

文章编号:1004-1478(2011)02-0111-05

# 基于视觉注意的图像感兴趣区域分割算法

程聪<sup>1</sup>, 戴朝辉<sup>2</sup>

(1. 河南财经政法大学 计算机与信息工程学院, 河南 郑州 450002;

2. 河南师范大学 计算机与信息技术学院, 河南 新乡 453003)

**摘要:**为了更好地对浅景图像和简单背景图像进行分析和处理,进而改善图像的质量和效果,在Itti注意力模型算法的基础上,提出了基于视觉注意的阈值分割算法.该算法主要通过像素属性的分析提取图像的感兴趣部分,根据像素点与均值的偏离程度对图像进行增强,利用感知学原理使HSI颜色空间所成图像更符合人的视觉要求.实验结果表明,该方法符合生物学的视觉注意机制,在自动检测感兴趣区域时,可以有效减少过分分割,也能较好地提取出较大的感兴趣区域.

**关键词:**Itti注意力模型算法;特征显著性;图像感兴趣区域;图像分割

中图分类号:TP391.4

文献标志码:A

## Segmentation algorithm of interest detection regions based on visual attention mechanism

CHENG Cong<sup>1</sup>, DAI Zhao-hui<sup>2</sup>

(1. College of Comp. Infor. Eng., He'nan Univ. of Eco. and Law, Zhengzhou 450002, China;

2. College of Comp. Infor. Tech., He'nan Normal Univ., Xinxiang 453003, China)

**Abstract:** In order to analyze and dispose shallow view images and simple background image preferably and improve image quality and effect, on the basis of Itti attention algorithm, the test method was proposed based on visual attention. Through the analysis of image pixels, this method extracted the interested part of the image, enhanced the image using the deviation degree between pixels and the average of image, and made image more accord with visual requirements using perception study principle. Experimental results showed that the proposed method complies with biological visual attention mechanism, which is also effective to reduce over-segmentation in auto-detecting ROI(region of interesting) and performs well for large objects.

**Key words:** Itti attention algorithm; feature saliency; the interested part of image; image segmentation

## 0 引言

随着社会生活水平的提高及社会信息化程度的加深,数字图像成为人们在生活中获得信息的主要途径.图像分割成为数字图像处理的重要组成部分,图像分割作为图像处理不可或缺的预处理步

骤,具有重要的研究价值.目前,图像分割常用的算法有相似度量算法<sup>[1]</sup>、兴趣度量检测技术<sup>[2]</sup>和从浅景深图像中自动提取感兴趣区域的算法<sup>[3]</sup>等.相似度量方法在提取图像中反映高层语义的新特征时是非常困难的,关键是图像低层特征与高层语义之间存在巨大的鸿沟,而利用拐点提取图像的感兴趣

收稿日期:2010-11-23

作者简介:程聪(1981—),男,河南省开封市人,河南财经政法大学硕士研究生,主要研究方向为数字图像处理.

区域又具有很大的局限性. 拐点检测器的缺点是由于拐点集中在纹理区域, 所以用拐点检测器提取的感兴趣点集中分布于纹理多的区域, 而在纹理少的区域分布得很稀疏. 这种疏密过于不均的分布不利于完整地描述图像的各部分内容. 灰度变化的检测与人的观察结果还有一定差距, 这是因为人观察图像的过程是一个多特征融合的过程, 选取在颜色、纹理、形状等多个方面容易引起注意的区域. 分水岭分割技术<sup>[4]</sup>是一种基于形态学操作的区域增长技术, 缺点是封闭轮廓容易引起过度分割问题, 并且还需要手工选取合适的种子点, 因此分水岭方法难以实现感兴趣区域的自动检测.

本文拟以彩色图像为数据源, 对图像语义分类中的一些关键技术和主要算法进行深入的研究. 为了更好地对浅景图像和简单背景图像进行分析和处理, 在 Itti 注意力模型算法的基础上提出基于视觉注意的检测方法.

## 1 算法的基本思想

阈值法是图像分割的一种重要方法, 在图像处理与识别中广为应用. 图像分割是将图像划分成一系列相似特征区域, 并提取出关键特征区域进而对图像进行识别与理解. 在图像分割之前先对图像进行预处理, 依据像素点与均值的偏离程度对图像进行增强, 以改善图像质量和效果, 然后通过颜色空间转换并根据数学模型选定阈值, 对图像进行分割.

Itti 注意力模型算法<sup>[5]</sup>将显著点的分布情况作为判断感兴趣区域的依据. 笔者认为显著点主要分布在灰度变化比较明显的地方, 对于那些浅景深图像和简单背景的图像来说, 显著点主要集中在图像中物体的边缘, 而背景区域的显著点很少. 因此, 显著点的分布情况比小波极大值点更能反映图像中各个像素点的重要程度. Itti 注意力模型算法没有考虑到颜色空间对人的视觉效果的影响, 而本文将图像从 RGB 空间转换到了 HSI 空间, 以便能更好地满足人的视觉效果.

## 2 算法描述

### 2.1 图像预处理

算法流程: 该算法采用由显著点扩展而来的标记点作为感兴趣区域的判断依据, 主要由像素点属性分析、区域均值计算及判断像素点的偏离程度来扩充像素点 3 部分组成. 在文献<sup>[2]</sup>的基础上提取

图像的感兴趣区域, 因为图像中每个像素点与图像均值的偏离程度不同, 通过仿真实验设置出一个参数  $K$ , 只要像素点的像素值小于参数, 就自动在此像素点进行增强、滤波处理、颜色空间转换、设置阈值、感兴趣区域提取及图像复原.

针对原始图像的预处理问题, 主要有以下步骤:

- 1) 计算出图像中每个像素点的像素值  $f(x, y)$ ;
- 2) 假设图像中像素点的个数为  $n$ , 计算出整幅图像的像素均值  $m$ :

$$p_i = 1/N \sum_{s \in Z_i} s \tag{1}$$

3) 根据均值  $m$  和像素点  $f(x, y)$  的像素值, 可以均衡出图像中每个像素点与其均值的偏离程度

$$w_i = \sum_{s \in S} \|s - m\|^2 \tag{2}$$

4) 设定参数  $K$  为图像均值的  $1/10$ , 当图像像素值小于  $K$  时, 就在它邻域的像素值上加  $K$ ; 如果像素值大于等于  $K$ , 它邻域点的像素值等于像素点的像素值.

### 2.2 图像显著图

**2.2.1 将预处理后的图像进行滤波** 任何图像都会有噪声和失真, 本文采用中值滤波以避免图像细节的模糊, 同时保护图像边缘, 滤除随机脉冲噪声, 滤波后的图像轮廓比较清晰. 本文所采用的是中值滤波法, 其基本思想是先将一个含有奇数的像素模板在图中进行漫游, 并将其模板中心与图像中的某个像素位置重合, 读取模板中的各对应像素灰度值, 然后将这些灰度值从小到大排序, 找出其中间值并把它赋予对应模板的中心位置的像素.

**2.2.2 颜色空间转换** 由于 HIS 颜色空间根据人的视觉角度出发, 符合人的正常视觉观察性, 它是以色调饱和度及其亮度来描述颜色特征, 比 RGB 颜色空间具有更好的可视性, 所以本文将处理后的图像由 RGB 颜色空间转换到相应的 HIS 颜色空间.

$$\begin{cases} H = 1/360 [90 - \text{Arctan}(F/3) + \\ \quad \{0, G > B; 180, G > B\}] \\ S = 1 - [\min(R, G, B)/I] \\ I = (R + G + B)/3 \\ F = (2R - G - B)/(G - B) \end{cases} \tag{3}$$

图像中某个区域的显著性并不是通过该区域的像素值体现出来的, 而是通过该区域与周围区域的对比度体现出来的, 图像中具有高对比度的区域很容易获得人的注意. 因此, 通过计算图像中每个像素的全局对比度便可以得到每个像素的显著性,

一些文献中已经给出了计算对比度的方法,但实现起来都比较复杂.因此本文采用一种简单有效的计算对比度的方法,计算像素  $x$  的色调全局对比值的公式如下:

$$S_h(x) = \sum_{V_h=V_h^{\min}}^{V_h^{\max}} (|H(x) - V_h| \cdot hist_h(v_n)) \quad (4)$$

$$S_s(x) = \sum_{V_s=V_s^{\min}}^{V_s^{\max}} (|Sue(x) - v_s| \cdot hist_s(v_i)) \quad (5)$$

$$S_l(x) = \sum_{V_l=V_l^{\min}}^{V_l^{\max}} (|I(x) - v_l| \cdot hist_l(v_i)) \quad (6)$$

$$S_x = \sqrt{S_h(x)^2 + S_s(x)^2 + S_l(x)^2} \quad (7)$$

其中:  $H(x)$  为像素  $x$  的色调值;  $hist$  为图像色度值的直方图;  $V_h^{\min}$  和  $V_h^{\max}$  分别是图像色度值的最小值和最大值.同理,计算像素  $x$  的饱和度和亮度对比值的方法如式⑤和⑥所示.其中变量的含义与式④相似.利用式⑦便可计算出图像中每个像素的显著性.

### 2.3 感兴趣区域提取

得到显著图之后,对其进行简单的阈值分割得到二值图像,对二值图像进行边缘提取,即可得到显著区域的轮廓,在原图上标出即可.

1) 利用以下公式进行阈值分割

$$b(x) = \begin{cases} 0 & S(x) < threshold \\ 1 & S(x) \geq threshold \end{cases} \quad (8)$$

系数  $threshold = E(S)$ , 其中  $S$  为显著图;  $E(S)$  为显著图的期望值.

2) 显著图锁定

对阈值分割后的图像提取边缘,得到感兴趣区域的轮廓边缘.将得到的边缘图像加到原始图像,便可提取出感兴趣区域.

3) 图像恢复

由于2.1的预处理部分对像素值加以增强,为了保证图像的特征,本文将图像在做2.1部分的算法逆转,去掉扩充像素信息,回复原始像素点.从而

保证图像的可靠性.

## 3 仿真实验及算法比较

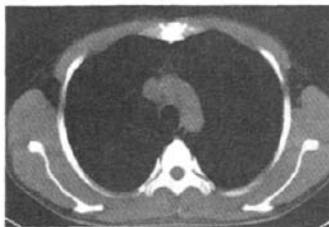
为了检验本文算法的有效性和准确性,笔者在 Intel Pentium 3.0 GHz, 内存 512 M 的微机, 利用 Matlab 7.0 在多幅图像上进行了实验, 获得了比较满意的效果.

### 3.1 实验

以下是对 1 幅带有病灶的肺部医学图片如图 1a) 和 2 幅自然图片如图 1b) 海底珊瑚图片和如图 1c) 海底金鱼图片采用视觉注意机制的阈值分割算法对其进行分割和提取.

1) 选取一幅带有病灶的肺部图像如图 1a) 进行图像预处理, 经过中值滤波和像素增强后得到预处理图像如图 2a), 然后进行颜色空间转换, 把图片转换到相应的 HSI 空间, 转换后的图片如图 2b), 在 HSI 颜色空间里进行图像显著图处理, 生成图像显著图如图 2c), 对显著图进行区域划分, 将图像的感兴趣区域包含起来, 生成感兴趣区域图如图 2d), 而后通过反复仿真实验设定阈值, 最后将图像中含有病灶的部位给分割出来, 得到了分割图像如图 2e), 采用 Sobel 算子进行边缘检测, 经检测得到检测图像如图 2f), 然后将原图像进行恢复再将提取出来的感兴趣部分加到原始图像中形成最后图像如图 2g).

2) 选取自然图片海底珊瑚如图 1b), 采用视觉注意机制的阈值分割算法加以分割. 通过颜色空间转换, 把图片转换到 HSI 空间, 转换后的图片如图 3a), 在 HSI 颜色空间里进行图像显著图处理, 生成图像显著图如图 3b), 对显著图进行区域划分, 将图像的感兴趣区域包含起来, 生成感兴趣区域图如图 3c), 最后通过多次仿真实验设定阈值, 最后将图像中感兴趣的部位给分割出来, 得到了分割图像如图 3d).



a) 病灶肺部图像



b) 海底珊瑚图像



c) 海底金鱼图像

图 1 原始图像

3) 选取自然图片海底金鱼如图 1c), 采用视觉注意机制的阈值分割算法加以分割. 通过颜色空间转换, 把图片转换到 HSI 空间, 转换后的图片如图 4a), 在 HSI 颜色空间里进行图像显著图处理, 生成图像显著图如图 4b), 对显著图像进行区域划分, 将图像的兴趣区域包含起来, 生成感兴趣区域图如图 4c), 最后通过多次仿真实验设定阈值, 最后将图像中感兴趣的部位给分割出来, 得到了分割图像如图 4d).

由以上图片可以说明图 1a) 是一个带有病灶的肺部切片图, 利用本算法能较完整地把病灶部位提取出来, 从而有助于医学研究. 自然图像如海底珊瑚图和海底金鱼图等, 用本算法都能够较完整地把感兴趣的部分提取出来.

### 3.2 本文算法与其他算法的比较

在基本的感兴趣区域提取算法中, Itti 注意力模型算法只考虑颜色、亮度、方向 3 个要素, 并且没有考虑颜色空间转换的问题. 而本算法在考虑图像颜色、亮度、方向的基础上, 还考虑到了其纹理特征, 并将颜色空间转换到 HSI 空间, 因为 HSI 空间更符合人的视觉要求, 而且还能利用色度、饱和度和颜色强度等信息计算每个像素点的全局对比度.

以下选用医学病灶图像和海底珊瑚图像分别以本文提出的视觉注意机制的阈值分割算法和 Itti 等提出的 Itti 注意力模型算法进行实验和比较: 采用 Itti 等提出的 Itti 注意力模型算法对肺部病灶图像生成的显著图如图 5 中 a) 所示, 感兴趣区域图如图 5 中 b) 所示, 采用视觉注意机制的阈值分割算法对肺部病灶图像分割生成的显著图如图 5 中 c) 所示, 感兴趣区域图如图 5 中 d) 所示, 采用 Itti 等人提出的 Itti 注意力模型算法对海底珊瑚生成的显著图如图 5 中 e) 所示, 感兴趣区域图如图 5 中 f) 所示, 采用视觉注意机制的阈值分割算法对海底珊瑚图像分割生成的显著图如图 5 中 g) 所示, 感兴趣区域图如图 5 中 h) 所示.

### 3.3 结果分析

实验证明, 采用本文的视觉注意机制的阈值分割算法对图 1 中的 a), b), c) 图像分割后能够较完整地把感兴趣部分提取出来. 而运用 Itti 等提出的 Itti 注意力模型算法对图 1 中的 a), b), c) 图像进行处理时, 虽然可以提取出感兴趣区的轮廓, 但显著部位的边缘部位还不能完全清晰地提取出来, 并且都没有本算法的清晰度高.

另外在运算时间上, 实验证明, 本文的算法在

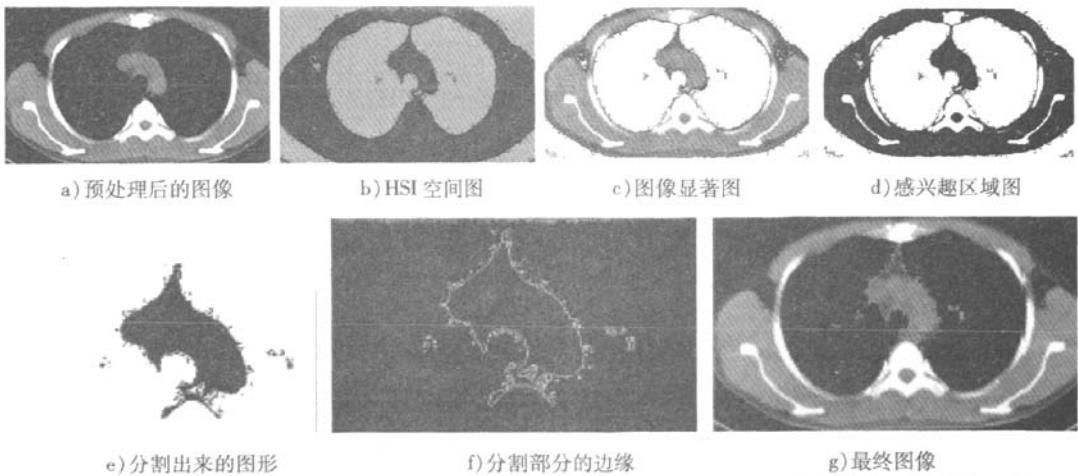


图 2 对病灶肺部图片的处理过程

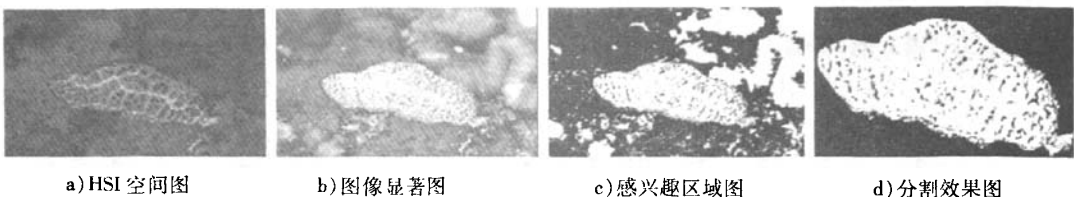


图 3 对海底珊瑚图片的处理过程

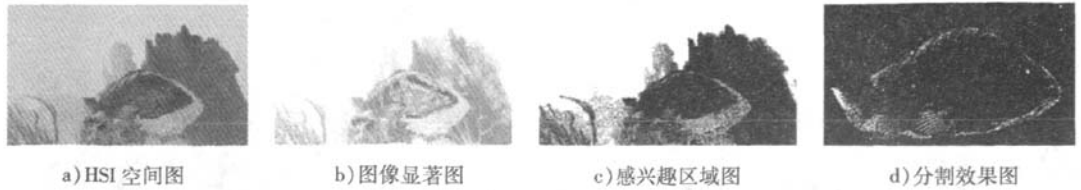


图4 对海底金鱼图片的处理过程

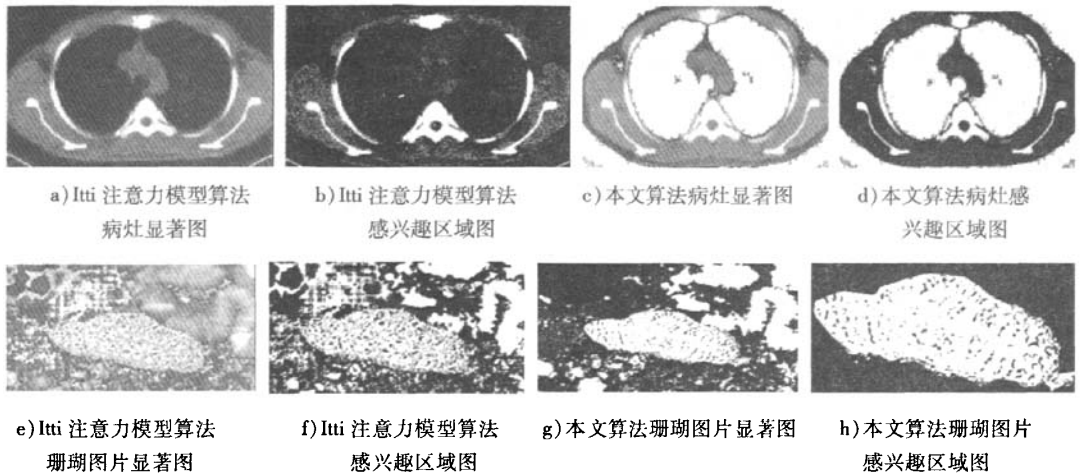


图5 本算法与Itti注意力模型算法的比较结果

运行效率上也有所提高.对病灶肺部图像和海底珊瑚图像的运算时间比 ITTI 模型算法为 5.017 5 s 和 4.827 8 s;本文算法为 3.892 6 s 和 3.633 9 s.

### 4 结论

本文提出的基于视觉注意的图像检测方法,通过对图像像素属性的分析提取图像的感兴趣部分,利用像素点与均值的偏离程度对图像进行增强,改善了图像的质量和效果.在应用于医学病灶图像的分析中,显著改善了图像的清晰度.实验结果表明,该方法符合生物的视觉注意机制,在自动检测感兴趣区域时,可以有效减少过分分割,也能较好地处理大对象.

### 参考文献:

[1] 汪慧兰,张佩云.最佳区域匹配在彩色图像检索中的应用[J].安徽农业大学学报,2009,36(3):509.  
 [2] 郑剑锋,孙军,周军.基于显著点的感兴趣区域提取

[D].北京:中国科学院计算技术研究所,2002.  
 [3] 戴汝为,王珏,田捷.智能系统的综合集成[N].杭州:浙江科技出版社,1994.  
 [4] Sarkar N, Chaudhuri B B. An efficient approach to estimate fractal dimension of textural images[J]. Pattern Recognition, 2003, 25(9):1035.  
 [5] 张菁,沈兰芬,高静静.基于视觉注意机制的感兴趣区域检测[J].光子学报,2009(6):1561.  
 [6] 崔屹.数字图象处理技术与应用[M].北京:电子工业出版社,1997.  
 [7] Chaudhuri B B, Sarkar N. Texture segmentation using fractal dimension[J]. IEEE Trans Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, 17(1):72.  
 [8] Mehran Ebimi Kahrizsang. Inverse Problems and Self-similarity in Imaging Canada: Waterloo University, 2008.  
 [9] 孙即祥,王晓华,全口山等.模式识别中的特征提取与计算机视觉不变量[M].北京:国防工业出版社,2001.  
 [10] 章毓晋.图像处理和分析[M].北京:清华大学出版社,1999.