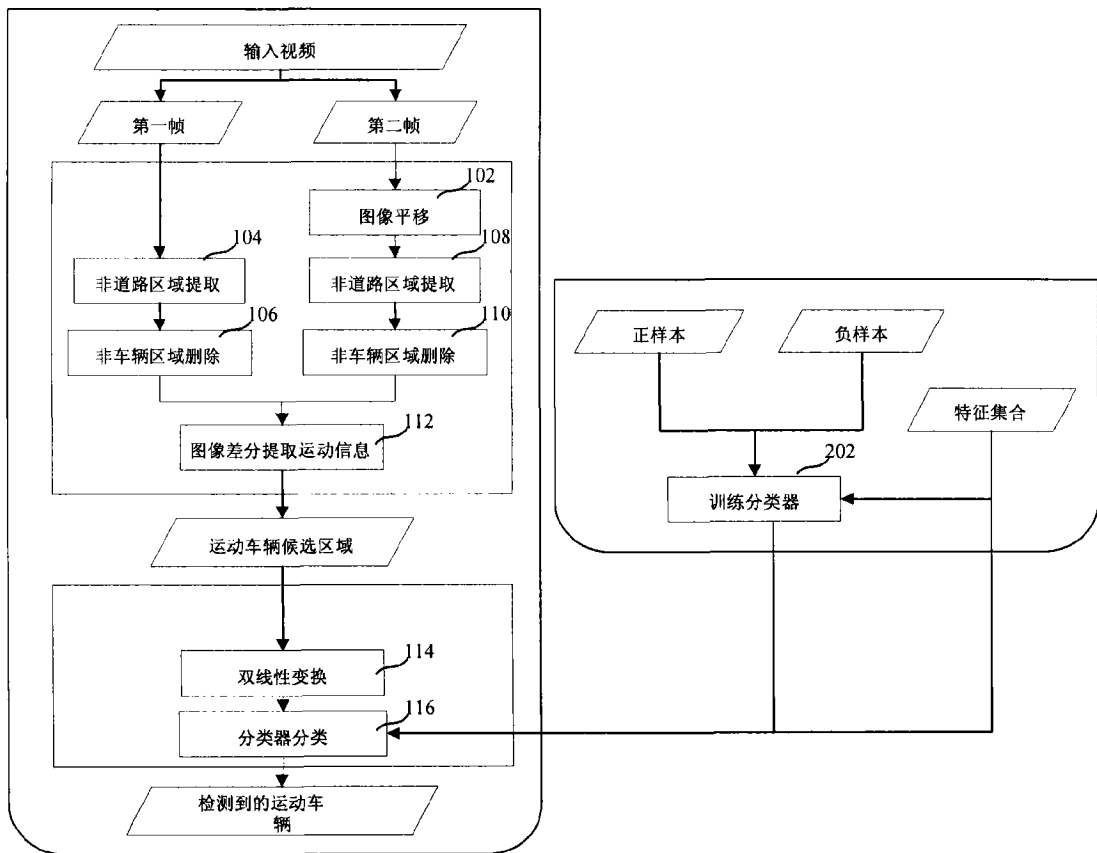


图 2

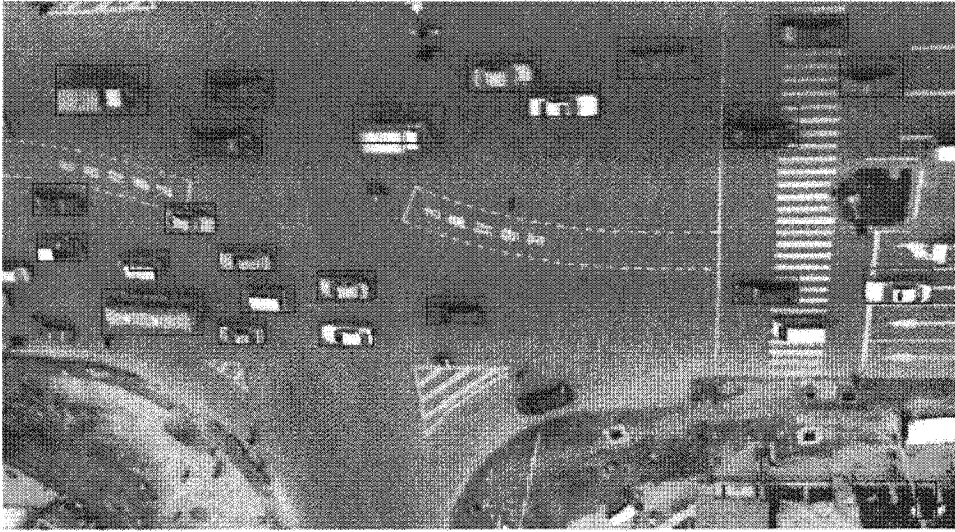


图 3