

基于纹理谱的纹理分割方法

任仙怡 张桂林 陈朝阳

(华中理工大学图象识别与人工智能研究所 图象信息处理与智能控制国家教委开放研究实验室, 武汉 430074)

摘要 纹理分析是图象处理中的一个重要领域。本文提出一种基于纹理谱特征分割纹理图象的方法。它首次将纹理谱特征与区域生长算法结合起来, 从而实现了无监督的纹理分割。纹理谱特征具有对方向性敏感等优点, 基于纹理谱的纹理图象分割取得了良好效果。

关键词 纹理分析, 纹理谱, 纹理分割

1 问题分析

纹理图象的分割在计算机视觉、图象处理、遥感中具有重要意义。纹理分割的主要目的是将包含多种纹理的图象分成多个“同质区”, 每一个“同质区”包含一种纹理。

因为纹理特征是图象特征的一个描述, 所以可以假设同一种纹理的纹理特征基本保持不变, 不同纹理的纹理特征之间则存在较大区别。根据这个假设将纹理特征应用于传统边缘检测算法或区域生长算法中, 即可实现对于纹理的分割^[1,2]。

在区域生长分割算法中, 需要一个度量来定义纹理并计算不同纹理之间的相似度。已有的纹理描述方法中, 统计分析方法用统计图象中灰度值分布规律来描述纹理, 较符合自然纹理的情况, 因而本文在算法中利用 DongChen He 和 Li Wang 提出纹理谱统计纹理特征^[3~5]作为区域一致性度量, 实现了无监督的纹理分割, 取得了良好效果。

2 纹理谱特征

纹理可被看作是由一组纹理基元在一定范围内的有规律的重复出现构成。基于这个思想, 纹理图象可被看作由一组纹理单元构成^[6], 纹理单元表示了

一个像素及其邻域像素所构成的局部纹理特征, 而对整幅图象的纹理单元的统计则可展现整幅图象的纹理特征。

2.1 纹理单元

除边界像素外, 图象中每个像素都有8个相邻像素。则像素的局部纹理特征可以根据其3×3的邻域内的像素提取, 这个局部纹理特征即为最小的纹理单元。

定义纹理单元为包含8个像素的一个集合: $TU = \{E_1, E_2, \dots, E_8\}$, 其中 E_i 的值由以下公式确定:

$$E_i = \begin{cases} 0 & \text{if } V_i \leq (V_0 - \Delta) \\ 1 & \text{if } (V_0 - \Delta) < V_i \leq (V_0 + \Delta) \\ 2 & \text{if } V_i > (V_0 + \Delta) \end{cases} \quad (1)$$

其中, $i=1, 2, \dots, 8$, V_0 为被处理像素, V_i 为其邻域中像素, Δ 代表一个很小的正值。

当 E 的取值类数 $N=3$ 时, 8个像素将可能构成共 $3^8=6561$ 种纹理单元。定义纹理单元标记号 N_{TU} 为:

$$N_{TU} = \sum_{i=1}^8 E_i \times N^{i-1}, N_{TU} \in \{0, 1, 2, \dots, (N^8-1)\} \quad (2)$$

其中 E_i 是纹理单元 $TU = \{E_1, E_2, \dots, E_8\}$ 中的第 i 项。

2.2 纹理谱

纹理单元描述了一个像素的局部纹理特征, 即

该中心像素与周围8个像素之间的灰度关系。而对于整幅图象中不同纹理单元的分布情况的统计则可显示出图象整体的纹理信息。定义所有纹理单元的出现频率为纹理谱,从而可生成纹理谱像,其中横坐标为纹理单元标记号,纵坐标为出现频率。

因为纹理谱像体现图象的纹理特征,故随图象中纹理成分的增加,纹理谱图象会出现较有规律的峰值变化,且不同纹理图象所对应的纹理谱像的峰

有着不同的分布,因此可用纹理谱来表征图象的纹理特征。这里值得提出的是对纹理单元的不同标记方法将会影响各纹理单元在纹理谱中的相对位置,但不会影响各纹理单元在纹理谱中的出现频率。

图1、图2分别是3幅纹理图象与它们的纹理谱图象。

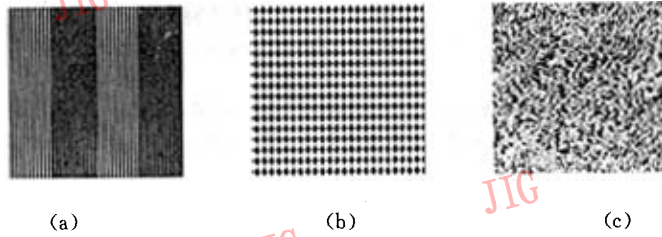


图1

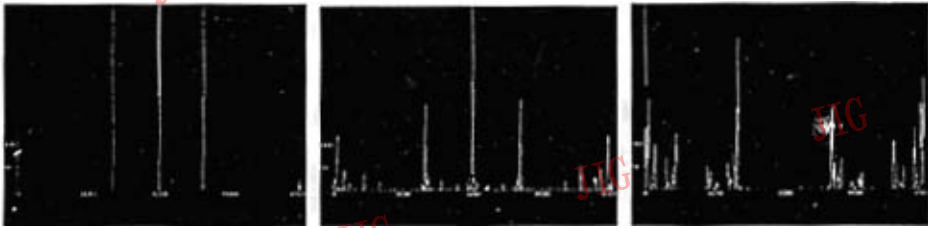


图2

从图2可以看出由于图1(a)中的纹理较简单,对应的纹理谱像中纹理谱的分布就比较集中,图1(c)中的纹理较复杂,对应纹理谱的分布有多个且较分散的峰,而图1(b)中的纹理所对应的纹理谱像则居于(a),(c)两者之间。3幅图的纹理有着较大区别,对应纹理谱像中的峰值的位置也大不相同。

小,因为窗口太小会造成提取的纹理特征不能充分显示纹理的统计特征,从而失去纹理分割的意义。

在进行图象纹理分割标识时,整个图象首先被分解成若干尺寸为 $(p \times q)$ 的一组不相重叠的小窗口,然后,计算小窗口内的纹理谱特征,并用两个相邻窗口的纹理谱中各纹理单元的频率之差的绝对值之和计算两窗口的相似性。

$$D = \sum_{k=1}^{N^8} |S_i(k) - S_j(k)|, N = 3 \quad (3)$$

其中 $S_i(k)$ 、 $S_j(k)$ 分别为第 i 、 j 个窗口的纹理谱中的第 k 个元素, D 则给出了两个相邻窗口的纹理谱的差。

首先,图象被分为 $m \times n$ 个小窗口($m = M/p$, $n = N/q$, M 为整幅图象的行数, N 为整幅图象的列数),并对各窗口进行标记,计算每一个窗口与其相邻窗口的纹理谱特征之差,若小于已定门限,则两个区域的纹理标记都取两个窗口的纹理标记中较小的一个。如此对整幅图象进行处理,则可完成图象纹理

3 图象纹理区域的分割

本文将纹理谱作为纹理相似性度量特征,运用到区域生长算法中,基本思想是用相邻窗口的纹理谱特征的差作为是否为同一种纹理的判据,进行纹理图象分割。

纹理谱特征的值也取决于所选窗口 $(p \times q)$ 的大小。在纹理分割标识之前,并不知道各种纹理在图象中所占区域的大小以及它的位置,为了分割标识地更准确,所选择的窗口尺寸 $(p \times q)$ 应小于图象中所占区域最小的那种纹理区域。但窗口也不能太

分割任务。分割后,纹理区域用不同灰度来区别,每一灰度级别代表一种纹理结构。

4 实验结果分析与总结

我们用了几幅纹理图象作了实验。图象大小均

为 256×256 个像素,所用图象及其分割结果如图 3 所示:a、b、c、d、e、f、g、h 为原图,a'、b'、c'、d'、e'、f'、g'、h' 为对应的分割结果。其中包括人工生成的纹理图象(程序生成或取自 photoshop)和自然纹理图象(Broadaz textures^[7]),有两种纹理构成的图象,也有多种纹理构成的图象。

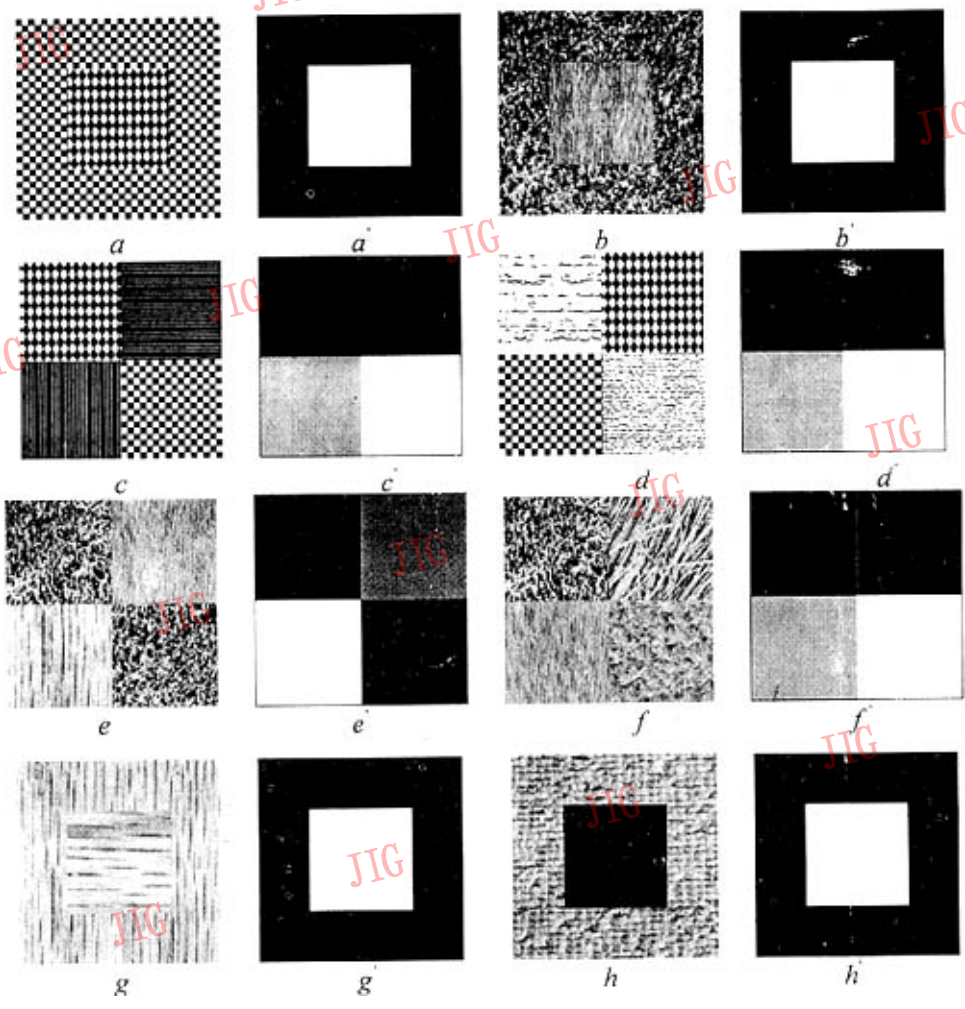


图 3

从实验结果可以看出,基于纹理谱特征的纹理图象分割有以下几个优点。

(1) 它同时考虑了图象像素的 8 个方向的像素灰度差,而不是象灰度共生矩阵方法那样每次仅考虑某一个方向上的像素差,因此更为全面。

(2) 这 6 561 种纹理单元独立于图象,因此是一种可描述所有图象的普适的方法。

(3) 它对方向性较敏感,可区分出纹理结构大致相同而方向不同的区域。[如图 3 中的 g,两种纹理均为木纹,基本结构相同,但方向相差 90 度]。这是由它对纹理单元标记的有序性决定的。

(4) 它既适用于人工纹理图象,也可应用于自然纹理图象[如图 3 中的 a、b、c、d、e、f]。

(5) 它可分割出纹理图象中灰度均匀(无纹理)

的区域[如图 3 中的 h]。

(6) 它可很好地实现包含多种纹理的图象的分割[如图 3 中的 c、d、e、f]。

总之,这种利用纹理谱进行分割的方法较好地实现了纹理图象的分割,是一种有前途的纹理分割算法。其不足之处是该方法没有利用图象像素本身的灰度信息,因此也有一定的局限性。

参考文献

- 1 T. 帕夫利迪斯. 计算机图形显示和图象处理的算法. 北京: 科学出版社, 1987.
- 2 TODD R REED, J M. HANS DU BUF. A Review of Recent Texture Segmentation and Feature Extraction Techniques, 1993, CVGIP. 57, (3), 359~372.
- 3 HE DONG-CHEN, WANG LI. Texture Unit, Texture Spectrum

- and Texture Analysis. IEEE TRANS on GRS, 1990, 28(4): 509~512.
- 4 HE DONG-CHEN, WANG LI. Texture Features Based on Texture Spectrum. Pattern Recognition, 1991, 24(5): 391~399.
- 5 HE DONG-CHEN, WANG LI. Texture Classification Using Texture Spectrum. Pattern Recognition, 1990, 23(8): 905~910.
- 6 Jain A K, Karu K. Learning Texture Discrimination Masks. IEEE TRANS on PAMI, 1996, 18: 195~205.
- 7 Brodatz P. Texture-A Photographic Album for Artists and Designers. New York: Reinhold, 1968.



张桂林 教授。主要研究方向: 自动目标识别, 基于图象信息的目标跟踪, 智能控制, 成像跟踪制导算法和系统评价以及并行处理等。



任仙怡 1995年毕业于西安电子科技大学信息工程学院, 现为华中理工大学图象识别与人工智能研究所模式识别与智能控制专业研究生, 主要研究方向: 图象处理、模式识别、纹理图象分析等。



陈朝阳 讲师。主要研究方向: 成像跟踪系统与算法, 被动成像测距方法, 匹配性能评估, 人脸识别识别系统与算法等。

Segmenting Texture Images Using Texture Spectrum Method

Ren Xianyi, Zhang Guilin, Chen Zhaoyang

(Institute of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074)

Abstract One of the major aspects of research work in image processing is texture segmentation. This paper proposed a method combining the texture spectrum features with the region growing method. The method realized unsupervised texture segmentation. Promising results were obtained when segmenting texture of several texture images.

keywords Texture analysis, Texture spectrum, Texture segment

JAVA 开创应用新纪元

作为 Internet/intranet 技术的领导者, Sun 公司推出的 Java 技术已成功地走过了 3 年多的发展历程, 它正以其独有的开发性、跨平台性和面向网络的交互性等魅力震撼着整个信息世界。Java 计算技术已进入了网络计算模式的阶段, 它不仅极大地推动了 Internet 和 intranet 的发展, 事实上, 还为计算技术的应用开创了新的纪元。

以 Java 技术为代表的网络计算技术是一种灵活的网络体系结构, 它可以为所有授权用户提供对数据、软件和网络的通用而可靠的访问。事实上, Java 计算将 Java 程序的“编写一次, 到处运行”的能力扩展到企业计算之中, 为企业安全可靠的扩展业务, 创建独立的商业策略开创了崭新的途径。