

文章编号: 1000-5013(2008)03-0360-04

采用小波伪运动分解的车牌定位法

康忠林, 黄华灿

(华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 针对目前车牌定位和图像提取存在的问题, 提出一种在频域中处理的新方法——基于小波伪运动分解的图像分割. 首先对车牌图像进行裁剪、灰度化和小波阈值消噪预处理, 滤掉一些高频干扰信号; 然后, 对不同尺度层的小波函数的系数进行小波伪运动分解. 最后, 根据计算出来的频率特征确定车牌位置, 把车牌剪切出来. 该算法是基于文字本身的频率来实现的, 所以无论背景有多复杂, 都可以很好地找出车辆的位置.

关键词: 车牌定位; 小波分解; 伪运动分析; 图像分割

中图分类号: TP 391.41

文献标识码: A

在车辆自动管理技术中, 车牌号码的识别是核心技术, 而车辆牌照图像的提取是车牌识别的前提和基础. 如何快速、准确地将牌照图像从车辆图像中提取出来, 是图像分割要解决的问题. 车牌图像分割的目的是把车牌字符提取出来, 在实际的分割过程中, 分割效果受到所截取图像包含较多非车牌部分, 以及光照强度不均匀和反光等诸多因素的影响. 目前, 一种普遍的算法就是首先对车牌的 RGB 图像进行灰度化, 然后用均值滤波去掉一些椒盐噪声并提取边缘. 最后, 把图像向上和向右各移动一个像素点, 与原图像作差运算, 把差值累加得出车牌的位置. 这种算法主要是基于车牌区域的水平方向和垂直方向笔划复杂程度比背景都要大来实现的, 在简单背景的情况下的确能得到好的效果, 但是当遇到上述所说的复杂背景时就很难得到理想的效果的^[1-2]. 本文利用小波对各级分解系数进行分解, 找出频域特征, 然后根据频域特征再对图像进行分割.

1 车牌图像的预处理

1.1 裁剪与灰度化

预处理包括对图像的适当裁剪、灰度化处理和降低噪声的处理. 适当的裁剪可以缩小图像, 这样不但可以减少需要处理的像素点, 还可以避免边缘的一些复杂的背景, 从而大大地提高处理速度. 该处理是针对特定的实际应用并根据经验来裁剪的. 把从摄像头采集来的图片转化成灰度图片. 灰度化的方法有很多, 对红、绿、蓝各基色进行不同的加权, 可以得到各种不同效果的灰度图片. 按照以往的经验, 当红、绿、蓝三基色加权系数分别为 0.35, 0.45, 0.20 时, 可以得到比较理想的效果.

1.2 小波阈值消噪

采用小波阈值消噪方法来降低图像的噪声, 就是对小波分解后的各层系数模大于和小于阈值的系数分别进行处理, 然后利用处理后的小波系数重构出消噪后的图像. 在阈值消噪中, 阈值函数体现了对小波分解系数的不同处理策略及不同估计方法, 常用的有硬阈值函数和软阈值函数. 为了更好地保留图像边缘等局部特性, 本文中采用硬阈值函数, 但这可能会出现伪吉布斯效应等视觉失真现象. 阈值消噪有如下 3 个的具体步骤.

(1) 二维图像信号的小波分解. 应该选择适当的小波和适当的分解层次(记为 N), 然后对待分解的二维图像信号进行 N 层分解计算. 本文中 $N = 3$, 其分解公式为

收稿日期: 2007-10-09

作者简介: 康忠林(1982-), 男; 通信作者: 黄华灿(1948-), 男, 教授, 主要从事视频信号处理和传输的研究. E-mail:

hchuangqz@yahoo.com.cn.

$$\begin{cases} A_j f(x_1, x_2) = [f(x_1, x_2), \Phi_{j,k_1}(x_1) \Phi_{j,k_2}(x_2)], \\ D_j^{(1)} f(x_1, x_2) = [f(x_1, x_2), \Phi_{j,k_1}(x_1) \Psi_{j,k_2}(x_2)], \\ D_j^{(2)} f(x_1, x_2) = [f(x_1, x_2), \Psi_{j,k_1}(x_1) \Phi_{j,k_2}(x_2)], \\ D_j^{(3)} f(x_1, x_2) = [f(x_1, x_2), \Psi_{j,k_1}(x_1) \Psi_{j,k_2}(x_2)]. \end{cases}$$

(2) 对分解后的高频系数进行阈值量化. 对于分解的每一层, 选取一个适当的阈值, 并且对该层高频系数进行硬阈值量化处理. 在这里, 阈值可以通过经验公式获得.

(3) 二维小波的重构图像信号. 同样地, 根据小波分解后的第 N 层低频系数和经过阈值量化处理后的高频系数(各层细节), 来计算二维信号的小波重构.

2 小波伪运动分解

2.1 基本原理

所谓的伪运动图像就是一幅固定的图像, 经过变换提供的一系列运动图像. 实际上, 可以把函数看作视野的移动, 当一幅图像发生伪运动时, 其小波系数将会产生振荡, 同时, 振荡的幅度将会给出函数的频率信息. 利用这一性质, 可以分割出函数中不同频率的区域, 继而分割出图像中车牌的位置.

如果使用 $F(x, y)$ 表示图像的灰度函数, 当 $F(x, y)$ 在水平方向和垂直方向发生位置的移动而变成 $F(x + \Delta x, y + \Delta y)$ 时, 包含细节(高频)比较多的部分与原图像的差值, 肯定会比包含平坦信息较多的区域与原图像的差值要大很多. 在进行小波变换的时候, 前一个差值出现的高频系数要比后一个差值的高频系数大. 根据该系数的大小, 可以判断出图像中不同频率的区域.

2.2 分析分解

伪运动就是使固定图像产生伪运动图像的一种变换, 要产生伪运动函数, 需要原函数 $f(x, y)$ (图像 (x, y) 点的灰度值) 变换. 这里定义 $(\Gamma_{m,n} f)(x, y) = f(x - m, y - n)$, 由 m, n 来决定变换. 对于任何一种函数 $f(x, y)$, 都能得到它的一系列伪运动图像.

在有伪运动的小波分解中^[3-5], 假设 $\Phi^{(0)}$ 和 $\Phi^{(1)}$ 是两个尺度函数, 相应的小波函数是 $\Psi^{(0)}$ 和 $\Psi^{(1)}$, 令

$$\begin{cases} \Phi_{i,j,k}^{(0,0)}(x, y) = \Phi_{i,j}^{(0)}(x) \Phi_{i,k}^{(1)}(y), \\ \Phi_{i,j,k}^{(0,1)}(x, y) = \Phi_{i,j}^{(0)}(x) \Psi_{i,k}^{(1)}(y), \\ \Phi_{i,j,k}^{(1,0)}(x, y) = \Psi_{i,j}^{(0)}(x) \Phi_{i,k}^{(1)}(y), \\ \Phi_{i,j,k}^{(1,1)}(x, y) = \Psi_{i,j}^{(0)}(x) \Psi_{i,k}^{(1)}(y). \end{cases}$$

当一幅图像发生伪运动时, 其小波系数将会产生振荡. 为了分割不同频率的区域, 需要利用发生振荡的小波系数.

下面给出关于小波系数详细的算法. 在图像信号中, $F(x, y)$ 表示图像的灰度函数, 首先通过

$$C_{0,j,k}^{(0,0)}(0, 0) = \langle \Gamma_{m,n} F, \Phi_{0,j,k}^{(0,0)} \rangle = \iint \Gamma_{m,n} F(x, y) \overline{\Phi_{0,j,k}^{(0,0)}(x, y)} dx dy$$

可以先算出小波系数 $C_{0,j,k}^{(0,0)}(0, 0)$. 然后, 利用 $C_{0,j,k}^{(0,0)}(0, 0)$ 并通过转换式

$$\begin{cases} c_{\beta,Y}^{(0,0)} = \sum_{j,k \in Z} s_{j-p,k-q} \overline{h_{j-2(\beta-m)}^{(0)}} \overline{h_{k-2(\gamma-n)}^{(1)}}, \\ c_{\beta,Y}^{(0,1)} = \sum_{j,k \in Z} s_{j-p,k-q} \overline{h_{j-2(\beta-m)}^{(0)}} \overline{g_{k-2(\gamma-n)}^{(1)}}, \\ c_{\beta,Y}^{(1,0)} = \sum_{j,k \in Z} s_{j-p,k-q} \overline{g_{j-2(\beta-m)}^{(0)}} \overline{h_{k-2(\gamma-n)}^{(1)}}, \\ c_{\beta,Y}^{(1,1)} = \sum_{j,k \in Z} s_{j-p,k-q} \overline{g_{j-2(\beta-m)}^{(0)}} \overline{g_{k-2(\gamma-n)}^{(1)}}, \end{cases}$$

可计算出 $C_{l,j,k}^{(u,v)}(m, n)$. 上式中, h_k 和 g_k 是相应的滤波器, $s_{j,k}$ 满足 $F(x, y) = \sum_{j,k \in Z} s_{j,k} \Phi_{j,k}^{(0,0)}(x, y) \in V_l^{(0,0)}$, $\sum_{j,k \in Z} c_{j,k}^{(u,v)} \Phi_{l+1,j,k}^{(u,v)}$ 是 $F(x, y)$ 在 $V_{l+1}^{(u,v)}$ 上的投影.

(1) $C_{l,j,k}^{(u,v)}(m+2^l p, n+2^l q) = C_{l,j-p,k-q}^{(u,v)}(m, 0)$, 其中, $u, v = 0, 1; l, j, k, m, n, p, q \in Z$.

(2) $C_{l,j,k}^{(u,v)}(m+2^l p, n+2^l q)$ 是 $C_{l,j,k}^{(0,0)}(m, n)$ 的线性组合, 其中, $l, j, k \in Z$ 的线性组合, 其中, $l, j, k \in Z, u, v, p, q = 0$.

1, 并且 $m, n= 0, 1, \dots, 2^l - 1$.

从上面的计算公式也可以看出, 在有伪运动的小波分析中, 首先要选择合适的尺度函数 $\varphi^{(0)}$ 和 $\varphi^{(1)}$ 来构造张量积小波基 $\{\Phi_{j,k}^{(u,v)}\}$. 不同的选择在处理过程中会有很多不同. 根据车牌的特征, $\varphi^{(0)}$ 必须要是连续的, 而且具有小的支集. 如果图像中区域 $a \leq x \leq b, c \leq y \leq d$ 是车牌的位置, 下面的数就会变小, 即

$$\delta_j = \int_a^b [F(x, y) - \sum_{k \in Z} \langle F(x, y), \varphi^{(0)}(x - k) \rangle \varphi^{(0)}(x - k)]^2 dx, \quad c \leq y \leq b.$$

这就意味着把 $F(x, y)$ 投影到对应于 $\varphi^{(0)}(x)$ 的多分辨分析的 $V_{0,0}^{(0,0)}$ 空间上, 车牌区域的误差就会很小. 这样, 车牌的大部分信息就会保留下来.

计算出各级小波系数以后, 在 u, v, l, j, k 固定的时候, $C_{l,j,k}^{(u,v)}(m, n)$ 是一个在 R^2 上的二维函数. 当 (m, n) 在固定点 (m_0, n_0) 周围移动时, $C_{l,j,k}^{(u,v)}(m, n)$ 将给出 $F(x, y)$ 的第 l 级小波分解在 $(m_0 + 2^l j, n_0 + 2^l k)$ 附近的频率信息. 这里定义

$$M_l^{(u,v)}(j, k) = \max_{0 \leq m, n < 2^l} \{C_{l,j,k}^{(u,v)}(m, n)\} - \min_{0 \leq m, n < 2^l} \{C_{l,j,k}^{(u,v)}(m, n)\},$$

则 $M_l^{(u,v)}(j, k)$ 是系数 $C_{l,j,k}^{(u,v)}(m, n)$ 在 m 和 n 从 0 到 $2^l - 1$ 移动时振动的幅度, 利用 $M_l^{(u,v)}(j, k)$ 可以检测出 $F(x, y)$ 的不同频率区域.

通过小波伪运动分解分析, 可以得到车牌在图像中的位置, 而去掉车牌区域以外的部分后, 可得到只包含车牌小图像. 这是因为每一张图片包含的车牌大小不一样, 而且可能出现倾斜或者变形. 为了便于在后来的识别中的文字切分, 还需要对只包含车牌的小图像进行校正, 并把车牌缩放到一样的大小以提高识别的准确率.

3 实验结果

本文选用一张包含车牌且背景很复杂的, 大小为 600 px × 800 px 的数字图像作为实验图像, 车牌基本上可以看作一个矩形的区域. 它的灰度级别函数具有可分的频率. 处理程序在 MATLAB 上进行实验. 考虑到 $\varphi^{(0)}$ 必须是连续的, 而且是具有小的支集的, 综合考虑各种小波的频率响应的非零元素个数, 故实验的 $\varphi^{(0)}$ 选用“db4”小波. 由于车牌的字当中含有很多竖线, 因此 $\varphi^{(1)}$ 选用“Haar”小波. 图 1(a) 是原图像 G , 即 $F(x, y)$, 图 1(b) 是经过灰度化的图像, 图 1(c) 是经过简单裁减的图像 $F_1(x, y)$, 图 1(d) 是灰度级函数图像. 在小波伪运动分解中, 图 1(e) 是图像经过简单裁剪过的图像 $F_1(x, y)$ 在 $V_{0,0}^{(0,0)}$ 上的投影, 即 $C_{0,j,k}^{(0,0)}(0, 0)$; 图 1(f) 是图像 $F_1(x, y)$ 的 $C_{0,j,k}^{(1,0)}(0, 0)$; 图 1(g) 是图像 $F_1(x, y)$ 的 $C_{0,j,k}^{(0,1)}(0, 0)$; 图 1



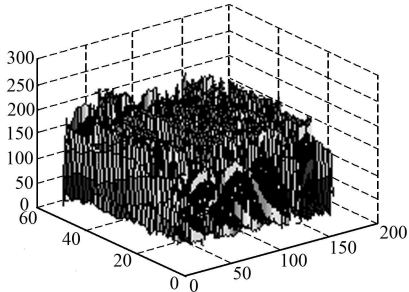
(a) 原图像



(b) 经过灰度化的图



(c) 裁减后原图像



(d) 灰度级函数图像



(e) 水平低频, 垂直低频



(f) 水平高频, 垂直低频

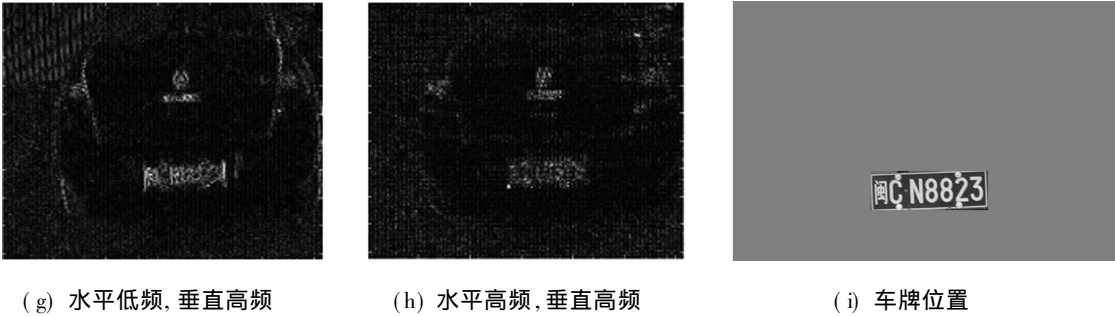


图 1 小波伪运动分解图

Fig. 1 The decomposition map of wavelet false movement

(h) 是图像 $F_1(x, y)$ 的 $C_{0,j,k}^{(1,1)}(0, 0)$. 将每一层系数 $C_{l,j,k}^{(u,v)}(m, n)$ 作 $M_l^{(u,v)}(j, k)$ 运算, 不同的 $M_l^{(u,v)}(j, k)$ 对应于不同的频率. 在实验中, 车牌是由 $M_2^{(1,0)}(j, k)$ 确定的位置, 然后根据确定的位置把车牌从图像中分离出来, 如图 1(i) 所示.

4 结束语

本文提出了一种基于小波的频域算法——小波伪运动分解, 它可应用于车牌的定位. 文字笔划变化都有一定的频率, 小波伪运动分解能够提取出文字笔划变化的多种频率, 从而找出有文字的区域. 这种算法能从复杂的背景, 或者光照不均匀的车牌图片中提取理想的车牌图像.

参考文献:

[1] WISKOTT L. Segmentation from motion combining Gabor and wavelets to overcome the aperture and correspondence problems[J]. Pattern Recognition, 1999, 32: 1751-1766.

[2] 郑晓东, 黄心汉, 王 敏. 基于小波分解的车牌图像分割[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2005, 33(3) : 30-32.

[3] 唐远炎, 王 玲. 小波分析与文本文字识别[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[4] 崔锦泰. 小波分析导论[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2005

[5] 刘民才. 小波分析及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004

The Orientation of License Plate Based on Wavelet
False Movement Decomposition

KANG Zhong-lin, HUANG Huacan

(College of Information Science and Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: With the problem of license plate orientation and image extraction, this paper puts forward a new method processed in frequency field, which based on image segmentation of wavelet false movement decomposition. At first, we deal with image of license plate, for example, clipping, graying, denoising of wavelet threshold, so that we can filter out high frequency interference, and then, decompose wavelet false movement with the coefficient of different wavelet function wavelet false movement. At last, we confirm license plate and get it by computing frequency characteristic. This algorithm depends on the frequency of character itself, so no matter how complicated background, it can find out well the position of license plate.

Keywords: license plates orientation; wavelet decomposition; analysis of false movement; image segmentation

(责任编辑: 黄仲一 英文审校: 吴逢铁)