

虚拟双目视差法在公交客流统计中的应用

何扬名, 杜建强, 汪灿华, 熊光耀

(江西中医药大学 计算机学院, 江西 南昌 330004)

摘 要: 提出了一种检测运动目标的新思路: 虚拟双目视差法. 用一个固定的摄像机检测运动目标, 拍摄连续的两帧图像, 可以将这种情形看作: 目标是静止的, 而摄像机在两个不同的位置对目标进行拍摄. 于是连续两帧图像, 可以看成是一个摄像机在原来地方拍摄的一帧图像和另一个摄像机在目标运动反方向的目标运动距离处拍摄的图像. 虚拟双目视差法就将单摄像机的运动目标检测转化为双摄像机的静态目标检测. 利用双目视觉的图像匹配技术对连续两帧图像进行匹配, 匹配所求得的双目视差大小就是运动目标的运动距离, 双目视差的反方向就是目标的运动方向. 该方法通过实际公交车的序列图像进行了检测, 证明了其良好效果.

关键词: 虚拟双目; 客流统计; 图像匹配

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)05-0090-04

Application of Virtual Binocular Disparity in Passenger Flow Statistics on Bus

HE Yang-ming, DU Jian-qiang, WANG Can-hua, XIONG Guang-yao

(School of Computer, Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China)

Abstract: A new idea to detect moving targets is put forward, which is virtual binocular disparity algorithm. Normally, one fixed camera is used to detect moving targets, shooting two continuous images. This condition can be considered as the condition in which targets are stationary and two cameras are put in two different positions. So two continuous images can be seen as one shot at the original position and the other shot at the position opposite to the moving target. Virtual binocular disparity algorithm transforms one camera detecting moving targets to two camera detecting stationary targets. Using matching technique of binocular on two continuous images, the disparity can be gotten. The disparity describes the moving features of the moving targets including moving distance and direction. The good effect of this algorithm is proved by practical images on bus.

Key words: Virtual binocular; passenger flow statistics; image matching

1 引言

智能交通系统的主要目标之一是提高既有交通设施的运行效率. 公交客流统计的准确性是公交线路调整及车辆资源优化配置的基础, 对于提高公交车的运行效率, 改善拥挤的城市交通有较好作用, 具有较好的社会 and 经济效益.

由于环境光线的剧烈变化和较高的实时性要求, 从而公交车的客流统计技术成为计算机视觉领

域研究中的热点和难点. 由于公交车的环境限制, 在公交客流统计系统中摄像机安装在公交车的车门顶端, 从上而下进行拍摄. 这种环境下, 由于人的头顶特征相对比较稳定, 所以充分利用头顶部特征来提取客流目标的方法很多. 如采用头部轮廓特征来提取客流目标^[1]; 采用小波变换提取的头部的综合特征来识别客流^[2]; 利用人头顶的类圆特征, 使用 Hough 变换来提取客流目标^[3]. 这些方法很容易受到非人头的类圆形物体的干扰, 从而做出错误的识

收稿日期: 2013-06-27; 修回日期: 2013-08-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(81260527); 江西省科技计划项目(2013ZBB190007); 江西省教育厅科技项目(GJJ12523)

别,而且对那些比较反光的头顶部(如光头或者戴帽子的人头或者头发油亮的人头)常常检测不出来,使得系统的目标识别率难以提高,给客流统计系统中的目标跟踪和计数带来了困难^[4-6]。

本文提出利用虚拟双目的办法来提取公交客流目标,并利用实际公交车上拍摄的图片验证算法的有效性。

2 虚拟双目视差法的原理

虚拟双目视差法将运动目标看成是静止的目标,将连续两帧图像看成是用两个摄像机在不同的位置进行拍摄得到的图像,从而将运动目标检测转化为双目视觉的问题,将单目运动目标检测转化为双目视觉的静止目标检测,为运动目标检测提供新方法和新思路。

图1所示为一个固定的摄像机对一个运动目标进行检测的情形。在连续拍摄的两帧图像中,目标从位置1向右运动到位置1'处(设位置1到1'的距离为 L)。则这连续的两帧图像可以看成:目标在位置1处不动,原来固定摄像机A拍摄的一幅图像,以及在原来摄像机左边(即与目标运动方向相反)距离为 L 处虚拟一个摄像机B,虚拟摄像机B拍摄的图像即为连续两帧图像的后一帧图像,如图2所示。在这两帧图像中,背景是相同的,对这两帧图像进行匹配来计算视差将会得到这样的结果:运动目标的视差大小是其运动的距离 L ,背景的视差等于零。从所求得的视差图中分割出运动目标,并且可以得出目标的运动方向和大小。

图3所示为多目标运动的情形。在连续两帧图像中,目标1运动到1'处(设运动距离为 L_1),目标2运动到2'处(设运动距离为 L_2),原来固定的摄像机安装在A处。则针对目标1,其虚拟的摄像机在目标1运动方向相反的距离原摄像机 L_1 处,即为摄像机B;针对目标2,其虚拟的摄像机在目标2运动方向相反的距离原摄像机 L_2 处,即为摄像机C。对这连续的两帧图像进行匹配,可以求得视差图。由于背景的视差为零,同一个目标具有相同的视差,于是可以通过对视差图进行分割,得到各个运动目标的运动距离和方向。

虚拟双目视差由于将连续两帧图像看作是双目摄像机拍摄的图像,需要计算连续两帧图像的视差图,也就是对第一幅图像的每个像素点在第二幅图像中找到相应的匹配点。常见的匹配算法主要分为两种:基于特征的匹配算法和基于区域的匹配算法。

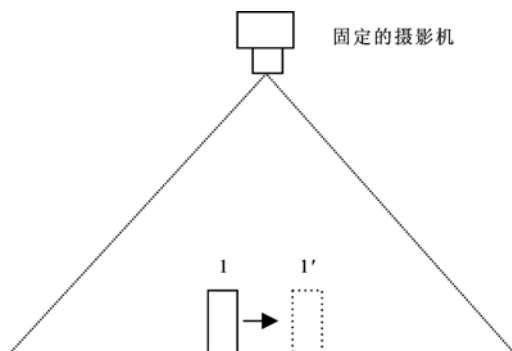


图1 用固定的摄像机检测运动目标

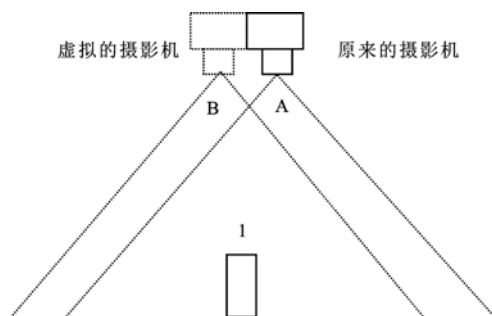


图2 虚拟双目的情形

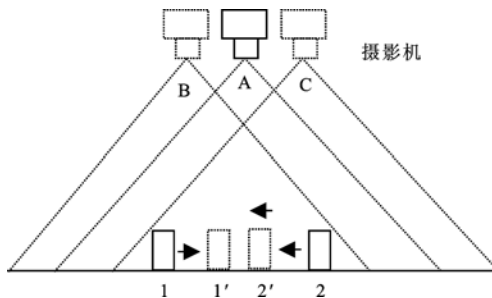


图3 多运动目标的虚拟双目视差

基于特征的匹配算法选择图像中的一些特征点(如角点、边缘等)作为匹配对象,因此基于特征的匹配算法得到的视差图是稀疏的。对于公交车环境下的运动目标检测,由于运动目标的特征常常和背景的特征难以区分,所以本方法使用基于区域的匹配方法。基于区域的匹配方法对两幅图像的各像素点周围的子区域进行灰度相关运算,相关系数大的子区域确定为匹配区域。这种匹配方法得到的视差图较为浓密。由于图像的数据量比较大,对所有像素点进行相关运算将使得运算时间较长,影响算法的实时性。

为了克服对所有像素点进行匹配运算带来的实时性问题,本算法采用如下方法来进行改进:对连续两帧图像对应像素点的灰度值进行相减,然后取一个阈值,将灰度值差的绝对值大于某一阈值的像素点留下做匹配运算,灰度值差的绝对值小于阈值的像素点当作背景,因为背景在两幅图像中的灰度值

变化接近于零. 由于在实际的检测中, 运动目标只占整个图像不到十分之一的比例, 有时甚至更低, 这样就将匹配范围大大缩小, 从而提高了算法的实时性.

在基于区域的匹配方法中, 为了求得某一像素点的视差, 可以在该像素点为周围取一个正方形区域, 其区域大小为 $(2n+1) \times (2n+1)$, 用该区域的像素灰度和另一幅图像同样大小的区域进行匹配, 采用式(1)来计算区域的相似程度:

$$\text{sad}(r, c, d) = \frac{1}{2n+1} \times \sum_{j=-n}^n \sum_{i=-n}^n |g_1(r+i, c+j) - g_2(r+i, c+j+d)| \quad (1)$$

式中, $\text{sad}(r, c, d)$ 为像素灰度值差绝对值的平均值, g_1 是第一幅图像的像素灰度值, g_2 第二幅图像的像素灰度值, r 和 c 是要计算视差的像素的坐标, d 为视差. $\text{sad}(r, c, d)$ 取值为最小的时候的 d 值即为该像素的视差值.

从两幅图像中求得视差图之后, 需要对视差图进行分割, 以求得各个运动目标. 本算法采用区域生长算法对视差相似的像素点进行聚类, 由于考虑到前面用对连续两幅图像进行相减再取阈值的方法来减少需要匹配的像素数, 这就可能会将一个目标中间的像素点也当作背景去除, 使得分割出的目标出现孔洞. 为了提取运动目标的整体, 将视差的大小和方向相近的像素点用凸包络将其围起来作为目标.

3 实验结果与分析

本文采用实际公交车拍摄的图像来进行分析. 摄像机固定在公交车前门的上端, 自上而下进行拍摄. 图 4 和图 5 是相邻两帧图像. 将图 4 和图 5 两帧图像对应的灰度值相减, 并取绝对值, 再将其进行二值化, 并用开运算滤除二值化图像的噪声和平滑边缘, 得到图 6 的效果. 图 6 中的白色像素点就是要在图 4 和图 5 中需要进行图像匹配运算的像素点位置. 从图 6 中可以看出, 需要进行图像匹配运算的像素点只占整个图像的小部分, 通常只有不到整个图像的二十分之一, 从而极大降低了图像匹配的运算量. 进行匹配运算后, 得到图 7 的视差图. 从图 7 中可以看出不同运动目标像素点的视差大小和方向差别比较大, 而相同运动目标像素点的视差大小和方向差别较小. 对求得的每个像素点视差的 X 方向和 Y 方向进行比较, 如果这两个方向的差别都小于一个阈值 ϵ , 则认为这些像素都属于一个运动目标, 从而可以分割出图 8 和图 9 所示的两个运动目标.

本程序运行在配置为 Pentium 3.0 GHz 的



图 4 第一帧图像



图 5 第二帧图像



图 6 帧差后二值化



图 7 视差图



图 8 第一个运动目标



图 9 第二个运动目标

CPU 和 2 GB 内存的计算机中, 图像大小为 320×256 , 其运动目标提取的运行时间为 0.09 秒左右. 在公交客流统计系统中, 通常要求每秒钟运算 10 帧以上的图像, 该算法满足客流统计的实时性要求. 而且对那些比较拥挤的场合, 由于各个目标的运动大小和方向都有差别, 虚拟双目视差法更加显示出分割不同运动目标的良好效果.

4 结束语

本文提出了虚拟双目视差的方法, 并充分利用了视频序列中像素灰度变化的连续性, 将图像匹配运算控制在占图像不到十分之一的像素, 降低了图像匹配的运算量, 既满足了客流统计的实时性要求, 也使得运动目标分割变得更加容易.

本文研究了客流统计系统中的目标提取问题, 客流统计的后续工作还有目标的跟踪和计数, 这将在以后的工作中进一步的研究.

参考文献:

- [1] Zhang Xiaowei, Sexton G. Automatic human head lo-

cation for pedestrian counting [C]//Proceedings of Sixth International Conference on Image Processing and its Applications. Dublin, German: IEEE, 1997: 535-540.

- [2] Lin Shengfu, Chen Jawyeh, Chao Hungxin. Estimation of number of people in crowded scenes using perspective transform at ion [J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics (Part A), 2001, 31 (6): 645-654.
- [3] 于海滨, 刘济林. 应用于公交客流统计的机器视觉方法[J]. 中国图像图形学报, 2008, 13(4): 716-722.
- [4] Bartolini F, Cappellini V, Mecocci A. Counting people getting in and out of a bus by real-time image-sequence processing[J]. Image and Vision Computing, 1994, 12 (1): 36-41.
- [5] 王睿, 张广军, 阎鹏. 基于光流分层方法的平面 3D 运动估测[J]. 光学技术, 2007, 33(1): 102-105, 109.
- [6] 李超, 熊璋, 赫阳, 等. 基于帧间差的区域光流分析及其

应用[J]. 计算机工程与应用, 2005, 41 (31): 195-198.

作者简介:



何扬名 男, (1973—), 博士, 讲师. 研究方向为数字图像处理.

杜建强 男, (1968—), 博士, 教授. 研究方向为数字图像处理和数据库.

汪灿华 男, (1978—), 硕士, 讲师. 研究方向为生物医学工程和数字图像处理.

熊光耀 男, (1975—), 硕士, 副教授. 研究方向为计算机算法.

(上接第 89 页)

1553B 总线控制器 LHB155310 以及其套片(变压器和耦合器)可以满足恶劣环境条件下嵌入式计算机或电子产品整机功能、性能、环境适用性、稳定运行性、可靠性, 填补了国内对 4 MB/s 以上高速 1553B 总线网络产品的空白, 可在国内工业领域广泛推广.

参考文献:

- [1] 邵金剑, 邵宗良. 1553B 总线拓扑及通讯协议设计[J]. 计算机工程, 2011, 37(10): 269-271.
- [2] 陈建明, 丑力, 刘军辉. 1553B 总线系统的可靠性计算[J]. 国外电子测量技术, 2010, 29(9): 36-38.
- [3] 杨卫军, 许化龙, 晷向勇. 基于 1553B 总线的嵌入式网络 BBC 设计与实现[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24

(1): 63-65.

- [4] 颜猛, 蒋轩祥. 1553 总线 BC/BBC 配置下总线管理软件的研究与实现. 微电子学与计算机, 2003, 20(1): 20-22.
- [5] MIL-STD-1553 designer's guide sixth edition[R]. USA: Data Device Corporation, 1999.

作者简介:

樊彬 男, (1986—), 硕士研究生. 研究方向为计算机应用技术.

唐艺菁 女, (1977—), 高级工程师. 研究方向为计算机系统结构.

柴波 男, (1963—), 研究员, 硕士生导师. 研究方向为嵌入式计算机系统设计及应用技术研究.