

文章编号: 1000-5013(2008)03 0367- 03

一种带权色差的彩色图像边缘检测方法

彭振龙

(华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 提出一种新的带权色差的彩色图像边缘检测方法. 通过在 HSV(色度、饱和度、亮度) 空间和 Sobel 算子的基础上, 再增加 45° 角和 135° 角两个方向上的梯度算子, 对颜色分量差采用加权的方式, 把彩色图像映射为一个亮度矩阵. 在此基础上, 利用阈值调整, 检测出整个图像的边缘. 实验表明, 该方法对合成及自然彩色图像均能较快较好地得到边缘.

关键词: 彩色图像; 边缘检测; 带权色差; 梯度算子

中图分类号: TP 391. 41

文献标识码: A

传统的边缘检测算法如 Robert 算子、Sobel^[1] 算子、Prewitt 算子、Canny^[2] 算子和 Laplacian 算子等, 往往都只是针对灰度图像的处理, 而对于彩色图像, 基本上都是灰度图像的直接扩展^[3]. 即先将彩色图像转换为灰度图像后再进行边缘检测, 或者是对彩色分量分别进行检测, 再以某种方法将结果合成. 显然这种仅仅考虑像素在某个邻域内的亮度差信息而忽视了色度信息的方法, 与人的视觉感受是不一致的. 事实上, 有时候色度的跳变更能反映了图像真正的边缘. 为了更合理更全面的检测出符合人眼视觉的图像边缘, 很多的学者都做过很多的尝试, 并提出许多的有效方法^[35]. 基于此, 本文提出一种基于带权色差的彩色图像边缘检测.

1 RGB 到 HSV 的变换

在灰度图像中, 边缘的定义是: 周围像素灰度有阶跃变化或屋顶变化的像素的集合^[6]. 对图像边缘的定义只要考虑灰度的跃变, 而彩色图像的边缘定义还要考虑到色度变化. 文[7] 中给出的定义是: (1) 图像的灰度值发生突变. (2) 不同区域的边界. (3) 具有方向性. RGB(红、绿、蓝色) 转换为 HSV(色度、饱和度、亮度), 则当 $B \leq G$ 时, $H = 0$; 当 $B > G$ 时, $H = 360 - \theta$ 其中, $\theta = \arccos[\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)] / [(R - G)^2 + (R - G)(G - B)]^{1/2}]$, $S = 1 - 3[\min(R, G, B)] / (R + G + B)$, $V = \frac{1}{3}(R + G + B)$ ^[8].

2 色差算子

Sobel 算子是边缘提取的经典算法, 具有计算简单, 运算快速的特点. 它的卷积核如图 1(a), (b) 所示, 现在在此基础上, 再增加两个斜方向的卷积核, 即图 1 的(c), (d). 定义单个像素(i, j) 在(3×3) 邻域

- 1	- 2	- 1
0	0	0
1	2	1

(a)

- 1	0	1
- 2	0	2
- 1	0	1

(b)

2	1	0
1	0	- 1
0	- 1	- 2

(c)

0	- 1	- 2
1	0	- 1
2	1	0

(d)

图 1 Sobel 算子的卷积核

Fig. 1 Convolution kernel of sobel

收稿日期: 2007-08-11

作者简介: 彭振龙(1977), 男, 现为泉州师范学院(福建泉州 362000) 助教, 主要从事图像处理与模式识别的研究. E-mail: jxndpzl@ 163. com.

内的 4 个方向上的色差算子(D_0 是零角度,即 X 方向上的 Sobel 卷积,以此类推)为

$$\begin{aligned} D_0 &= D(I_{i+1,j+1}, I_{i-1,j-1}) + 2 \times D(I_{i,j+1}, I_{i,j-1}) + D(I_{i-1,j+1}, I_{i-1,j-1}), \\ D_{90} &= D(I_{i+1,j+1}, I_{i-1,j+1}) + 2 \times D(I_{i+1,j}, I_{i-1,j}) + D(I_{i+1,j-1}, I_{i-1,j-1}), \\ D_{45} &= D(I_{i,j-1}, I_{i-1,j}) + 2 \times D(I_{i+1,j-1}, I_{i-1,j+1}) + D(I_{i+1,j}, I_{i,j+1}), \\ D_{135} &= D(I_{i,j-1}, I_{i+1,j}) + 2 \times D(I_{i-1,j-1}, I_{i+1,j+1}) + D(I_{i-1,j}, I_{i,j+1}). \end{aligned}$$

在 HSV(色度、饱和度、亮度)空间下,根据视觉上对边缘的敏感程度, H 分量上和 V 分量上即使有同样的差分,对眼睛造成的感觉是不一样的. 为了体现这个差别,可以用带权的方式进行处理,所以定义

$$D(I_1, I_2) = \text{sqrt}((H_p, S_p, V_p) \times \begin{pmatrix} (H_1 - H_2)^2 \\ (S_1 - S_2)^2 \\ (V_1 - V_2)^2 \end{pmatrix}).$$

其中, H_p, S_p, V_p 分别是 H, S, V 分量上的差分权值. 如三者都取值为 1, 则变成了考虑了 3 分量的 Sobel 算子; 如果三者分别取 0, 0, 1, 则本文方法就演变成了只考虑亮度的检测算子. 有时候为了突出某个分量上的差分值, 则相应的权值可取大一些, 如分别取 5, 3, 2, 则 H 分量上的差分值得到更多的重视.

最后, 把 4 个卷积模板得到的差分值作如下处理. 即在 0° 和 $90^\circ, 45^\circ$ 和 135° 之间分别取最大值, 两个最大值的模作为结果 D , 并把它作为该像素在该邻域内的总色度差, 即

$$D = \sqrt{(\max(D_0, D_{90}))^2 + (\max(D_{45}, D_{135}))^2}.$$

从上面的关系可以看出, 最后的色度差值不仅仅包含亮度差异, 而且还包含了图像的色度及饱和度信息. 而且还有权值可调, 控制 H, S, V 各分量的差值在最后的总色度差值中的分量. 用户可以不断地调整它们, 直到得到满意的图像边缘为止.

2 实验结果分析

通过将 RGB 空间转换成了 HSV 空间. 在 Sobel 卷积运算的基础上增加了另外两个 45° 和 135° 的方向算子. 最后, 在 HSV 的 3 个分量的差分上加权处理, 映射为一个矩阵, 并通过一个阈值就可以判断是不是图像边缘. 与原图、Sobel 算子, 以及不同的 HSV 权值情况下的实验结果进行比较, 如图 2 所示.

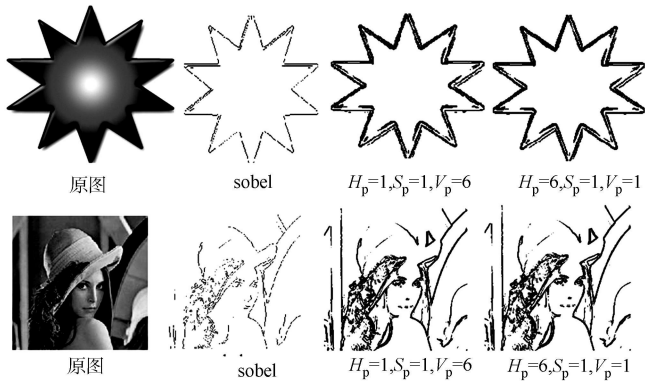


图 2 不同的权值情况下的实验结果

Fig.2 Experimental results in different weights

阈值的选择直接关系到最后的边缘效果. 本文的做法是不取固定值, 而是用概率的方法处理. 因为根据前面的算法, 越是边缘, 那么它在矩阵 D 中的取值就会越大. 所以本文的思想就是把矩阵 $D(m \times n)$ 的值从大到小排序, 取前 t 个像素作为边缘, 且满足 $t/(m \times n) < P$. 其中, P 是一个介于 0~ 1 之间的概率值, 本文取 0.12.

利用经典的 Sobel 算子, 同时考虑到了色度、饱和度和亮度, 并能相应地为适应人眼的视觉特征, 调整它们的权值. 通过实验发现, 可以用一个阈值对整个彩色图像进行边缘提取控制. 实验表明, 当最后的色度差矩阵求出来之后, 取该矩阵值最大的前 10%~ 20% 的像素认为是边缘, 效果普遍较好. 这表明对于大多数一般的图像而言, 边缘像素的数目占整体像素的数目之比大约是 10%~ 20%. 在图 3 中, 如果选定了比例为 12%. 结果发现得出的边缘和权重没有什么太大的关系了, 因为得出的图像的边缘在运

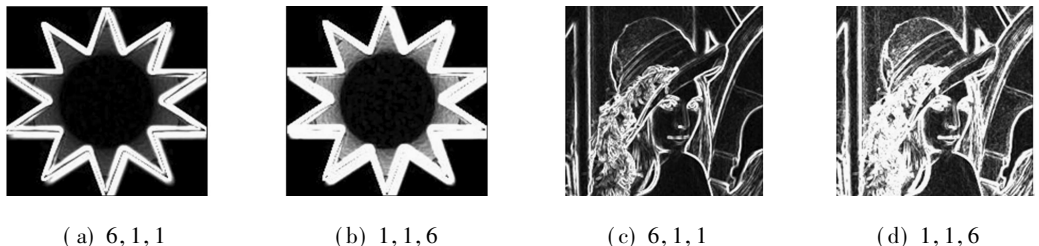


图 3 亮度矩阵图

Fig. 3 Images of bright matrix

算后,总是会排在矩阵的前面位置.从图 3 的亮度矩阵图中,可以明显的看出权值的作用.图 3 中 6, 1, 1 和 1, 1, 6 分别为权重 H_p, S_p, V_p 的取值.很显然,当 H_p 的值变大时,对比度变小,图像更暗,即在图像只是在颜色跳变处会得到更多的重视;当 V_p 的值变大时,图像变亮,对比度增强,即亮度跳变处会得到更多的重视.这与文[4]中的观点相吻合.即灰度图像大约隐含了 90% 左右的边缘.

3 结束语

本文介绍一种新的算法,把彩色图像映射为一个亮度矩阵,通过阈值调整,检测出整个图像的边缘.实验表明,该方法对合成及自然彩色图像均能较快较好地得到边缘.用概率方法做阈值得到图像的边缘只是一个简单的经验性结论,而更深入的研究将是下一阶段的工作.

参考文献:

[1] PRATT W K. Digital image processing[M]. 2nd ed. New York: Wiley Interscience, 1995: 491- 556.
[2] CANNY J A. Computational approach to edge detection [J]. IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986, 8(6): 679-698.
[3] 蔡灿辉, 丁润涛. 超复数空间彩色边缘检测器的实现 [J]. 数据采集与处理, 2002, 17(4): 395-398.
[4] 张全海, 施鹏飞. 基于 HSV 空间彩色图像的边缘提取方法[J]. 计算机仿真, 2000, 17(6): 25-27.
[5] 李葆青. 基于四元数描述的彩色图像边缘检测器[J]. 中国图象图形学报: A 辑, 2003(7): 775-777.
[6] 欧姗姗, 王倩丽. Visual C++ .net 数字图像处理技术与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 397.
[7] 赵景秀, 王 刚. 于彩色信息区分的彩色边缘检测[J]. 计算机应用, 2001, 21(8): 29-31.
[8] RAFAEL C, RICHARD E. 数字图像处理[M]. 2 版, 阮秋琦, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2004: 235-239.

A Color Image Edge Detection Based on Weighted Differences of Color Components

PENG Zhen-long

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

Abstract: This paper introduces a new algorithm for a color image edge detection based on the classical algorithm "sobel" in HSV space, but two gradient algorithms (45° and 135° namely) are added in. In the algorithm, the differences of the color components are weighted. Then the color image is transformed to a bright matrix. A value is put to detect all the edges of the image based on the matrix. The experimental results show that the method is efficient and fast not only for synthesized image but also for natural color image.

Keywords: color image; edge detection; weighted differences of color components; gradient algorithm

(责任编辑: 陈志贤 英文审校: 吴逢铁)