

一种基于CB模型的彩色图像分割方法

王志豪, 汪继文

(安徽大学 计算机科学与技术学院, 安徽 合肥 230039)

摘要: CB模型是一种把图像分为色度和亮度方面的彩色模型, 对图像进行分割去噪时可以很好地保留图像的细节和边缘。首先把一幅含有噪声的彩色图像分割成几何和摆动部分(纹理和噪声), 然后利用CB模型分别在色度和亮度两个通道上求几何和摆动部分, 再合成图像的几何和摆动部分, 其中几何部分即图像去噪后的图像。实验证明CB模型可以快速准确地分割出目标, 消除图像的噪声部分, 是一种有效的图像分割方法。

关键词: CB模型; 总变分; 图像分割; 色度; 亮度

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)05-0044-03

A Method for Color Image Segmentation Based on CB Model

WANG Zhi-hao, WANG Ji-wen

(College of Computer Science and Tech. of Anhui Univ., Hefei 230039, China)

Abstract: The CB model which can hold the details of the image and keep boundary well is a chromaticity and brightness color model. In this paper, split an image into two components: a geometrical component and an oscillatory component (texture and noise), and then find the solutions of the two component on the chromaticity and brightness channels by CB model. After this, separately compose the value of the two components on the two channels. During the two components, the geometrical component is the denoised image. By the experiment, can conclude that the CB model is an efficient method for image segmentation and it could split the object quickly and precisely, also denoise the noise of the image.

Key words: CB model; total variation; image segmentation; chromaticity; brightness

0 引言

随着生活信息化程度的加深, 图像作为包含大量信息的载体形式越来越体现出它强大的信息包含能力, 随之而来的就是对图像的质量的高要求。在实际生活中, 系统获取的原始图像不是完美的, 例如对于系统获取的原始图像, 由于噪声、光照等原因, 图像的质量不高, 所以需要进行分割处理, 以有利于提取人们感兴趣的信息。

传统图像分割方法如阈值法、边缘检测法、数学形态学法、基于区域处理方法^[1,2]等针对不同图像都取得了很好的效果, 因而也成为目前应用比较广泛的方法。但是对于不同应用目的以及不同图像特性, 传统方法又表现出很大局限性, 例如阈值法, 这种方法具有较高的计算效率, 但是对噪声很敏感, 会误将噪声作为

目标来处理; 边缘检测算子存在边界不连续或边界不准确的问题; 数学形态学方法在一定程度上降低了噪声对图像的影响, 但是开、闭、腐蚀、膨胀等运算会导致图像的过度平滑, 从而导致图像变形及细节丢失^[1]。

文中所提出的CB模型分割方法是结合TV(总变分)模型的一种分割方法^[3,4], 分割后很好地保留了图像的边界以及对色彩的控制。该文介绍CB模型的理论, 提出彩色图像的分割算法, 给出实验结果, 证明该方法可以快速准确地分割出目标, 是一种有效的图像分割方法。

1 CB模型的理论

一般来说, 一幅彩色图像可以用RGB颜色空间来表示, $I(X) = (r(X); g(X); b(X))$, 对于每一个像素 $X = (x, y)$, 代表着红、绿、蓝三种主要颜色的强度:

$$I: \Omega \rightarrow R_+^3 = \{(r, g, b) : r, g, b > 0\}$$

有些图像去噪和分割的方法就是直接建立在RGB的空间体系上^[5,6], CB模型也是来源于RGB颜色

收稿日期: 2007-08-16

基金项目: 安徽省自然科学基金项目(2006KJ028B)

作者简介: 王志豪(1983-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为图像处理; 汪继文, 教授, 博导, 主要研究方向为计算机数值模拟技术、计算机应用。

空间,它把 $I(x)$ 分成两部分:

$$B(X) = ||I(X)||$$

$$C(X) = I(X) / ||I(X)|| = I(X) / B(X) \quad (1)$$

其中, $B(X)$ 表示图像的亮度,即 RGB 彩色向量的长度; $C(X)$ 表示图像的色度,存储单位长度上的彩色信息。

2 彩色图像分割算法

近来人们很习惯于把一幅图像 f 分割成: $f = u + v$ 的形式,其中 u 表示图像的几何部分或者称为边界变量, v 是图像的摆动部分,文中指纹理和噪声。

在文献[7,8]中,作者提出了一种图像的分割模型,依靠求解 u, v 总变分最小化的方法来实现对图像的分割:

$$u \in BV, ||v||_{G \leq \mu} \int_{\Omega} |\nabla u| + \frac{1}{2\lambda} \|f - u - v\|_{L^2}^2 \quad (2)$$

其中 μ 表示彩色图像的丰富程度,在具体计算时可以人为设定, λ 与 $f - u - v$ 是相关的, λ 越小说明原图像经分割后丢失的信息会很少,通常设得很小就可以了。由于这个模型主要针对的是灰度图像,所以把它从一维扩展到三维空间上去,以实现彩色图像的分割。则:

$$\int_{\Omega} |\nabla u| = \int_{\Omega} \sqrt{|\nabla u_r|^2 + |\nabla u_g|^2 + |\nabla u_b|^2} \quad (3)$$

这里的 r, g, b 指的是 RGB 彩色空间上的向量通道。

求解方程(2)的下确界也就是求方程的最小值,在求解的时候可以分别固定 u, v 而得到不同的方程:

* 固定 v 的时候, u 是如下方程的解:

$$\inf_u \left(\int_{\Omega} |\nabla u| + \frac{1}{2\lambda} \|f - u - v\|^2 \right) \quad (4)$$

* 同理,固定 u 时, v 则可认为是如下方程的解:

$$\inf_{v \in \mu K} \|f - u - v\|^2 \quad (5)$$

解方程(4)的 Euler - Lagrange 等式并离散化可以得到:

$$\frac{u_{n+1} - u_n}{\Delta t} = \nabla \cdot \frac{\nabla u_n}{|\nabla u_n|} + \frac{1}{\lambda} (f - u_n - v) \quad (6)$$

同理方程(5)可以离散化为:

$$\frac{v_{n+1} - v_n}{\Delta t} = \frac{1}{\mu} (f - v_n - u) \quad (7)$$

算法流程:

(1) 初始化, $f = f_0, u = f_0, v = 0$, 其中 f_0 是原始图像。

(2) 迭代 m 次:

(a) 把 u 分为色度 u_c 和亮度 u_b 部分,根据方程(1)的转换原理,则 $u_b = ||u||, u_c = u / ||u|| = u / u_b$, 则 $u = u_b * u_c$ 。同理也可以把 f 和 v 写成如下形式:

$$f = f_c * f_b \text{ 和 } v = v_c * v_b$$

(b) 求解 u_c : 把 v_c, f_c 代入方程(6),并迭代 n 次:

$$\frac{u_{n+1} - u_n}{\Delta t} = \nabla \cdot \frac{\nabla u_n}{|\nabla u_n|} + \frac{1}{\lambda} (f_c - u_n - v_c) \quad (8)$$

(c) 对于求解 u_b : 把 v_b, f_b 代入方程(8)替代 v_c, f_c , 并迭代 n 次。

(d) 计算 $u = u_c * u_b$ 。

(e) 把 u_b, f_b 代入方程(7)中,并迭代 n 次,求出 v_b :

$$\frac{v_{n+1} - v_n}{\Delta t} = \frac{1}{\mu} (f_b - v_n - u_b) \quad (9)$$

同理,对于求解 v_c : 把 u_c, f_c 代入方程(9)替代 u_b, f_b , 并迭代 n 次。

(f) 计算 $v = v_c * v_b$ 。

(g) 计算 $w = f - u - v$ 。

(3) 当算法满足以下条件,就停止计算:

$$\max(|u_{n+1} - u_n|, |v_{n+1} - v_n|) \leq \epsilon \quad (10)$$

3 实验结果

在 matlab7.0 环境下,用一张“Y”字瀑布的自然图片进行算法的验证。取算法外循环的 $m = 5$,内循环 $n = 30$,对于 λ ,对于色度部分取 $\lambda_c = 0.04, \lambda_b = 0.01, \mu$ 部分由于与图像的丰富程度有关所以很难确定,取一般通用的 0.1 来进行实验。分割结果如图 1 所示。

其中的噪声图片,是在原图的基础上人为加了 0.02 的 Gauss 噪声,对于 u 部分既是图像的几何部分,也就是去噪后得到的图片; v 即是本图片的纹理和噪声部分; w 则是上文中提到的 $f - u - v$ 部分。实验结果表明分割效果很好,且能提供丰富的区域特征,并很好地保留了图像的边界。

还利用模型对于图像的纹理部分(v)的提取来与常见的边缘提取模型进行轮廓的提取比较,其中主要是针对 Log 算子和 Roberts 算子的比较。

对于图 1 最左边的这幅图片,分别用三种方法进行了边缘的提取,可以看出文中的方法相对于 Log 算子和 Roberts 算子的方法有很大的提高,图像中人物的轮廓线都很好表现出来,达到了很好的边缘提取效果。

4 结束语

在文献[7,8]的基础上,结合 CB 模型改进了 J. -

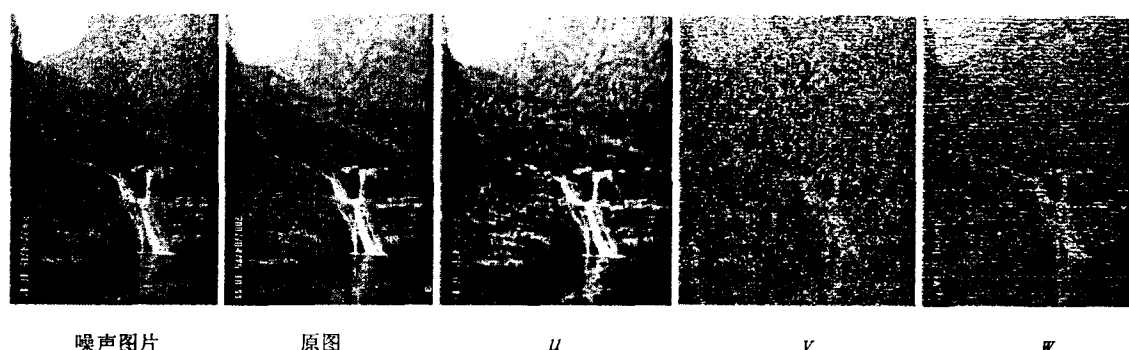


图 1 实验结果 I

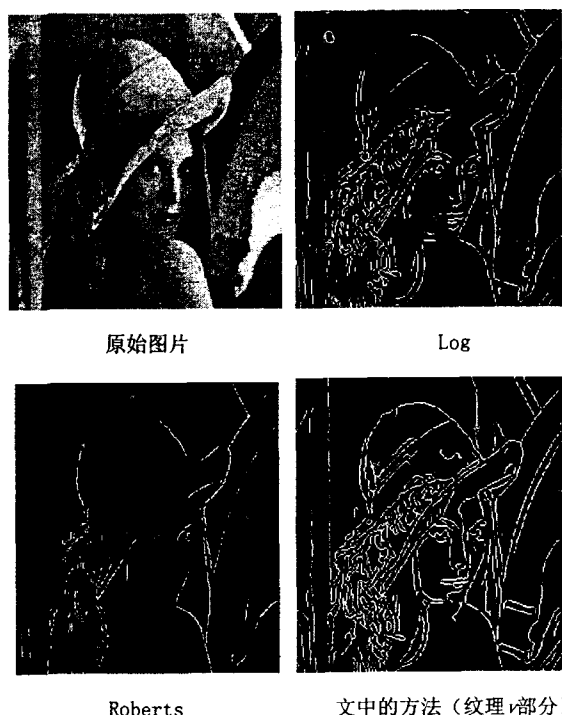


图 2 实验结果 II

F. Aujol, G. Aubert, L. Blanc-Feraud 等人提出的图像分割模型,对于处理含噪声多的彩色图片有着很好的效果,但对于噪声少、目标背景单调的图片进行处理时,效果并不突出。可见,图像的分割没有一种万能的分割模型,对于具体的分割目标还需注意选择合适的模型。

(上接第 43 页)

和管理,这是 workflow 管理系统研究的一个重要方面。也是文中进一步研究的重点。

参考文献:

- [1] der Aalst W, van Hee K. Workflow Management - Models, Methods, and Systems [M]. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2002.
- [2] WfMC. The workflow reference model [R]. [s. l.]: WfMC

参考文献:

- [1] 冈萨雷斯. 数字图像处理 [M]. 第 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [2] 黄庆明, 张田文, 潘少静. 基于色彩学习的彩色图像分割方法 [J]. 计算机研究与发展, 1995, 32(9): 60-64.
- [3] Chan T F, Kang S H, Shen J. Total variation denoising and enhancement of color images based on the CB and HSV color models [J]. J. Visual Comm. and Image Rep, 2001, 12(4): 422-435.
- [4] Meyer Y. Oscillating Patterns in Image Processing and Nonlinear Evolution Equations: The Fifteenth Dean [C] // Lewis J B. Memorial Lectures, Vol. 22 of University Lecture Series, AMS. Providence: [s. n.], 2001: 78-89.
- [5] Blomgren P V. Total Variation Methods for Restoration of Vector Valued Images [D]. [s. l.]: Dept. of Math., UCLA, 1998.
- [6] Blomgren P V, Chan T F. Color TV: Total Variation Methods for Restoration of Vector Valued Images [J]. IEEE Trans. Image Processing, 1998, 7: 304-309.
- [7] Aujol J - F, Aubert G, Blanc - Feraud L, et al. Image decomposition into a bounded variation component and an oscillating component [J]. Journal of Mathematical Imaging and Vision, 2005, 22: 71-88.
- [8] Aujol J - F, Aubert G, Blanc - Feraud L, et al. Decomposing an image: Application to SAR images [C] // in: Scale - Space '03, Vol. 2695 of Lecture Notes in Computer Science. [s. l.]: [s. n.], 2003: 297-312.

TC00-1033 Workflow Management Colition, 1995: 28-35.

- [3] 何清法, 李国杰, 焦丽梅, 等. 基于关系结构的轻量级工作流引擎 [J]. 计算机研究与发展, 2001, 38(2): 129-137.
- [4] 秦巧. 基于 .net 的工作流系统的设计和实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2006.
- [5] 范永全. 基于关系模式的工作流关系系统的设计和实现 [D]. 成都: 成都理工大学, 2002.