

基于整数小波变换的运动物体阴影去除算法

卞建勇¹, 徐建闽²

(1 东莞职业技术学院 电子工程系, 广东 东莞 523808; 2 华南理工大学, 广东 广州 510640)

摘 要: 小波变换具有多分辨率分析的特性, 整数小波属于二代小波, 其不仅延续了小波变换多分辨率分析的特性, 而且在运算快速性方面具有自身独特的优势. 将整数小波变换应用于交通场景的车辆阴影去除, 不仅能够充分发挥整数小波变换的多分辨率分析特性, 而且兼顾了交通监控实时性的要求. 实验结果表明, 将整数小波变换应用于车辆阴影去除在处理效果和实时性方面获得了比较好的折中, 是一个有益的尝试.

关键词: 整数小波变换; 多分辨率分析; 阴影去除

中图分类号: TP301

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)03-0170-04

The Moving Object's Shadow Elimination Algorithm Based on Integer Wavelet Transform

BIAN Jian-yong¹, XU Jian-min²

(1 Dongguan Polytechnic, Dongguan 523808, China; 2 South China Univ. of Tech., Guangzhou 510640, China)

Abstract: The wavelet transform has multi-resolution analysis properties. Integer wavelet transform is the second generation wavelet, it not only has wavelet transform's multi-resolution analysis properties, but also has particular advantage in fast operation. The algorithm is applied to vehicle shadow elimination in vehicle surveillance system. Experimental results show that this localization method is efficient and reliable, while satisfying the real-time requirement of the vehicle surveillance system.

Key words: integer wavelet transform; multi-resolution analysis; shadow elimination

1 引言

阴影并不属于运动车辆本身, 但是由于它和运动车辆共享着两个重要的视觉特征: 首先, 阴影和运动都显著不同于背景; 其次, 阴影和投射阴影的运动车辆具有相同的运动. 因此, 在使用基于帧间差和背景差方法检测运动车辆过程中, 阴影也同时被检测出来, 且和运动车辆连在一起, 这样不仅会造成提取出来的运动车辆尺寸比实际大, 而且极有可能造成相邻车辆粘连在一起, 严重干扰了车辆的外形检测和车流量检测, 也给车辆跟踪等后续处理带来了许多不利因素. 在交通监控中, 图象处理的关键并不在于解决如何得到精确的车辆细节问题, 而在于对运动车辆的鲁棒的外形检测和轨迹的跟踪. 因此对

运动车辆的阴影检测去除是重要的一步.

在阴影检测去除领域, 近年来许多专家学者进行了深入的研究, 提出了很多算法, 主要分为四类^[1]: 基于参数的统计学方法^[2]、不基于参数的统计学方法^[3]、基于模型的确定性方法^[4]和不基于模型的确定性方法^[5]. 统计学方法是根据图像的某些特征计算概率统计函数将目标分为阴影区和非阴影区, 其参数的选取至关重要也非常困难, 大都利用到图像的颜色信息, 在交通场景中黑车与其阴影的颜色信息没有太明显的差异, 基于颜色信息将必然会出现误检. 基于模型的确定性方法, 要为检测区域不同的目标建立模型, 由于交通场景环境复杂, 其模型的建立也非常复杂耗时. 本文选取的整数小波变换的方法属于一种不基于模型的确定性方法, 大大降

收稿日期: 2011-08-15; 修回日期: 2011-09-21

基金项目: 广东省工业科技攻关计划项目(2005A10101001)

低了计算复杂度,而且该算法仅对灰度空间检测,进一步提高了检测效率。

一般在实际交通场景中,运动车辆的边缘比较多,反映在频域上也就是高频信号比较多。阴影的边缘比较少,反映在频域上也就是低频信号比较多。小波变换具有多分辨率的特性,小波变换可以很容易的将信号分解为低频信号、水平方向高频信号、垂直方向高频信号和对角方向高频信号,整数小波变换属于二代小波,算法快速性方面有很强的优势^[6],能满足交通监控实时检测的需求。结合这些特性本文提出了将整数小波变换应用于车辆阴影去除,实验结果表明,将整数小波变换应用于车辆阴影去除能取得比较理想的效果。

2 整数小波变换

1998年 Sweldens 提出了提升方法(The lifting scheme)^[7],这是一种构造整数小波的有效方法,任何离散小波都能使用这种方法计算,其构造小波的方式不是用傅立叶变换和基于傅立叶变换的尺度收缩,它的基本思想是将现有的小波滤波器分解成基本的构造模块,分步骤完成小波变换。其计算的复杂度相对于 Mallat 算法要更简单,计算量也减少了近一半,并且能够完全重构原始信号。

2.1 提升方案

构造整数小波的提升算法分为3个步骤^[8]:分解(Split)、预测(Predict)和更新(Update)。如图1所示。

(1) 分解

分解就是把信号 a_{i-1} 分解成偶数采样点 $a_{i-1,2l}$ 和奇数采样点 $a_{i-1,2l+1}$,也就是懒惰小波变换(Lazy Wavelet Transform),其将一个数列分为偶数序列和奇数序列。

(2) 预测

由于数据之间存在一定的相关性,可以由 $a_{i-1,2l}$ 预测 $a_{i-1,2l+1}$,预测值和实际值的差值为细节分量 d_i :

$$d_i = a_{i-1,2l+1} - P(a_{i-1,2l})$$

(3) 更新

更新又称为主要提升(Primal Lifting),即利用更新算子 U 通过对 $a_{i-1,2l}$ 预测生成新的数据集 a_i :

$$a_i = a_{i-1,2l} + U(d_i)$$

2.2 逆变换

用提升算法实现小波变换的一个很重要的优点是它将滤波器问题分解为一些基本的步骤,其中每

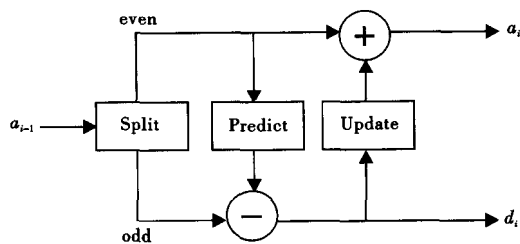


图1 单步提升的原理图

一步都是可逆的,并且反变换也非常简单。容易得到其逆变换为:

$$\text{反更新: } a_{i-1,2l} = a_i - U(d_i)$$

$$\text{反预测: } a_{i-1,2l+1} = d_i + P(a_{i-1,2l})$$

$$\text{合并: } a_{i-1} = a_{i-1,2l} \cup a_{i-1,2l+1}$$

2.3 整数小波的构造

在前述的提升步骤中加入取整操作,即可以获得整数小波变换。加入取整运算后的预测和更新步骤变为:

$$\text{预测: } d_{i-1} = a_{i,2l+1} - \lfloor P(a_{i,2l}) \rfloor$$

其中, $\lfloor \dots \rfloor$ 表示向下取整。

$$\text{更新: } a_{i-1} = a_{i,2l} + \lfloor U(d_{i-1}) \rfloor$$

2.4 二维 5/3 整数小波

用 l, c, r 表示级、列和行编号,则二维 5/3 整数小波的提升步骤为^[9]:

行步骤: 行预测 $d_{l,c,r} = a_{l-1,2c+1,r} -$

$$\left\lfloor \frac{a_{l-1,2c,r} + a_{l-1,2c+2,r}}{2} \right\rfloor$$

行更新 $a_{l,c,r} = a_{l-1,2c,r} +$

$$\left\lfloor \frac{d_{l,c-1,r} + d_{l,c,r} + 2}{4} \right\rfloor$$

列步骤: 列预测 $dd_{l,c,r} = d_{l,c,2r+1} -$

$$\left\lfloor \frac{d_{l,c,2r} + d_{l,c,2r+2}}{2} \right\rfloor$$

列预测 $da_{l,c,r} = a_{l,c,2r+1} -$

$$\left\lfloor \frac{a_{l,c,2r} + a_{l,c,2r+2}}{2} \right\rfloor$$

列更新 $ad_{l,c,r} = d_{l,c,2r} +$

$$\left\lfloor \frac{dd_{l,c,r-1} + dd_{l,c,r} + 2}{4} \right\rfloor$$

列更新 $aa_{l,c,r} = d_{l,c,2r} +$

$$\left\lfloor \frac{da_{l,c,r-1} + da_{l,c,r} + 2}{4} \right\rfloor$$

3 实验

本文对 CCD 摄像机拍摄的实时图像进行处理,其原始图像见图 2。实验过程中首先对原始视频帧进行 KALMAN 滤波背景更新^[10],获得实时背景图

见图 3. 然后将原始图像与背景图像进行实时差分, 获得差分灰度图见图 4, 进而分割出运动物体. 从图 4 中可以清晰得看到阴影的存在, 而且其部分灰度值甚至比车身的灰度值还要大, 再对差分灰度图分别进行整数小波变换和二进制化操作, 实验中对差分灰度图采用了三层整数小波变换, 对变换后的数据采用保留高频数据并去除低频数据的方法进行整数小波逆变换, 图 5 逆变换后的效果图. 从图 5 可以看到, 阴影已被去除, 而且车的轮廓也被检出. 图 6 是

对实时差分图像采取最大类间方差算法确定阈值, 进行阈值分割二进制化的效果图. 对图 5 的整数小波逆变换图再进行最大类间方差确定阈值进行二进制化, 其二进制化的效果图见图 7. 考虑到实际车辆监控中并不需要知道相当精确的车的外形轮廓, 而且车辆本身每一侧的外围轮廓线近似直线, 所以将图 6 和图 7 相结合确定车的粗略外围轮廓线就能将阴影去除, 阴影去除后的车辆二进制化图见图 8.



图 2 原始图像



图 3 背景图像

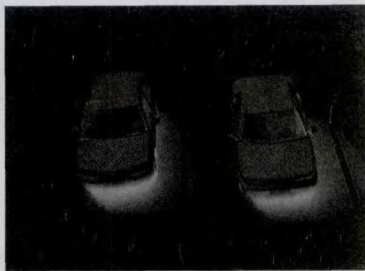


图 4 差分灰度图



图 5 逆变换图

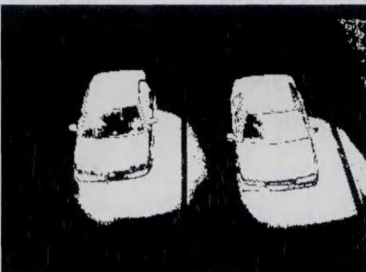


图 6 差分灰度图二进制化后图



图 7 逆变换图二进制化后图

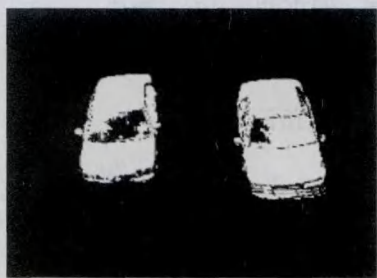


图 8 阴影去除图

4 结束语

本文充分利用交通场景中运动车辆的边缘比较多, 反映在频域上就是高频信号比较多, 而阴影的边缘比较少, 反映在频域上就是低频信号比较多的特性, 再结合小波变换将车辆实时背景差分灰度图分解为低频信号和高频信号, 进行保留高频信号去除

低频信号的逆变换处理, 成功的实现了车辆轮廓与阴影的分离. 同时, 整数小波变换属于二代小波, 其算法快速性方面较传统的小波变换有很强的优势, 更适合于实时性要求比较高的场合, 通过实验发现进行一次三层整数小波正变换和逆变换仅需 9.6ms. 实验结果表明, 将整数小波变换应用于车辆阴影去除在处理效果和实时性方面获得了比较好的折中, 能够满足交通监控场景的需求.

参考文献:

- [1] Andrea Prati, Ivana Mikic, Rita Cucchiara, Mohan M. Trivedi. Comparative evaluation of moving shadow detection algorithms [C] // Proceedings of 3rd Workshop on Empirical Evaluation in Computer Vision (in conjunction with CVPR 2001), Kauai, Hawaii, USA: IEEE, 2001.

- [2] Mikic I, Cosman P, Kogut G, et al. Moving shadow and object detection in traffic scenes [C]//Proceedings of the 15th International Conference on Pattern Recognition, Barcelona, Spain; IEEE, 2000.
- [3] Haritaoglu I, Harwood D, et al. W4: real-time surveillance of people and their activities[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(8): 809-830.
- [4] Cucchiara R, Grana C, Neri G, et al. The sakbot system for moving object detection and tracking[J]. Video-based Surveillance Systems-Computer Vision and Distributed Processing. 2001, 145-157.
- [5] Stauder J, Mech R, Ostermann J. Detection of moving cast shadows for object segmentation [J]. IEEE Transactions on Multimedia, 1999(1): 65-76.
- [6] Herley G. Wavelet and recursive filter banks[J]. IEEE Trans Signal Processing, 2536-2556.
- [7] Sweldens W. The lifting scheme: A construction of second generation wavelets [J]. SIAM Journal on Mathematical Analysis, 1997, 29(2): 511-546.
- [8] Daubechies I, Sweldens W. Factoring wavelet transforms into lifting step [J]. Journal of Fourier Analysis and Applications, 1998, 4(3), 247-269.
- [9] Munleanu A, Cornelis J, DeMuyneck P, et al. Performance evaluation of the wavelet based techniques used in the lossless and lossy compression of medical and preprint image [R]. Technical Report, ETRO Department, Free University of Brussels, 1997.
- [10] Dashan Gao, Jie Zhou. Adaptive background estimation for real-time traffic monitoring [J]. Intelligent Transportation Systems, 2001, 330-333.

作者简介:

卡建勇 男, (1980—), 博士, 讲师. 研究方向为计算机视觉及嵌入式系统应用.

(上接第 169 页)

- [5] 王琴, 曾文华, 史文肿. 网络资源调度算法的负载均衡及性能分析 [J]. 微电子学与计算机, 2006, 23(10): 201-204.
- [6] 刘高峰. 负载均衡技术全攻略 [EB/OL]. [2011-08-10]. <http://www.yesky.com/20010626/187006.shtml>.
- [7] Iyengar A, Macnair E, Nguyen T. An analysis of Web server performance [C]//Proc of Global Telecommunications Conference. New York: [s. n.], 1997: 1943-1947.
- [8] Daniel J A. Data management in the cloud: limitations and opportunities [J]. Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering, 2009, 32(1): 3-12.
- [9] 周莹莲, 任胜兵. 校园网格中 VOD 系统动态负载均衡算法研究 [J]. 计算机与数字工程, 2009(6): 29-32.
- [10] 詹晓强, 胡德敏. 基于 P2P 系统的动态负载均衡算法 [J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(1): 58-60.
- [11] 王浩, 喻占武, 李锐, 等. 基于开销代价的网络地理信息服务负载均衡算法研究 [J]. 测绘学报, 2009(6): 242-249.
- [12] Martin Randles, David Lamb, A. Taleb-Bendiab. Experiments with Honeybee Foraging Inspired Load Balancing [C]//Proceedings of the 2009 Second International Conference on Developments in eSystems Engineering. Abu Dhabi: IEEE, 2009: 240-247.

作者简介:



赵超 男, (1975—), 硕士, 讲师. 研究方向为信息系统、数据管理.

王晟 男, (1972—), 硕士, 工程师. 研究方向为计算机大型数据库的研究与开发.